

DIN EN IEC 60268-23



ICS 33.160.50

**Elektroakustische Geräte –
Teil 23: Fernsehgeräte und Monitore –
Lautsprecher Systeme
(IEC 60268-23:2023);
Deutsche Fassung EN IEC 60268-23:2023**

Sound system equipment –
Part 23: TVs and monitors –
Loudspeaker systems
(IEC 60268-23:2023);
German version EN IEC 60268-23:2023

Équipements pour systèmes électroacoustiques –
Partie 23: Téléviseurs et moniteurs –
Systèmes de haut-parleurs
(IEC 60268-23:2023);
Version allemande EN IEC 60268-23:2023

Gesamtumfang 68 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2023-03-31 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2024-03-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN IEC 60268-23:2023-01.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/UK 742.5 „Lautsprecher“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom IEC/TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“ erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC .

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieses Dokuments bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<https://webstore.iec.ch>“ zu diesem Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees das Dokument

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

EUROPÄISCHE NORM

EN IEC 60268-23

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

April 2023

ICS 33.160.01; 33.160.50

Deutsche Fassung

Elektroakustische Geräte – Teil 23: Fernsehgeräte
und Monitore – Lautsprecher Systeme
(IEC 60268-23:2023)

Sound system equipment – Part 23: TVs
and monitors – Loudspeaker systems
(IEC 60268-23:2023)

Équipements pour systèmes électroacoustiques – Partie
23: Téléviseurs et moniteurs – Systèmes de haut-parleurs
(IEC 60268-23:2023)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2023-03-31 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

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



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

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 100/3774/CDV, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 60268-23, erarbeitet vom Technical Area 20 „Analogue and digital audio“ des IEC/TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“ wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN IEC 60268-23:2023 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop) 2023-12-31
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow) 2026-03-31

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Komitee des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Gremien ist auf den Internetseiten des CENELEC abrufbar.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60268-23:2023 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung ist unter „Literaturhinweise“ zu der aufgelisteten Norm die nachstehende Anmerkung einzutragen:

IEC 63034	ANMERKUNG	Angenommen als EN IEC 63034.
IEC 60263	ANMERKUNG	Angenommen als EN IEC 60263.
ISO 3382-1	ANMERKUNG	Angenommen als EN ISO 3382-1.

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

ANMERKUNG 1 Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abweichungen modifiziert worden, gekennzeichnet durch (mod.), dann gilt die entsprechende EN oder das HD.

ANMERKUNG 2 Aktualisierte Informationen über die in diesem Anhang aufgelisteten aktuellen Fassungen der Europäischen Normen sind hier verfügbar: www.cencenelec.eu.

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 60268-2	1987	Sound system equipment. Part 2: Explanation of general terms and calculation methods	-	-
IEC 60268-21	2018	Sound system equipment - Part 21: Acoustical (output-based) measurements	EN IEC 60268-21	2018
IEC 61094-4	-	Measurement microphones - Part 4: Specifications for working standard microphones	EN 61094-4	-
IEC 61260-1	2014	Electroacoustics - Octave-band and fractional-octave-band filters - Part 1: Specifications	EN 61260-1	2014
ISO 3744	-	Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane	EN ISO 3744	-
ISO 3745	-	Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Precision methods for anechoic rooms and hemi-anechoic rooms	EN ISO 3745	-
ISO 80000-2	-	Quantities and units - Part 2: Mathematics	EN ISO 80000-2	-
ANSI/CTA 2034-A	2015	Standard Method of Measurement for In-Home Loudspeakers	-	-

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	5
Einleitung.....	12
1 Anwendungsbereich.....	13
2 Normative Verweisungen.....	13
3 Begriffe.....	13
3.2 Abkürzungen.....	13
4 Typbeschreibung.....	14
5 Physikalische Eigenschaften.....	15
5.1 Maße.....	15
5.2 Gewicht.....	15
6 Bedingungen.....	15
6.1 Normale Messbedingungen.....	15
6.2 Bemessungsbedingungen.....	16
6.3 Bemessungsfrequenzbereich.....	16
6.4 Klimatische Bedingungen.....	16
7 Prüfsignale.....	16
7.1 Allgemeines.....	16
7.2 Sinusförmiges Chirp-Signal.....	16
7.3 Stationäres Eintonsignal.....	16
7.4 Stationäres Zweitonsignal.....	16
7.5 Dünnbesetzter Mehrtonkomplex.....	17
7.6 Breitband-Rauschsignal.....	17
7.7 Schmalband-Rauschsignal.....	17
7.8 Hann-Burstsignal.....	17
7.9 Impulsartiges Signal.....	17
8 Akustische Umgebung.....	17
8.1 Allgemeines.....	17
8.2 Freifeldbedingungen.....	17
8.3 Simulierte Freifeldbedingungen.....	17
8.4 In-situ-Umgebung.....	18
8.5 Hörraum.....	18
9 Messeinrichtungen.....	18
10 Anordnung des Prüflings.....	18
10.1 Bezugsebene und Normalenvektor.....	18
10.2 Bezugspunkt.....	18
10.3 Bezugsachse.....	19
10.4 Orientierungsvektor.....	19

10.5	Horizontale und vertikale Bahnen.....	20
11	Messabstand zwischen dem Prüfling und dem Mikrofon.....	21
11.1	Fernfeldbedingungen.....	21
11.2	Nahfeldbedingungen.....	21
12	Aufstellung des Prüflings	22
12.1	Allgemeines.....	22
12.2	Aufstellungsarten.....	22
12.2.1	Aufstellung auf einem Möbelstück.....	22
12.2.2	Wandmontage.....	22
12.3	Aufstellung für Freifeldbedingungen.....	23
12.3.1	Allgemeines.....	23
12.3.2	Bedingung der Prüflingsrotation.....	23
12.3.3	Bedingung der Mikrofonrotation.....	23
13	Bemessungsumgebungsbedingungen.....	24
13.1	Temperaturbereiche.....	24
13.1.1	Eigenschaftsbegrenzter Temperaturbereich.....	24
13.1.2	Schadensbegrenzter Temperaturbereich.....	24
13.2	Luftfeuchtebereiche.....	24
13.2.1	Bereich der relativen Luftfeuchte.....	24
13.2.2	Schadensbegrenzter Luftfeuchtebereich.....	24
14	Auswertungspunkt und -abstand.....	24
14.1	Auswertungspunkt.....	24
14.2	Auswertungsabstand.....	25
15	Messungen im Freifeld.....	25
15.1	Allgemeines.....	25
15.2	Axialer SPL-FR.....	25
15.2.1	Definition.....	25
15.2.2	Messverfahren.....	25
15.2.3	Angabe im Prüfbericht.....	26
15.3	Räumliche Übertragungsfunktion.....	26
15.3.1	Definition.....	26
15.3.2	Messverfahren.....	27
15.3.3	Angabe im Prüfbericht.....	27
15.4	Schalleleistungsantwort.....	28
15.4.1	Definition.....	28
15.4.2	Messverfahren.....	28
15.4.3	Angabe im Prüfbericht.....	29
15.5	Richtungseigenschaften.....	29
15.5.1	Allgemeines.....	29
15.5.2	Messverfahren.....	30

15.5.3	Nachbearbeitung.....	31
15.5.4	Angabe im Prüfbericht.....	33
16	In-situ-Prüfungen.....	34
16.1	Allgemeines.....	34
16.2	In-situ-Übertragungsfunktion.....	34
16.2.1	Definition.....	34
16.2.2	Messverfahren.....	35
16.2.3	Angabe im Prüfbericht.....	36
16.3	Raumübertragungsfunktion.....	36
16.3.1	Definition.....	36
16.3.2	Messverfahren.....	36
16.4	SPL-Antwort des reflektierten Schalls.....	37
16.4.1	Definition.....	37
16.4.2	Messverfahren.....	37
16.4.3	Angabe im Prüfbericht.....	38
16.5	In-situ-SPL-FR	38
16.5.1	Definition.....	38
16.5.2	Messverfahren.....	38
16.5.3	Angabe im Prüfbericht.....	39
17	Mittlerer SPL in einer akustischen Zone.....	40
17.1	Allgemeines.....	40
17.2	Definition.....	40
17.3	Messung.....	41
17.4	Numerische Vorhersage.....	41
17.5	Angabe im Prüfbericht.....	41
18	FR-Kennwerte.....	41
18.1	Allgemeines.....	41
18.2	Mittelwert des SPL in einem Bemessungsfrequenzbereich.....	42
18.2.1	Definition und Einheit.....	42
18.2.2	Aufbau.....	42
18.2.3	Verfahren.....	42
18.2.4	Analyse.....	42
18.2.5	Angabe im Prüfbericht.....	43
18.3	Wirksamer Frequenzbereich (EFR).....	43
18.3.1	Definition und Einheit.....	43
18.3.2	Aufbau.....	43
18.3.3	Verfahren.....	43
18.3.4	Analyse.....	44
18.3.5	Angabe im Prüfbericht.....	44
18.4	Spektrale Ausgewogenheit (SB).....	45

18.4.1	Definition und Einheit.....	45
18.4.2	Aufbau.....	45
18.4.3	Verfahren.....	45
18.4.4	Analyse.....	45
18.4.5	Angabe im Prüfbericht.....	46
18.5	Abweichung von der Regressionsgeraden (RLD).....	46
18.5.1	Definition und Einheit.....	46
18.5.2	Aufbau.....	46
18.5.3	Verfahren.....	46
18.5.4	Analyse.....	47
18.5.5	Angabe im Prüfbericht.....	47
18.6	Schmalbandschwankung (NBV).....	48
18.6.1	Definition und Einheit.....	48
18.6.2	Aufbau.....	48
18.6.3	Verfahren.....	48
18.6.4	Analyse.....	48
18.6.5	Angabe im Prüfbericht.....	49
19	Großsignal-Kenngrößen.....	49
19.1	Modellierung bei hohen Amplituden.....	49
19.2	Geräuschspektrum.....	50
19.2.1	Definition und Messung.....	50
19.2.2	Angabe im Prüfbericht.....	50
19.3	Kurzzeit-Amplitudenkompression.....	50
19.3.1	Definition und Einheit.....	50
19.3.2	Aufbau.....	50
19.3.3	Verfahren.....	51
19.3.4	Analyse.....	51
19.3.5	Angabe im Prüfbericht.....	51
19.4	Mehrtonverzerrung.....	51
19.4.1	Mehrtonverzerrungs-Spektrum.....	51
19.4.2	Absolute Mehrtonverzerrung.....	53
19.4.3	Relative Mehrtonverzerrung.....	54
19.4.4	Gesamt-Mehrtonverzerrungsverhältnis.....	55
19.5	Klirrfaktor in der Schalldruckausgabe.....	56
19.5.1	Definition und Einheit.....	56
19.5.2	Aufbau.....	57
19.5.3	Verfahren und Analyse.....	57
19.5.4	Angabe im Prüfbericht.....	58
19.6	Äquivalenter Eingangs-Gesamtklirrfaktor.....	59
19.6.1	Definition und Einheit.....	59

19.6.2	Aufbau.....	60
19.6.3	Verfahren.....	60
19.6.4	Analyse.....	60
19.6.5	Angabe im Prüfbericht.....	61
19.7	Impulsive Verzerrungen.....	62
19.7.1	Definition und Einheit.....	62
19.7.2	Aufbau.....	62
19.7.3	Verfahren.....	63
19.7.4	Analyse.....	63
19.7.5	Angabe im Prüfbericht.....	63
19.8	Höchster Bemessungseingangswert.....	63
19.8.1	Definition und Einheit.....	63
19.8.2	Aufbau.....	64
19.8.3	Verfahren.....	64
19.8.4	Analyse.....	65
19.8.5	Angabe im Prüfbericht.....	65
19.9	Höchster Bemessungs-SPL.....	65
19.9.1	Definition und Einheit.....	65
19.9.2	Aufbau.....	65
19.9.3	Verfahren.....	66
19.9.4	Angabe im Prüfbericht.....	66
	Literaturhinweise.....	67
Bilder		
Bild 1	– Prüfsignalumfang.....	15
Bild 2	– Empfohlene Position und Ausrichtung des Prüflings.....	19
Bild 3	– Messung der horizontalen Richtcharakteristik in Kugelkoordinaten durch Rotation des Prüflings (z. B. OLED-Fernsehgerät) in aufrechter Position.....	20
Bild 4	– Messung der vertikalen Richtcharakteristik in Kugelkoordinaten durch Rotation des geneigten Prüflings (z. B. OLED-Fernsehgerät).....	20
Bild 5	– Beispiel für die Aufstellung auf einem Möbelstück.....	22
Bild 6	– Beispiel für die Wandmontage.....	23
Bild 7	– Auswertungspunkt und -abstand (Mittelpunkt).....	24
Bild 8	– SPL-Verteilung des Direktschalls als Farbdarstellung in 3D.....	27
Bild 9	– Messpunkte an der vertikalen und horizontalen Bahn im Abstand r_d	30
Bild 10	– Messpunkte im Hörfenster.....	31
Bild 11	– Messpunkte für die äquivalente Schallleistung.....	32
Bild 12	– Beispiel für die Angabe der im Abstand r_d gemessenen Richtungskennwerte im Prüfbericht.....	33
Bild 13	– Modellierung der Tonwiedergabe unter In-situ-Bedingungen.....	35

Bild 14 – Beispiel für eine Zeit-Frequenz-Analyse (Spektrogramm), die angewendet wird auf die in einem Abstand $r = 1,5$ m zum Prüfling in einem Büro gemessene Impulsantwort des reflektierten Schalls $h_{\text{REFL}}(t, r)$	36
Bild 15 – SPL-Frequenzgänge der In-Situ-Bedingung.....	39
Bild 16 – Mittelwert des SPL im Bemessungsfrequenzbereich.....	43
Bild 17 – Wirksamer Frequenzbereich des Frequenzgangs.....	44
Bild 18 – Abweichung von der Regressionsgeraden im Bemessungsfrequenzbereich.....	47
Bild 19 – Lautsprechermodell unter Berücksichtigung der dominanten Signalverzerrung bei hohen Amplituden.....	49
Bild 20 – SPL-Spektrum des wiedergegebenen Mehrtonstimulus (MDS) bei voller FFT-Auflösung, das die Grundschrwingungen bei den angeregten Tönen und die Verzerrungsanteile bei anderen Frequenzen umfasst.....	52
Bild 21 – SPL der Grundschrwingung, der Mehrtonverzerrung und des Grundrauschens, integriert in Frequenzbänder bei den Anregungsfrequenzen des Mehrtonstimulus.....	54
Bild 22 – Relative Mehrtonverzerrung $L_{\text{RMD}}(f_i)$ und relatives Grundrauschen $L_{\text{RNF}}(f_i)$ in Dezibel als Funktion der Anregungsfrequenzen f_i	55
Bild 23 – Auf die Grundschrwingung bezogener Gesamtklirrfaktor (THD), gemessen in drei Abständen auf der Bezugsachse.....	58
Bild 24 – SPL-FR der Grundschrwingung, des Gesamt-Oberschrwingungsgehalts ($L_{\text{TH}}(f, r_e)$) und des Grundrauschens $L_{\text{NFTH}}(f, r_e)$	58
Bild 25 – Signalfussdiagramm, das die Erzeugung der äquivalenten Eingangsverzerrung durch inverse Filterung des an drei unterschiedlichen Punkten in einer In-situ-Umgebung (Büro) gemessenen Schalldrucksignals illustriert.....	60
Bild 26 – Äquivalenter Eingangs-Gesamtklirrfaktor (EITHD) in Prozent in Abhängigkeit von der Anregungsfrequenz, gemessen in drei Abständen auf der Bezugsachse in einer In-situ-Umgebung.....	61
Tabellen	
Tabelle 1 – Empfohlene Koordinaten der Bahnen im Abstand r_D	21
Tabelle 2 – Bezugsnorm für den Auswertungsabstand.....	25
Tabelle 3 – Bewertungsfaktoren für den Polarwinkel θ in 10°-Schritten.....	32
Tabelle 4 – Beispiel für die Angabe des Mittelwerts des SPL.....	43
Tabelle 5 – Beispiel für die Angabe des wirksamen Frequenzbereichs.....	44
Tabelle 6 – Beispiel für die Angabe der spektralen Ausgewogenheit.....	46
Tabelle 7 – Beispiel für die Angabe der RLD.....	47
Tabelle 8 – Beispiel für die Angabe der NBV.....	49
Tabelle 9 – Beispiel für die Angabe des höchsten Bemessungseingangswertes.....	65
Tabelle 10 – Beispiel für die Angabe des höchsten Bemessungs-SPL.....	66

Einleitung

Das IEC-TC-100 hat bereits genormte Messverfahren für Lautsprecher erarbeitet. Allerdings gibt es unterschiedliche Anbringungsstellen für Lautsprecher an Fernsehgeräten und Monitoren (z. B. vorne, unten, hinten oder seitlich am Gerät) ebenso wie verschiedene Aufstellungsarten, d. h. auf einem Möbelstück stehende Geräte und wandmontierte Geräte, und es kommen laufend neue Montagearten hinzu. Da sich die akustischen Eigenschaften je nach Montageart und Anordnung der Lautsprecher unterscheiden, werden neue Messverfahren für Lautsprecher von Fernsehgeräten und Monitoren benötigt. Dieses Dokument enthält Messverfahren für Audiosysteme von Fernsehgeräten und Monitoren, die sich nach der jeweiligen Hörumgebung richten.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60268 legt akustische Messverfahren für Fernsehempfänger, Monitore mit eingebauten Lautsprechern und andere Audiogeräte mit vergleichbaren akustischen Eigenschaften (z. B. Flatpanel-Lautsprecher) fest. Die akustischen Messungen werden unter Freifeldbedingungen sowie in situ durchgeführt.

Dieses Dokument nimmt keine Bewertung der Wahrnehmung und kognitiven Auswertung des wiedergegebenen Klangs oder der Auswirkungen auf die wahrgenommene Klangqualität vor.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 60268-2:1987, *Sound system equipment - Part 2: Explanation of general terms and calculation methods*

IEC 60268-21:2018, *Sound system equipment - Part 21 Acoustical (output-based) measurements*

IEC 61094-4, *Measurement microphones - Part 4: Specifications for working standard microphones*

IEC 61260-1:2014, *Electroacoustics - Octave-band and fractional-octave-band filters - Part 1: Specifications*

ISO 3744, *Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane*

ISO 3745, *Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Precision methods for anechoic rooms and hemi-anechoic rooms.*

ISO 80000-2, *Quantities and units - Part 2: Mathematics*

ANSI/CTA 2034-A:2015, *Standard Method of Measurement for In-Home Loudspeakers*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

3.1

Prüfling

EUT, en: equipment under test

Gerät, an dem Messungen entsprechend den in diesem Dokument beschriebenen Messverfahren vorzunehmen sind

3.2 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen.

COG	Schwerpunkt (en: centre of gravity)
dB	Dezibel

DEF	Direktenergieanteil (en: direct energy fraction)
DNR	Verzerrungs-Rausch-Verhältnis (en: distortion-to-noise ratio)
DSP	digitale Signalverarbeitung (en: digital signal processor)
EFR	wirksamer Frequenzbereich (en: effective frequency range)
EITHD	äquivalenter Eingangs-Gesamtklirrfaktor (en: equivalent input total harmonic distortion)
ESP	äquivalente Schallleistung (en: equivalent sound power)
ESPD	Bündelungsmaß der äquivalenten Schallleistung (en: equivalent sound power directivity index)
EUT	Prüfling (en: equipment under test)
FR	Frequenzgang (en: frequency response)
Hz	Hertz
m	Meter
MD	absolute Mehrtonverzerrung (en: absolute multi-tone distortion)
MDS	Mehrtonverzerrungs-Spektrum (en: multi-tone distortion spectrum)
NBV	Schmalbandschwankung (en: narrow band variation)
NF	Grundrauschen (en: noise floor)
ON	axialer FR (en: on-axis)
Pa	Pascal
POR	Rotationspunkt (en: point of rotation)
RFR	Bemessungsfrequenzbereich (en: rated frequency range)
RLD	Abweichung von der Regressionsgeraden (en: regression line deviation)
RMS	Effektivwert (en: root mean square)
RMD	relative Mehrtonverzerrung (en: relative multi-tone distortion)
RNF	relatives Grundrauschen (en: relative noise floor)
SB	spektrale Ausgewogenheit (en: spectral balance)
SNR	Signal-Rausch-Verhältnis (en: signal-to-noise ratio)
SP	Schallleistung (en: sound power)
SPL	Schalldruckpegel (en: sound pressure level)
TFA	Zeit-Frequenz-Analyse (en: time-frequency analysis)
TH	Gesamt-Oberschwingungsgehalt (en: total harmonic)
THD	Gesamtklirrfaktor (en: total harmonic distortion)
TMDR	Gesamt-Mehrtonverzerrungsverhältnis (en: total multi-tone distortion ratio)
W	Watt

4 Typbeschreibung

Die Typbeschreibung, welche die folgenden Informationen umfasst, muss vom Hersteller zur Verfügung gestellt werden.

- Anzahl der Eingangskanäle: Typischerweise verfügt der Prüfling über zwei Eingangskanäle, einen auf der linken und einen auf der rechten Seite, über die mindestens ein Wandler angeregt wird, wie in Bild 1 dargestellt. Bei Prüflingen mit mehr Eingangskanälen muss der Aufbau eindeutig beschrieben werden;
- Format der Eingangssignale: z. B. analog, digital oder drahtlos;
- Typ, Prinzipien und Anzahl der in den Audiosystemen des Fernsehgeräts bzw. Monitors verwendeten Wandler;

- d) Audio-Leistungsverstärkung;
- e) DSP (z. B. Entzerrer, aktiver Schutz).

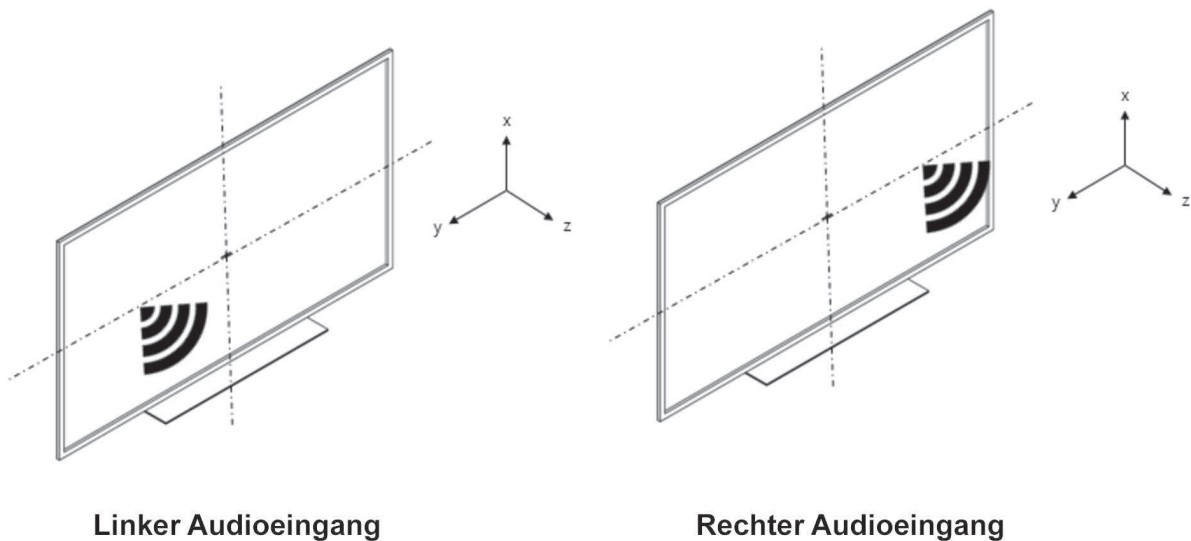


Bild 1 – Prüfsignalumfang

5 Physikalische Eigenschaften

5.1 Maße

Die Außenmaße des Prüflings sollten festgelegt werden.

5.2 Gewicht

Das Gesamtgewicht des Prüflings sollte festgelegt werden.

6 Bedingungen

6.1 Normale Messbedingungen

Die Bedingungen, unter denen die Messungen am Prüfling durchgeführt werden, gelten als normal, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- a) Die akustische Umgebung wird festgelegt und aus den in Abschnitt 8 angegebenen Bedingungen ausgewählt.
- b) Unerwünschte akustische Signale, elektrische Signale und von anderen Quellen erzeugtes Rauschen müssen auf den kleinstmöglichen Pegeln gehalten werden, da sie Kleinsignale verdecken können. Daten, die zu Signalen gehören, welche weniger als 20 dB oberhalb des Rauschpegels im betrachteten Frequenzband liegen, müssen verworfen oder als rauschbehaftet gekennzeichnet werden.
- c) Der Prüfling wird in Übereinstimmung mit Abschnitt 10 angeordnet.
- d) Dem Prüfling wird bei einem festgelegten effektiven Eingangswert für den Bemessungsfrequenzbereich nach 6.3 ein Prüfsignal mit festgelegten Eigenschaften (Spektrum, Dauer usw.) nach Abschnitt 7 zugeführt.
- e) Abschwächer, Entzerrer und dynamische oder andere aktive Steuerelemente müssen auf ihre „Normalstellung“ entsprechend der Angabe des Herstellers gestellt werden. Wenn andere Stellungen gewählt werden, beispielsweise solche, die für einen maximal flachen FR oder die kleinste Dämpfung sorgen, müssen diese angegeben werden.

- f) Es wird eine Messeinrichtung nach Abschnitt 9 angeschlossen, die zur Ermittlung der betrachteten Kennwerte geeignet ist.

6.2 Bemessungsbedingungen

Die Bemessungsbedingungen sind physikalische Eigenschaften, die die Grundlage für die Durchführung der Messungen bilden. Die folgenden Bemessungsbedingungen müssen den Herstellerangaben entnommen werden:

- der Bemessungsfrequenzbereich entsprechend der Definition in 6.3;
- der höchste Bemessungs-Schalldruckpegel entsprechend der Definition in 19.9;
- der höchste Bemessungseingangswert entsprechend der Definition in 19.8.

6.3 Bemessungsfrequenzbereich

Der Bemessungsfrequenzbereich entspricht der vorgesehenen Verwendung des Prüflings in der Zielanwendung entsprechend der Definition in IEC 60268-21. Er wird durch die Frequenzen f_L und f_U des unteren und des oberen Grenzwerts des Audiobandes festgelegt, für das der höchste Schalldruck des Prüflings entsprechend 19.9 bemessen ist.

ANMERKUNG Der RFR kann von dem wirksamen Frequenzbereich (EFR) des Prüflings entsprechend der Definition in 18.3 abweichen.

6.4 Klimatische Bedingungen

IEC 60268-1 besagt, dass die Prüfungen in der folgenden Umgebung durchgeführt werden müssen, um solche Einflüsse von Temperatur und Luftfeuchte, welche die Eigenschaften der Aufhängung der Antriebseinheit beeinträchtigen können [1]¹, zu vermeiden.

- a) Umgebungstemperatur: 15 °C bis 35 °C;
- b) relative Luftfeuchte: 25 % bis 75 %;
- c) Luftdruck: 86 kPa bis 106 kPa.

7 Prüfsignale

7.1 Allgemeines

Die akustischen Messungen müssen mit einem der Stimuli in 7.2 bis 7.9 durchgeführt werden.

7.2 Sinusförmiges Chirp-Signal

Nach Definition in IEC 60268-21:2018, 8.2.

7.3 Stationäres Eintonsignal

Nach Definition in IEC 60268-21:2018, 8.3.

7.4 Stationäres Zweitonsignal

Nach Definition in IEC 60268-21:2018, 8.4.

¹ Nummern in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.

7.5 Dünnbesetzter Mehrtonkomplex

Nach Definition in IEC 60268-21:2018, 8.5.

7.6 Breitband-Rauschsignal

Nach Definition in IEC 60268-2:1987, 1.4.

7.7 Schmalband-Rauschsignal

Nach Definition in IEC 60268-2:1987, 1.4.

7.8 Hann-Burstsignal

Nach Definition in IEC 60268-21:2018, 8.8.

7.9 Impulsartiges Signal

Nach Definition in IEC 60268-2.

8 Akustische Umgebung

8.1 Allgemeines

Die akustischen Messungen müssen unter einer der in 8.2 bis 8.5 aufgeführten Bedingungen erfolgen. Es muss angegeben werden, welche akustische Umgebung verwendet wird.

8.2 Freifeldbedingungen

Es dürfen akustische Bedingungen zum Einsatz kommen, die annäherungsweise denen eines freien Raums entsprechen. Eine Umgebung gilt dann als zufriedenstellend, wenn die reflektierten Schallanteile so hinreichend unterdrückt werden, dass eine Messunsicherheit von $\pm 0,5$ dB bzw. $\pm 10^\circ$ der gemessenen Schalldruckamplitude bzw. der Phasenwerte bei der festgelegten Frequenz sichergestellt ist. Wenn die Umgebung (z. B. ein reflexionsfreier Raum bei niedrigen Frequenzen) diese Freifeldbedingungen nicht über den gesamten Bemessungsfrequenzbereich der Messung erfüllt, muss der Hersteller den gültigen Frequenzbereich angeben.

ANMERKUNG Halbraum-Freifeldbedingungen sind für die akustische Bewertung von Monitoren, Fernsehgeräten und anderen Prüflingen vergleichbarer Form in Anwendungen, bei denen der Prüfling nicht an einer hinreichend großen Wand betrieben wird, üblicherweise nicht geeignet.

8.3 Simulierte Freifeldbedingungen

Die akustischen Bedingungen einer Umgebung (z. B. Hallraum) gelten als zufriedenstellend, wenn der Direktschall, der vom Prüfling abgestrahlt wird, mittels Messtechniken wie der Fensterung der Impulsantwort [2], der Wellentrennung [3] oder der akustischen Holografie [4] von den Raumreflexionen getrennt wird. Diese Messtechniken müssen eine Messunsicherheit von $\pm 0,5$ dB bzw. $\pm 10^\circ$ der gemessenen Schalldruckamplitude bzw. der Phasenwerte bei der festgelegten Frequenz sicherstellen. Die Frequenzauflösung $\Delta f = 1 / T$, wobei T die effektive oder abgeschnittene Länge der Impulsantwort bei erfüllten simulierten Freifeldbedingungen ist, sowie jedwede anderen Einschränkungen, welche die Messergebnisse beeinträchtigen, müssen angegeben werden.

Die Bedingung ist erfüllt in einer Umgebung (z. B. einem großen Raum ohne Hindernisse), in der der von dem TV- oder Monitorlautsprecher abgestrahlte und von einer Oberfläche oder einem Objekt in der Umgebung reflektierte Schall das Messmikrofon erst erreicht, wenn die Messung des Direktschalls abgeschlossen ist.

8.4 In-situ-Umgebung

In der Produktentwicklung, -herstellung, -installation, -instandhaltung und -instandsetzung besteht zudem die Notwendigkeit, zusätzliche Messungen in einer In-situ-Umgebung vorzunehmen, die den Freifeldbedingungen nicht entspricht. Eine In-situ-Umgebung kann beispielsweise mithilfe der in Abschnitt 12 festgelegten Aufstellungsarten (Wandmontage oder Aufstellung auf einem Möbelstück) geschaffen werden. Die Prüfergebnisse hängen von den Eigenschaften der jeweiligen In-situ-Umgebung ab und sind nicht mit Messungen unter anderen Bedingungen vergleichbar.

8.5 Hörraum

Ein Hörraum, der eine typische In-situ-Umgebung repräsentiert, wie sie in der letztendlichen Zielanwendung beim Kunden vorzufinden ist, ist mit Blick auf die Kombination von perzeptuellen und physikalischen Prüfungen sehr hilfreich. Für die Gestaltung eines geeigneten Hörraums müssen Angaben zu den folgenden Kriterien gemacht werden:

- das Raumvolumen;
- die Form des Raums;
- die Nachhallzeit $R_{60}(f)$ des Raums in Abhängigkeit von der Frequenz, gemessen in Oktaven;
- die Anordnung des Prüflings nach Abschnitt 10;
- die Hörposition und die akustische Zone nach Abschnitt 17;
- die Aufstellungsart nach Abschnitt 12.

ANMERKUNG Ein Hörraum für perzeptuelle und physikalische Prüfungen greift die wesentlichen Eigenschaften der Interaktion zwischen Lautsprecher und Raum auf und liefert wiederholbare und reproduzierbare Daten. Die Vergleichbarkeit von Daten, die in verschiedenen Hörräumen erhoben wurden, ist jedoch begrenzt.

9 Messeinrichtungen

Für Messungen unter Freifeldbedingungen muss ein WS2F- oder WS3F-Freifeldmikrofon nach IEC 61094-4 verwendet werden.

10 Anordnung des Prüflings

10.1 Bezugsebene und Normalenvektor

Zur Festlegung der Richtung der Bezugsebene sollte der Normalenvektor $\mathbf{n}_{\text{ref}}$ verwendet werden. Die Bezugsebene des Prüflings sollte parallel zum Bildschirm aufgespannt werden, wie in Bild 2 dargestellt. Bei anderen Prüflingen muss der Hersteller den Normalenvektor $\mathbf{n}_{\text{ref}}$ mit den zugehörigen Ergebnissen angeben.

Die Bezugsebene mit dem Normalenvektor $\mathbf{n}_{\text{ref}}$ sollte zur Definition der Bezugsachse und des Bezugspunktes $\mathbf{r}_{\text{ref}}$ verwendet werden. Der Pol des Kugelkoordinatensystems nach ISO 80000-2 muss sich auf der Bezugsachse befinden, die in Richtung des Normalenvektors $\mathbf{n}_{\text{ref}}$ zeigt. Der Azimutwinkel ϕ sollte entsprechend der Dreifingerregel um den Normalenvektor $\mathbf{n}_{\text{ref}}$ rotieren.

10.2 Bezugspunkt

Der Hersteller muss den Bezugspunkt $\mathbf{r}_{\text{ref}}$ auf der Bezugsebene definieren und diese Information zusammen mit den Messergebnissen bereitstellen. Bei einem Prüfling mit symmetrischer Geometrie muss der Bezugspunkt $\mathbf{r}_{\text{ref}}$ auf der Spiegelsymmetrieachse oder auf dem Punkt der Rotationssymmetrie platziert werden. Die Richtungseigenschaften des Prüflings müssen mit einem Kugelkoordinatensystem beschrieben werden. Der Ursprung des kartesischen bzw. Kugelkoordinatensystems muss auf dem Bezugspunkt platziert werden, wie in Bild 2 dargestellt.

ANMERKUNG Für Richtungsmessungen, bei denen eine Rotation des Prüflings durchgeführt wird, ist der Bezugspunkt identisch mit dem Rotationspunkt (POR) und wird üblicherweise nahe dem oder identisch mit dem Schwerpunkt (COG) des Prüflings gewählt.

10.3 Bezugsachse

Die Bezugsachse ist die Gerade, die am Bezugspunkt r_{ref} in Richtung des Normalenvektors n_{ref} die Bezugsebene schneidet, wie in Bild 2 dargestellt. Der Pol des Kugelkoordinatensystems muss auf der Bezugsachse platziert werden und der Polarwinkel θ beschreibt die Deklination des Beobachtungspunktes r im Verhältnis zur Bezugsachse. Die in 15.2 festgelegten axialen Messungen (On-axis-Messungen) müssen auf der Bezugsachse mit einem Polarwinkel von $\theta = 0$ durchgeführt werden. Die Bezugsachse muss als Bezugsachse für Richtungsmessungen benutzt werden.

10.4 Orientierungsvektor

Der Orientierungsvektor O_{ref} definiert die Ausrichtung des Prüflings und des Azimutwinkels $\phi = 0$ auf der Bezugsebene, wie in Bild 2 dargestellt. Der Orientierungsvektor O_{ref} sollte, sofern nicht anders angegeben, nach oben in Richtung Oberseite des Prüflings zeigen. Der Azimutwinkel sollte ein positives Vorzeichen haben, wenn er bezogen auf den Orientierungsvektor O_{ref} auf der Bezugsebene gegen den Uhrzeigersinn gemessen wird, bei Betrachtung von der Zenitseite der Ebene aus.

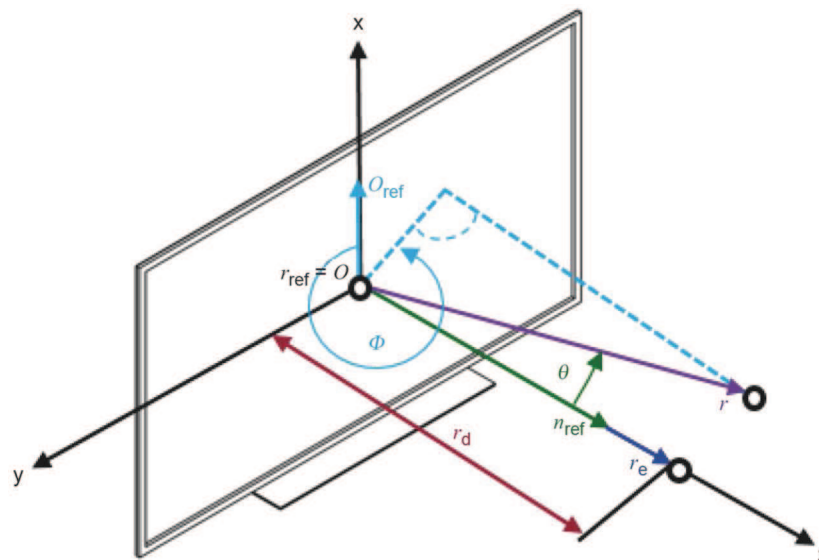
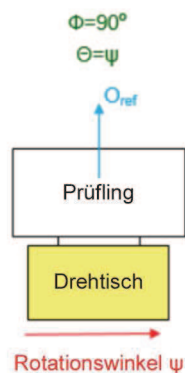


Bild 2 – Empfohlene Position und Ausrichtung des Prüflings

Rotation gegen den Uhrzeigersinn



Rotation im Uhrzeigersinn

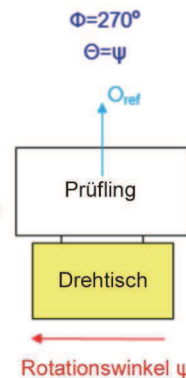
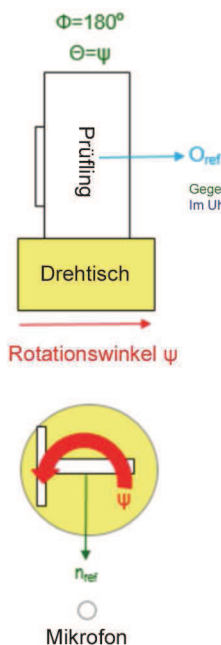


Bild 3 – Messung der horizontalen Richtcharakteristik in Kugelkoordinaten durch Rotation des Prüflings (z. B. OLED-Fernseher) in aufrechter Position

Rotation gegen den Uhrzeigersinn



Rotation im Uhrzeigersinn

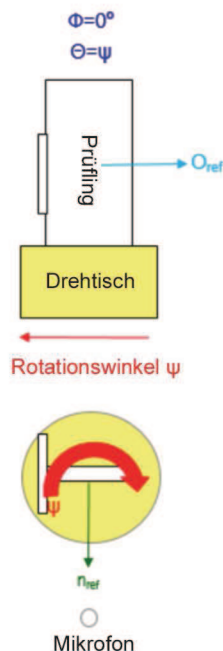


Bild 4 – Messung der vertikalen Richtcharakteristik in Kugelkoordinaten durch Rotation des geneigten Prüflings (z. B. OLED-Fernseher)

10.5 Horizontale und vertikale Bahnen

Die in Bild 3 und Bild 4 dargestellten horizontalen und vertikalen Bahnen müssen bezogen auf 360° in einem Abstand r_d gemessen und entsprechend Tabelle 1 in Kugelkoordinaten ausgedrückt werden.

Tabelle 1 – Empfohlene Koordinaten der Bahnen im Abstand r_0

Bahn	Polarwinkel θ	Azimutwinkel ϕ	Ausrichtung des EUT auf einem Drehtisch
horizontal	$-180^\circ \leq \theta < 180^\circ$	270°	EUT aufrecht, Rotation im Uhrzeigersinn
horizontal	$-180^\circ \leq \theta < 180^\circ$	90°	EUT aufrecht, Rotation gegen den Uhrzeigersinn
vertikal	$-180^\circ \leq \theta < 180^\circ$	0°	EUT geneigt, Rotation im Uhrzeigersinn
vertikal	$-180^\circ \leq \theta < 180^\circ$	180°	EUT geneigt, Rotation gegen den Uhrzeigersinn

ANMERKUNG Die Lautsprecher-Richtcharakteristik des Prüflings bezogen auf die horizontale Bahn kann gemessen werden, indem der Prüfling, der sich mit normaler Ausrichtung (Ausrichtungsvektor zeigt nach oben) auf einem Drehtisch befindet, einmal vollständig (um 360°) rotiert wird. Zur Messung der Richtcharakteristik bezogen auf die vertikale Bahn ist eine zweite vollständige Rotation (um 360°) des geneigten, links auf dem Drehtisch positionierten Prüflings erforderlich.

11 Messabstand zwischen dem Prüfling und dem Mikrofon

11.1 Fernfeldbedingungen

Messungen unter Freifeldbedingungen und Halbraumbedingungen müssen idealerweise im Fernfeld des Prüflings in einem Abstand von $r > r_{\text{far}}$ durchgeführt werden, wo der Schalldruck mit dem Abstand r entsprechend der $1/r$ -Gesetzmäßigkeit abnimmt. Der Standort im Fernfeld wird ermittelt, wenn die drei folgenden Bedingungen [5] erfüllt sind:

- Der Abstand r ist deutlich größer als die geometrische Dimension d des Prüflings.
- Der Abstand r ist deutlich größer als die Wellenlänge λ .
- Das Verhältnis zwischen dem Abstand r und der Dimension d ist deutlich größer als das Verhältnis zwischen der Dimension d und der Wellenlänge λ ($r/d \gg d/\lambda$).

In der Praxis wird der nutzbare Abstand r jedoch durch Einschränkungen der Messumgebung (z. B. Maße des Raums [4]) und die Effekte des Umgebungsgeräuschs nach oben hin begrenzt.

Bei Messungen unter simulierten Freifeldbedingungen müssen das Mikrofon und der Prüfling innerhalb der Messumgebung so positioniert werden, dass die Zeit, die die erste unerwünschte Reflexion benötigt, um das Mikrofon zu erreichen, möglichst lang ist.

Wenn es sich bei dem Messraum um eine reflexionsfreie Kammer handelt, müssen Reflexionen von Keilspitzen, Bodenbelägen sowie Stützen für den Prüfling und das Mikrofon vermieden werden.

Von diesen Quellen hervorgerufene Abweichungen dürfen $\pm 0,5$ dB und $\pm 10^\circ$ der gemessenen Schalldruckamplitude bzw. der Phase bei keiner Frequenz innerhalb des Frequenzbereichs der Messung überschreiten.

11.2 Nahfeldbedingungen

Der Schalldruck im Nahfeld kann nur mittels holografischer Techniken gemessen werden [4]. Außerdem können gültige Fernfeldinformationen nur mittels holografischer Verfahren aus Nahfelddaten berechnet werden.

Messungen im Nahfeld [6] haben die folgenden Vorteile:

- mehr Zeit bis zu den ersten Reflexionen;
- höherer direkter Schalldruck.