

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe und Abkürzungen	10
3.1 Begriffe	10
3.2 Abkürzungen	18
4 Grundlegende Konzepte	19
4.1 Allgemeines	19
4.2 Das Konzept des Antennenfaktors	19
4.3 Kalibrierverfahren für 30 MHz und darüber	20
4.4 Messunsicherheiten bei Antennenkalibriermessungen	22
4.5 Zusammenfassung der Messverfahren zur Gewinnung des Antennenfaktors	22
5 Kalibrierverfahren für den Frequenzbereich 9 kHz bis 30 MHz	26
5.1 Kalibrierung von Monopolantennen	26
5.2 Kalibrierung von Rahmenantennen	34
6 Frequenzen, Geräte und Funktionsprüfungen für Kalibrierungen bei oder oberhalb 30 MHz	38
6.1 Kalibrierfrequenzen	38
6.2 Anforderungen an die Messausrüstung für Antennenkalibrierungen	40
6.3 Funktionsprüfungen an zu kalibrierenden Antennen	45
7 Grundlegende Kennwerte und Gleichungen, die den Verfahren zur Antennenkalibrierung oberhalb 30 MHz gemeinsam sind	47
7.1 Zusammenfassung der Verfahren für Messungen des Antennenfaktors	47
7.2 Messungen der Einfügungsdämpfung des Messplatzes	47
7.3 Grundlegende Gleichungen für die Berechnung des Antennenfaktors aus Messungen der Einfügungsdämpfung des Messplatzes oder der Messplatzdämpfung	51
7.4 Gleichungen für den Antennenfaktor und die Messunsicherheiten bei Nutzung des Drei-Antennen-, des Norm-Messplatz- und des Standardantennen-Verfahrens	53
7.5 Kennwerte für die Festlegung des Phasenzentrums einer Antenne und dessen Lage	63
8 Einzelheiten des Drei-Antennen-, Standardantennen- und Norm-Messplatz-Kalibrierverfahrens für Frequenzen von 30 MHz und darüber	69
8.1 Allgemeines	69
8.2 Betrachtungen zu Kalibrierungen des Antennenfaktors mit Hilfe des Drei-Antennen-Verfahrens	69
8.3 Betrachtungen zur Kalibrierung des Antennenfaktors mit Hilfe des Standardantennen-Verfahrens	73
8.4 Kalibrierung mit Hilfe des Norm-Messplatz-Verfahrens auf einem Messplatz mit elektrisch leitender Bodenfläche im Bereich von 30 MHz bis 1 GHz	76
9 Kalibrierverfahren für besondere Antennenarten für Frequenzen von 30 MHz und darüber	79
9.1 Allgemeines	79
9.2 Kalibrierung von bikonischen und Hybridantennen in einer Freiraumumgebung im Frequenzbereich von 30 MHz bis 300 MHz und von abgestimmten Dipolen im	

	Seite
Frequenzbereich von 60 MHz bis 1 000 MHz	79
9.3 Kalibrierung von bikonischen Antennen (30 MHz bis 300 MHz) und von Hybridantennen unter Verwendung des Standardantennen-Verfahrens und vertikaler Polarisierung auf einem Messplatz mit leitender Bodenfläche.....	84
9.4 Kalibrierung von LPDA-Antennen, Hybridantennen und Hornantennen in einer Freiraumumgebung, 200 MHz bis 18 GHz.....	87
9.5 Kalibrierung von Horn- und LPDA-Antennen in einem Vollabsorberraum, 1 GHz bis 18 GHz.....	92
Anhang A (informativ) Hintergrundinformationen und Begründung für die Verfahren der Antennenkalibrierung.....	97
A.1 Begründung für die Notwendigkeit mehrerer Kalibrierverfahren und die Verwendung eines Messplatzes mit leitender Bodenfläche.....	97
A.2 Besondere Maßnahmen für die Kalibrierung von rundstrahlenden Antennen.....	99
A.3 Kalibrierungen unter Verwendung von berechenbaren Breitband-Dipolantennen	102
A.4 Begründung für den Freiraum-Antennenfaktor und für die Übergangsfrequenz von bikonischen zu LPDA-Antennen.....	103
A.5 Quellen erhöhter Unsicherheit bei der Messung des Freiraum-Antennenfaktors mit Hilfe des Norm-Messplatz-Verfahrens	105
A.6 Kalibrierung von LPDA-Antennen unter Verwendung von kleineren Abständen.....	108
A.7 Kreuzpolarisationsunterdrückung bei LPDA-Antennen.....	110
A.8 Hinweise zur Messausrüstung	111
A.9 Unsicherheitsbetrachtungen.....	115
Anhang B (normativ) Kalibrierung von bikonischen Antennen und abgestimmten Dipolantennen über einer Bodenfläche unter Verwendung des Drei-Antennen- und des Norm-Messplatz-Verfahrens	118
B.1 Allgemeines.....	118
B.2 Eigenschaften von bikonischen Antennen und Dipolantennen.....	118
B.3 Frequenzen	119
B.4 Messung des höhen- und polarisationsabhängigen Antennenfaktors $F_a(h,p)$ von bikonischen Antennen und abgestimmten Dipolantennen und Ableitung des Freiraum-Antennenfaktors F_a durch Mittelung von $F_a(h,p)$ im Bereich von 30 MHz bis 300 MHz.....	119
B.5 Messung des Freiraum-Antennenfaktors F_a von hoch über einer leitenden Bodenfläche angeordneten abgestimmten Dipolantennen im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 000 MHz	125
Anhang C (informativ) Begründung für die bei der Antennenkalibrierung benutzten Gleichungen und relevante Informationen zu Antenneneigenschaften für Unsicherheitsanalysen im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz	131
C.1 Allgemeines.....	131
C.2 Antennenfaktor und Antennengewinn	131
C.3 Gleichungen für die Einfügungsdämpfung zwischen Antennen.....	133
C.4 Durch Nahfeldeinflüsse verursachter Unsicherheitsbeitrag	139
C.5 Unsicherheitsbeitrag aufgrund von Nahfeldkopplung der Antennen.....	140
C.6 Unsicherheitsbeitrag aufgrund der Reflexion von der Bodenfläche.....	141
C.7 Unsicherheitsbeitrag aufgrund der Strahlungscharakteristik der Antenne.....	148
Anhang D (informativ) Hintergrundinformationen und Begründung für die Antennenkalibrierung bei	

	Seite
Frequenzen oberhalb 1 GHz.....	155
D.1 Fehler aufgrund von Fehlanpassung	155
D.2 Gegenseitige Verkopplung zwischen Antennen und Reflexionen in Messräumen	155
D.3 Antennenabstand und Phasenzentrum.....	156
D.4 Beispiel für den Gewinn einer Doppelsteg-Hornantenne in 1 m Abstand.....	157
Anhang E (informativ) Anmerkungen bei den Unsicherheitsbilanzen	159
E.1 Allgemeines.....	159
E.2 Anmerkungen bei den Messunsicherheitsbilanzen.....	159
Anhang F (informativ) Unsicherheiten aus der Fehlanpassung eines zwischen einem Sende- und einem Empfangsanschluss angeschlossenen Zweitor-Geräts	169
Anhang G (informativ) Verifikationsverfahren für die Kalibrierung von Monopolantennen und Unsicherheitsanalyse für das Äquivalente-Kapazitäts-Substitutionsverfahren.....	171
G.1 Verifikationsverfahren für die Kalibrierung von Monopolantennen mit Hilfe des Verfahrens der ebenen Welle von 5 MHz bis 30 MHz.....	171
G.2 Unsicherheitsanalyse des ECSM-Verfahrens.....	173
Anhang H (informativ) Helmholtzspulen-Verfahren für die Kalibrierung von Rahmenantennen bis 150 kHz	181
H.1 Messverfahren.....	181
H.2 Unsicherheiten	183
Literaturhinweise	185
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	189
Bilder	
Bild 1 – Aufbau zur Bestimmung des Antennenfaktors unter Verwendung eines Netzwerkanalysators.....	30
Bild 2 – Aufbau zur Bestimmung des Antennenfaktors unter Verwendung eines Messempfängers und eines Signalgenerators	31
Bild 3 –Beispiel für die Montage einer Kapazität in der künstlichen Antenne	32
Bild 4 – Blockschaltbild des Messaufbaus in einer TEM-Zelle für passive Rahmenantennen	36
Bild 5 – Blockschaltbild des Messaufbaus in einer TEM-Zelle für aktive Rahmenantennen	37
Bild 6 – Beispiel für Resonanzspitzen aufgrund von schlechten Verbindungen zwischen den Elementen einer bikonischen Antenne bei Verwendung von schrittweisen Erhöhungen um 2 MHz.....	39
Bild 7 – Aufbau der Antenne für die Messung der Einfügungsdämpfung des Messplatzes auf einem Freiraum-Kalibrierplatz.....	48
Bild 8 – Aufbau der Antenne für die Messung der Einfügungsdämpfung des Messplatzes und der Messplatzdämpfung auf einem Kalibrierplatz mit Bodenfläche	49
Bild 9 – Aufbau der Antenne für das Drei-Antennen-Verfahren auf einem Freiraum-Kalibrierplatz	54
Bild 10 – Aufbau der Antenne für das Drei-Antennen-Verfahren auf einem Kalibrierplatz mit metallischer Bodenfläche	57
Bild 11 – Aufbau der Antenne für das Norm-Messplatz-Verfahren	59
Bild 12 – Aufbau der Antenne für das Standardantennen-Verfahren auf einem Kalibrierplatz mit metallischer Bodenfläche	62
Bild 13 – Abstand bezogen auf das Phasenzentrum einer LPDA-Antenne	65

	Seite
Bild 14 – LPDA-Antenne mit kurvenförmig sich verjüngender Geometrie.....	67
Bild 15 – Abstand bezogen auf das Phasenzentrum von Hornantennen (für Einzelheiten siehe [49])	68
Bild 16 – Schematische Darstellung einer Doppelsteg-Hornantenne, die die relativen Positionen des Feldpunkts und des Phasenzentrums der Doppelsteg-Hornantenne zeigt.....	69
Bild 17 – Aufbau der bikonischen Antenne in vertikaler Polarisierung für das Standardantennen-Verfahren, wobei die zum Paar gehörende Monokonus-Antenne und ein Beispiel für eine zu kalibrierende bikonische Antenne mit zusammenfaltbaren Elementen gezeigt wird	86
Bild 18 – Aufbau für die Kalibrierung von in großer Höhe angeordneter LPDA- und Hybridantennen	89
Bild 19 – Anordnung von LPDA-Antennen oberhalb Absorbern	92
Bild 20 – Anordnung zur Messung der Übertragung unter Verwendung eines Netzwerkanalysators	94
Bild A.1 – Darstellung der Winkel der entgegengesetzten elektromagnetischen Strahlen von der bei der Höhenvariation verwendeten LPDA-Antenne zu der in fester Höhe verwendeten LPDA-Antenne und zur Bodenfläche	107
Bild A.2 – Antennenfaktor einer bikonischen Antenne mit 200-Ω-Symmetrierglied (Balun), gemessen mit dem Verfahren mit vertikaler Polarisierung nach 9.3 und mit dem Norm-Messplatz-Verfahren nach 8.4 ohne Korrektur	108
Bild A.3 – Antennenfaktor einer bikonischen Antenne mit 200-Ω-Symmetrierglied (Balun), gemessen mit dem Verfahren mit vertikaler Polarisierung nach 9.3 und mit dem Norm-Messplatz-Verfahren nach 8.4 mit Korrektur.....	108
Bild A.4 – Abstand bezogen auf das Phasenzentrum einer LPDA-Antenne.....	110
Bild A.5 – Statistische Eigenschaften von mehrfachen Messungen von S_{21} (Minimal-, Maximal- und Mittelwert)	112
Bild A.6 – Standardabweichung von S_{21}	112
Bild A.7 – Normalisierte Standardabweichung von S_{21}	113
Bild C.1 – Vereinfachtes Modell einer Empfangsantenne	132
Bild C.2 – Messung der Einfügungsdämpfung für die Antennenkalibrierung auf einem Freiraum-Kalibrierplatz.....	134
Bild C.3 – Messung der Einfügungsdämpfung für die Antennenkalibrierung auf einem Kalibrierplatz mit metallischer Bodenfläche	136
Bild C.4 – Vergleich der durch Gleichung (C.17) gegebenen Feldstärke mit der durch Gleichung (C.31) gegebenen Feldstärke im Nahfeldbereich	139
Bild C.5 – a), b) und c) zeigen die theoretische Abweichung des Antennenfaktors vom Freiraumwert F_a , verursacht durch Einflüsse aufgrund der Nahfeldkopplung d) zeigt die Abweichung, die durch Fehler bei den Positionen des Phasenzentren verursacht wird, gegeben durch Gleichung (57).....	141
Bild C.5 – Theoretische Berechnungen der Einflüsse auf den durch das Drei-Antennen-Verfahren gegebenen Antennenfaktor aufgrund von Nahfeldkopplung.....	141
Bild C.6 – Abweichung des Antennenfaktors vom Freiraumwert F_a , verursacht durch die gegenseitige Verkopplung mit dem Spiegelbild in einer metallischen Bodenfläche (theoretische Ergebnisse).....	143
Bild C.7 – Variation des höhenabhängigen Antennenfaktors $F_a(h,H)$ von bikonischen Antennen mit 50-Ω-Symmetrierglied (Balun) mit der Höhe im Bereich von 30 MHz bis 320 MHz mit einer Änderung der Höhe über einer metallischen Bodenfläche von 1 m bis 4 m in Schritten von 0,5 m.....	144
Bild C.8 – Auf den Freiraum-Antennenfaktor normalisierter Antennenfaktor aus Bild C.7.....	144

Bild C.9 – Variation des höhenabhängigen Antennenfaktors $F_a(h,H)$ von bikonischen Antennen mit 200- Ω -Symmetrierglied (Balun) mit der Höhe im Bereich von 30 MHz bis 320 MHz mit einer Änderung der Höhe über einer metallischen Bodenfläche von 1 m bis 4 m in Schritten von 0,5 m	145
Bild C.10 – Diagramm eines dreieckförmigen Abschnitts eines bikonischen Antennenelements	148
Bild C.11 – Beispiele für die Strahlungscharakteristiken (relativer realisierter Gewinn) von zwei Beispielen von bikonischen Antennen, verglichen mit der idealen abgestimmten Halbwellen-Dipolantenne	150
Bild C.12 – Beispiele für die Strahlungscharakteristiken (relativer realisierter Gewinn) von drei Beispielen von LPDA-Antennen, verglichen mit der idealen abgestimmten Halbwellen-Dipolantenne	151
Bild C.13 – Beispiele für die Strahlungscharakteristiken (relativer realisierter Gewinn) eines Beispiels einer Hybridantenne, verglichen mit der idealen abgestimmten Halbwellen-Dipolantenne	152
Bild C.14 – Beispiel für die Strahlungscharakteristik einer klassischen Doppelsteg-Hornantenne	153
Bild C.15 – Beispiel für die Strahlungscharakteristik einer neuartigen Doppelsteg-Hornantenne	153
Bild C.16 – Beispiel für die Strahlungscharakteristik einer klassischen LPDA-Antenne.....	154
Bild C.17 – Beispiel für die Strahlungscharakteristik einer LPDA-Antenne vom V-Typ	154
Bild D.1 – Relative Positionen der Phasenzentren einer Doppelsteg-Hornantenne und einer LPDA-Antenne	156
Bild D.2 – Ein Übertragungssystem zwischen einer Hornantenne und einer LPDA-Antenne	157
Bild D.3 – Bei 4,5 GHz gemessene Antennenfaktoren einer Doppelsteg-Hornantenne.....	157
Bild D.4 – Graphische Darstellung des realisierten Gewinns einer Doppelsteg-Hornantenne in 1 m Abstand	158
Bild E.1 – Vergleich der gemessenen und der vorhergesagten Einfügungsdämpfung des Messplatzes für eine berechenbare Dipolantenne – 60-MHz-Element	162
Bild E.2 – Vergleich der gemessenen und der vorhergesagten Einfügungsdämpfung des Messplatzes für eine berechenbare Dipolantenne – 180-MHz-Element	163
Bild E.3 – Reflexionsgrad von Absorbermaterial für Messkammern.....	167
Bild E.4 – Laser-Ausrichtungssystem.....	167
Bild F.1 – Signalfluss über ein Zweitor-Gerät zwischen einem Sende- und einem Empfangsanschluss	169
Bild F.2 – Signalflossreduktion	169
Bild G.1 – Konstruktionszeichnung, die zeigt, wie die Verbindung des Messingstabs mit dem N-Steckverbinder-Anschluss hergestellt wird	172
Bild G.2 – Graphische Darstellung des Betrags des Verhältnisterms $\tan()$ in Gleichung (4) in 5.1.2.2.....	174
Bild G.3 – Graphische Darstellung von Gleichung (4) in 5.1.2.2 – Eigenkapazität C_a einer Monopolantenne mit einer Stablänge von 1 m	174
Bild G.4 – Graphische Darstellung von Gleichung (5) in 5.1.2.2 – Höhenkorrekturfaktor L_h	175
Bild G.5 – Kalibrieraufbau, bestehend aus einer bikonischen und einer Rahmenantenne sowie einer angehobenen Monopolantenne mit vertikaler Speiseleitung	176
Bild G.6 – Darstellung einer Ersatzschaltung für eine Monopolantennensystem	176
Bild G.7 – Kalibrierung einer Monopolantenne unter Verwendung des ECSM-Verfahrens.....	177
Bild G.8 – Ersatzschaltung für das ECSM-Verfahren	177

	Seite
Bild G.9 – Darstellung der vereinfachten Ersatzschaltung für Bild G.8	177
Bild G.10 – Schaltung für eine künstliche Antenne, die die Wirkungen der effektiven Antennenhöhe h_e nachbildet	180
Bild H.1 – Zeichnung des Aufbaus beim Helmholtzspulen-Verfahren	181
Bild H.2 – Variation des H/I über die zentrale Ebene zwischen den Spulen	183
Tabellen	
Tabelle 1 – Zusammenfassung der Kalibrierverfahren für den Antennenfaktor F_a oberhalb 30 MHz	24
Tabelle 2 – Kalibrierverfahren für den Bereich oberhalb 30 MHz nach Abschnittsnummern sortiert	26
Tabelle 3 – Schrittweiten für die Frequenzerhöhung bei der Kalibrierung von Monopolantennen	27
Tabelle 4 – Beispiel für eine Messunsicherheitsbilanz für den Antennenfaktor einer Monopolantenne, die mit Hilfe des ECSM-Verfahrens unter Verwendung von Gleichung (9) kalibriert wurde	33
Tabelle 5 – Beispiel für eine Messunsicherheitsbilanz für den Antennenfaktor einer Rahmenantenne, die in einer TEM-Zelle gemessen wurde	37
Tabelle 6 – Schrittweiten für die Frequenzerhöhung bei der Kalibrierung von Breitbandantennen	38
Tabelle 7 – Beispiel für eine Unsicherheitsbilanz für die gemeinsamen Unsicherheitskomponenten einer Messung der Einfügungsdämpfung des Messplatzes, abgeleitet aus Gleichung (20)	50
Tabelle 8 – Zur Bestimmung der Phasenzentren der Abschnitte A und B benutzte Kennwerte	67
Tabelle 9 – Beispiel für eine Messunsicherheitsbilanz für den Freiraum-Antennenfaktor einer mit Hilfe des Norm-Messplatz-Verfahrens gemessenen horizontal polarisierten bikonischen Antenne	78
Tabelle 10 – Beispiel für eine Messunsicherheitsbilanz für den mit Hilfe des Standardantennen-Verfahrens in einem Vollabsorberraum gemessenen Antennenfaktor einer bikonischen Antenne im Frequenzbereich von 30 MHz bis 300 MHz	82
Tabelle 11 – Beispiel für eine Messunsicherheitsbilanz für den mit Hilfe des Standardantennen-Verfahrens in einem Vollabsorberraum unter Freiraumbedingungen gemessenen Antennenfaktor einer abgestimmten Dipolantenne im Frequenzbereich oberhalb 60 MHz, wobei ein berechenbarer abgestimmter Dipol als Standardantenne benutzt wurde	83
Tabelle 12 – Beispiel für eine Messunsicherheitsbilanz für den mit Hilfe des Standardantennen-Verfahrens für die vertikale Polarisation gemessenen Antennenfaktor einer bikonischen Antenne im Frequenzbereich 30 MHz bis 300 MHz	86
Tabelle 13 – Beispiel für eine Messunsicherheitsbilanz für den mit Hilfe des Drei-Antennen-Verfahrens in einer Höhe von 4 m gemessenen Freiraum-Antennenfaktor von LPDA- und Hybridantennen für den Frequenzbereich von 200 MHz bis 3 GHz	90
Tabelle 14 – Beispiel für eine Messunsicherheitsbilanz für den mit Hilfe des Drei-Antennen-Verfahrens für einen Abstand von 3 m im freien Raum gemessenen Freiraum-Antennenfaktor für den Frequenzbereich oberhalb 1 GHz	95
Tabelle A.1 – Beispiele für die Eintauchtiefen von „männlichen“ Steckverbinderstiften und „weiblichen“ Buchsen und zugehörige Grenzabweichungen unter Verwendung einer Lehre für Eintauchtiefen von Steckverbinderstiften vom Typ N	113
Tabelle A.2 – Eigenschaften eines typischen Adapters vom Typ N	114
Tabelle B.1 – Antennenaufbau für die Messung von abgestimmten Dipolantennen mit Hilfe des Norm-Messplatz-Verfahrens und Mittelung von $F_a(h,H)$	120
Tabelle B.2 – Antennenaufbau für die Messung von bikonischen Antennen mit Hilfe des Norm-Messplatz-Verfahrens und Mittelung von $F_a(h,H)$	120
Tabelle B.3 – Beispiel für eine Unsicherheitsbilanz für den mit Hilfe des Norm-Messplatz-Verfahrens	

	Seite
gemessenen höhenabhängigen Antennenfaktor $F_a(h,H)$ einer bikonischen Antenne für den Frequenzbereich 30 MHz bis 300 MHz	121
Tabelle B.4 – Beispiel für eine Messunsicherheitsbilanz für den mit Hilfe des Norm-Messplatz-Verfahrens und Mittelung von $F_a(h,H)$ erhaltenen Freiraum-Antennenfaktor F_a einer bikonischen Antenne für den Frequenzbereich unterhalb 300 MHz.....	123
Tabelle B.5 – Beispiel für eine Messunsicherheitsbilanz für den mit Hilfe des Drei-Antennen-Verfahrens unter Verwendung des in Tabelle B.2 festgelegten Antennenaufbaus erhaltenen höhenabhängigen Antennenfaktor $F_a(h,H)$ einer bikonischen Antenne	124
Tabelle B.6 – Beispiel für eine Messunsicherheitsbilanz für den mit Hilfe des Drei-Antennen-Verfahrens und Mittelung von $F_a(h,H)$ erhaltenen Freiraum-Antennenfaktor F_a einer bikonischen Antenne für den Frequenzbereich unterhalb 300 MHz.....	125
Tabelle B.7 – Antennenaufbau für das Standardantennen-Verfahren zur Bestimmung des Freiraum-Antennenfaktors F_a von abgestimmten Dipolantennen bei spezifischen Frequenzen im Bereich von 30 MHz bis 1 000 MHz	126
Tabelle B.8 – Beispiel für eine Unsicherheitsbilanz für den mit Hilfe des Standardantennen-Verfahrens unter Verwendung der Antennenaufbauten nach Tabelle B.7 erhaltenen Freiraum-Antennenfaktor F_a einer abgestimmten Dipolantenne	128
Tabelle B.9 – Beispiel für eine Messunsicherheitsbilanz für den mit Hilfe des Drei-Antennen-Verfahrens unter Verwendung der Antennenaufbauten nach Tabelle B.7 erhaltenen Freiraum-Antennenfaktor F_a einer abgestimmten Dipolantenne	129
Tabelle C.1 – Beispiele für den Höhenbereich h der Antenne für horizontale Polarisierung, bei dem der Fehler $\leq 0,3$ dB ist.....	146
Tabelle C.2 – Korrekturfaktoren $\Delta F_{a,SSM}$ zur Konvertierung des mit dem Norm-Messplatz-Verfahren gemessenen Antennenfaktors in den Freiraumantennenfaktor F_a	147
Tabelle C.3 – Mechanische Abmessungen für die bikonische Antenne [52].....	148
Table G.1 – Beispiel für eine Messunsicherheitsbilanz für den mit Hilfe des Standardantennen-Verfahrens gemessenen F_a von Monopolantennen	173
Tabelle H.1 – Beispiel für eine Messunsicherheitsbilanz für den mit Hilfe des Helmholtzspulen-Verfahrens gemessenen Antennenfaktor F_{aH} einer Rahmenantenne im Frequenzbereich 50 kHz bis 150 kHz	184