

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Europäisches Vorwort zur Änderung A1	3
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	4
Einleitung	10
1 Anwendungsbereich	12
2 Normative Verweisungen	12
3 Begriffe und Abkürzungen	12
3.1 Begriffe	12
3.1.1 Antennenbegriffe	12
3.1.2 Auf den Messplatz bezogene Begriffe	15
3.1.3 Andere Begriffe	16
3.2 Abkürzungen	17
4 Festlegungen und Validierungsverfahren für Kalibrier- und Referenz-Messplätze für den Frequenzbereich von 5 MHz bis 1 000 MHz	18
4.1 Allgemeines	18
4.2 Festlegungen für den Antennenkalibriermessplatz	19
4.2.1 Allgemeines	19
4.2.2 Normative Festlegungen	19
4.3 Festlegung für die Messantennen	20
4.3.1 Allgemeines	20
4.3.2 Einzelheiten der erforderlichen Eigenschaften der Messantenne	21
4.4 Validierungsverfahren für den Antennenkalibriermessplatz	23
4.4.1 Allgemeines	23
4.4.2 Messaufbau	24
4.4.3 Messfrequenzen und Höhen der Empfangsantenne	25
4.4.4 Messungen der Einfügungsdämpfung des Messplatzes	26
4.4.5 Messungen der Einfügungsdämpfung des Messplatzes mit Frequenzsuchlauf	29
4.4.6 Identifikation und Verringerung von Reflexionen von Antennenteilen	32
4.5 Eignungskriterien für Antennenkalibriermessplätze	32
4.5.1 Allgemeines	32
4.5.2 Messunsicherheiten	33
4.5.3 Eignungskriterien	33
4.6 Kalibrierplatz mit metallischer Bodenfläche zur Kalibrierung von bikonischen Antennen und abgestimmten Dipolantennen im Frequenzbereich von 30 MHz bis 300 MHz	34
4.7 Eignungsprüfung eines Messplatzes für Bezugsmessungen (Referenz-Messplatzes)	36
4.7.1 Allgemeines	36
4.7.2 Eignungsprüfung (des Messplatzes) für horizontale Polarisierung	36
4.7.3 Eignungsprüfung (des Messplatzes) für vertikale Polarisierung	37

	Seite
4.8	Eignungs-Prüfprotokoll (Abnahmeprotokoll) für Antennenkalibrier- und Referenz-Messplätze..... 38
4.8.1	Allgemeines 38
4.8.2	Anforderungen an das Eignungs-Prüfprotokoll (Abnahmeprotokoll)..... 38
4.9	Validierung von Messplätzen für die Kalibrierung von bikonischen und Dipolantennen sowie den bikonischen Teil von Hybridantennen für die vertikale Polarisation 40
4.10	Validierung von Antennenkalibriermessplätzen für die Kalibrierung von Monopolen (Stabantennen) im Frequenzbereich von 5 MHz bis 30 MHz unter Verwendung der vertikalen Polarisation 41
4.10.1	Allgemeines 41
4.10.2	Ermittlung der Unsicherheit 42
5	Verfahren für die Validierung von Vollabsorberräumen für den Frequenzbereich von 30 MHz bis 18 GHz 43
5.1	Allgemeines 43
5.2	Verfahren für die Validierung von 1 GHz bis 18 GHz..... 43
5.2.1	Leistungsübertragung zwischen zwei Antennen 43
5.2.2	Messverfahren für die Validierung von 1 GHz bis 18 GHz 44
5.2.3	Auswertung der Ergebnisse 46
5.2.4	Eignungskriterium..... 48
5.2.5	Leistungsmerkmale der Kammer in Abhängigkeit von der Polarisation..... 48
5.2.6	Unsicherheit..... 49
5.3	Validierung von Vollabsorberräumen für die Kalibrierung von Antennen mit Hilfe von alternativen Verfahren 50
5.3.1	Allgemeines 50
5.3.2	Validierung von Vollabsorberräumen von 30 MHz bis 1 GHz..... 50
5.3.3	Alternative Validierung von Vollabsorberräumen für die Kalibrierung von LPDA-Antennen oberhalb 1 GHz 51
5.3.4	Alternative Validierung von Vollabsorberräumen oberhalb 500 MHz unter Verwendung von Messungen im Zeitbereich 51
5.4	Validierung von Vollabsorberräumen für Messungen der Strahlungsdiagramme von Antennen oberhalb 1 GHz..... 52
6	Verfahren der Validierung von Messplätzen, die für die Kalibrierung von Antennen mit Richtwirkung benutzt werden 52
6.1	Validierung von Kalibrierplätzen, bei denen die Bodenreflexion durch die Verwendung einer Höhe ≥ 4 m möglichst klein ist..... 52
6.1.1	Messverfahren..... 52
6.1.2	Unsicherheiten..... 54
6.2	Validierung von Kalibrierplätzen, bei denen die Bodenreflexion durch die Verwendung von Absorbieren möglichst klein ist..... 56
7	Validierung von Messplätzen durch Vergleich der Antennenfaktoren und Anwendung des Referenz-Messplatz-Verfahrens zur Ermittlung des Unsicherheitsbeitrags eines Halbabsorberraum-Messplatzes 56
7.1	Verwendung des Standardantennen-Verfahrens für die Validierung von Messplätzen durch Vergleich der Antennenfaktoren..... 56
7.2	Anwendung des Referenz-Messplatz-Verfahrens zur Ermittlung des

	Seite
Messunsicherheitsbeitrags von Kalibrierplätzen, die aus einer Halbabsorberkammer bestehen.....	57
Anhang A (informativ) Eigenschaften und Validierung von Antennenkalibriermessplätzen (en: CALTS)	60
A.1 Allgemeines.....	60
A.2 Die reflektierende Ebene.....	60
A.2.1 Der Aufbau der reflektierenden Ebene	60
A.2.2 Kanteneffekte der Ebene und Einfluss der Umgebung.....	61
A.3 Hilfs-/Zusatzeinrichtung.....	62
A.4 Zusätzliche strengere Eignungsprüfung von Antennenkalibriermessplätzen	62
A.4.1 Allgemeines.....	62
A.4.2 Messungen mit Höhenvariation der Antenne.....	62
A.4.3 Messungen mit Frequenzsuchlauf.....	64
Anhang B (informativ) Betrachtungen über Messantennen	66
B.1 Allgemeines.....	66
B.2 Beispiel einer Messantenne und ihre Verifizierung.....	66
B.3 Bestimmung der Eigenschaften des Symmetrierübertragers (Balun).....	68
B.3.1 Der ideale verlustlose Symmetrierübertrager (Balun).....	68
B.3.2 Beziehungen zwischen den Eigenschaften des Symmetrierübertragers (Balun) und den S-Parametern.....	69
B.3.3 Messungen der Einfügungsdämpfung	71
Anhang C (informativ) Theorie zu Antennen und zur Einfügungsdämpfung des Messplatzes.....	73
C.1 Analytische Zusammenhänge.....	73
C.1.1 Allgemeines.....	73
C.1.2 Gesamtlänge der Messantenne	74
C.1.3 Theoretische Einfügungsdämpfung des Messplatzes	75
C.1.4 Rechenbeispiel.....	79
C.2 Rechnergestützte Berechnungen mit Hilfe der Momentenmethode.....	82
C.2.1 Allgemeines.....	82
C.2.2 Antennen-Eingangsimpedanz.....	83
C.2.3 Gesamtlänge der Messantenne	83
C.2.4 Rechnergestützte Berechnungen der Einfügungsdämpfung des Messplatzes	84
C.2.5 Rechnergestützte Berechnungen des Antennenfaktors	90
Anhang D (informativ) PASCAL-Programm, das in C.1.4 verwendet wird	95
Anhang E (informativ) Checkliste für das Validierungsverfahren.....	99
Anhang F (informativ) Augenscheinlichkeit, dass Feldüberhöhungen beim Validierungsverfahren für Messplätze für die vertikale Polarisierung einen vernachlässigbaren Einfluss auf den gemessenen Antennenfaktor haben	101
F.1 Untersuchung der vertikalen Feldüberhöhung.....	101
F.2 Kalibrierung von bikonischen Antennen unter Verwendung der vertikalen Polarisierung	101
Literaturhinweise	103

Bilder

Bild 1 – Prinzipschaltbild der Messantenne	21
Bild 2 – Einstellung einer Teleskopantenne auf die Länge L_{we}	22
Bild 3 – Bestimmung von $U_{r1}(f)$ oder $U_{r2}(f)$	26
Bild 4 – Bestimmung von $U_s(f)$ mit den Drahtantennen an ihren festgelegten Positionen	26
Bild 5 – Beispielhafte NSIL: horizontale Polarisation, Antennenhöhe 2 m, Abstand 10 m	30
Bild 6 – NSIL für die vier Paare von berechenbaren Dipolen in 10 m Abstand und bei Verwendung der alternativen Höhen für das 600-MHz- bis 1 000-MHz-Paar entsprechend Tabelle 5	31
Bild 7 – Beziehung zwischen den Größen, die beim Eignungskriterium für die Einfügungsdämpfung des Messplatzes verwendet werden	34
Bild 8 – Aufbau für die Validierung eines Vollabsorberrahmens für die Kalibrierung von EMV-Messantennen oberhalb 1 GHz, wobei der Abstand zwischen den Phasenzentren der Antennen ebenfalls gezeigt wird	45
Bild 9 – Beispielhafte Plots von $[A_i(d) - A_i(d_{3\text{ m}})]$ in dB von 1 GHz bis 18 GHz in Schritten von 1 GHz, aufgetragen gegen den Abstand in m und korrigiert in Bezug auf die Phasenzentren der LPDA- und Hornantenne	48
Bild 10 – Beispiel eines Antennenaufbaus für die Kalibrierung von LPDA-Antennen im Frequenzbereich oberhalb 200 MHz	53
Bild 11 – Beispiel einer Einfügungsdämpfung des Messplatzes für zwei LPDA-Antennen in vertikaler Polarisation, gemessen über der reflektierenden Bodenfläche eines Freifeldmessplatzes in 2,5 m Abstand zwischen den Mittelpunkten der Antennen und aufgetragen gegen die Antennenhöhe	54
Bild 12 – Verdeutlichung der Abstände zwischen einer Sende-Hornantenne und einer rundstrahlenden Empfangsantenne sowie einem reflektierenden Gebäude und der Wegstrecken A und B des übertragenen Signals	54
Bild B.1 – Beispiel einer Messantenne	68
Bild B.2 – Schaltbild zur Messung von S_{11} und S_{12} sowie von S_{22} und S_{21} , wenn Generator (Messsender) und Last vertauscht werden	69
Bild B.3 – Prinzipschaltbild zur Bestimmung der Einfügungsdämpfung $A_1(f)$	71
Bild B.4 – Prinzipschaltbild zur Bestimmung der Einfügungsdämpfung $A_2(f)$	71
Bild C.1 – Netzwerkmodell für Berechnungen von A_{ic}	76
Bild C.2 – Ersatzschaltung zum Netzwerk in Bild C.1	76
Bild C.3 – Definitionen der gegenseitigen Verkopplungen, der Speisespannungen und der Antennenströme der Antennen über der reflektierenden Ebene und deren Spiegelbilder	77
Bild C.4 – Hintereinanderschaltung der Symmetrierglieder und des Messplatz-Zweiters	84
Bild C.5 – Flussdiagramm, das zeigt, wie die Einfügungsdämpfung des Messplatzes durch Kombination der gemessenen S-Parameter der Symmetrierglieder und der mit Hilfe des NEC-Programms berechneten S-Parameter des Messplatz-Zweiters erhalten wird	85
Bild F.1 – Gleichförmigkeit des Felds bei schrittweiser Höhenvariation von 1 m auf 2,6 m, auf das Feld in einer Höhe von 1,8 m normalisiert; Monokonusanterne in 15 m Abstand	101
Bild F.2 – Mittelung der Höhenschritte, Standardantennen-Verfahren, CISPR 16-1-6:2014, B.4.2	102

Tabellen

Tabelle 1 – Zusammenfassung der Validierungsverfahren für Messplätze anhand der Abschnittsnummern	11
---	----

	Seite
Tabelle 2 – Maximale Grenzabweichungen für $d = 10$ m	21
Tabelle 3 – Frequenzen und feste Höhen der Empfangsantenne für Messungen der Einfügungsdämpfung des Messplatzes, wobei $h_t = 2$ m und $d = 10$ m ist (siehe 4.4.2.3 und 4.4.2.4)	25
Tabelle 4 – Frequenzschritte beim Referenz-Messplatz-Verfahren	29
Tabelle 5 (informativ) – Antennenhöhen für Messungen der Einfügungsdämpfung des Messplatzes	30
Tabelle 6 – Antennenaufbau für Messungen der Einfügungsdämpfung von Kalibrierplätzen unter Verwendung von horizontal polarisierten resonanten Dipolantennen (siehe auch 4.4.4 in Bezug auf die Einfügungsdämpfung von Messplätzen bei 250 MHz und 300 MHz)	36
Tabelle 7 – Antennenhöhen	37
Tabelle 8 – Beispiel für eine Messunsicherheitsbilanz für die Einfügungsdämpfung des Messplatzes zwischen zwei Monopolantennen	42
Tabelle 9 – Beispiel für eine Messunsicherheitsbilanz für das Validierungsverfahren für Vollabsorberräume bei und oberhalb 1 GHz	49
Tabelle 10 – Beispiel für eine Messunsicherheitsbilanz für das Messplatz-Validierungsverfahren nach 6.1.1	55
Tabelle 11 – Maximale Grenzabweichungen für den Validierungs-Messaufbau für $d = 10$ m	59
Tabelle A.1 – Beispiel von berechenbaren Dipolantennen mit fester Länge und Unterteilung des Frequenzbereichs von 30 MHz bis 1 000 MHz	61
Tabelle A.2 – Höhen der Empfangsantenne und Mittenfrequenzen	64
Tabelle C.1 – Numerisches Beispiel für die (analytische) Berechnung von L_a , A_{ic} (siehe C.1.4.2)	79
Tabelle C.2 – Numerisches Beispiel für die (analytische) Berechnung von ΔA_t (siehe C.1.4.3)	81
Tabelle C.3 – Numerisches Beispiel für die (analytische) Berechnung von h_{rc} und Δh_{rt}	82
Tabelle C.4 – Numerisches Beispiel für die (analytische) Berechnung von f_c und Δf_t	82
Tabelle C.5 – Beispiel für die numerische Berechnung von A_{ic} mit Hilfe der Momentenmethode für vertikale Polarisation, $h_t = 2$ m mit der Ausnahme von $h_t = 2,75$ m bei 30 MHz, 35 MHz und 40 MHz	88