

	DIN EN 62209-2 (VDE 0848-209-2)	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 17.240; 33.070.01

Einsprüche bis 2010-03-31

Entwurf

**Sicherheit von Personen in hochfrequenten Feldern von handgehaltenen und am Körper getragenen schnurlosen Kommunikationsgeräten –
Körpermodelle, Messgeräte und Verfahren –
Teil 2: Verfahren zur Bestimmung der spezifischen Absorptionsrate (SAR) von mobilen schnurlosen Kommunikationsgeräten, die in enger Nachbarschaft zum menschlichen Körper verwendet werden (Frequenzbereich von 30 MHz bis 6 GHz)
(IEC 106/162/CDV:2008);
Deutsche Fassung FprEN 62209-2:2008**

Human Exposure to Radio Frequency Fields from Handheld and Body-Mounted Wireless Communication Devices –
Human models, Instrumentation, and Procedures –
Part 2: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for mobile wireless communication devices used in close proximity to the human body (frequency range of 30 MHz to 6 GHz)
(IEC 106/162/CDV:2008);
German version FprEN 62209-2:2008

Exposition humaine aux champs radio fréquence produits par les dispositifs de communications sans fils tenus à la main ou portés près du corps –
Modèles du corps humain, instrumentation et procédures –
Partie 2 : Procédure pour la détermination du débit d'absorption spécifique produit par les dispositifs de communications sans fils utilisés très près du corps humain (gamme de fréquence de 30 MHz à 6 GHz)
(CEI 106/162/CDV:2008);
Version allemande FprEN 62209-2:2008

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2010-01-25 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an **dke@vde.com** in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter **www.dke.de/stellungnahme** abgerufen werden
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 124 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments FprEN 62209-2:2008 „Sicherheit von Personen in hochfrequenten Feldern von handgehaltenen und am Körper getragenen schnurlosen Kommunikationsgeräten – Körpermodelle, Messgeräte und Verfahren – Teil 2: Verfahren zur Bestimmung der spezifischen Absorptionsrate (SAR) von mobilen schnurlosen Kommunikationsgeräten, die in enger Nachbarschaft zum menschlichen Körper verwendet werden (Frequenzbereich von 30 MHz bis 6 GHz)“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 106/162/CDV:2008 „Human Exposure to Radio Frequency Fields from Handheld and Body-Mounted Wireless Communication Devices – Human models, Instrumentation, and Procedures – Part 2: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for mobile wireless communication devices used in close proximity to the human body (frequency range of 30 MHz to 6 GHz)“ unverändert in den Entwurf FprEN 62209-2:2008 übernommen worden.

Das internationale Dokument wurde vom TC 106 „Methods for the assessment of electric, magnetic and electromagnetic fields associated with human exposure“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für diesen Norm-Entwurf 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 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 Guide to the expression of uncertainty in measurement:1995	DIN V ENV 13005:1999-06	–
EN ISO 10012:2003	ISO 10012:2003	DIN EN ISO 10012:2004-03	–
EN ISO/IEC 17025:2000	ISO/IEC 17025:1999	DIN EN ISO/IEC 17025:2000-04	–
EN 50371:2002	Entwurf IEC 62479	DIN EN 50371 (VDE 0848-371):2002-11	VDE 0848-371
EN 62209-1:2006	IEC 62209-1:2005	DIN EN 62209-1 (VDE 0848-209-1):2007-03	VDE 0848-209-1
EN 62311:2008	IEC 62311:2007	DIN EN 62311 (VDE 0848-211):2008-09	VDE 0848-211

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50371 (VDE 0848-371):2002-11, *Fachgrundnorm zum Nachweis der Übereinstimmung von elektronischen und elektrischen Geräten kleiner Leistung mit den Basisgrenzwerten für die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern (10 MHz bis 3 GHz) – Allgemeine Öffentlichkeit; Deutsche Fassung EN 50371:2002*

DIN EN 62209-1 (VDE 0848-209-1):2007-03, *Sicherheit von Personen in hochfrequenten Feldern von handgehaltenen und am Körper getragenen schnurlosen Kommunikationsgeräten – Körpermodelle, Messgeräte und Verfahren – Teil 1: Verfahren zur Bestimmung der spezifischen Absorptionsrate (SAR) von handgehaltenen Geräten, die in enger Nachbarschaft zum Ohr benutzt werden (Frequenzbereich von 300 MHz bis 3 GHz) (IEC 62209-1:2005); Deutsche Fassung EN 62209-1:2001*

DIN EN 62311 (VDE 0848-211):2008-09, *Bewertung von elektrischen und elektronischen Einrichtungen in Bezug auf Begrenzungen der Exposition von Personen in elektromagnetischen Feldern (Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz) (IEC 62311:2007, modifiziert); Deutsche Fassung EN 62311:2008*

DIN EN ISO 10012:2004-03, *Messmanagementsysteme – Anforderungen an Messprozesse und Messmittel (ISO 10012:2003); Dreisprachige Fassung EN ISO 10012:2003*

DIN EN ISO/IEC 17025:2005-08, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:1999); Deutsche und Englische Fassung EN ISO/IEC 17025:2000*

DIN V ENV 13005:1999-06, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen; Deutsche Fassung ENV 13005:1999*

— **Entwurf** —

E DIN EN 62209-2 (VDE 0848-209-2):2010-02

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Sicherheit von Personen in hochfrequenten Feldern von handgehaltenen und am Körper getragenen
schnurlosen Kommunikationsgeräten –
Körpermodelle, Messgeräte und Verfahren –
Teil 2: Verfahren zur Bestimmung der spezifischen Absorptionsrate (SAR) von mobilen schnurlosen
Kommunikationsgeräten, die in enger Nachbarschaft zum menschlichen Körper verwendet werden
(Frequenzbereich von 30 MHz bis 6 GHz)

Inhalt

	Seite
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe.....	8
4 Formelzeichen und Abkürzungen	11
4.1 Physikalische Größen	11
4.2 Konstanten	11
4.3 Abkürzungen	11
5 Festlegungen zum Messsystem	12
5.1 Allgemeine Anforderungen	12
5.2 Festlegungen zum Messphantom – Schale und Flüssigkeit	13
5.3 Festlegungen zum Messausrüstungssystem.....	15
6 Protokoll für die Bewertung der spezifischen Absorptionsrate	17
6.1 Vorbereitung der Messung.....	17
6.2 Durchzuführende Prüfungen.....	29
6.3 Messverfahren	33
6.4 Nachbearbeitung.....	37
7 Abschätzung der Unsicherheit.....	38
7.1 Allgemeine Betrachtungen.....	38
7.2 Komponenten, die zur Unsicherheit beitragen.....	40
7.3 Abschätzung der Unsicherheit.....	61
8 Messbericht.....	68
8.1 Allgemeines	68
8.2 Angaben, die im Messbericht festgehalten werden müssen	68
Anhang A (informativ) Begründung für das Messphantom.....	70
A.1 Begründung für die Eigenschaften des Messphantoms	70
A.2 Begründung für die Anforderungen an die Schale des Messphantoms	71
A.3 Begründung für gewebeäquivalente Flüssigkeiten	71
Anhang B (normativ) Verifizierung des Systems zur Messung der spezifischen Absorptionsrate	73
B.1 Einleitung	73

	Seite
B.2 Systemprüfung	73
B.2.1 Zweck	73
B.2.2 Aufbau des Messphantoms.....	74
B.2.3 Standardquelle	74
B.2.4 Messung der Eingangsleistung der Standardquelle	74
B.2.5 Verfahren der Systemprüfung	76
B.3 Systemvalidierung	76
B.3.1 Zweck	76
B.3.2 Aufbau des Messphantoms.....	77
B.3.3 Bezugsquellen.....	77
B.3.4 Messung der Eingangsleistung des Bezugsdipols.....	79
B.3.5 Verfahren der Systemvalidierung.....	79
B.3.6 Bezugs-SAR-Werte	80
Anhang C (informativ) Schnelle Messung der spezifischen Absorptionsrate	83
C.1 Einleitung.....	83
C.2 Verfahren zur schnellen Messung der spezifischen Absorptionsrate, die auf spezifische Messverfahren und Techniken zur Nachbearbeitung beruhen	83
C.3 Verfahren zur schnellen Messung der spezifischen Absorptionsrate, die auf spezifischen Bewertungssystemen für die SAR beruhen	83
C.4 Verfahren zur schnellen Messung der spezifischen Absorptionsrate, die auf der theoriegestützten Suche nach den höchsten SAR-Prüfbedingungen beruhen	84
C.4.1 Suche mit Hilfe des OFAT-Ansatzes (One-factor-at-a-time)	84
C.4.2 Analyse nicht strukturierter Daten	84
C.4.3 Raten nach bestem Kenntnisstand (en: best educated guess (BEG))	84
Anhang D (informativ) Standardquellen und Messphantome für die Systemvalidierung.....	85
D.1 Dipole	85
D.2 SAR-Zielwerte	85
D.2.1 SAR-Zielwerte unterhalb 3 GHz	85
D.2.2 SAR-Zielwerte oberhalb 3 GHz	85
D.3 Flaches Messphantom	87
D.4 Mechanische Abmessungen von als Wellenleiter ausgeführten Standardquellen	90
Anhang E (informativ) Empfohlene Zusammensetzungen von gewebeäquivalenten Flüssigkeiten für Messphantome.....	92
E.1 Einleitung.....	92
E.2 Bestandteile.....	92
E.3 Formeln für gewebeäquivalente Flüssigkeiten (Permittivität/Leitfähigkeit)	93
Anhang F (normativ) Korrekturen der spezifischen Absorptionsrate bei Abweichungen der komplexen Permittivität von den Zielwerten	96
F.1 Einleitung.....	96
F.2 Korrekturformeln für die spezifische Absorptionsrate	96

	Seite
F.3 Unsicherheitsbeitrag der Korrekturformel zur spezifischen Absorptionsrate.....	97
Anhang G (informativ) Prüfung von Hör-/Sprech-Garnituren für den freihändigen Gebrauch	98
G.1 Konzept.....	98
G.2 Beispielhafte Ergebnisse	99
G.3 Diskussion.....	100
Anhang H (informativ) Verstärkungsfaktor der Haut.....	101
H.1 Hintergrund	101
H.2 Begründung	101
H.3 Nachbildungen	102
H.4 Empfehlungen.....	103
Anhang I (informativ) Messungen der dielektrischen Eigenschaften von gewebeäquivalenten Flüssigkeiten und Abschätzung der Messunsicherheit.....	105
Anhang J (informativ) Prüfung der Übereinstimmung der Exposition der Hand mit den Anforderungen	107
J.1 Zweck.....	107
J.2 Einleitung	107
J.3 Messverfahren	107
J.4 Begründung für das Verfahren zur messtechnischen Beurteilung von handgehaltenen Geräten	108
Anhang K (informativ) Reduzierung des Prüfumfangs.....	109
K.1 Einleitung	109
K.2 Verfahren zur Verringerung des Prüfumfangs	109
K.2.1 Beispiel 1.....	109
K.2.2 Beispiel 2.....	110
Anhang L (normativ) Verfahren der Leistungsskalierung	111
L.1 Verfahren	111
L.2 Üblicher Gebrauch.....	111
L.3 Unsicherheitsbeitrag aus der Leistungsskalierung	111
Anhang M (informativ) Begründung für die Sondendurchmesser.....	113
M.1 Außenmaße der Spitze der Messsonde	113
M.2 Versatz des Senteils der Sonde	114
M.3 Neigung der Sonde gegenüber der Ebene der Bodenfläche des Phantoms	114
M.4 Unsicherheitsbeitrag aus Extrapolation und Integration	114
Anhang N (informativ) Literaturhinweise.....	116
Bilder	
Bild 1 – Abmessungen des Messphantoms.....	14
Bild 2 – Messung durch Verschieben des Geräts über dem Messphantom.....	21
Bild 3 – Definition von Bezugspunkten	21
Bild 4 – Messpositionen für ein generisches Gerät.....	22
Bild 5 – Messpositionen für am Körper getragene Geräte.....	23

Bild 6a – Tragbarer Rechner mit einsteckbarer Funk-PCMCIA-Karte mit externer Antenne (linke Seite) oder mit interner im Anzeigeteil (Bildschirm) untergebrachter Antenne (rechte Seite)	24
Bild 6b – Tragbarer Flachrechner	24
Bild 6c – Drahtloser Kredit- oder Geldkartenleser	24
Bild 6 – Messpositionen für vom Körper gestützte Geräte	24
Bild 7a – Verschiedene Betriebslagen des Geräts	26
Bild 7b – Gerät mit nur einer Antenne	26
Bild 7 – Messpositionen für Auf Tischgeräte mit externer Antenne	26
Bild 8a – Zweiwege-Funkeinrichtung	27
Bild 8b – Fotoapparate und Videokameras	27
Bild 8 – Messpositionen für vor dem Gesicht befindliche Geräte	27
Bild 9 – Messpositionen für an den Gliedmaßen getragene Geräte	28
Bild 10 – Messpositionen für in die Kleidung eingearbeitete Geräte	29
Bild 11a – Durchzuführende Prüfungen Bild 11b – Allgemeines Verfahren	32
Bild 11 – Blockdiagramm der durchzuführenden Prüfungen	32
Bild 12 – Ausrichtung der Sonde in Bezug auf die Senkrechte zur Innenfläche des Messphantoms	34
Bild B.1 – Messaufbau für die Systemprüfung	75
Bild D.1 – Mechanische Einzelheiten des Bezugsdipols	87
Bild D.2 – Zur Ableitung der Mindestmaße von W und L benutzte Abmessungen des Aufbaus des flachen Messphantoms	88
Bild D.3 – Mit Hilfe des FDTD-Verfahrens vorausgesagte Unsicherheit des Spitzenwerts der über 10 g volumengemittelten SAR als Funktion der Abmessungen des flachen Messphantoms im Vergleich zu einem flachen Messphantom unendlicher Ausdehnung	89
Bild D.4 – Als Wellenleiter ausgeführte Standardquelle	91
Bild G.1 – Anordnung einer kabelgebundenen Hör-/Sprechgarnitur für den freihändigen Gebrauch	98
Bild G.2 – Anordnung ohne eine kabelgebundene Hör-/Sprechgarnitur für den freihändigen Gebrauch	99
Bild H.1 – SAR -Verteilung und Verteilung des Temperaturanstiegs (T) für ein Modell mit drei Gewebeschichten	101
Bild H.2 – Statistischer Ansatz, um 90 % der Bevölkerung zu schützen	102
Bild H.3 – Erhöhungsfaktor der Haut für die volumengemittelte SAR	104
Bild J.1 – Prüfposition für handgehaltene Geräte, die nicht für den Gebrauch in unmittelbarer Nähe zum Kopf oder Rumpf vorgesehen sind	107
Tabellen	
Tabelle 1 – Dielektrische Eigenschaften der gewebeäquivalenten Flüssigkeit	15
Tabelle 2 – Beispiel einer Vorlage für die Unsicherheit und beispielhafte numerische Werte für die Messung der relativen Permittivität (ϵ'_r) und der Leitfähigkeit (σ); ggf. werden für jedes ϵ'_r und σ getrennte Tabellen benötigt	51
Tabelle 3 – Kennwerte für die Bezugsfunktion f_1	57
Tabelle 4 – Zur Abschätzung von Unsicherheiten bei der Nachbearbeitung verwendete Bezugs- SAR -Werte in W/kg	57

	Seite
Tabelle 5 – Tabellenschablone für die Erfassung der Messunsicherheit bei der <i>SAR</i> -Prüfung von Prüflingen	62
Tabelle 6 – Tabellenschablone zur Erfassung der Messunsicherheit bei der Validierung des Systems	64
Tabelle 7 – Tabellenschablone zur Erfassung der Messunsicherheit für die Systemwiederholbarkeit	66
Tabelle B.1 – Numerische Bezugs- <i>SAR</i> -Werte für Bezugsdipole und flaches Messphantom – Sämtliche Werte sind auf eine Vorwärtsleistung von 1 W normalisiert	80
Tabelle B.2 – Numerische Bezugs- <i>SAR</i> -Werte für Bezugsdipole und flaches Messphantom in direktem Kontakt mit dem flachen Messphantom [47]	82
Tabelle D.1 – Mechanische Abmessungen des Bezugsdipols	86
Tabelle D.2 – Zur Berechnung von in Tabelle B.1 angegebenen <i>SAR</i> -Bezugswerten benutzte Parameter	90
Tabelle D.3 – Mechanische Abmessungen der Wellenleiter-Standardquelle	91
Tabelle E.1 – Vorgeschlagene Zusammensetzungen, um die Zielwerte der dielektrischen Parameter zu erreichen	93
Tabelle E.1 – Vorgeschlagene Zusammensetzungen, um die Zielwerte der dielektrischen Parameter zu erreichen (<i>Fortsetzung</i>)	94
Tabelle F.1 – Fehler des quadratischen Mittelwerts der Gleichungen (F.1) bis (F.3) als Funktion der größten Abweichung der Permittivität und Leitfähigkeit von den Zielwerten [Nummer der Literaturstelle]	97
Tabelle H.1 – Korrekturfaktoren für die volumengemittelte <i>SAR</i>	103
Tabelle I.1 – Parameter zur Berechnung der dielektrischen Eigenschaften von verschiedenen Bezugsflüssigkeiten	105
Tabelle I.2 – Dielektrische Eigenschaften von Bezugsflüssigkeiten bei 20 °C	106
Tabelle M.1 – Mindestanforderungen an die Messsonde als Funktion der Frequenz und der Parameter der Flüssigkeit	113
Tabelle M.2 – Unsicherheitsbeitrag aus der Extrapolation und Integration aus dem Spitzenwert der über 10 g volumengemittelten <i>SAR</i> ($k = 2$) für homogene und gradierte Gitternetze	115

Einleitung

Das IEC-Arbeitsprojekt „Ermittlung der Exposition von Personen gegenüber hochfrequenten Feldern von handgehaltenen und am Körper getragenen schnurlosen Kommunikationsgeräten im Frequenzbereich von 30 MHz bis 6 GHz (Körpermodelle, Messgeräte, Verfahren)“ dient dem Zweck, die menschliche Exposition gegenüber Geräte, die zur Verwendung in einer körpernahen Position vorgesehen sind, zu ermitteln. Diese Norm wurde ausgearbeitet, um Verfahren bereitzustellen, mit denen beliebige elektromagnetische Felder aussendende Geräte beurteilt werden können, wenn diese in der Hand oder vor dem Gesicht gehalten, am Körper getragen, mit anderen Geräten kombiniert werden oder in Kleidungsstücke eingearbeitet sind. Die Arten der betrachteten Geräte schließen Mobiltelefone, schnurlose Telefone, drahtlose Mikrofone, zusätzliche Geräte für die Rundfunkübertragung und in Rechnern vorhandene Funksender ein, sind jedoch nicht darauf beschränkt. Für Sendefunkgeräte, die in unmittelbarer Nähe zum menschlichen Ohr verwendet werden, sind die Messungen der spezifischen Absorptionsrate (*SAR*) nach IEC 62209-1:2005 durchzuführen.

Das IEC/TC 106 besitzt den Auftrag, internationale Normen über Mess- und Berechnungsverfahren zur Beurteilung der menschlichen Exposition gegenüber elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern auszuarbeiten. Die Aufgabe schließt Beurteilungsverfahren für die durch spezifische Quellen verursachte Exposition ein. Sie kommen für Basisgrenzwerte und Referenzwerte zur Anwendung. Obwohl die Festlegung von Expositionsgrenzwerten nicht in den Arbeitsbereich des IEC/TC 106 fällt, können die Ergebnisse von Ermittlungen, die in Einklang mit den Normen des IEC/TC 106 durchgeführt wurden, mit den Basisgrenzwerten aus zutreffenden Normen und Richtlinien verglichen werden. Die Bescheinigungspraxis zur Einhaltung der Anforderungen hängt von der Verfahrensweise der nationalen Regulierungsstellen ab.

Eine Zusammenarbeit der „Kategorie D“ bezieht Organisationen ein, die effektive technische Beiträge erbringen und in den technischen Komitees und Unterkomitees der IEC auf Arbeitsgruppen- oder spezifischer Projektebene mitwirken können. Vordergründige Ziele sind die Harmonisierung der Normen und die Vermeidung unnötiger Doppelarbeit. Die Zusammenarbeit des Technischen Komitees IEC TC 106 und des Technischen Komitee 34 (TC 34) des Internationalen Komitees für Elektromagnetische Sicherheit (ICES) der IEEE ist ein Beispiel dafür, wie zwei internationale Komitees informell mittels gemeinsamer Mitgliedschaft zusammenarbeiteten, um das Ziel der Harmonisierung zu erfüllen; dies gilt insbesondere für die Zusammenarbeit zwischen dem IEC-Projektteam 62209 (PT 62209) zu „Verfahren der Messung der spezifischen Absorptionsrate (*SAR*) für handgehaltene Mobiltelefone“ und dem IEEE/SCC 39-ICES/TC 34 zur IEEE-Norm 1528-2003 "Empfohlene Praxis zur Bestimmung des Spitzenwerts der volumengemittelten spezifischen Absorptionsrate (*SAR*) im Kopf des Menschen aufgrund von schnurlosen Kommunikationsgeräten: Messverfahren".

IEEE/SCC 39-ICES/TC 34 verfolgt ein ähnliches Projekt. Da das Projekt bei der IEC weiter fortgeschritten ist, wurde die Zusammenarbeit nach Kategorie „D“ gesucht, um ein Auseinanderlaufen der Normen und auch Doppelarbeit zu vermeiden. Das IEEE-Komitee sah es daher als effektiver an, anstelle der Entwicklung von zwei getrennten Normen (der IEC und der IEEE) nur eine IEC-Norm mit direkter Zuarbeit durch die Mitglieder des IEEE/SCC 39-ICES/TC 34 zu entwickeln, zumal viele von ihnen auch Mitglieder des PT 62209 sind oder denselben Unternehmen angehören, die auch Delegierte zur Teilnahme an der Arbeit des PT 62209 entsenden. Diese Zusammenarbeit der Kategorie „D“ trifft nur für dieses Projekt (d. h. den Teil 2 der IEC 62209) zu.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gilt für jede Art von drahtlosen Kommunikationsgeräten, die in der Lage sind, elektromagnetische Felder auszusenden und die, in der vom Hersteller beschriebenen Art und Weise, zur Verwendung nahe am menschlichen Körper vorgesehen sind, wobei sich der strahlende Teil (die strahlenden Teile) des Geräts in einem Abstand von bis zu und einschließlich 200 mm zum Körper befindet (befinden), d. h. beim Halten in der Hand oder vor dem Gesicht, beim Tragen am Körper, auch in Kombination mit anderen strahlenden oder nicht strahlenden Geräten (z. B. Gürtel-Clip, Kamera oder Bluetooth-Zubehör) oder eingesteckt in die Kleidung. Für Sendefunkgeräte, die in enger Nachbarschaft zum Ohr verwendet werden, gilt die IEC 62209-1:2005.

Diese Norm gilt für die Exposition gegenüber hochfrequenten Feldern im Frequenzbereich von 30 MHz bis 6 GHz und kann zur Messung zusammenwirkender Belastungen aus mehreren Funkquellen, die in unmittelbarer Nähe zum menschlichen Körper benutzt werden, verwendet werden.

ANMERKUNG Die betrachteten Gerätearten schließen u. a. Mobiltelefone, drahtlose Mikrofone, Zusatzgeräte für die Rundfunkübertragung und Funksendemodule in Personalcomputern ein, sind aber nicht darauf beschränkt.

Diese Internationale Norm enthält Leitlinien für eine reproduzierbare und konservative Messmethodik zur Bestimmung der Übereinstimmung von drahtlosen Geräten mit den Grenzwerten für die spezifische Absorptionsrate.

Da Studien darauf schließen lassen, dass Modellbetrachtungen ohne Berücksichtigung der Hand einen konservativen Fall für die spezifische Absorptionsrate im Rumpf und Kopf darstellen, wird die Hand nicht einbezogen, wenn das Gerät zur Verwendung in der Nähe des Kopfes oder am Rumpf vorgesehen ist [75].

Diese Internationale Norm gilt nicht für die Exposition von medizinischen Implantaten. Diese Norm gilt nicht, wenn sich der Körper in einem größeren Abstand als 200 mm zu jedem Gerät befindet.

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).

IEC 62209-1:2005, *Human exposure to radio-frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices – Human models, instrumentation, and procedures – Part 1: Procedure to determine the Specific Absorption Rate (SAR) for hand-held devices used in close proximity to the ear (frequency range of 300 MHz to 3 GHz)*

IEC 62311:2007, *Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz – 300 GHz)*

IEC 62479, *Generic standard to demonstrate the compliance of low power electronic and electrical apparatus with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (10 MHz – 300 GHz)*

ISO/IEC Guide 1995, *Guide to the expression of uncertainty in measurement*

ISO 10012:2003, *Measurement management systems – Requirements for measurement processes and measuring equipment*

ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 62209-1 und die folgenden Begriffe.

3.1

Zubehör

optionale Komponente, die zusammen mit einem Sendefunkgerät benutzt werden kann

BEISPIELE

Zubehör für Mobiltelefone, für drahtlose Sendefunkgeräte, Empfangsfunkgeräte oder Sende-Empfangsfunkgeräte oder Zweiwege-Funkeinrichtungen können sein: jede Art von am Körper getragenen Zubehör (z. B. mit Gürtel-Clip, Arm- oder Körperband oder mit Trageriemen zum Tragen des Geräts um den Hals), elektronisches Zubehör (z. B. Audio-Zubehör, Kamera-Zubehör oder Zusatzdisplay), eine zusätzliche Batterie oder Antenne oder anderes Zubehör.

Die in dieser Norm betrachteten Arten von Zubehör schließen ein:

- a) Zubehör zum Halten, zum Befestigen oder zum anderweitigen Transportieren, Tragen oder Anbringen des Geräts am Körper als auch zum Abstandhalten vom Körper,
- b) Zubehör zur Ausführung bestimmter Aufgaben oder zum Bereitstellen zusätzlicher Funktionen (z. B. GPS-Module, abgesetzter Drucker, MP3-Player, Kameras oder Sichtgeräte (Displays)),
- c) Zubehör zum Bereitstellen von Audio- oder Video-Ein- oder -Ausgängen (z. B. Kopfhörer, Mikrofone, Kameras),
- d) Zubehör, welches der Erhöhung der Funkleistung des Gerätes dient (z. B. auswechselbare oder externe Antennen),
- e) Batterien und entsprechende Gleichstromversorgungskomponenten (Gleichstrom-Netzteile),
- f) Kombinationen von Zubehör, wenn zwei oder mehr der oben genannten Zubehöriteile in einer Komponente oder Baugruppe kombiniert sind (z. B. Gürtel-Clip mit eingebautem Bluetooth-Modul und Audio-Anschlusskabel zum Gerät).

3.2

am Körper befestigtes Gerät

am Körper getragenes Gerät

tragbares Gerät, das einen drahtlosen Sender oder ein Sende-/Empfangsfunkmodul enthält und bei bestimmungsgemäßem Gebrauch oder beim Funkbetrieb mittels einer Tragevorrichtung dicht am Rumpf oder an den Gliedmaßen einer Person (jedoch nicht am Kopf) getragen wird (z. B. ein tragbares Gerät an einem Gürtel-Clip, in einer Einstecktasche (Halfter), in einer Tragetasche oder einem Tragebeutel oder an einem Band, das um den Hals hängt)

3.3

vom Körper gestütztes Gerät

Gerät, z. B. ein Laptop, das bei bestimmungsgemäßem Gebrauch während des Sendebetriebs direkt gegen den Körper des Benutzers gehalten wird

ANMERKUNG Es unterscheidet sich von einem am Körper getragenen Gerät dadurch, dass es nicht mittels einer Tragevorrichtung mit dem Benutzer verbunden ist.

3.4

Kabel

für die Anwendung dieser Norm sind Kabel für die (Sicherstellung der) Funktionsfähigkeit in der bestimmungsgemäßen Betriebskonfiguration erforderlich (z. B. Kabel von Hör-/Sprechgarnituren („Headsets“) für den freihändigen Gebrauch oder Kabel für die Übertragung von Daten)

3.5

konservative Exposition

für die Anwendung dieser Norm bedeutet eine konservative Exposition die Abschätzung des Spitzenwerts der volumengemittelten spezifischen Absorptionsrate einschließlich der in dieser Norm definierten Unsicherheiten; dieser Wert ist repräsentativ für und etwas höher als der Wert, der im Körper einer signifikanten

Mehrzahl von Personen während des bestimmungsgemäßen Gebrauchs von in der Hand gehaltenen Geräten erwartet wird

Eine konservative Abschätzung bedeutet nicht den absoluten Höchstwert der spezifischen Absorptionsrate, der möglicherweise unter jeder nur erdenklichen Kombination von Körpergröße, Körperbau, Ausrichtung des in der Hand gehaltenen Geräts und Abstand zum Körper auftreten könnte. Um sicherzustellen, dass die Ergebnisse nicht zu restriktiv sind und deswegen unnötigerweise den Fortschritt der neuen mobilen Kommunikationstechnologien behindern, sollten Überbewertungen der spezifischen Absorptionsrate so klein wie möglich gehalten werden. Berichte (Hombach u. a., Meier u. a.) über Überbewertungen in der Größenordnung von 20 % liegen vor und wurden als begründet bewertet. Das Erreichen eines optimalen Kompromisses zwischen Über- und Unterbewertung ist eine komplexe Aufgabe, weshalb zum Beispiel die Leitfähigkeit der gewebeäquivalenten Flüssigkeit auch nicht beliebig hoch gewählt wurde.

3.6

Auftischgerät

für die Anwendung dieser Norm ein Gerät, das auf einem Tisch o. ä. aufgebaut oder befestigt ist und dessen Antenne bei bestimmungsgemäßem Betrieb in weniger als 200 mm Abstand zum menschlichen Körper betrieben wird (z. B. ein Personalcomputer oder ein drahtloser Router oder Zugangspunkt)

3.7

Prüfling

zu prüfendes Gerät

(en: DUT)

in den Anwendungsbereich dieser Norm fallendes Gerät, das einen oder mehrere Sender oder Sende-/Empfangsmodule enthält. Ein Prüfling kann ferner in ein am Körper getragenes, vom Körper gestütztes, Auftisch-, vor dem Gesicht befindliches, in der Hand gehaltenes, an den Gliedmaßen getragenes, in die Kleidung eingearbeitetes oder generisches Gerät (Gattungsgerät) unterschieden werden

3.8

Einschaltdauer

Mittlungsfaktor für die Betriebszeit: Anteil der Zeit, in dem ein Sender während einer festgelegten Beobachtungsdauer aktiv ist (sendet)

3.9

vor dem Gesicht befindliches Gerät

handgehaltenes Gerät zur Benutzung in unmittelbarer Nähe zum Gesicht

ANMERKUNG Ein vor dem Gesicht befindliches Gerät wird üblicherweise vor dem Gesicht des Benutzers betrieben, z. B. mit einer Sprechtaaste ausgestattete Geräte, Zweiwege-Funkeinrichtungen, mit einer Kamera ausgestattete Geräte.

3.10

in der Hand gehaltenes Gerät

tragbares Gerät, das sich im bestimmungsgemäßen Betrieb in der Hand des Benutzers befindet

3.11

Basiseinheit

jede Einrichtung, die auch ohne Verbindung zum Funkgeräteteil dem Benutzer alle Funktionen bietet und für die das Funkgeräteteil zusätzliche Funktionen bereitstellt und zu der das Funkgeräteteil eine Verbindung besitzen muss, um diese zusätzlichen Funktionen bereitzustellen

3.12

bestimmungsgemäßer Gebrauch

Verwendung eines Geräts mit dem Gesamtumfang der verfügbaren Funktionen in Übereinstimmung mit den Gebrauchsanweisungen des Herstellers. Die Gebrauchsanweisungen können Angaben zur bestimmungsgemäßen Betriebslage und -ausrichtung enthalten

ANMERKUNG Der bestimmungsgemäße Gebrauch, d. h. die vom Hersteller festgelegte Art und Weise, wie ein Gerät benutzt werden sollte, und die Art und Weise, wie ein Gerät benutzt wird oder werden kann, müssen nicht übereinstimmen.

3.13

Laptop-Gerät

transportabler Rechner

für die Anwendung dieser Norm ein transportables Gerät, das eines oder mehrere Sende-/Empfangsfunkmodule enthält, auf dem Schoß des Benutzers liegen kann und nicht dafür vorgesehen ist, während der Verwendung in der Hand gehalten zu werden (z. B. ein Personalcomputer)

ANMERKUNG Laptop-Geräte schließen Laptop- (oder Notebook-)Computer, die typischerweise aus einer separaten Tastatur und einer separaten Anzeigeeinheit (Bildschirm) bestehen, die durch Scharniere miteinander verbunden sind, und einteilige Flachcomputer, bei denen die Anzeigeeinheit (d. h. das Display) gleichzeitig als Eingabeschnittstelle mittels Stift oder virtueller Tastatur fungiert.

3.14

an den Gliedmaßen befestigtes Gerät

Gerät, dessen bestimmungsgemäßer Gebrauch während des Sendens (die Betriebsart Bereitschaft ist hierbei ausgenommen) ein Anschnallen am Arm oder Bein des Benutzers einschließt (d. h. am Handgelenk, am Fußgelenk oder am Unterarm befestigte Geräte)

3.15

Messdrift

Leistungsdrift

allmähliche Abweichung von einer reproduzierbaren Anzeige eines gemessenen Werts

3.16

Mehrfachband-Übertragung

Betriebsart, in der auf verschiedenen Funkfrequenzen gleichzeitig gesendet wird

3.17

Ausgangsleistung

für die Anwendung dieser Norm die Leistung am Ausgang eines HF-Senders, wenn eine Antenne oder eine Last, die in der betrachteten Prüfposition bei der Prüffrequenz die gleiche Impedanz wie die Antenne besitzt, angeschlossen ist

ANMERKUNG Die von einem HF-Sender gelieferte Leistung hängt im Allgemeinen von der Impedanz der angeschlossenen Last ab. Außerdem kann die Impedanz der Antenne in Gegenwart des Messphantoms stark beeinflusst sein. Messungen von leitungsführten Größen müssen daher mit einer Lastimpedanz durchgeführt werden, die der Impedanz der Antenne in dem betrachteten Prüffall entspricht, oder indem zumindest sichergestellt ist, dass die gelieferte Leistung höher ist als die, die in der tatsächlichen Prüfkongfiguration (mit angeschalteter Antenne) auftreten würde.

3.18

primäre und sekundäre Spitzenwerte der spezifischen Absorptionsrate

der primäre Spitzenwert der spezifischen Absorptionsrate bezeichnet den höchsten bei der Abtastung des gesamten Bereichs gemessenen Wert. Die sekundären Spitzenwerte der spezifischen Absorptionsrate bezeichnen andere lokal festgestellte Höchstwerte, die kleiner als der primäre Spitzenwert der spezifischen Absorptionsrate sind

3.19

Abstand

Abstand zwischen dem Prüfling (en: DUT) und der äußeren Oberfläche des Messphantoms, der den Abstand (des Prüflings zur Person) beim bestimmungsgemäßen Gebrauch nachbildet

3.20

Zweiwege-Funkeinrichtung

Gerät mit Sprechtaaste

(„Push-to-Talk-Gerät“)

handgehaltenes Sende-/Empfangsfunkgerät mit einem Schalter zum Wechseln zwischen den Betriebsarten Senden und Empfangen

4 Formelzeichen und Abkürzungen

4.1 Physikalische Größen

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

Formelzeichen	Größe	Einheit	Benennung
E	Elektrische Feldstärke	Volt pro Meter	V/m
f	Frequenz	Hertz	Hz
H	Magnetische Feldstärke	Ampere pro Meter	A/m
J	Stromdichte	Ampere pro Quadratmeter	A/m ²
$\bar{P}_{\text{avg}}$	Mittlere (zeitweilige) absorbierte Leistung	Watt	W
SAR	Spezifische Absorptionsrate	Watt pro Kilogramm	W/kg
T	Temperatur	Kelvin	K
ε	Permittivität	Farad pro Meter	F/m
λ	Wellenlänge	Meter	m
μ	Permeabilität	Henry pro Meter	H/m
ρ	Massedichte	Kilogramm pro Kubikmeter	kg/m ³
σ	Elektrische Leitfähigkeit	Siemens pro Meter	S/m

ANMERKUNG In dieser Norm wird die Temperatur in Grad Celsius angegeben, definiert durch:
 $T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,16$.

4.2 Konstanten

Formelzeichen	Physikalische Konstante	Wert
c	Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	$2,998 \times 10^8$ m/s
η	Impedanz des freien Raumes	$120 \pi \Omega$ oder 377Ω
ε_0	Permittivität des freien Raumes	$8,854 \times 10^{-12}$ F/m
μ_0	Permeabilität des freien Raumes	$4 \pi \times 10^{-7}$ H/m

4.3 Abkürzungen

CDMA	Codemultiplexverfahren (en: Code Division Multiple Access)
CW	Dauerwelle?
DOE	Gestaltung der Experimente
DUT	Prüfling; zu prüfendes Gerät
E -Feld	Elektrisches Feld
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
FDTD	Finite Differenzen Methode im Zeitbereich
FDMA	Frequenzmultiplexverfahren (en: Frequency Division Multiple Access)
GRPS	allgemeiner paketvermittelter Funkdienst
GSM	globales System für mobile Kommunikation

HF	Hochfrequenz; Funkfrequenz
MIMO	multipler Eingang und -Ausgang
MOD	Modulation
OFAT	ein Faktor pro Zeiteinheit; aufeinanderfolgendes Abarbeiten
PTT	Tastendruck zum Sprechen (en: Push-To-Talk)
RMS	Effektivwert; quadratischer Mittelwert
RSS	Quadratwurzel über die Summe der Quadrate
SAR	Spezifische Absorptionsrate
TDMA	Zeitmultiplexverfahren (en: Time Division Multiple Access)

5 Festlegungen zum Messsystem

5.1 Allgemeine Anforderungen

Ein SAR-Messsystem besteht aus einem Messphantom, einer elektronischen Messeinrichtung, einem Abtastsystem (Aufnahmesystem) und einer Halterung für das (zu prüfende) Gerät.

Die Messung muss mit einer Miniatursonde durchgeführt werden, die automatisch positioniert wird, um die interne *E*-Feld-Verteilung in einem den menschlichen Körper nachbildenden Messphantom, das den von einem schnurlosen Gerät erzeugten *E*-Feldern ausgesetzt ist, zu messen. Aus den gemessenen *E*-Feld-Werten müssen die *SAR*-Verteilung und der maximale volumengemittelte *SAR*-Wert berechnet werden.

Die Messung muss in einem Prüflaboratorium durchgeführt werden, das folgende Umgebungsbedingungen einhält:

- Sowohl die Temperatur der Umgebung als auch die der Flüssigkeit muss im Bereich 18 °C bis 25 °C liegen.
- Der Prüfling, die Messausrüstung die Flüssigkeit und das Messphantom sind im Labor lange genug aufzubewahren, so dass ihre Temperaturen stabil sind (d. h. sie sollten nicht erst kurz zuvor aus einem anderen Bereich mit anderer Umgebungstemperatur, wie z. B. einem Kühlschrank oder von draußen, herbeigeschafft worden sein).
- Während der Messung muss die Änderung der Temperatur der Flüssigkeit gegenüber der Temperatur der Flüssigkeit während der Messung der dielektrischen Eigenschaften entweder in Grenzen von ± 2 °C oder in jenen Grenzen gehalten werden, die keine größere Abweichung der *SAR*-Werte als ± 5 % ergeben würden, je nachdem, welcher Wert kleiner ist; zur Bestimmung der Unsicherheit der Flüssigkeitstemperatur (siehe 7.2.3.5).
- Das Umgebungsrauschen (z. B. das Rauschen des Messsystems, der Motore des Roboters, anderer HF-Sendefunkgeräte usw.) darf keine über 1 g gemittelte *SAR* einführen, die größer als 0,012 W/kg (entspricht 3 % des Leistungsmesswerts 0,4 W/kg, der aus den Unsicherheiten nach Tabelle 5 bestimmt werden kann) ist, wenn nach 7.2.3.4 mit ausgeschaltetem Sendefunkmodul des Prüflings gemessen wird.
- Das Schnurlosgerät darf nicht mit irgendeinem drahtlosen Netz (Funknetz) verbunden sein. Die Verbindung mit einer Basisstations-Nachbildung ist zulässig.
- Die Wirkung anderer streuender Ausrüstungen (z. B. Fußboden, Roboter, andere Ausrüstungsgegenstände usw.) als dem Sender und dem Messphantom muss kleiner 3 % der nach 7.2.3.4 mit eingeschaltetem Sendefunkmodul des Prüflings gemessenen *SAR* sein. Wenn die Wirkung streuender Ausrüstungen größer als 3 % ist, muss eine zusätzliche Unsicherheit hinzugefügt werden (siehe 7.2.3.4).

Das System muss mindestens einmal jährlich oder wenn ein neues System in Betrieb genommen wird oder wenn Änderungen an dem System, z. B. Aufspielen einer neuen Softwareversion, Implementieren anderer Arten oder Versionen der Ausleseelektronik oder Verwenden anderer Arten von Feldsonden, vorgenommen wurden, nach dem in Anhang B festgelegten Protokoll validiert werden.

Wenn diese Norm ausdrücklich den Nachweis der Einhaltung bestimmter Betriebskriterien für das Messsystem oder einer Komponente davon erfordert, muss der Hersteller des Systems oder der Komponente oder der Systemintegrator die Einhaltung der Betriebskriterien nach dieser Norm dokumentieren.

5.2 Festlegungen zum Messphantom – Schale und Flüssigkeit

5.2.1 Allgemeine Anforderungen

Die physikalischen Eigenschaften des flachen Standard-Messphantoms sind dafür vorgesehen, einen menschlichen Körper nachzubilden. Das flache Messphantom ist ein nach oben offener Behälter mit einer dünnen dielektrischen Schale, der mit einer gewebeäquivalenten Flüssigkeit gefüllt ist (die die Eigenschaften von Körpergewebe nachbildet). Die dielektrischen Eigenschaften (Permittivität und Leitfähigkeit) der Flüssigkeit sind in 5.2.3 festgelegt und wurden so festgelegt, dass sie eine konservative Bewertung der im Nutzer verursachten spezifischen Absorptionsrate ergeben (zur Begründung der Abweichung von den Standardkennwerten für die Flüssigkeit siehe Anhang A).

5.2.2 Form und Größe des Messphantoms

Die Schale des Messphantoms muss in der Form eines nach oben offenen Behälters mit flachem Boden konstruiert sein. In dieser Norm werden flache Messphantome für den Eignungsnachweis des Systems, für Funktionsprüfungen des Systems und für Messungen der von Prüflingen verursachten spezifischen Absorptionsrate verwendet.

Flache Messphantome sollten groß genug sein, um die Messung der spezifischen Absorptionsrate in 1 g und 10 g Volumina mit einem auf die Gestalt des Messphantoms zurückzuführenden Einfluss von kleiner 1 % zu ermöglichen (siehe Anhang A). Die Verwendung eines flachen Messphantoms als Standard-Messphantom für die Ermittlung der spezifischen Absorptionsrate, die von am Körper getragenen und vom Körper gestützten Geräten verursacht wird, ist dafür vorgesehen, die maximale Kopplung zwischen dem Prüfling und dem Messphantom im Vergleich zu einer signifikanten Mehrzahl von Expositionssituationen, in die Personen einbezogen sind, zu repräsentieren. Eine solche Einkopplung über die gesamte Begrenzung (des Messphantoms), unter Beibehaltung von vorbeschriebenen Abständen, ermöglicht wahrscheinlich eine konservative Abschätzung der spezifischen Absorptionsrate. Anhang H liefert weitere Einzelheiten zu diesem Gegenstand.

Das flache Messphantom muss folgende Gestalt und Abmessungen aufweisen:

- Das Messphantom muss die Form einer Ellipse mit einer Länge von $600 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ und einer Breite von $400 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ haben (siehe Bild 1).
- Für den Frequenzbereich oberhalb von 300 MHz und für Abstände von der äußeren Oberfläche des Bodens der Schale des Messphantoms, die kleiner als 25 mm sind, sind Messphantome mit anderen Formen und kleineren Abmessungen zugelassen [5]:
 - Zwischen 300 MHz und 800 MHz kann die Wand des Messphantoms mit flachem Boden jede beliebige Form haben, die eine Ellipse mit einer Länge von $0,6 \lambda_0$ und einer Breite von $0,4 \lambda_0$ umfasst, wobei λ_0 die Wellenlänge in Luft ist.
 - Zwischen 800 MHz und 6 GHz kann die Wand des Messphantoms mit flachem Boden jede beliebige Form haben, die eine Ellipse mit einer Länge von 225 mm und einer Breite von 150 mm umfasst.

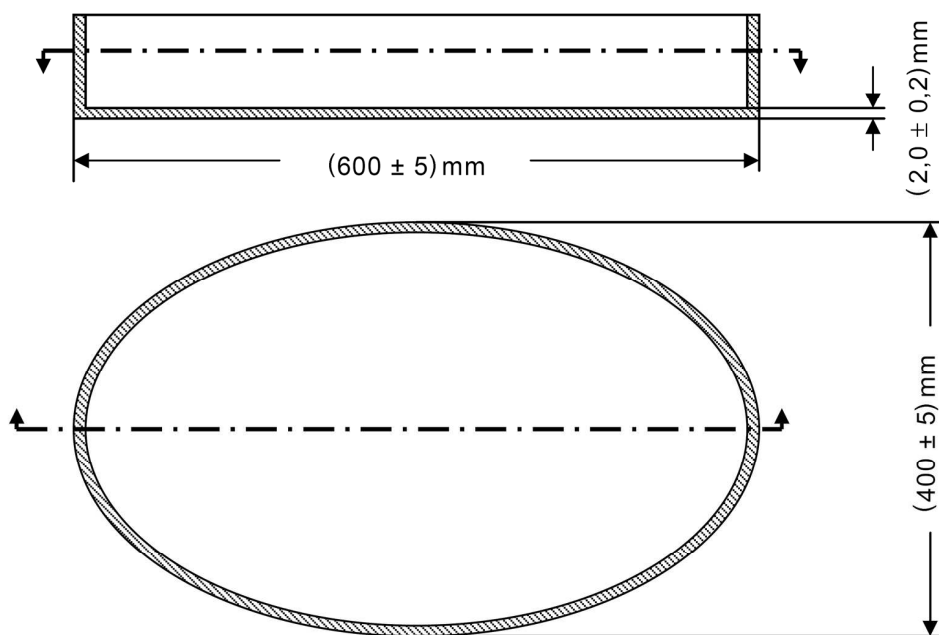


Bild 1 – Abmessungen des Messphantoms

Das Messphantom muss bis zu einer Höhe von mindestens 150 mm mit einer gewebeäquivalenten Flüssigkeit gefüllt werden. Für den Frequenzbereich von 3 GHz bis 6 GHz sollte ebenfalls eine Füllhöhe von 150 mm eingehalten werden, diese kann aber unter der Voraussetzung verringert werden, dass die Reflexionen an der Flüssigkeitsoberfläche die Spitzenwerte der volumengemittelten SAR um nicht mehr als 1 % verändern. Wenn die Flüssigkeit eingefüllt ist, muss der Durchhang der äußeren Oberfläche in der Mitte der Bodenwand kleiner als 2 mm sein.

Die Schale des Messphantoms muss aus einem Material mit niedrigem Verlust und niedriger Permittivität bestehen, wobei der Verlusttangens $\tan(\delta) \leq 0,05$ und die relative Permittivität:

$$\epsilon'_r < 5 \text{ für } f \leq 3 \text{ GHz}$$

$$\epsilon'_r < 4 \pm 1 \text{ für } f \geq 3 \text{ GHz [57]}$$

sein muss.

Die Dicke der Bodenwand des flachen Messphantoms muss 2,0 mm mit einer Grenزابweichung, die kleiner als $\pm 0,2$ mm ist, betragen.

Wenn die vorstehenden Anforderungen erfüllt werden, ist der Einfluss der Form und Dicke auf die Wiederholpräzision der Ergebnisse von SAR-Messungen kleiner als 1 %. Wirkungen auf die spezifische Absorptionsrate, die auf Einflüsse aus Abweichungen von den Kennwerten und der Dicke der Schale zurückzuführen sind, sind in die Abschätzung der Unsicherheit einzubeziehen.

5.2.3 Eigenschaften der gewebeäquivalenten Flüssigkeit

Für einzelne Frequenzen im Frequenzbereich von 30 MHz bis 6 GHz sind die nominalen dielektrischen Kennwerte der gewebeäquivalenten Flüssigkeit in dem Messphantom in der Tabelle 1 angegeben. Für andere Frequenzen in diesem Bereich müssen die nominalen dielektrischen Kennwerte durch lineare Interpolation zwischen den höheren und niedrigeren in der Tabelle aufgeführten Zahlenwerten ermittelt werden. Beispiele von Rezepten für die Herstellung von gewebeäquivalenten Flüssigkeiten, die zusammengestellt wurden, um die dielektrischen Eigenschaften bei einigen Frequenzen im Bereich von 30 MHz bis 6 GHz zu bekommen,

werden im Anhang E zur Verfügung gestellt. Die Begründung für die Eigenschaften der gewebsäquivalenten Flüssigkeiten ist im Anhang A gegeben.

Festlegungen zur Temperatur der Flüssigkeit werden in 5.1 gegeben.

Tabelle 1 – Dielektrische Eigenschaften der gewebeäquivalenten Flüssigkeit

Frequenz (MHz)	Realteil der komplexen relativen Permittivität, ϵ'_r	Leitfähigkeit σ (S/m)
30	55,0	0,75
150	52,3	0,76
300	45,3	0,87
450	43,5	0,87
835	41,5	0,90
900	41,5	0,97
1 450	40,5	1,20
1 800	40,0	1,40
1 900	40,0	1,40
1 950	40,0	1,40
2 000	40,0	1,40
2 100	39,8	1,49
2 450	39,2	1,80
3 000	38,5	2,40
3 500	37,9	2,91
4 000	37,4	3,43
4 500	36,8	3,94
5 000	36,2	4,45
5 200	36,0	4,66
5 400	35,8	4,86
5 600	35,5	5,07
5 800	35,3	5,27
6 000	35,1	5,48

5.3 Festlegungen zum Messausrüstungssystem

5.3.1 Allgemeine Anforderungen

Die Anforderungen an das Abtastsystem und die Sonden sind in 5.3.2 bzw. 5.3.3 angegeben. Die Kalibrieranforderungen für die Sonden und die Anforderungen an die Halterungen für den Prüfling sind in 5.3.4 bzw. 5.3.5 festgelegt.

5.3.2 Abtastsystem (Aufnahmesystem)

Die Mindestanforderungen an das Abtastsystem (Aufnahmesystem) sind:

- Positioniergenauigkeit: $\leq \pm 0,2 \text{ mm}$;
- Minimale Auflösung (Schrittweite): $\leq 1 \text{ mm}$;
- Abtastbereich: $\geq 90 \%$ der Abmessungen des Messphantoms in allen Richtungen.

5.3.3 Sonden

Genauere Messungen erfordern, dass die Spitze der Sonde ausreichend kleine Abmessungen hat, um in der Lage zu sein, die Verteilung der im Messphantom induzierten Felder effektiv aufzulösen. Die Sonde sollte die Feldverteilung nur minimal stören, was erreicht werden kann, wenn der Durchmesser der Sonde kleiner als ein Drittel der Wellenlänge in der Flüssigkeit ist. Ferner werden genaue Messungen möglichst dicht an der Oberfläche des Messphantoms benötigt, um den Extrapolationsfehler möglichst klein zu halten. M.1 enthält eine Begründung für die Anforderungen an die Sonden.

Diese Mindestanforderungen werden erfüllt, wenn die Sonde folgende Festlegungen einhält:

- Durchmesser der Sondenspitze:
 - $\leq 8 \text{ mm}$ für Frequenzen bis zu und einschließlich 2 GHz
 - $\leq \lambda/3$ für höhere Frequenzen als 2 GHzDabei ist
 λ die Wellenlänge im flüssigen Medium in mm.
- Empfindlichkeit: $\leq 0,01 \text{ W/kg}$

5.3.4 Kalibrierung der Sonde

Die Sonde muss zusammen mit der zugehörigen Auswerteelektronik kalibriert werden und muss auch für jeden anderen identischen oder technisch äquivalenten Typ von Auswerteelektronik gültig sein. Die Sonde muss in jeder gewebeäquivalenten Flüssigkeit bei der entsprechenden Betriebsfrequenz und innerhalb des Temperaturbereichs in Übereinstimmung mit dem im Anhang B der IEC 62209-1:2005 beschriebenen Verfahren kalibriert werden. Eine vom System getrennte Kalibrierung der Sonde ist unter der Voraussetzung zulässig, dass die Lastbedingungen am Anschluss der Sonde festgelegt sind und während aller Messungen angewendet werden.

5.3.5 Festlegungen für die Halterung(en) zur Fixierung des Prüflings in der Prüfposition

Die Halterung muss aus einem Material (Materialien) mit niedrigem Verlust und niedriger Permittivität gefertigt sein:

- Verlustwinkel $\tan \delta \leq 0,05$;
- relative Permittivität $\epsilon'_r \leq 5$

Die Gerätehalterung muss eine genaue und wiederholbare Positionierung des Prüflings sicherstellen. Die Unsicherheit der Positionierung muss nach 7.2.2.4 bewertet werden.

6 Protokoll für die Bewertung der spezifischen Absorptionsrate

6.1 Vorbereitung der Messung

6.1.1 Allgemeine Vorbereitungen

Die dielektrischen Eigenschaften der gewebeäquivalenten Flüssigkeit müssen innerhalb 24 h vor den SAR-Messungen gemessen werden, es sei denn, dass das Labor in der Lage ist, die Übereinstimmung mit den Empfehlungen nach 5.2.3 unter Verwendung von Messzeiträumen von bis zu, aber nicht mehr als einer Woche zu zeigen; in letzterem Fall können die dielektrischen Eigenschaften der gewebeäquivalenten Flüssigkeit weniger häufig gemessen werden. Die gemessene Leitfähigkeit und relative Permittivität muss innerhalb 10 % um die jeweiligen Zielwerte liegen. Die Ergebnisse der SAR-Messungen müssen entsprechend Anhang F korrigiert werden.

Für die Messung der dielektrischen Kennwerte können die im Anhang I aufgeführten Verfahren verwendet werden. Im Anhang F wird beschrieben, wie die Wirkung von Abweichungen der Leitfähigkeit und der Permittivität auf die spezifische Absorptionsrate bestimmt werden kann.

6.1.2 Funktionsprüfung des Systems

Vor der Durchführung der Messung der von dem Prüfling verursachten spezifischen Absorptionsrate muss eine Funktionsprüfung des Systems entsprechend den im Anhang B festgelegten Verfahren durchgeführt werden.

6.1.3 Vorbereitung des zu prüfenden schnurlosen Geräts

Der Prüfling muss seinen internen, den integrierten oder angeschlossenen Sender nutzen. Die verwendete(n) Antenne(n) und das verwendete Zubehör müssen im Prüfbericht festgelegt werden.

HF-Ausgangsleistung und Frequenz(kanal) des Geräts müssen mit einem internen Prüfprogramm oder mittels einer drahtlosen Verbindung zu einem Basisstations- oder Netzwerksimulator gesteuert werden.

Der Prüfling muss so eingestellt werden, dass er mit seinem höchsten über die Zeit gemittelten Ausgangsleistungspegel, der durch die Betriebsart Senden des Prüflings und/oder die betrieblichen Anforderungen an den Prüfling definiert ist, sendet, je nachdem welcher Leistungspegel der höchsten durch den Prüfling verursachten HF-Exposition entspricht. Wenn dies nicht möglich oder praktikabel ist, darf die Messung mit einem beliebigen kleineren Ausgangsleistungspegel durchgeführt und dann numerisch auf den höchsten Leistungspegel skaliert (umgerechnet) werden, wenn der Skalierungsfaktor bekannt ist und im Prüfbericht festgehalten wird. Siehe Anhang L zum Umrechnungsverfahren für die Leistung.

Die Expositionsmessungen müssen auf den Betriebseigenschaften des Prüflings, z. B. den Betriebsarten, den Betriebsfrequenzbereichen, den Antennenanordnungen usw., beruhen. Wenn verschiedene Betriebsarten vorhanden sind, müssen alle Betriebsarten geprüft werden, es sei denn, für einige Betriebsarten kann eindeutig gezeigt werden, dass sie auf derselben Frequenz eine geringere über die Zeit gemittelte Ausgangsleistung nutzen als andere Betriebsarten. Wenn beispielsweise ein Gerät eine hohe Anzahl von Sendeschlitzen hat, muss die Betriebsart verwendet werden, bei der die meisten Sendeschlitze genutzt werden und die Betriebsarten, die auf derselben Frequenz eine geringere Anzahl von Sendeschlitzen nutzen, brauchen (unter der Annahme, dass die zeitlich gemittelte Ausgangsleistung des Sendeschlitzes für alle Betriebsarten gleich ist) nicht geprüft zu werden. Wenn vorgesehen ist, einige Betriebsarten von der Messung auszuschließen, muss eine klare Erläuterung der Beziehung der Betriebsarten im Hinblick auf ihre Leistungspegel, die Einschaltdauer, die Betriebsfrequenz und die verwendeten Antennen vorliegen; für weitere Einzelheiten siehe 6.2 und Anhang C. Eine Messung in der Betriebsart Bereitschaft ist nicht notwendig, wenn in dieser ein geringerer Ausgangsleistungspegel verwendet wird als während des aktiven Sendens.

Im Allgemeinen muss der Prüfling unter Verwendung der verfügbaren Betriebskonfigurationen, wie sie in der Anleitung für den Nutzer beschrieben sind, gemessen werden. An das Gerät dürfen keine Kabel angeschlossen werden, es sei denn, sie sind für die Funktionsfähigkeit in der vorgesehenen Betriebskonfiguration notwendig (z. B. ein Kabel zur Hör-/Sprechgarnitur („Headsets“) für den freihändigen Gebrauch oder eine

Datenleitung für die Übertragung von Daten). Das Anschließen von Kabeln an das Gerät kann die Verteilung des HF-Stroms auf der Geräteoberfläche verändern. Das Kabel muss rechtwinklig zur Oberfläche des Messphantoms angeordnet werden, so dass der Einfluss auf die gemessene spezifische Absorptionsrate auf ein Minimum reduziert wird. Die Anordnung des Kabels muss im Prüfbericht festgehalten werden.

Wenn eine Betriebsart in der Lage ist, Mehrfach-Aussendungen gleichzeitig durchführen (z. B. gleichzeitiger Sendebetrieb von GSM- und Bluetooth), muss auch in dieser Betriebsart gemessen werden (zum Verfahren siehe 6.3.2).

Wenn die übliche Betriebsart einen Sendebetrieb im Puls-Modus (en.: transmission in bursts) ohne festgelegte Einschaltdauer einschließt, müssen die Messungen mit einem festen, gesteuerten Tastverhältnis durchgeführt und die Ergebnisse der SAR-Messungen auf das höchste für diese Betriebsart vorgesehene Tastverhältnis skaliert (umgerechnet) und im Prüfbericht festgehalten werden. Wenn das höchste vorgesehene Tastverhältnis weniger gut definiert ist oder wenn ein festes, kontrolliertes Tastverhältnis schwierig zu erzeugen ist, muss eine verfügbare Betriebsart verwendet und ein geeigneter Skalierungsfaktor ausgewählt und im Prüfbericht festgehalten werden.

Wenn ein Gerät zur ausschließlichen Verwendung mit einer externen Stromquelle vorgesehen ist, sollte die vom Hersteller bereitgestellte Verkabelung genutzt werden, um die Verbindung mit einer geeigneten Stromquelle herzustellen. Wenn eine Batterie die vorgesehene Stromquelle darstellt, muss diese vor den Messungen vollständig aufgeladen sein und es muss auf eine externe Stromversorgung verzichtet werden. Eine einmal aufgeladene Batterie kann für eine Abfolge von Einzelmessungen verwendet werden, wenn die Messdrift wie in 6.1.3.1 beschrieben bewertet wird und die SAR-Werte entsprechend den Richtlinien dieser Norm korrigiert werden.

6.1.3.1 Mehrere Messungen der spezifischen Absorptionsrate unter Verwendung von nur einer Batterieladung

Nachfolgende drei Bedingungen müssen erfüllt werden, wenn nacheinander mehrere Messungen der spezifischen Absorptionsrate unter Verwendung von nur einer Batterieladung durchgeführt werden:

- a) Die gemessenen SAR-Werte müssen mit einem Faktor korrigiert werden, der größer oder gleich dem Betrag der Messdrift¹⁾ ist.
- b) Die kumulative Messdrift (d. h. der Betrag der Drift nach dem zweiten, dritten, vierten usw. Messdurchlauf in Folge) muss kleiner als oder gleich 1 dB sein.
- c) Ergebnisse von Messungen, bei denen die kumulative Messdrift größer als 1 dB ist, müssen verworfen werden.

Die Höhe der Messdrift kann entsprechend den nachstehenden Ausführungen auf drei verschiedene Arten bewertet werden.

6.1.3.1.1 Bewertung der Messdrift durch Messung der Entladecharakteristik der Batterie²⁾

Dieses Verfahren zur Bewertung der Messdrift nutzt die gemessene Entladecharakteristik der Batterie für diejenige Frequenz und Betriebsart, die auch während der Messung der spezifischen Absorptionsrate zur Anwendung kommt³⁾. Die Entladecharakteristik kann entweder leitungsgebunden unter Verwendung des externen Koaxialanschlusses des Prüflings (sofern dieser einen solchen hat) gemessen werden, oder durch

¹⁾ Eine Korrektur der gemessenen SAR-Werte ist nicht vorzunehmen, wenn die Messdrift aufwärts gerichtet ist, d. h., wenn sie augenscheinlich einen Anstieg des *E*-Felds (oder der Leistung) bewirkt; Korrekturen müssen nur durchgeführt werden, wenn die Messdrift abwärts gerichtet ist.

²⁾ Das zur Messung der Entladecharakteristik der Batterie verwendete Verfahren schließt unweigerlich Variationen der Komponenten des SAR-Messsystems ein.

³⁾ Um zahlreiche Wiederholungen der Messung der Entladecharakteristik der Batterie für jede mögliche Frequenz und Betriebsart zu vermeiden, kann eine einzige Messung unter Verwendung der Frequenz und Betriebsart durchgeführt werden, die die höchste zeitlich gemittelte Ausgangsleistung hat. Dies stellt einen konservativen Ansatz in Bezug auf die Korrektur der Drift sicher.

Messung der spezifischen Absorptionsrate in einem mit Flüssigkeit gefüllten flachen Messphantom bewertet werden. Bei beiden Arten der Messung muss die aus dem Prüfling (der auf Senden auf der geforderten Frequenz und Betriebsart eingestellt ist) austretende Leistung fortwährend überwacht werden, bis der Betrag der Drift einen Wert von 1,0 dB (d. h. 26 %) überschreitet.

Bei leitungsgebundener Messung wird eine direkte Anzeige der Leistung erhalten. Leitungsgebundene Messungen werden unmittelbar vor dem Einfügen des Geräts in die Anordnung zur Messung der spezifischen Absorptionsrate an dessen Antennenanschluss mittels einer Einrichtung vorgenommen, mit der die HF-Leistung gemessen werden kann. Wenn leitungsgebunden gemessen wird, muss die Leistung unmittelbar vor und unmittelbar nach der Messung der spezifischen Absorptionsrate gemessen werden.

Bei einer Strahlungsmessung muss der punktuelle *SAR*-Wert an einem festen Bezugspunkt innerhalb des mit Flüssigkeit gefüllten flachen Messphantoms fortwährend gemessen und dessen Ergebnis nach Beendigung der eigentlichen Messung in die spezifische Absorptionsrate umgewandelt werden. Der Bezugspunkt muss so ausgewählt werden, dass der Wert der spezifischen Absorptionsrate im Bezugspunkt die untere Erfassungsgrenze des betreffenden *SAR*-Messsystems überschreitet. Unmittelbar nach der eigentlichen *SAR*-Messung muss mit dem Messsystem eine zweite Messung in dem Punkt vorgenommen werden, der als Position des Benutzers definiert ist.

Die resultierende Kurve der zeitlichen Abnahme der Leistung oder der spezifischen Absorptionsrate muss verwendet werden, um bei der Abfolge der Messungen den Einfluss der Drift zu korrigieren. Die Korrekturen müssen durchgeführt werden, indem die Dauer vom Beginn der Reihenfolge von Messungen bis zum Ende jeder der aufeinanderfolgenden *SAR*-Messungen festgehalten wird und der dazugehörige Abfall der Leistung oder der spezifischen Absorptionsrate für den jeweiligen Zeitraum aus der Kurve abgelesen wird.

6.1.3.1.2 Bewertung der Messdrift durch Berechnung der kumulierten Drift, Verfahren 1

Bei diesem Verfahren wird die aufgezeichnete Drift der jeweiligen einzelnen *SAR*-Messung zur kumulierten Drift, die für die Abfolge der vorhergehenden Messungen festgehalten wurde, addiert, d. h. zum Beispiel wenn bei einer Abfolge von drei *SAR*-Messungen die Eingangsmessung eine Drift von 0,4 dB, die zweite Messung eine Drift von 0,25 dB und die dritte Messung eine Drift von 0,31 dB hatte, so haben die zu kompensierenden Werte der Drift folgende Beträge:

- für die Eingangsmessung: 0,4 dB;
- für die 2. Messung: 0,65 dB (d. h. 0,4 dB + 0,25 dB), und
- für die 3. Messung: 0,96 dB (d. h. 0,4 dB + 0,25 dB + 0,31 dB).

Der Betrag der Drift für jede einzelne *SAR*-Messung muss durch Messung des abgestrahlten Feldstärke- (oder des punktuellen *SAR*-)Werts des *E*-Felds in einem festen Bezugspunkt innerhalb des mit Flüssigkeit gefüllten Phantoms, wie in 6.1.3.1.1 beschrieben, vor und nach jeder *SAR*-Messung ermittelt werden. Wenn die Messung nach dem *E*-Feld-Verfahren zu unempfindlich ist, muss alternativ die Leistung am externen Koaxialanschluss des Prüflings vor und nach jeder *SAR*-Messung leitungsgebunden gemessen werden. Wenn der Prüfling auch zwischen den aufeinander folgenden Messungen fortwährend sendet, sollten die Zeitverzögerungen zwischen den einzelnen *SAR*-Messungen minimiert werden und fünf Minuten nicht überschreiten.

Wenn die kumulierte Drift nach der zweiten, dritten, vierten usw. Messung 1,0 dB überschreitet, muss die letzte *SAR*-Einzelmessung verworfen werden und die *SAR*-Werte der vorhergehenden Messungen der Messreihe müssen mit dem zutreffenden Betrag der jeweiligen Drift korrigiert werden.

6.1.3.1.3 Bewertung der Messdrift durch Berechnung der kumulierten Drift, Verfahren 2

Dieses Verfahren ist nur anwendbar, wenn der Prüfling während der Abfolge der Einzelmessungen nicht bewegt wird.

Dieses Verfahren zur Bewertung der Messdrift ähnelt dem nach 6.1.3.1.2, aber in diesem Fall wird die kumulierte Drift durch Zurücksetzen des Prüflings nach jeder der aufeinander folgenden Messungen auf die Frequenz und die Sendebetriebsart, die bei der Eingangsmessung verwendet wurden, berechnet und dann

der auf den Bezugspegel, der vor Beginn der Eingangsmessung aufgezeichnet wurde, bezogene leitungsgebundene Leistungspegel oder abgestrahlte Feldstärke- (oder *SAR*-)Wert des *E*-Felds festgehalten.

Wenn die kumulierte Drift gleich 1,0 dB ist oder diesen Wert überschreitet, muss die letzte *SAR*-Einzelmessung verworfen werden und die *SAR*-Werte der vorhergehenden Messungen der Messreihe müssen mit dem zutreffenden Betrag der jeweiligen Drift korrigiert werden.

6.1.4 Lage des schnurlosen Prüflings in Bezug auf das Messphantom

Dieser Abschnitt beschreibt die Positionierung für folgende Arten von Geräten:

- generische Geräte (Geräte der Gattung, die nicht anderweitig zugeordnet werden können) (6.1.4.1);
- am Körper getragene Geräte (6.1.4.2);
- vom Körper gestützte Geräte (6.1.4.3);
- Aufischgeräte (6.1.4.4);
- vor dem Gesicht befindliche Geräte (6.1.4.5);
- in der Hand gehaltene Geräte (6.1.4.6);
- an den Gliedmaßen angebrachte Geräte (6.1.4.7);
- in die Kleidung eingearbeitete Geräte (6.1.4.8).

Dieser Abschnitt beschreibt, wie der Prüfling mit oder ohne Zubehör gegenüber dem Messphantom angeordnet, ausgerichtet und konfiguriert werden muss. Die festgelegte(n) Messposition(en) gelten für Abstände zwischen den Oberflächen des Geräts und des Phantoms von bis zu 200 mm. Die zur Verfügung gestellten Bilder dienen nur der Veranschaulichung und sind nicht maßstäblich oder repräsentativ für den erforderlichen Abtastbereich.

Wenn der Hersteller mehrere vorgesehene Betriebslagen und -ausrichtungen des Geräts festgelegt hat, müssen Messungen in jeder dieser Positionen durchgeführt, aber auch auf diese Positionen beschränkt werden. Wenn keine vorgesehenen Betriebslagen und -ausrichtungen festgelegt sind oder es keine Anweisungen gibt, müssen die Prüfpositionen für generische Geräte zu verwendet werden.

In allen Fällen muss das Gerät mit Hilfe eines flachen Messphantoms gemessen werden. Das Gerät muss in einer solchen Weise unter dem Phantom angeordnet werden, dass der Spitzenwert der volumengemittelten *SAR* gemessen werden kann. Für größere Geräte oder wenn der Höchstwert an der Grenze des Abtastbereichs festgestellt wird, kann ein größeres Phantom nötig werden, dessen Abmessungen mindestens 20 % größer sind als die Projektion des Prüflings (einschließlich dessen Kabel, falls vorhanden), oder es kann notwendig werden, die Position des Prüflings zu verändern und erneut zu messen, damit der Höchstwert innerhalb des Abtastbereichs vollständig erfasst werden kann.

Wenn das Gerät größer als das in Bild 1 definierte elliptische Messphantom mit den kleinsten Abmessungen ist, muss das Gerät schrittweise so versetzt werden, dass Abtastvorgänge in mehreren Bereichen durchgeführt werden können, die letztlich das gesamte Gerät abdecken. Wenn das Messphantom schrittweise über der zu berücksichtigenden Oberfläche des Prüflings versetzt wird, kann sich die Kopplung zwischen dem Prüfling und dem Phantom verändern und wird sich dann von derjenigen unterscheiden, die bei einem größeren Phantom gesehen wird, das den Prüfling vollständig überdeckt.

Zur Begrenzung der durch Änderung der Kopplung verursachten Unterschiede zwischen den gemessenen spezifischen Absorptionsraten sollten sich die Bereiche, in denen der Prüfling bei zwei aufeinander folgenden Messreihen abgetastet wird, in Richtung der Versetzung des Abtastbereichs um mindestens ein Drittel überschneiden, wie in Bild 2 gezeigt wird.

Es sollte kontrolliert werden, dass die maximale Abweichung der punktuellen spezifischen Absorptionsrate zwischen den beiden sich überschneidenden Abtastbereichen kleiner als die erweiterte Unsicherheit für die Wiederholbarkeit nach Tabelle 7 ist. Anderenfalls muss die resultierende Unsicherheit in Übereinstimmung mit den in Abschnitt 7 vorgestellten Verfahren und Techniken bewertet und dokumentiert werden. Wenn die strahlenden Strukturen klein sind im Vergleich zum Prüfling und zum Phantom und/oder, wenn die erste Abtastung des Bereichs zeigt, dass die gesamte Verteilung der spezifischen Absorptionsrate innerhalb des

Abtastbereich erfasst wird, besteht keine Notwendigkeit, Verschiebungen vorzunehmen. Die Gründe für ein Auslassen von Verschiebungen sind im Prüfbericht klar und verständlich anzugeben.

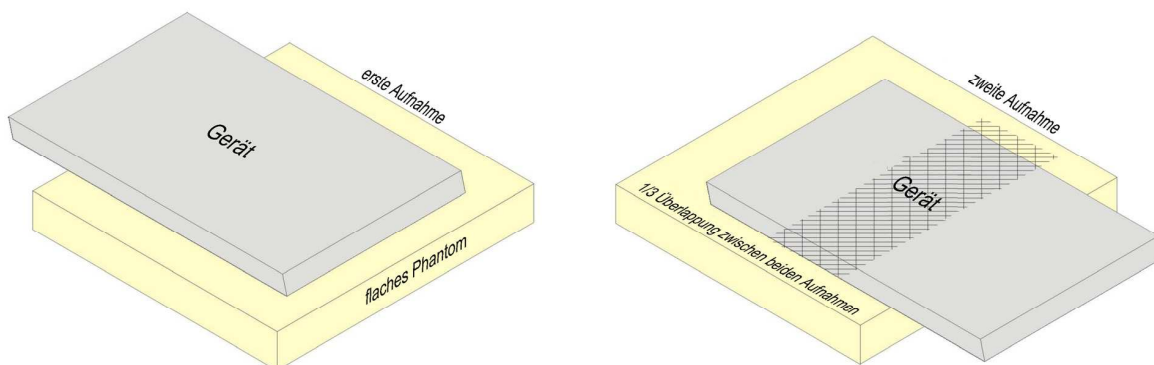


Bild 2 – Messung durch Verschieben des Geräts über dem Messphantom

Das Gerät muss entsprechend den Angaben des Herstellers für den bestimmungsgemäßen Gebrauch, falls solche vorhanden sind, ausgerichtet werden. Die restlichen Teile dieses Abschnitts enthalten Anweisungen für die Ausrichtung eines Geräts oder Tragezubehörs parallel zum flachen Messphantom. Solange sich diese Leitlinien in Einklang mit den Anweisungen des Herstellers zum bestimmungsgemäßen Gebrauch befinden, muss diesen gefolgt werden. Wie in Bild 3 gezeigt, werden die Punkte P1 und P2 sowie P3 und P4 als die Mittelpunkte jeder Oberflächenkante (des Geräts) definiert. Die Linien P1–P2 und P3–P4 müssen parallel zur Oberfläche des Messphantoms verlaufen, so dass die Abstände zwischen P1 und der Oberfläche des Phantoms und zwischen P2 und der Oberfläche des Phantoms genau gleich sind. In ähnlicher Weise müssen die Abstände zwischen P3 und der Oberfläche des Phantoms und zwischen P4 und der Oberfläche des Phantoms genau gleich sein. Der Abstand wird definiert als der Abstand zwischen der Schale des Messphantoms und dem nächsten Punkt des Geräts, wenn dieses wie vorstehend beschrieben angeordnet ist. Der nächste Punkt kann dann in der Praxis P1 und P2, P3 und P4 oder der durch den Abstand zwischen der Schale des Phantoms und dem nächstgelegenen Punkt des Geräts definierte Punkt sein, wenn das Gerät wie vorstehend beschrieben angeordnet wird.

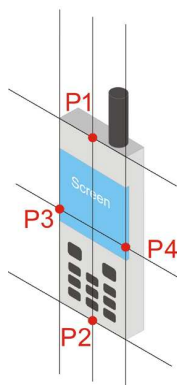


Bild 3 – Definition von Bezugspunkten

6.1.4.1 Generische Geräte (Geräte der Gattung, die nicht anderweitig zugeordnet werden können)

Ein Gerät, das sich nicht einer der in 6.1.4.2 bis 6.1.4.8 festgelegten Gerätearten zuordnen lässt, muss als generisches Gerät eingestuft werden und als geschlossener Kasten („Black Box“) mit zumindest einem internen HF-Sender und einer Antenne angesehen werden.

Die Ermittlung der spezifischen Absorptionsrate muss, wie in Bild 4 dargestellt, für sämtliche Oberflächen des Geräts durchgeführt werden, die beim bestimmungsgemäßen Gebrauch zugänglich sind. Der Abstand während der Messung muss dem Abstand beim bestimmungsgemäßen Gebrauch entsprechen, wie er in der vom

Hersteller bereitgestellten Gebrauchsanweisung festgelegt ist. Wenn keine Festlegungen zum bestimmungsgemäßen Gebrauch getroffen wurden, müssen sämtliche Oberflächen des Geräts direkt mit Hilfe des flachen Messphantoms zu messen.

Die Oberfläche des generischen Geräts (oder die Oberfläche des Tragezubehörs), die zum flachen Messphantom zeigt, muss parallel zur betreffenden Oberfläche des Phantoms ausgerichtet sein.

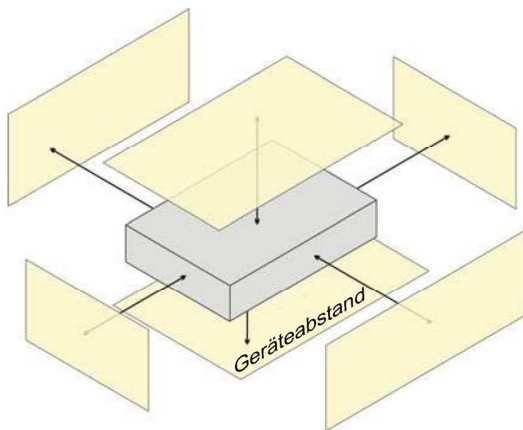


Bild 4 – Messpositionen für ein generisches Gerät

Das für generische Geräte verwendete Prinzip lässt sich auf alle Gerätearten anwenden. Wenn ein Sender zu einer Basiseinrichtung derart hinzugefügt wird, dass die Basiseinrichtung und der Sender eine kompakte Einheit bilden, sollte Letztere dann, soweit möglich, entsprechend 6.1.4.3 oder 6.1.4.4 behandelt werden. Wenn die Antenne des angeschalteten Senders extern in Bezug auf die Basiseinrichtung ist und die Betriebslage des angeschalteten Senders unabhängig von der Basiseinrichtung verändert werden kann, z. B., wenn der Sender mittels eines Kabels angeschlossen ist, muss dieser unter Verwendung der für generische Geräte geltenden Verfahren bewertet werden.

6.1.4.2 Am Körper getragene Geräte

Typische Beispiele für am Körper getragene Geräte sind Mobiltelefone, drahtlos arbeitende PDA (persönliche digitale Assistenten) oder andere batteriebetriebene drahtlose Geräte, die in der Lage sind zu senden.

Wenn die vom Hersteller bereitgestellten (Gebrauchs-)Anweisungen für den Benutzer den bestimmungsgemäßen Gebrauch mit einem Tragezubehör (Gürtelclip, Einstecktasche (Halfter), Tragetasche oder ähnliches) festlegen, muss das Gerät wie vorgesehen in diesem Tragezubehör untergebracht und das Tragezubehör (samt Inhalt) wie vorgesehen gegen das flache Messphantom angeordnet werden.

Wenn die vom Hersteller bereitgestellten (Gebrauchs-)Anweisungen für den Benutzer den bestimmungsgemäßen Gebrauch in einem bestimmten Abstand zum Körper vorschreibt, muss das Gerät wie vorgesehen in dem Abstand zur äußeren Oberfläche des Phantoms angeordnet werden, der dem festgelegten Abstand entspricht (Bild 5). Wenn die Exposition ohne Tragezubehör beurteilt wird, darf der Abstand 25 mm nicht überschreiten. Die Oberfläche des Geräts, die in Richtung des flachen Messphantoms zeigt, sollte parallel zur Oberfläche des Messphantoms ausgerichtet sein. Jedoch besitzen nicht alle Geräte eine ebene Oberfläche. Deshalb müssen die Einzelheiten der Betriebslage des Geräts, wie z. B. die Festlegung des Abstands und die physikalische Beziehung zwischen dem Gerät und dem Messphantom, im Prüfbericht festgehalten werden.

BEISPIEL Ein häufig verwendeter Abstand für am Körper getragene Mobiltelefone ist 15 mm, wie er von verschiedenen nationalen Verwaltungen empfohlen wird, um dem Abstand Rechnung zu tragen, der vom vorgesehenen Zubehör zur Verfügung gestellt werden kann.

Wenn in den (Gebrauchs-)Anweisungen für den Benutzer keine Festlegungen zum bestimmungsgemäßen Gebrauch enthalten sind, sind alle Oberflächen des Geräts direkt vor der Oberfläche des flachen Mess-

phantoms zu messen. Die Einzelheiten der Betriebslage des Geräts, insbesondere Berührungspunkte zur Oberfläche des Messphantoms, müssen im Prüfbericht festgehalten werden. Wenn eine oder mehrere Oberflächen von den Messungen ausgenommen wurden, muss dies zusammen mit einer entsprechenden Begründung im Prüfbericht festgehalten werden.

Bei Tragezubehör aus nichtleitendem Material, das es gestattet, den Prüfling in unterschiedlichen minimalen Abständen zum Messphantom zu fixieren, ist davon auszugehen, dass das Tragezubehör, welches den geringsten Abstand zulässt, zu den höchsten SAR-Werte führt; daher sind Messungen mit Tragezubehör, das nur größere Abstände zulässt, nicht notwendig. Bei Tragezubehör, das kein leitfähiges Material (wie z. B. Metall) enthält, ist es zulässig, das Tragezubehör durch einen Luftspalt oder Abstandshalter zu ersetzen, der den Prüfling in einem Abstand zur Oberfläche des Messphantoms fixiert, der nicht größer ist als der, der sonst vom Tragezubehör zur Verfügung gestellt wird. Der Abstandshalter muss aus Material mit niedrigem Verlust und niedriger Permittivität bestehen, wobei der Verlusttangens $\leq 0,05$ und die relative Permittivität $\leq 1,1$ ist. Zubehör, das keine HF-Sender enthält und für das gezeigt wurde, dass es den Spitzenwert der spezifischen Absorptionsrate um weniger als 5 % erhöht, wie z. B. Hör-/Sprechgarnituren („Headsets“) für den freihändigen Gebrauch, braucht nicht für sich genommen separat von den Messungen der durch die Gesamtkonfiguration des Prüflings verursachten spezifischen Absorptionsrate gemessen zu werden. Informationen zur Messung von Hör-/Sprechgarnituren („Headsets“) für den freihändigen Gebrauch sind im Anhang G zu finden.

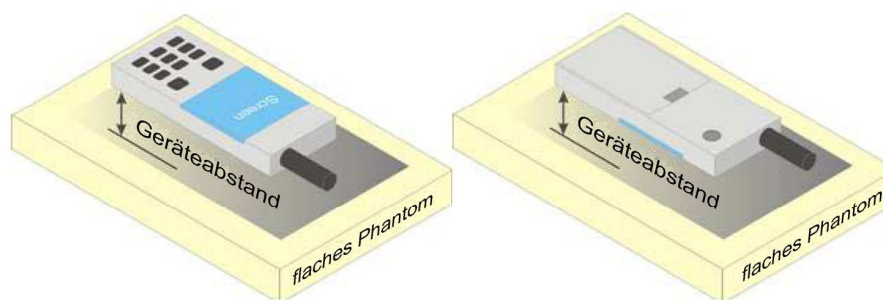


Bild 5 – Messpositionen für am Körper getragene Geräte

6.1.4.3 Vom Körper gestützte Geräte

Ein typisches Beispiel für ein vom Körper gestütztes Gerät ist ein Laptop-Computer mit Funkmodul, der, neben anderen Positionen, auf den Schenkeln eines sitzenden Benutzers angeordnet werden kann. In dieser Betriebslage muss das Gerät mit seinen Unterteil gegen das flache Messphantom angeordnet werden. Andere Betriebslagen können durch den Hersteller in den (Gebrauchs-)Anweisungen für den Benutzer festgelegt worden sein. Wenn keine Festlegungen zum bestimmungsgemäßen Gebrauch getroffen wurden, muss das Gerät direkt vor der Oberfläche des flachen Messphantoms gemessen werden.

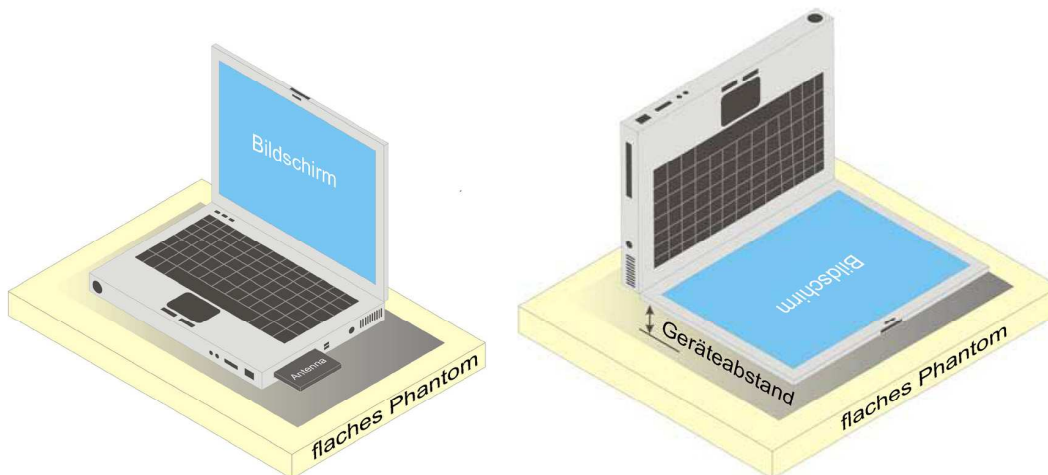
Das Anzeigeteil (Der Bildschirm) des Geräts muss sich in aufgeklappter Position mit einem Winkel von 90 Grad, wie dies im Bild 6a (links) dargestellt ist, oder in dem Winkel befinden, den der Hersteller in den (Gebrauchs-)Anweisungen für den Benutzer für den bestimmungsgemäßen Betrieb festgelegt hat. Wenn eine in die Anzeigeeinheit integrierte Antenne vorhanden ist, muss die Messung in dieser Position wiederholt werden, wobei die Anzeigeeinheit, wie im Bild 6a (rechts) gezeigt, gegen das flache Messphantom anzuordnen ist, sofern dies mit dem bestimmungsgemäßen Gebrauch übereinstimmt.

Andere Geräte, die in diese Kategorie fallen, schließen u. a. tragbare Flachcomputer, und drahtlose Kredit- oder Geldkartenleser sowie drahtlose Registrierkassen und/oder Inventarterminals ein. Wenn diese Geräte zum Tragen am Körper oder angebracht an den Gliedmaßen vorgesehen sind, ist nach den vorgenannten Prinzipien zu verfahren.

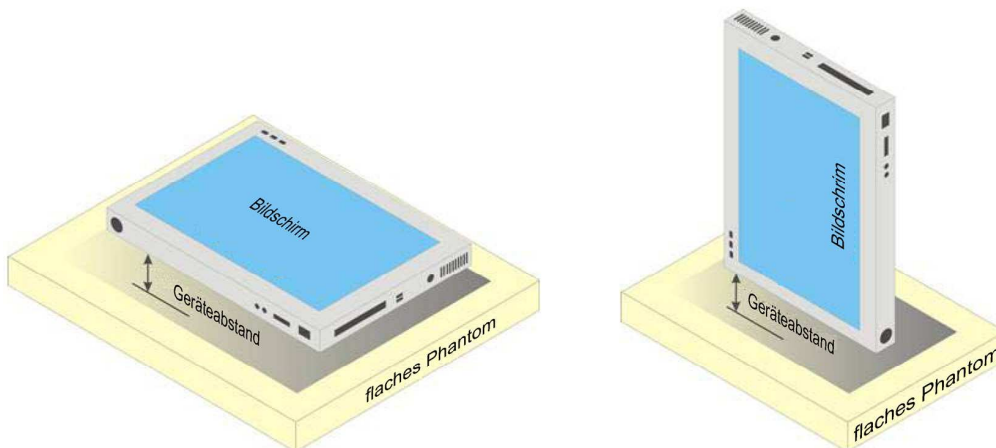
Das Beispiel in Bild 6b zeigt einen tragbaren Flachcomputer, der für

- a) jede seiner Oberflächen und
- b) die Abstände

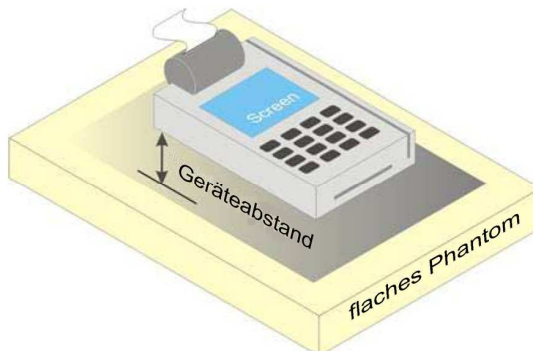
gegen das flache Messphantom jeweils separat bewertet werden sollte, wie es dem vom Hersteller festgelegten bestimmungsgemäßen Gebrauch entspricht. Wenn ein vom Körper gestütztes Gerät eine integrierte Anzeigeeinheit (Bildschirm) hat, die für den üblichen Betrieb erforderlich ist, braucht die Anzeigeseite des Geräts nicht gemessen zu werden, wenn diese gewöhnlich in einem Abstand von 200 mm vom Körper verbleibt. Wenn in den (Gebrauchs-)Anweisungen für den Benutzer keine Festlegungen zum bestimmungsgemäßen Gebrauch getroffen wurden, muss das Gerät direkt vor der Oberfläche des flachen Messphantoms in allen nutzbaren Betriebslagen gemessen werden.



a) Tragbarer Rechner mit einsteckbarer Funk-PCMCIA-Karte mit externer Antenne (linke Seite) oder mit interner im Anzeigeteil (Bildschirm) untergebrachter Antenne (rechte Seite)



b) Tragbarer Flachrechner



c) Drahtloser Kredit- oder Geldkartenleser

Bild 6 – Messpositionen für vom Körper gestützte Geräte

Für Geräte die eine externe Antenne verwenden, die in verschiedene Lagen gebracht werden kann (wie z. B. eine Schwenkantenne), siehe 6.1.4.4 und Bild 7b.

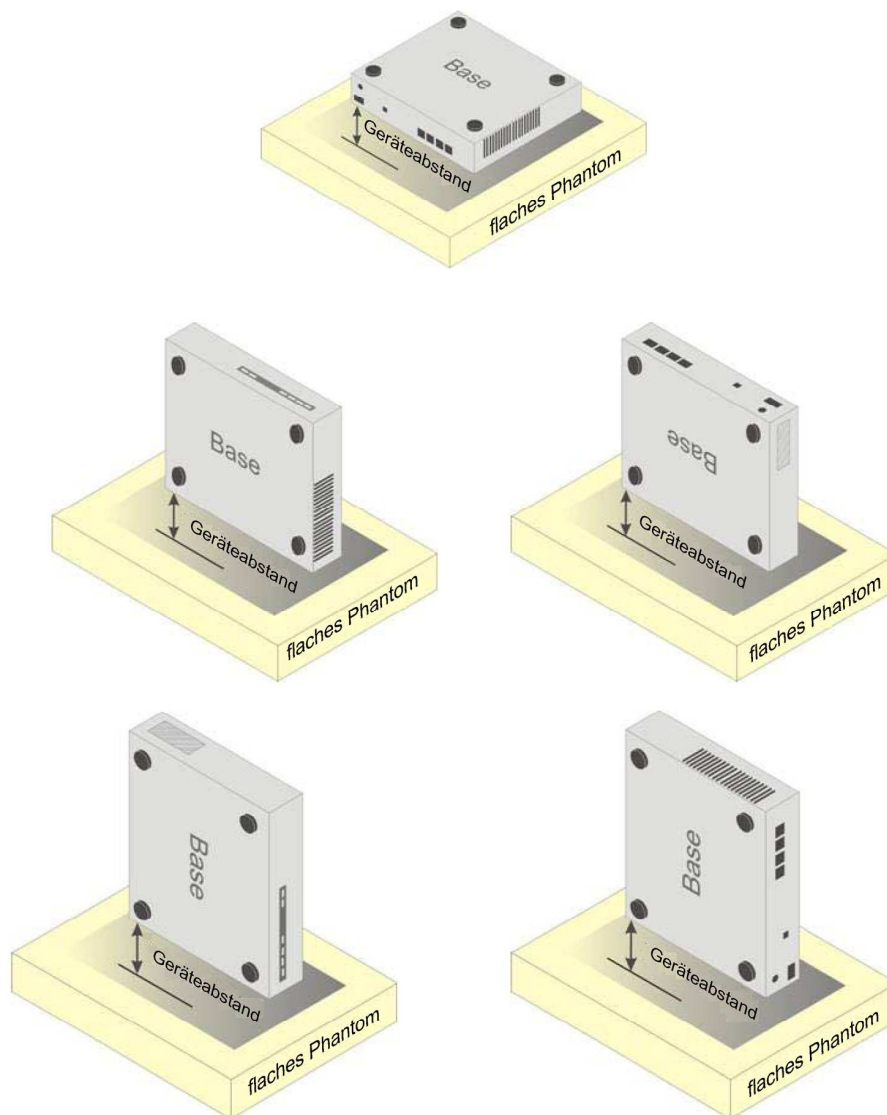
6.1.4.4 Auftischgeräte

Ein typisches Beispiel für ein Auftischgerät ist ein Auftischrechner mit Funkmodul, der für seine Verwendung auf einem Tisch angeordnet wird.

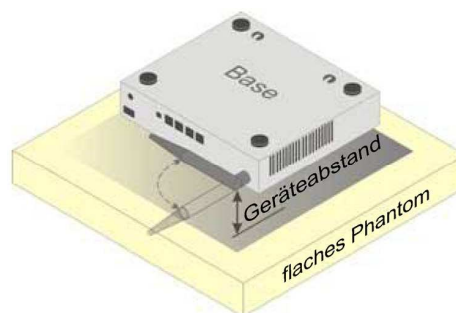
Das zu prüfende Gerät muss in dem Abstand und der Ausrichtung zum Messphantom angeordnet werden, die den Festlegungen des Herstellers in den (Gebrauchs-)Anweisungen für den Benutzer für den bestimmungsgemäßen Gebrauch entspricht. Bei Geräten, die eine externe Antenne verwenden, die in verschiedene Lagen gebracht werden kann, müssen Messungen mit allen festgelegten Antennenlagen durchgeführt werden. Die Bilder 7a und 7b zeigen die Messpositionen für Auftischgeräte. Wenn keine Festlegungen zum bestimmungsgemäßen Gebrauch getroffen wurden, muss das Gerät direkt vor der Oberfläche des flachen Messphantoms gemessen werden.

Aufgrund des physikalischen Aufbaus brauchen manche Oberflächen, wie z. B. die Standfläche eines Auftischgeräts, nicht gemessen zu werden. Anhang C enthält weitere Einzelheiten zu Annahmen, die getroffen werden können, und zum Maß der Rückführbarkeit und Dokumentation, die erforderlich sind, um diese Annahmen zu stützen.

Bei Geräten, die eine oder mehrere Antennen verwenden, die in verschiedene Lagen gebracht werden kann (können) (wie z. B. Ausziehen, Einstecken, Drehen der Antenne), muss (müssen) diese in Übereinstimmung mit den vom Hersteller bereitgestellten (Gebrauchs-)Anweisungen für den Benutzer angeordnet werden. Bei einem Gerät mit nur einer Antenne, für das keine vorgesehene Antennenlage festgelegt ist, müssen die Messungen, sofern dies möglich ist, sowohl mit horizontaler als auch in vertikaler Ausrichtung der Antenne zum Messphantom durchgeführt werden, wobei die Antenne vom Gehäuse des Prüflings weg gerichtet werden muss (Bild 7b), und/oder die Messungen müssen auch mit ausgezogener und eingesteckter Antenne durchgeführt werden, um die Bedingung der höchsten Exposition zu erhalten. Bei Antennen, die in einer oder zwei Ebenen gedreht werden können, sollte eine Ermittlung des höchsten Expositionsszenarios vorgenommen und dieses im Prüfbericht festgehalten werden, so dass letztlich nur mit dieser (diesen) Antennenlage(n) gemessen zu werden braucht. Bei Geräten mit mehreren Antennen sind dieselben Prinzipien anwendbar, und alle in Frage kommenden Kombinationen von Antennenlagen müssen gemessen werden. Anhang C ermöglicht mehr Einblick in die Möglichkeiten, die Zahl der zu messenden Kombinationen zu verringern.



a) Verschiedene Betriebslagen des Geräts

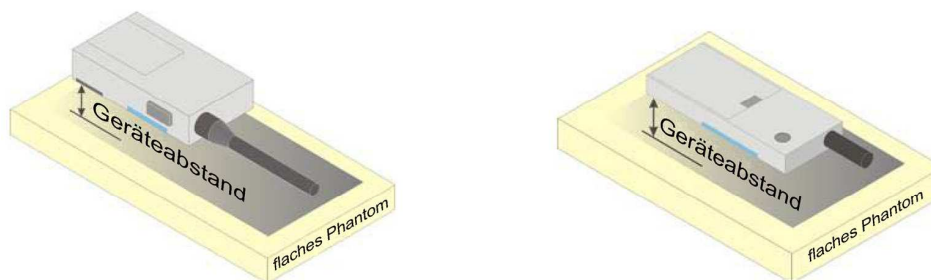


b) Gerät mit nur einer Antenne

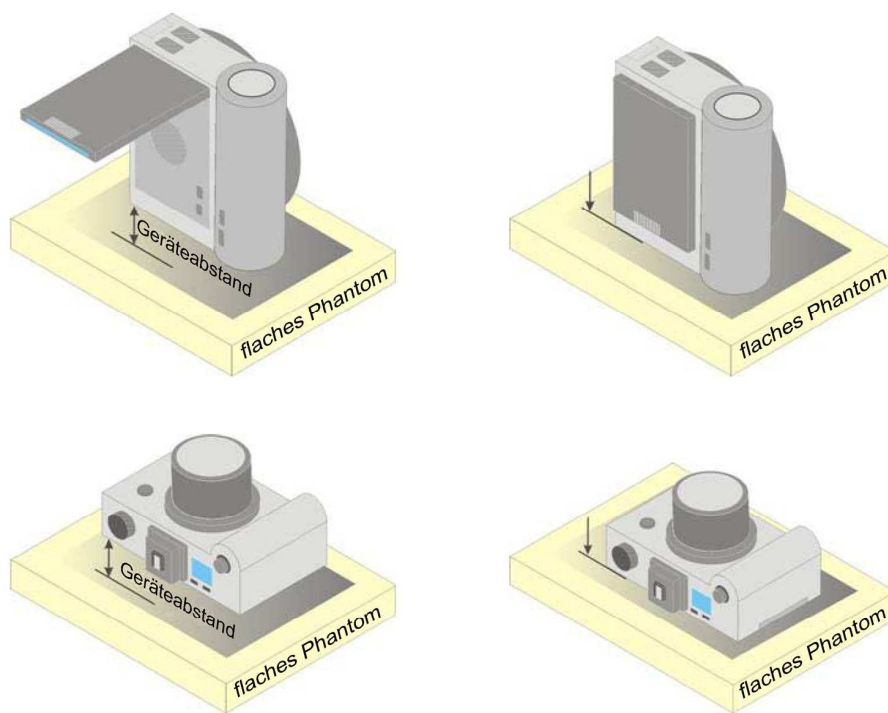
Bild 7 – Messpositionen für Auf Tischgeräte mit externer Antenne

6.1.4.5 Vor dem Gesicht befindliche Geräte

Ein typisches Beispiel für ein vor dem Gesicht befindliches Gerät ist eine Zweiwege-Funkeinrichtung, die beim Gebrauch in einem bestimmten Abstand vor dem Gesicht des Nutzers gehalten wird. In diesen Fällen muss das zu prüfende Gerät in einem Abstand zur Oberfläche des Messphantoms angeordnet werden, die dem durch den Hersteller in den (Gebrauchs-)Anweisungen für den Benutzer festgelegten bestimmungsgemäßen Gebrauch entspricht (Bild 8a). Wenn keine Festlegungen zum bestimmungsgemäßen Gebrauch getroffen wurden, muss ein Abstand von 25 mm⁴⁾ zwischen der Oberfläche des Messphantoms und dem Gerät verwendet werden.



a) Zweiwege-Funkeinrichtung



b) Fotoapparate und Videokameras

Bild 8 – Messpositionen für vor dem Gesicht befindliche Geräte

Andere Geräte, die in diese Kategorie fallen, schließen u. a. Fotoapparate und Videokameras mit drahtloser Kommunikationsverbindung, die Daten an ein Netz oder ein anderes Geräte senden können, ein (Bild 8b). Mobiltelefone, die mit Videoübertragung arbeiten, können ebenfalls dieser Kategorie zugeordnet werden. Ein Gerät, dessen bestimmungsgemäßer Gebrauch die Einhaltung eines bestimmten Abstands vom Benutzer

⁴⁾ Dieser Abstand entspricht dem 95-%-Perzentil (Durchschnittswert) der Länge des Nasenvorsprungs, entnommen aus der anthropomorphen Übersicht von Gordon [Gordon et. al. 0].

erfordert (wie z. B. ein Gerät mit einem Bildschirm), muss in einem Abstand zur Oberfläche des Messphantoms angeordnet werden, die dem durch den Hersteller in den (Gebrauchs-)Anweisungen für den Benutzer festgelegten bestimmungsgemäßen Gebrauch entspricht (Bild 8b, links). Wenn keine Festlegungen zum bestimmungsgemäßen Gebrauch getroffen wurden, muss ein Abstand von 25 mm⁵⁾ zwischen der Oberfläche des Messphantoms und dem Gerät verwendet werden.

Ein Gerät, dessen bestimmungsgemäßer Gebrauch den Kontakt zum Gesicht des Benutzers erfordert (z. B. ein Gerät mit optischem Sucher), muss ohne Abstand direkt gegen das Messphantom angeordnet werden (Bild 8b, rechts).

6.1.4.6 Geräte, die zur Verwendung in der Hand, aber nicht gegen den Kopf oder Rumpf gehalten werden

Zur Entscheidung über ein repräsentatives Verfahren zur Ermittlung der von handgehaltenen Geräten verursachten spezifischen Absorptionsrate sind weitere Studien notwendig. Zukünftige Ausgaben dieser Norm werden ein Messverfahren enthalten, dem wissenschaftliche Daten und Nachweise zu Grunde liegen. Das derzeit verfügbare Messverfahren wird im Anhang J vorgestellt.

6.1.4.7 An den Gliedmaßen angebrachte Geräte

Ein an den Gliedmaßen angebrachtes Gerät ist eine Einheit, dessen bestimmungsgemäßer Gebrauch während des Sendebetriebs ein Anschließen an das Bein oder den Arm des Benutzers einschließt (die Betriebsart Bereitschaft ist hiervon ausgenommen). Es ähnelt einem Gerät, das am Körper getragen wird. Deshalb treffen die Anweisungen nach 6.1.4.2 auch hier zu. Das Band bzw. die Schnalle muss geöffnet sein, so dass es (sie) aus zwei Teilen besteht, wie dies in Bild 9 dargestellt ist. Das Gerät muss direkt gegen die Oberfläche des Messphantoms angeordnet werden, wobei das Band bzw. die Schnalle weitestgehend gestreckt sein und die Rückseite des Geräts in Richtung des Messphantoms zeigen muss.

Wenn das Band bzw. die Schnalle nicht auf einfache Weise geöffnet werden kann, um das Gerät so anzuordnen, dass es direkten Kontakt mit der Oberfläche des Phantoms hat, könnte es notwendig werden, das Band bzw. die Schnalle aufzubrechen, ohne jedoch dabei die Antenne zu beschädigen.

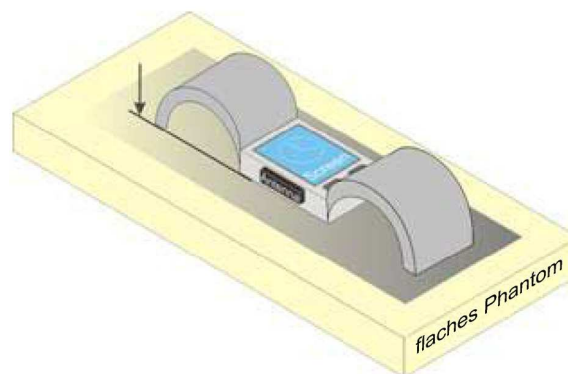


Bild 9 – Messpositionen für an den Gliedmaßen getragene Geräte^{N1)}

6.1.4.8 In die Kleidung eingearbeitete Geräte

Ein typisches Beispiel für ein in die Kleidung eingearbeitetes Gerät ist ein Mobiltelefon, das in ein Jackett eingearbeitet ist, um Sprachkommunikation über einen eingebetteten Lautsprecher und Mikrofon zur Verfügung zu stellen. Diese Kategorie schließt drahtlose Hör-/Sprechgarnituren („Headsets“) mit Funkmodul ein.

⁵⁾ Dieser Abstand entspricht dem 95-%-Perzentil (Durchschnittswert) der Länge des Nasenvorsprungs, entnommen aus der anthropomorphischen Übersicht von Gordon [Gordon et. al. 0].

^{N1)} Nationale Fußnote: Bild im IEC-Original fälschlicherweise als Bild 10 bezeichnet: In der Deutschen Fassung wurde die Nummer dieses Bildes und der nachfolgenden Bilder bereits korrigiert.

Sämtliche drahtlosen oder HF-sendenden Komponenten müssen hinsichtlich ihrer Lage und ihrem Abstand zur Oberfläche des Messphantoms so angeordnet werden, wie dies dem bestimmungsgemäßen Gebrauch entspricht, wenn sie in die Kleidung eingearbeitet sind (Bild 10).

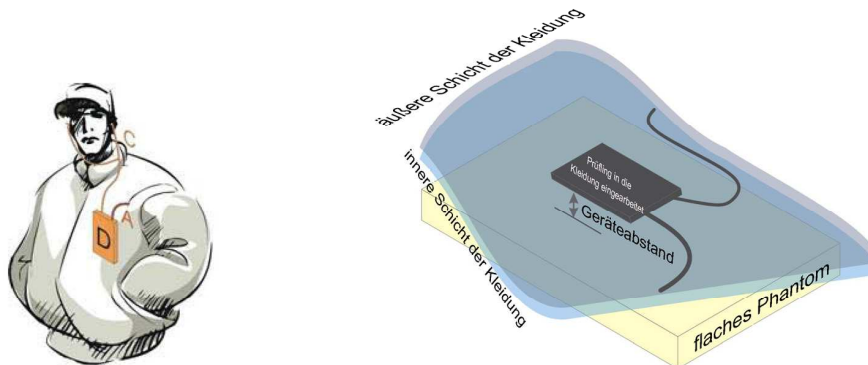


Bild 10 – Messpositionen für in die Kleidung eingearbeitete Geräte

6.1.5 Prüffrequenzen

Siehe IEC 62209-1:2005.

6.2 Durchzuführende Prüfungen

Zur Bestimmung des höchsten Spitzenwerts der volumengemittelten *SAR* eines Prüflings müssen alle Positionen, Konfigurationen und Betriebsarten des Geräts in jedem Frequenzband wie folgt gemessen werden:

- Identifiziere alle möglichen Messpositionen des Geräts (Frequenzen, Frequenzbänder, Betriebsarten, Zubehör, Betriebslagen des Geräts usw.).
- Schließe unter Anwendung von 6.2.1 unnötige Messbedingungen aus (freigestellt).
- Führe eine Suche durch (siehe 6.2.2), um eine Auswahl der anzuwendenden Messbedingungen zu treffen (freigestellt).
- Führe nach 6.2.3 die Messungen unter den ausgewählten Messbedingungen durch.

In allen Fällen, in denen Reduzierungen der Messungen durchgeführt wurden, müssen die betreffenden Kombinationen aus Gerät und Zubehör oder die betreffenden Betriebslagen des Geräts, die ausgeschlossen wurden, sowie die Begründung für die Reduzierung der Messungen klar und verständlich im Prüfbericht festgehalten werden.

6.2.1 Reduzierung der Messungen

In allen Fällen, in denen Reduzierungen der Messungen durchgeführt wurden, müssen die betreffenden Kombinationen aus Gerät und Zubehör oder die betreffenden Betriebslagen des Geräts, die ausgeschlossen wurden, sowie die Begründung für die Reduzierung der Messungen klar und verständlich im Prüfbericht festgehalten werden. Mehr Informationen zur Reduzierung der Messungen siehe Anhang K.

6.2.1.1 Auf einer physikalischen Begründung beruhende Reduzierung der Messungen

Eine Rechtfertigung für den Ausschluss von Einzelmessungen der spezifischen Absorptionsrate für bestimmte Kombinationen von Gerät und Zubehör kann gegeben sein, wenn mittels einer abgerundeten wissenschaftlichen oder ingenieurtechnischen Begründung gezeigt wurde, dass die betreffende Kombination im Vergleich zu einer Bezugskombination keine erhöhten *SAR*-Werte liefert. Ein allgemeines Beispiel ist die Reduzierung der Anzahl der Einzelmessungen für am Körper getragenes Zubehör, das keine leitfähigen

Materialien (wie z. B. Metall) enthält und das Gerät in größerem Abstand vom Körper hält als anderes am Körper getragenes Zubehör. Ein anderes Beispiel ist die Reduzierung der Anzahl der Einzelmessungen an unterschiedlichem Zubehör, das sich nur in einem Merkmal (wie z. B. in den Farben mit gleichem Metallgehalt) voneinander unterscheidet, das keinen Einfluss auf die spezifische Absorptionsrate hat.

6.2.1.2 Auf einer Analyse von SAR-Daten beruhende Reduzierung der Messungen

Eine Analyse der SAR-Daten, wie z. B. eine statistische Analyse, die auf den Ansatz zur statistischen Versuchsplanung (en: DOE) aufbaut, kann verwendet werden, um wissenschaftliche oder ingenieurtechnische Begründungen für die Reduzierung der Anzahl von bestimmten Einzelmessungen der spezifischen Absorptionsrate zu entwickeln. Wenn z. B. Geräte wahlweise mit Frontplatten mit Farbüberzügen von unterschiedlichem Metallgehalt erhältlich sind, kann die statistische Analyse der SAR-Daten verwendet werden, um den Ausschluss der Frontplatten von der Messung zu rechtfertigen, deren Metallgehalt geringer ist als ein bestimmter Vorgabewert. Es muss sorgfältig darauf geachtet werden, dass die Reduzierung der Anzahl der Einzelmessungen auf solche Produkte begrenzt wird, die dem Originalprodukt, für das die Reduzierung ursprünglich bestimmt worden war, hinreichend ähnlich sind.

6.2.2 Ermittlung der Messbedingungen, die die höchsten Werte der spezifischen Absorptionsrate liefern

Ein Gerät kann in verschiedenen Sendebetriebsarten und mit mehreren Antennen- und/oder Batterieoptionen und anderem Zubehör nutzbar sein und die Anzahl möglicher Anwenderkombinationen kann sehr hoch sein. Es sind daher Verfahren notwendig, um den Vorgang der Messung rationeller zu gestalten, damit die Messbedingungen, die die höchsten Werte der spezifischen Absorptionsrate liefern, rasch identifiziert werden können. Zum Beispiel wären bei einem Gerät mit zwei Antennenkonfigurationen (Antenne ausgezogen und eingesteckt), vier Arten von Batterien, vier Arten von Trage- und vier Arten von Audio-Zubehör mindestens $2^7 = 128$ Einzelmessungen je Frequenzband und Betriebslage durchzuführen. Es ist jedoch nicht notwendig, in allen möglichen Kombinationen zu messen; statistische Verfahren können genutzt werden, um aus einem kleineren Datenbestand Trends abzuleiten und zu bestimmen, welche Kombinationen aus Gerät und Zubehör zu höheren SAR-Werten führen. Das bevorzugte statistische Verfahren zur Erreichung dieses Ziels ist die statistische Versuchsplanung (DOE). Eine DOE ist ein strukturiertes organisiertes Verfahren zur Analyse des Einflusses von Faktoren und der Wechselwirkungen zwischen den Faktoren auf die Ausgangsgrößen eines Vorgangs. Der DOE-Ansatz wird in der Literatur ausführlich beschrieben [57]. Anhang C (C.3) stellt andere Verfahren zur Ermittlung von Messbedingungen, die hohe Werte der spezifischen Absorptionsrate liefern, bereit.

6.2.3 Allgemeines Messverfahren

Zur Bestimmung des Höchstwerts der Spitzenwerte der volumengemittelten SAR eines Handapparats muss unter den anwendbaren Messbedingungen für jedes Frequenzband entsprechend den nachstehend beschriebenen Schritten 1 bis 3 gemessen werden. Bild 11 zeigt ein Flussdiagramm zum Ablauf der Messungen.

Schritt 1: Die Messungen entweder nach 6.2.4 oder nach 6.3.1 müssen für sämtliche in 6.1 beschriebenen Betriebslagen des Geräts für jedes Frequenzband für jede Konfiguration je Betriebslage des Geräts und in sämtlichen Betriebsarten je Betriebslage und Konfiguration des Geräts in dem nutzbaren Kanal durchgeführt werden, der der Mittenfrequenz des (jeweiligen) Sendefrequenzbands am nächsten liegt, für das Sender und Antenne ausgelegt sind.

Schritt 2: Führe weitere Messungen nach 6.3.1 auf allen anderen nach 6.1.5 identifizierten Messfrequenzen unter der nach Schritt 1 ermittelten Bedingung, die den Höchstwert der Spitzenwerte der volumengemittelten SAR liefert, durch. Zusätzlich müssen auch auf allen anderen Messfrequenzen unter all jenen anderen Bedingungen (Betriebslage, Konfiguration und Betriebsart des Geräts), für die der Höchstwert der nach Schritt 1 ermittelten Spitzenwerte der volumengemittelten SAR innerhalb eines Bereichs von 3 dB des geltenden SAR-Grenzwerts liegt, weitere Messungen nach 6.3.1 durchgeführt werden.

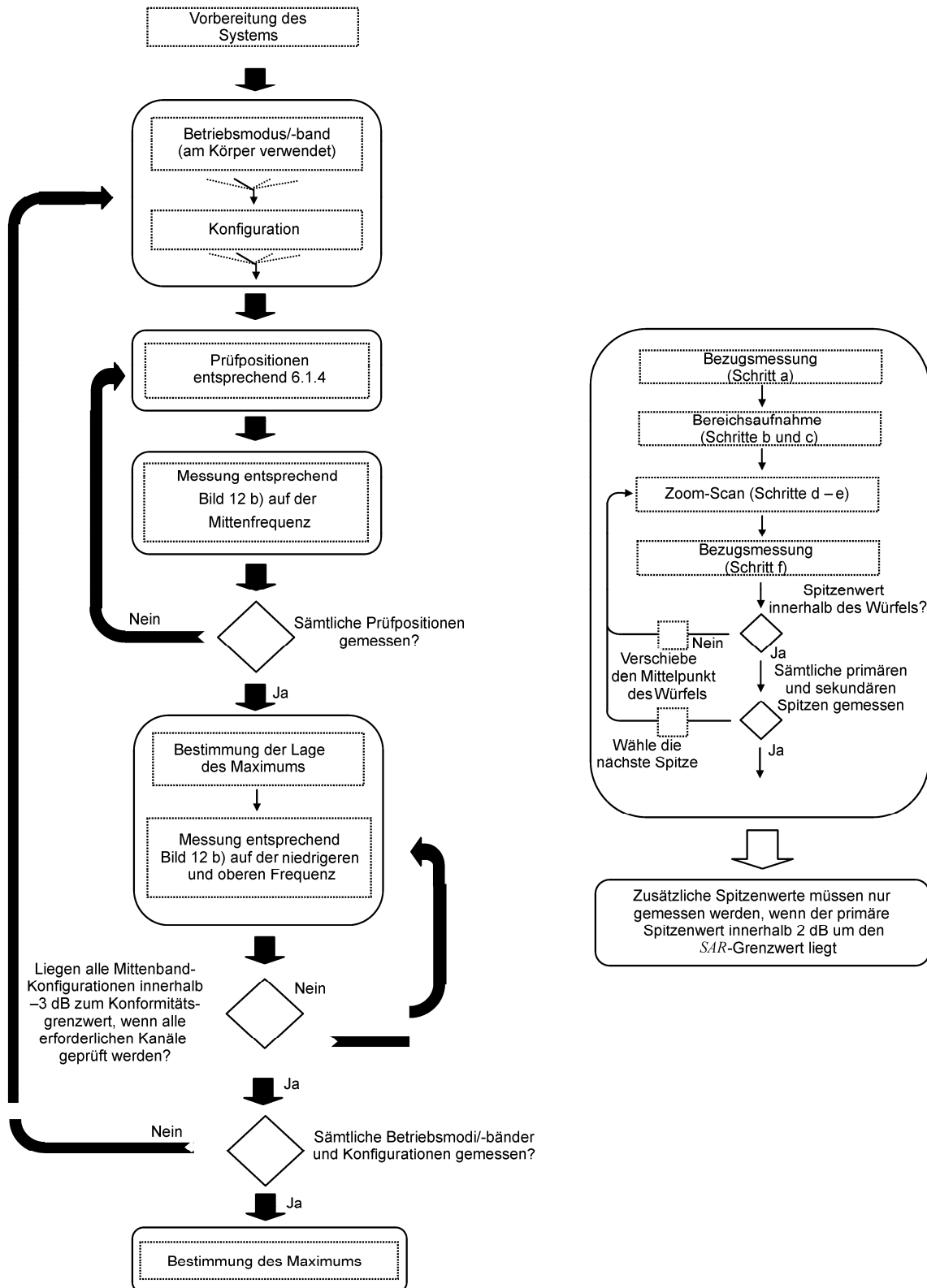
Schritt 3: Untersuche sämtliche erhaltenen Daten, um den Höchstwert der aus den nach den Schritten 1 und 2 ermittelten Spitzenwerten der volumengemittelten SAR zu bestimmen.

6.2.4 Schnelle Ermittlungen der spezifischen Absorptionsrate

Zur Identifizierung der Messbedingungen, die die höchsten *SAR*-Werte liefern, ist es nicht erforderlich, eine vollständige *SAR*-Messungen (siehe 6.3) durchzuführen. Zur Bestimmung der spezifischen Absorptionsrate können schnellere Verfahren genutzt werden. Hierbei muss die Unsicherheit des jeweilig genutzten schnellen *SAR*-Verfahrens nach den in Abschnitt 7 beschriebenen Verfahren und Techniken bestimmt und (im Prüfbericht) festgehalten werden. Einige der Verfahren zur schnellen Bewertung der spezifischen Absorptionsrate sind in [41] beschrieben. Anhang C (C.1 und C.2) stellt mehr Informationen über schnelle Beurteilungen der spezifischen Absorptionsrate bereit.

Die Unsicherheit jedes genutzten schnellen *SAR*-Verfahrens muss so weit wie möglich nach den in Abschnitt 7 beschriebenen Verfahren und Techniken bestimmt und im Prüfbericht festgehalten werden. Jedoch kann es sein, dass der Abschnitt 7 nicht ausreicht, um die vollständige Unsicherheitsbilanz für ein beliebiges schnelles *SAR*-Verfahren zu bestimmen. So benutzen einige dieser Techniken besondere Hardware und bestimmte Unsicherheitsbeiträge sind Hardware-abhängig. Wenn ein bestimmter im Abschnitt 7 aufgeführter Unsicherheitsbeitrag für eine spezielle schnelle *SAR*-Technik nicht anwendbar ist, muss dies klar gerechtfertigt werden (z. B. trifft die Unsicherheit der Positioniergenauigkeit der Sonde nach 7.2.2.1 bei einem System, das ein fest positioniertes Sondenfeld verwendet, nicht zu). Darüber hinaus müssen auch technologiespezifische Unsicherheitsbeiträge mittels eines wissenschaftlich oder ingenieurtechnisch stichhaltigen Nachweises bewertet und berichtet werden. In allen Fällen muss die Messung in der Konfiguration, die zum höchsten *SAR*-Wert führt, mit dem genormten Messverfahren wiederholt werden.

Zusätzlich müssen alle anderen Messanordnungen, die als Ergebnis eine spezifische Absorptionsrate liefern, die höher als der zutreffende Grenzwert für die spezifische Absorptionsrate minus die Unsicherheit der schnellen *SAR*-Beurteilung ($k = 2$, siehe 7.1.2) ist, mit dem genormten Messverfahren wiederholt werden.



a) Durchzuführende Prüfungen

b) Allgemeines Verfahren

Bild 11 – Blockdiagramm der durchzuführenden Prüfungen

6.3 Messverfahren

6.3.1 Allgemeines Verfahren

Das nachfolgende Verfahren muss für alle in 6.2 beschriebenen Messbedingungen (siehe Bild 11) durchgeführt werden:

- a) Miss die lokale *SAR* in einem Messpunkt, der sich innerhalb von 8 mm zu der inneren Oberfläche der Schale des Messphantoms befindet, die den kleinsten Abstand zum Prüfling besitzt. Miss alternativ die leitungsgebundene Leistung nach 7.2.1.10.
- b) Miss die zweidimensionale *SAR*-Verteilung innerhalb des Messphantoms (Verfahren der Bereichsaufnahme). Die Grenzen des Abtast- bzw. Messbereichs dürfen nicht näher als 20 mm an die Seitenwände des Messphantoms heranreichen. Der Abstand zwischen den Messpunkten sollte nach der Interpolation die Erkennung der Stelle des lokalen Maximums mit einer Ungenauigkeit, die besser als die Hälfte der linearen Abmessungen des Gewebewürfels ist, zulassen. Für Frequenzen unterhalb 3 GHz wird ein maximaler Gitterabstand (der Messpunkte im Netz) von 20 mm und für Frequenzen, die gleich oder größer als 3 GHz sind, wird ein maximaler Gitterabstand von $(60/f[\text{GHz}])$ mm empfohlen. Die Auflösung kann auch mit Hilfe der Funktionen in 7.2.4.2 geprüft werden. Der größte Abstand zwischen der geometrischen Mitte des Sondendetektors und der o. g. Innenfläche des Messphantoms darf für Frequenzen unterhalb 3 GHz höchstens 8 mm und für Frequenzen von 3 GHz bis 6 GHz höchstens $(8 - f[\text{GHz}])$ mm betragen. Die maximale Abweichung des Abstands zwischen der geometrischen Mitte des Sondendetektors und der Innenfläche des Messphantoms darf für Frequenzen unterhalb 3 GHz höchstens ± 1 mm und für Frequenzen, die gleich oder größer als 3 GHz sind, höchstens $\pm 0,5$ mm betragen. In allen Messpunkten sollte der Neigungswinkel der Sondenachse gegen die Normale der Innenfläche des Phantoms kleiner als 5 Grad sein (siehe Bild 12 und Anhang M). Falls dies bei einem Messabstand zur Innenfläche des Phantoms, der kleiner als der Durchmesser des Sondendetektors ist, nicht erreicht werden kann, wird eine zusätzliche Beurteilung der Unsicherheit notwendig.
- c) Bestimme aus der aufgenommenen *SAR*-Verteilung die Position des höchsten *SAR*-Werts sowie die Positionen aller lokalen *SAR*-Spitzenwerte, die innerhalb von 2 dB des Höchstwertes liegen und die nicht innerhalb des Bereichs der mit dem *Zoom-Scan* (Vergrößerungsaufnahme) aufgenommenen anderen Spitzenwerte liegen. Zusätzliche Spitzen brauchen nur gemessen zu werden, wenn die primäre Spitze innerhalb von 2 dB⁶⁾ des *SAR*-Grenzwerts liegt (d. h. 1 W/kg bei einem Grenzwert von 1,6 W/kg bei Mittelung über 1 g Körpermasse oder 1,26 W/kg bei einem Grenzwert von 2 W/kg bei Mittelung über 10 g Körpermasse).
- d) Miss die dreidimensionale Verteilung der spezifischen Absorptionsrate an den Stellen der lokalen Maxima, die nach Schritt c) ermittelt wurden (Verfahren der Vergrößerungsaufnahme (*Zoom-Scan*)). Der horizontale Gitterabstand (der Messpunkte im Netz) muss $(24/f[\text{GHz}])$ mm oder weniger betragen, darf aber nicht größer als 8 mm sein. Für Frequenzen unterhalb 3 GHz beträgt die Mindestgröße des Abtastbereichs 30 mm × 30 mm × 30 mm. Für höhere Frequenzen kann die Größe des Abtastbereichs auf 22 mm × 22 mm × 22 mm verkleinert werden. Der Gitterabstand (der Messpunkte im Netz) in vertikaler Richtung muss $(8 - f[\text{GHz}])$ mm oder weniger betragen, darf aber nicht größer als 5 mm sein, wenn gleiche Abstände verwendet werden (siehe IEC 62209-1:2005, C.3.3 im Anhang C). Wenn unterschiedliche (variable) Abstände (der Messpunkte im Netz) in vertikaler Richtung verwendet werden, muss der maximale Abstand zwischen den beiden Messpunkten, die sich am nächsten zu der Schale des Messphantoms befinden, $(12/f[\text{GHz}])$ mm oder weniger betragen, darf aber nicht größer als 4 mm sein und der Abstand zwischen weiteren, weiter entfernt gelegenen Messpunkten darf mit einem Vergrößerungsfaktor, der 1,5 nicht überschreitet, erhöht sein. Wenn unterschiedliche (variable) Abstände (der Messpunkte im Netz) verwendet werden, müssen Extrapolationsverfahren mit den gleichen Abständen, die während der Messungen verwendet wurden, geprüft werden. Der größte Abstand zwischen der geometrischen Mitte des Sondendetektors und der Innenfläche des Messphantoms darf für Frequenzen unterhalb 3 GHz höchstens 5 mm und für Frequenzen von 3 GHz bis 6 GHz höchstens $\delta \ln(2)/2$ mm betragen, wobei δ die Eindringtiefe der elektromagnetischen Welle und $\ln(x)$ der natürliche Logarithmus ist. Separate Abtastvolumina (Gitter) müssen zentrisch um die beim Schritt c) gefundenen lokalen Maxima der spezifischen Absorptionsrate angeordnet werden. Unsicherheiten, die auf Feld-

⁶⁾ Dieser Grenzwert ergibt sich durch den geforderten minimalen Abstand zwischen den Messpunkten und der Unsicherheit des verwendeten Interpolationsalgorithmus.

störungen zwischen der Grenzfläche der Medien und der dielektrischen Verkapselung der Sonde zurückgehen, sollten ebenfalls auf ein Minimum gebracht werden, was erreicht werden kann, wenn der Abstand zwischen der Innenfläche des Phantoms und der physikalischen Spitze der Sonde größer als der Durchmesser der Sondenspitze ist. Andere Verfahren mögen Korrekturverfahren für diese Grenzflächeneffekte anwenden, wodurch sie hochpräzise Messungen in kleineren Abständen als dem halben Sondendurchmesser ermöglichen ((Literaturstelle)). Für sämtliche Messpunkte muss der Neigungswinkel der Sonde gegenüber der Oberfläche des flachen Messphantoms kleiner als 5 Grad sein. Wenn dies nicht erreicht werden kann, muss eine zusätzliche Ermittlung der Unsicherheit nach 7.2.1.6 durchgeführt werden.

- e) Verwende die in 6.4 festgelegten Nachbearbeitungsverfahren (z. B. Interpolation und Extrapolation) für die Bestimmung der lokalen *SAR*-Werte bei der für die Mittelung über die Masse erforderlichen räumlichen Auflösung.
- f) Die lokalen *SAR*-Werte sollten in genau dem gleichen Messpunkt wie beim Schritt a) gemessen werden. Die Messdrift muss wie in 7.2.1.10 beschrieben bewertet und in der Unsicherheitsbilanz (Tabelle 5) festgehalten werden. Wenn bei der Ermittlung der Messdrift die Grenzabweichung 5 % überschritten wird, muss die spezifische Absorptionsrate erneut bewertet werden, wobei die in dieser Norm enthaltenen Leitlinien zu befolgen sind.

Wenn die Messdrift größer als 5 % ist, dann muss die Messdrift als Versatz und nicht als Unsicherheit bewertet werden. Der gemessene *SAR*-Wert muss korrigiert werden. Es ist nicht erforderlich, die Messdrift in der Unsicherheitsbilanz festzuhalten (d. h. $u_i = 0 \%$). Die in einem Messbericht festgehaltene Unsicherheitsbilanz sollte mit dem höchsten aufgezeichneten *SAR*-Wert (korrigiert, falls notwendig) korrespondieren. Alternativ sollte die festgehaltene Unsicherheitsbilanz sämtliche Messungen abdecken, d. h., es sollte ein konservativer Wert festgehalten werden.

Alternativ wird die leitungsgesundene Leistung gemessen, wie in 7.2.1.10 beschrieben.

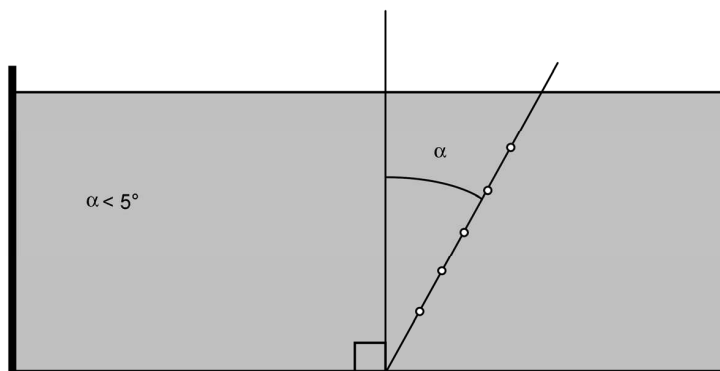


Bild 12 – Ausrichtung der Sonde in Bezug auf die Senkrechte zur Innenfläche des Messphantoms

6.3.2 Verfahren zur Messung von schnurlosen Geräten mit gleichzeitiger Mehrbandübertragung

Die nachfolgend beschriebenen Verfahren gelten für Geräte mit mehreren Sendebetriebsarten, die zum gleichzeitigen Betrieb auf mehreren Frequenzen (f_1, f_2 usw.) vorgesehen sind, die weiter als der gültige Frequenzbereich für die Sondenkalibrierung und/oder der gültige Frequenzbereich für die gewebeäquivalente Flüssigkeit auseinander liegen (d. h. wenn die spezifische Absorptionsrate nicht wie üblich mit gleichzeitig derselben Sonde und Flüssigkeit bewertet werden kann). Der gültige Frequenzbereich für die Kalibrierung der *E*-Feld-Sonden in den meisten gegenwärtig verwendeten Systemen ist typischerweise eher schmal (z. B. ± 50 MHz). Da die in derzeitigen Systemen verwendeten *E*-Feld-Sonden außerdem üblicherweise eine Ausgangs-Gleichspannung liefern, kann die Sonde zwischen Signalen mit unterschiedlicher Frequenz nicht unterscheiden. Der gültige Frequenzbereich für die gewebeäquivalente Flüssigkeit bezieht sich auf den Frequenzbereich, in dem die dielektrischen Kennwerte innerhalb der Grenzabweichungen der Zielvorgaben bleiben (siehe 5.2). Wegen dieser Beschränkungen müssen die Beiträge von Mehrband-Sendebetriebsarten deshalb zunächst einzeln bewertet und danach arithmetisch kombiniert werden.