

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Vorwort A1	2
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Physikalische Größen, Einheiten und Konstanten	10
4.1 Physikalische Größen	10
4.2 Konstanten	10
5 Allgemeines Verfahren	11
6 Analyse des Ortes und Fallbestimmung	13
6.1 Einleitung	13
6.2 Zu berücksichtigende HF-Quellen	13
6.3 Fallbestimmung	13
7 Bestimmung der zu messenden Feldgröße in Abhängigkeit vom Abstand zu Quellenantennen	14
8 Anforderungen an Messsysteme	15
8.1 Allgemeines	15
8.2 Technische Anforderungen an Messsysteme	16
9 Messverfahren	18
9.1 Allgemeine Anforderungen	18
9.2 Beurteilung der Feldstärke	18
10 Beurteilung der Feldstärke bei maximalem Verkehr eines zellularen Netzes	19
11 Unsicherheit	21
11.1 Anforderung für die erweiterte Unsicherheit	21
11.2 Abschätzung der Unsicherheit	21
12 Darstellung der Ergebnisse	23
Anhang A (informativ) Hauptsächliche Dienste, die mit HF arbeiten	25
Anhang B (informativ) Durchsuchungsverfahren mit Frequenzsuchlauf	26
B.1 Messaufbau	26
B.2 Messverfahren	26
B.3 Erörterung der Vor- und Nachteile des Verfahrens	27
B.4 Bezugsschriftstücke	27
Anhang C (informativ) Beispiel der Verwendung von breitbandigen Einrichtungen	28
C.1 Allgemeines	28
C.2 Feststellung des Ortes der maximalen Exposition	28
Anhang D (informativ) Einstellungen des Spektrumanalysators	30
D.1 Einleitung	30
D.2 Detektionsalgorithmen	30

	Seite
D.3	Auflösungsbandbreite und Verarbeitung der Kanalleistung..... 31
D.4	Einstellungen 33
Anhang E (informativ) Messung und Bewertung von verschiedenen Rundfunksignalen im Hinblick auf die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern..... 35	
E.1	FM-Tonrundfunk 35
E.2	Digitaler Tonrundfunk (DAB) 35
E.3	Langwellen-, Mittelwellen- und Kurzwellenrundfunk 35
E.4	Digital Radio Mondial (DRM) 36
E.5	Analog (PAL- und SECAM-Modulation) 36
E.6	Digitaler terrestrischer Fernsehrundfunk (DVB-T)..... 37
Anhang F (informativ) WCDMA-Messungen und Kalibrierung unter Verwendung eines Kodierungsbereichs-Analysators..... 38	
F.1	Allgemeines 38
F.2	Anforderung an den Kodierungsbereichs-Analysator 38
F.3	Antennenfaktor 39
F.4	Kalibrierung 40
Anhang G (informativ) Einfluss des menschlichen Körpers auf Messungen von elektrischen Feldstärken mit Hilfe von Sonden 43	
G.1	Nachbildungen des Einflusses des menschlichen Körpers auf Sondenmessungen, die auf der Momentenmethode beruhen (Prinzip der äquivalenten Oberfläche) 43
G.2	Vergleich mit Messungen 45
G.3	Schlussfolgerung 46
Anhang H (informativ) Räumliche Mittelung 47	
H.1	Einleitung 47
H.2	Schwankungen aufgrund „Small-Scale-Fading“ 48
H.3	Fehler bei der Abschätzung der lokalen mittleren Leistungsdichte..... 48
H.4	Charakterisierung von statistischen Umgebungseigenschaften 49
H.5	Charakterisierung von verschiedenen Mittelungsverfahren 50
H.6	Beispiel einer Unsicherheitsbewertung 53
H.7	Bezugsschriftstücke..... 53
Anhang I (informativ) Abschätzung des Beitrags von zellularen Netzen bei maximalem Verkehr 54	
I.1	Allgemeines 54
I.2	GSM und die Abschätzung der Exposition bei maximalem Verkehr..... 54
I.3	UMTS und die Abschätzung der Exposition bei maximalem Verkehr..... 55
I.4	Einfluss des Verkehrs in real betriebenen Netzen 55
I.5	Abschätzung des Beitrags von zellularen Netzen bei maximalem Verkehr für TETRA- und TETRAPOL-PMR 56
Anhang J (informativ) WiFi-Messungen 59	
J.1	Allgemeines 59
J.2	Integrationszeit für reproduzierbare Messungen..... 59

	Seite
J.3 Kanalbelegung	60
J.4 Verschiedene Betrachtungen	61
J.5 Skalierbarkeit durch Kanalbelegung	61
J.6 Einfluss der Anwendungslayer	61
Anhang K (informativ) Beispiele für die Umsetzung dieser Norm vor dem Hintergrund der Europäischen Ratsempfehlung 1999/519/EG	62
K.1 Zweck	62
K.2 Allgemeine Betrachtungen	62
K.3 Bewertung von breitbandigen Ergebnissen	62
K.4 Bewertung von frequenzselektiven Ergebnissen	63
Anhang L (informativ) FDD-LTE-Messungen	64
L.1 Allgemeines	64
L.2 Maximale Exposition durch LTE	65
L.2.1 Einleitung	65
L.3 Messungen der momentanen LTE-Exposition	68
Literaturhinweise	69
Bilder	
Bild 1 – Alternative Wege zur Bestimmung des elektromagnetischen Felds am Aufstell- und Betriebsort (der Einrichtung) für die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern	12
Bild 2 – Lage von Messpunkten für die räumliche Mittelung	19
Bild D.1 – Spektrale Belegung bei GSMK	31
Bild D.2 – Spektrale Belegung bei WCDMA	32
Bild F.1 – Kanaluweisung	38
Bild F.2 – Leistungsbereich des Dekoders in Abhängigkeit vom Antennenfaktor und den Kabelverlusten zur Erfüllung der Anforderungen an frequenzselektive Messungen	40
Bild G.1 – Simulationsanordnung	44
Bild G.2 – Einfluss des menschlichen Körpers	44
Bild G.3 – Messanordnung	45
Bild H.1 – Physikalisches Modell für „Small-Scale-Fading“-Schwankungen	47
Bild H.2 – Beispiel von Feldschwankungen in der Sichtverbindung einer Antenne, die bei 2,2 GHz arbeitet	47
Bild H.3 – Fehler bei 95 % in der Abschätzung der mittleren Leistung	49
Bild H.4 – 343 Messpunkte, die einen Würfel (Zentrum) bilden und verschiedene Schablonen, die aus einer unterschiedlichen Anzahl von Positionen bestehen	50
Bild H.5 – Bewegung einer Schablone (Linie 3) durch den WÜRFEL	51
Bild H.6 – Standardabweichungen für GSM 900, DCS 1 800 und UMTS	52
Bild I.1 – Zeitliche Schwankung der Exposition durch GSM 1 800 MHz (links) und FM (rechts) über 24 h	56
Bild J.1 – Beispiel für WiFi-Rahmen	59
Bild J.2 – Kanalbelegung in Abhängigkeit von der Integrationszeit	60

	Seite
Bild J.3 – Kanalbelegung in Abhängigkeit von der Nenn-Durchgangsrate	60
Bild J.4 – Momentaufnahme des WiFi-Spektrums	61
Bild L.1 – LTE-Zeit-Frequenz-Plan	64
Bild L.2 – Verdeutlichung des vorhandenen Verstärkungsfaktors BF, der für jeden Netzbetreiber spezifisch ist	66
Bild L.3 – LTE-Spektrum: PBCH-Leistung höher als die RS-Leistung	67
Tabellen	
Tabelle 1 – In verschiedenen Entfernungen von Funkstationen zu messende Größen	14
Tabelle 2 – Anforderungen an breitbandige Messsysteme	17
Tabelle 3 – Anforderungen an frequenzselektive Messsysteme	17
Tabelle 4 – Bewertung der Unsicherheit in kontrollierten Umgebungen	22
Tabelle 5 – Bewertung der Unsicherheit am Aufstell- und Betriebsort.....	23
Tabelle A.1 – Hauptsächliche Dienste.....	25
Tabelle D.1 – Beispiel für Einstellungen des Spektrumanalysators für eine Integration je Dienst.....	34
Tabelle F.1 – Anforderungen an den WCDMA-Dekoder.....	39
Tabelle F.2 – Signalkonfigurationen	40
Tabelle F.3 – Einstellung des WCDMA-Signalgenerators für Leistungslinearität	41
Tabelle F.4 – Einstellung des WCDMA-Signalgenerators für die Kalibrierung des Dekoders	41
Tabelle F.5 – Einstellung des WCDMA-Signalgenerators für die Messung des Reflektionskoeffizienten.....	42
Tabelle G.1 – Maximal simulierter Fehler aufgrund des Einflusses eines menschlichen Körpers in den Messwerten einer allseits gerichteten Sonde.....	45
Tabelle G.2 – Gemessener Einfluss eines menschlichen Körpers auf Messungen mit einer allseits gerichteten Sonde	45
Tabelle H.1 – 95-%-Unsicherheit für verschiedene „Fading“-Modelle.....	49
Tabelle H.2 – Korrelationskoeffizienten für GSM 900 und DCS 1 800.....	52
Tabelle H.3 – Schwankungen der Standardabweichungen für die GSM-900-, DCS-1 800- und UMTS-Frequenzbänder.....	53
Tabelle H.4 – Beispiel für die Berechnung der gesamten Unsicherheit	53
Tabelle K.1 – Beispiel einer Ergebnistabelle für breitbandige Messungen der elektrischen Feldstärke in einem Messpunkt einschließlich einer Ermittlung der Übereinstimmung mit Expositionsgrenzwerten	63
Tabelle K.2 – Beispiel einer Ergebnistabelle für frequenzselektive Messungen der elektrischen Feldstärke in einem Messpunkt einschließlich einer Ermittlung der Übereinstimmung mit Expositionsgrenzwerten	63
Tabelle L.1 – Theoretischer Extrapolationsfaktor, η_{RS} , in Abhängigkeit von der Bandbreite unter der Annahme, dass sämtliche Subträger den gleichen Leistungspegel besitzen	66