

	Ermittlung der Exposition von Personen gegenüber elektromagnetischen Feldern von Geräten, die in der elektronischen Artikelüberwachung (en: EAS), Hochfrequenz-Identifizierung (en: RFID) und ähnlichen Anwendungen verwendet werden Deutsche Fassung EN 50357:2001	DIN EN 50357
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0848 Teil 357
ICS 13.280; 33.100.01 Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from devices used in Electronic Article Surveillance (EAS), Radio Frequency Identification (RFID) and similar applications; German version EN 50357:2001 Evaluation de l'exposition humaine aux champs électromagnétiques (EMFs) émis par les dispositifs utilisés pour la surveillance électronique des objets (EAS), l'identification par radiofréquence (RFID) et les applications similaires; Version allemande EN 50357:2001 Die Europäische Norm EN 50357:2001 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 50357 wurde am 2001-07-03 angenommen. Nationales Vorwort Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 764 „Sicherheit in elektromagnetischen Feldern“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig. Das UK 764.1 „Sicherheit in elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich von 0 bis 30 kHz“ wurde in die Behandlung dieses Normprojektes einbezogen. Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN EN 50357 (VDE 0848 Teil 357):2001-05. Fortsetzung Seite 2 und 57 Seiten EN DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

DIN EN 50357 (VDE 0848 Teil 357):2002-05

Die vorliegende Norm steht im Zusammenhang mit der Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz) (1999/519/EG) (Amtsblatt L 197 vom 30. Juli 1999).

Sie beschreibt Mess- und Berechnungsverfahren zur Verwendung für den Nachweis der Übereinstimmung von Geräten (Einrichtungen), die in der elektronischen Artikelüberwachung (en: EAS), Hochfrequenz-Identifizierung (en: RFID) und ähnlichen Anwendungen verwendet werden, mit im Hinblick auf die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern angegebenen Basisgrenzwerten und Referenzwerten.

Die diesbezüglichen Anforderungen (Grenzwerte) für die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallenden Geräte (Einrichtungen) sind in der EN 50364:2001 festgelegt. Deren Deutsche Fassung wurde zeitgleich mit dieser Norm als **DIN EN 50364 (VDE 0848 Teil 364)** veröffentlicht.

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.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 50364:2001	–	DIN EN 50364 (VDE 0848 Teil 364):2002-05	VDE 0848 Teil 364

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50364 (VDE 0848 Teil 364), *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*

Ermittlung der Exposition von Personen gegenüber elektromagnetischen Feldern von Geräten, die in der elektronischen Artikelüberwachung (en: EAS), Hochfrequenz-Identifizierung (en: RFID) und ähnlichen Anwendungen verwendet werden

Evaluation of human exposure to electromagnetic fields from devices used in Electronic Article Surveillance (EAS), Radio Frequency Identification (RFID) and similar applications

Evaluation de l'exposition humaine aux champs électromagnétiques (EMFs) émis par les dispositifs utilisés pour la surveillance électronique des objets (EAS), l'identification par radiofréquence (RFID) et les applications similaires

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2001-07-03 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde von dem Technischen Komitee CENELEC TC 106X (früher TC 211) „Einwirkung elektromagnetischer Felder auf den Menschen“ ausgearbeitet.

Der Text des Entwurfs wurde dem Einstufigen Annahmeverfahren unterworfen und von CENELEC am 2001-07-03 als EN 50357 angenommen.

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): 2002-07-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2004-07-01

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.
In dieser Norm sind die Anhänge A und B informativ.

Inhalt

	Seite
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Physikalische Größen, Einheiten und Konstanten.....	7
2.1 Größen	7
2.2 Konstanten	7
3 Begriffe.....	8
3.1 Allgemeines.....	8
3.2 Spezifisch für EAS, RFID und ähnliche Anwendungen	12
4 Messungen und Berechnungen zur Ermittlung der Übereinstimmung des Gerätes (der Einrichtung) mit den Anforderungen	15
4.1 Einfache Messungen, um die Übereinstimmung mit abgeleiteten Referenzwerten zu zeigen	16
4.2 Messungen und Analyse, um die Übereinstimmung mit Basisgrenzwerten zu zeigen	26
4.3 Numerische Modellierung, um die Übereinstimmung mit Basisgrenzwerten zu zeigen	30
4.4 Messung von in Gliedmaßen induzierten Strömen und Berührungsströmen (Kontaktströmen)	32
5 Messungen zur Feldüberwachung.....	33
5.1 Messungen des Feldes.....	33
5.2 Zusätzliche Ermittlung.....	33
6 Exposition durch Quellen mit mehreren Frequenzen oder komplexen Wellenformen	34
7 Unsicherheit	34
7.1 Ermittlung von Unsicherheiten	35
7.2 Beispiele von typischen Unsicherheiten	35
7.3 Gesamtunsicherheiten	35
Literaturhinweise	36
Anhang A (informativ) Eigenschaften von Einrichtungen (Systemen)	38
A.1 EAS-Einrichtungen (Systeme)	38
A.1.1 Allgemeine Beschreibung	38
A.1.2 Arten von EAS-System und Betriebsprinzipien	39
A.1.3 EAS-Detektorsysteme, die für den Schutz von Ein- oder Ausgängen verwendet werden	40
A.1.4 Exposition der allgemeinen Bevölkerung (öffentliche Bereiche)	41
A.1.5 Berufliche Exposition	42
A.2 EAS-Desktop- und Aktivierungs-/Deaktivierungseinrichtungen.....	42
A.2.1 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	46
Anhang B (informativ) Informationen zur numerischen Modellierung.....	48

	Seite
B.1 Einführung	48
B.2 Anatomische Modelle	48
B.2.1 Das „Visible-Human“-Projekt.....	48
B.2.2 „MEET Man“	48
B.2.3 „Hugo“	48
B.2.4 „Norman“	48
B.2.5 Universität von Utah	49
B.2.6 Universität von Victoria.....	49
B.3 Elektrische Eigenschaften des Gewebes	49
B.4 Vergleich der induzierten Ströme, Modellierung unter Verwendung von verschiedenen Größen des gestreckten Sphäroids	54
B.4.1 Gleichförmige Magnetfeld-Quelle.....	54
B.4.2 Ergebnisse der Modellierung für ein 60 cm × 30 cm gestrecktes Sphäroid.....	55
B.4.3 Ergebnisse der Modellierung für ein 120 cm × 60 cm gestrecktes Sphäroid.....	56
Literaturhinweise	57
 Bild 1a – Torso-Messgitter.....	20
Bild 2a – Einzelne auf dem Boden stehende Antenne	21
Bild 2b – Duale auf dem Boden stehende Antenne	21
Bild 2c – Einzelne Bodenantenne	22
Bild 2d – Einzelne Deckenantenne	22
Bild 2e – Kombinierte Boden- und Deckenantenne	23
Bild 2f – Durchgang-Rahmenantenne	23
Bild 2g – Horizontale, auf dem Tisch oder Schalter montierte Antenne	24
Bild 2h – Vertikale, an der Wand oder am Rahmen montierte Antenne	24
Bild 2i – Handgehaltene Antenne.....	25
Bild 3b – Leitfähigkeit des gestreckten Sphäroids	29
Bild A.3 – Übersicht über ein RFID-System	45
Bild B.1 – Helmholtzspulen und gestrecktes Sphäroid	54
Bild B.2a – Magnetfeld	55
Bild B.2b – Induzierte Stromdichte	55
Bild B.3a – Magnetfeld	56
Bild B.3b – Induzierte Stromdichte	56

Einleitung

Diese Norm beschreibt Verfahren für die Ermittlung der Einwirkung elektromagnetischer Felder von Geräten, die in der elektronischen Artikelüberwachung (en: EAS), Hochfrequenz-identifizierung (en: RFID) und ähnlichen Anwendungen verwendet werden, auf den Menschen (EMF). Die Ausarbeitung erfolgte unter Berücksichtigung der:

- ICNIRP-¹⁾ Richtlinien für die Begrenzung der Exposition durch zeitlich veränderliche elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder (bis 300 GHz) [1]; ^{N1)}
- Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz) (1999/519/EG) (die EU-Empfehlung) [2]; ^{N1)}
- Richtlinie 73/23/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten betreffend elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen (die Niederspannungs-Richtlinie) [3]; ^{N1)}
- Richtlinie 1999/5/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 9. März 1999 über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen und die gegenseitige Anerkennung ihrer Konformität (die R&TTE-Richtlinie) [4]. ^{N1)}

Die in diesem Schriftstück dargebotenen Verfahren können auch verwendet werden, um die Übereinstimmung mit anderen nationalen oder internationalen Anforderungen zu zeigen.

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 wie magnetische Flussdichte, induzierte (Körper-)Stromdichte und spezifische Absorptionsrate (SAR) beschrieben. Diese Größen sind nicht unmittelbar messbar, sodass sie entweder durch Berechnung für jeden Fall oder durch Messung einer Bezugsgröße, die eine vorher abgeleitete Beziehung zu ihnen hat, bestimmt werden müssen.

Die in diesem Schriftstück verwendeten Beispiele wurden aus der EU-Empfehlung und von den ICNIRP-Empfehlungen übernommen. Jene enthalten eine Reihe von Basisgrenzwerten für die magnetische Flussdichte, die induzierte (Körper-)Stromdichte, die Leistungsflussdichte und die spezifische Absorptionsrate sowie eine Reihe von abgeleiteten Referenzwerten.

In jeder besonderen Expositionssituation können gemessene oder berechnete Werte mit den zutreffenden Referenzwerten verglichen werden. Die Referenzwerte ergeben sich allgemein aus den Basisgrenzwerten durch mathematische Modellbildung und Laborversuche bei spezifischen Frequenzen. Sie berücksichtigen die maximale Einkopplung der Felder auf den Menschen, somit einen maximalen Schutz bereitstellend. Bei Einhaltung der Referenzwerte wird sichergestellt, dass die entsprechenden Basisgrenzwerte eingehalten sind. Wenn der gemessene Wert den Referenzwert überschreitet, folgt daraus nicht notwendigerweise, dass der Basisgrenzwert ebenfalls überschritten ist. Unter solchen Umständen sind detailliertere Ermittlungsverfahren erforderlich, die spezifisch für die Art des Gerätes (der Einrichtung) und der (Feld-)Einwirkung sind.

Dieses Schriftstück übernimmt einen stufenweisen Ansatz für die Konformitätsbewertung. Die erste Stufe ist eine einfache Messung und Vergleich mit den zutreffenden Referenzwerten. Wenn das Gerät diese einhält, besteht keine Anforderung nach weiterer Bewertung. Stufe 2 ist eine komplexere Reihe von Messungen verbunden mit Analyseverfahren. Wiederum besteht, wenn das Gerät die zutreffenden Pegel einhält, keine Anforderung nach weiterer Bewertung. Stufe 3 erfordert eine detaillierte Modellbildung und Analyse, um die Übereinstimmung mit den Basisgrenzwerten zu zeigen. Die Übereinstimmung des Gerätes (mit den Anforderungen) kann durch Anwendung jeder beliebigen dieser Stufen gezeigt werden; es ist nicht

¹⁾ Internationale Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung

^{N1)} nationale Fußnote: siehe [Literaturhinweise auf den Seiten 35 und 36](#)

notwendig, mehr als eine anzuwenden, es sei denn, dass eine Bewertung nach Stufe 1 oder 2 nicht den Nachweis der Übereinstimmung mit den Anforderungen erbracht hat.

Die durch diese Norm erfassten Geräte besitzen üblicherweise keine gleichförmigen Feldmuster. Oft besitzen diese Geräte eine sehr schnelle Abnahme der Feldstärke mit der Entfernung und werden unter Nahfeldbedingungen betrieben, bei denen die Beziehungen zwischen elektrischen und magnetischen Feldern nicht konstant sind. Dieses, zusammen mit typischen Expositionsbedingungen für verschiedenen Gerätearten, wird im Einzelnen im [Anhang A](#) ausgeführt.

Messungen und Verfahren wurden abgeleitet mit Bezugnahme auf:

- 1) Arbeiten, die in CENELEC durchgeführt wurden;
- 2) Anmerkungen und erläuternder Text aus der EU-Ratsempfehlung und den ICNIRP-Richtlinien;
- 3) ähnliche Verfahren die von der IEC ²⁾ vorgeschlagen oder angenommen wurden, insbesondere im Fall von Desktop-Geräten [\[5\]](#);
- 4) andere Verfahren, auf die spezifisch Bezug genommen wurde.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für Geräte, die in der elektronischen Artikelüberwachung (en: EAS), Hochfrequenz-Identifizierung (en: RFID) und ähnlichen Anwendungen verwendet werden. Zweck dieser Norm ist, für diese Geräte die Verfahren zum Nachweis der Übereinstimmung mit Basisgrenzwerten oder abgeleiteten Referenzwerten im Hinblick auf die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern festzulegen.

Die Richtlinie des Rates 1999/5/EC [\[4\]](#), Artikel 3.1(a) legt wesentliche Anforderungen an Geräte und Einrichtungen fest, die entweder Funkgeräte oder Telekommunikationseinrichtungen oder beides sind; im Hinblick auf den Schutz der Gesundheit und Sicherheit der Nutzer und jeder anderen Person. Dieses Schriftstück kann dafür verwendet werden, um die Übereinstimmung mit der Richtlinie des Rates in Bezug auf die Einwirkung elektromagnetischer Felder auf den Menschen (EMF) zu zeigen. Zusätzliche Anforderungen, die durch Artikel 3.1(a) erfasst werden, sind in diesem Schriftstück nicht berücksichtigt.

Die Richtlinie des Rates 73/23/EEC [\[3\]](#), Artikel 2, setzt fest, dass die Mitgliedstaaten alle geeigneten Maßnahmen treffen müssen um sicherzustellen, dass elektrische Geräte und Einrichtungen nur in Verkehr gebracht werden können, wenn sie in Bezug auf Sicherheitsangelegenheiten, die in der Europäischen Union in Kraft sind, in Übereinstimmung mit guter Ingenieurspraxis konstruiert sind, sie die Sicherheit von Personen, Haustieren oder von Eigentum nicht gefährden, wenn sie ordnungsgemäß installiert sind, gewartet werden und in Anwendungen, für die sie vorgesehen sind, verwendet werden. Die grundsätzlichen Elemente dieser Sicherheitszwecke sind in Anhang I, Abschnitt 2b, zusammengestellt. Dieses Schriftstück kann verwendet werden, um die Übereinstimmung mit der Richtlinie des Rates nur in Bezug auf die Einwirkung elektromagnetischer Felder auf den Menschen (EMF) zu zeigen. Zusätzliche Anforderungen, die durch Artikel 2 und Anhang I, Abschnitt 2b, erfasst werden, sind in diesem Schriftstück nicht berücksichtigt.

Die Empfehlung des Rates 1999/519/EC [\[2\]](#) nennt Basisgrenzwerte und abgeleitete Referenzwerte für die Exposition der allgemeinen Bevölkerung in den Bereichen, in denen sie sich eine bedeutsame Zeit aufhält. Dieses Schriftstück kann verwendet werden, um die Übereinstimmung mit der Empfehlung des Rates auf dieser Grundlage zu zeigen, aber es können zusätzliche spezifische nationale oder internationale Anforderungen bestehen, die nicht berücksichtigt sind.

Die ICNIRP-Richtlinien [\[1\]](#) nennen Basisgrenzwerte und abgeleitete Referenzwerte sowohl für die berufliche Exposition als auch die Exposition der allgemeinen Bevölkerung. Dieses Schriftstück kann verwendet werden, um die Übereinstimmung mit den ICNIRP-Empfehlungen auf dieser Grundlage zu zeigen, aber es können zusätzliche spezifische nationale oder internationale Anforderungen bestehen, die nicht berücksichtigt sind.

²⁾ Internationale Elektrotechnische Kommission

Andere Normen können für Produkte gelten, die von diesem Schriftstück erfasst werden. Insbesondere wurde dieses Schriftstück nicht entwickelt, um bei der Elektromagnetischen Verträglichkeit mit anderen Geräten und Einrichtungen, medizinischer oder anderer Art, Hilfestellung zu leisten. Es berücksichtigt keine anderen produktspezifischen Sicherheitsanforderungen als diejenigen, die spezifisch auf die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern bezogen sind.

Es ist auch möglich, dieses Schriftstück als eine Grundlage zu verwenden, um die Übereinstimmung mit anderen nationalen und internationalen Richtlinien oder Anforderungen in Bezug auf die Einwirkung elektromagnetischer Felder auf den Menschen (EMF) zu zeigen. In diesen Fällen können andere Grenzwerte und Pegel verwendet werden.

2 Physikalische Größen, Einheiten und Konstanten

2.1 Größen

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

<u>Größe</u>	<u>Symbol</u>	<u>Einheit</u>	<u>Benennung</u>
Stromdichte	J	Ampere pro Quadratmeter	Am^{-2}
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}
Dielektrizitätskonstante	ϵ	Farad pro Meter	Fm^{-1}
Leistungsdichte	S	Watt pro Quadratmeter	Wm^{-2}
Spezifische Absorptionsrate	SAR	Watt pro Kilogramm	Wkg^{-1}
Wellenlänge	λ	Meter	m
Temperatur	T	Kelvin	K

2.2 Konstanten

<u>Physikalische Konstante</u>	<u>Symbol</u>	<u>Größe</u>
Lichtgeschwindigkeit	c	$2,997 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
Dielektrizitätskonstante 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 Begriffe

3.1 Allgemeines

3.1.1

mittlere (zeitlich) absorbierte Leistung (P_{avg})

zeitgemitteltes Maß der Energieübertragung, definiert durch:

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

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

3.1.2

Mittelungszeit (t_{avg})

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

3.1.3

Basisgrenzwert

Grenzwerte zur Begrenzung der Exposition mit zeitveränderlichen elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern, die unmittelbar auf anerkannten gesundheitlichen Wirkungen beruhen

3.1.4

Leitfähigkeit (σ)

Verhältnis der Stromdichte zur elektrischen Feldstärke in einem Medium

3.1.5

Berührungstrom

in den Körper fließender Strom bei der Berührung eines leitfähigen Gegenstandes in einem elektromagnetischen Feld

3.1.6

Stromdichte (J)

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

3.1.7

dielektrische Konstante (ϵ)

siehe Dielektrizitätskonstante

3.1.8

Betriebszyklus

Verhältnis der Impulsdauer zur Impulsperiode bei einer periodischen Impulsfolge. Er kann auch ein Maß für die zeitweiligen Übertragungseigenschaften einer intermittierend sendenden HF-Quelle wie z. B. einer Rufantenne sein, das durch Division der durchschnittlichen (mittleren) Übertragungsdauer durch die mittlere Periode für Übertragungen bestimmt wird. Ein Betriebszyklus von 1,0 entspricht einem dauerhaften Betrieb

3.1.9

elektrische Feldstärke (E)

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

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

3.1.10**elektrische Flussdichte (D)**

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

$$D = \epsilon E$$

3.1.11**Energiedichte**

Energie je Flächeneinheit, die senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Welle eindringt

3.1.12**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

3.1.13**Expositionspegel**

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

3.1.14**unmittelbare Exposition(swirkung)**

Ergebnis eines unmittelbaren Zusammenwirkens in dem exponierten menschlichen Körper auf Grund der Einwirkung von elektromagnetischen Feldern

3.1.15**Teilkörper-Exposition**

Teilkörper-Exposition entsteht als Ergebnis, wenn Felder über den Körper im Wesentlichen nicht gleichmäßig verteilt sind. Felder, die über dem menschlichen Körper vergleichbaren Volumina nicht gleichförmig sind, können auf Grund von Quellen mit starker Richtwirkung, stehenden Wellen, zurückstrahlenden Quellen oder im Nahfeld auftreten

3.1.16**inhomogene Exposition**

Pegel inhomogener Exposition entstehen als Ergebnis, wenn Felder über den Körper im Wesentlichen nicht gleichmäßig verteilt sind. Diese können auf Grund von stehenden Wellen, Streustrahlung oder im Nahfeld auftreten. Siehe „Teilkörper-Exposition“

3.1.17**Fernfeldbereich**

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) herrschen für das Feld die Eigenschaften einer ebenen Welle vor, z. B. örtlich gleichförmige Verteilung der elektrischen Feldstärke und die magnetische Feldstärke in Ebenen, die transversal zur Ausbreitungsrichtung sind

3.1.18**induzierter Strom**

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

3.1.19**Wellenwiderstand des freien Raumes (Z_0)**

Beziehung zwischen der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Feldstärke einer sich im freien Raum ausbreitenden elektromagnetischen Welle. Diese gilt nicht für den Nahfeldbereich

3.1.20

Magnetische Flussdichte (B)

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

$$B = \mu H$$

3.1.21

Magnetische Feldstärke (H)

Größe eines Feldvektors an 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 Dielektrizitätskonstante des Mediums, siehe „magnetische Flussdichte“]

3.1.22

Felder mit mehreren Frequenzen

Überlagerung von zwei oder mehreren elektromagnetischen Feldern mit unterschiedlicher Frequenz

3.1.23

Nahfeldbereich

Bereich im Allgemeinen in der Nähe einer Antenne oder einer anderen abstrahlenden Struktur, in dem die elektrischen und magnetischen Felder nicht im Wesentlichen 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 unmittelbarer 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 die wesentlichen Eigenschaften einer ebenen Welle fehlen und die Struktur kompliziert ist

3.1.24

Permeabilität (μ)

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

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

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

3.1.25

Dielektrizitätskonstante (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 allgemein verwendet (definiert) als Kombination aus der Dielektrizitätskonstante des freien Raumes und der relativen Dielektrizitätskonstante (oder dielektrischen Konstante) spezifischer dielektrischer Materialien

$$\epsilon = \epsilon_R \epsilon_0 = D / E$$

Darin ist ϵ die Dielektrizitätskonstante des Mediums, ausgedrückt in Farad pro Meter (Fm^{-1})

3.1.26

Polarisation

diejenige Eigenschaft elektromagnetischer Felder, die die zeitveränderliche Ausbreitung und Amplitude des elektrischen Feldvektors beschreibt, spezifisch der sich als eine Funktion der Zeit ergebende Verlauf, wenn der Endpunkt des E -Feldvektors an einem festen Ort im Raum entlang der Ausbreitungsrichtung bewegt wird. Im Allgemeinen ist der Verlauf (des Feldvektors) elliptisch und der Feldvektor wird im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn gedreht. Die allgemein gebräuchlichen zirkularen und linearen Polarisationen ergeben sich, wenn die Ellipse zu einem Kreis bzw. einer geraden Linie wird. Die Drehung des elektrischen Vektors im Uhrzeigersinn wird als Rechte-Hand-Polarisation und die Drehung des elektrischen Vektors gegen den Uhrzeigersinn wird als Linke-Hand-Polarisation bezeichnet

3.1.27**Leistungsdichte (S)****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, 377 Ω, verbunden

ANMERKUNG Obwohl viele Übersichtsgeräte (Messgeräte) die Leistungsflussdichteeinheiten anzeigen, sind E oder H oder das Quadrat dieser Größen die tatsächlich gemessenen Größen

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

Wenn E und H in Vm⁻¹ bzw. Am⁻¹ ausgedrückt werden, wird S in Wm⁻² ausgedrückt

Es sollte beachtet werden, dass der Wert 377 Ω nur für Freiraumausbreitung unter Fernfeld-Messbedingungen gültig ist (und nicht gilt für induktive Geräte, die im reaktiven Nahfeld betrieben werden)

3.1.28**(zeitlich) gemittelte Leistungsdichte****(zeitlich) gemittelte Leistungsflussdichte**

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

3.1.29**der Leistungsflussdichte einer ebenen Welle äquivalente Leistungsflussdichte**

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 besitzt

3.1.30**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 des Mittelwertes des Quadrates einer Funktion

ANMERKUNG Obwohl viele Übersichtsgeräte (Messgeräte) den Effektivwert anzeigen, ist der Summen-Effektivwert der tatsächlich gemessenen Größe (äquivalente Feldstärke). Der Summen-Effektivwert ergibt sich aus drei einzelnen Effektivwerten der Feldstärke, die in drei zueinander senkrechten Raumrichtungen unter Nichtberücksichtigung ihrer Phasenbeziehung gemessen wurden. Der gemessene Summen-Effektivwert ist der maximal mögliche Wert (ungünstigster Fall) und kann sich vom wahren Effektivwert sehr unterscheiden

3.1.31**Summen-Effektivwert (en: root-sum-square; rss)**

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

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

3.1.32**Streustrahlung**

elektromagnetisches Feld, das aus Strömen resultiert, die in einem sekundären, leitfähigen oder dielektrischen Gegenstand durch in diesen Gegenstand einfallende elektromagnetische Wellen aus einer oder mehreren primären Quellen induziert werden. Der streuende Gegenstand wird manchmal „Rückstrahler“ oder „sekundärer Strahler“ genannt

3.1.33**spezifische Absorptionsrate****spezifische Energieabsorptionsrate (SAR)**

zeitliche Ableitung der enthaltenen elektromagnetischen Energie (dW), die durch eine (in einer) in einem Volumenelement (dV) biologischen Materials 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:

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

$$SAR = c_1 \left. \frac{dT}{dt} \right|_{t=0}$$

Darin sind

E_i Effektivwert der elektrischen Feldstärke im Gewebe in V/m

σ Leitfähigkeit des Körpergewebes in S/m

ρ Körpergewebedichte in kg/m^3

c_1 Wärmekapazität des Körpergewebes in J/kg K

$\left. \frac{dT}{dt} \right|_{t=0}$ anfängliche Zeitableitung der Temperatur des Körpergewebes in K/s

3.1.34**Wellenlänge**

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

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

3.2 Spezifisch für EAS, RFID und ähnliche Anwendungen**3.2.1****aktive Marken****(Etiketten) (en: „active tags“)**

Marken bzw. Markierungen, die Batterien als eine teilweise oder komplette Stromversorgungsquelle benutzen. Sie werden ferner unterschieden durch die Aufteilung in solche, die mit austauschbaren Batterien ausgestattet sind, und in solche, die mit Batterien ausgestattet sind, die für ihre gesamte Lebensdauer als fest eingebauter (integraler) Bestandteil der Marke versiegelt sind

3.2.2**Aktivator**

Gerät, das inaktive Transponder (Umsetzer) umschaltet (einschaltet), sodass sie in der Lage sind, Signale umzusetzen (zu senden und zu empfangen)

3.2.3**Luftschnittstelle**

leiterfreies Medium, üblicherweise Luft, zwischen einem Umsetzer (Transponder) und dem Leser, durch welches die Datenübertragung mit Hilfe eines modulierten induktiven, kapazitiven oder ausbreitenden elektromagnetischen Feldes durchgeführt wird

3.2.4**Antenne**

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

3.2.5**Bandbreite**

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

3.2.6**kapazitive Kopplung**

von Systemen, die elektrische Felder als ein Mittel zur Übertragung von Daten oder Leistung benutzen, wird gesagt, dass sie kapazitive Kopplung verwenden. Diese wird manchmal auch als elektrostatische Kopplung bezeichnet

3.2.7**Träger**

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

3.2.8**CEPT**

Konferenz der Europäischen Post- und Telekommunikationsverwaltungen. Die Körperschaft, die für die europaweite (nicht nur im Bereich der EU) wirksame Nutzung des Spektrums und für Regulierungszwecke zuständig ist

3.2.9**Deaktivator**

Gerät, das Umsetzer (Transponder) umschaltet, sodass sie nicht mehr länger Signale umsetzen

3.2.10**elektromagnetische Kopplung**

von Systemen, die elektromagnetische Wellen (Hertz'sche Wellen) als ein Mittel zur Übertragung von Daten oder Leistung benutzen, wird gesagt, dass sie elektromagnetische Kopplung verwenden

3.2.11**elektronische Artikelüberwachung (en: EAS)**

System, das die Anwesenheit von Umsetzern (Transpondern) entdeckt, die häufig für Diebstahlsicherungszwecke verwendet werden

3.2.12**elektrostatische Kopplung**

von Systemen, die die induzierte Spannung einer Platte als ein Mittel zur Übertragung von Daten oder Leistung benutzen, wird gesagt, dass sie elektrostatische Kopplung verwenden

3.2.13**effektive Strahlungsleistung (en: ERP)**

Produkt aus der an die Antenne übertragenen Leistung und dem Antennengewinn relativ zu einem Halbwellendipol in einer gegebenen Richtung (üblicherweise wird sie in Watt (W) ausgedrückt)

3.2.14**äquivalente isotrope Strahlungsleistung (en: EIRP)**

Produkt aus der an die Antenne übertragenen Leistung und dem Antennengewinn relativ zu einer isotropen Antenne in einer gegebenen Richtung (absoluter oder isotroper Gewinn) (üblicherweise wird sie in Watt (W) ausgedrückt)

3.2.15**Frequenz**

Anzahl je Sekunde, mit der ein Signal einen kompletten Zyklus durchläuft

3.2.16

Oberschwingungen

Vielfache einer Grundfrequenz, die unveränderlich niedrigere Amplituden aufweisen

3.2.17

induktive Kopplung

von Systemen, die magnetische Felder als ein Mittel zur Übertragung von Daten oder Leistung benutzen, wird gesagt, dass sie induktive Kopplung verwenden

3.2.18

Internationale Fernmeldeunion (ITU)

die Körperschaft, die für die weltweite Nutzung des Spektrums zuständig ist

3.2.19

Speicherkarten

lesbare/beschreibbare oder wiederprogrammierbare Marke mit den Maßen einer Kreditkarte

3.2.20

Amplitudenmodulation (AM)

Daten, die einem Träger mit Hilfe von Änderungen ihrer Amplitude überlagert sind

3.2.21

Phasenmodulation (PM)

Daten, die einem Träger mit Hilfe von Änderungen ihrer Phase überlagert sind

3.2.22

Frequenzmodulation (FM)

Daten, die einem Träger mit Hilfe von Änderungen ihrer Frequenz überlagert sind

3.2.23

Modulation

Trägerfrequenzsprung (Frequenzumtastung) (FSK)

Datenübertragung durch Umtasten zwischen zwei Frequenzen eines Trägers

3.2.24

Pulsdauermodulation (PDM)

Datenübertragung mit Hilfe der Dauer von Impulsen auf einem Träger

3.2.25

Pulsphasenmodulation (PPM)

Datenübertragung durch die Phasenbeziehung von Impulsen relativ zu einem Bezugspunkt

3.2.26

Nennbereich

Bereich, innerhalb dessen ein System einen zuverlässigen Betrieb zur Verfügung stellt, wobei übliche Schwankungen der Umgebung, in der es verwendet wird, berücksichtigt werden

3.2.27

allseits gerichtet

Fähigkeit einer Marke, in jeder Richtung zu arbeiten

3.2.28

Richtung

siehe Ausrichtung

3.2.29

Richtungsempfindlichkeit

Ausdehnung, auf die der Bereich durch nicht-optimale Ausrichtung verringert wird

3.2.30**passive Marken****(Etiketten) (en: „passive tags“)**

Marken, die keine interne Stromversorgung enthalten. Typischerweise beziehen sie ihre Leistung aus dem Trägersignal, das vom Scanner abgestrahlt wird

3.2.31**Eindringung****Durchdringung**

Begriff, der zur Anzeige der Fähigkeit von elektromagnetischen Wellen verwendet wird, in oder durch den Körper oder Materialien einzudringen oder durchzudringen

3.2.32**Näherungssensor**

Gerät, das die Anwesenheit einer Marke am oder in der Nähe des Standortes des Sensors entdeckt und anzeigt

3.2.33**RFID**

Hochfrequenz-Identifizierung

3.2.34**Bereich**

Abstand, in dem ein vollständiges, erfolgreiches Lesen oder Schreiben durchgeführt werden kann

3.2.35**Lesen**

Dekodieren, Extrahieren und Darstellen von Daten der von einer Marke gesendeten Formatierungs-, Steuer- und Fehlerbits

3.2.36**Leserate**

die Rate, mit der Daten von einer Marke gelesen werden, ausgedrückt in Bits oder Bytes pro Sekunde

3.2.37**Lesen/Schreiben**

Marken, die in der Lage sind, ihre Daten wiederholt zu modifizieren, werden Lese-/Schreib-Marken genannt

3.2.38**Leser;****Lesegerät**

Gerät, das eine benachbarte Marke aktiviert und anschließend die zurückgesandten Daten empfängt, dekodiert und verifiziert. Die verifizierten Daten können dann über eine Schnittstelle an ein Zentralsystem (Basissystem) übermittelt werden

3.2.39**Marke (en: „Tag“)**

Sender-/Empfängerpaar und Datenspeicherung, die in einem einzigen Gehäuse enthalten sind, werden als Marke bzw. Markierung, Transponder, elektronische Etiketten, Codeplatten und mit verschiedenen anderen Begriffen bezeichnet

3.2.40**Transponder**

siehe 3.2.39

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

Dieser Abschnitt stellt ein dreistufiges Verfahren zur Bewertung der Aussendung zur Verfügung. Es ist nur erforderlich, eine der drei Stufen zu verwenden (4.1 bis 4.3) um die Übereinstimmung des Gerätes (der

Einrichtung) mit den Anforderungen zu zeigen. Die Stufen variieren in der Komplexität und die für das betrachtete Gerät (die betrachtete Einrichtung) am besten geeignete sollte verwendet werden.

Bewertungen werden entweder gegen die Basisgrenzwerte oder gegen abgeleitete Referenzpegel durchgeführt. Die Referenzpegel-Parameter sind direkt messbar und werden somit in 4.1 für das einfachste Bewertungsverfahren verwendet. Parameter der Basisgrenzwerte stellen eine grundlegendere Ermittlung der Exposition zur Verfügung, aber sind schwierig oder unmöglich direkt zu messen, sodass Berechnungs- und numerische Modellierungstechniken erforderlich sind. Bewertungen gegen die Basisgrenzwerte werden in 4.2 und 4.3 zur Verfügung gestellt, wobei der Grad an Schwierigkeit und Komplexität zunimmt. Die Modellierung nach 4.2 berücksichtigt die Inhomogenität der Felder, aber nicht diejenige des menschlichen Gewebes. Die Modellierung nach 4.3 berücksichtigt auch die Inhomogenität des menschlichen Gewebes und seiner Eigenschaften.

4.4 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.

Der Bewertungsbericht muss alle relevanten Parameter im Einzelnen aufführen, die einschließen können:

- Umgebungstemperatur und Luftfeuchte;
- Diagramm der Messpunkte;
- gemessene Pegel;
- gemessene Frequenzen;
- Leistungseinstellung (falls anwendbar);
- Messunsicherheit;
- Modulationsart;
- Zusatz-/Hilfseinrichtungen;
- Messeinrichtung;
- Modellierungsparameter.

Das Konzept des „geteilten Fehlerbudgets“ muss für alle Messungen und Berechnungen angewandt werden. Dies bedeutet, dass in allen Fällen die tatsächlich gemessenen oder berechneten Werte für den Vergleich mit zutreffenden Expositionsrichtlinien verwendet werden müssen. Unsicherheitswerte müssen festgehalten werden, brauchen aber nicht in den Vergleich einbezogen zu werden.

In dieser Norm sind Messprotokolle im Hinblick auf die Maße einer normalen Person in stehender Position festgelegt. Messprotokolle für Untergruppen der Bevölkerung sind nicht definiert, da dies die Komplexität von Nachweisen der Übereinstimmung mit den Anforderungen merklich erhöhen würde. Zusätzlich berücksichtigen viele Richtlinien bereits die mit dem Vorhandensein empfindlicherer Mitglieder der Bevölkerung verbundene Schwankungsbreite und bieten somit ausreichenden Schutz für alle Mitglieder der Bevölkerung unter ungünstigsten Expositionsbedingungen.

4.1 Einfache Messungen, um die Übereinstimmung mit abgeleiteten Referenzwerten zu zeigen

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

Die zum Messen von Expositionswerten verwendete Messeinrichtung sollte ähnlich oder identisch derjenigen sein, die durch IEC 61786 (0 kHz bis 9 kHz) [6] und IEC 61983 (> 9 kHz) [7] definiert wird, soweit dies möglich ist. Die Messeinrichtung muss den Frequenzbereich der Aussendungen der zu prüfenden Einheit abdecken. Für den Fall, dass breitbandige Messgeräte verwendet werden, muss die Bandbreite des Gerätes den Bereich der ausgesendeten Frequenzen abdecken. Die Messeinrichtung darf ein frequenzabhängiges Verhalten haben, das mit den Grenzwerten korreliert.

Um die Expositionsbedingungen vollständig zu charakterisieren, kann es erforderlich sein, mehrere Messeinrichtungen zu verwenden einschließlich breitbandiger Messgeräte, Oszilloskope oder Spektrumanalysatoren. Falls mehr als ein Messgerät verwendet wird, muss sorgfältig darauf geachtet werden, dass