

	DIN EN 50492 (VDE 0848-492)	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 17.220.20; 33.070.01 Grundnorm für die Messung der elektromagnetischen Feldstärke am Aufstell- und Betriebsort von Basisstationen in Bezug auf die Sicherheit von in ihrer Nähe befindlichen Personen; Deutsche Fassung EN 50492:2008 Basic standard for the in-situ measurement of electromagnetic field strength related to human exposure in the vicinity of base stations; German version EN 50492:2008 Norme de base pour la mesure du champ électromagnétique sur site, en relation avec l'exposition du corps humain à proximité des stations de base; Version allemande EN 50492:2008 Gesamtumfang 69 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2008-09-01 angenommene EN 50492 gilt als DIN-Norm ab 2009-08-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 50492 (VDE 0848-492):2008-04.

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

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 98:1995	DIN V ENV 13005:1999-06	–
EN ISO/IEC 17025:2000	ISO/IEC 17025:1999	DIN EN ISO/IEC 17025:2000-04	–
EN 50383:2002	–	DIN EN 50383 (VDE 0848-383):2003-06	VDE 0848-383
EN 50400:2006	–	DIN EN 50400 (VDE 0848-400):2007-01	VDE 0848-400

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50383 (VDE 0848-383), *Grundnorm für die Berechnung und Messung der elektromagnetischen Feldstärke und SAR in Bezug auf die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern von Mobilfunk-Basisstationen und stationären Teilnehmergeräten von schnurlosen Telekommunikationsanlagen*

DIN EN 50400 (VDE 0848-400), *Grundnorm zum Nachweis der Übereinstimmung von stationären Einrichtungen für Funkübertragungen (110 MHz bis 40 GHz), die zur Verwendung in schnurlosen Telekommunikationsnetzen vorgesehen sind, bei ihrer Inbetriebnahme mit den Basisgrenzwerten oder den Referenzwerten bezüglich der Exposition der Allgemeinbevölkerung gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern*

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*

– Leerseite –

Grundnorm für die Messung der elektromagnetischen Feldstärke am Aufstell- und Betriebsort von Basisstationen in Bezug auf die Sicherheit von in ihrer Nähe befindlichen Personen

Basic standard for the in-situ measurement of electromagnetic field strength related to human exposure in the vicinity of base stations

Norme de base pour la mesure du champ électromagnétique sur site, en relation avec l'exposition du corps humain à proximité des stations de base

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2008-09-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

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

Ref. Nr. EN 50492:2008 D

Vorwort

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

Der Text des Entwurfs wurde der formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2008-09-01 als EN 50492 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): 2009-09-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2011-09-01

Diese Europäische Norm wurde unter Mandat M/305 erstellt, das von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone an CENELEC gegeben wurde. Diese Europäische Norm deckt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinie 1999/5/EG ab.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Physikalische Größen, Einheiten und Konstanten	11
4.1 Physikalische Größen	11
4.2 Konstanten	11
5 Allgemeines Verfahren	12
6 Analyse des Ortes und Fallbestimmung	14
6.1 Einleitung	14
6.2 Zu berücksichtigende HF-Quellen	14
6.3 Fallbestimmung	14
7 Bestimmung der zu messenden Feldgröße in Abhängigkeit vom Abstand zu Quellenantennen	15
8 Anforderungen an Messsysteme	16
8.1 Allgemeines	16
8.2 Technische Anforderungen an Messsysteme	17
9 Messverfahren	19
9.1 Allgemeine Anforderungen	19
9.2 Beurteilung der Feldstärke	19
10 Beurteilung der Feldstärke bei maximalem Verkehr eines zellularen Netzes	20
11 Unsicherheit	21
11.1 Anforderung für die erweiterte Unsicherheit	21
11.2 Abschätzung der Unsicherheit	22
12 Darstellung der Ergebnisse	24
Anhang A (informativ) Hauptsächlichliche Dienste, die mit HF arbeiten	26
Anhang B (informativ) Durchsuchungsverfahren mit Frequenzsuchlauf	27
B.1 Messaufbau	27
B.2 Messverfahren	27
B.3 Erörterung der Vor- und Nachteile des Verfahrens	28
B.3.1 Vorteile	28
B.3.2 Nachteile	28
B.4 Bezugsschriftstücke	28
Anhang C (informativ) Beispiel der Verwendung von breitbandigen Einrichtungen	29
C.1 Allgemeines	29
C.2 Feststellung des Ortes der maximalen Exposition	29
C.2.1 Allgemeines	29
C.2.2 Einrichtung	30

	Seite
C.2.3 Verfahren.....	30
Anhang D (informativ) Einstellungen des Spektrumanalysators.....	31
D.1 Einleitung.....	31
D.2 Detektionsalgorithmen	31
D.3 Auflösungsbandbreite und Verarbeitung der Kanalleistung.....	32
D.3.1 Messung bei einer einzelnen Frequenz	32
D.3.2 Messung über eine Bandbreite und Kanalleistungsverarbeitung	33
D.4 Einstellungen.....	34
D.4.1 Breitbandige Emulation oder diensteabhängige Integration	34
D.4.2 Beispiel für Einstellungen.....	34
D.4.3 Bezugsschriftstücke	35
Anhang E (informativ) Messung und Bewertung von verschiedenen Rundfunksignalen im Hinblick auf die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern.....	36
E.1 FM-Tonrundfunk.....	36
E.2 Digitaler Tonrundfunk (DAB)	36
E.3 Langwellen-, Mittelwellen- und Kurzwellenrundfunk	36
E.4 Digital Radio Mondial (DRM).....	37
E.5 Analog (PAL- und SECAM-Modulation)	37
E.6 Digitaler terrestrischer Fernsehrundfunk (DVB-T)	38
Anhang F (informativ) WCDMA-Messungen und Kalibrierung unter Verwendung eines Kodierungsbereichs-Analysators	39
F.1 Allgemeines.....	39
F.2 Anforderung an den Kodierungsbereichs-Analysator	39
F.3 Antennenfaktor	40
F.4 Kalibrierung	41
F.4.1 Für die Kalibrierung benutzte Signalarten.....	41
F.4.2 Kalibrierung der Quelle (des Generators)	42
F.4.3 Kalibrierung des WCDMA-Dekoders	42
F.4.4 Literaturhinweise	43
Anhang G (informativ) Einfluss des menschlichen Körpers auf Messungen von elektrischen Feldstärken mit Hilfe von Sonden	44
G.1 Nachbildungen des Einflusses des menschlichen Körpers auf Sondenmessungen, die auf der Momentenmethode beruhen (Prinzip der äquivalenten Oberfläche).....	44
G.1.1 Hintergrund.....	44
G.1.2 Simulationsparameter	44
G.1.3 Ergebnisse von elektrischen Sondensimulationen	45
G.2 Vergleich mit Messungen.....	46
G.3 Schlussfolgerung.....	47
Anhang H (informativ) Räumliche Mittelung.....	48
H.1 Einleitung.....	48

	Seite
H.2 Schwankungen aufgrund „Small-Scale-Fading“	49
H.3 Fehler bei der Abschätzung der lokalen mittleren Leistungsdichte	49
H.3.1 Definition des Fehlers in der abgeschätzten mittleren Leistungsdichte	49
H.3.2 Bestimmung der signifikanten statistischen Parameter	49
H.3.3 Fehler bei der Abschätzung der lokalen mittleren Leistungsdichte	49
H.4 Charakterisierung von statistischen Umgebungseigenschaften	50
H.5 Charakterisierung von verschiedenen Mittelungsverfahren	51
H.6 Beispiel einer Unsicherheitsbewertung	54
H.7 Bezugsschriftstücke	54
Anhang I (informativ) Abschätzung des Beitrags von zellularen Netzen bei maximalem Verkehr	55
I.1 Allgemeines	55
I.2 GSM und die Abschätzung der Exposition bei maximalem Verkehr	55
I.3 UMTS und die Abschätzung der Exposition bei maximalem Verkehr	56
I.4 Einfluss des Verkehrs in real betriebenen Netzen	56
I.5 Abschätzung des Beitrags von zellularen Netzen bei maximalem Verkehr für TETRA- und TETRAPOL-PMR	57
I.5.1 Digitale TETRA-PMR-Netze und die Abschätzung der Exposition bei maximalem Verkehr	57
I.5.2 Digitale TETRAPOL-PMR-Netze und die Abschätzung der Exposition bei maximalem Verkehr	58
Anhang J (informativ) WiFi-Messungen	60
J.1 Allgemeines	60
J.2 Integrationszeit für reproduzierbare Messungen	60
J.3 Kanalbelegung	61
J.4 Verschiedene Betrachtungen	62
J.5 Skalierbarkeit durch Kanalbelegung	62
J.6 Einfluss der Anwendungslayer	62
Anhang K (informativ) Beispiele für die Umsetzung dieser Norm vor dem Hintergrund der Europäischen Ratsempfehlung 1999/519/EG	63
K.1 Zweck	63
K.2 Allgemeine Betrachtungen	63
K.3 Bewertung von breitbandigen Ergebnissen	63
K.4 Bewertung von frequenzselektiven Ergebnissen	64
Literaturhinweise	65
Bilder	
Bild 1 – Alternative Wege zur Bestimmung des elektromagnetischen Felds <i>am Aufstell- und Betriebsort</i> (der Einrichtung) für die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern	13
Bild 2 – Lage von Messpunkten für die räumliche Mittelung	20
Bild D.1 – Spektrale Belegung bei GSMK	32
Bild D.2 – Spektrale Belegung bei WCDMA	33
Bild F.1 – Kanalzuweisung	39

Bild F.2 – Leistungsbereich des Dekoders in Abhängigkeit vom Antennenfaktor und den Kabelverlusten zur Erfüllung der Anforderungen an frequenzselektive Messungen	41
Bild G.1 – Simulationsanordnung	45
Bild G.2 – Einfluss des menschlichen Körpers	45
Bild G.3 – Messanordnung	46
Bild H.1 – Physikalisches Modell für „Small-Scale-Fading“-Schwankungen	48
Bild H.2 – Beispiel von Feldschwankungen in der Sichtverbindung einer Antenne, die bei 2,2 GHz arbeitet	48
Bild H.3 – Fehler bei 95 % in der Abschätzung der mittleren Leistung	50
Bild H.4 – 343 Messpunkte, die einen Würfel (Zentrum) bilden und verschiedene Schablonen, die aus einer unterschiedlichen Anzahl von Positionen bestehen	51
Bild H.5 – Bewegung einer Schablone (Linie 3) durch den WÜRFEL	52
Bild H.6 – Standardabweichungen für GSM 900, DCS 1 800 und UMTS	53
Bild I.1 – Zeitliche Schwankung der Exposition durch GSM 1 800 MHz (links) und FM (rechts) über 24 h	57
Bild J.1 – Beispiel für WiFi-Rahmen	60
Bild J.2 – Kanalbelegung in Abhängigkeit von der Integrationszeit	61
Bild J.3 – Kanalbelegung in Abhängigkeit von der Nenn-Durchgangsrate	61
Bild J.4 – Momentaufnahme des WiFi-Spektrums	62

Tabellen

Tabelle 1 – In verschiedenen Entfernungen von Funkstationen zu messende Größen	15
Tabelle 2 – Anforderungen an breitbandige Messsysteme	17
Tabelle 3 – Anforderungen an frequenzselektive Messsysteme	18
Tabelle 4 – Bewertung der Unsicherheit in kontrollierten Umgebungen	23
Tabelle 5 – Bewertung der Unsicherheit <i>am Aufstell- und Betriebsort</i>	24
Tabelle A.1 – Hauptsächliche Dienste	26
Tabelle D.1 – Beispiel für Einstellungen des Spektrumanalysators für eine Integration je Dienst	35
Tabelle F.1 – Anforderungen an den WCDMA-Dekoder	40
Tabelle F.2 – Signalkonfigurationen	41
Tabelle F.3 – Einstellung des WCDMA-Signalgenerators für Leistungslinearität	42
Tabelle F.4 – Einstellung des WCDMA-Signalgenerators für die Kalibrierung des Dekoders	42
Tabelle F.5 – Einstellung des WCDMA-Signalgenerators für die Messung des Reflektionskoeffizienten	43
Tabelle G.1 – Maximal simulierter Fehler aufgrund des Einflusses eines menschlichen Körpers in den Messwerten einer allseits gerichteten Sonde	46
Tabelle G.2 – Gemessener Einfluss eines menschlichen Körpers auf Messungen mit einer allseits gerichteten Sonde	46
Tabelle H.1 – 95-%-Unsicherheit für verschiedene „Fading“-Modelle	50
Tabelle H.2 – Korrelationskoeffizienten für GSM 900 und DCS 1 800	53
Tabelle H.3 – Schwankungen der Standardabweichungen für die GSM-900-, DCS-1 800- und UMTS-Frequenzbänder	54
Tabelle H.4 – Beispiel für die Berechnung der gesamten Unsicherheit	54

Tabelle K.1 – Beispiel einer Ergebnistabelle für breitbandige Messungen der elektrischen
Feldstärke in einem Messpunkt einschließlich einer Ermittlung der Übereinstimmung mit
Expositionsgrenzwerten 64

Tabelle K.2 – Beispiel einer Ergebnistabelle für frequenzselektive Messungen der elektrischen
Feldstärke in einem Messpunkt einschließlich einer Ermittlung der Übereinstimmung mit
Expositionsgrenzwerten 64

1 Anwendungsbereich

Diese Grundnorm legt die Messverfahren, die Messsysteme sowie die Nachbearbeitung für Messungen in der Nähe von Basisstationen, wie sie in 3.2 festgelegt sind, fest, um damit die elektromagnetischen Felder *am Aufstell- und Betriebsort* der Basisstationen im Hinblick auf die Beurteilung der Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern im Frequenzbereich 100 kHz bis 300 GHz zu bestimmen.

2 Normative Verweisungen

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

EN 50383, *Grundnorm für die Berechnung und Messung der elektromagnetischen Feldstärke und SAR in Bezug auf die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern von Mobilfunk-Basisstationen und stationären Teilnehmergeräten von schnurlosen Telekommunikationsanlagen (110 MHz bis 40 GHz)*

EN 50400, *Grundnorm zum Nachweis der Übereinstimmung von stationären Einrichtungen für Funkübertragung (110 MHz bis 40 GHz), die zur Verwendung in schnurlosen Telekommunikationsnetzen vorgesehen sind, bei ihrer Inbetriebnahme mit den Basisgrenzwerten oder den Referenzwerten bezüglich der Exposition der Allgemeinbevölkerung gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Antenne

Gerät, das als Wandler zwischen einer geführten Welle (z. B. in einem Koaxialkabel) und einer Freiraumwelle oder umgekehrt dient. Für die Anwendung dieser Norm wird der Begriff Antenne nur für Sendeantenne(n) verwendet, falls nichts anderes angegeben ist

3.2

Basisstation

BS

ortsfeste Einrichtung zur Funkübertragung, die zur Verwendung in drahtlosen Telekommunikationsnetzen wie z. B. zellularen Kommunikationsnetzen, drahtlosen lokalen Netzen, Punkt-zu-Punkt-Übertragungen oder Punkt-zu-Mehrpunkt-Übertragungen entsprechend ITU-R Empfehlung F.592-3 vorgesehen sind. Es werden nur Punkt-zu-Punkt-Übertragungen oder Punkt-zu-Mehrpunkt-Übertragungen, die in der europäischen Tabelle der Frequenzzuweisungen und -nutzungen im Frequenzbereich 9 kHz bis 275 GHz (ERC Report 25) (siehe das Beispiel im [Anhang A](#)) aufgeführt sind, betrachtet. Für die Anwendung dieser Norm schließt der Begriff „Basisstation“ die Funkstation und die Antenne(n) ein

3.3

mittlere (zeitweilige) 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 ist

t_1 der Zeitpunkt des Beginns der Messung;

t_2 der Zeitpunkt des Endes der Messung;

$t_2 - t_1$ die Expositionsdauer.

3.4

Mittelungszeit

t_{avg}

geeignete Zeit, über die die Exposition gemittelt wird, um die Übereinstimmung mit den Grenzwerten zu bestimmen

3.5

elektrische Feldstärke

E

Größe eines Feldvektors in einem Punkt, die der Kraft (F) auf eine kleine Prüfladung (q) entspricht, dividiert durch die Ladung

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

Die elektrische Feldstärke wird in Volt je Meter (V/m) ausgedrückt.

3.6

Feldwellenwiderstand

Verhältnis der elektrischen Feldstärke zur magnetischen Feldstärke einer sich ausbreitenden elektromagnetischen Welle. Der Feldwellenwiderstand einer ebenen Welle im freien Raum beträgt 377 Ω

3.7

hemisphärische Isotropie

halbkugelförmige Isotropie

größte Abweichung der Feldstärke, die auftritt, wenn die Sonde um ihre Hauptachse gedreht wird, während sie einer aus dem Halbraum vor der Sonde einfallenden Bezugswelle mit unterschiedlichen Einfallswinkeln gegenüber der Achse der Sonde ausgesetzt ist

3.8

Sondenisotropie

Maß, bis zu dem die Antwort einer elektrischen oder magnetischen Feldsonde von der Polarisierung und der Ausbreitungsrichtung einer einfallenden Welle unabhängig ist

3.9

axiale Isotropie

größte Abweichung der Feldstärke bei Rotation um die Hauptachse des Sondengehäuses, während die Sonde einer Bezugswelle, die aus einer Richtung entlang der Hauptachse der Sonde einfällt, ausgesetzt ist

3.10

Linearität

größte Abweichung über den Messbereich der gemessenen Größe von der nächsten linearen Bezugskurve, die über ein gegebenes Intervall definiert wird

3.11

magnetische Flussdichte

B

vektorielle Größe B , die auf jedes geladene Teilchen, das eine Geschwindigkeit v hat, eine Kraft F ausübt, die gleich dem Produkt aus dem Vektorprodukt $\vec{v} \times \vec{B}$ und der elektrischen Ladung Q des Teilchens ist:

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

Dabei ist

$\vec{F}$ die auf das Teilchen wirkende Vektorkraft in Newton (N);

q die Ladung des Teilchens in Coulomb (C);

$\vec{v}$ die Geschwindigkeit des Teilchens in Meter je Sekunde (m/s);

$\vec{B}$ die magnetische Flussdichte in Tesla (T).

3.12

magnetische Feldstärke

$\vec{H}$

vektorielle Größe, die sich für einen gegebenen Punkt ergibt, indem die Magnetisierung $\vec{M}$ vom Quotienten aus der magnetischen Flussdichte $\vec{B}$ und der magnetischen Feldkonstanten (Permeabilität) μ subtrahiert wird:

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu} - \vec{M}$$

Dabei ist

$\vec{H}$ die magnetische Feldstärke in Ampere pro Meter (A/m);

$\vec{B}$ die magnetische Flussdichte in Tesla (T);

μ die magnetische Feldkonstante (Permeabilität) des Vakuums in Henry pro Meter (H/m);

$\vec{M}$ die Magnetisierung in Ampere je Meter (A/m).

ANMERKUNG Für die Anwendung dieser Norm ist in allen Punkten $\vec{M} = 0$.

3.13

Mehrband

eine Mehrband-Einrichtung wird in mehr als einem Frequenzband betrieben, z. B. GSM 900 und GSM 1 800

3.14

Permeabilität

magnetische Feldkonstante

μ

die magnetische Permeabilität eines Materials ist definiert durch die magnetische Flussdichte $\vec{B}$ dividiert durch die magnetische Feldstärke $\vec{H}$:

$$\mu = \frac{|\vec{B}|}{|\vec{H}|}$$

Dabei ist

μ die in Henry je Meter (H/m) ausgedrückte Permeabilität des Mediums.

3.15

Permittivität

elektrische Feldkonstante

ε

Eigenschaft eines Dielektrikums (z. B. biologischen Gewebes). Im Fall eines isotropen Materials ist sie definiert als elektrische Flussdichte $\vec{D}$ dividiert durch die elektrische Feldstärke $\vec{E}$:

$$\varepsilon = \frac{|\vec{D}|}{|\vec{E}|}$$

Die Permittivität wird in Farad je Meter (F/m) ausgedrückt.

3.16

Effektivwert

rms

Quadratwurzel aus dem arithmetischen Mittelwert des Quadrats der periodischen Funktion innerhalb einer Periode

3.17

Leistungsdichte S

Strahlungsleistung je Flächeneinheit senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Welle. Die Leistungsdichte wird in Watt je Quadratmeter (W/m^2) ausgedrückt

3.18

Sender

Einrichtung zur Erzeugung von elektrischer Hochfrequenzleistung, die für Kommunikationszwecke zum Anschluss an eine Antenne vorgesehen ist

4 Physikalische Größen, Einheiten und Konstanten

4.1 Physikalische Größen

In dieser Norm werden die international anerkannten SI-Einheiten verwendet.

Größe (Deutsch)	Größe (Englisch)	Symbol	Einheit (Deutsch)	Einheit (Englisch)	Einheiten- zeichen
Elektrische Feldstärke	Electric field strength	E	Volt je Meter	Volt per meter	V/m
Elektrische Flussdichte	Electric flux density	D	Coulomb je Quadratmeter	Coulomb per square meter	C/m ²
Frequenz	Frequency	f	Hertz	Hertz	Hz
Magnetische Feldstärke	Magnetic field strength	H	Ampere je Meter	Ampere per meter	A/m
Magnetische Flussdichte	Magnetic flux density	B	Tesla (Vs/m ²)	Tesla (Vs/m ²)	T
Permeabilität	Permeability	μ	Henry je Meter	Henry per meter	H/m
Permittivität	Permittivity	ϵ	Farad je Meter	Farad per meter	F/m
Stromdichte	Current density	J	Ampere je Quadratmeter	Ampere per square meter	A/m ²
Wellenlänge	Wavelength	λ	Meter	meter	m

4.2 Konstanten

Physikalische Konstante (Deutsch)	Physikalische Konstante (Englisch)	Symbol	Größe
Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	Speed of light in a vacuum	c	$2,997 \times 10^8$ m/s
Permittivität des freien Raums	Permittivity of free space	ϵ_0	$8,854 \times 10^{-12}$ F/m
Permeabilität des freien Raumes	Permeability of free space	μ_0	$4 \pi \times 10^{-7}$ H/m
Wellenwiderstand des freien Raumes	Impedance of free space	η_0	377Ω (etwa $120 \pi \Omega$)

5 Allgemeines Verfahren

Dieser Abschnitt beschreibt den Weg, dem zur Bestimmung der Verfahren, der Messsysteme und der Nachbearbeitung, die zur Abschätzung des elektromagnetischen Feldes *am Aufstell- und Betriebsort* (der Einrichtung) im Hinblick auf die Beurteilung der Sicherheit von Personen zu verwenden sind, gefolgt werden muss.¹⁾

Die Messung *am Aufstell- und Betriebsort* (der Einrichtung) muss abhängig von ihrem Zweck (siehe [Abschnitt 6](#)) nach folgendem Flussdiagramm durchgeführt werden:

¹⁾ Diese Europäische Norm berücksichtigt die CEPT-ECC-Empfehlung (02)04.

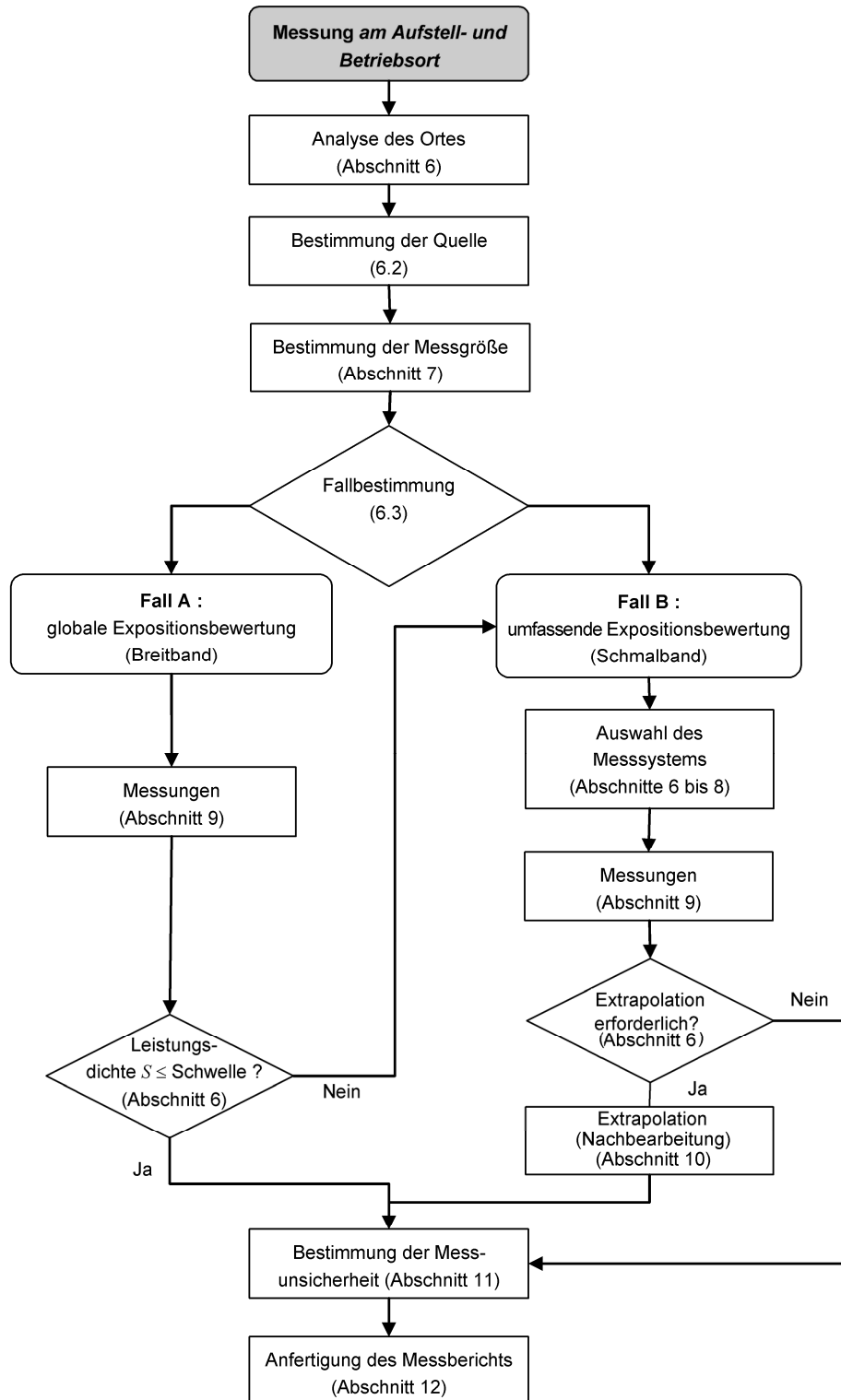


Bild 1 – Alternative Wege zur Bestimmung des elektromagnetischen Felds am Aufstell- und Betriebsort (der Einrichtung) für die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern

6 Analyse des Ortes und Fallbestimmung

6.1 Einleitung

Dieser Abschnitt beschreibt, wie der Ort analysiert und bestimmt werden kann, welche Art der Messung in Abhängigkeit vom Zweck durchgeführt werden muss.

6.2 Zu berücksichtigende HF-Quellen

Es müssen vernünftige Anstrengungen unternommen werden, um sämtliche HF-Quellen zwischen 100 kHz und 300 GHz zu identifizieren.

Solche Quellen können z. B. durch Sichtprüfung, der Abfrage von Datenbanken, wie in [EN 50400](#) definiert, sowie durch frequenzselektive Messungen identifiziert werden. Falls Quellen identifiziert wurden, müssen Messungen im Einklang mit anwendbaren Normen durchgeführt werden. Wenn der zu untersuchende Standort nicht in der Hauptstrahlrichtung von Antennen, die oberhalb 6 GHz betrieben werden, liegt, dann können die von solchen Quellen erzeugten Felder im Allgemeinen ignoriert werden, da sie im Hinblick auf die Beurteilung der Sicherheit von Personen nicht von Bedeutung sind.

Sämtliche dauerhaften ortsfesten HF-Quellen, die zwischen 100 kHz und 6 GHz betrieben werden, müssen betrachtet werden.

6.3 Fallbestimmung

6.3.1 Übersicht

Die erste Entscheidung besteht darin, zwischen den Ermittlungsmöglichkeiten (Fall A und Fall B) zu wählen. Fall A liefert ein einziges Ergebnis, das sämtliche Quellen und Frequenzen erfasst. Fall B liefert einen Satz von Feldwerten für Quellen, Frequenzen oder Frequenz-Unterbänder.

Wenn der Zweck der Messung *am Aufstell- und Betriebsort* in einer umfassenden Expositionsbeurteilung besteht, d. h. in der Untersuchung jedes einzelnen Beitrags von HF-Quellen unter Verwendung eines frequenzselektiven Analyseverfahrens, dann ist Fall B anwendbar.

Wenn der Zweck der Messung *am Aufstell- und Betriebsort* in einer globalen Expositionsbeurteilung besteht, d. h. in der Kombination der Beiträge sämtlicher HF-Quellen, dann muss die Beurteilung entweder unter Anwendung des Falls B durch Kombination sämtlicher gemessener Beiträge (d. h. Bestimmung des in [EN 50400](#) definierten Gesamtexpositionsverhältnisses) oder unter Anwendung des Falls A durchgeführt werden.

6.3.2 Fall A

Fall A entspricht der Situation, in der eine globale Expositionsbeurteilung unter Verwendung von breitbandigen (Mess-)Einrichtungen in Übereinstimmung mit [Abschnitt 8](#) gewünscht wird.

Breitbandige Messungen können zum Anzeigen durchgeführt werden, falls eine umfassende Expositionsbeurteilung erforderlich ist (Fall B). Die Ermittlung von Leistungsdichten oberhalb einer Schwelle von 10 mW/m^2 muss in Übereinstimmung mit Fall B vervollständigt werden. Wenn jedoch (entsprechende) vorher aufgestellte nationale Anforderungen existieren, kann eine abweichende Schwelle zwischen 5 mW/m^2 und 100 mW/m^2 verwendet werden.

Breitbandige Messungen können durchgeführt werden, um Informationen über Umgebungsfeldstärken in Echtzeit („wie beobachtet“) zu erhalten.

Breitbandige Messungen dürfen nicht für Extrapolationszwecke verwendet werden ([Abschnitt 10](#)). Ohne die Fähigkeit zur Unterscheidung von Frequenzen würden solche Messungen zu einer starken Überschätzung der maximalen Exposition führen.

6.3.3 Fall B

Fall B entspricht der Situation, in der eine umfassende Expositionsbeurteilung gewünscht wird einschließlich, sofern erforderlich, einer Extrapolation zur Abschätzung des Feldes bei maximalem Betrieb.

Zur Durchführung dieser umfassenden Expositionsbeurteilung muss der Betreiber frequenzselektive Messeinrichtungen im Einklang mit [Abschnitt 8](#) verwenden.

7 Bestimmung der zu messenden Feldgröße in Abhängigkeit vom Abstand zu Quellenantennen

Zweck dieses Abschnitts ist die Bestimmung – aus der Analyse des Ortes und der Beitragenden – der Größen, die entsprechend dem Abstand zu den Quellenantennen zu messen sind (entsprechend dem Anwendungsbereich dieser Norm werden nur elektrische und magnetische Felder erfasst).

Für jeden Beitragenden (oder Gruppe von Beitragenden) und entsprechend der Analyse des Ortes muss entweder E oder H oder beides entsprechend Tabelle 1 gemessen werden.

Elektromagnetische Felder setzen sich aus einem elektrischen Feld E (in V/m gemessen) und einem magnetischen Feld H (in A/m gemessen) zusammen. In einiger Entfernung von den Quellen (Fernfeld) (Region III) sind das E - und das H -Feld mathematisch voneinander unabhängig, aber in geringerer Entfernung von den Quellen (Regionen I und II) kann es erforderlich sein, sie getrennt zu messen.

Unter Fernfeldbedingungen müssen im Allgemeinen alle drei der nachfolgenden Bedingungen erfüllt werden. Üblicherweise ist eine dieser Bedingungen vorherrschend.

Tabelle 1 – In verschiedenen Entfernungen von Funkstationen zu messende Größen

Region	Region I	Region II	Region III
Grenzen der Region, von der Antenne aus gemessen Dabei ist λ die Wellenlänge D die größte Abmessung der Antenne	0 bis max $\begin{pmatrix} \lambda \\ D \\ \frac{D^2}{4\lambda} \end{pmatrix}$	max $\begin{pmatrix} \lambda \\ D \\ \frac{D^2}{4\lambda} \end{pmatrix}$ bis max $\begin{pmatrix} 5\lambda \\ 5D \\ \frac{0,6 D^2}{\lambda} \end{pmatrix}$	max $\begin{pmatrix} 5\lambda \\ 5D \\ \frac{0,6 D^2}{\lambda} \end{pmatrix}$ bis ∞
$E \perp H$	Nein	Effektiv Ja	Ja
$\eta = E / H$	$\neq \eta_0$	$\approx \eta_0$	$= \eta_0$
Zu messende Komponente	E und H	E oder H	E oder H
Kommentar	In der Region I ist der Leistungsanteil des reaktiven Nahfelds nicht vernachlässigbar. Die Leistungsdichte schwankt, und in Abhängigkeit vom Messort können niedrigere Werte näher zur Antenne erzielt werden im Gegensatz zu höheren Werten in größerem Abstand. In dieser Region müssen beide Feldkomponenten E und H gemessen werden.	Die Strahlungseigenschaften der Antenne entsprechend den Angaben des Herstellers treffen noch nicht zu. In den Regionen II und III ist es akzeptabel, nur eine Feldkomponente, E oder H , zu messen.	Fernfeldbedingungen

ANMERKUNG 1 Diese Grenzabstände für die einzelnen Regionen sind im Allgemeinen anwendbar. Daher kann es Antennen geben, für die diese Grenzen konservativ sind, z. B. kann λ für die Region I ausreichend sein, auch wenn D oder $D^2/4\lambda$ größer ist. Allerdings müssen diese Abstände durch belastbare Nachweise unterstützt werden, wenn auf diese Fälle zurückgegriffen wird.

ANMERKUNG 2 Nichtsdestotrotz sind die in [Tabelle 1](#) angegebenen Grenzabstände für die Regionen stets kleiner als diejenigen, die in Fachbüchern, welche genaue Beschreibungen von Antennen enthalten, vorgeschlagen werden. Die Original-Grenzabstände wurden für die Expositionsbeurteilung verringert und resultieren in den Werten der [Tabelle 1](#), deren Ungenauigkeit immer noch kleiner ist als die Ungenauigkeit der Expositionsbeurteilung. Das FCC-OET-Bulletin 65 schlägt diese kleinen Grenzabstände vor und sie wurden durch neuere Messungen und Berechnungen bestätigt.

8 Anforderungen an Messsysteme

8.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt beschreibt die grundlegenden Anforderungen, die für Messeinrichtungen gelten, die zur Durchführung von Messungen nach dieser Norm verwendet werden können.

Im Allgemeinen besteht das Messsystem aus folgenden Komponenten:

- die (aus E - oder H -Feldantenne(n) bestehende) Sonde, die die Fähigkeit besitzt, die Feldstärke isotrop zu ermitteln;
- Messgerät (z. B. Spektrumanalysator oder Messempfänger im Fall von frequenzselektiven Messungen);
- Kabel oder Glasfaser(n), um die Sonde mit dem Messgerät zu verbinden;
- dreibeiniges Stativ, um die Sonde zu halten und auszurichten;
- entweder ein gängiges Rotationssystem für die isotrope Messung unter Verwendung einer einachsigen Sonde oder Schalt- oder Kombinationsgerät für die isotrope Messung unter Verwendung einer dreiachsigen Sonde.

Die Maße der Antenne/Sonde sollten kleiner oder vergleichbar sein zu der der höchsten Frequenz entsprechenden Wellenlänge. Richtantennen sollten nur in Verbindung mit dem Durchsuchungsverfahren mit Frequenzsuchlauf (siehe [Anhang B](#)) oder in Fällen, in denen es nur einen direkten (Ausbreitungs-)Weg von der Quellenantenne gibt, verwendet werden.

Ergänzende Einrichtungen können zusätzlich zu diesen Komponenten verwendet werden, z. B. Laptop-Computer zur Automatisierung, Kontrolle/Steuerung der Messung, zur Speicherung und Nachbearbeitung der Messdaten.

Unterhalb 6 GHz müssen isotrope Messungen durchgeführt werden, um den Feldwert zu bestimmen, der bei der Beurteilung der Exposition von Personen herangezogen wird. Richtantennen können verwendet werden, um den räumlichen Spitzenwert der verschiedenen Feldkomponenten ([Anhang B](#)) zu beurteilen, jedoch wird dies für die Beurteilung der Exposition von Personen nicht empfohlen.

Zur Vermeidung des Aufnehmens von Nebenaussendungskomponenten sollten Ferritkügelchen auf dem Koaxialkabel angebracht werden, das die Sonde mit dem Messgerät verbindet. Für Frequenzen unterhalb 800 MHz ist dies verbindlich festgelegt.

Das dreibeinige Stativ, falls es verwendet wird, muss aus wenig reflektierendem Material wie z. B. Kunststoff oder Holz hergestellt sein.

8.2 Technische Anforderungen an Messsysteme

8.2.1 Anforderungen an breitbandige Messsysteme

8.2.1.1 Allgemeine Anforderungen

Einrichtungen zur breitbandigen Messung der elektrischen oder magnetischen Feldstärke bestehen gewöhnlich aus einer breitbandigen Sonde und einer Anzeigeeinheit (siehe [Anhang C](#)). Der gemessene Pegel repräsentiert die gesamte Feldstärke in dem durch die Sonde abgedeckten Frequenzbereich.

Breitbandige Messungen müssen mit Hilfe einer isotropen elektrischen oder magnetischen Feldsonde durchgeführt werden. Es können mehrere Sonden verwendet werden, um den festgelegten Frequenzbereich zu erfassen, und der gesamte Feldstärkepegel muss dann entsprechend Gleichung (1) berechnet werden.

$$E = \sqrt{\sum_{i=1}^N E_i^2}$$

$$H = \sqrt{\sum_{i=1}^N H_i^2}$$
(1)

Dabei ist

N Anzahl der Sonden.

ANMERKUNG Die Anwendung der Gleichung (1) impliziert, dass die außerhalb des Frequenzbandes gelegene Antwort der Sonde vernachlässigt werden kann. Wenn dies nicht geschieht, stellt der angezeigte Feldstärkepegel eine Überschätzung dar.

8.2.1.2 Frequenzbereich

Das Messsystem muss (Die Messsysteme müssen) den Frequenzbereich von 100 kHz bis mindestens 6 GHz und, falls für die Analyse des Ortes erforderlich, bis 300 GHz abdecken.

8.2.1.3 Frequenzgang (Frequenzantwort), Dynamikbereich, Linearität und Isotropie

Die Anforderungen in Bezug auf Frequenzgang, Dynamikbereich, Linearität und Isotropie müssen die Anforderungen nach Tabelle 2 erfüllen.

Tabelle 2 – Anforderungen an breitbandige Messsysteme

	Frequenz- gang	minimale Erfassungsgrenze	Dynamik- bereich	Linearität	Isotropie
Unterhalb 900 MHz und oberhalb 3 GHz	± 3 dB	$\leq 2 \text{ mW/m}^2$ (d. h. 1 V/m oder 0,003 A/m)	≥ 40 dB	$\pm 1,5$ dB	< 2 dB für das gesamte Messsystem ermittelt
Zwischen 900 MHz und 3 GHz	$\pm 1,5$ dB				

8.2.1.4 Kalibrierung

Die Messeinrichtung muss als gesamtes Messsystem bei den Messfrequenzen in Übereinstimmung mit **EN 50383** kalibriert werden. Bei Signalen mit hohem Crestfaktor oder bei Kombinationen aus mehreren Signalen kann eine zusätzliche Kalibrierung erforderlich sein, um die Unsicherheit zu bewerten.