

	DIN EN 62369-1 (VDE 0848-369-1)	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 17.240

Einsprüche bis 2009-05-02

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 50357
(VDE 0848-357):2002-05

Entwurf

Ermittlung der Exposition von Personen gegenüber elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich 0 Hz bis 300 GHz durch Geräte mit kurzer Reichweite für verschiedene Anwendungen –

Teil 1: Felder, die durch Geräte erzeugt werden, die zur elektronischen Artikelüberwachung, Hochfrequenz-Identifizierung und für ähnliche Anwendungen verwendet werden (IEC 62369-1:2008);

Deutsche Fassung FprEN 62369-1:2008

Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from short range devices (SRDs) in various applications over the frequency range 0 GHz to 300 GHz –

Part 1: Fields produced by devices used for electronic article surveillance, radio frequency identification and similar systems

(IEC 62369-1:2008);

German version FprEN 62369-1:2008

Evaluation de l'exposition humaine aux champs électromagnétiques produits par les dispositifs radio à courte portée dans la plage de fréquence 0 GHz à 300 GHz –

Partie 1: Champs produits par les dispositifs utilisés pour la surveillance électronique des objets, l'identification par radiofréquence et les systèmes similaires

(CEI 62369-1:2008);

Version allemande FprEN 62369-1:2008

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2009-03-02 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an **dke@vde.com** in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter **www.dke.de/stellungnahme** abgerufen werden
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 80 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments FprEN 62369-1:2008 „Ermittlung der Exposition von Personen gegenüber elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich 0 Hz bis 300 GHz durch Geräte mit kurzer Reichweite für verschiedene Anwendungen – Teil 1: Felder, die durch Geräte erzeugt werden, die zur elektronischen Artikelüberwachung, Hochfrequenz-Identifizierung und für ähnliche Anwendungen verwendet werden“ (Schluss-Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Norm IEC 62369-1:2008 „Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from short range devices (SRDs) in various applications over the frequency range 0 GHz to 300 GHz – Part 1: Fields produced by devices used for electronic article surveillance, radio frequency identification and similar systems“ ist unverändert in den Schluss-Entwurf FprEN 62369-1:2008 übernommen worden.

Die Internationale Norm IEC 62369-1:2008 wurde vom TC 106 „Testing instrumentation and methods for measuring electric and magnetic fields associated with human exposure“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Es ist vorgesehen, die EN 50357:2001 durch die EN 62369-1 zu ersetzen, falls Letztere verabschiedet wird. In der zugehörigen EMF-Produktnorm EN 50364:2001 wird gegenwärtig auf die EN 50357:2001 verwiesen. Es ist vorgesehen, diese Verweisung dann in eine Verweisung auf die EN 62369-1 umzustellen.

Für diesen Norm-Entwurf 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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 50357 (VDE 0848-357):2002-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Begrenzung der im Abschnitt 3 definierten Begriffe;
- b) Ergänzung von Festlegungen zur Kalibrierung des Messgeräts und des Messplatzes in 4.2.1;
- c) Ergänzung von Festlegungen zur direkten Messung der spezifischen Absorptionsrate im neuen 4.3;
- d) Erhöhung der oberen Frequenzgrenze der Betrachtungen in 4.4.3 (vorher 4.2.2) in 50 MHz;
- e) analoge Erhöhung der unteren Frequenzgrenze der Betrachtungen in 4.4.4 (vorher 4.2.3) in 50 MHz;
- f) Streichung der Gewichtsangabe und Erhöhung der Grenzabweichung für die Größe des in 4.5.2 (vorher 4.3.1) zu Grunde gelegten ICRP-Standardmanns;
- g) Ergänzungen von Festlegungen im Abschnitt 6;
- h) Ergänzung des neuen Abschnitts 7 und Erhöhung der Nummern der nachfolgenden Abschnitte um 1;
- i) Erweiterung des in Abschnitt 9 (vorher 4.3.4) festgelegten Untersuchungsberichts um weitere Einzelheiten;
- j) Transferierung und Ergänzung von Informationen zu theoretischen Lösungen, numerischen Berechnungsverfahren und homogenen Körpermodellen aus Abschnitt 4 in den Anhang B (neue Abschnitte B.2, B.3 und B.4);
- k) Ergänzung von B.6.4 mit Informationen zu Unsicherheiten in den Werten der elektrischen Eigenschaften der Gewebearten;
- n) redaktionelle Überarbeitung und teilweise Umstrukturierung der Norm.

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
ENV 13005:1999	ISO/IEC Guide 98-3: 1995	DIN V ENV 13005:1999-06	—
EN ISO/IEC 17025:2000	ISO/IEC 17025:1999	DIN EN ISO/IEC 17025:2000-04	—
EN 50364:2001	—	DIN EN 50364 (VDE 0848-364):2002-05	VDE 0848-364
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
EN 61566:1997	IEC 61566:1997	DIN EN 61566:1999-01	—
EN 62209-1:2006	IEC 62209-1:2005	DIN EN 62209-1 (VDE 0848-209-1):2007-03	VDE 0848-209-1
EN 62311:2008	IEC 62311:2007	DIN EN 62311 (VDE 0848-211):2008-09	VDE 0848-211
ETSI/TR 100 028-1: 2001	—	—	—
—	IEC 61786:1998	—	—

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50364 (VDE 0848-364):2002-05, *Begrenzung der Exposition von Personen gegenüber elektromagnetischen Feldern von Geräten, die im Frequenzbereich von 0 Hz bis 10 GHz betrieben und in der elektronischen Artikelüberwachung (en: EAS), Hochfrequenz-Identifizierung (en: RFID) und ähnlichen Anwendungen verwendet werden; Deutsche Fassung EN 50364:2001*

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 61566, *Messung der Exposition durch hochfrequente elektromagnetische Felder – Feldstärke im Frequenzbereich 100 kHz bis 1 GHz*

DIN EN 62209-1 (VDE 0848-209-1), *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)*

DIN EN 62311 (VDE 0848-211), *Bewertung von elektrischen und elektronischen Einrichtungen in Bezug auf Begrenzungen der Exposition von Personen in elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz)*

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*

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

Deutsche Fassung

Ermittlung der Exposition von Personen gegenüber elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich 0 Hz bis 300 GHz durch Geräte mit kurzer Reichweite für verschiedene Anwendungen –

Teil 1: Felder, die durch Geräte erzeugt werden, die zur elektronischen Artikelüberwachung, Hochfrequenz-Identifizierung und für ähnliche Anwendungen verwendet werden
(IEC 62369-1:2008)

Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from short range devices (SRDs) in various applications over the frequency range 0 GHz to 300 GHz – Part 1: Fields produced by devices used for electronic article surveillance, radio frequency identification and similar systems
(IEC 62369-1:2008)

Evaluation de l'exposition humaine aux champs électromagnétiques produits par les dispositifs radio à courte portée dans la plage de fréquence 0 GHz à 300 GHz – Partie 1: Champs produits par les dispositifs utilisés pour la surveillance électronique des objets, l'identification par radiofréquence et les systèmes similaires
(CEI 62369-1:2008)

Dieser Entwurf für eine Europäische Norm wird den CENELEC-Mitgliedern zum Einstufigen Annahmeverfahren vorgelegt.

CENELEC Termin: 2009-02-13

Der Text dieses Entwurfes umfasst den Text von IEC 62368-1:2008.

Wenn aus diesem Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CENELEC-Mitglieder 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.

Dieser Entwurf für eine Europäische Norm wurde von CENELEC in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. 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.

Warnvermerk: Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Europäischen Norm. Es wird zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Europäische Norm in Bezug genommen werden.

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.

Projekt: 20687

Ref. Nr. FprEN 62369-1:2008 D

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm IEC 62369-1:2008, der vom IEC TC 106 „Methods for the assessment of electric, magnetic and electromagnetic fields associated with human exposure“ ausgearbeitet wurde, wird von CENELEC dem Einstufigen Annahmeverfahren zur Annahme als Europäische Norm unterworfen.

Diese Europäische Norm wird EN 50357:2001 ersetzen.

Nachstehende Daten werden vorgeschlagen:

- spätestes Datum, zu dem das Vorhandensein der EN auf nationaler Ebene angekündigt werden muss (doa): dor + 6 Monate
- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): dor + 12 Monate
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): dor + 36 Monate
(bei der Abstimmung zu bestätigen oder zu ändern)

Anmerkung des Sekretariats des CENELEC/TC 106X (vor der Veröffentlichung der Norm zu entfernen):

IEC 62369-1:2008, ausgearbeitet vom IEC TC 106 ist eine aktualisierte Fassung der EN 50357:2001, die von der CENELEC TC 106X/WG 2 ausgearbeitet wurde, und wird diese ersetzen.

Die unter der Niederspannungs- und der R&TTE-Richtlinie harmonisierte EN 50364:2001 verweist für den Zweck der Konformitätsbeurteilung auf der EN 50357. Es ist vorgesehen, dass eine neue Ausgabe der EN 50364, in der die Verweisung auf die EN 62369-1 aktualisiert wurde, dem Abstimmungsverfahren unterworfen wird, wenn das Abstimmungsergebnis zur FprEN 62369-1 verfügbar ist.

Text der FprEN 62369-1

Der Text dieses Europäischen Norm-Entwurfs besteht aus dem Text der Internationalen Norm IEC 62369-1:2008.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung.....	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe, Definitionen und Abkürzungen	9
3.1 Größen	9
3.2 Konstanten	9
3.3 Begriffe.....	9
4 Messungen und Berechnungen zur Ermittlung der Übereinstimmung des Gerätes (der Einrichtung) mit den Anforderungen	15
4.1 Einleitung	15
4.2 Bewertungen gegen die Referenzwerte	15
4.3 Messungen der spezifischen Absorptionsrate	24
4.4 Numerische Modellierung, um die Übereinstimmung mit Basisgrenzwerten zu zeigen.....	27
4.5 Ermittlungen unter Verwendung von inhomogenen Modellen für den Vergleich mit Basisgrenzwerten	30
4.6 Messung von in Gliedmaßen induzierten Strömen und Berührungsströmen (Kontaktströmen)	32
5 Messungen zur Feldüberwachung.....	32
5.1 Allgemeines.....	32
5.2 Messungen des Feldes.....	33
5.3 Zusätzliche Ermittlung.....	33
6 Exposition gegenüber Quellen mit mehreren Frequenzen oder komplexen Wellenformen.....	34
7 Exposition gegenüber mehreren Quellen	34
8 Unsicherheit	35
8.1 Allgemeines.....	35
8.2 Ermittlung von Unsicherheiten.....	35
8.3 Beispiele von typischen Unsicherheitskomponenten	36
8.4 Gesamtunsicherheiten	36
9 Untersuchungsbericht	37
Anhang A (informativ) Eigenschaften von Einrichtungen (Systemen)	38
A.1 Einleitung	38
A.2 EAS-Einrichtungen (Systeme)	38
A.2.1 Allgemeine Beschreibung	38
A.2.2 Arten von EAS-Systemen und Betriebsprinzipien	39
A.2.3 EAS-Detektorsysteme, die für den Schutz von Ein- oder Ausgängen verwendet werden	40
A.2.4 Exposition der allgemeinen Bevölkerung (öffentliche Bereiche)	41
A.2.5 Berufliche Exposition	42

	Seite
A.2.6 EAS-Desktop- und Aktivierungs-/Deaktivierungseinrichtungen	42
A.2.7 Beschreibung der magnetischen Felder von Deaktivatoren	42
A.3 RFID-Einrichtungen (Systeme)	43
A.3.1 Einführung	43
A.3.2 Drahtlose Kommunikation	43
A.3.3 Das RFID-System	45
A.3.4 Funktionsweise von RFID	47
Anhang B (informativ) Informationen zur numerischen Modellierung	49
B.1 Einführung	49
B.2 Theoretische Lösungen	49
B.2.1 Induzierte Stromdichte	49
B.2.2 Elektrisches Feld am Aufstell- und Betriebsort	50
B.2.3 Spezifische Absorptionsrate	50
B.3 Numerische Berechnungsverfahren	51
B.3.1 Allgemeines	51
B.3.2 Numerische Modellierungsverfahren	51
B.3.3 Berechnung von Feldstärken	51
B.3.4 Expositionsberechnungen	52
B.4 Homogene Körpermodelle	52
B.4.1 Allgemeines	52
B.4.2 Scheibenförmige Modelle	53
B.4.3 Würfelförmige Modelle	54
B.4.4 Kugelförmige Modelle	56
B.4.5 Homogenes Modell des menschlichen Körpers	61
B.4.6 Homogenes Modell der menschlichen Hand	63
B.5 Anatomische Modelle	63
B.6 Elektrische Eigenschaften des Gewebes	65
B.6.1 Allgemeines	65
B.6.2 Werte der elektrischen Eigenschaften der Gewebe	65
B.6.3 Näherungswerte der Leitfähigkeiten für die homogene Modellierung bei niedrigen Frequenzen	68
B.6.4 Unsicherheiten	69
Anhang C (informativ) Ein vereinfachtes Verfahren für die Summation bei mehreren Quellen	70
C.1 Einführung	70
C.2 Expositionsverhältnis einer einzelnen Quelle	70
C.3 Summation für elektrische Reizwirkungen (niedrige Frequenzen)	71
C.4 Summation für Wärmewirkungen (hohe Frequenzen)	71
Anhang D (informativ) Unsicherheit	73
D.1 Einführung	73

	Seite
D.2 Geteilte Unsicherheitsbilanz	73
D.3 Verwendung des Unsicherheitswerts zum Vergleich mit Grenzwerten	73
Literaturhinweise	74

Bilder

Bild 1 – Allgemeines Messgitter für den Rumpf	19
Bild 2 – Allgemeines Messgitter für den Kopf	19
Bild 3 – Einzelne auf dem Boden stehende Antenne	20
Bild 4 – Duale auf dem Boden stehende Antenne	20
Bild 5 – Einzelne Bodenantenne	21
Bild 6 – Einzelne Deckenantenne	21
Bild 7 – Kombinierte Boden- und Deckenantenne	22
Bild 8 – „Durchgang“-Rahmenantenne	22
Bild 9 – Auf dem Tisch oder Schalter montierte Antenne	23
Bild 10 – Vertikale, an der Wand oder am Rahmen montierte Antenne	23
Bild 11 – Handgehaltene Antenne	24
Bild 12 – Scheibenförmiges Modell	28
Bild 13 – Würfelförmiges Modell	28
Bild 14 – Kugelförmiges Modell	28
Bild A.1 – Beispiels einer am Ausgang installierten Einrichtung, den Detektionsbereich zeigend	41
Bild A.2 – Beispiels für eine an der Kasse installierte Einrichtung	41
Bild A.3 – Induktive Kopplung	43
Bild A.4 – Elektromagnetische Kopplung	43
Bild A.5 – Kapazitive Kopplung	43
Bild A.6 – Übersicht über ein RFID-System	45
Bild B.1 – In einer Schleife induzierter Strom	49
Bild B.2 – Scheibenförmiges Modell	53
Bild B.3 – Für Eignungsnachweise verwendetes scheibenförmiges Modell	54
Bild B.4 – Würfelförmiges Modell	55
Bild B.5 – Beispiel für ein würfelförmiges Modell, den induzierten Strom in drei Dimensionen zeigend	55
Bild B.6 – Gestreckte Kugelform (Sphäroid)	56
Bild B.7 – Helmholtzspulen und gestreckte Kugelform (Sphäroid)	57
Bild B.8 – Ergebnisse für eine gestreckte Kugelform (Sphäroid) mit 60 cm × 30 cm (magnetisches Feld)	58
Bild B.9 – Ergebnisse für eine gestreckte Kugelform (Sphäroid) mit 60 cm × 30 cm (induzierte Stromdichte)	58
Bild B.10 – Ergebnisse für eine gestreckte Kugelform (Sphäroid) mit 120 cm × 60 cm (magnetisches Feld)	59
Bild B.11 – Ergebnisse für eine gestreckte Kugelform (Sphäroid) mit 120 cm × 60 cm (induzierte Stromdichte)	59

Bild B.12 – Ergebnisse für eine gestreckte Kugelform (Sphäroid) mit 160 cm × 80 cm (magnetisches Feld)	60
Bild B.13 – Ergebnisse für eine gestreckte Kugelform (Sphäroid) mit 160 cm × 80 cm (induzierte Stromdichte)	60
Bild B.14 – Homogenes Modell des menschlichen Körpers	62
Bild B.15 – Homogenes Modell des menschlichen Körpers (induzierter Strom)	62
Bild B.16 – Homogenes Modell der menschlichen Hand	63
Bild B.17 – Näherungswerte der Leitfähigkeiten für die homogene Modellierung bei niedrigen Frequenzen	69

Tabellen

Tabelle 1 – Maße und Entfernungen für die Bilder 1 bis 11	18
Tabelle 2 – Maße und Abstände für vereinfachte Körperformen	28
Tabelle 3 – Maximale Gesamtunsicherheiten der Ermittlung	36
Tabelle A.1 – Frequenzbänder und typische Systemeigenschaften	44
Tabelle A.2 – Beispielhafte Frequenzbänder und ihre Anwendungen	44
Tabelle B.1 – Maße des scheibenförmigen Modells nach Bild B.2	53
Tabelle B.2 – Maße des würfelförmigen Modells nach Bild B.4	55
Tabelle B.3 – Maße der gestreckte Kugelform (Sphäroid) nach Bild B.6	56
Tabelle B.4 – Zusammenfassung der Ergebnisse	61
Tabelle B.5 – Beispiele von anatomischen Modellen	64

Einleitung

Elektromagnetische Felder wirken mit dem menschlichen Körper und anderen biologischen Systemen durch eine Anzahl von physikalischen Mechanismen zusammen. Die Hauptmechanismen des Zusammenwirkens beruhen auf Einwirkungen auf das Nervensystem (Reizwirkungen) und Erwärmung. Diese Effekte sind frequenzabhängig und werden durch biologisch relevante Größen beschrieben. Auf der Grundlage von wissenschaftlich anerkannten gesundheitlichen Wirkungen existieren internationale, regionale und in manchen Fällen nationale Anforderungen zur Exposition (von Personen). Diese Anforderungen sind in Form von Basisgrenzwerten für Größen gegeben, die nicht notwendigerweise unmittelbar messbar sind und hohe Sicherheitsfaktoren enthalten, um ein hohes Schutzniveau sicherzustellen. Diese Größen können entweder für jeden Fall rechnerisch ermittelt oder durch Messung eines Referenzwertes, der eine vorher abgeleitete Beziehung zum Basisgrenzwert besitzt, – üblicherweise unter Zugrundelegung von ungünstigsten Fernfeldbedingungen – bestimmt werden. Die Einhaltung des Referenzwerts stellt die Einhaltung des entsprechenden Basisgrenzwerts sicher, außer in bestimmten spezifischen Nahfeldsituationen, die üblicherweise in den anwendbaren Expositionsrichtlinien erwähnt oder herausgehoben werden. Wenn die Messwert den Referenzwert überschreitet, folgt daraus nicht notwendigerweise, dass der Referenzwert ebenfalls überschritten ist. In solchen Fällen sind detailliertere Ermittlungsverfahren erforderlich, die spezifisch auf die Art des Gerätes bzw. der Einrichtung und der Exposition zugeschnitten sind.

Diese Norm bildet einen Teil einer mehrteiligen Normenreihe, die die Ermittlung der Exposition von Personen gegenüber elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz, die durch Geräte mit kurzer Reichweite für verschiedene Anwendungen ausgesendet werden, zum Gegenstand hat.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der Internationalen Normenreihe IEC 62369 enthält Verfahren zur Ermittlung der Exposition von Personen gegenüber elektromagnetischen Feldern (EMF) von Geräten, die in der elektronischen Artikelüberwachung (en: EAS), Hochfrequenz-Identifizierung (en: RFID) und ähnlichen Anwendungen verwendet werden. Sie legt ein abgestuftes Verfahren zur Erleichterung der Beurteilung, ob die Anforderungen erfüllt sind, fest. Die erste Stufe (Stufe 1) besteht aus einer einfachen Messung der Aussendung und ihres Vergleichs mit den zutreffenden Referenzwerten (abgeleiteten Werten). Die zweite Stufe (Stufe 2) besteht aus einer komplexeren Serie von Messungen oder Berechnungen im Verbund mit Analyseverfahren. Die dritte Stufe (Stufe 3) erfordert eine detailliertere Modellierung und Analyse, um einen Vergleich mit Basisgrenzwerten durchzuführen. Für die Beurteilung eines beliebigen Geräts darf das für die Expositionssituation am meisten geeignete Verfahren verwendet werden.

Zum Zeitpunkt der Ausarbeitung dieser Internationalen Norm werden elektronischen Artikelüberwachungssysteme, Hochfrequenz-Identifizierungssysteme und ähnliche Systeme üblicherweise nicht bei Frequenzen unterhalb 1 kHz oder oberhalb 10 GHz betrieben. EMF-Expositionsrichtlinien und -normen können einen weiteren Bereich von Frequenzen abdecken, so dass die Klärung des erforderlichen Bereichs (der zu betrachten ist) als Teil der Ermittlungsverfahren einbezogen ist.

Die von diesem Dokument erfassten Geräte bzw. Einrichtungen besitzen üblicherweise nicht-gleichförmige Feldmuster. Die Feldstärke der von diesen Geräten ausgehenden Felder nimmt oft schnell mit der Entfernung ab und für die Exposition gegenüber den Feldern dieser Geräte gelten Nahfeldbedingungen, unter denen die Beziehung zwischen elektrischen und magnetischen Feldern nicht konstant ist. Dies wird zusammen mit typischen Expositionsbedingungen für unterschiedliche Gerätearten im Anhang A im Einzelnen beschrieben.

Anhang B enthält umfassende Informationen, die die numerische Modellierung der Expositionssituation unterstützen. Er schließt sowohl homogene und anatomische Modelle als auch die elektrischen Eigenschaften des Gewebes ein.

Diese Internationale Norm enthält keine Grenzwerte. Grenzwerte können separat veröffentlichten Richtlinien zur Exposition von Personen (gegenüber elektromagnetischen Feldern) entnommen werden. In verschiedenen Regionen können unterschiedliche Richtlinien und Grenzwerte gültig sein. Mit diesen Richtlinien sind üblicherweise auch Verfahren für die Summation über weitere Frequenzbereiche oder bei mehreren Expositionsquellen verbunden. Diese sind zu verwenden. Anhang C enthält ein vereinfachtes Verfahren für eine Summation bei mehreren Quellen. Dieses muss mit Vorsicht verwendet werden, da es vereinfacht ist und zu einer Überschätzung der Exposition führt, jedoch ist es nützlich zur Orientierung, wenn die Ergebnisse von verschiedenen Ermittlungen in unterschiedlichen Maßeinheiten, die nicht miteinander vergleichbar sind, angegeben sind.

Verschiedene Länder und Regionen besitzen unterschiedliche Richtlinien für die Behandlung von Unsicherheiten bei der Ermittlung. Anhang D enthält Informationen zu den beiden am meisten gebräuchlichen Verfahren.

Literaturhinweise am Ende dieser Norm stellen sowohl allgemeine als auch nützliche Informationen zur Messung von elektromagnetischen Feldern zur Verfügung. Siehe [1], [2], [3], [4], [5], [6]¹⁾.

Alternativ können ähnliche internationale oder nationale Normen verwendet werden.

2 Normative Verweisungen

Keine vorhanden.

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

3 Begriffe, Definitionen und Abkürzungen

Die international anerkannten SI-Einheiten werden in diesem Schriftstück verwendet.

3.1 Größen

<u>Größe</u>	<u>Symbol</u>	<u>Einheit</u>	<u>Benennung</u>
Elektrische Feldstärke	E	Volt pro Meter	Vm^{-1}
Elektrische Flussdichte	D	Coulomb pro Quadratmeter	Cm^{-2}
Elektrische Leitfähigkeit	σ	Siemens pro Meter	Sm^{-1}
Frequenz	f	Hertz	Hz
Magnetische Feldstärke	H	Ampere pro Meter	Am^{-1}
Magnetische Flussdichte	B	Tesla (Vs/m^2)	T
Massedichte	ρ	Kilogramm pro Kubikmeter	kgm^{-3}
Permeabilität	μ	Henry pro Meter	Hm^{-1}
Permittivität	ϵ	Farad pro Meter	Fm^{-1}
Leistungsdichte	S	Watt pro Quadratmeter	Wm^{-2}
Spezifische Absorptionsrate	SAR	Watt pro Kilogramm	Wkg^{-1}
Stromdichte	J	Ampere pro Quadratmeter	Am^{-2}
Wellenlänge	λ	Meter	m
Temperatur	T	Kelvin	K

3.2 Konstanten

<u>Physikalische Konstante</u>	<u>Symbol</u>	<u>Größe</u>
Lichtgeschwindigkeit im freien Raum	c	$2,997 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
Permittivität des freien Raumes	ϵ_0	$8,854 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$
Permeabilität des freien Raumes	μ_0	$4 \pi \times 10^{-7} \text{ Hm}^{-1}$
Impedanz des freien Raumes	Z_0	120π (oder 377) Ω

3.3 Begriffe

3.3.1

Antenne

leitende Elemente, die Energie im Hochfrequenzspektrum abstrahlen und/oder empfangen

3.3.2

mittlere (zeitlich) absorbierte Leistung

P_{avg}

zeitlich gemittelte übertragene Energiemenge, die definiert wird durch:

$$P_{\text{avg}} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} P(t) dt$$

Dabei sind t_1 und t_2 die Zeit des Beginns und des Endes der Exposition (das Zeitintervall $t_2 - t_1$ ist die Expositionsdauer)

3.3.3

Mittelungszeit

t_{avg}

geeignete Zeit, über die die Exposition zum Zweck der Bestimmung der Übereinstimmung (mit den Anforderungen) gemittelt wird

3.3.4

Bandbreite

Frequenzbereich oder -band im elektromagnetischen Spektrum, innerhalb dessen ein System in der Lage ist, zu empfangen und/oder zu senden

3.3.5

Basisgrenzwert

Werte für die Exposition von Personen gegenüber zeitlich variablen elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern, die unmittelbar auf anerkannten gesundheitlichen Auswirkungen beruhen, wobei ein hohes Sicherheitsniveau einbezogen ist. Diese Werte können in Form von induzierten Stromdichten, am Standort auftretenden elektrischen Feldstärken, der spezifischen Absorptionsrate oder von ähnlichen dosimetrischen Größen definiert sein.

3.3.6

Träger

Frequenz, die zum Transport von Daten benutzt wird, indem die Trägerwelle geeignet moduliert wird

3.3.7

Leitfähigkeit

σ

Verhältnis der Stromdichte in einem Medium zur elektrischen Feldstärke in einem Medium:

$$J = \sigma E$$

3.3.8

Stromdichte

J

Strom je Flächeneinheit, der durch das elektromagnetische Feld im Körper induziert wird

3.3.9

Deaktivator

Gerät, das Transponder umschaltet, sodass sie nicht mehr länger antworten

3.3.10

dielektrische Konstante

ϵ

siehe Permittivität

3.3.11

elektrische Feldstärke

E

Größe eines Feldvektors in einem Punkt, die die Kraft (F) auf eine unendlich kleine Ladung (q), dividiert durch die Ladung, darstellt:

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

3.3.12

elektrische Flussdichte

D

Größe eines Feldvektors, die gleich der elektrischen Feldstärke (*E*), multipliziert mit der Permittivität (ϵ), ist:

$$D = \epsilon E$$

3.3.13

elektronische Artikelüberwachung

(en: EAS)

System, das die Anwesenheit von Transpondern detektiert und das häufig für Zwecke der Diebstahlsicherung verwendet wird

3.3.14

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

3.3.15

Expositionspegel

Wert der zu analysierenden Größe, die verwendet wird, wenn eine Person elektromagnetischen Feldern oder Berührungsströmen ausgesetzt ist

3.3.16

Expositionsanforderungen

Norm, Empfehlung, Satz von Richtlinien oder Grenzwerten oder anderen Dokumenten, die Expositionspegel zum Zweck der Orientierung, Beurteilung oder Konformität definieren

3.3.17

Fernfeld

derjenige Bereich des Feldes einer Antenne, in dem die zirkular polarisierte Feldverteilung im Wesentlichen unabhängig von der Entfernung zur Antenne ist. In diesem Bereich (der auch Freiraumbereich genannt wird) besitzt das Feld überwiegend die Eigenschaften einer ebenen Welle, d. h. örtlich gleichförmige Verteilung der elektrischen und magnetischen Feldstärke in Ebenen, die transversal zur Ausbreitungsrichtung sind,

3.3.18

Oberschwingungen

Vielfache einer Grundfrequenz, die unveränderlich niedrigere Amplituden aufweisen

3.3.19

induzierter Strom

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

3.3.20

Lesegerät

Interrogator

Modul, in dem die gesamte grundlegende Verarbeitung des Datenprotokolls stattfindet und das eine Schnittstelle zum Transponder besitzt (zur Kommunikation und Erleichterung des Datenverkehrs). Ein Interrogator ist häufig auch als Lesegerät bekannt.

3.3.21

magnetische Flussdichte

B

Größe eines Feldvektors, die gleich der magnetischen Feldstärke *H*, multipliziert mit der Permeabilität (μ), ist:

$$B = \mu H$$

3.3.22

magnetische Feldstärke

H

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

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

[oder magnetische Flussdichte, dividiert durch die Permeabilität des Mediums, siehe „magnetische Flussdichte“]

3.3.23

Nahfeld

Bereich im Allgemeinen in der Nähe einer Antenne oder einer anderen abstrahlenden Struktur, in dem die elektrischen und magnetischen Felder nicht die Eigenschaften einer ebenen Welle haben, sondern von Punkt zu Punkt beträchtlich schwanken. Der Nahfeldbereich wird ferner in zwei Unterbereiche unterteilt. Der **reaktive Nahfeldbereich** befindet sich in unmittelbarster Nachbarschaft zur abstrahlenden Struktur und enthält den größten Anteil oder nahezu die gesamte gespeicherte Energie. Der **abstrahlende Nahfeldbereich** ist dort, wo das Abstrahlungsfeld gegenüber dem reaktiven Feld überwiegt, jedoch fehlen die wesentlichen Eigenschaften einer ebenen Welle und die Struktur ist kompliziert.

3.3.24

Permeabilität

μ

Eigenschaft eines Materials, die die Beziehung zwischen der magnetischen Flussdichte B und der magnetischen Feldstärke H definiert. Sie wird gewöhnlich verwendet als Kombination aus der Permeabilität des freien Raumes und der relativen Permeabilität spezifischer dielektrischer Materialien:

$$\mu = \mu_r \mu_0 = B / H$$

Dabei ist

μ Permeabilität des Mediums, ausgedrückt in Henry pro Meter (Hm^{-1})

μ_0 Permeabilität des Vakuums

μ_r relative Permeabilität

3.3.25

Permittivität

ε

Eigenschaft eines dielektrischen Materials (z. B. biologisches Gewebe), die die Beziehung zwischen der elektrischen Flussdichte D und der elektrischen Feldstärke E definiert. Sie wird gewöhnlich verwendet als Kombination aus der Permittivität des freien Raumes und der relativen Permittivität (Dielektrizitätskonstante) (oder dielektrischen Konstante) spezifischer dielektrischer Materialien:

$$\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0 = D / E$$

Dabei ist

ε Permittivität des Mediums, ausgedrückt in Farad pro Meter (Fm^{-1})

ε_0 Permittivität des Vakuums

ε_r relative Permittivität

3.3.26

Leistungsdichte

S

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

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

Dabei wird E und H in Vm^{-1} bzw. Am^{-1} und S in Wm^{-2} ausgedrückt.

ANMERKUNG Obwohl viele Übersichtsgeräte (Messgeräte) in Einheiten der Leistungsdichte anzeigen, stellen E oder H oder das Quadrat dieser Größen die tatsächlich gemessenen Größen dar. Ferner sollte beachtet werden, dass der Wert 377Ω nur für Freiraum-Fernfeld-Messbedingungen gültig ist (und nicht für induktive Geräte gilt, die im reaktiven Nahfeld betrieben werden).

3.3.27

Hochfrequenz-Identifizierung

RFID

System, das die in Transpondern gespeicherten Daten mit Hilfe von elektromagnetischen Feldern liest. Manche Kombinationen aus System und Transponder erlauben auch, dass neue oder aktualisierte Daten zu Transpondern übertragen werden (Lesen/ Schreiben).

3.3.28

Lesen

Dekodieren, Extrahieren und Darstellen von Daten der von einem Transponder gesendeten Formatierungs-, Steuer- und Fehlermanagementbits

3.3.29

Lese-/Schreib-Transponder

Transponder, deren Daten wiederholt modifiziert werden können, werden Lese-/Schreib-Transponder genannt

3.3.30

Referenzwert

maximal zulässige Exposition

Auslösewert

Wert der Exposition in Form einer direkt messbaren Größe, der konservativ aus den Basisgrenzwerten solcherart abgeleitet wurde, dass die Einhaltung der Referenzwerte sicherstellt, dass auch die Basisgrenzwerte, aus denen sie abgeleitet wurden, eingehalten sind. Eine Nichteinhaltung (Überschreitung) der Referenzwerte bedeutet jedoch nicht notwendigerweise, dass die Basisgrenzwerte, aus denen sie abgeleitet wurden, ebenfalls nicht eingehalten (überschritten) sind. Jedoch sind dann zusätzliche Ermittlungen oder Maßnahmen erforderlich, um zu zeigen, dass die Basisgrenzwerte eingehalten sind.

3.3.31

Effektivwert

(en: root-mean-square; rms)

Effektivwert oder mit der Erwärmung in J (Joule) verbundener Wert einer periodischen elektromagnetischen Welle. Der Effektivwert ergibt sich durch die Bildung der Quadratwurzel aus dem Mittelwert des Quadrates des Wertes einer Funktion:

$$X = \sqrt{\frac{1}{N} \int_0^N [f(x)]^2 dx}$$

oder in seiner äquivalenten Form für eine Reihe von diskreten Teilen:

$$X = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (X_n)^2}$$

ANMERKUNG Obwohl viele Übersichtsgeräte (Messgeräte) den Effektivwert anzeigen, stellt die Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate (Ersatzfeldstärke) die tatsächlich gemessene Größe dar. Die Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate ergibt sich aus drei einzelnen Effektivwerten der Feldstärke, die in drei zueinander senkrechten Raumrichtungen unter Nichtberücksichtigung ihrer Phasenbeziehung gemessen wurden.

3.3.32

Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate

(en: root-sum-square; rss)

quadratisches Mittel

Effektivwert oder mit der Erwärmung in J (Joule) verbundener Wert einer periodischen elektromagnetischen Welle. Die Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate ergibt sich durch die Bildung der Quadratwurzel aus der Summe der Quadrate der Werte einer Funktion

$$X = \sqrt{\int_0^N [f(x)]^2 dx}$$

oder in ihrer äquivalenten Form für eine Reihe von diskreten Teilen:

$$X = \sqrt{\sum_{n=1}^N (X_n)^2}$$

3.3.33

spezifische Absorptionsrate

spezifische Energieabsorptionsrate

SAR

zeitliche Ableitung der enthaltenen elektromagnetischen Energie (dW), die durch eine (in einer) in einem Volumenelement (dV) mit gegebener Massedichte (ρ) enthaltene(n) Masse (dm) absorbiert (verteilt) wird:

$$SAR = \frac{d}{dt} \left(\frac{dW}{dm} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{dW}{\rho dV} \right)$$

Die SAR wird in Watt pro Kilogramm (Wkg^{-1}) angegeben.

ANMERKUNG Die SAR kann wie folgt berechnet werden:

$$SAR = \frac{\sigma E_i^2}{\rho}$$

$$SAR = c_i \left. \frac{dT}{dt} \right|_{\text{bei } t_0}$$

Dabei ist

E_i	Effektivwert der elektrischen Feldstärke im Gewebe in V/m
σ	elektrische Leitfähigkeit des Körpergewebes in S/m
ρ	Körpergewebedichte in kg/m^3
c_i	Wärmekapazität des Körpergewebes in $Jkg^{-1}K^{-1}$
$\left. \frac{dT}{dt} \right _{t=0}$	Zeitableitung der Anfangstemperatur des Körpergewebes in K/s

3.3.34

Berührungstrom

durch einen Körper fließender Strom, wenn er einen oder mehrere zugängliche leitfähige Teile einer Anlage oder des Transponders eines Geräts (in einem elektromagnetischen Feld) berührt

3.3.35

Transponder Sendeempfänger Umsetzer

Sender-/Empfängerpaar, das in einer einzelnen Verpackung enthalten ist und dafür entworfen wurde, auf ein äußeres Interrogationssignal zu antworten. Dieses wird oft auch als Plakette, elektronische Plakette, elektronisches Label, elektronischer Strichcode (Barcode), RFID-Chip, Codeplatte und durch eine Vielzahl weiterer Begriffen bezeichnet.

3.3.36

Wellenlänge

die Wellenlänge (λ) einer elektromagnetischen Welle ist auf die Frequenz (f) und die Lichtgeschwindigkeit (c) durch die nachfolgende Gleichung bezogen:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Dabei ist (c) die Lichtgeschwindigkeit in ms^{-1} ausgedrückt.

ANMERKUNG Im freien Raum ist die Geschwindigkeit der Welle gleich der Geschwindigkeit des Lichtes (c) im freien Raum.

4 Messungen und Berechnungen zur Ermittlung der Übereinstimmung des Gerätes (der Einrichtung) mit den Anforderungen

4.1 Einleitung

Dieser Abschnitt stellt ein dreistufiges Verfahren zur Bewertung der Exposition zur Verfügung. Die Stufen variieren in der Komplexität und die für das betrachtete Gerät (die betrachtete Einrichtung) und die Expositionssituation am besten geeignete sollte verwendet werden.

Bewertungen werden entweder gegen die Basisgrenzwerte oder gegen abgeleitete Referenzwerte durchgeführt. Die den Referenzwerten zugeordneten Größen bzw. Parameter sind direkt messbar und werden somit in 4.2 für das einfachste Bewertungsverfahren verwendet. Die Verwendung der Parameter der Basisgrenzwerte sorgt für eine grundlegendere Ermittlung der Exposition; es ist aber schwierig oder unmöglich, sie direkt zu messen, sodass Berechnungsverfahren, und numerische Modellierungstechniken, erforderlich sind. Verfahren für Bewertungen gegen die Basisgrenzwerte werden in 4.4 und 4.5 zur Verfügung gestellt, wobei der Grad an Schwierigkeit und Komplexität zunimmt. Die Modellierung nach 4.4 berücksichtigt die Inhomogenität der Felder, aber nicht diejenige des menschlichen Gewebes. Die Modellierung nach 4.5 berücksichtigt auch die Inhomogenität des menschlichen Gewebes und seine Eigenschaften.

4.6 enthält ein Verfahren zum Nachweis der Übereinstimmung mit den Anforderungen für Berührungs- (Kontakt-) und in Gliedmaßen induzierte Ströme. Dieses muss in allen Fällen angewandt werden.

4.2 Bewertungen gegen die Referenzwerte

4.2.1 Einleitung

Dieser Abschnitt beschreibt das Verfahren für die Bestimmung der Übereinstimmung eines Systems mit Feldstärke-Referenzwerten.

Das Messgerät muss für den Messzweck geeignet sein und den Frequenzbereich der Aussendungen der zu prüfenden Einheit abdecken. Wenn breitbandige Messgeräte verwendet werden, muss die Bandbreite des Gerätes den Bereich der ausgesendeten Frequenzen abdecken. Das Messgerät darf ein frequenzabhängiges Verhalten haben, das mit den Grenzwerten korreliert. Sämtliche für die Anwendung dieser Norm verwendeten Messgeräte müssen von einem geeigneten akkreditierten Laboratorium kalibriert worden sein, wobei die Ergebnisse rückführbar sein müssen. Der für die Ermittlung der Übereinstimmung des Produkts mit den Anforderungen verwendete Messplatz oder die hierfür verwendete Messeinrichtung muss ebenfalls geeignet

kalibriert sein; jedoch kann es sein, dass dieses für Messungen am Aufstell- und Betriebsort des zu messenden Geräts (der zu messenden Einrichtung) nicht möglich ist. Wenn ein nicht kalibrierter Messplatz oder eine nicht kalibrierte Messeinrichtung verwendet wird, muss sorgfältig darauf geachtet werden, dass äußere Einflüsse, die die Ergebnisse beeinflussen können, vermieden oder berücksichtigt werden. Sämtliche Einflüsse dieser Art und die Abhilfemaßnahmen sollten zusammen mit sämtlichen Unsicherheiten, die durch sie erzeugt werden, im Untersuchungs- bzw. Prüfbericht festgehalten werden.

Die zur Messung von Expositionswerten verwendeten Messgeräte müssen auf dem Markt erhältlich oder speziell für den Messzweck entworfen sein. IEC 61786 und IEC 61566 stellen Informationen über solche Messungen und Geräte zur Verfügung.

Um die Expositionsbedingungen vollständig zu charakterisieren, kann es erforderlich sein, mehrere Messgeräte einschließlich breitbandige Messgeräte, Oszilloskope oder Spektrumanalysatoren zu verwenden. Falls mehr als ein Messgerät verwendet wird, kann es jedoch sein, dass eine gewisse Überlappung der Bereiche der Messgeräte nicht vermeidbar ist. In diesem Fall sollte eine unnötige Überbewertung der Pegel minimiert werden. Spektralinformationen sind erforderlich, um die Übereinstimmung mit frequenzabhängigen Werten zu bestimmen. Messungen müssen unter Verwendung von Messgeräten durchgeführt werden, die in der Lage sind, die relevanten Signaleigenschaften im Frequenz- und Zeitbereich zu messen. Im Fall von Messungen im Zeitbereich kann es erforderlich sein, den Frequenzgehalt zu messen, um ihn mit den Referenzpegeln zu vergleichen.

Es ist erforderlich, den Frequenzbereich der Aussendungen und jegliche zeitabhängige Modulation zu betrachten. Zusätzlich sollte die Dauer der Exposition festgehalten werden. Diese muss betrachtet werden, wenn die zeitliche Mittelung der Exposition zulässig ist. Es kann erforderlich sein, die maximale Momentanfeldstärke für den Vergleich mit Grenzwerten für gepulste Quellen zu berechnen. Es kann auch erforderlich sein, die Feldpegel bei jeder Frequenz in Übereinstimmung mit den zutreffenden Expositionsrichtlinien zu summieren.

Es ist wichtig, die Wellenlänge der Aussendungen im Hinblick auf die Position der Person zu betrachten, um zu bestimmen, ob getrennte Messungen der elektrischen und magnetischen Felder erforderlich sind. Zum Beispiel kann es sein, dass im Nahfeld nur die magnetischen Felder gemessen werden müssen.

Die Messungen müssen durchgeführt werden, um die ungestörten Feldstärken zu bestimmen. Bei Messungen des elektrischen Feldes kann die Anwesenheit des menschlichen Körpers das Feld merklich beeinflussen, und das Messgerät sollte auf einer nicht-leitenden Unterlage angeordnet sein. Es kann auch brauchbar sein, für manche Messungen des elektrischen Feldes eine Fernleseeinheit zu verwenden, die über eine Lichtwellenleiterverbindung angekoppelt ist (oder ähnliche Mittel, um den Körper der Bedienungsperson fernzuhalten).

Wenn eine Leistungseinstellung bei der zu prüfenden Einheit verfügbar ist, dann sollte diese auf den Höchstwert oder entsprechend den Einstell-Anweisungen des Herstellers eingestellt werden. Die zu prüfende Einheit sollte in ausreichender Entfernung von nahe gelegenen Gegenständen angeordnet werden, um sicherzustellen, dass das Feld nicht gestört wird.

4.2.2 Direkte Messungen zum Vergleich mit Referenzwerten

Die Feldstärken müssen um die gesamte zu prüfende Einheit herum in einer Entfernung X , wie in Tabelle 1 definiert, gemessen werden. Ein vorhergehender Scan kann durchgeführt werden, um die Positionen maximalen elektromagnetischen Feldes für diese Entfernung zu bestimmen. Die Feldstärke muss entweder durch eine Vektorsumme über drei zueinander senkrechte Messachsen bestimmt werden oder durch Messung der Höhe aus einer einzigen Messung, die so ausgerichtet wurde, dass sich der Höchstwert der Ablesung ergibt. Das elektromagnetische Feld in den Positionen des maximalen Feldes muss festgehalten werden.

Wenn die Aussendungen der zu prüfenden Einheit die Referenzwerte in allen Positionen einhalten, dann erfüllt das Gerät (die Einrichtung) die Anforderungen und es sind keine weiteren Ermittlungen außer denen nach 4.5 erforderlich.

4.2.3 Räumliche Messungen zum Vergleich mit Referenzwerten

Die in diesem Abschnitt beschriebenen Verfahren stellen eine Möglichkeit dar, die anstelle 4.2.1 verwendet werden können. Es erlaubt die Verwendung eines Gitternetzes über das typische exponierte Volumen für die Messung, um die Messungen zu minimieren.

Für die von diesem Dokument erfassten Arten von Geräten (Einrichtungen) (siehe z. B. Anhang A) ist der Rumpf der für die Bewertung am meisten geeignete Bereich des Körpers, und das in Bild 1 dargestellte Gitter muss verwendet werden. Die Position des Gitters in Bezug auf die zu prüfende Einheit kann entsprechend der typischen Verwendung der Einheit variieren. Das Layout und die Abmessungen des Gitters müssen gleich bleiben. In den Ausnahmefällen, dass eine Exposition am Kopf vorherrschend ist, muss das in Bild 2 dargestellte Gitter verwendet werden. Dies stellt sicher, dass ein vorsichtigeres Ergebnis erzielt wird.

Die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Messverfahren müssen angewendet werden und die Messungen müssen über die in den Bildern 1 bis 11 und der Tabelle 1 definierten Gitterraster durchgeführt werden. Die tatsächlich verwendete Gitterposition in Bezug auf die zu prüfende Einheit hängt von der typischen Konfiguration des Gerätes (der Einrichtung) ab. Andere Gitterpositionen als die beschriebenen können verwendet werden, vorausgesetzt, dass die verwendete Position für den üblichen Gebrauch der Einheit repräsentativ ist.

Die in jedem der Gitterpunkte gemessenen Werte müssen festgehalten und mit den zutreffenden abgeleiteten Referenzwerten verglichen werden. Das Ergebnis dieses Vergleichs muss ebenfalls festgehalten werden.

In manchen Anforderungen zur Exposition beruhen die Referenzwerte auf über den ganzen Körper der exponierten Person räumlich gemittelten Werten. In solchen Fällen sollte das geeignete lineare oder quadratische Mittel (Effektivwert) der gemessenen Werte berechnet und mit den zutreffenden abgeleiteten Referenzwerten verglichen werden. Das Ergebnis muss ebenfalls festgehalten werden.

Es ist wichtig zu beachten, dass – während räumliche gemittelte Ergebnisse für die Ganzkörperexposition anwendbar sein können – substantielle Unterschiede zwischen einzelnen Werten in der Nähe zu den oder oberhalb der Referenzwerte anzeigen können, dass lokale Basisgrenzwerte nicht eingehalten sein könnten. In solchen Fällen sollten komplexere Verfahren aus anderen Abschnitten verwendet werden, um zu bestätigen, dass die Basisgrenzwerte eingehalten sind.

Für Frequenzen oberhalb 300 MHz und wenn die Messung im Fernfeld stattfindet, können Messungen des *E*-Feldes, wie oben beschrieben, genommen werden.

4.2.4 Modellierung und Analyse einschließlich Feldinhomogenität

Die in diesem Abschnitt beschriebenen Verfahren stellen eine Möglichkeit dar, die anstelle 4.2.1 und 4.2.2 verwendet werden können.

Sowohl für Nah- als auch Fernfeld-Ermittlungen ist es akzeptabel, berechnete Felder zum Vergleich mit Referenzwerten zu verwenden. Es sind mehrere geeignete Pakete zur Modellierung von Feldmustern auf dem Markt erhältlich. Die Eignung des Modells sollte vor Beginn durch eine oder mehrere vergleichende Feldmessungen festgestellt werden und der Vergleich sollte innerhalb vernünftiger Unsicherheiten der Messung und Modellierung liegen (siehe Abschnitt 7).

Dieser Abschnitt berücksichtigt auch inhomogene Felder, die für die Arten von Geräten (Einrichtungen) üblich sind, die durch diese Norm bei diesen Frequenzen erfasst werden. Das Nahfeld erstreckt sich bis zum Umkreis von einigen Metern um die Einheit, so dass sämtliche Ermittlungen im Nahfeld durchgeführt werden.

Die Felder können unter Verwendung eines Gitternetzes, das feiner als das in 4.2 festgelegte ist, gemessen werden. Die Gittergröße sollte der räumlichen Variation des Feldes entsprechen, so dass eine realistische Interpolation zwischen den Messpunkten ermöglicht wird.

Feldmodellierung stellt auch einen akzeptablen Weg zur Bestimmung von komplexen Feldmustern dar. Hierfür sind mehrere geeignete Pakete auf dem Markt erhältlich. Die Eignung des Modells sollte vor Beginn durch eine oder mehrere vergleichende Feldmessungen festgestellt werden und der Vergleich sollte innerhalb vernünftiger Unsicherheiten der Messung und Modellierung liegen (siehe Abschnitt 8).

Tabelle 1 – Maße und Entfernungen für die Bilder 1 bis 11

	Bild ^g	genormte Maße			informative Maße		
		cm ^f			cm ^{a, h}		
		a/b/c	X	Z	Höhe	Breite	Tiefe
Allgemeines Rumpfgitter	1	15	–	85	–	–	–
Allgemeines Kopfgitter ^b	2	10	–	145	–	–	–
Einzelne auf dem Boden stehende Einheit	3	15	20	85	120 bis 160	–	40 bis 80
Doppelte auf dem Boden stehende Einheiten	4	15	20	85	120 bis 160	70 bis 200	40 bis 80
Einzelne Einheit im Boden ^f	5	15	–	85	–	60 bis 100	40 bis 80
Einzelne Einheit in der Decke	6	15	–	85	210 bis 300	60 bis 100	40 bis 80
Doppelte Boden-/Decke-Einheiten ^f	7	15	–	85	210 bis 300	60 bis 100	40 bis 80
„Durchgangs“-Einheit ^f	8	15	20	85	210 bis 300	70 bis 300	0,5 bis 50
Am Schalter montierte Einheit ^c	9	15	30	85	70 bis 90	20 bis 40	20 bis 40
Wandmontierte Einheit	10	15	20	–	60 bis 160	20 bis 100	20 bis 50
Handgehaltene Einheit ^d	11	15	10	–	70 bis 140	Fläche: 100 cm ² bis 200 cm ²	

^a Diese Maße stellen den Bereich dar, in den die Mehrzahl der Geräte (Einrichtungen) fällt. Manche können außerhalb dieses Bereichs liegen.

^b Die Gesamtsumme aus der Größe des Rumpfgitters und der Z-Abmessung beträgt 175 cm und entspricht somit der Höhe, die für eine Standardperson verwendet wird.

^c Der X-Abstand stellt eine typische Entfernung bei Montage auf der Oberseite eines Schalters dar. Wenn der Betrieb bei kleineren Entfernungen stattfindet, sind mit höchster Wahrscheinlichkeit die Pegel für berufliche Exposition anzuwenden.

^d Wenn ein handgehaltenes Gerät zur Abtastung des menschlichen Körpers verwendet wird, sollte ein geeigneter X-Abstand verwendet werden. Bei Geräten, die den menschlichen Körper dicht über der Oberfläche abtasten, ist ein X-Abstand, der nicht größer als 3 cm ist, geeignet.

^e Bei Geräten (Einrichtungen), die nicht in die vorgenannten Kategorien fallen, ist es zulässig, die am nächsten liegende Kategorie oder eine neue Konfiguration unter Verwendung von zu den vorgenannten Prinzipien ähnlichen Prinzipien zu benutzen.

^f Manche Einheiten sind unterirdisch in einem minimalen Abstand unter der Oberfläche des Bodens angeordnet. Dieser Abstand kann zum Z-Abstand addiert werden, vorausgesetzt, die Anforderung ist in den Installationsunterlagen deutlich ausgewiesen.

^g Die Gitterpositionen und Abmessungen reflektieren die Position des Mittelpunktes der Sonde. Der graue Kreis zeigt ein Beispiel einer Sondenposition gegenüber dem Gitter.

^h Manche Einheiten sind kreisförmig oder oval, aber angenäherte Maße würden die gegebenen rechteckförmigen Abmessungen reflektieren.

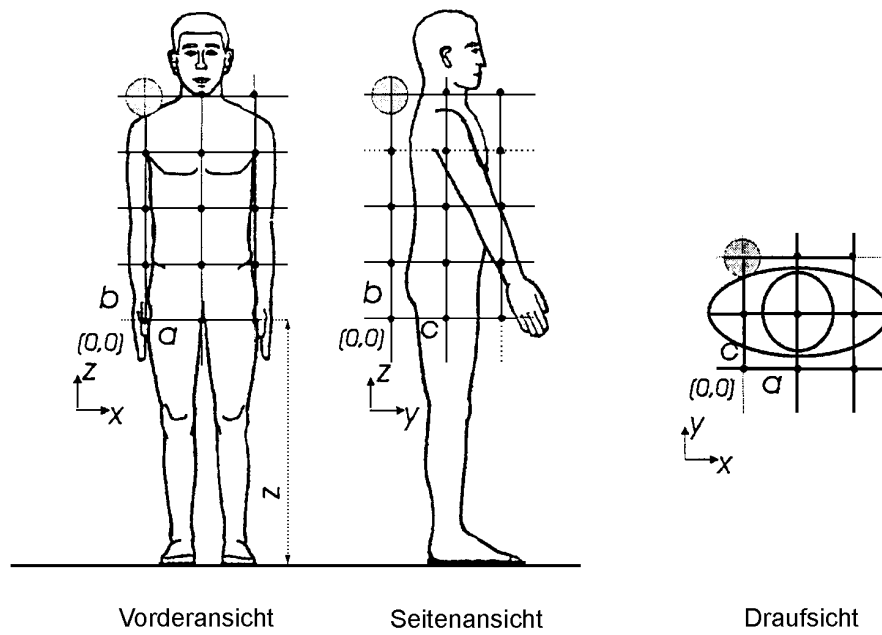


Bild 1 – Allgemeines Messgitter für den Rumpf

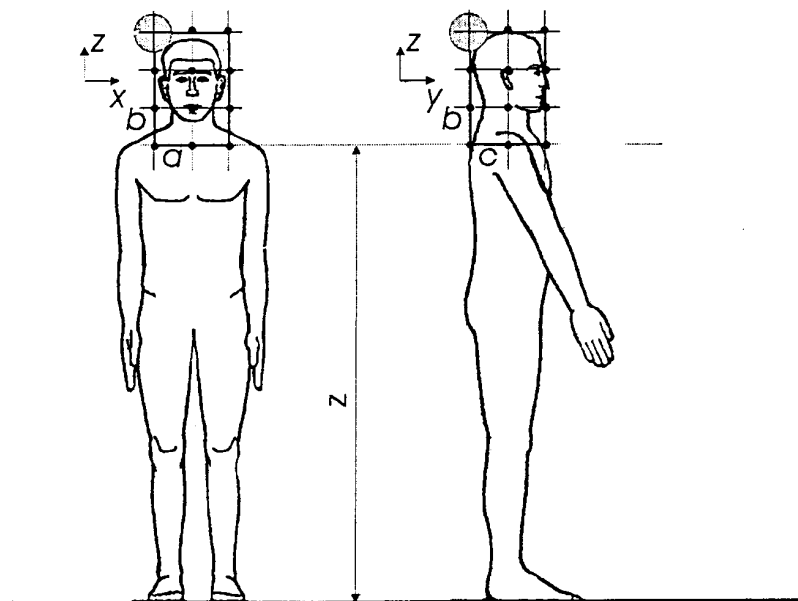


Bild 2 – Allgemeines Messgitter für den Kopf

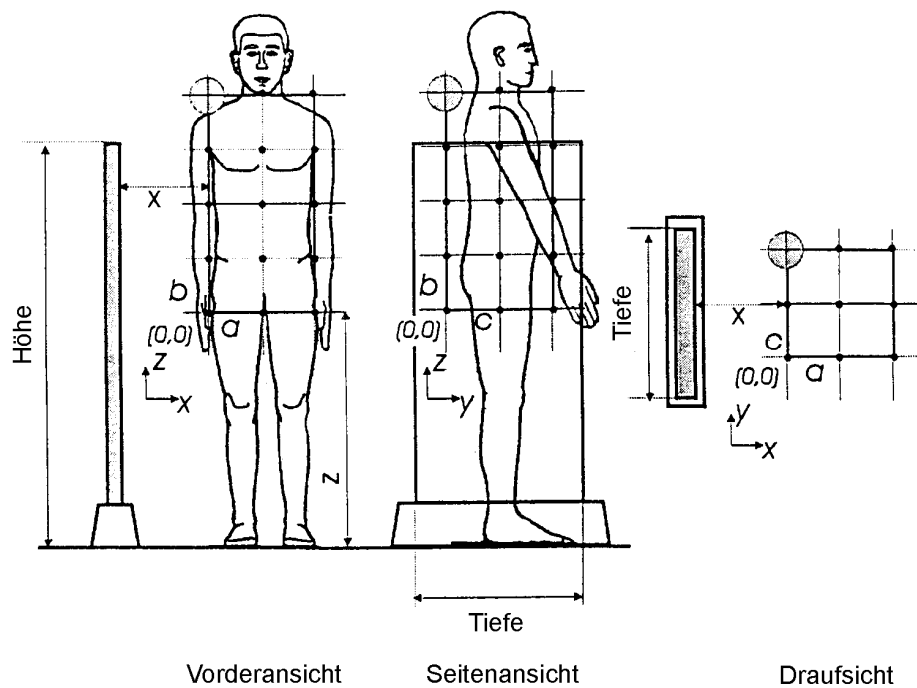


Bild 3 – Einzelne auf dem Boden stehende Antenne

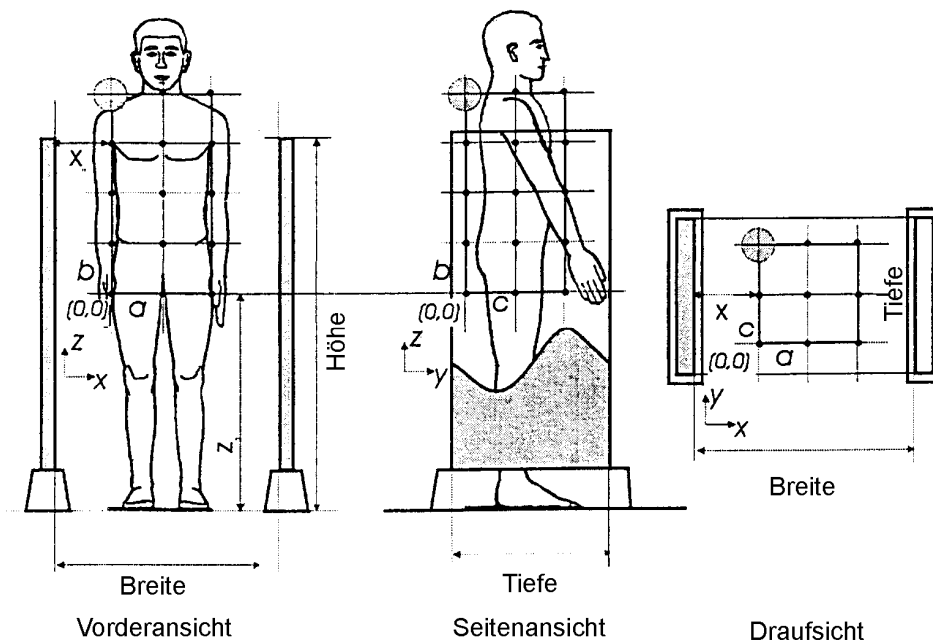


Bild 4 – Duale auf dem Boden stehende Antenne