

	DIN EN 61000-4-20 (VDE 0847-4-20)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 33.100.01 Ersatz für DIN EN 61000-4-20 (VDE 0847-4-20):2008-03 Siehe Anwendungsbeginn Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-20: Prüf- und Messverfahren – Messung der Störaussendung und Störfestigkeit in transversal- elektromagnetischen (TEM-)Wellenleitern (IEC 61000-4-20:2010); Deutsche Fassung EN 61000-4-20:2010 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-20: Testing and measurement techniques – Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguides (IEC 61000-4-20:2010); German version EN 61000-4-20:2010 Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-20: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'émission et d'immunité dans les guides d'onde (TEM) (CEI 61000-4-20:2010); Version allemande EN 61000-4-20:2010 Gesamtumfang 85 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2010-10-01 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2011-07-01.

Daneben darf DIN EN 61000-4-20 (VDE 0847-4-20):2008-03 noch bis 2013-10-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61000-4-20 (VDE 0847-4-20):2009-08.

Für diese Norm sind die nationalen Arbeitsgremien UK 767.3 „Hochfrequente Störgrößen“ und 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.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde von einer gemeinsamen Arbeitsgruppe des SC 77B „High frequency phenomena“ der IEC und des SC A „Radio interference measurements and statistical methods“ des Internationalen Sonderausschusses für Funkstörungen (CISPR) der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet. Die Federführung liegt beim IEC/SC 77B.

Die Änderungen gegenüber der vorhergehenden Ausgabe der Norm sind am Rand mit einem senkrechten Strich markiert.

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

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61000-4-20 (VDE 0847-4-20):2008-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Umstrukturierung der Norm; so wurde der bisherige B.2.2 zu 5.2.3 und der bisherige A.6.2 zu A.5.1.2;
- b) In 5.2.2 Erhöhung der Anzahl der Prüfpunkte auf 5 %, für die die sekundäre elektrische Feldkomponente einen Pegel bis zu –2 dB der primären elektrischen Feldkomponente haben dürfen, und Streichung der Festlegung für große TEM-Wellenleiter;
- c) Ergänzung der Anmerkung 2 in 5.2.2 und entsprechende Änderung der Nummern der nachfolgenden Anmerkungen;
- d) Ergänzung der Anmerkung 1 und der Anmerkung 2 in 5.2.3 (vorher B.2.2) und entsprechende Änderung der Nummern der nachfolgenden Anmerkungen;
- e) Überarbeitung des Kalibrierverfahrens für die Gleichförmigkeit des Feldes in 5.2.3 (vorher B.2.2);
- f) Streichung des bisherigen 5.1.3 zu Effekten der Beladung in TEM-Wellenleitern;
- g) Streichung von 5.3 zu Betrachtungen der Messunsicherheit;
- h) Ergänzung der Abschnitte 7 bis 9; zugunsten der Aufnahme von 7.2 zu klimatischen Bedingungen wird C.5.1 gestrichen, und die nachfolgenden Abschnitte werden entsprechend umnummeriert;
- i) Streichung im ersten Absatz von A.3.1, dass bei Meinungsverschiedenheiten das ursprünglich verwendete Verfahren Vorrang besitzt;
- j) Streichung von A.4.2.2 zum Eignungsnachweis des TEM-Wellenleiters für große Prüflinge;
- k) Überarbeitung von B.2.3 zur Validierung des gleichförmigen Felds im TEM-Wellenleiter für Prüfungen der Störfestigkeit;
- l) Ergänzung eines neuen Anhangs E zur Kalibrierung von Feldsonden und Änderung der Bezeichnung des bisherigen Anhangs E in Anhang F;

m) redaktionelle Überarbeitung der Norm.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61000-4-20 (VDE 0847-4-20):2003-10, 2008-03

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	a)	–
–	IEC 60489-1:1983 b)	DIN IEC 60489-1:1981-07	–
–	IEC 60489-3:1979 (Stand 1983)	DIN IEC 60489-3:1986-11	–
EN 55014-1:2006 + A1:2009	IEC/CISPR 14-1:2005 + A1:2008	DIN EN 55014-1 (VDE 0875-14-1):2010-02	VDE 0875-14-1
EN 55014-2:1997 + Corrigendum 1997 + A1:2001 + A2:2008	IEC/CISPR 14-2:1997 + A1:2001 + A2:2008	DIN EN 55014-2 (VDE 0875-14-2):2009-06	VDE 0875-14-2
EN 55016-1-1:2010 + A1:2010	IEC/CISPR 16-1-1:2010 + A1:2010	DIN EN 55016-1-1 (VDE 0876-16-1-1):2011-06	VDE 0876-16-1-1
EN 55016-1-4:2010	IEC/CISPR 16-1-4:2010 + Corrigendum:2010	DIN EN 55016-1-4 (VDE 0876-16-1-4):2011-03	VDE 0876-16-1-4
EN 55016-2-3:2006 zurückgezogen, ersetzt durch:	IEC/CISPR 16-2-3:2006 zurückgezogen, ersetzt durch:	DIN EN 55016-2-3 (VDE 0877-16-2-3):2007-08 zurückgezogen, ersetzt durch:	VDE 0877-16-2-3
EN 55016-2-3:2010 + A1:2010	CISPR 16-2-3:2010 + A1:2010	DIN EN 55016-2-3 (VDE 0877-16-2-3):2011-03	VDE 0877-16-2-3
–	IEC/CISPR/TR 16-4-1:2009	–	–
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

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC/CISPR 16-4-3:2004 + A1:2006	–	–
–	IEC/CISPR 16-4-4:2007	–	–
EN 55020:2007	IEC/CISPR 20:2006	DIN EN 55020 (VDE 0872-20):2007-09	VDE 0872-20
EN 55022:2010	IEC/CISPR 22:2010	DIN EN 55022 (VDE 0878-22):2011	VDE 0878-22
EN 55025:2008	IEC/CISPR 25:2008	DIN EN 55025 (VDE 0879-2):2009-03	VDE 0879-2
EN 60068-1:1994	IEC 60068-1:1988 + Corrigendum 1988 + A1:1992	DIN EN 60068-1:1995-03	–
EN 60118-13:2005	IEC 60118-13:2004	DIN EN 60118-13 (VDE 0750-11):2006-03	VDE 0750-11
EN 61000-2-9:1996	IEC 61000-2-9:1996	DIN EN 61000-2-9 (VDE 0839-2-9):1996-12	VDE 0839-2-9
–	IEC 61000-2-11:1999	– c)	–
EN 61000-4-3:2006 + A1:2008 + A2:2010	IEC 61000-4-3:2006 + A1:2007 + A2:2010	DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3):2011-04	VDE 0847-4-3
EN 61000-4-23:2000	IEC 61000-4-23:2000	DIN EN 61000-4-23 (VDE 0847-4-23):2001-12	VDE 0847-4-23
–	IEC/TR 61000-4-32:2002	–	–
–	IEC/TR 61000-5-3:1999	–	–
EN 61967-2:2005	IEC 61967-2:2005	DIN EN 61967-2:2006-03	–
EN 62132-2:2011	IEC 62132-2:2010	DIN EN 62132-2:2011-07	–
–	ISO 11452 (alle Teile)	–	–
–	ISO 11452-3:2001	–	–
ENV 13005:1999	ISO/IEC Guide 98-3:2008	DIN V ENV 13005:1999-06	–
a) „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev. b) Zur IEC 60489-1:1983 wurden die Änderung 1:1996 und Änderung 2:1999 veröffentlicht. Die beiden Änderungen wurden nicht in die DIN IEC 60489-1 übernommen. c) Die IEC 61000-2-11 wurde nicht als Europäische Norm übernommen. Der diesbezügliche Europäische Norm-Entwurf prEN 61000-2-11:1999, der dem Schluss-Entwurf der IEC 61000-2-11 entspricht, war nicht ratifiziert worden. Die deutsche Fassung der prEN 61000-2-11:1999 war als E DIN EN 61000-2-11 (VDE 0839-2-11):1999-09 veröffentlicht worden. Der Entwurf wurde inzwischen zurückgezogen, und eine deutsche Norm wurde nicht herausgegeben.			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 55014-1 (VDE 0875-14-1), *Elektromagnetische Verträglichkeit – Anforderungen an Haushaltgeräte, Elektrowerkzeuge und ähnliche Elektrogeräte – Teil 1: Störaussendung*

DIN EN 55014-2 (VDE 0875-14-2), *Elektromagnetische Verträglichkeit – Anforderungen an Haushaltgeräte, Elektrowerkzeuge und ähnliche Elektrogeräte – Teil 2: Störfestigkeit – Produktfamiliennorm*

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

DIN EN 55016-1-4 (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 – Antennen und Messplätze für Messungen der gestrahlten Störaussendung*

DIN EN 55016-2-3 (VDE 0877-16-2-3):2011-03, *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 16-2-3:2010 + A1:2010); Deutsche Fassung EN 55016-2-3:2010 + A1:2010*

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

DIN EN 55020 (VDE 0872-20), *Ton- und Fernseh-Rundfunkempfänger und verwandte Geräte der Unterhaltungselektronik – Störfestigkeitseigenschaften – Grenzwerte und Prüfverfahren*

DIN EN 55022 (VDE 0878-22), *Einrichtungen der Informationstechnik – Funkstöreigenschaften – Grenzwerte und Messverfahren*

DIN EN 55025 (VDE 0879-2), *Fahrzeuge, Boote und von Verbrennungsmotoren angetriebene Geräte – Funkstöreigenschaften – Grenzwerte und Messverfahren für den Schutz von an Bord befindlichen Empfängern*

DIN EN 60068-1, *Umweltprüfungen – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden*

DIN EN 60118-13 (VDE 0750-11), *Akustik – Hörgeräte – Teil 13: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)*

DIN EN 61000-2-9 (VDE 0839-2-9), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2: Umgebungsbedingungen – Hauptabschnitt 9: Beschreibung der HEMP-Umgebung – Störstrahlung – EMV-Grundnorm*

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

DIN EN 61000-4-23 (VDE 0847-4-23), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-23: Prüf- und Messverfahren – Prüfverfahren für Geräte zum Schutz gegen HEMP und andere gestrahlte Störgrößen*

DIN EN 61967-2, *Integrierte Schaltungen – Messung von elektromagnetischen Aussendungen im Frequenzbereich von 150 kHz bis 1 GHz – Teil 2: Messung der abgestrahlten Aussendungen – TEM-Zellen- und Breitband-TEM-Zellenverfahren*

DIN EN 61000-4-20 (VDE 0847-4-20):2011-07

DIN IEC 60489-1, *Messverfahren für Funkgerät im beweglichen Funkdienst – Teil 1: Allgemeine Begriffe und Messbedingungen*

DIN IEC 60489-3, *Messverfahren für Funkgerät im beweglichen Funkdienst – Empfänger für Aussendungen mit A3E(A3) oder F3E(F3)*

DIN EN 62132-2, *Integrierte Schaltungen – Messung der elektromagnetischen Störfestigkeit – Teil 2: Messung der Störfestigkeit bei Einstrahlungen – TEM-Zellen- und Breitband-TEM-Zellenverfahren*

DIN V ENV 13005:1999-06, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen; Deutsche Fassung ENV 13005:1999*

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) –
Teil 4-20: Prüf- und Messverfahren –
Messung der Störaussendung und Störfestigkeit in transversal-
elektromagnetischen (TEM-)Wellenleitern
(IEC 61000-4-20:2010)

Electromagnetic compatibility (EMC) –
Part 4-20: Testing and measurement
techniques –
Emission and immunity testing in transverse
electromagnetic (TEM) waveguides
(IEC 61000-4-20:2010)

Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Partie 4-20: Techniques d'essai et de mesure –
Essais d'émission et d'immunité dans les
guides d'onde (TEM)
(CEI 61000-4-20:2010)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2010-10-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2010 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61000-4-20:2010 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks IEC 77B/637/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 61000-4-20, ausgearbeitet von dem IEC/SC 77B „High frequency phenomena“ des IEC/TC 77 „Electromagnetic compatibility“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2010-10-01 als EN 61000-4-20 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 61000-4-20:2003 + A1:2007.

Die hauptsächlichen Änderungen gegenüber EN 61000-4-20:2003 + A1:2007 sind:

- Die Einheitlichkeit der Begriffe (z. B. Prüfung, Messung) wurde verbessert.
- Abschnitte, die Prüfbetrachtungen, Ermittlungen und den Prüfbericht betreffen, wurden hinzugefügt.
- Die Bezugnahme auf große TEM-Wellenleiter wurde beseitigt.
- Ein neuer informativer Anhang wurde hinzugefügt, um die Kalibrierung von *E*-Feldsonden zu behandeln.

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

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2011-07-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2013-10-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61000-4-20:2010 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm genehmigt.

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

IEC/CISPR 20	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 55020.
IEC/CISPR 25	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 55025.
IEC 60068-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60068-1.
IEC 60118-13	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60118-13.
IEC 61967-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61967-2.
IEC 62132-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62132-2.
[11] IEC/CISPR 14 (alle Teile)	ANMERKUNG	Harmonisiert in EN 55014 (alle Teile) (nicht modifiziert).
[23] IEC 61000-2-9	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61000-2-9.

- [42] IEC 61000-4-3 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 61000-4-3.
- [44] IEC/CISPR 16-4-2 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 55016-4-2.
-

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe und Abkürzungen	11
3.1 Begriffe	11
3.2 Abkürzungen	14
4 Allgemeines	14
5 Anforderungen an TEM-Wellenleiter	15
5.1 Allgemeines	15
5.2 Allgemeine Anforderungen in Bezug auf die Verwendung von TEM-Wellenleitern	15
5.3 Spezielle Anforderungen an und Empfehlungen für bestimmte Typen von TEM-Wellenleitern	19
6 Überblick über Arten von Prüflingen.....	20
6.1 Allgemeines	20
6.2 Kleine Prüflinge	20
6.3 Große Prüflinge	20
7 Bezugsbedingungen im Labor.....	20
7.1 Allgemeines	20
7.2 Klimatische Bedingungen	20
7.3 Elektromagnetische Bedingungen.....	21
8 Ermittlung der Prüfergebnisse	21
Anhang A (normativ) Messung der Störaussendung in TEM-Wellenleitern	22
A.1 Übersicht	22
A.2 Messgeräte	22
A.3 Korrelation von TEM-Wellenleiterspannungen mit E -Feld-Daten	23
A.3.1 Allgemeine Bemerkungen	23
A.3.2 Korrelationsalgorithmen.....	23
A.4 Korrekturfaktoren für Aussendungsmessungen	27
A.4.1 Bezugsstrahlungsquellen	27
A.4.2 Anordnung von kleinen Prüflingen	28
A.4.3 Berechnung des Korrekturfaktors für kleine Prüflinge.....	28
A.5 Verfahren zur Messung der Störaussendung in TEM-Wellenleitern	31
A.5.1 Prüflingstypen.....	31
A.5.2 Anordnung des Prüflings	31
A.6 Prüfbericht	32
Anhang B (normativ) Prüfung der Störfestigkeit in TEM-Wellenleitern	43
B.1 Übersicht	43
B.2 Prüfeinrichtung	43

	Seite
B.2.1 Allgemeines.....	43
B.2.2 Beschreibung der Prüfeinrichtung.....	43
B.2.3 Nachweis der Gleichförmigkeit des Feldes.....	44
B.2.4 Prüfschärfegrade (Prüfpegel).....	45
B.2.5 Harmonische.....	45
B.3 Prüfaufbau.....	46
B.3.1 Aufstellung von Tischgeräten.....	46
B.3.2 Aufstellung von Standgeräten.....	46
B.3.3 Anordnung der Leitungen.....	46
B.4 Prüfverfahren.....	46
B.5 Prüfergebnisse und Prüfbericht.....	47
Anhang C (normativ) Prüfung mit HEMP-Transienten in TEM-Wellenleitern	50
C.1 Übersicht	50
C.2 Prüfung der Störfestigkeit.....	50
C.2.1 Allgemeines.....	50
C.2.2 Einrichtungen für Strahlungsprüfungen	51
C.2.3 Spektralanforderungen im Frequenzbereich.....	52
C.3 Prüfeinrichtung	52
C.4 Prüfaufbau.....	52
C.5 Prüfverfahren.....	53
C.5.1 Allgemeines.....	53
C.5.2 Prüfschärfe und Prübelastungen.....	54
C.5.3 Prüfverfahren.....	54
C.5.4 Durchführung der Prüfung.....	55
C.5.5 Durchführung der Störfestigkeitsprüfung gegen gestrahlte Störgrößen	55
Anhang D (informativ) Charakterisierung von TEM-Wellenleitern	57
D.1 Übersicht	57
D.2 Unterscheidung zwischen Feldwellenimpedanz und Leitungswellenimpedanz	57
D.3 TEM-Welle.....	58
D.3.1 Allgemeines.....	58
D.3.2 Freiraum-TEM-Mode.....	58
D.3.3 Wellenleiter.....	58
D.4 Wellenausbreitung	59
D.4.1 Allgemeines.....	59
D.4.2 Kugelwellenausbreitung	59
D.4.3 Ausbreitung ebener Wellen im Freiraum	59
D.4.4 Ausbreitungsgeschwindigkeit.....	59
D.5 Polarisierung.....	59
D.5.1 Polarisationsvektor.....	59

	Seite
D.5.2 Lineare und elliptische Polarisierung	59
D.6 Arten von TEM-Wellenleitern	60
D.6.1 Allgemeines	60
D.6.2 Offene TEM-Wellenleiter (Streifenleiter usw.)	60
D.6.3 Geschlossene TEM-Wellenleiter (TEM-Zellen)	61
D.7 Grenzen des Frequenzbereichs	61
Anhang E (informativ) Kalibrierverfahren für <i>E</i> -Feldsonden in TEM-Wellenleitern	64
E.1 Übersicht	64
E.2 Anforderungen an die Sondenkalibrierung	64
E.2.1 Allgemeines	64
E.2.2 Frequenzbereich der Kalibrierung	64
E.2.3 Kalibriervolumen	64
E.2.4 Abmessungen der Sonde	65
E.2.5 Störungen eines TEM-Wellenleiters durch die Sonde	65
E.2.6 Frequenzschritte	66
E.2.7 Feldstärke	67
E.3 Anforderungen an die Kalibriergeräte	67
E.3.1 Festlegungen des TEM-Wellenleiters	67
E.3.2 Oberschwingungen und Nebenaussendungen	68
E.3.3 Sondenhalterung	68
E.3.4 Messung der an ein Sendegerät übertragenen Nettoleistung mit Hilfe von Richtkopplern	68
E.4 Feldsondenkalibrierung	69
E.4.1 Kalibrierverfahren	69
E.4.2 Kalibrierverfahren im Fall eines Zweitor-TEM-Wellenleiters	69
E.4.3 Kalibrierverfahren im Fall eines Eintor-TEM-Wellenleiters	70
Literaturhinweise	75
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	79
 Bilder	
Bild A.1a – Seitenansicht	33
Bild A.1b – Draufsicht	33
Bild A.1 – Verlegung der Zuleitung zur Ecke am Ortho-Winkel und zur unteren Kante des (nutzbaren) Prüfvolumens	33
Bild A.2a – Die Ortho-Achse und der Ortho-Winkel	34
Bild A.2b – Seitenansicht (siehe 3.1.21 und A.5.2)	34
Bild A.2c – Draufsicht (siehe 3.1.21 und A.5.2)	34
Bild A.2 – Prinzip des Ortho-Achsen-Positionierers oder Manipulators	34
Bild A.3 – Drei aufeinander senkrecht stehende Achsenrotationspositionen für Messungen der Aussendung	35
Bild A.4 – Zwölf Seiten (Oberflächen) und Achsen-Ausrichtungen für einen typischen Prüfling	36

	Seite
Bild A.5 – Geometrie eines Freifeld-Messplatzes	37
Bild A.6a – Seitenansicht.....	38
Bild A.6b – Querschnitt.....	38
Bild A.6 – Zweitor-TEM-Zelle (symmetrisches Septum)	38
Bild A.7a – Seitenansicht.....	39
Bild A.7b – Querschnitt.....	39
Bild A.7 – Eintor-TEM-Zelle (asymmetrisches Septum).....	39
Bild A.8a – Seitenansicht (Ein-Tor)	40
Bild A.8b – Seitenansicht (grundsätzlich einem Zweitor-TEM-Wellenleiter ähnlich, aber manche Ausführungen besitzen eine verteilte Last am Ausgangsanschluss).....	40
Bild A.8c – Querschnitt	41
Bild A.8 – Streifenleiter (zwei Platten).....	41
Bild A.9a – Seitenansicht.....	42
Bild A.9b – Querschnitt.....	42
Bild A.9 – Streifenleiter (vier Platten, symmetrische Speisung)	42
Bild B.1a – vertikale Polarisierung	48
Bild B.1b – horizontale Polarisierung.....	48
Bild B.1 – Beispiel eines Prüfaufbaus für einen in einer Richtung polarisierenden TEM-Wellenleiter.....	48
Bild B.2a – Seitenansicht.....	49
Bild B.2b – Querschnitt.....	49
Bild B.2 – Kalibrierpunkte des gleichförmigen Bereichs im TEM-Wellenleiter	49
Bild C.1 – Betrag des Spektrums im Frequenzbereich von 100 kHz bis 300 MHz	56
Bild D.1 – Einfacher Wellenleiter (kein TEM-Mode).....	62
Bild D.2 – Beispiel von Wellenleitern mit TEM-Wellenausbreitung	62
Bild D.3 – Polarisationsvektor	63
Bild D.4 – Übertragungsleitungsmodell für TEM-Ausbreitung.....	63
Bild D.5 – Ein- und Zweitor-TEM-Wellenleiter.....	63
Bild E.1 – Beispiel der Messpunkte für die Validierung.....	65
Bild E.2 – Aufbau für die Validierung der Störung.....	66
Bild E.3 – Aufbau zur Messung der an ein Sendegerät übertragenen Nettoleistung	69
Bild E.4 – Beispiel für einen Aufbau für die Kalibrierung von <i>E</i> -Feldsonden	70
Bild E.5a – Verwendung einer Monopolantenne	72
Bild E.5b – Verwendung eines kleinen elektrischen Feldsensors.....	72
Bild E.5 – Aufbau zur Kalibrierung von <i>E</i> -Feldsonden durch ein anderes Verfahren	72
Bild E.6 – Ersatzschaltbild von Antenne und Messgerät.....	73
Tabellen	
Tabelle 1 – Werte <i>K</i> für die erweiterte Unsicherheit für normalverteilte Ergebnisse.....	18
Tabelle B.1 – Kalibrierpunkte für den „gleichförmigen Bereich“	45
Tabelle B.2 – Prüfschärfegrade (Prüfpegel).....	45
Tabelle C.1 – In dieser Norm für die Prüfung der Störfestigkeit gegen gestrahlte Störgrößen	

	Seite
festgelegte Prüfschärfegrade (Prüfpegel)	56
Tabelle E.1 – Frequenzen der Kalibrierung	66
Tabelle E.2 – Feldstärkepegel für die Kalibrierung.....	67

Einleitung

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

Teil 1: Allgemeines

Allgemeine Betrachtungen (Einleitung, Grundprinzipien)
Definitionen, Begriffe

Teil 2: Umgebung

Umgebungsbeschreibung
Einteilung der Umgebung in Klassen
Verträglichkeitspegel

Teil 3: Grenzwerte

Grenzwerte der Störaussendung
Grenzwerte der Störfestigkeit (soweit sie nicht in den Zuständigkeitsbereich der Produktkomitees fallen)

Teil 4: Prüf- und Messverfahren

Messverfahren
Prüfverfahren

Teil 5: Installationsrichtlinien und Abhilfemaßnahmen

Installationsrichtlinien
Abhilfemaßnahmen und Geräte

Teil 6: Fachgrundnormen

Teil 9: Verschiedenes

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

Dieser Teil der IEC 61000 ist eine Internationale Norm, die Prüfanforderungen in Bezug auf Störaussendungen, Störfestigkeit und transiente HEMP-Störgrößen bereitstellt.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 61000 legt Verfahren für die Messung der Störaussendung und Prüfung der Störfestigkeit von elektrischen oder elektronischen Geräten (Einrichtungen) fest, wobei verschiedene Arten von transversal-elektromagnetischen (TEM-)Wellenleitern verwendet werden. Diese schließen offene Strukturen (z. B. Streifenleiter und Simulatoren für den elektromagnetischen Puls (EMP-Simulatoren)) und geschlossene Strukturen (z. B. TEM-Zellen) ein. Diese Strukturen können weiter in Ein-, Zwei- oder Vieltor-TEM-Wellenleiter unterteilt werden. Der Frequenzbereich hängt von den speziellen Prüfanforderungen und dem speziellen Typ des TEM-Wellenleiters ab.

Zweck dieser Norm ist zu beschreiben:

- die Eigenschaften von TEM-Wellenleitern einschließlich typischer Frequenzbereiche und Anwendungsgrenzen in Bezug auf die Abmessungen des Prüflings;
- Verfahren zur Eignungsprüfung von TEM-Wellenleitern für EMV-Prüfungen;
- die Definition des Prüflings (d. h. des Prüflingsgehäuses und der Verkabelung);
- Messaufbauten, -verfahren und -anforderungen für Messungen von gestrahlten Störgrößen in TEM-Wellenleitern;
- Prüfaufbauten, -verfahren und -anforderungen für Prüfungen der Störfestigkeit gegen gestrahlte Störgrößen in TEM-Wellenleitern.

ANMERKUNG In dieser Norm werden Prüfverfahren für die Messung der Auswirkungen elektromagnetischer Strahlung auf die betroffenen Geräte (Einrichtungen) und für die Messung der elektromagnetischen Aussendungen durch die betroffenen Geräte (Einrichtungen) festgelegt. Die Nachbildung und Messung der elektromagnetischen Strahlung ist für eine quantitative Bestimmung von Auswirkungen auf Installationen der endgültigen Nutzer nicht ausreichend genau. Die festgelegten Prüfverfahren sind auf den hauptsächlichen Zweck der Einführung einer angemessenen Wiederholpräzision von in verschiedenen Prüfeinrichtungen gewonnenen Ergebnissen im Hinblick auf eine qualitative Analyse der Auswirkungen zugeschnitten.

Diese Norm beabsichtigt nicht, die auf irgendwelche besonderen Geräte (Einrichtungen) oder Systeme anzuwendenden Prüfverfahren festzulegen. Der Hauptzweck dieser Norm ist, allen interessierten Produktkomitees der IEC einen allgemeinen grundlegenden Bezug zur Verfügung zu stellen. Für Messungen der gestrahlten Aussendungen sollten die Produktkomitees entsprechende Grenzwerte der Störaussendung und zugehörige Messverfahren nach Konsultierung der IEC/CISPR-Normen auswählen. Für Prüfungen der Störfestigkeit bleiben die Produktkomitees für die geeignete Auswahl von Störfestigkeitsprüfungen und Störfestigkeitsgrenzwerten, die auf die in ihren Anwendungsbereich fallenden Geräte (Einrichtungen) anzuwenden sind, verantwortlich. Diese Norm beschreibt Prüfverfahren, die von den in der IEC 61000-4-3 beschriebenen Prüfverfahren unabhängig sind.¹⁾

2 Normative Verweisungen

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

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

IEC 61000-2-11:1999, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-11: Environment – Classification of HEMP environments*

IEC 61000-4-23, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-23: Testing and measurement techniques – Test methods for protective devices for HEMP and other radiated disturbances*

¹⁾ Diese anderen sich unterscheidenden Prüfverfahren können verwendet werden, wenn sie von den Produktkomitees nach Rücksprache mit IEC/CISPR und IEC/TC 77 festgelegt wurden.

IEC/TR 61000-4-32, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-32: Testing and measurement techniques – HEMP simulator compendium*

IEC/TR 61000-5-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5-3: Installation and mitigation guidelines – HEMP protection concepts*

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

IEC/CISPR 16-1-4, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance measurements*

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 22, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

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

3.1.1

transversaler elektromagnetischer Mode

TEM-Mode

Wellenleiter-Mode, bei dem die Komponenten des elektrischen und des magnetischen Felds in Ausbreitungsrichtung überall viel kleiner sind als die primären Feldkomponenten in jedem zur Ausbreitungsrichtung transversalen Wellenleiterquerschnitt

3.1.2

TEM-Wellenleiter

offenes oder geschlossenes Übertragungsleitungssystem, in dem sich eine Welle im transversalen elektromagnetischen Mode ausbreitet, um ein festgelegtes Feld für Prüfzwecke zu erzeugen

3.1.3

TEM-Zelle

geschlossener TEM-Wellenleiter, oft eine rechteckige koaxiale Übertragungsleitung, in der sich eine Welle in transversalen elektromagnetischen Moden ausbreitet, um ein festgelegtes Feld für Prüfzwecke zu erzeugen, mit einem Außenleiter, der den Innenleiter vollständig umschließt

3.1.4

Zweitor-TEM-Wellenleiter

TEM-Wellenleiter mit Ein-/Ausgangsanschlüssen an beiden Enden

3.1.5

Eintor-TEM-Wellenleiter

TEM-Wellenleiter mit einem einzigen Eingangs-/Ausgangsanschluss

ANMERKUNG Solche TEM-Wellenleiter haben typischerweise einen breitbandigen Übertragungsleitungsabschluss am nicht als Anschluss genutzten Ende.

3.1.6

Streifenleiter

abgeschlossenes Übertragungsleitungssystem, bestehend aus zwei oder mehr parallelen Platten, zwischen denen sich eine Welle in transversalen elektromagnetischen Moden ausbreitet, um ein festgelegtes Feld für Prüfzwecke zu erzeugen

ANMERKUNG Für den Zugang und die Überwachung des Prüflings sind die Seiten von Streifenleitern gewöhnlich offen.

3.1.7

Innenleiter

Septum

Innenleiter eines koaxialen Übertragungsleitungssystems (auch als Septum bezeichnet), oftmals flach im Falle eines rechteckigen Wellenleiterquerschnitts. Der Innenleiter kann in Bezug auf den Außenleiter symmetrisch oder asymmetrisch angeordnet sein.

3.1.8

Außenleiter

Gehäuse

Außenleiter eines koaxialen Übertragungsleitungssystems, der oftmals einen rechteckigen Querschnitt besitzt

3.1.9

Leitungswellenimpedanz

für beliebige Wellenfronten mit konstanter Phase der Betrag des Verhältnisses der Spannung zwischen Innen- und Außenleiter zum Strom in beiden Leitern. Die Leitungswellenimpedanz ist vom Betrag der Spannung bzw. des Stromes unabhängig und hängt nur von der Querschnittsgeometrie des Übertragungsleitungssystems ab.

ANMERKUNG TEM-Wellenleiter sind typischerweise so konstruiert, dass sie eine Leitungswellenimpedanz von 50 Ω haben. TEM-Wellenleiter mit einer Leitungswellenimpedanz von 100 Ω werden häufig für Prüfungen mit Transienten verwendet.

3.1.10

Absorbermaterial

Material, das die Eigenschaft aufweist, elektromagnetische Energie zu absorbieren oder auf andere Weise den Pegel der von diesem Material reflektierten elektromagnetischen Energie zu verringern

3.1.11

breitbandiger Übertragungsleitungsabschluss

breitbandiger Leitungsabschluss

Abschluss, der sich aus einer Last aus diskreten Bauelementen für den Niederfrequenzbereich, um die Leitungswellenimpedanz des TEM-Wellenleiters (typischerweise 50 Ω) angepasst abzuschließen, und einem Volumen mit Absorbermaterial für den Hochfrequenzbereich zusammensetzt

3.1.12

Korrelationsverfahren

mathematisches Verfahren zur Umrechnung von Spannungsmessungen im TEM-Wellenleiter in Feldstärkepegel auf dem Freifeld (en: OATS), in der Halbabsorberkammer (en: SAC) oder im Freiraum

3.1.13

Prüflingstyp

Gruppe von Produkten mit hinreichend ähnlichen elektromagnetischen Eigenschaften, um die Prüfung mit derselben Prüfeinrichtung und demselben Prüfablauf zulassen zu können

3.1.14

Zuleitung

Leitung, die den Prüfling mit Geräten außerhalb des TEM-Wellenleiters verbindet, oder Leitung, die aus dem nutzbaren Prüfvolumen herausführt

ANMERKUNG Das (nutzbare) Prüfvolumen ist in 5.2.2 festgelegt.

3.1.15

Verbindungsleitung

Leitung, die Teile (Baugruppen) des Prüflings innerhalb des Prüfvolumens verbindet und die nicht aus dem Prüfvolumen herausführt

3.1.16

Prüfhalterung

nicht reflektierende, nicht leitende Halterung mit niedriger Permittivität und Bezugsposition, die präzise Rotationen des Prüfling, wie sie von einem Korrelationsverfahren oder Prüfablauf gefordert werden, ermöglicht

ANMERKUNG Ein typisches Material ist geschäumtes Polystyrol. Hölzerne Halterungen sollten nicht verwendet werden (siehe [4]²⁾).

3.1.17

Ortho-Winkel

die Diagonale eines Würfels bildet mit der Diagonalen des Würfelbodens und mit der Würfelkante, die von zwei Würfelseitenflächen gebildet wird, ein Dreieck. Unter der Annahme, dass die Würfelkanten entlang den kartesischen Koordinatenachsen des TEM-Wellenleiters verlaufen, betragen der Azimut- und der Elevationswinkel der Projektionen der Würfeldiagonalen auf die Würfelseitenflächen 45° und der Ortho-Winkel 54,7°.

ANMERKUNG 1 Bild A.2a zeigt ein Diagramm des Ortho-Winkels.

ANMERKUNG 2 Im Zusammenhang mit einem Prüfling wird diese Würfeldiagonale gewöhnlich als Ortho-Achse bezeichnet.

3.1.18

primäre (Feld-)Komponente

elektrische Feldkomponente in Richtung der beabsichtigten Prüfpolarisation

ANMERKUNG Das Septum verläuft in konventionellen Zweitor-TEM-Zellen parallel zum horizontalen Boden, und der Feldvektor der primären elektrischen Feldmode steht senkrecht auf dem transversalen Mittelteil der TEM-Zelle.

3.1.19

sekundäre (Feld-)Komponente

in einem kartesischen Koordinatensystem die beiden elektrischen Feldkomponenten, die senkrecht auf der primären Feldkomponente stehen und senkrecht zueinander sind

3.1.20

resultierendes Feld (resultierende Feldamplitude)

in V/m ausgedrückte Wurzel aus der Summe der quadrierten Werte der primären und der zwei sekundären Feldkomponenten

3.1.21

Manipulator

jede Art von manueller oder automatischer nichtmetallischer Prüfhalterung ähnlich einem Drehtisch, die in der Lage ist, einen an ihr befestigten Prüfling in verschiedenen Positionen, wie sie von einem Korrelationsverfahren oder Prüfablauf gefordert werden, zu halten

ANMERKUNG Bild A.2 zeigt ein Beispiel für einen Entwurf des Manipulators.

3.1.22

hyperrotierter TEM-Wellenleiter

TEM-Wellenleiter, der so gedreht wurde, dass seine Ortho-Achse senkrecht zur Erdoberfläche ist

ANMERKUNG Zusätzliche Einzelheiten sind in [6] gegeben.

²⁾ Angaben in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.

3.1.23

von der Gravitationsrichtung abhängig/unabhängig

die Gravitationskraft der Erde besitzt eine feste Richtung. Der Prüfling kann um alle seine drei Achsen gedreht werden. Er wird aufgrund unterschiedlicher Rotationspositionen durch die Gravitationskraft in verschiedene Richtungen beeinflusst. Er ist von der Gravitationsrichtung unabhängig, wenn er in allen Positionen, d. h. unabhängig von der Richtung des Gravitationsvektors, bezogen auf den Prüfling, ordnungsgemäß funktioniert. Der Prüfling ist von der Gravitationsrichtung abhängig, wenn er in einer oder mehreren Prüfpositionen nicht ordnungsgemäß funktioniert.

3.2 Abkürzungen

BALUN	Balanced-to-unbalanced transformer	Symmetrierglied
DFT	Discrete Fourier Transform	Diskrete Fourier-Transformation
EUT	Equipment under test	Prüfling
FFT	Fast Fourier Transform	schnelle Fourier-Transformation
GTEM	Gigahertz transverse electromagnetic	Gigahertz-transversal-elektromagnetisch
HEMP	High-altitude electromagnetic pulse	in großer Höhe erzeugter elektromagnetischer Puls
HF	Radio frequency	Hochfrequenz; Funkfrequenz
OATS	Open-area test site	Freifeld
PoE	Point of entry	Eintrittspunkt
SAC	Semi-anechoic chamber	Halbabsorberkammer
SPD	Surge protective device	Überspannungsschutzgerät
TDR	Time-domain reflectometer	Zeitbereichs-Reflexionsmessgerät
TE	Transverse electric (mode), (H-mode)	transversal-elektrisch(e Mode), (H-Mode)
TEM	Transverse electromagnetic	transversal-elektromagnetisch
TM	Transverse magnetic (mode), (E-mode)	transversal-magnetisch(e Mode), (E-Mode)
VSWR	Voltage-standing-wave-ratio	Spannungs-Stehwellenverhältnis

4 Allgemeines

Diese Norm beschreibt grundlegende Eigenschaften und (Anwendungs-)Begrenzungen von TEM-Wellenleitern, namentlich das Prüfvolumen, die Feldhomogenität, Reinheit der TEM-Moden und Frequenzbereiche. Verschiedene grundlegende Eigenschaften von TEM-Wellenleitern sind im [Anhang D](#) beschrieben.

Messungen der gestrahlten Störgrößen in TEM-Wellenleitern werden gewöhnlich mit Messungen auf dem Freifeld und in der Halbabsorberkammer korreliert, die gültige und reproduzierbare Messergebnisse für Störfeldstärken von Geräten liefern. In diesen Fällen werden sogenannte Korrelationsverfahren benutzt, um Messergebnisse aus TEM-Wellenleitern in zum Freifeld äquivalente Daten zu konvertieren, wie im [Anhang A](#) beschrieben.

TEM-Wellenleiter können auch als Felderzeuger zur Prüfung der Störfestigkeit von Geräten gegenüber elektromagnetischen Feldern benutzt werden. Einzelheiten werden im [Anhang B](#) beschrieben. Prüfungen der Störfestigkeit in TEM-Wellenleitern werden in mehreren anderen Normen zitiert, die in den [Literaturhinweisen](#) aufgeführt sind. Felderzeugungseigenschaften können auch für die Messung von Feldstärken benutzt werden, siehe [Anhang E](#) und andere in den [Literaturhinweisen](#) aufgeführte Publikationen.

Prüfungen in TEM-Wellenleitern sind nicht auf Messungen der Abstrahlung von komplett montierten Geräten beschränkt. Sie können auch zur Prüfung von Bauteilen (Komponenten), integrierten Schaltungen (IC's) und der Schirmdämpfung von Dichtungsmaterialien und Leitungen verwendet werden. Für weitere Informationen siehe die [Literaturhinweise](#).

5 Anforderungen an TEM-Wellenleiter

5.1 Allgemeines

TEM-Wellenleiter können für Messungen der Störaussendung und Prüfungen der Störfestigkeit genutzt werden, wenn bestimmte Anforderungen erfüllt sind. Für die Eignungsprüfung eines TEM-Wellenleiters müssen die nachfolgenden Verfahren angewendet werden.

Dieser Abschnitt konzentriert sich auf allgemeine Eignungskriterien, wie den vorherrschenden TEM-Mode und die Feldhomogenität. Spezielle Eignungsanforderungen für Messungen der Störabstrahlung, Prüfungen der Störfestigkeit und Prüfungen hinsichtlich transienter Größen sind in [Anhang A](#), [Anhang B](#) bzw. [Anhang C](#) zu finden.

5.2 Allgemeine Anforderungen in Bezug auf die Verwendung von TEM-Wellenleitern

5.2.1 Nachweis des TEM-Modes

TEM-Wellenleiter können Resonanzen oberhalb einer bestimmten Grenzfrequenz („cut-off-Frequenz“) aufweisen, die von den Querschnittsabmessungen und/oder der Wellenleiterlänge abhängen. Für die praktische Anwendung wird angenommen, dass sich das Feld eines TEM-Wellenleiters als TEM-Mode ausbreitet, wenn die nachfolgenden Anforderungen erfüllt sind. Der Nachweis des TEM-Modes gilt für TEM-Wellenleiter, die für Messungen der Störaussendung und/oder für Prüfungen der Störfestigkeit genutzt werden. Das TEM-Moden-Verhalten muss in regelmäßigen Zeitabständen bestätigt werden (siehe [5.2.3](#)).

ANMERKUNG 1 Im Allgemeinen sollte der Hersteller des TEM-Wellenleiters das TEM-Mode-Verhalten für den gewünschten Frequenzbereich nachweisen und dokumentieren und diese Daten in die Unterlagen des Wellenleiters einfügen.

Unter Verwendung eines Nachweisverfahrens (entsprechend [5.2.3](#)) für den Nachweis eines gleichförmigen Feldes für die Art der Störfestigkeitsprüfung müssen die Beträge der sekundären (unerwünschten) elektrischen Feldkomponenten für mindestens 75 % der Prüfpunkte in einem festgelegten (senkrecht zur Ausbreitungsrichtung stehenden) Querschnitt des TEM-Wellenleiters mindestens 6 dB kleiner als die primären Komponenten des elektrischen Felds sein. Für diese 75 % der Prüfpunkte ist für die primäre elektrische Feldkomponente eine Grenzabweichung, die außerhalb -0_{+6} dB liegt und höchstens -0_{+10} dB beträgt, oder für die sekundäre elektrische Feldkomponente ein Pegel bis zu -2 dB der primären elektrischen Feldkomponente für maximal 5 % der Prüffrequenzen (mindestens für eine Frequenz) unter der Voraussetzung zulässig, dass die tatsächlichen Grenzabweichungen und dazugehörigen Frequenzen in den Prüfberichten festgehalten werden. Der Frequenzbereich beträgt 30 MHz bis zur höchsten Frequenz des vorgesehenen Betriebs des TEM-Wellenleiters. Der erste Frequenzschritt darf 1 % der Grundfrequenz und danach 1 % der jeweils vorhergehenden Messfrequenz für den Bereich 80 MHz bis 1 000 MHz und 5 % unter 80 MHz und über 1 000 MHz nicht überschreiten. Die Einschwingzeit (Reaktionszeit) der Feldsonde stellt eine Einschränkung für die Geschwindigkeit des Frequenzdurchlaufs dar.

ANMERKUNG 2 Das TEM-Feld stellt die vorherrschende Mode dar und die Gütefaktoren sind niedrige Q -Werte, daher wird nicht erwartet, dass die Resonanzen schmal sind. Aus diesem Grund ist die Verwendung von logarithmischen Frequenzen für die Nachweisprüfung für den TEM-Mode akzeptabel.

ANMERKUNG 3 Für Prüfungen mit Transienten sollte die Startfrequenz 100 kHz betragen.

ANMERKUNG 4 Das 6-dB-Kriterium aus 5.2.1 spezifiziert den vorherrschenden TEM-Mode und nicht die Gleichförmigkeit des Feldes. Es ist getrennt von den Anforderungen zur Gleichförmigkeit des Feldes nach [5.2.3](#) zu betrachten und darf nicht mit diesen verwechselt werden. Weitere Informationen zur Gleichförmigkeit des Feldes sind in [\[17\]](#) enthalten.

5.2.2 Prüfvolumen und maximale Prüflingsgröße

Die maximale Größe eines Prüflings hängt von der Größe des „nutzbaren Prüfvolumens“ im TEM-Wellenleiter ab. Das „nutzbare Prüfvolumen“ des TEM-Wellenleiters hängt von der Größe und Geometrie des TEM-Wellenleiters sowie der räumlichen Verteilung der elektromagnetischen Felder ab.

Das „nutzbare Prüfvolumen“ eines TEM-Wellenleiters (siehe [Bilder A.6 bis A.9](#)) hängt von dem in 5.2.3 festgelegten „gleichförmigen Bereich“ ab. Die Ausbreitungsrichtung des TEM-Modus (typischerweise die z -Achse) steht senkrecht auf einem gleichförmigen Bereich (transversale Ebene, typischerweise die x - y -Ebene). In der x - y -Ebene muss der gesamte Querschnitt des nutzbaren Prüfvolumens die in 5.2.3 festgelegten Anforderungen an den gleichförmigen Bereich erfüllen. Der Mindestwert des Abstandes $h_{\text{Prüfling}}$ zwischen dem Prüfling und jedem Leiter oder Absorber des Wellenleiters (siehe [Bilder A.6 bis A.9](#)) wird durch den Abstand zwischen der Grenze des gleichförmigen Bereichs (siehe 5.2.3) und dem Leiter bestimmt. Jedoch sollte $h_{\text{Prüfling}}$ nicht gleich null sein, um mögliche Änderungen bei den Betriebsbedingungen des Prüflings durch eine enge Kopplung zwischen Prüfling und Leitern des Wellenleiters zu vermeiden (empfohlen wird: $h_{\text{Prüfling}}$ sollte größer als $0,05 h$ sein). Entlang der z -Achse (Ausbreitungsrichtung) ist das nutzbare Prüfvolumen auf $z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$ begrenzt. Die Länge des Prüfvolumens beträgt $L = z_{\max} - z_{\min}$. Die Anforderungen eines gleichförmigen Bereichs müssen für alle Querschnitte am Ort z mit $z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$ erfüllt werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Anforderungen an den TEM-Mode im Bereich $z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$ unter den folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- wenn die Anforderungen an den TEM-Mode an der Position $z_{\max}$ erfüllt sind und die Geometrie des Wellenleiters einer der in den [Bildern A.6 bis A.9](#) dargestellten Arten ähnlich ist und ein konstantes Verhältnis von h zu w (Formtreue) für $0 < z < z_{\max}$ besteht, oder
- wenn die Anforderungen an den TEM-Mode an den Positionen $z_{\min}$ und $z_{\max}$ erfüllt sind sowie der Wellenleiterquerschnitt im Bereich $z_{\min} < z < z_{\max}$ konstant ist oder sich konisch verjüngt und die Ableitungen dh/dz und dw/dz glatte Funktionen für $z_{\min} < z < z_{\max}$ sind (keine Knicke oder Stufen in der Leitergeometrie).

Die maximale Größe eines Prüflings hängt von der Größe des „nutzbaren Prüfvolumens“ ab. Der Prüfling darf nicht größer als $0,6 w \times 0,6 L$ sein (siehe [Bilder A.6 bis A.9](#)).

ANMERKUNG 1 Die Reihe ISO 11452 empfiehlt eine Prüflingsgröße von $0,33 w \times 0,6 L$ und MIL-STD 462F empfiehlt $0,5 w \times 0,5 L$.

Die maximale nutzbare Prüflingshöhe sollte $0,33 h$ nicht überschreiten, wobei h gleich dem Abstand zwischen Innen- und Außenleiter an der Position des Mittelpunkts des Prüflings im Prüfvolumen ist (z. B. zwischen Septum und Boden in einer TEM-Zelle). Für alle TEM-Wellenleiter gilt, dass der Prüfling in allen Drehpositionen in das nutzbare Prüfvolumen hineinpassen muss.

ANMERKUNG 2 Die meisten Normen beschränken die Prüflingsgröße auf $0,33 h$. Die meisten Datenblätter von TEM-Zellen-Anbietern begrenzen die Prüflingshöhe auf $0,5 h$. Außer bei hochgenauen Kalibrierungen, wie z. B. von Feldsonden und Sensoren, kann die Prüflingshöhe $0,33 h$ überschreiten, sollte aber nicht die vom Hersteller empfohlene Höhe überschreiten. Die maximale nutzbare Prüflingshöhe kann größer als $0,33 h$ sein, wenn der Hersteller Informationen über die Messunsicherheit bei größeren Prüflingen zur Verfügung stellt. Weitere Informationen über Effekte bei beladenen TEM-Wellenleitern sind in [\[25\]](#) enthalten.

5.2.3 Eignungsnachweis für das nutzbare Prüfvolumen

5.2.3.1 Allgemeine Betrachtungen

In diesem Abschnitt wird das Konzept des „gleichförmigen Bereichs“ verwendet, der eine hypothetische Ebene darstellt, in der Abweichungen der Höhe des Feldes akzeptierbar klein sind (siehe [\[15\]](#)). Die Abmessungen des TEM-Wellenleiters bestimmen die Größe dieses gleichförmigen Bereichs (Ebene), es sei denn, der Prüfling kann durch eine kleinere Oberfläche vollständig bestrahlt werden. Die maximale Größe eines Prüflings hängt von der Größe des nutzbaren Prüfvolumens ab (siehe 5.2.2).

ANMERKUNG 1 Im Allgemeinen sind die genaue Form und die Lage des gleichförmigen Bereichs nicht festgelegt, sondern werden unter Verwendung der in dieser Norm bereitgestellten Verfahren bestimmt.

ANMERKUNG 2 Wenn keine andere Definition gegeben ist, sollte der gleichförmige Bereich eine vertikale Ebene, die senkrecht zur Ausbreitungsrichtung des Feldes ausgerichtet ist, sein. Der Prüfling sollte mit einer Ebene konfrontiert sein.

ANMERKUNG 3 Für die vertikale Ebene wird davon ausgegangen, dass die Ausbreitungsrichtung des TEM-Modus nahezu horizontal (entlang der z -Achse) und eine Ausbreitung in Form einer ebenen Welle gegeben ist. Wenn die Ausbreitung des TEM-Modus in eine andere Richtung erfolgt, darf die Lage des gleichförmigen Bereichs entsprechend angepasst werden.

Der Gebrauch einer Übertragungsleitung vermeidet Störungen durch Feldreflexionen am Boden, wie sie in Halbabsorberkammern auftreten können; folglich können gleichförmige Felder in der Nähe der Innen- und Außenleiter eingerichtet werden (Orientierung nur senkrecht zur Leiteroberfläche).

Prinzipiell kann der gleichförmige Bereich in einem beliebigen Abstand vom Eingangstor angeordnet werden; die Position hängt von der speziellen Geometrie des Wellenleiters ab. Der gleichförmige Bereich ist nur für den Abstand vom Eingangstor gültig, für den er kalibriert wurde. Um Drehungen des Prüflings zu ermöglichen, muss der gleichförmige Bereich in einem Mindestabstand zum in 5.2.2 definierten Ende des nutzbaren Prüfvolumens $z_{\max}$ angeordnet sein, der größer als die größte Gehäuseabmessung des Prüflings ist.

Der gleichförmige Bereich wird im leeren TEM-Wellenleiter über den in 5.2.1 festgelegten Frequenzbereich und mit den in 5.2.1 festgelegten Frequenzschritten unter Verwendung eines unmodulierten Signals validiert.

Der gleichförmige Bereich wird in Abhängigkeit von seiner Größe mit einer Mindestanzahl von fünf Messpunkten (vier an den Ecken und einer im Mittelpunkt) kalibriert. Der Abstand zwischen zwei Messpunkten muss kleiner als 50 cm sein. Wenn der Grenzwert von 50 cm überschritten wird, muss ein Gitternetz mit gleichen Abständen zwischen jeweils zwei Gitterpunkten als jeweiliger Messpunkt verwendet werden. Dies bedeutet, dass neun Punkte verwendet werden müssen.

5.2.3.2 Gleichförmigkeit des Feldes und Verfahren zum Messen des TEM-Modus

Das Verfahren zur Durchführung der Kalibrierung wird als Methode konstanter eingespeister Vorwärtsleistung bezeichnet und wie folgt durchgeführt:

- Ordne die isotrope Drei-Achsen-Feldsonde in einem der Punkte des Netzes an.
- Lege eine solche Vorwärtsleistung an den Eingangsanschluss des TEM-Wellenleiters an, dass die erzielte elektrische Feldstärke der primären Feldkomponente im Bereich des vorgegebenen Grenzwerts $E_{\text{Grenzwert}}$ liegt, wobei der in 5.2.1 festgelegte Frequenzbereich mit den in 5.2.1 festgelegten Frequenzschritten durchlaufen wird. Zeichne sowohl die Ablesewerte für die Vorwärtsleistung als auch die Ablesewerte für die primäre und sekundäre Komponente der Feldstärke auf.
- Miss die primäre und sekundäre Feldstärke bei gleicher Vorwärtsleistung in den verbleibenden Gitterpunkten und zeichne sie auf.
- Berechne die Standardabweichung mit Hilfe von Gleichung (3)^{N1)}. Sämtliche Messergebnisse werden in dB(V/m) ausgedrückt.
- Der Betrag der primären Feldkomponente der verbleibenden Punkte muss innerhalb eines Bereichs von 6 dB liegen. Der Pegel der sekundären Feldkomponenten in jedem dieser Messpunkte darf – 6 dB der primären Feldkomponente nicht überschreiten.
- Nimm von den verbleibenden Punkten denjenigen mit der kleinsten primären Feldstärke E_{Bezug} als Bezugspunkt (dies stellt sicher, dass die Anforderung ± 6 dB erfüllt wird).
- Aus der Kenntnis der Vorwärtsleistung und der Feldstärke kann die für die festgelegte Prüf-Feldstärke erforderliche Vorwärtsleistung mit Hilfe von Gleichung (1) berechnet werden und muss festgehalten werden:

^{N1)} nationale Fußnote: Im englischen Originaltext wird an dieser Stelle fälschlicherweise auf Gleichung (1) verwiesen. In der deutschen Fassung wurde die Nummer der Gleichung in (3) korrigiert.

$$P_{\text{Prüfung}} = \frac{E_{\text{Prüfung}}^2}{E_{\text{Bezug}}^2} P_{\text{Vorwärts}} \quad \text{mit } E \text{ in V/m und } P \text{ in W} \quad (1)$$

BEISPIEL Wenn in einem gegebenen Punkt 81 W 9 V/m ergeben, dann werden 9 W für 3 V/m benötigt.

Ein gleichwertiges Verfahren ist alternativ, eine konstante elektrische Feldstärke der primären Komponente im Bereich des vorgegebenen $E_{\text{Grenzwert}}$ zu erzeugen und die an den Eingangsanschluss gelieferte Vorwärtsleistung aufzuzeichnen. Als nächstes müssen die Schritte a), d), e), f) und g) durchgeführt werden. Dieses Verfahren ist als Verfahren der „konstanten Feldstärke“ bekannt.

Die Validierung der Gleichförmigkeit des Feldes ist für alle Prüflinge gültig, deren sämtliche Seiten (einschließlich jeglicher Verkabelung) vollständig durch den „gleichförmigen Bereich“ umschlossen werden können. Es ist vorgesehen, dass die volle Kalibrierung des gleichförmigen Bereichs jährlich durchgeführt wird oder wenn Änderungen der Konfiguration des Wellenleitergehäuses vorgenommen wurden (gilt z. B. für TEM-Zelle oder Streifenleiter innerhalb eines geschirmten Gehäuses).

5.2.3.3 Kriterien für die Gleichförmigkeit des Feldes

Die Gleichförmigkeit des Feldes wird in der nachfolgenden Weise bestimmt.

Die gemessene Feldstärke im Messpunkt i ist als E_i gegeben. Der Mittelwert und die Standardabweichung werden für N Messpunkte berechnet.

$$\text{Mittelwert: } \bar{E} = \frac{1}{N} \sum_{(N)} E_i \quad (2)$$

$$\text{Standardabweichung: } \sigma_E = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{(N)} (E_i - \bar{E})^2} \quad (3)$$

Im statistischen Sinne stellt $N=5$ eine sehr kleine Größe dar, aber nichtsdestotrotz kann eine Normalverteilung für die Messungen von E_i angenommen werden. Für die Wahrscheinlichkeit, dass 75 % der Messergebnisse in das Band

$$\bar{E} - K \times \sigma_E \leq E_i \leq \bar{E} + K \times \sigma_E \quad (4)$$

fallen, wird der Faktor K zu 1,15 gewählt.

Tabelle 1 – Werte K für die erweiterte Unsicherheit für normalverteilte Ergebnisse

Faktor K	1	1,15	1,3	1,5	2	3
Wahrscheinlichkeit [%]	68,3	75,0	80,6	86,6	95,5	99,7

Wenn mit dB-Werten gearbeitet wird, ist oft die Wahrscheinlichkeit gefordert, ob der Messwert E_i in das durch Gleichung (5) definierte Band fällt:

$$E_{\text{Grenzwert}} \leq E_i \leq E_{\text{Grenzwert}} + E_{\text{Abstand}} \quad (5)$$

Der Vergleich dieses Bandes mit Gleichung (4) ergibt Gleichung (6):

$$E_{\text{Grenzwert}} \leq E_i \leq E_{\text{Grenzwert}} + 2 K \times \sigma_E \quad (6)$$

$$\sigma_{\bar{E}} \leq \frac{\text{Abstand}}{2 K} \quad (7)$$

Für 75 % entsprechend $K = 1,15$ und einem Abstand von 6 dB muss die Standardabweichung $\sigma_{\bar{E}} \leq \frac{6 \text{ dB}}{2 \times 1,15} = 2,61 \text{ dB}$ sein.

Die größte Abmessung des Sensors muss kleiner als 10 % des Abstands zwischen dem Innen- und Außenleiter sein. In diesem Fall kann jegliche Störung des Feldes vernachlässigt werden. Weitere Einzelheiten werden in [18] gegeben.

5.3 Spezielle Anforderungen an und Empfehlungen für bestimmte Typen von TEM-Wellenleitern

5.3.1 Aufbau von offenen TEM-Wellenleitern

Um Umgebungseinflüsse zu minimieren, sollten offene TEM-Wellenleiter in einem geschirmten Raum aufgestellt werden.

ANMERKUNG 1 Das zulässige Störsignal der Umgebung ist in [Anhang A](#), [Anhang B](#) und [Anhang C](#) definiert und hängt stark von den Gegebenheiten der Prüfung ab.

Ein Mindestabstand von einem Plattenabstand h zwischen dem offenen TEM-Wellenleiter auf der einen Seite und dem Boden, den Wänden und der Decke des geschirmten Raumes auf der anderen Seite sollte eingehalten werden. Zusätzliches Absorbermaterial kann im geschirmten Raum geeignet platziert werden, um Reflexionen zu minimieren. Diese Abstände sind nur zur Orientierung angegeben. Es ist zu beachten, dass es auch möglich ist, einen offenen TEM-Wellenleiter zu konstruieren, bei dem eine Platte aus dem Boden des geschirmten Raumes besteht und die andere ein im Raum installiertes Septum ist.

ANMERKUNG 2 MIL-STD 461F fordert, dass offene TEM-Wellenleiter in einem geschirmten Raum aufgestellt werden. Der geforderte minimale Abstand zu den Wänden sollte in Relation zur Größe des TEM-Wellenleiters festgelegt werden. MIL-STD 462F RS105 fordert einen Abstand von $2 h$ vom nächsten metallischen Boden einschließlich der Decke und den Wänden des geschirmten Raumes usw., wobei h der maximale vertikale Abstand zwischen den Wellenleiter-Platten ist. IEC/CISPR 20 fordert einen minimalen Abstand von 800 mm von Wänden, Boden und Decke, was $1 h$ entspricht.

5.3.2 Alternative Nachweisprüfung des TEM-Modes für einen Zweitor-TEM-Wellenleiter

Als Alternative zu [5.2.1](#) kann der nutzbare Frequenzbereich eines Zweitor-TEM-Wellenleiters durch das nachfolgende Messverfahren festgestellt werden.

Bevor der Prüfling geprüft wird, müssen die Resonanzen eines Zweitor-TEM-Wellenleiters mit im TEM-Wellenleiter vorhandenem Prüfaufbau und aufgebautem, aber ausgeschaltetem Prüfling bestimmt werden. In diesem Fall muss für die Übertragungsdämpfung des TEM-Wellenleiters für den nutzbaren Frequenzbereich gelten:

$$A_{\text{tloss}} = \left| 10 \times \lg \left(\frac{P_{\text{refl}}}{P_{\text{fwd}}} + \frac{P_{\text{output}}}{P_{\text{fwd}}} \right) \right| \leq 1 \text{ dB} \quad (8)$$

Dabei ist

- A_{tloss} die Übertragungsdämpfung des beladenen TEM-Wellenleiters in dB;
- P_{refl} die am Eingangstor gemessene reflektierte Leistung in W;
- P_{fwd} die am Eingangstor gemessene Vorwärtsleistung in W;
- P_{output} die am zweiten (Ausgangs-)Tor gemessene Ausgangsleistung in W.

ANMERKUNG 1 Die reflektierte, vorwärts eingespeiste und zurückfließende (oder Ausgangs-)Leistung wird bezogen auf die Leitungswellenimpedanz des TEM-Wellenleiters gemessen. Ein Impedanzumformer wird nicht verwendet. Es wird nur direkt „in der Leitung“ gemessen. Gleichung (8) gilt für eine Leitungswellenimpedanz von 50 Ω .

ANMERKUNG 2 Dies ist ein alternatives Nachweisverfahren für einen Zweitor-TEM-Wellenleiter der Art, wie er in ISO 11452-3 beschrieben ist. Es beruht auf der Annahme, dass in Resonanz befindlichere höhere Moden Energie aus dem TEM-Mode entnehmen.

6 Überblick über Arten von Prüflingen

6.1 Allgemeines

Ein Prüflingstyp ist eine Gruppe von Produkten mit solch hinreichender Ähnlichkeit der elektromagnetischen Eigenschaften oder mechanischen Abmessungen, dass eine Prüfung mit derselben Prüfinstallation und demselben Prüfablauf zulässig ist. Der Prüflingstyp und seine Konfiguration gelten für Prüfungen der Störfestigkeit und Messungen der Störaussendung, um gleiche Anordnungen im Prüfvolumen zu ermöglichen.

6.2 Kleine Prüflinge

Ein Prüfling wird als kleiner Prüfling definiert, wenn die größte Abmessung seines Gehäuses kleiner als eine Wellenlänge bei der höchsten Prüffrequenz ist (z. B. bei 1 GHz $\lambda = 300$ mm) und wenn keine Leitungen mit dem Prüfling verbunden sind. Alle anderen Prüflinge werden als große Prüflinge definiert.

6.3 Große Prüflinge

Ein Prüfling wird als großer Prüfling definiert, wenn er

- ein kleiner Prüfling mit einer oder mehreren Zuleitungen ist,
- ein kleiner Prüfling mit einer oder mehreren Verbindungsleitungen ist,
- ein Prüfling mit oder ohne Leitung(en) ist, bei dem eine Abmessung größer als eine Wellenlänge bei der höchsten Prüffrequenz ist,
- aus einer Gruppe kleiner, in einem Prüfaufbau mit Verbindungsleitung(en) sowie mit oder ohne Zuleitung(en) angeordneter Prüflinge besteht.

7 Bezugsbedingungen im Labor

7.1 Allgemeines

Um die Einflüsse von Umgebungsbedingungen auf die Prüfergebnisse zu verringern, müssen die Prüfungen unter den in 7.2 und 7.3 festgelegten klimatischen und elektromagnetischen Bezugsbedingungen durchgeführt werden.

7.2 Klimatische Bedingungen

Wenn durch das für die Fachgrund- oder Produktnorm zuständige Technische Komitee nichts anderes festgelegt ist, müssen die klimatischen Bedingungen im Labor innerhalb jeglicher für den Betrieb des Prüflings und die Prüfeinrichtung durch ihre jeweiligen Hersteller angegebenen Grenzen liegen.

Prüfungen dürfen nicht durchgeführt werden, wenn die relative Luftfeuchte so hoch ist, dass Feuchtigkeitsniederschlag auf dem Prüfling oder der Prüfeinrichtung stattfindet.

ANMERKUNG Wenn ausreichende Anzeichen dafür gesehen werden, dass die Auswirkungen des durch diese Norm erfassten Phänomens durch die klimatischen Bedingungen beeinflusst werden, sollte das für diese Norm zuständige Technische Komitee darauf aufmerksam gemacht werden.