

	DIN EN 62311 (VDE 0848-211)	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 13.280 Ersatz für DIN EN 50392 (VDE 0848-392):2004-08 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Bewertung von elektrischen und elektronischen Einrichtungen in Bezug auf Begrenzungen der Exposition von Personen in elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz) (IEC 62311:2007, modifiziert); Deutsche Fassung EN 62311:2008 Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz – 300 GHz) (IEC 62311:2007, modified); German version EN 62311:2008 Evaluation des équipements électroniques et électriques en relation avec les restrictions d'exposition humaine aux champs électromagnétiques (0 Hz – 300 GHz) (CEI 62311:2007, modifiée); Version allemande EN 62311:20088 Gesamtumfang 79 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2007-12-04 angenommene EN 62311 gilt als DIN-Norm ab 2008-09-01.

Daneben darf **DIN EN 50392 (VDE 0848-392):2004-08** noch bis 2011-01-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangene Norm-Entwürfe: E DIN EN 62311 (VDE 0848-311):2007-02 und E DIN EN 62311/AA (VDE 0848-311/A1):2007-09.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 764 „Sicherheit in elektromagnetischen Feldern“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 106 „Testing instrumentation and methods for measuring electric and magnetic fields associated with human exposure“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (maintenance result 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 50392 (VDE 0848-392):2004-08** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Ergänzung einer Anmerkung im Abschnitt 1, dass diese Norm sowohl beabsichtigte als auch nicht beabsichtigte Strahlungsquellen abdeckt und dass sie nicht für Geräte gilt, die die Anforderungen anderer zutreffender Normen erfüllen;
- b) Beschränkung der normativen Verweisungen auf die zitierte Internationale Norm IEC 60050-161;
- c) Ergänzung von Kriterien im Abschnitt 5 für die Durchführung von Bewertungen bei Geräten, die keine Funksender sind;
- d) keine feste Bezugnahme mehr auf die Grenzwerte der ICNIRP-Richtlinien bzw. der Europäischen Ratsempfehlung 99/519/EG, stattdessen beispielhafte Nennung zusammen mit der ebenfalls beispielhaften Nennung der IEEE-Grenzwerte;
- e) Ergänzung von Festlegungen zum Bewertungsverfahren in Bezug auf die Einhaltung der IEEE-Grenzwerte (neuer 8.4);
- f) Ergänzung weiterer Körpermodells in C.2.7 bis C.2.9 unter Anhang C;
- g) Ergänzungen zu den in C.5 und C.6 beschriebenen numerischen Verfahren, z. B. des SPFD- und IP-Verfahrens zu den in C.6 aufgeführten numerischen Modellierungsverfahren;
- h) Ergänzung von Berechnungsbeispielen in C.7.

Frühere Ausgaben

DIN EN 50392 (VDE 0848-392): 2004-08

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
–	–	DIN 33402-2:2005-12	–
–	IEC 60050(161):1990 + A1:1997 + A2:1998	IEV Teil 161:2000-08 ¹⁾	–
EN 50371:2002	–	DIN EN 50371 (VDE 0848-371):2002-11	VDE 0848-371
EN 62209-1:2006	EN 62209-1:2005	DIN EN 62209-1 (VDE 0848-209-1):2007-03	VDE 0848-209-1
–	IEC 61786:1998	–	–
EN ISO/IEC 17025:2000	ISO/IEC 17025:1999	DIN EN ISO/IEC 17025:2000-04	–

¹⁾ Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe", im Rahmen der Datenbank-anwendung DIN-TERM zu beziehen über Beuth Verlag.

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN 33402-2:2005-12, *Ergonomie – Körpermaße des Menschen – Werte*

DIN EN 50371 (VDE 0848-371):2002-11, *Fachgrundnorm zum Nachweis der Übereinstimmung von elektronischen und elektrischen Geräten kleiner Leistung mit den Basisgrenzwerten für die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern (10 MHz bis 300 GHz) – Allgemeine Öffentlichkeit; Deutsche Fassung EN 50371:2002*

DIN EN 62209-1 (VDE 0848-209-1):2007-03, *Sicherheit von Personen in hochfrequenten Feldern von handgehaltenen und am Körper getragenen schnurlosen Kommunikationsgeräten – Körpermodelle, Messgeräte und Verfahren – Teil 1: Verfahren zur Bestimmung der spezifischen Absorptionsrate (SAR) von handgehaltenen Geräten, die in enger Nachbarschaft zum Ohr benutzt werden (Frequenzbereich von 300 MHz bis 3 GHz) (IEC 62209-1:2005); Deutsche Fassung EN 62209-1:2006*

DIN EN ISO/IEC 17025:2000-04, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:1999); Dreisprachige Fassung EN ISO/IEC 17025:2000*

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

Bewertung von elektrischen und elektronischen Einrichtungen in Bezug auf
Begrenzungen der Exposition von Personen in elektromagnetischen Feldern
(0 Hz bis 300 GHz)
(IEC 62311:2007, modifiziert)

Assessment of electronic and electrical
equipment related to human exposure
restrictions for electromagnetic fields (0 Hz –
300 GHz)
(IEC 62311:2007, modified)

Evaluation des équipements électroniques et
électriques en relation avec les restrictions
d'exposition humaine aux champs
électromagnétiques (0 Hz – 300 GHz)
(CEI 62311:2007, modifiée)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2007-12-04 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, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2008 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62311:2008 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks IEC 106/129/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 62311, ausgearbeitet von dem IEC/TC 106 „Methods for the assessment of electric, magnetic and electromagnetic fields associated with human exposure“, wurde der IEC-CENELEC-Parallelen Abstimmung unterworfen.

Der Entwurf einer Änderung, der vom Technischen Komitee CENELEC/TC 106X „Einwirkung elektromagnetischer Felder auf den Menschen“ ausgearbeitet wurde, wurde dem Einstufigen Annahmeverfahren unterworfen.

Die Zusammenfassung beider Teile wurde von CENELEC am 2007-12-04 als EN 62311 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 50392:2004.

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): 2009-01-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2011-01-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62311:2007 wurde von CENELEC als Europäische Norm mit vereinbarten gemeinsamen Abänderungen angenommen, die nachstehend angegeben sind.

GEMEINSAME ABÄNDERUNGEN

2 Normative Verweisungen

Folgendes ist hinzuzufügen:

Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz) (1999/519/EG) (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 199 vom 30. Juli 1999)

3 Begriffe

3.4 Im englischen Text ist „current density“ durch „induced current density“ zu ersetzen.

Abschnitt 4 ist zu ersetzen durch:

4 Konformitätskriterien

Die elektronischen und elektrischen Geräte (Einrichtungen) müssen die Basisgrenzwerte, wie sie im Anhang II der Ratsempfehlung 1999/519/EG angegeben sind, einhalten.

ANMERKUNG 1 Es gilt die zeitliche Mittelung entsprechend der EU-Ratsempfehlung.

Die in der Empfehlung des Rates 1999/519/EG im Hinblick auf die Begrenzung der Exposition von Personen gegenüber elektromagnetischen Feldern angegebenen Referenzwerte wurden von den Basisgrenzwerten unter der Annahme von ungünstigsten Expositionsbedingungen abgeleitet. Sind die Referenzwerte eingehalten, sind auch die entsprechenden Basisgrenzwerte erfüllt. Werden jedoch die Referenzwerte überschritten, so bedeutet das noch nicht notwendigerweise, dass die Basisgrenzwerte ebenfalls überschritten sind. In manchen Situationen wird es notwendig sein, die Übereinstimmung mit den Basisgrenzwerten direkt zu zeigen, aber es kann auch möglich sein, Konformitätskriterien abzuleiten, die eine einfache Messung oder Berechnung erlauben, um die Übereinstimmung mit den Basisgrenzwerten zu zeigen. Häufig können diese Konformitätskriterien eher unter Verwendung realistischer Annahmen über Bedingungen, unter denen die Exposition gegenüber dem Feld eines Geräts (einer Einrichtung) auftritt, abgeleitet werden, als dass die konservativen Annahmen, die den Referenzwerten zu Grunde liegen, getroffen werden.

ANMERKUNG 2 Als Grenzwert dient der Basisgrenzwert.

Wenn die in dem Gerät (der Einrichtung) verwendete Technologie nicht in der Lage ist, an der üblichen Stelle des Nutzers ein E -Feld oder ein H -Feld oder einen Berührungsstrom zu erzeugen, dessen Pegel höher als die Hälfte des Grenzwertes ist, dann wird ohne weitere Beurteilung angenommen, dass das Gerät (die Einrichtung) die Anforderungen dieser Norm in Bezug auf dieses E -Feld, H -Feld oder diesen Berührungsstrom erfüllt.

Literaturhinweise

Folgendes ist hinzuzufügen:

ISO/IEC 17025 ANMERKUNG Harmonisiert als EN ISO/IEC 17025:2005 (nicht modifiziert).

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Konformitätskriterien	12
5 Bewertungsverfahren	12
6 Ermittlung der Übereinstimmung mit Grenzwerten	13
7 Anwendbarkeit von Konformitäts-Bewertungsverfahren	14
7.1 Allgemeines	14
7.2 Generisches Verfahren zur Bewertung von Geräten (Einrichtungen)	17
8 Quellen mit mehreren Frequenzen	19
8.1 Einleitung	19
8.2 Frequenzbereich von 1 Hz bis 10 MHz (ICNIRP-basiert)	20
8.3 Frequenzbereich von 100 kHz bis 300 GHz (ICNIRP-basiert)	24
8.4 Frequenzbereich von 0 Hz bis 5 MHz (IEEE-basiert)	25
8.5 Frequenzbereich von 3 kHz bis 300 GHz (IEEE-basiert)	26
9 Bewertungsbericht	26
9.1 Allgemeines	26
9.2 Einzelheiten, die im Bewertungsbericht festzuhalten sind	27
10 Informationen, die mit der Einrichtung (dem Gerät) zur Verfügung gestellt werden müssen	27
Anhang A (informativ) Feldberechnung	28
A.1 Zweck	28
A.2 Fernfeldregion	28
A.3 Abstrahlende Nahfeldregion	28
A.4 Reaktive Nahfeldregion	29
A.4.1 Typische Antennenbeispiele	30
A.4.2 Erörterung	31
A.4.3 Schlussfolgerung	31
A.5 Beispiel für Berechnungen innerhalb von Feldregionen bei 900 MHz (siehe Bild A.5)	32
Anhang B (informativ) Bewertung der Übereinstimmung mit SAR-Grenzwerten	33
B.1 Ganzkörper-SAR	33
B.1.1 Einleitung	33
B.1.2 Implizite Übereinstimmung mit den Grenzwerten für die Ganzkörper-SAR	33
B.2 Lokale (Teilkörper-)SAR	34
B.3 Bezugsschriftstücke	34
Anhang C (informativ) Information über die numerische Modellierung	35
C.1 Einleitung	35
C.2 Anatomische Modelle	35

	Seite
C.2.1 Das „Visible-Human“-Projekt	35
C.2.2 „MEET Man“	35
C.2.3 „Hugo“	35
C.2.4 „Norman“	36
C.2.5 Universität von Utah	36
C.2.6 Universität von Victoria	36
C.2.7 Brooks Airforce Base	36
C.2.8 Körpermodell eines durchschnittlichen japanischen Mannes und einer durchschnittlichen japanischen Frau	36
C.2.9 Koreanisches Körpermodell	36
C.3 Einfachere, homogene Körpermodelle	36
C.3.1 Kugelformen (Sphäroide)	37
C.3.2 Würfelformen (Kuben)	37
C.3.3 Homogene Körpermodelle	38
C.4 Elektrische Eigenschaften des Gewebes	40
C.5 Numerische Quellenmodelle	44
C.5.1 Gerader Leiter (Y - und Z -Richtung)	44
C.5.2 Kreisförmige Spule	45
C.5.3 Modell der äquivalenten Quellen	46
C.6 Verfahren der numerischen Modellierung	47
C.7 Berechnungsbeispiele	47
C.7.1 Berechnung der Stromdichte mit würfelförmigem Körper und Stromschleife	47
C.7.2 Induzierte Stromdichten für verschiedene Größen des gestreckten Sphäroids	49
C.7.3 Induzierte Stromdichten im menschlichen Körper und Kopf	53
C.8 Bezugsschriftstücke	61
Anhang D (informativ) Messungen von physikalischen Eigenschaften und Körperströmen	63
D.1 Messung des Körperstroms	63
D.2 Messung von induzierten hochfrequenten Körperströmen	63
D.3 Messung des Berührungstroms	64
D.4 Messung der Berührungsspannung	65
D.5 Bezugsschriftstücke	65
Anhang E (informativ) Spezifische Absorptionsrate (SAR)	67
E.1 Messverfahren für die Spezifische Absorptionsrate (SAR)	67
E.1.1 Messverfahren für das elektrische Feld	67
E.1.2 Temperaturmessverfahren	67
E.1.3 Kalorimetrische Messverfahren	67
Anhang F (informativ) Messung des E - und H -Felds	69
F.1 Messung von äußeren elektromagnetischen Feldern	69
F.1.1 Allgemeine Betrachtungen	69

	Seite
F.1.2 Ersatzfeldstärke.....	69
Anhang G (informativ) Modellierung der Quelle	72
G.1 Numerische Modellierung	72
G.1.1 Beschreibung von verfügbaren Verfahren	72
G.2 Berechnungen der Feldstärke.....	73
G.3 Berechnungen der Spezifischen Absorptionsrate.....	73
G.4 Bezugsschriftstücke	74
Literaturhinweise	75
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	75
Bilder	
Bild 1 – Flussdiagramm für die Bewertung.....	19
Bild 2 – Prinzipschaltbild des „Gewichtungskreises“	22
Bild 3 – Frequenzabhängigkeit der Referenzwerte V , mit geglätteten Kanten geplottet.....	22
Bild 4 – Übertragungsfunktion A	23
Bild A.1 – Geometrie der Antenne mit der größten linearen Abmessung D	28
Bild A.2 – Stromelement $Id/\sin(\omega t)$ am Ursprung eines Kugelkoordinatensystems	29
Bild A.3 – Verhältnis der E^2 -, H^2 - und $E \times H$ -Feldkomponenten	30
Bild A.4 – Verhältnis der $E \times H$ -Feldkomponenten für drei typische Antennen.....	31
Bild A.5 – Fernfeld = gerade Linie, abgestrahltes Nahfeld = untere Linie und alle Nahfelder = andere Linie.....	32
Bild C.1 – Numerisches Modell eines homogenen Ellipsoids	37
Bild C.2 – Numerisches Modell einer homogenen langgestreckten Würfelform.....	38
Bild C.3a – Beschreibung des ganzen Körpers	39
Bild C.3b – Einzelheiten der Konstruktion des Kopfes und der Schultern	39
Bild C.3 – Numerisches Modell eines homogenen menschlichen Körpers.....	39
Bild C.4 – Darstellung eines geraden Leiters	45
Bild C.5 – Darstellung einer kreisförmigen Spule.....	46
Bild C.6 – Blockdiagramm des Verfahrens.....	46
Bild C.7 – Prüfsituation für die Validierung – Stromschleife vor einem Kubus (Würfel).....	48
Bild C.8 – Verteilung der elektrischen Stromdichte J in den Ebenen $x = + 0,2$ m (links) und $y = 0,0$ m (rechts)	49
Bild C.9 – Helmholtzspulen und gestrecktes Sphäroid	50
Bild C.10a – Magnetisches Feld.....	50
Bild C.10b – Induzierte Stromdichte.....	51
Bild C.10 – Ergebnisse der Modellierung für ein gestrecktes Sphäroid mit den Maßen 60 cm $\times$ 30 cm	51
Bild C.11 – Induzierte Stromdichte	51
Bild C.12a – Magnetisches Feld.....	52
Bild C.12b – Induzierte Stromdichte.....	52
Bild C.12 – Ergebnisse der Modellierung für ein 160 cm $\times$ 80 cm gestrecktes Sphäroid	53
Bild C.13 – Verteilung der induzierten elektrischen Stromdichte	53

	Seite
Bild C.14 – Anordnung der Quelle Q gegenüber dem Modell K	54
Bild C.15 – Position der Quelle Q, der Sonde und des Modells K	54
Bild C.16 – „Hot spot“	56
Bild C.17 – Gradient der Flussdichte und Fläche G	57
Bild C.18 – Äquivalente Spule	57
Bild C.19 – Gradienten von Flussdichte und Spule	58
Bild C.20 – Messabstand und bezogene Abstände	60
Tabellen	
Tabelle 1 – Zu betrachtende Eigenschaften und Kennwerte der Geräte (Einrichtungen)	15
Tabelle 2 – Zusammenstellung von möglichen Bewertungsverfahren	16
Tabelle B.1 – Bestimmung der Leistungsgrenzwerte für die implizite Übereinstimmung mit den Grenzwerten für die Ganzkörper-SAR	33
Tabelle C.1 – Leitfähigkeit von Gewebearten	41
Tabelle C.2 – Relative Permittivität von Gewebearten	43
Tabelle C.3 – Zusammenfassung der Ergebnisse	53
Tabelle C.4 – Werte G (m) für verschiedene Spulen mit Radius r_{Spule} im Abstand d_{Spule}	58
Tabelle C.5 – Koppelfaktor	59

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gilt für elektronische und elektrische Geräte und Einrichtungen, für die keine spezifische Produkt- oder Produktfamiliennorm im Hinblick auf die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern besteht.

Der Frequenzbereich 0 Hz bis 300 GHz wird abgedeckt.

Zweck dieser Fachgrundnorm ist die Bereitstellung von Bewertungsverfahren und -kriterien für die Ermittlung der Übereinstimmung solcher (in ihren Anwendungsbereich fallenden) Geräte und Einrichtungen mit den Basisgrenzwerten oder Referenzwerten für die Exposition der Allgemeinbevölkerung gegenüber elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern sowie gegenüber induzierten und Berührungsströmen.

ANMERKUNG Diese Norm sieht vor, sowohl beabsichtigte als auch nicht beabsichtigte Strahlungsquellen abzudecken. Wenn das Gerät oder die Einrichtung die Anforderungen anderer zutreffender Normen, z. B. die Geräte kleiner Leistung erfassende [EN 50371](#), erfüllt, dann wird davon ausgegangen, dass die Anforderungen dieser Norm (IEC 62311) erfüllt sind, und die Anwendung dieser Norm auf dieses Gerät bzw. diese Einrichtung ist nicht erforderlich. Siehe auch [7.2](#).

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 (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

3 Begriffe

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

3.1 Mittelungszeit

t_{avg}

geeignete Zeitspanne, über die die Exposition zwecks Ermittlung der Einhaltung der Anforderungen gemittelt wird

3.2 Basisgrenzwert

höchster Expositionswert, der unter keinen Bedingungen überschritten werden sollte

ANMERKUNG Beispiele von Basisgrenzwerten können im Anhang II der Europäischen Ratsempfehlung 1999/519/EG [6]¹⁾, in den ICNIRP-Richtlinien [1], dem IEEE Standard C95.6TM [2] und dem IEEE Standard C95.1TM [3] gefunden werden.

3.3 Berührungsstrom Kontaktstrom

Strom, der im Körper als Folge der (menschlichen) Berührung eines leitfähigen Objekts in einem elektromagnetischen Feld erzeugt wird. Es handelt sich bei ihm um den lokalen Stromfluss in den Körper (gewöhnlich ein Stromfluss in die Hand bei einer leichten wischenden Berührung).

¹⁾ Ziffern in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.

3.4

Stromdichte

J

Strom je Flächeneinheit, der als Ergebnis der unmittelbaren Einwirkung elektromagnetischer Felder im menschlichen Körper fließt

3.5

Betriebszyklus

Einschaltdauer

Verhältnis der Impulsdauer zur Impulsperiode einer periodischen Impulsfolge. Er (Sie) kann auch ein Maß für die zeitlichen Übertragungseigenschaften einer im Unterbrechungsbetrieb sendenden HF-Quelle, wie z. B. einer Rufsystem-Antenne, sein, indem die durchschnittliche (mittlere) Übertragungsdauer durch die mittlere Periode für Übertragungen dividiert wird. Ein Betriebszyklus (Einsatzdauer) von 1,0 entspricht dem Dauerbetrieb.

3.6

elektrische Feldstärke

E

Größe eines Feldvektors an einem Punkt, der die Kraft (*F*) auf eine unendlich kleine Ladung (*q*) darstellt, geteilt durch die Ladung

$$E = \frac{F}{q}$$

3.7

Prüfling

(EUT)

elektrische(s) oder elektronische(s) Einrichtung (Gerät), die (das) auf Übereinstimmung mit Expositionsgrenzwerten geprüft wird

3.8

Exposition

Exposition tritt (zu der Zeit und an dem Ort) auf, wann immer und wo immer eine Person anderen elektrischen, magnetischen oder elektromagnetischen Feldern oder anderen Berührungsströmen als denjenigen, die aus physiologischen Prozessen im Körper und anderen natürlichen Phänomenen herrühren, ausgesetzt ist

3.9

Expositionspegel

Wert der Größe, die zur Bewertung der Exposition verwendet wird

ANMERKUNG Diese Größe kann ein induzierter Körperstrom, die spezifische Absorptionsrate (*SAR*), die Leistungsdichte, die elektrische oder magnetische Feldstärke, ein Teilkörperstrom durch die Gliedmaßen oder ein Berührungsstrom sein.

3.10

Expositionsgrenzwert

Wert eines elektrischen, magnetischen oder elektromagnetischen Felds, der aus den Basisgrenzwerten unter Annahme der ungünstigsten Exposition abgeleitet wird. Wenn der Expositionsgrenzwert nicht überschritten wird, dann wird der Basisgrenzwert unter keinen Bedingungen überschritten.

3.11

unmittelbare Exposition(swirkung)

Ergebnis eines unmittelbaren Zusammenwirkens zwischen dem exponierten menschlichen Körper und einwirkenden elektromagnetischen Feldern

3.12

mittelbare Exposition(swirkung)

Ergebnis eines sekundären Zusammenwirkens zwischen dem exponierten menschlichen Körper und einem elektromagnetischen Feld; wird oft verwendet, um einen Berührungsstrom, einen elektrischen Schlag oder eine Verbrennung zu beschreiben, der (die) aufgrund der Berührung mit einem leitfähigen Gegenstand entsteht.

3.13

Teilkörper-Exposition

örtliche Exposition eines Teiles des menschlichen Körpers, die eine damit zusammenhängende örtliche *SAR* oder induzierte Körperstromdichte erzeugt und die von der Ganzkörper-Exposition unterschieden wird

3.14

Ganzkörper-Exposition

Exposition des ganzen Körpers (oder des Rumpfes, wenn die induzierte Körperstromdichte betrachtet wird)

3.15

induzierter Strom

Strom, der als Ergebnis der Einwirkung von elektromagnetischen Feldern im Körper induziert wird

3.16

in Gliedmaßen induzierter Strom

Strom, der als Ergebnis eines durch ein äußeres Feld induzierten Berührungsstroms oder etwas anderes in einem Arm oder Bein fließt

3.17

magnetische Feldstärke

H

Größe eines Feldvektors in einem Punkt, der in einer Kraft (*F*) auf eine Ladung (*q*) resultiert, die sich mit der Geschwindigkeit (*v*) bewegt

$$F = q (v \times \mu H)$$

(oder magnetische Flussdichte, dividiert durch die Permeabilität des Mediums, siehe 3.18)

3.18

magnetische Flussdichte

B

Größe eines Feldvektors, der gleich dem Wert der magnetischen Feldstärke *H*, multipliziert mit der Permeabilität μ des Mediums, ist

$$B = \mu H$$

3.19

Felder mit mehreren Frequenzen

Überlagerung von zwei oder mehreren elektromagnetischen Feldern mit unterschiedlicher Frequenz

ANMERKUNG Diese können aus unterschiedlichen Quellen innerhalb eines Geräts (einer Einrichtung), z. B. dem Magnetron und dem Transformator eines Mikrowellenherdes, stammen, oder sie können Oberschwingungen im Feld einer Quelle mit einer einzigen Nennfrequenz, wie z. B. einem Transformator, sein.

3.20

Leistungsflussdichte

S

Leistung je Flächeneinheit senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Welle. Bei ebenen Wellen sind die Leistungsflussdichte (*S*), elektrische Feldstärke (*E*) und magnetische Feldstärke (*H*) durch die Impedanz des freien Raumes, d. h. 377Ω , verbunden:

$$S = \frac{E^2}{377} = 377 H^2 = E \times H$$

ANMERKUNG 1 Obwohl viele Überwachungsgeräte (Messgeräte) Einheiten der Leistungsflussdichte anzeigen, sind E oder H oder das Quadrat dieser Größen die tatsächlich gemessenen Größen.

E und H werden in V/m bzw. A/m ausgedrückt, und S wird in W/m² ausgedrückt.

ANMERKUNG 2 Es sollte beachtet werden, dass der Wert 377 Ω nur für Freiraumausbreitung unter Fernfeld-Messbedingungen gültig ist.

3.21

(zeitlich) gemittelte Leistungsdichte

momentane Leistungsdichte, integriert über eine Wiederholperiode der Quelle. Diese Mittelung darf nicht mit der Mittelungszeit der Messung verwechselt werden.

3.22

der Leistungsdichte einer ebenen Welle äquivalente Leistungsdichte

allgemein gebräuchlicher, mit jeglichen elektromagnetischen Wellen verbundener Begriff, in der Höhe gleich der Leistungsdichte einer ebenen Welle, die die gleiche elektrische (E -) oder magnetische (H -)Feldstärke wie das gemessene Feld besitzt.

3.23

Referenzwerte

Werte der Feldstärke oder der Leistungsdichte, die von den Basisgrenzwerten unter der Annahme von ungünstigsten Expositionsbedingungen abgeleitet wurden. Sind die Referenzwerte eingehalten, dann sind auch die entsprechenden Basisgrenzwerte erfüllt. Werden jedoch die Referenzwerte überschritten, so bedeutet dies noch nicht notwendigerweise, dass die Basisgrenzwerte ebenfalls überschritten sind.

3.24

Effektivwert (rms)

Effektivwert oder der mit der Wärmewirkung einer periodischen elektromagnetischen Welle verbundene Wert. Der Effektivwert ergibt sich als positive Quadratwurzel aus dem arithmetischen Mittelwert des Quadrats einer Funktion

$$F = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} (F(t) F(t) \times dt)} \quad (\text{Darstellung im Zeitbereich})$$

$$X = \sqrt{\sum_{n=1}^n (X_n)^2} \quad (\text{Darstellung im Frequenzbereich})$$

ANMERKUNG Obwohl viele Überwachungsgeräte (Messgeräte) im Hochfrequenzbereich den Effektivwert anzeigen, ist die tatsächlich gemessene Größe die Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate der Feldkomponenten (en: rss) (Ersatzfeldstärke).

3.25

Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate (rss)

die Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate (rss-Wert, Ersatzfeldstärke) ergibt sich aus der Kombination von drei einzelnen Feldstärkewerten, die in drei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen gemessen wurden, wobei die Phase nicht berücksichtigt wird:

$$X = \sqrt{X_x^2 + X_y^2 + X_z^2}$$

3.26

spezifische Absorption **spezifische Energieabsorption**

SA

in Joule pro Kilogramm (J/kg) angegebene Energie, die durch eine Masseneinheit biologischen Materials absorbiert wird. Die spezifische Absorption stellt das Zeitintegral der spezifischen Absorptionsrate dar.

3.27

spezifische Absorptionsrate **spezifische Energieabsorptionsrate**

SAR

in Watt pro Kilogramm (W/kg) angegebene Energie, die durch eine (in einer) in einem Volumenelement biologischen Materials enthaltene(n) Masse absorbiert (verteilt) wird, wenn eine Exposition gegenüber einem elektromagnetischen Feld auftritt. Die *SAR* wird als ein Maß sowohl für die Ganzkörper-Exposition als auch für die Teilkörper-Exposition verwendet.

3.28

Expositionsbewertung

für die Anwendung dieser Norm bedeutet der Begriff Expositionsbewertung die Bewertung der Übereinstimmung mit (dem) anwendbaren Expositionsgrenzwert(en)

4 Konformitätskriterien

Die elektronischen und elektrischen Geräte (Einrichtungen) müssen die Basisgrenzwerte, wie sie im Anhang II der Ratsempfehlung 1999/519/EG angegeben sind, einhalten.

ANMERKUNG 1 Es gilt die zeitliche Mittelung entsprechend der EU-Ratsempfehlung.

Die in der Empfehlung des Rates 1999/519/EG im Hinblick auf die Begrenzung der Exposition von Personen gegenüber elektromagnetischen Feldern angegebenen Referenzwerte wurden von den Basisgrenzwerten unter der Annahme von ungünstigsten Expositionsbedingungen abgeleitet. Sind die Referenzwerte eingehalten, sind auch die entsprechenden Basisgrenzwerte erfüllt. Werden jedoch die Referenzwerte überschritten, so bedeutet das noch nicht notwendigerweise, dass die Basisgrenzwerte ebenfalls überschritten sind. In manchen Situationen wird es notwendig sein, die Übereinstimmung mit den Basisgrenzwerten direkt zu zeigen, aber es kann auch möglich sein, Konformitätskriterien abzuleiten, die eine einfache Messung oder Berechnung erlauben, um die Übereinstimmung mit den Basisgrenzwerten zu zeigen. Häufig können diese Konformitätskriterien eher unter Verwendung realistischer Annahmen über Bedingungen, unter denen die Exposition gegenüber dem Feld eines Geräts (einer Einrichtung) auftritt, abgeleitet werden, als dass die konservativen Annahmen, die den Referenzwerten zu Grunde liegen, getroffen werden.

ANMERKUNG 2 Als Grenzwert dient der Basisgrenzwert.

Wenn die in dem Gerät (der Einrichtung) verwendete Technologie nicht in der Lage ist, an der üblichen Stelle des Nutzers ein *E*-Feld oder ein *H*-Feld oder einen Berührungsstrom zu erzeugen, dessen Pegel höher als die Hälfte des Grenzwertes ist, dann wird ohne weitere Beurteilung angenommen, dass das Gerät (die Einrichtung) die Anforderungen dieser Norm in Bezug auf dieses *E*-Feld, *H*-Feld oder diesen Berührungsstrom erfüllt.

5 Bewertungsverfahren

Eines oder mehrere der in 7.2 gegebenen Beispiele für Bewertungsverfahren können verwendet werden.

Die Bewertungen sollten entsprechend einer vorhandenen Grundnorm durchgeführt werden. Wenn das Bewertungsverfahren nach dieser Grundnorm nicht vollständig anwendbar ist, dann sind Abweichungen hiervon erlaubt, solange

- eine Beschreibung des verwendeten Bewertungsverfahrens im Bewertungsbericht (Prüfbericht) vorhanden ist,

- eine Ermittlung der gesamten Unsicherheit im Bewertungsbericht (Prüfbericht) gegeben ist.

Bei Sendern, die für die Verwendung mit externen Antennen vorgesehen sind, muss mindestens eine typische Kombination aus Sender und Antenne bewertet werden. Die technische Spezifikation dieser Antenne (unter Fernfeldbedingungen) muss im Detail festgehalten werden, z. B. durch dokumentierte Strahlungsmuster, so dass die Grenze, innerhalb der die Basisgrenzwerte eingehalten werden, identifiziert werden kann.

Bei Geräten, die keine Funksender sind, muss die Bewertung der Übereinstimmung der Aussendungen von *E*- und *H*-Feldern mit den Anforderungen entsprechend der höchsten, durch das zu untersuchende Gerät (die zu untersuchende Einrichtung) verwendeten internen Frequenz erfolgen oder bei der Frequenz, bei der während des Betriebs des Geräts (der Einrichtung) die folgenden Kriterien zutreffen:

- Wenn die höchste interne Frequenz des Gerätes (der Einrichtung) kleiner als 100 MHz ist, muss die Bewertung nur bis 1 GHz durchgeführt werden.
- Wenn die höchste interne Frequenz des Gerätes (der Einrichtung) zwischen 100 MHz und 400 MHz liegt, muss die Bewertung nur bis 2 GHz durchgeführt werden.
- Wenn die höchste interne Frequenz des Gerätes (der Einrichtung) zwischen 400 MHz und 1 GHz liegt, muss die Bewertung nur bis 5 GHz durchgeführt werden.
- Wenn die höchste interne Frequenz des Gerätes (der Einrichtung) oberhalb 1 GHz liegt, muss die Bewertung bis zum Fünffachen der höchsten Frequenz durchgeführt werden.

6 Ermittlung der Übereinstimmung mit Grenzwerten

Es wird angenommen, dass das Gerät (die Einrichtung) die Anforderungen dieser Norm erfüllt, wenn die gemessenen Werte kleiner oder gleich dem Grenzwert sind und die tatsächliche Bewertungsunsicherheit kleiner als die für das (die) angewendete(n) Bewertungsverfahren festgelegte Messunsicherheit ist. Die Bewertungsunsicherheit des Bewertungsverfahrens muss durch Berechnung der erweiterten Unsicherheit unter Verwendung eines Vertrauensintervalls von 95 % bestimmt werden.

Im Allgemeinen wird eine relative Unsicherheit von 30 % für eine Reihe von EMF-Bewertungsverfahren verwendet. Daher wird dieser Wert der relativen Unsicherheit in dieser Fachgrundnorm als maximaler Fehler verwendet.

Wenn die relative Unsicherheit kleiner als 30 % ist, dann muss für die Ermittlung der Übereinstimmung mit den Anforderungen der Messwert L_m direkt mit dem zutreffenden (anwendbaren) Grenzwert L_{lim} verglichen werden.

Wenn die relative Unsicherheit größer als 30 % ist, dann muss die tatsächliche Unsicherheit wie folgt bei der Ermittlung der Übereinstimmung mit dem Grenzwert einbezogen werden.

Wenn die tatsächliche Bewertungsunsicherheit größer als der festgelegte maximal zulässige Wert für die Unsicherheit ist und wenn sie außerdem größer als der maximale Fehlerwert von 30 % für die Unsicherheit ist, dann muss ein nachteiliger Wert zum Bewertungsergebnis addiert werden, bevor der Vergleich mit dem Grenzwert durchgeführt wird. Umgekehrt kann auch der anwendbare Grenzwert L_{lim} um den gleichen nachteiligen Wert reduziert und der tatsächlich gemessene Wert L_m mit dem reduzierten Grenzwert verglichen werden. Die rechte Seite der Ungleichung (1) zeigt, wie der Grenzwert L_{lim} in dem Fall, dass die tatsächliche relative Unsicherheit größer als 30 % ist, reduziert wird.

ANMERKUNG 1 Im Allgemeinen wird die Unsicherheit von EMF-Bewertungsverfahren in % angegeben. Wenn die Unsicherheit in nichtlinearen Einheiten angegeben wird, z. B. in dB, dann muss dieser Wert zuerst in einen Prozentwert (%) umgewandelt werden.

Gleichung (1) muss verwendet werden, um zu bestimmen, ob der Messwert L_m den reduzierten Grenzwert einhält, wenn die tatsächliche Messunsicherheit des angewendeten Bewertungsverfahrens 30 % oder mehr beträgt.

$$L_m \leq \left(\frac{1}{0,7 + \frac{U(L_m)}{L_m}} \right) L_{lim} \quad (1)$$

Dabei ist

L_m der gemessene Wert,

L_{lim} der Expositionsgrenzwert,

$U(L_m)$ die absolute erweiterte Unsicherheit.

BEISPIEL

Angenommen, die relative Unsicherheit eines bestimmten EMF-Bewertungsverfahrens beträgt 55 %. Dann ist

$$\frac{U(L_m)}{L_m} = 0,55$$

Unter Verwendung von Gleichung (1) ist das Akzeptanzkriterium für den gemessenen Wert dann:

$$L_m \leq \left(\frac{1}{0,7 + \frac{U(L_m)}{L_m}} \right) L_{lim} = \left(\frac{1}{0,7 + 0,55} \right) L_{lim} = \frac{1}{1,25} L_{lim} = 0,8 L_{lim}$$

Der nachteilige Unsicherheitswert (Betrag für die Verringerung des Grenzwerts) beträgt dann:

$$U_{pen} = L_{lim} - 0,8 L_{lim} = 0,2 L_{lim}$$

Die für jedes EMF-Bewertungsverfahren festgelegten Unsicherheitswerte stellen die maximal zulässigen Unsicherheiten dar. Wenn der Unsicherheitswert nicht festgelegt ist, dann muss ein Fehlerwert von 30 % verwendet werden.

ANMERKUNG 2 Eine Anleitung über die Unsicherheit kann in ANSI NCSL Z540-2 [8] „US Guide to the expression of uncertainty in measurement“ und im ISO/IEC „Guide on Measurement Uncertainty“ [9] gefunden werden.

7 Anwendbarkeit von Konformitäts-Bewertungsverfahren

7.1 Allgemeines

Es kann eine Analyse durchgeführt werden, um zu untersuchen, welche Teile (eines Geräts oder einer Einrichtung) elektromagnetische Felder aussenden. Eine Beschreibung der verschiedenen Teile eines Geräts (einer Einrichtung) wird empfohlen, um zu bestimmen, welche Teile elektromagnetische Felder aussenden. [Tabelle 1](#) enthält die zu betrachtenden Eigenschaften und Kennwerte der Geräte (Einrichtungen). [Tabelle 2](#) enthält eine Zusammenstellung von möglichen Bewertungsverfahren.

Tabelle 1 – Zu betrachtende Eigenschaften und Kennwerte der Geräte (Einrichtungen)

Benötigte Information	Weitere detaillierte Beschreibung der benötigten Information
Frequenz	Frequenz der Aussendungen
Wellenform	Wellenform und andere Informationen wie der Betriebszyklus (die Einschaltdauer) zur Festlegung des Spitzen- und/oder Mittelwerts der Aussendung
Mehrere Frequenzquellen	Erzeugt das Gerät (die Einrichtung) Felder bei mehr als einer Frequenz oder Felder mit einem hohen Oberschwingungsgehalt? Treten die Aussendungen gleichzeitig auf?
Aussendung von elektrischen Feldern	Spannungsunterschiede und jegliche koppelnden Teile, z. B. metallische Oberflächen, die auf ein Spannungspotential aufgeladen sind
Aussendung von magnetischen Feldern	Stromfluss und jegliche koppelnden Teile, z. B. Spulen, Wandler oder Schleifen
Aussendung von elektromagnetischen Feldern	Erzeugung oder Übertragung von hochfrequenten Signalen und jegliche abstrahlenden Teile, z. B. Antennen, Schleifen, Wandler und externe Kabel
Berührungsströme	Möglichkeit der Berührung von leitfähigen Oberflächen, wobei entweder die Oberfläche oder die Person elektromagnetischen Feldern ausgesetzt ist
Ganzkörper-Exposition	Die von einem Gerät (einer Einrichtung) erzeugten Felder erstrecken sich über einen räumlichen Bereich, der vom ganzen Körper eingenommen wird
Teilkörper-Exposition	Die von einem Gerät (einer Einrichtung) erzeugten Felder erstrecken sich nur über einen Teil des räumlichen Bereichs, der vom Körper eingenommen wird, oder über einen räumlichen Bereich, der nur von Gliedmaßen eingenommen wird
Dauer/Zeitvariation	Einschaltdauer von Aussendungen, Ein-/Ausschaltzeit der von einem Gerät (einer Einrichtung) verwendeten oder abgestrahlten Leistung. Schwankung des Leistungsverbrauchs oder der Aussendungen während des Erzeugungsvorgangs
Homogenität	Ausmaß, bis zu welchem die Feldstärken über den Körper oder den Bereich des Körpers, der exponiert ist, schwanken. Muss ohne Anwesenheit eines Körpers gemessen werden.
Fernfeld/Nahfeld	Finden Expositionen im Nahfeld statt (siehe Anhang A)? Sich ausbreitendes Nahfeld? Fernfeld?
Gepulste/transiente Felder	Sind die Aussendungen pulsmoduliert oder echte Impulse? Sind gelegentliche oder periodische Transiente im Feld vorhanden?
Physikalische Abmessungen	Ist das Gerät (die Einrichtung) so klein, dass jegliche bedeutsame Einwirkung (nur) auf einen Teil des Körpers stattfindet? In Bezug auf die Wellenlänge (Betriebsfrequenz) Ist das Gerät (die Einrichtung) so groß, dass verschiedene Teile „unabhängig“ voneinander zu Expositionen beitragen?
Leistung	Wie hoch ist die abgestrahlte Leistung? Wie hoch ist der Leistungsverbrauch? Wenn ein Antennensystem vorhanden ist, wie hoch ist die effektive Strahlungsleistung?

Benötigte Information	Weitere detaillierte Beschreibung der benötigten Information
Entfernung (Quelle zum Nutzer)	Welche räumliche Beziehung besteht zwischen dem Gerät (der Einrichtung) und der Bedienperson oder dem Nutzer, wenn es (sie) bestimmungsgemäß betrieben wird? Die für die Bewertung verwendete Entfernung muss durch den Hersteller angegeben und mit der vorgesehenen Verwendung des Geräts (der Einrichtung) im Einklang sein.
Vorgesehene Verwendung	Wie wird das Gerät (die Einrichtung) gewöhnlich benutzt? Bedingungen der vorgesehenen Verwendung, die die höchste Aussendung oder Absorption erzeugen. Betriebsbedingungen? Wie beeinflusst die vorgesehene Verwendung die räumliche Beziehung zwischen dem Gerät (der Einrichtung) und dem Nutzer? Kann die Verwendung die Aussendungseigenschaften des Geräts (der Einrichtung) beeinflussen? Kann das Gerät (die Einrichtung) Teil eines Systems sein?
Zusammenwirken zwischen Quellen/Nutzer	Ändern sich die ausgesendeten Felder, wenn das Gerät (die Einrichtung) nahe zum Körper betrieben wird? Koppelt das Gerät (die Einrichtung) während seiner (ihrer) Verwendung in den Körper ein?

Tabelle 2 – Zusammenstellung von möglichen Bewertungsverfahren

Bewertungsverfahren	Anwendbarkeitsbereich und Begrenzungen	Bezug
Fernfeld-Berechnung	Elektromagnetische Felder in einiger Entfernung von der Quelle. Sehr kleine Mikrowellengeräte, die nicht in der Nähe des Körpers verwendet werden, oder große Sender mit niedrigerer Frequenz in größeren Entfernungen. Solche Regionen des Feldes einer Antenne, wo die räumliche Feldverteilung im Wesentlichen von der Entfernung zur Antenne unabhängig ist. In dieser Region (auch Freiraumbereich genannt) besitzt das Feld vorwiegend die Eigenschaften einer ebenen Welle, d. h. eine örtlich gleichförmige Verteilung der elektrischen und magnetischen Feldstärke in Ebenen, die transversal zur Ausbreitungsrichtung sind.	Siehe Anhang A
Nahfeld-Berechnung	Elektromagnetische Felder sehr nahe zur Quelle. Es kann ein Zusammenwirken zwischen den von der Quelle abgestrahlten Feldern und dem Nutzer stattfinden.	Siehe Anhang A
Simulation mit/ohne ein Phantom	Ermittlung von Messergebnissen innerhalb des Phantoms, das einen Körper repräsentiert	Siehe Anhang B
Numerische Modellierung	Nur Berechnung	Siehe Anhang C
Körperstrom/durch Gliedmaßen fließender Strom	Messung oder Berechnung	Siehe Anhang C oder Anhang D
<i>SAR</i>	Berechnung und Messungen; 100 kHz bis 10 GHz Zur Modellierung	Siehe Anhang E Siehe Anhang C

Bewertungsverfahren	Anwendbarkeitsbereich und Begrenzungen	Bezug
<i>E</i> - und <i>H</i> -Feld-Messung	Nah- oder Fernfeld. Direkte Messung für den Vergleich mit Referenzwerten oder als Eingabe für eine detailliertere Bewertung	Siehe Anhang F
Quellenmodellierung	Vorhersage von Expositionen durch Berechnung von Aussendungen in einer spezifischen Entfernung	Siehe Anhang G
Direkte Messung von physikalischen Größen: Berührungsstrom		Siehe Anhänge D, E oder F
Die physikalischen Eigenschaften und die vorgesehene Verwendung des Gerätes (der Einrichtung) können einen Einfluss auf die Wahl des Bewertungsverfahrens haben. Zum Beispiel müssen Strahlungsquellen von elektromagnetischen Feldern, die zur Verwendung in unmittelbarer Nachbarschaft zum Körper vorgesehen sind, anders als Sender, die für feste Installationen in Gebäuden vorgesehen sind, bewertet werden.		

7.2 Generisches Verfahren zur Bewertung von Geräten (Einrichtungen)

Das folgende generische Verfahren zur Bewertung von Geräten (Einrichtungen) schließt einen Entscheidungsbaum ein, der auf der Grundlage der Informationen der [Tabellen 1](#) und [2](#) gezeichnet wurde.

- 1) Das Gerät (die Einrichtung) sollte charakterisiert werden, um die Art der Aussendung von elektromagnetischen Feldern (siehe [8.1](#)) und auch die vorgesehenen Betriebsbedingungen zu bestimmen.

Es muss eine Bewertung durchgeführt werden: Felder und Körperströme sollten für diejenige typische Position des Nutzers unter denjenigen üblichen Betriebsbedingungen bestimmt werden, für die die höchste Aussendung erreicht wird, z. B. basierend auf begrenzten Vorprüfungen, wobei die üblichen Betriebsbedingungen im Einklang mit den vom Hersteller angegebenen üblichen Betriebsbedingungen sein müssen – siehe die nachfolgende Anmerkung.

ANMERKUNG 1 Aus Gründen der Praktikabilität ist es akzeptabel, die Bewertung durchzuführen, während das Gerät (die Einrichtung) im Einklang mit der vom Hersteller angegebenen vorgesehenen Verwendung mit seinen höchsten Einstellungen (z. B. höchste Bemessungslast, höchster Bemessungsleistungsverbrauch, höchste Geschwindigkeit oder anderes) betrieben wird. Das Gerät (die Einrichtung) wird ausreichend lange betrieben, um sicherzustellen, dass die Betriebsbedingungen für diejenigen bei üblicher Verwendung typisch sind.

- 2) Durch Messung oder Berechnung (siehe [8.1](#)). Wenn diese Größen unter Berücksichtigung der Wellenform/des Frequenzgehalts (siehe [8.1](#)) und jeglicher zulässiger räumlicher und zeitlicher Mittelung unterhalb der in Frage kommenden Referenzwerte liegen, wird angenommen, dass das Gerät (die Einrichtung) die Anforderungen dieser Norm erfüllt. Wenn dies nicht der Fall ist, gehe zu 3).
- 3) Gemessene Aussendungswerte sollten mit jeglichen produktspezifischen Konformitätskriterien (z. B. Art der Aussendung, Betriebsfrequenz(bereich), Grenzwerte), die für das Gerät (die Einrichtung) abgeleitet werden können, verglichen werden ([Abschnitt 5](#)). Wenn die Aussendungswerte unterhalb der produktspezifischen Konformitätskriterien liegen, dann wird angenommen, dass das Gerät (die Einrichtung) die Anforderungen dieser Norm erfüllt. Wenn keine produktspezifischen Konformitätskriterien für das *E*-Feld, *H*-Feld oder den Körperstrom, das (der) zu bewerten ist, (z. B. durch den Hersteller) angegeben wurden oder wenn produktspezifische Konformitätskriterien angegeben wurden, aber nicht erfüllt werden, dann gehe zu 4).

ANMERKUNG 2 Die Technologie mancher Produkte kann zulassen, dass Annahmen über die Exposition von Personen gegenüber elektromagnetischen Feldern des betreffenden Geräts (der betreffenden Einrichtung) getroffen werden können, z. B. dass stets nur Magnetfelder erzeugt werden, dass immer eine Teilkörper-Exposition stattfindet usw. Es kann möglich sein, aus diesen Annahmen Konformitätskriterien für das Produkt oder den Produkttyp, wie z. B. „Wenn die magnetische Feldstärke unterhalb ... liegt“ oder „Wenn die Leistung unterhalb ... liegt“, abzuleiten.

- 4) Eine weitere Bewertung unter Einbeziehung detaillierterer Messungen, Berechnungen und Quellen-/Expositionsmodellierung sollte durchgeführt werden (siehe [8.2](#)), um den Vergleich der Expositionspiegel mit allen zutreffenden Basisgrenzwerten für die Exposition zu erlauben. Wenn die Expositionspiegel unterhalb der Basisgrenzwerte liegen, dann wird angenommen, dass das Gerät (die Einrichtung) die

Anforderungen dieser Norm erfüllt. Wenn dies nicht der Fall ist, dann wird angenommen, dass das Gerät (die Einrichtung) die Anforderungen dieser Norm nicht erfüllt.

Diese Vorgehensweise ist im nachfolgenden Flussdiagramm in [Bild 1](#) zusammengefasst.

Die Entscheidung „niedrige Leistung“ / „aus sich selbst konform mit den Anforderungen“ muss auf einer Bewertung beruhen, wobei die Aussendungen in einer das Leistungsverhalten festlegenden Norm, z. B. einer Norm, die das Leistungsverhalten eines Senders festlegt, spezifiziert sind und die Ausgangsleistung auf einen Wert begrenzt ist, bei dem der Basisgrenzwert nicht überschritten werden kann. Dies kann auch jede andere Produktnorm, die die gleiche Begrenzung der Aussendungspegel wie z. B. die [EN 50371](#) ergibt, sein. Manche Produkte nutzen eine Technologie oder verwenden Eingangsleistungen, die zur Folge haben, dass die Aussendungen die Basisgrenzwerte nicht überschreiten können, z. B. Geräte, die keine Funksender sind, wie Armbanduhren, ADSL-Modems, Rechner, Telekommunikationsgeräte und HiFi-Geräte. Dies muss während der Durchführung der Bewertung ebenfalls berücksichtigt werden.

Die Wahl des Bewertungsverfahrens ist in den vorstehenden Stufen 3) und 4) freigestellt, muss aber für die zu bewertende Expositionsgröße und die Frequenz der Aussendung geeignet sein. Wenn für eine bestimmte Expositionsgröße mehrere gleichwertige Verfahren vorhanden sind, ist es akzeptabel, nur ein Bewertungsverfahren für diese Expositionsgröße zu verwenden. Wenn nur ein Bewertungsverfahren ausgewählt wird, sollte dies eindeutig festgehalten sowie die Gründe für die Auswahl angegeben werden.

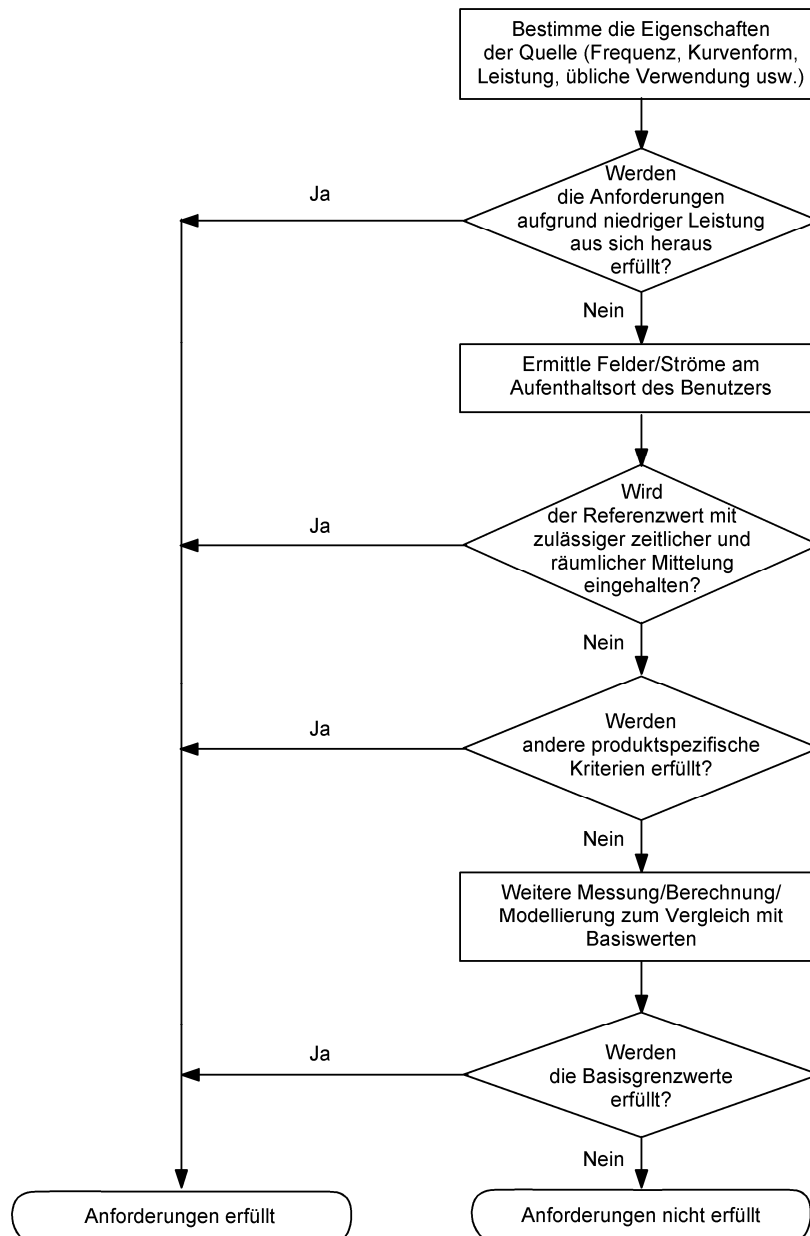


Bild 1 – Flussdiagramm für die Bewertung

8 Quellen mit mehreren Frequenzen

8.1 Einleitung

Die nachfolgenden Beispiele geben auf der Grundlage der technischen Eigenschaften der Produkte eine Anleitung dafür, welches Verfahren am meisten geeignet ist. Üblicherweise sind nicht alle Verfahren auf ein Produkt anwendbar. Wenn die Quellen voneinander unabhängig sind (keine phasenkohärente Quellen), muss die Möglichkeit, dass sich die Wirkungen dieser Expositionen addieren, in Betracht gezogen werden. Zur Berücksichtigung der Wirkungen von instabilen Signalen im Niederfrequenzbereich muss die Messzeit ausreichend lang sein. Berechnungen, die diese additive Wirkung berücksichtigen, sollten für jede Wirkung getrennt (von der anderen Wirkung) durchgeführt werden. Solche getrennten Ermittlungen sollten für thermische Wirkungen und elektrische Reizwirkungen auf den Körper durchgeführt werden.

In Situationen, in denen die Quellen nicht voneinander unabhängig sind (phasenkohärente Quellen) oder in denen die Frequenzen Oberschwingungen nur einer einzigen Quelle sind, ist die Phaseninformation von Belang. Als Beispiele sind zwei getrennte Summationsregimes für die gleichzeitige Exposition gegenüber Feldern durch ICNIRP und IEEE beschrieben. Für andere Grenzwerte können die gleichen Prinzipien angewendet werden.

ICNIRP beschreibt zwei getrennte Summationsregimes für unterschiedliche Frequenzbereiche: 1 Hz bis 10 MHz für Reizwirkungen und 100 kHz bis 300 GHz für Wärmewirkungen. Die Additivität der Wirkungen sollte für Reizwirkungen und Wärmewirkungen getrennt voneinander untersucht werden und der jeweils zutreffende Basisgrenzwert sollte eingehalten werden.

IEEE beschreibt zwei getrennte Summationsregimes für unterschiedliche Frequenzbereiche: 0 Hz bis 5 MHz für Reizwirkungen und 3 kHz bis 300 GHz für Wärmewirkungen.

8.2 Frequenzbereich von 1 Hz bis 10 MHz (ICNIRP-basiert)

8.2.1 Bewertung im Frequenzbereich

Für Untersuchungen im Frequenzbereich ist es am realistischsten, die relative Phase einzubeziehen. Dies kann durch Verwendung eines Ansatzes der Wellenformfassung mit Hilfe der *post-hoc*-Fourieranalyse erreicht werden. Dieses Verfahren ist anwendbar, wenn das Signalspektrum nur aus Linien besteht, z. B. bei magnetischen Feldern, die eine Grundschwingungsfrequenz und Oberschwingungen besitzen.

Der in diesem Frequenzbereich zu Grunde liegende Basisgrenzwert ist die induzierte Stromdichte oder das elektrische Feld vor Ort. Die auf dem Basisgrenzwert beruhenden Summationen können Betrachtungen der Phase einschließen oder nicht einschließen. Am meisten konservativ ist es, die Phaseninformation zu vernachlässigen.

Daher sollten, als ungünstigste Annahme, mehrere Stromdichten bzw. elektrische Felder vor Ort bei verschiedenen Frequenzen oder gemessene Feldwerte entsprechend der folgenden Formel summiert werden:

$$\sum_{i=1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{J_i}{J_{L,i}} \leq 1$$

Dabei ist

J_i die Stromdichte bei der Frequenz i ;

$J_{L,i}$ der Basisgrenzwert für die Stromdichte bei der Frequenz i .

Wenn elektrische und magnetische Feldstärken gemessen werden, sollten die Expositionen entsprechend den folgenden Formeln summiert werden:

$$\sum_{i=1 \text{ Hz}}^{1 \text{ MHz}} \frac{E_i}{E_{L,i}} + \sum_{i>1 \text{ MHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1$$

und

$$\sum_{j=1 \text{ Hz}}^{65 \text{ kHz}} \frac{H_j}{H_{L,j}} + \sum_{j>65 \text{ kHz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1$$

Dabei ist

E_i die elektrische Feldstärke bei der Frequenz i ;

$E_{L,i}$ der Referenzwert für die elektrische Feldstärke bei der Frequenz i ;