

DIN EN 60268-5

ICS 33.160.50

Ersatz für
DIN EN 60268-5:2003-12
Siehe jedoch Beginn der
Gültigkeit

**Elektroakustische Geräte –
Teil 5: Lautsprecher (IEC 60268-5:2003 + A1:2007);
Deutsche Fassung EN 60268-5:2003 + A1:2009**

Sound system equipment –
Part 5: Loudspeakers (IEC 60268-5:2003 + A1:2007);
German version EN 60268-5:2003 + A1:2009

Equipements pour systèmes électroacoustiques –
Part 5: Haut-parleurs (CEI 60268-5:2003 + A1:2007);
Version allemande EN 60268-5:2003 + A1:2009

Gesamtumfang 57 Seiten

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2003-06-01 angenommene EN 60268-5 gilt zusammen mit der am 2009-07-01 angenommenen Änderung A1 als DIN-Norm ab 2010-04-01.

Daneben darf DIN EN 60268-5:2003-12 noch bis 2012-07-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 60268-5/A1:2007-02.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 742.5 „Lautsprecher“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“ erarbeitet.

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

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

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 gültige 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.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen 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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60268-5:2003-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 14 Kennzeichnung der Anschlüsse und Steller (Ersatz);
- b) 17.1.3 Hörtest für Normalbetrieb (Ergänzung);
- c) 17.4.3 Hörtest für mechanische Störungen (Rasseln) (Ergänzung);
- d) Anhang B, Tabelle B.1 (Ersatz);
- e) Anhang D (informativ) (Ergänzung).

Die Änderungen A1 wurden durch einen senkrechten Strich am linken Rand gekennzeichnet.

Frühere Ausgaben

DIN IEC 60268-5: 1991-08, 1995-10

DIN EN 60268-5: 1997-04, 2003-12

Deutsche Fassung

**Elektroakustische Geräte –
Teil 5: Lautsprecher**
(IEC 60268-5:2003 + A1:2007)

Sound system equipment –
Part 5: Loudspeakers
(IEC 60268-5:2003 + A1:2007)

Equipements pour systèmes
électroacoustiques –
Part 5: Haut-parleurs
(CEI 60268-5:2003 + A1:2007)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2003-06-01 und die A1 am 2009-07-01 angenommen. Die 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat 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, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 100/648/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe von IEC 60268-5, ausgearbeitet von dem IEC/TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2003-06-01 als EN 60268-5 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 60268-5:1996 + A2:1996.

Diese Norm muss in Verbindung mit HD 483.1 S2:1989, HD 483.2 S2:1993 und ISO 3741:1999 benutzt werden.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2004-03-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2006-06-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm ist Anhang ZA und sind Anhänge A, B und C informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60268-5:2003 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter Literaturhinweise zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

ISO 3743-1 ANMERKUNG Harmonisiert als EN ISO 3743-1:1995 (nicht modifiziert).

ISO 3743-2 ANMERKUNG Harmonisiert als EN ISO 3743-2:1996 (nicht modifiziert).

Vorwort zu A1

Der Text des Schriftstücks 100/1189/CDV, zukünftige Änderung 1 zu IEC 60268-5:2003, ausgearbeitet von dem IEC/TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2009-07-01 als Änderung A1 zu EN 60268-5:2003 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die Änderung auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2010-04-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2012-07-01

Anerkennungsnotiz

Der Text der Änderung 1:2007 zur Internationalen Norm IEC 60268-5:2003 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Vorwort zu A1	3
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Bedingungen für Messungen.....	9
3.1 Allgemeine Bedingungen.....	9
3.2 Messbedingungen	9
4 Prüfsignale.....	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Sinussignale	10
4.3 Breitbandrauschen	10
4.4 Schmalbandrauschen.....	10
4.5 Impulssignal.....	10
5 Akustische Umgebung.....	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Bedingungen im Freifeld.....	10
5.3 Bedingungen im Freifeldhalbraum	11
5.4 Bedingungen im Diffusschallfeld	11
5.5 Nachbildung der Freifeldbedingungen	11
5.6 Nachbildung der Freifeldhalbraum-Bedingungen.....	11
6 Akustisches und elektrisches Störgeräusch.....	12
7 Aufstellung von Lautsprecher und Messmikrofon	12
7.1 Messabstand unter Freifeld- und Freifeldhalbraum-Bedingungen	12
7.2 Aufstellung des Lautsprechers unter Diffusfeldbedingungen.....	12
7.3 Aufstellung von Lautsprecher und Messmikrofon unter nachgebildeten Freifeldbedingungen	12
8 Messgeräte	13
9 Genauigkeit der akustischen Messung	13
10 Einbau von Lautsprechern.....	13
10.1 Einbau und akustische Belastung von Lautsprecherchassis	13
10.2 Einbau und akustische Belastung von Lautsprecheranordnungen	14
11 Norm-Schallwand und Norm-Messgehäuse.....	14
11.1 Norm-Schallwand	14
11.2 Norm-Messgehäuse	14
12 Vorbereitung	15
13 Typ-Beschreibung	15
13.1 Allgemeines	15
13.2 Lautsprecherchassis.....	15
13.3 Lautsprecherkombination	15

	Seite
14 Kennzeichnung der Anschlüsse und Steller	15
14.1 Allgemeines	15
14.2 Positiver Anschluss	16
15 Bezugsebene, Bezugspunkt und Bezugsachse.....	16
15.1 Bezugsebene – Anzugebende Eigenschaft	16
15.2 Bezugspunkt – Anzugebende Eigenschaft	16
15.3 Bezugsachse – Anzugebende Eigenschaft	16
16 Impedanz und abgeleitete Eigenschaften	17
16.1 Nennimpedanz – Anzugebende Eigenschaft.....	17
16.2 Impedanzkurve.....	17
16.3 Gesamtgüte Q_t).....	17
16.4 Äquivalentes Luftvolumen der Nachgiebigkeit eines Lautsprecherchassis (V_{eq}).....	18
17 Eingangsspannung.....	19
17.1 Nenn-Rauschspannung	19
17.2 Maximale Kurzzeit-Eingangsspannung.....	21
17.3 Maximale Langzeit-Eingangsspannung	21
17.4 Nenn-Sinusspannung.....	22
18 Elektrische Eingangsleistung	22
18.1 Nenn-Rauschleistung – Anzugebende Eigenschaft.....	22
18.2 Maximale Kurzzeit-Eingangsleistung – Anzugebende Eigenschaft.....	22
18.3 Maximale Langzeit-Eingangsleistung – Anzugebende Eigenschaft	23
18.4 Nenn-Sinusleistung – Anzugebende Eigenschaft.....	23
19 Frequenzbezogene Eigenschaften	23
19.1 Nenn-Frequenzbereich – Anzugebende Eigenschaft	23
19.2 Resonanzfrequenz	23
19.3 Abstimmfrequenz eines Bassreflexlautsprechers oder eines Lautsprechers mit Passivstrahler – Anzugebende Eigenschaft	23
20 Schalldruck unter Freifeld- und Freifeldhalbraum-Bedingungen	24
20.1 Schalldruck in einem angegebenen Frequenzband.....	24
20.2 Schalldruckpegel in einem angegebenen Frequenzband – Anzugebende Eigenschaft	24
20.3 Kennschalldruck in einem angegebenen Frequenzband.....	24
20.4 Kennschalldruckpegel in einem angegebenen Frequenzband – Anzugebende Eigenschaft.....	25
20.5 Mittlerer Schalldruck in einem angegebenen Frequenzband.....	25
20.6 Mittlerer Schalldruckpegel in einem angegebenen Frequenzband – Anzugebende Eigenschaft	25
21 Frequenzkurven unter Freifeld- und Freifeldhalbraum-Bedingungen	25
21.1 Frequenzgang	25
21.2 Übertragungsbereich.....	26
21.3 Übertragungsfunktion	27

	Seite
22	Ausgangsleistung (Akustische Leistung).....28
22.1	Akustische Leistung in einem Frequenzband.....28
22.2	Mittlere akustische Leistung in einem Frequenzband29
22.3	Wirkungsgrad in einem Frequenzband29
22.4	Mittlerer Wirkungsgrad in einem Frequenzband29
23	Richtungsabhängige Eigenschaften.....30
23.1	Richtdiagramm30
23.2	Abstrahlwinkel31
23.3	Bündelungsmaß31
23.4	Beschallungswinkel32
24	Amplitudennichtlinearität32
24.1	Gesamtklirrfaktor33
24.2	Klirrfaktor n -ter Ordnung (mit $n = 2$ oder $n = 3$).....34
24.3	Bezogener Klirrfaktor.....35
24.4	Modulationsverzerrungsfaktor n -ter Ordnung (mit $n = 2$ oder $n = 3$)35
24.5	Bezogener Modulationsverzerrungsfaktor n -ter Ordnung (mit $n = 2$ oder $n = 3$).....36
24.6	Differenztonfaktor (nur 2. Ordnung)37
25	Nennbedingungen der Umgebung38
25.1	Temperaturbereiche38
25.2	Feuchtebereiche.....38
26	Magnetisches Streufeld.....38
26.1	Statische Komponente38
26.2	Dynamische Komponenten39
27	Physikalische Eigenschaften.....40
27.1	Maße.....40
27.2	Masse40
27.3	Verkabelung40
28	Konstruktionsdaten.....40
29	Angabe der Eigenschaften41
Anhang A (informativ) Beispiel eines Norm-Messgehäuses Typ A.....46	
Anhang B (informativ) Beispiel eines Norm-Messgehäuses Typ B.....48	
Anhang C (informativ) Begriffsdefinitionen zu Abschnitt 1351	
Anhang D (informativ) Hörtests53	
Literaturhinweise.....54	
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen55	
Bilder	
Bild 1 – Impedanzkurve des Lautsprechers18	
Bild 2 – Normschallwand; Maße43	

	Seite
Bild 3 – Normschallwand mit Abschrägung	43
Bild 4 – Normschallwand mit Hilfsschallwand	44
Bild 5 – Mess-Normgehäuse Typ A.....	44
Bild 6 – Mess-Normgehäuse Typ B.....	45
Bild 7 – Blockschaltbild der Prüfanordnung.....	45
Bild 8 – Messgerät für magnetisches Streufeld.....	45
Bild A.1 – Beispiel eines Norm-Messgehäuses Typ A	46
Bild A.2 – Die Korrekturkurve für den Beugungseffekt des Norm-Messgehäuses vom Freifeld zum Freifeldhalbraum (Mittelwert der Ergebnisse, Lautsprecherdurchmesser 30 cm, 38 cm, 46 cm)	47
Bild A.3 – Die Korrekturkurve für den Beugungseffekt des Norm-Messgehäuses vom Freifeld zum Freifeldhalbraum (Mittelwert der Ergebnisse, Lautsprecherdurchmesser 6 cm, 10 cm, 20 cm)	47
Bild B.1 – Beispiel eines Norm-Messgehäuses Typ B	48
Bild B.2 – Aufbau des skalierbaren Messgehäuses Typ B	49
Bild B.3 – Die Korrekturkurve für den Beugungseffekt des Norm-Messgehäuses vom Freifeld zum Freifeldhalbraum (Mittelwert der Ergebnisse, Lautsprecherdurchmesser 30 cm, 38 cm, 46 cm)	50
Bild B.4 – Die Korrekturkurve für den Beugungseffekt des Norm-Messgehäuses vom Freifeld zum Freifeldhalbraum (Mittelwert der Ergebnisse, Lautsprecherdurchmesser 6 cm, 10 cm, 20 cm)	50
 Tabellen	
Tabelle 1 – Angabe der Eigenschaften	41
Tabelle B.1 – Maße und Verhältnisse des skalierbaren Messgehäuses Typ B.....	49

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Lautsprecher für elektroakustische Zwecke. Sie werden ausschließlich als passive Elemente betrachtet. Die Norm gilt nicht für Lautsprecher mit eingebauten Verstärkern.

ANMERKUNG 1 Die in dieser Norm benutzte Benennung „Lautsprecher“ bezieht sich sowohl auf Lautsprecherchassis selbst als auch auf Anordnungen von Lautsprechern, die mit einem oder mehreren Lautsprecherchassis, einer Schallwand, einem Gehäuse oder einem Horn sowie weiteren dazugehörigen Einrichtungen, wie eingebauten Frequenzweichen, Übertragern und anderen passiven Elementen, ausgestattet sind.

Zweck dieser Norm ist es, anzugebende Eigenschaften und die dazugehörenden Messverfahren für Lautsprecher zu beschreiben. Es werden sinusförmige oder genau beschriebene Rausch- oder Impulssignale benutzt.

ANMERKUNG 2 Die in dieser Norm angegebenen Messverfahren wurden wegen der Eignung für die Messung der Eigenschaften ausgewählt.

ANMERKUNG 3 Können durch das Anwenden anderer Messverfahren gleichwertige Ergebnisse erreicht werden, sollten Einzelheiten über das benutzte Verfahren zusammen mit den Ergebnissen angegeben werden.

ANMERKUNG 4 Folgende Punkte sind in Beratung:

- Lautsprecher mit eingebauten Verstärkern;
- Messungen unter anderen als Freifeld-, Freifeldhalbraum- und Diffusfeld-Bedingungen;
- Messungen mit anderen als Sinus- oder Rausch- oder Impulssignale.

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 60050(151), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60263, *Scales and sizes for plotting frequency characteristics and polar diagrams*

IEC 60268-1, *Sound system equipment – Part 1: General*

IEC 60268-2, *Sound system equipment – Part 2: Explanation of general terms and calculation methods*

IEC 60268-3, *Sound system equipment – Part 3: Amplifiers*

IEC 60268-11, *Sound system equipment – Part 11: Application of connectors for the interconnection of sound system components*

IEC 60268-12, *Sound system equipment – Part 12: Application of connectors for broadcast and similar use*

IEC 60268-14, *Sound system equipment – Part 14: Circular and elliptical loudspeakers; outer frame diameters and mounting dimensions*

IEC 60651, *Sound level meters*

IEC 61260, *Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters*

ISO 3741, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Precision methods for reverberation rooms*

ISO 3744, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane*

ISO 3745, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources – Precision methods for anechoic and semi-anechoic rooms*

3 Bedingungen für Messungen

3.1 Allgemeine Bedingungen

Diese Norm ist in Verbindung mit IEC 60268-1, IEC 60268-2 und ISO 3741 anzuwenden.

3.2 Messbedingungen

3.2.1 Allgemeines

Zur Erleichterung der Festlegung der Lautsprecheraufstellung bei der Messung werden in dieser Norm Norm-Messbedingungen festgelegt. Um einwandfreie Messbedingungen zu erhalten, müssen einige („Nennwerte“ genannte) Werte aus den Angaben des Herstellers entnommen werden. Diese Werte selbst sind nicht Gegenstand der Messung, aber sie sind die Grundlage für die Messung der anderen Eigenschaften.

Die folgenden Werte sind von dieser Art und müssen vom Hersteller festgelegt werden:

- Nennimpedanz;
- Nenn-Sinusspannung oder -Sinusleistung;
- Nenn-Rauschspannung oder -Rauschleistung;
- Nenn-Frequenzbereich;
- Bezugsebene;
- Bezugspunkt;
- Bezugsachse.

ANMERKUNG Eine ausführliche Erklärung der Benennung „Nennwert/Bemessungswert“ wird in IEC 60268-2 gegeben. Siehe auch Begriff 151-04-03 in IEC 60050 (151).

3.2.2 Norm-Messbedingungen

Ein Lautsprecher muss als unter Norm-Messbedingungen betrieben angesehen werden, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- a) Der zu messende Lautsprecher wird entsprechend Abschnitt 10 montiert;
- b) die akustische Umgebung wird angegeben und wurde aus den in Abschnitt 5 angegebenen ausgewählt;
- c) der Lautsprecher wird bezüglich des Messmikrofons und der Wände entsprechend Abschnitt 7 aufgestellt;
- d) der Lautsprecher wird mit einem angegebenen Prüfsignal nach Abschnitt 4 einer angegebenen Spannung U innerhalb des Nenn-Frequenzbereiches nach 19.1 gespeist. Wenn erforderlich, kann die Eingangsleistung P nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$P = U^2 / R$$

Dabei ist

R die Nennimpedanz nach 16.1;

- e) gegebenenfalls vorhandene Dämpfungssteller müssen in der vom Hersteller angegebenen „Normalstellung“ stehen. Werden andere Einstellungen gewählt, z. B. solche, die einen möglichst flachen Frequenzgang oder maximale Abschwächung ergeben, müssen sie angegeben werden;
- f) für die Messung der Eigenschaften geeignete Messgeräte werden nach Abschnitt 8 angeschlossen.

4 Prüfsignale

4.1 Allgemeines

Akustische Messungen müssen unter einer der folgenden Bedingungen für das Messsignal durchgeführt werden und das gewählte Signal muss mit den Ergebnissen angegeben werden.

4.2 Sinussignale

Das Sinus-Prüfsignal darf bei keiner Frequenz die Nenn-Sinusspannung (in 17.4 definiert) übersteigen. Die Spannung an den Eingangsanschlüssen des zu prüfenden Lautsprechers wird, wenn nicht anders angegeben, für alle Frequenzen konstant gehalten.

4.3 Breitbandrauschen

ANMERKUNG Der Begriff ist in IEC 60268-2 erläutert.

Um den Verstärker nicht zu übersteuern, sollte der Scheitelfaktor einer Rauschquelle zwischen 3 und 4 betragen.

Zur Messung der Amplitude des Signals muss ein den wahren Effektivwert anzeigendes Spannungsmessgerät mit einer Zeitkonstanten benutzt werden, die mindestens so lang ist wie die Zeitkonstante in der Betriebsart „slow“ des in IEC 60651 beschriebenen Schallpegel-Messgerätes.

4.4 Schmalbandrauschen

ANMERKUNG Der Begriff ist in IEC 60268-2 erläutert.

Bei Messungen mit Schmalbandrauschen werden ein Generator für rosa Rauschen und Filter konstanter relativer Bandbreite nach IEC 61260, üblicherweise mit Terzbandbreite, benutzt.

4.5 Impulssignal

Ein kurzzeitiger Impuls muss eine konstante Leistung je Bandbreiteneinheit über mindestens die bei der Messung interessierende Bandbreite besitzen. Ein derartiges Signal hat im Verhältnis zu seiner Spitzenamplitude einen geringen Energieinhalt.

ANMERKUNG Um bei der Messung den Einfluss von akustischem und elektrischem Geräusch zu minimieren, sollte im Rahmen der Möglichkeit des speisenden Verstärkers und unter Einhaltung des linearen Arbeitsbereiches des Lautsprechers die Spitzenamplitude so groß wie möglich gewählt werden.

5 Akustische Umgebung

5.1 Allgemeines

Akustische Messungen müssen unter einer der in 5.2 bis 5.6 angegebenen Freifeldbedingungen durchgeführt werden, dabei muss die gewählte Umgebung mit den Messergebnissen angegeben werden.

5.2 Bedingungen im Freifeld

Für akustische Bedingungen, die denen im Freifeld nahe kommen, muss eine Umgebung (z. B. ein reflexionsarmer Raum) benutzt werden, bei der in dem Bereich, in dem sich während der Messung das Schallfeld zwischen Lautsprecher und Mikrofon ausbildet, der Schalldruck mit dem Abstand (r) von einer Punktquelle entsprechend dem $1/r$ -Gesetz mit einer Messunsicherheit von $\pm 10\%$ abnimmt. Die Mindestbedingung besteht, wenn diese Forderung entlang der Achse, die Messmikrofon und Bezugspunkt am Lautsprecher verbindet, erfüllt ist.

Die Freifeldbedingungen müssen über den ganzen Frequenzbereich der Messung bestehen.

5.3 Bedingungen im Freifeldhalbraum

Für akustische Bedingungen, unter denen das Freifeld in einem Halbraum besteht, müssen diese Bedingungen mit einer reflektierenden Ebene von genügender Größe hinreichend erfüllt sein, so dass der Schalldruck einer in der Oberfläche dieser Ebene angebrachten Punktquelle in der in 5.2 beschriebenen Art abnimmt.

5.4 Bedingungen im Diffusschallfeld

ANMERKUNG 1 Diese Bedingungen werden üblicherweise nur für Messungen mit bandbegrenztem Rauschen benutzt.

Bei Diffusschallfeld-Bedingungen für Messungen mit Terzbandrauschen nach ISO 3741:2009-11 muss die untere Grenzfrequenz entsprechend ISO 3741:2009-11, Anhang A, ermittelt werden.

ANMERKUNG 2 Obwohl ISO 3741 Einzelheiten über die Messgeräte beschreibt, sollte eindeutig verstanden werden, dass bei Schalleistungsmessung von Lautsprechern sowohl Mittelung über den Raum als auch Mittelung über die Zeit gefordert werden. Dies kann nach den Angaben in der Norm erreicht werden oder alternativ durch kontinuierliche Mittelung über Raum und Zeit.

ANMERKUNG 3 Die Genauigkeit der Messung hängt von einer Anzahl von Faktoren einschließlich des Raumvolumens, der Nachhallzeit des Raumes und der Diffusität ab.

ANMERKUNG 4 Für Messungen unterhalb 125 Hz ist ein Raumvolumen von mehr als 200 m³ erwünscht.

5.5 Nachbildung der Freifeldbedingungen

Die akustischen Bedingungen des nachgebildeten Freifeldes müssen während der für die Messung erforderlichen Zeit den Bedingungen des Freifeldes entsprechen.

Die Bedingungen müssen in einer Umgebung (z. B. in großen, leeren Räumen) erfüllt sein, in denen der vom Lautsprecher abgestrahlte Schall als Antwort auf ein Impulssignal von einer Oberfläche oder einem Gegenstand in der Umgebung so reflektiert wird, dass er das Messmikrofon nicht erreicht, bevor die Messung des direkten Schalls am Mikrofon beendet ist.

Es ist unbedingt erforderlich, dass jede derartige Reflexion, die das Mikrofon erreicht, durch eine Torschalung oder andere Mittel von der Messung ausgeschlossen wird.

ANMERKUNG 1 Diese Bedingungen werden üblicherweise nur für Messungen mit Impulssignalen benutzt.

ANMERKUNG 2 Unter solchen Bedingungen werden aufeinander folgende Messungen durch Pausen getrennt, die ausreichen, dass der vom Nachhall im Raum erzeugte Schalldruckpegel auf einen vernachlässigbaren Wert abfällt.

5.6 Nachbildung der Freifeldhalbraum-Bedingungen

Bei akustischen Bedingungen, bei denen das nachgebildete Freifeld in einem Halbraum besteht, muss eine reflektierende Ebene benutzt werden, die eine Begrenzung der nachgebildeten Freifeldumgebung bildet und hinreichend groß ist, so dass von ihren Kanten keine Reflexionen das Mikrofon innerhalb der Messzeit erreichen.

ANMERKUNG 1 Diese Bedingungen werden üblicherweise nur für Messungen mit Impulssignalen benutzt.

ANMERKUNG 2 Unter solchen Bedingungen werden aufeinander folgende Messungen durch Pausen getrennt, die ausreichen, dass der vom Nachhall im Raum erzeugte Schalldruckpegel auf einen vernachlässigbaren Wert abfällt.

6 Akustisches und elektrisches Störgeräusch

Das akustische und das elektrische Störgeräusch müssen einen möglichst niedrigen Pegel haben, weil deren Gegenwart Signale mit niedrigem Pegel verdecken kann.

Messwerte solcher Signale, die in dem bei der Messung berücksichtigten Frequenzbereich weniger als 10 dB über dem Geräuschpegel liegen, müssen verworfen werden.

7 Aufstellung von Lautsprecher und Messmikrofon

7.1 Messabstand unter Freifeld- und Freifeldhalbraum-Bedingungen

7.1.1 Allgemeines

Um gleichmäßige Ergebnisse zu erhalten, sollten idealerweise Messungen unter Freifeld- und Freifeldhalbraum-Bedingungen im Fernfeld des Lautsprechers durchgeführt werden. In der Praxis legen jedoch die Unvollkommenheit des Messraumes und die Auswirkung von Hintergrundgeräusch eine obere Grenze für den benutzbaren Abstand fest. Deshalb sollten der Messabstand 0,5 m oder eine ganze Zahl von Metern betragen und das Ergebnis auf den Normabstand 1 m bezogen werden.

7.1.2 Einzellautsprecher

Für Lautsprecher dieses Typs muss ein Messabstand von 1 m vom Bezugspunkt benutzt werden, außer spezielle Bedingungen schreiben einen anderen Wert vor, der angegeben werden muss.

7.1.3 Lautsprecherkombinationen

Lautsprecherkombinationen, in denen zwei oder mehr Lautsprecherchassis denselben Frequenzbereich wiedergeben, verursachen Probleme durch akustische Überlagerung am Messpunkt infolge gegenseitiger Beeinflussung des von den Lautsprecherchassis abgestrahlten Schalls. Diese Situation besteht entweder, wenn alle Lautsprecherchassis in dem gesamten Frequenzbereich arbeiten, der für die Messung benutzt wird, oder wenn einige Lautsprecherchassis in Teilen dieses Frequenzbereiches gleichzeitig arbeiten (z. B. im Übergangsbereich einer Frequenzweiche). In solchen Fällen muss der Messabstand so gewählt werden, dass die durch diesen Effekt bedingten Messabweichungen auf das Mindestmaß herabgesetzt werden.

7.2 Aufstellung des Lautsprechers unter Diffusfeldbedingungen

Der Aufstellungsort und die Aufstellung des Lautsprechers bezüglich der Wände müssen in einer den Messergebnissen beiliegenden Zeichnung beschrieben werden.

Eine Einrichtung für die gleichzeitige Bewegung des Lautsprechers und des Mikrofons ist bei der Ermittlung der vom Lautsprecher abgestrahlten Leistung entsprechend dem in 22.1.2.2 beschriebenen Verfahren erlaubt. Das Mikrofonsystem und die nächste Mikrofonstellung müssen den Anforderungen von ISO 3741 entsprechen.

7.3 Aufstellung von Lautsprecher und Messmikrofon unter nachgebildeten Freifeldbedingungen

Der Messabstand muss unter Berücksichtigung von 7.1 für Freifeldbedingungen gewählt werden.

Die Aufstellung von Lautsprecher und Mikrofon innerhalb der Messumgebung muss so sein, dass die für die Messung zur Verfügung stehende Zeit möglichst lang ist, bevor die ersten unerwünschten Reflexionen das Mikrofon erreichen.

Ist der Messraum ein reflexionsarmer Raum, müssen die Reflexionen von den Keilspitzen, dem Boden zum Begehen und von den Halterungen für Lautsprecher und Mikrofon beachtet werden. Einflüsse dieser Quellen dürfen im Frequenzbereich 0,5 dB nicht übersteigen.

Der Mikrofonabstand und die längste in der Umgebung verfügbare Aufnahmezeit müssen angegeben werden.

Es ist erforderlich, das Ausgangssignal des Mikrofons vom Zeitpunkt des Eintreffens der ersten Reflexionen an nicht mehr zu berücksichtigen. Deshalb entstehen bei der Messung der Übertragungsfunktion Abschneidefehler, es sei denn, die Lautsprecherantwort auf das Impuls-Prüfsignal ist während dieser Zeit vernachlässigbar. Wenn vorhanden, dürfen solche Abschneidefehler im Frequenzbereich der Messung 1 dB nicht übersteigen.

8 Messgeräte

Messungen bei Freifeld- und Freifeldhalbraum-Bedingungen müssen mit einem Druckmikrofon bekannter Kalibrierung durchgeführt werden. Für Messungen unter Diffusfeldbedingungen muss ein Druckmikrofon mit einem Bündelungsmaß von weniger als 2 dB benutzt werden. Diese beiden Anforderungen müssen bei allen Frequenzen des interessierenden Frequenzbereiches erfüllt sein.

Der Signalgenerator, der Verstärker, der die Lautsprecher mit dem Signal speist, und das Messgerät am Mikrofonverstärker müssen einen bekannten Amplituden-Frequenzgang haben, der in dem benutzten Bereich innerhalb $\pm 0,5$ dB konstant ist, und unter Prüfbedingungen eine vernachlässigbare Amplitudennichtlinearität. Alle Messgeräte müssen Effektivwertanzeige haben, deren Zeitkonstante so groß ist, dass die Abweichung 1 dB nicht überschreitet.

ANMERKUNG Es wird empfohlen, dass der Frequenzgang nach einem automatischen Verfahren gemessen wird, das eine kontinuierliche Kurve ergibt. Abweichungen durch die am Pegelschreiber gewählte Schreibgeschwindigkeit und die gewählte Geschwindigkeit für den Durchlauf des Frequenzbereiches sollte 0,5 dB nicht übersteigen. Die Durchlaufgeschwindigkeit und die Schreibgeschwindigkeit sollten angegeben werden.

9 Genauigkeit der akustischen Messung

Der Frequenzbereich, über den der Gesamtfehler ± 2 dB nicht übersteigt, muss angegeben werden.

ANMERKUNG Die wahrscheinlichen Fehlerquellen von sowohl Messgeräten als auch Messumgebung sollten identifiziert und quantifiziert und ihr Anteil angegeben werden. Diese Information sollte dem Prüfbericht beigelegt werden.

10 Einbau von Lautsprechern

10.1 Einbau und akustische Belastung von Lautsprecherchassis

Das Betriebsverhalten eines Lautsprecherchassis wird durch die Eigenschaften des Chassis selbst und durch seine akustische Belastung bestimmt. Die akustische Belastung hängt von der Art des Einbaus ab, die bei der Darstellung der Ergebnisse klar beschrieben werden muss.

Eine der folgenden drei Arten des Einbaus muss benutzt werden:

- a) Norm-Schallwand, Norm-Messgehäuse (Typ A oder Typ B) oder angegebenes Gehäuse;
- b) frei, ohne Schallwand oder Gehäuse;
- c) im Freifeldhalbraum, bündig mit der reflektierenden Ebene.

ANMERKUNG Die Einbaubedingung a) kommt bis zu einer unteren Grenzfrequenz, deren Wert von dem gewählten Messabstand abhängt, dem Freifeldhalbraum nahe. Messungen, die bei Frequenzen unterhalb dieses Grenzwertes durchgeführt werden, können nur für Vergleiche benutzt werden.

10.2 Einbau und akustische Belastung von Lautsprecheranordnungen

Lautsprecheranordnungen werden üblicherweise ohne irgendeine zusätzliche Schallführung gemessen. Gibt der Hersteller eine besondere Art des Einbaus der Lautsprecheranordnung an, muss diese bei der Messung benutzt werden. Die verwendete Einbauart muss mit den Messergebnissen angegeben werden.

11 Norm-Schallwand und Norm-Messgehäuse

11.1 Norm-Schallwand

Die Norm-Schallwand muss eine akustisch reflektierende ebene Vorderseite haben. Die Maße der Schallwand müssen Bild 2 entsprechen.

ANMERKUNG Die Normschallwand sollte aus einem so dicken Material bestehen, dass dessen Schwingungen vernachlässigbar sind. Der Rand der abstrahlenden Fläche muss mit der Vorderseite der Schallwand weitgehend bündig sein. Dies kann durch eine in Bild 3 gezeigte abgeschrägte Kante oder, wie in Bild 4 gezeigt, durch die Verwendung einer dünnen, starren Hilfsschallwand, mit oder ohne abgeschrägte Kante, erreicht werden.

11.2 Norm-Messgehäuse

11.2.1 Allgemeines

Es muss einer der beiden Typen des unter 11.2.3 (Typ A) und 11.2.4 (Typ B) festgelegten Norm-Messgehäuses benutzt werden. Der für die Prüfung gewählte Typ muss vom Hersteller festgelegt werden.

11.2.2 Bedingungen

Das Gehäuse muss ebene oder gekrümmte Oberflächen haben, die akustisch reflektierend sind.

ANMERKUNG 1 Das Material muss eine geeignete Dicke aufweisen, so dass Auswirkungen von Schwingungen bei der Messung außer Acht gelassen werden können. Wenn erforderlich, sollte eine Verstrebung zur Verstärkung zwischen den Mitten gegenüberliegender Flächen benutzt werden, um so Schwingungen der Gehäusewände zu vermeiden.

ANMERKUNG 2 Das Gehäuse sollte luftdicht sein.

ANMERKUNG 3 Der Rand des Lautsprechers sollte in derselben Ebene angeordnet werden wie die Vorderseite der Schallwand.

ANMERKUNG 4 Um stehende Wellen zu vermeiden, die sonst im Gehäuse auftreten können, muss geeignetes schallabsorbierendes Material verwendet werden. Es dürfen Griffe oder Verbindungselemente installiert werden, wenn dadurch verursachte akustische Reflexionen und unerwünschte Schwingungen ignoriert werden können.

ANMERKUNG 5 Wird der Lautsprecher in das Gehäuse eingebaut, sollte darauf geachtet werden, dass im Gehäuse Lecks vermieden werden.

11.2.3 Norm-Messgehäuse Typ A

Das Norm-Messgehäuse Typ A muss Bild 5 entsprechen.

ANMERKUNG 1 Die Kurve für die Korrektur des Beugungseffektes des Norm-Messgehäuses bei einem Messabstand von 1 m auf der Bezugsachse vom Freifeld zum Freifeldhalbraum wird in Anhang A gezeigt.

ANMERKUNG 2 Alle Oberflächen dieses Gehäusetyps sind eben und stehen rechtwinklig zueinander. Änderungen der Größe sind nicht zulässig. Dies bewirkt reproduzierbare Beugungseigenschaften. Deshalb ist der Typ A zweckmäßig, wenn Eigenschaften von Lautsprechern im Detail analysiert, untersucht oder verglichen werden.

11.2.4 Norm-Messgehäuse Typ B

Das Norm-Messgehäuses Typ B muss Bild 6 entsprechen.

ANMERKUNG 1 Die Kurve der Korrektur des Beugungseffektes des Norm-Messgehäuses bei einem Messabstand von 1 m auf der Bezugsachse vom Freifeld zum Freifeldhalbraum wird in Anhang B gezeigt.

ANMERKUNG 2 Wird ein kleineres oder ein größeres Messgehäuse vom Typ B benötigt, sollte es die Anforderungen an eine maßstäbliche Änderung nach Anhang B, Bild B.2 und Tabelle B.1 erfüllen. Dann sollte der Hersteller die Außenabmessungen des Gehäuses und dessen Nettovolumen angeben.

ANMERKUNG 3 Eine Änderung des Maßstabes ist zulässig. Es wird empfohlen, für akustische Messungen das Norm-Messgehäuse nach Bild 6 zu benutzen. Für subjektive Prüfungen sind Gehäuse im genauen Maßstab zweckmäßig.

12 Vorbereitung

In einem Lautsprecher können z. B. als Folge der Membranbewegung bleibende Änderungen auftreten. Deshalb sollte der Lautsprecher vor den Messungen mindestens 1 h durch Speisung mit dem simulierten Programmsignal nach IEC 60268-1 mit Nenn-Rauschspannung vorbereitet werden.

Bevor die Messungen begonnen werden, muss der Vorbereitungszeit eine Erholungszeit von mindestens 1 h folgen, während der der Lautsprecher abgeklemmt sein muss.

13 Typ-Beschreibung

13.1 Allgemeines

Die Typ-Beschreibung muss, wie in 13.2 und 13.3 festgelegt, vom Hersteller gegeben werden.

ANMERKUNG Siehe Tabelle B.1 und Anhang C.

13.2 Lautsprecherchassis

13.2.1 Prinzip des Wandlers

Das Prinzip des Wandlers muss angegeben werden, zum Beispiel elektrostatisch, elektrodynamisch oder piezoelektrisch.

13.2.2 Typ

Der Typ des Lautsprecherchassis muss angegeben werden, zum Beispiel direkt abstrahlender Lautsprecher oder Hornlautsprecher, Einzellautsprecher oder Kombination mehrerer Lautsprecher.

13.3 Lautsprecherkombination

Anzahl und Art der Lautsprecherchassis und Prinzip der akustischen Belastung müssen angegeben werden, z. B. geschlossenes Gehäuse, Horn, Bassreflex, Säule oder Zeile.

14 Kennzeichnung der Anschlüsse und Steller

14.1 Allgemeines

Die Anschlüsse und Steller müssen in Übereinstimmung mit IEC 60268-1 und IEC 60268-2 gekennzeichnet sein.

14.2 Positiver Anschluss

14.2.1 Festzulegendes Merkmal

Der Anschluss eines Lautsprecherchassis (siehe Abschnitt 1, Anmerkung 1), bei dem das Anwenden einer positiven Spannung (in Bezug auf den anderen Anschluss) zu einem Anstieg des Schalldrucks vor dem Lautsprecherchassis führt, muss als positiver Anschluss definiert werden.

14.2.2 Kennzeichnung

Der positive Anschluss muss mit dem Symbol „+“ oder rot gekennzeichnet sein oder in einer vom Hersteller festgelegten Art.

14.2.3 Testmethode

Kurzzeitiges Anwenden einer positiven Spannung an dem als positiv gekennzeichneten Anschluss. Untersuchen der Änderung des Schalldrucks an einem Punkt nahe vor dem Lautsprecherchassis. Korrekte Kennzeichnung wird durch das Ansteigen des Schalldrucks bestätigt.

ANMERKUNG 1 Das Ansteigen des Schalldrucks wird von einer positiven Abweichung hervorgerufen, d. h., die Lautsprechermembran rückt näher an das Mikrofon.

ANMERKUNG 2 Es kann auch jedes andere Verfahren verwendet werden, welches das gleiche Ergebnis wie beim oben beschriebenen Verfahren liefert.

15 Bezugsebene, Bezugspunkt und Bezugsachse

ANMERKUNG 1 Dies sind Nennbedingungen nach 3.2.1.

ANMERKUNG 2 Genau genommen sollten diese Benennungen die Vorsilbe „Nenn“ enthalten (z. B. Nenn-Bezugsebene), weil sie vom Hersteller angegeben werden und nicht gemessen werden können. Trotzdem ist eine Verwechslung unwahrscheinlich, auch wenn die kürzeren Benennungen benutzt werden.

15.1 Bezugsebene – Anzugebende Eigenschaft

Die Bezugsebene muss bezüglich einiger physikalischer Merkmale des Lautsprecherchassis oder Gehäuses vom Hersteller angegeben werden.

Die Bezugsebene muss zur Definition der Lage des Bezugspunktes und der Richtung der Bezugsachse benutzt werden.

ANMERKUNG Bei symmetrischem Aufbau liegt die Bezugsebene üblicherweise parallel zur abstrahlenden Fläche oder zu einer Ebene, die die Vorderseite des Chassis oder des Gehäuses definiert. Bei unsymmetrischem Aufbau wird die Bezugsebene besser durch eine Zeichnung beschrieben.

15.2 Bezugspunkt – Anzugebende Eigenschaft

Ein Punkt in der Bezugsebene muss vom Hersteller angegeben werden.

ANMERKUNG Bei symmetrischem Aufbau ist der Bezugspunkt üblicherweise der Punkt der geometrischen Symmetrie; bei unsymmetrischem Aufbau wird der Bezugspunkt besser mit Hilfe einer Zeichnung beschrieben.

15.3 Bezugsachse – Anzugebende Eigenschaft

Die Linie, die die Bezugsebene im Bezugspunkt schneidet, und ihre Richtung müssen vom Hersteller angegeben werden. Die Bezugsachse muss bei gerichteten und Frequenzgangmessungen als Null-Bezugsachse benutzt werden.

ANMERKUNG Bei symmetrischem Aufbau steht die Bezugsachse üblicherweise auf der abstrahlenden Fläche oder der Bezugsebene senkrecht.

16 Impedanz und abgeleitete Eigenschaften

16.1 Nennimpedanz – Anzugebende Eigenschaft

ANMERKUNG Dies ist eine Nennbedingung nach 3.2.1.

Der Wert eines Wirkwiderstandes, der anstelle des Lautsprechers angeschlossen wird, wenn die verfügbare elektrische Leistung der Quelle gemessen wird. Er muss vom Hersteller angegeben werden.

Der kleinste Wert des Betrages der Impedanz darf im Nenn-Frequenzbereich 80 % der Nennimpedanz nicht unterschreiten. Ist der Betrag der Impedanz bei irgendeiner Frequenz außerhalb dieses Bereiches (einschließlich Gleichstrom) kleiner als dieser Wert, muss dieser in den Spezifikationen festgehalten werden.

16.2 Impedanzkurve

16.2.1 Anzugebende Eigenschaft

Die Impedanzkurve muss als Darstellung des Betrages der Impedanz als Funktion der Frequenz angegeben werden.

16.2.2 Messverfahren

16.2.2.1 Der Lautsprecher wird unter Norm-Messbedingungen nach 3.2.2, Bedingungen a), b) und d) betrieben.

16.2.2.2 Eine konstante Spannung muss angelegt oder ein konstanter Strom eingespeist werden; eine konstante Spannung wird üblicherweise bevorzugt. Der für die Messung gewählte Wert der Spannung oder des Stromes muss klein genug sein, um sicherzustellen, dass der Lautsprecher in einem linearen Bereich arbeitet.

ANMERKUNG Messungen der Impedanz können durch den Messpegel stark beeinflusst werden. Ist der Pegel entweder zu niedrig oder zu hoch, können die Ergebnisse ungenau sein. Die Messwerte sollten bei verschiedenen Messpegeln auf Folgerichtigkeit geprüft werden, um die besten Bedingungen festzulegen.

16.2.2.3 Der Betrag der Impedanz muss mindestens in dem Frequenzbereich von 20 Hz bis 20 000 Hz gemessen werden.

16.2.2.4 Das Ergebnis muss graphisch als Funktion der Frequenz dargestellt und der Wert der Spannung oder des Stromes mit den Ergebnissen angegeben werden.

16.3 Gesamtgüte (Q_t)

16.3.1 Anzugebende Eigenschaft

Das Verhältnis des Massen-(oder Feder-)Anteils der akustischen oder mechanischen Impedanz bei der Resonanzfrequenz nach 19.2 zu dem Wirkanteil dieser Impedanz muss angegeben werden.

ANMERKUNG 1 Für den Zweck dieser Norm wird die Gesamtgüte nur für dynamische Lautsprecherchassis und für dynamische Lautsprecher mit geschlossenem Gehäuse bestimmt.

ANMERKUNG 2 Die Gesamtgüte Q_t zusammen mit dem äquivalenten Volumen V_{eq} des Lautsprecherchassis nach 16.4 und der Resonanzfrequenz f_T nach 19.2 kennzeichnet das tieffrequente Verhalten des Lautsprechers in ausreichendem Maße.

16.3.2 Messverfahren der Gesamtgüte (Q_t)

Die Gesamtgüte Q_t kann aus der Impedanzkurve des Lautsprechers nach 16.2 nach der folgenden Gleichung abgeleitet werden:

$$Q_t = \frac{1}{r_0} \frac{f_r}{f_2 - f_1} \sqrt{\frac{r_0^2 - r_1^2}{r_1^2 - 1}}$$

Dabei ist

- f_r die Resonanzfrequenz des Lautsprechers nach 19.2;
- r_0 das Verhältnis des maximalen Betrages der Impedanz $|Z(f)|_{\max}$ bei f_r zu dem Gleichstromwiderstand R_{dc} des Lautsprechers;
- f_1 und f_2 sind Frequenzen, die mit angenäherter Symmetrie zu f_r so liegen, dass $f_1 < f_r < f_2$, und bei denen die Beträge der Impedanzen $Z_1 = |Z(f_1)|$ und $Z_2 = |Z(f_2)|$ gleich sind und einen Wert $r_1 \cdot R_{dc}$ haben;
- r_1 das Verhältnis des Betrages $|Z(f)|$ bei f_1, f_2 zu R_{dc} .

ANMERKUNG 1 Siehe Bild 1.

Es kann gezeigt werden, dass, wenn $r_1 = \sqrt{r_0}$ und f_r durch $\sqrt{f_1 f_2}$ ersetzt werden, der Fehler bei der Berechnung von Q_t durch die Asymmetrie der Impedanzkurve minimiert wird (siehe Anmerkung 2). Die Gleichung für Q_t kann vereinfacht werden zu:

Fehler! Textmarke nicht definiert. $Q_t = \frac{\sqrt{f_1 f_2}}{\sqrt{r_0} (f_2 - f_1)}$

ANMERKUNG 2 Q_t in vorstehender Gleichung wurde mit einer einfachen Theorie abgeleitet, in der die Induktivität der Schwingspule, die Ursache für die Unsymmetrie in der Impedanzkurve ist, ignoriert wurde.

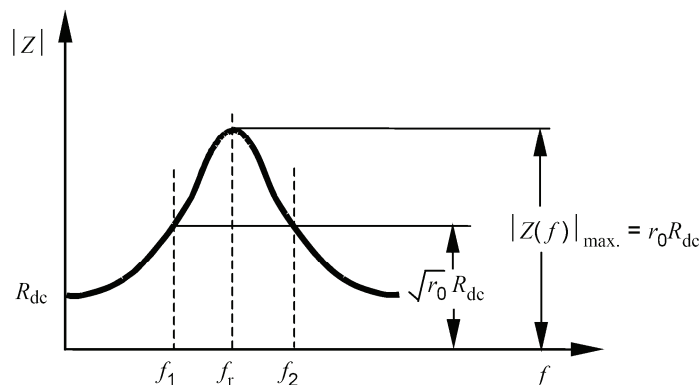


Bild 1 – Impedanzkurve des Lautsprechers

16.4 Äquivalentes Luftvolumen der Nachgiebigkeit eines Lautsprecherchassis (V_{eq})

16.4.1 Anzugebende Eigenschaft

Das Luftvolumen muss angegeben werden, dessen Nachgiebigkeit gleich der des Lautsprecherchassis ist.

ANMERKUNG Das äquivalente Volumen V_{eq} zusammen mit der Gesamtgüte Q_t nach 16.3 und der Resonanzfrequenz f_r nach 19.2 bestimmen das tieffrequente Verhalten des Lautsprechers in ausreichendem Maße und sind bei der Auslegung von geschlossenen Gehäusen und Bassreflex-Lautsprechern im tieffrequenten Bereich nützlich.

16.4.2 Messverfahren

16.4.2.1 Das Lautsprecherchassis wird in ein starres Prüfgehäuse ohne Dämpfungsmaterial mit den folgenden Eigenschaften montiert:

- Das Gehäuse muss in Abmessungen und Form zu den Abmessungen des Lautsprecherchassis und der beabsichtigten Verwendung passen;
- es muss eine einfache Reflexöffnung vorhanden sein, die mit einem Deckel mit Flansch verschlossen werden kann. Dadurch wird das Reflexgehäuse in ein dichtes, geschlossenes Gehäuse umgewandelt.

16.4.2.2 Bei geschlossener Öffnung wird die Resonanzfrequenz des Systems f_0 als die niedrigste Frequenz oberhalb Null gemessen, bei der der Phasenwinkel der Eingangsimpedanz Null ist.

ANMERKUNG 1 Dies kann durch Speisen des Lautsprechers über einen Serienwiderstand und Anlegen der Spannung am Widerstand und am Lautsprecher an die horizontalen und vertikalen Platten eines Oszilloskops durchgeführt werden. Beim Phasenwinkel Null wird die angezeigte Ellipse zu einer geraden Linie.

ANMERKUNG 2 Siehe Anmerkung zu 16.2.2.2.

16.4.2.3 Bei unverschlossener Öffnung werden auf einer ansteigenden Frequenzskala die ersten drei Frequenzen oberhalb Null gemessen, bei denen der Phasenwinkel Null ist. Diese Frequenzen sind f_L , f_B und f_H . (Die Frequenz f_B liegt in der Nähe des kleinsten Betrages der Impedanz und ist die eigentliche Gehäuseresonanzfrequenz, die durch das Vorhandensein der Schwingspuleninduktivität verändert ist. Sie sollte beachtet, aber nicht benutzt werden.) Die tatsächliche Resonanzfrequenz f_{B0} (die in Abwesenheit der Schwingspuleninduktivität gelten würde und die die verwendete vereinfachte Theorie ermöglicht) muss dann nach der nachstehenden Gleichung berechnet werden:

$$f_{B0} = \sqrt{f_L^2 + f_H^2 - f_0^2}$$

16.4.2.4 Die tatsächliche Resonanzfrequenz des Lautsprecherchassis, die für das auf einer unendlichen Schallwand montierte Lautsprecherchassis im Freifeld gelten würde, ist gegeben durch:

$$f_{r0} = \frac{f_L f_H}{f_{B0}}$$

16.4.2.5 Der Wert des äquivalenten Luftvolumens des Lautsprecherchassis ist gegeben durch:

$$V_{\text{eq}} = V_B \left[\left(\frac{f_0}{f_{r0}} \right)^2 - 1 \right]$$

Dabei ist V_B das innere Nettovolumen des geprüften Gehäuses.

17 Eingangsspannung

17.1 Nenn-Rauschspannung

ANMERKUNG Dies ist eine Nennbedingung nach 3.2.1.

17.1.1 Anzugebende Eigenschaft

Die Spannung eines Rauschsignals, das übliches Programmmaterial nachbildet, die der Lautsprecher ohne irgendeine thermische oder mechanische Beschädigung verarbeiten kann, muss vom Hersteller angegeben werden.

ANMERKUNG Dieser Wert hängt von der Art des Einbaus des Lautsprechers ab, z. B. nicht eingebaut oder in einem beschriebenen Gehäuse eingebaut.

17.1.2 Messverfahren

17.1.2.1 Die Messeinrichtung besteht aus den folgenden oder äquivalenten Geräten:

- einem Generator für rosa Rauschen;
- einem geeigneten Netzwerk, um das Rauschsignal nach IEC 60268-1 zu erhalten;
- einem Leistungsverstärker mit Begrenzungsnetzwerk;
- dem zu prüfenden Lautsprecher, wie angegeben eingebaut; Lautsprecherchassis müssen ohne Schallwand geprüft werden, es sei denn, dass der Hersteller ein Gehäuse angibt.

ANMERKUNG 1 Wird mehr als ein Lautsprecher gleichzeitig geprüft, sollte darauf geachtet werden, dass Wechselwirkungen zwischen den Lautsprechern vernachlässigbar sind.

ANMERKUNG 2 Wurde ein Lautsprecher dazu entwickelt, in einem eingeschränkten Frequenzbereich zu arbeiten, und ist ein entsprechendes Netzwerk zur Begrenzung des Frequenzbereiches nicht integraler Bestandteil des Lautsprechers, dann sollte der Hersteller ein entsprechendes Netzwerk beschreiben, das während der Messung an den Lautsprecher anzuschließen ist. Dieses Netzwerk bildet dann einen integralen Bestandteil des Lautsprechers und die Nennimpedanz sollte sich auf die Eingangsanschlüsse dieses Netzwerkes beziehen, dessen Ausgang durch den Lautsprecher belastet ist.

ANMERKUNG 3 Die Anordnung, in der die Komponenten zusammenschaltet sind, sollte Bild 7 entsprechen. Der Lautsprecher muss in einen Raum von nicht weniger als 8 m³ gebracht werden, in dem die in IEC 60268-1 angegebenen klimatischen Bedingungen bestehen.

17.1.2.2 Der an den Eingangsanschlüssen des zu prüfenden Lautsprechers gemessene Frequenzgang des Leistungsverstärkers muss im Frequenzbereich von 20 Hz bis 20 000 Hz innerhalb von $\pm 0,5$ dB eben sein. Das begrenzte Rauschen muss an den Anschlüssen des zu prüfenden Lautsprechers eine Frequenzverteilung entsprechend IEC 60268-1 mit einem Scheitelfaktor zwischen 1,8 und 2,2 haben.

17.1.2.3 Die Ausgangsimpedanz des Leistungsverstärkers darf nicht größer sein als ein Drittel der Nennimpedanz des Lautsprechers entsprechend 16.1. Der Verstärker muss in der Lage sein, an den Lautsprecher eine Spitzenspannung eines Sinussignals ohne Begrenzung abzugeben. Diese Spitzenspannung ist mindestens doppelt so hoch wie die Prüf-Rauschspannung.

17.1.2.4 Der Lautsprecher muss unter allen angegebenen Klimabedingungen 100 h ununterbrochen mit einer Nennspannung geprüft werden, die der Spannung entspricht, die der Lautsprecher verarbeiten können muss.

17.1.2.5 Unmittelbar nach der Prüfung muss der Lautsprecher unter klimatischen Bedingungen, wie sie üblicherweise in herkömmlichen Räumen oder Laboratorien bestehen, gelagert werden. Wenn nicht anders angegeben, muss die Erholungszeit 24 h betragen.

17.1.2.6 Für den Lautsprecher sollten die Anforderungen als erfüllt angesehen werden, wenn am Ende der Erholungszeit keine nennenswerten Veränderungen der elektrischen, mechanischen und akustischen Eigenschaften des Lautsprechers im Vergleich mit den für diesen Lautsprechertyp in den Datenblättern angegebenen Eigenschaften bestehen, mit Ausnahme einer Änderung der Resonanzfrequenz.

ANMERKUNG Die Annehmbarkeit dieser Änderung ist Gegenstand einer Vereinbarung; sie sollte daher angegeben werden.

17.1.3 Hörtest für Normalbetrieb

Ein Hörtest für Normalbetrieb kann entsprechend Anhang D (informativ) durchgeführt werden.

17.2 Maximale Kurzzeit-Eingangsspannung

17.2.1 Anzugebende Eigenschaft

17.2.1.1 Die höchste Spannung muss angegeben werden, die das Lautsprecherchassis oder die Lautsprecherkombination 1 s verarbeiten kann, ohne bleibenden Schaden zu nehmen. Als Signal wird übliches Programmmaterial simulierendes Rauschen (nach IEC 60268-1) benutzt.

17.2.1.2 Die Prüfung muss sechzigmal in Abständen von 1 min wiederholt werden.

17.2.2 Messverfahren

Das Messverfahren für die in 17.1.2 beschriebene Nenn-Rauschspannung muss angewendet werden, mit der Ausnahme, dass das Prüfsignal von einer getasteten Quelle als bewertetes Rauschen erzeugt werden muss, das übliches Programmmaterial (nach IEC 60268-1) simuliert.

ANMERKUNG Der Effektivwert der an den Lautsprecher während der Einschaltdauer angelegten Spannung kann einfach durch Abschalten der Tastung und Messen des Effektivwertes des ununterbrochenen Rauschsignals gemessen werden, nachdem der Lautsprecher durch einen Widerstand ersetzt wurde, dessen Wert gleich der Nennimpedanz des Lautsprechers ist.

17.2.3 Schutzeinrichtungen

17.2.3.1 Ist der Lautsprecher mit einer Schutzeinrichtung ausgestattet, dann muss als maximale Kurzzeit-Eingangsspannung diejenige Spannung gewählt werden, die innerhalb der festgelegten Zeit das Ansprechen der Schutzeinrichtung bewirkt.

17.2.3.2 Bewirkt das Ansprechen einer Schutzeinrichtung, dass die vom Lautsprecher gegenüber dem Verstärker wirksame Lastimpedanz bei irgendeiner Frequenz auf weniger als 80 % der Nennimpedanz absinkt, muss der Mindestwert der Eingangsimpedanz des Lautsprechers vom Hersteller angegeben werden.

17.3 Maximale Langzeit-Eingangsspannung

17.3.1 Anzugebende Eigenschaft

17.3.1.1 Die höchste Spannung muss angegeben werden, die das Lautsprecherchassis oder die Lautsprecherkombination 1 min verarbeiten kann, ohne bleibenden Schaden zu nehmen. Als Signal muss übliches Programmmaterial simulierendes Rauschen (nach IEC 60268-1) benutzt werden.

17.3.1.2 Die Prüfung muss zehnmal in Abständen von 2 min wiederholt werden.

17.3.2 Messverfahren

Das Messverfahren für die in 17.1.2 beschriebene Nenn-Rauschspannung muss angewendet werden, mit der Ausnahme, dass das Prüfsignal von einer getasteten Quelle als bewertetes Rauschen erzeugt werden muss, das übliches Programmmaterial (nach IEC 60268-1) simuliert.

ANMERKUNG Der Effektivwert der an den Lautsprecher während der Einschaltdauer angelegten Spannung kann einfach durch Abschalten der Tastung und Messen des Effektivwertes des ununterbrochenen Rauschsignals gemessen werden, nachdem der Lautsprecher durch einen Widerstand ersetzt wurde, dessen Wert gleich der Nennimpedanz des Lautsprechers ist.

17.3.3 Schutzeinrichtungen

17.3.3.1 Ist der Lautsprecher mit einer Schutzeinrichtung ausgestattet, dann muss als maximale Langzeit-Eingangsspannung diejenige Spannung gewählt werden, die innerhalb der festgelegten Zeit das Ansprechen der Schutzeinrichtung bewirkt.

17.3.3.2 Bewirkt das Ansprechen einer Schutzeinrichtung, dass die vom Lautsprecher gegenüber dem Verstärker wirksame Lastimpedanz bei irgendeiner Frequenz auf weniger als 80 % der Nennimpedanz absinkt, muss der Mindestwert der Eingangsimpedanz des Lautsprechers vom Hersteller angegeben werden.

17.4 Nenn-Sinusspannung

ANMERKUNG Dies ist eine Nennbedingung nach 3.2.1.

17.4.1 Anzugebende Eigenschaft

Die Spannung eines im Nenn-Frequenzbereich liegenden Dauer-Sinussignals, das der Lautsprecher ohne irgendeinen thermischen oder mechanischen Schaden im Dauerbetrieb verarbeiten kann, muss vom Hersteller angegeben werden.

ANMERKUNG 1 Dieser Wert kann sich als Funktion der Frequenz ändern; hier können dann verschiedene Werte in genau beschriebenen Frequenzbereichen angegeben werden.

ANMERKUNG 2 Diese Werte hängen von der Art des Einbaus des Lautsprecherchassis entsprechend Abschnitt 10 ab.

17.4.2 Messverfahren

Es muss das Messverfahren für die Nenn-Rauschspannung in 17.1.2 angewendet werden, mit der Ausnahme, dass die Prüfsignalquelle ein sinusförmiges Signal liefern muss. Dieses Verfahren gilt für das Ermitteln des Grenzwertes der oberen Eingangsspannung während einer festgelegten Zeitspanne. Wenn keine Zeitspanne festgelegt ist, muss ein Maximum von 1 h angewandt werden.

17.4.3 Hörtest für mechanische Störungen (Rasseln)

Ein Hörtest für mechanische Störungen (Rasseln) kann entsprechend Anhang D (informativ) durchgeführt werden.

18 Elektrische Eingangsleistung

18.1 Nenn-Rauschleistung – Anzugebende Eigenschaft

ANMERKUNG 1 Dies ist eine Nennbedingung nach 3.2.1.

Die nach U_n^2/R berechnete elektrische Leistung muss angegeben werden. Dabei ist U_n die Nenn-Rauschspannung und R die Nennimpedanz.

ANMERKUNG 2 Die Nenn-Rauschleistung darf auch „Nennbelastbarkeit“ genannt werden.

18.2 Maximale Kurzzeit-Eingangsleistung – Anzugebende Eigenschaft

Die der maximalen Kurzzeit-Eingangsspannung entsprechende, durch U_{st}^2/R definierte elektrische Leistung muss angegeben werden. Dabei ist U_{st} die maximale Kurzzeit-Eingangsspannung und R die Nennimpedanz.

18.3 Maximale Langzeit-Eingangssleistung – Anzugebende Eigenschaft

Die der maximalen Langzeit-Eingangsspannung entsprechende, durch U_{lt}^2/R definierte elektrische Leistung muss angegeben werden. Dabei ist U_{lt} die maximale Langzeit-Eingangsspannung und R die Nennimpedanz.

18.4 Nenn-Sinusleistung – Anzugebende Eigenschaft

ANMERKUNG Dies ist eine Nennbedingung nach 3.2.1.

Die nach U_s^2/R berechnete elektrische Leistung muss angegeben werden. Dabei ist U_s die Nenn-Sinusspannung und R die Nennimpedanz.

19 Frequenzbezogene Eigenschaften

19.1 Nenn-Frequenzbereich – Anzugebende Eigenschaft

ANMERKUNG 1 Dies ist eine Nennbedingung nach 3.2.1.

Der Frequenzbereich, für den beabsichtigt ist, den Lautsprecher zu benutzen, muss angegeben werden.

ANMERKUNG 2 Der Nenn-Frequenzbereich kann vom Übertragungsbereich abweichen, besonders dann, wenn der Lautsprecher nur als Hochton- oder Tiefton-Lautsprecher oder nur für Sprache benutzt wird.

19.2 Resonanzfrequenz

19.2.1 Resonanzfrequenz eines Lautsprecherchassis – Anzugebende Eigenschaft

Die Frequenz, bei der der Betrag der elektrischen Impedanz bei ansteigendem Frequenzmaßstab sein erstes Hauptmaximum hat, muss angegeben werden. Die akustische Umgebung (entweder Freifeld oder Freifeldhalbraum), die Einbaubedingungen, einschließlich der Eigenschaften eines gegebenenfalls benutzten Messgehäuses, müssen zusammen mit dem Wert der Resonanzfrequenz angegeben werden.

ANMERKUNG Lautsprecherchassis dürfen entsprechend 10.1 eingebaut werden.

19.2.2 Resonanzfrequenz einer Lautsprecheranordnung mit geschlossenem Gehäuse – Anzugebende Eigenschaft

Die Frequenz, bei der die Impedanzkurve einschließlich des Übergangnetzwerkes mit ansteigender Frequenz ihr erstes Maximum hat, muss angegeben werden.

19.3 Abstimmfrequenz eines Bassreflexlautsprechers oder eines Lautsprechers mit Passivstrahler – Anzugebende Eigenschaft

Die Frequenz, bei der der Betrag der Impedanz einschließlich des Übergangnetzwerkes sein erstes Hauptminimum hat, welches bei ansteigendem Frequenzmaßstab auf das erste Hauptmaximum folgt, muss angegeben werden.

20 Schalldruck unter Freifeld- und Freifeldhalbraum-Bedingungen

20.1 Schalldruck in einem angegebenen Frequenzband

20.1.1 Anzugebende Eigenschaft

Der in einem angegebenen Abstand vom Bezugspunkt auf der Bezugsachse erzeugte Schalldruck muss angegeben werden. Dabei wird der Lautsprecher in einem angegebenen Frequenzband mit einem rosa Rauschen mit einer angegebenen Spannung gespeist.

20.1.2 Messverfahren

20.1.2.1 Der Lautsprecher muss in einem Freifeld oder Freifeldhalbraum unter Norm-Messbedingungen betrieben werden. Der Freifeldhalbraum eignet sich nur für Lautsprecher, die bündig mit der reflektierenden Oberfläche eingebaut sind.

20.1.2.2 Folgende Komponenten sind in der Messgeräteanordnung enthalten:

- der zu prüfende Lautsprecher;
- ein Generator für rosa Rauschen;
- ein Bandpass mit mindestens 24 dB/Oktave Flankensteilheit, der das Signal auf die Bandbreite begrenzt, mit der der Lautsprecher zu messen ist.

20.1.2.3 Dem Lautsprecher wird ein rosa Rauschen einer angegebenen Spannung U_p und angegebenen Bandbreite zugeleitet.

20.1.2.4 Der Schalldruck wird in einem angegebenen Abstand gemessen. Steht ein Filter mit einer Bandbreite gleich dem festgelegten Frequenzband nicht zur Verfügung, darf eine Näherung durch Teilen dieses Frequenzbandes in n Terzbänder entsprechend IEC 61260 vorgenommen werden, wobei die Terzfilter mit einem rosa Rauschen versorgt werden. Dann muss die an den zu prüfenden Lautsprecher angelegte Spannung in jedem Terzband U_p / \sqrt{n} betragen. Dieser Schalldruck wird nach folgender Gleichung bestimmt:

$$p_r = \left[\sum_{i=1}^{i=n} (p_i)^2 \right]^{1/2}$$

Dabei ist

p_i der Schalldruck in einem gegebenen Terzband.

20.1.2.5 Die Bedingungen müssen mit den Ergebnissen angegeben werden.

20.2 Schalldruckpegel in einem angegebenen Frequenzband – Anzugebende Eigenschaft

Zwanzigmal der Logarithmus des Verhältnisses des Schalldrucks, gemessen nach 20.1.1, zum Norm-Bezugsschalldruck ($20 \mu\text{Pa}$), ausgedrückt in Dezibel, muss angegeben werden.

20.3 Kennschalldruck in einem angegebenen Frequenzband

20.3.1 Anzugebende Eigenschaft

Der Schalldruck in einem angegebenen Frequenzband nach 20.1.1, bezogen auf eine Eingangsleistung von 1 W und einen Abstand von 1 m auf der Bezugsachse, muss angegeben werden.

20.3.2 Messverfahren

Die Messungen werden nach 20.1.2 durchgeführt und müssen auf eine Spannung U_p bezogen werden, die einer Leistung von 1 W entspricht. Dabei ist U_p zahlenmäßig gleich dem Wert \sqrt{R} und R ist die Nennimpedanz.

20.4 Kennschalldruckpegel in einem angegebenen Frequenzband – Anzugebende Eigenschaft

Zwanzigmal der Logarithmus des Verhältnisses des Kennschalldrucks nach 20.3.1 zum Norm-Bezugsschalldruck (20 μ Pa), ausgedrückt in Dezibel, muss angegeben werden.

20.5 Mittlerer Schalldruck in einem angegebenen Frequenzband

20.5.1 Anzugebende Eigenschaft

Die Quadratwurzel aus dem arithmetischen Mittelwert der Quadrate der Schalldruckwerte aller Terzbänder dieses Frequenzbandes muss angegeben werden.

20.5.2 Messverfahren

Die Messungen müssen nach 20.1.2 durchgeführt werden, mit der Ausnahme, dass die am zu prüfenden Lautsprecher angelegte Spannung in jedem Terzband gleich U_p sein muss. Der mittlere Schalldruck in einem angegebenen Frequenzband wird nach folgender Gleichung bestimmt:

$$p_m = \frac{P_r}{\sqrt{n}}$$

ANMERKUNG Bezüglich der Gleichung zur Bestimmung des Wertes p_r siehe 20.1.2.4.

20.6 Mittlerer Schalldruckpegel in einem angegebenen Frequenzband – Anzugebende Eigenschaft

Zwanzigmal der Logarithmus des Verhältnisses von p_m nach 20.5.2 zum Norm-Bezugsschalldruck (20 μ Pa), ausgedrückt in Dezibel, muss angegeben werden.

21 Frequenzkurven unter Freifeld- und Freifeldhalbraum-Bedingungen

21.1 Frequenzgang

21.1.1 Anzugebende Eigenschaft

Der Schalldruckpegel muss als Funktion der Frequenz angegeben werden, gemessen unter Freifeld- oder Freifeldhalbraum-Bedingungen, bei einer bezüglich Bezugsachse und -punkt festgelegten Position und mit einer angegebenen konstanten Spannung von entweder sinusförmigen Signalen oder von Signalen aus Rauschbändern.

21.1.2 Messverfahren

21.1.2.1 Der Lautsprecher muss unter Norm-Messbedingungen in einer Freifeld- oder Freifeldhalbraum-Umgebung betrieben werden.

21.1.2.2 Ein Rauschband- oder ein sinusförmiges Signal einer konstanten Spannung muss dem Lautsprecher zugeführt werden.

21.1.2.3 Die Messungen müssen mindestens den Übertragungsbereich nach 21.2 umfassen.

Messungen mit bandgefiltertem Rauschen können auf zwei Arten durchgeführt werden:

- a) durch Speisung des Lautsprechers mit einem rosa Rauschen (begrenzt auf den Übertragungsbereich des Lautsprechers) und Analysieren des Mikrofon-Ausgangssignals mit Hilfe von Terzfiltern oder
- b) durch Speisung des Lautsprechers mit einem schmalbandigen Rauschsignal nach 4.3.

ANMERKUNG Wird das Verfahren nach b) benutzt, sind Filter im Mikrofonweg nicht erforderlich, aber es sollte kein Verbot gegen ihre Verwendung geben.

21.1.2.4 Die Ergebnisse müssen in Form einer Kurve als Funktion der Frequenz dargestellt werden. Die räumlichen Bedingungen und die Art der Messung des bandbegrenzten Rauschens müssen angegeben werden.

21.1.3 Korrektur der Messung bei tiefen Frequenzen

Verursachen in einem reflexionsarmen Raum die Absorptionseigenschaften bei tiefen Frequenzen eine Abweichung von den Freifeldbedingungen, so dass unterhalb der unteren Grenze des Übertragungsbereiches nach 21.2 eine genaue Messung des Freifeld-Frequenzganges nicht möglich ist, müssen die Ergebnisse der Messung bei tiefen Frequenzen wie folgt korrigiert werden.

21.1.3.1 Der zu prüfende Lautsprecher muss aus dem reflexionsarmen Raum herausgenommen und durch einen kalibrierten Bezugslautsprecher ersetzt werden, der so aufgestellt wird, dass sein Bezugspunkt und seine Bezugsachse an der gleichen Stelle liegen wie bei der Messung des zu prüfenden Lautsprechers.

Der Bezugslautsprecher muss in dem Frequenzbereich, in dem die Korrektur erforderlich ist, im Wesentlichen die gleichen Richtcharakteristiken haben wie der zu prüfende Lautsprecher und sein kalibrierter Freifeld-Frequenzgang muss über die tiefste interessierende Frequenz hinausreichen.

ANMERKUNG 1 Es ist notwendig, den Frequenzgang des Referenzlautsprechers exakt zu bestimmen. Für Bezugslautsprecher mit begrenzter tieffrequenter Wiedergabe (Hauptresonanz über 150 Hz) können Messungen in einem sehr großen reflexionsfreien Raum (8 m × 10 m × 12 m, beispielsweise) ausreichend genau sein. Für Lautsprecher mit einem erweiterten Frequenzgang bei niedrigen Frequenzen können Messungen im Freien auf einem Turm (typisch 10 m oder mehr über dem Boden) notwendig werden.

ANMERKUNG 2 Zur Messung des Frequenzganges im Bereich tiefer Frequenzen bei einem Lautsprecher mit mehreren Lautsprecherchassis ist der Bezugspunkt idealerweise der Bezugspunkt des Tieftonlautsprechers.

21.1.3.2 Der Frequenzgang des Bezugslautsprechers wird unter Verwendung derselben Geräte und derselben Messtechnik wie für den zu prüfenden Lautsprecher nach 21.1.2 gemessen.

21.1.3.3 Im Bereich tiefer Frequenzen, in dem der so gemessene Frequenzgang des Bezugslautsprechers von seinem bekannten, kalibrierten Freifeld-Frequenzgang abweicht, muss die Differenz zwischen diesen beiden Kurven benutzt werden, um damit die gemessene Kurve des zu prüfenden Lautsprechers zu korrigieren.

21.2 Übertragungsbereich

21.2.1 Anzugebende Eigenschaft

Der durch obere und untere Grenzen beschränkte Frequenzbereich muss angegeben werden, in dem der auf der Bezugsachse mit Sinussignal gemessene Frequenzgang des Lautsprechers nach 21.1.2 nicht mehr als 10 dB unter dem Schallpegel liegt, der über eine Oktave im Bereich maximaler Empfindlichkeit oder in einem breiteren, vom Hersteller angegebenen Frequenzbereich gemittelt wurde. Scharfe Einbrüche in der Kurve des Frequenzganges, die bei -10 dB schmäler als 1/9 Oktave (1/3 Terz) sind, dürfen bei der Bestimmung der Frequenzgrenzen unbeachtet bleiben.

21.2.2 Messverfahren

Der Übertragungsbereich darf aus dem in 21.1.1 beschriebenen, nur mit Sinussignal gemessenen Frequenzgang ermittelt werden.

21.3 Übertragungsfunktion

21.3.1 Anzugebende Eigenschaft

Amplitude (Betrag) und Phase des Schalldrucks müssen in Abhängigkeit von der Frequenz angegeben werden, gemessen unter Freifeld- oder nachgebildeten Freifeldbedingungen, bei einem bezüglich Bezugsachse und Bezugspunkt angegebenen Aufstellungsort und für eine angegebene konstante Spannung an den Lautsprecheranschlüssen. Wenn nicht anders angegeben, muss diese Spannung 1 V betragen.

Der benutzte Signalpegel muss sicherstellen, dass das Messergebnis nicht durch Nichtlinearitäten beeinflusst wird.

Die Amplitude des Schalldrucks wird üblicherweise durch den entsprechenden Schalldruckpegel ausgedrückt. Beim Darstellen der Phase als Funktion der Frequenz muss die Phasenverschiebung durch die Laufzeit zwischen Lautsprecher und Mikrofon herausgerechnet werden.

21.3.2 Messverfahren

21.3.2.1 Der Lautsprecher muss unter Norm-Messbedingungen in einer nachgebildeten Freifeldumgebung betrieben werden.

21.3.2.2 Der Lautsprecher muss mit einem Impuls-Prüfsignal gespeist werden, dessen spektrale Bandbreite mindestens so groß ist wie der interessierende Frequenzbereich.

ANMERKUNG Um einen ausreichenden Störgeräuschabstand zu erhalten, darf das Prüfsignal wiederholt und es dürfen die Ergebnisse gemittelt werden. Dabei muss genügend Zeit zwischen den einzelnen Wiederholungen gelassen werden, damit der durch den Nachhall verursachte Schalldruckpegel auf einen vernachlässigbaren Wert absinken kann. Um die für die Messung erforderliche Zeit so kurz wie möglich zu halten, kann das Prüfsignal spektral verformt (Preemphasis) und der zu messende Schalldruck komplementär zurückkorrigiert (Deemphasis) werden.

21.3.2.3 Der Schalldruck wird unter den Bedingungen von 21.3.2.1 und 21.3.2.2 gemessen und das Ergebnis als Funktion der Frequenz ausgedrückt. Dies wird üblicherweise durch Abtasten und Digitalisieren des Schalldrucksignals und einer anschließenden Fourier-Transformation in einem digitalen Fourieranalysator oder Computer durchgeführt. Das Verfahren, das gemessene Signal in den Frequenzbereich zu transformieren, darf in das Ergebnis des berechneten Schalldruckpegels im Frequenzbereich keine Abweichungen einführen, die größer als 0,1 dB sind.

21.3.2.4 Die an die Lautsprecheranschlüsse angelegte Spannung muss über einen kalibrierten frequenzunabhängigen Abschwächer und die Mikrofonsignal-Messkette einschließlich der Preemphasis- und Deemphasis-Elemente gemessen und das Ergebnis wie in 21.3.2.3 als Funktion der Frequenz ausgedrückt werden.

21.3.2.5 Die Übertragungsfunktion des Lautsprechers muss das Messergebnis des in 21.3.2.3 angegebenen Verfahrens dividiert durch das Messergebnis des in 21.3.2.4 angegebenen Verfahrens sein, wobei die Empfindlichkeit des Mikrofons und die Kalibrierung des Abschwächers berücksichtigt werden müssen. Die Übertragungsfunktion muss mittels Kurven von Betrag und Phase als Funktion der Frequenz dargestellt werden. Der Betrag wird als Schalldruckpegel für eine Eingangsleistung von 1 W ausgedrückt.

22 Ausgangsleistung (Akustische Leistung)

22.1 Akustische Leistung in einem Frequenzband

22.1.1 Anzugebende Eigenschaft

Die gesamte bei einem angegebenen Eingangssignal durch den Lautsprecher innerhalb eines Frequenzbandes mit der Mittenfrequenz f abgestrahlte Schalleistung muss angegeben werden.

22.1.2 Messverfahren

22.1.2.1 Allgemeines

22.1.2.1.1 Der Lautsprecher wird unter Norm-Messbedingungen in einer Freifeld-, Freifeldhalbraum- oder Diffusfeld-Umgebung betrieben. Abhängig von der gewählten Umgebung sind die Messungen nach einem der in 22.1.2.2 und 22.1.2.3 beschriebenen Verfahren durchzuführen.

22.1.2.1.2 Die Ergebnisse müssen graphisch als Funktion der Frequenz dargestellt werden.

22.1.2.2 Messung der akustischen Leistung unter Freifeld- oder Freifeldhalbraum-Bedingungen

22.1.2.2.1 Das Quadrat des Effektivwertes des Schalldruckes muss im Falle der Freifeldbedingungen über eine große Kugeloberfläche und im Falle der Freifeldhalbraum-Bedingungen über eine große Halbkugeloberfläche entsprechend ISO 3744 oder ISO 3745 bei einer großen Anzahl von Messpunkten gemittelt werden, die gleichmäßig um den zu messenden Lautsprecher herum verteilt sind.

22.1.2.2.2 Ist die Anordnung rotationssymmetrisch, können Messungen in einer die Rotationsachse enthaltenden Ebene unter der Voraussetzung als ausreichend angesehen werden, dass die Messungen bei dem Mittelungsverfahren geeignet gewichtet werden.

22.1.2.2.3 Die akustische Leistung muss unter Freifeldbedingungen durch die folgende Gleichung bestimmt werden:

$$P_a(f) = \frac{4\pi r^2}{\rho_0 c} p^2(f) = 0,031 r^2 p^2(f)$$

Dabei ist

$P_a(f)$ die akustische Leistung in W;

r der Kugelradius in m;

$p(f)$ der über eine große Kugeloberfläche gemittelte Schalldruck in Pa;

ρ_0 und c die Dichte und die Schallgeschwindigkeit der Luft.

Die akustische Leistung muss unter Freifeldhalbraum-Bedingungen durch die folgende Gleichung bestimmt werden:

$$P_a(f) = \frac{2\pi r^2}{\rho_0 c} p^2(f) = 0,016 r^2 p^2(f)$$

22.1.2.3 Messung der akustischen Leistung unter Diffusfeldbedingungen

22.1.2.3.1 Der Schalldruck im Frequenzband mit der Mittenfrequenz f muss nach 20.1.2 bestimmt werden.

22.1.2.3.2 Die akustische Leistung des Lautsprechers $P_a(f)$ muss ungefähr durch die folgende Gleichung bestimmt werden:

$$P_a(f) = \frac{V}{T(f)} p^2(f) 10^{-4}$$

Dabei ist

$P_a(f)$ die akustische Leistung in W;

V das Volumen des Hallraumes in m^3 ;

$T(f)$ die Nachhallzeit des Raumes in dem betrachteten Frequenzband in s;

$p(f)$ der Schalldruck in Pa.

ANMERKUNG 1 Die Filterung kann entweder in den Lautsprecherpfad oder sowohl in den Lautsprecherpfad als auch in den Mikrofonpfad geschaltet werden.

ANMERKUNG 2 Ein alternatives Verfahren zur Messung der Schalleistung von Lautsprechern unter Benutzung einer Schalleistungsquelle wird in ISO 3743-1 und ISO 3743-2 beschrieben.

22.2 Mittlere akustische Leistung in einem Frequenzband

22.2.1 Anzugebende Eigenschaft

Der arithmetische Mittelwert der akustischen Leistung in allen Terzbändern innerhalb des betrachteten Frequenzbandes muss angegeben werden.

22.2.2 Messverfahren

22.2.2.1 Die Messung muss nach 22.1.2 durchgeführt werden.

22.2.2.2 Die mittlere akustische Leistung muss als der arithmetische Mittelwert der einzeln gemessenen akustischen Leistung jedes der in dem betrachteten Frequenzband enthaltenen Terzbänder berechnet werden.

22.3 Wirkungsgrad in einem Frequenzband

22.3.1 Anzugebende Eigenschaft

Das Verhältnis der von dem Lautsprecher abgestrahlten akustischen Leistung zu der zugeführten elektrischen Leistung in einem Frequenzband mit der Mittenfrequenz f muss angegeben werden.

22.3.2 Messverfahren

Der Wirkungsgrad in einem Frequenzband muss nach folgendem Verfahren gemessen werden:

- die Messung ist nach 22.1.2 durchzuführen;
- die elektrische Leistung muss nach 3.2.2 bestimmt werden;
- der Wirkungsgrad in einem Frequenzband ist durch das Verhältnis der akustischen Leistung zu der elektrischen Leistung gegeben.

22.4 Mittlerer Wirkungsgrad in einem Frequenzband

22.4.1 Anzugebende Eigenschaft

Der arithmetische Mittelwert des Wirkungsgrades in allen Terzbändern des betrachteten Frequenzbandes muss angegeben werden.

22.4.2 Messverfahren

22.4.2.1 Der Wirkungsgrad in dem Frequenzband muss nach 22.3.2 bestimmt werden.

22.4.2.2 Der mittlere Wirkungsgrad muss als arithmetischer Mittelwert des in jedem der Terzbänder des gewünschten Frequenzbandes gemessenen Wirkungsgrades berechnet werden.

23 Richtungsabhängige Eigenschaften

23.1 Richtdiagramm

23.1.1 Anzugebende Eigenschaft

Der Schalldruckpegel als Funktion des Winkels zwischen der Messachse und der Bezugsachse und als Funktion der Frequenz des abgestrahlten Schalls muss angegeben werden, gemessen unter Freifeldbedingungen in einer angegebenen Ebene. Die Messachse muss die Verbindungslinie zwischen Mikrofon und Bezugspunkt sein.

23.1.2 Messverfahren

23.1.2.1 Der Lautsprecher ist unter Norm-Messbedingungen in einer Freifeldumgebung zu betreiben.

23.1.2.2 Das Messmikrofon muss in einer angegebenen, die Bezugsachse enthaltenden Ebene in einem angegebenen Abstand vom Bezugspunkt aufgestellt werden.

23.1.2.3 Es muss entweder ein Sinus- oder ein Rauschbandsignal benutzt werden. Es muss dem Lautsprecher zugeführt werden. Die Eingangsspannung ist für jede Frequenz oder jedes Frequenzband so einzustellen, dass der Schalldruck an einem angegebenen Punkt auf der Bezugsachse konstant bleibt.

23.1.2.4 Zur Darstellung der Richtdiagramme kann einer der folgenden Wege gewählt werden:

a) es muss eine Familie von Polardiagrammen bei festgelegten Frequenzen oder Frequenzbändern angezeigt werden;

ANMERKUNG 1 Vorzugsweise Terz- oder Oktavbänder im Nenn-Frequenzbereich. Jedoch mindestens bei den folgenden Frequenzen: 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz und 8 000 Hz; es sollte eine Einrichtung benutzt werden, die eine kontinuierliche Änderung der Winkelabweichung zulässt.

b) es muss eine Familie von Frequenzkurven bei verschiedenen Winkeln zur Bezugsachse angezeigt werden.

ANMERKUNG 2 Es sollten Winkel in 15°-Stufen benutzt werden.

ANMERKUNG 3 Siehe das AES-Informationen-Schriftstück AES 5id 1997.

23.1.2.5 Die Ergebnisse der Messung für 23.1.2.4 a) müssen als Polardiagramme entsprechend IEC 60268-1 und IEC 60263 gezeichnet werden.

ANMERKUNG 1 Dabei ist zu beachten, dass signifikante Abstrahlkeulen genügend untersucht werden. Bei der Darstellung der Ergebnisse muss die Lage der Messachse zur Bezugsachse angegeben werden. Wird ein Punkt-für-Punkt-Messverfahren angewendet, muss die graphische Darstellung deutlich die verwendeten Winkel zeigen.

ANMERKUNG 2 Bei sehr kleinen Lautsprechern, wie z. B. Hochtonlautsprechern, kann es erforderlich sein, höhere Frequenzen außerhalb der oben genannten zu verwenden. Diese Frequenzen sollten den in IEC 60268-1 angegebenen Frequenzen entsprechen.

ANMERKUNG 3 Es sollte beachtet werden, dass der Pegel auf der Bezugsachse des Lautsprechers dem Nullpegel der Polardiagramme entspricht.

23.2 Abstrahlwinkel

23.2.1 Anzugebende Eigenschaft

Der zur Bezugsachse gemessene Winkel, der in einer diese Bezugsachse enthaltenden Ebene liegt, muss angegeben werden, bei dem der Schalldruckpegel innerhalb des Winkels im Messabstand gegenüber dem Schalldruckpegel auf der Bezugsachse um weniger als 10 dB abfällt. Der Frequenzbereich, innerhalb dessen diese Forderung erfüllt ist, muss angegeben werden.

23.2.2 Messverfahren

23.2.2.1 Der Abstrahlwinkel muss im Nenn-Frequenzbereich aus den nach 23.1.2 4 a) gemessenen Richtdiagrammen entnommen.

23.2.2.2 Ist das Richtdiagramm des Lautsprechers nicht zylindersymmetrisch, ist der Wert in zwei aufeinander senkrecht stehenden Ebenen anzugeben.

ANMERKUNG Der Abstrahlwinkel kann als Kurve mit der Frequenz als Abszisse und dem Winkel als Ordinate symmetrisch zu 0° gezeichnet werden.

23.3 Bündelungsmaß

23.3.1 Anzugebende Eigenschaft

Das Verhältnis der folgenden zwei Schalldruckwerte muss, ausgedrückt in dB, angegeben werden.

- der Schalldruck, gemessen an einem auf der Bezugsachse gewählten Punkt;
- der Schalldruck einer punktförmigen Schallquelle, die die gleiche akustische Leistung wie der zu prüfende Lautsprecher in der gleichen Messanordnung unter Freifeldbedingungen abstrahlen würde.

23.3.2 Messverfahren

Das Bündelungsmaß D_1 muss entweder nach 23.3.2.1 oder nach 23.3.2.2 bestimmt werden.

23.3.2.1

- a) Der Schalldruckpegel (L_{ax}) muss nach 20.1.2 in einer Freifeldumgebung und in 1 m Abstand gemessen werden.
- b) Der Schalldruckpegel unter Diffusfeldbedingungen (L_p) ist zu messen.
- c) Bei beiden Messungen muss der Lautsprecher mit gefiltertem rosa Rauschen der gleichen Spannung gespeist werden.
- d) Das Bündelungsmaß D_1 wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$D_1 = L_{ax} - L_p + 10 \lg (T/T_0) - 10 \lg (V/V_0) + 25 \text{ dB}$$

Dabei ist

L_{ax} der Schalldruckpegel unter Freifeldbedingungen, gemessen auf der Bezugsachse und auf 1 m Messabstand bezogen;

L_p der Schalldruckpegel unter Diffusfeldbedingungen;

T die Nachhallzeit des Hallraumes in Sekunden;

T_0 eine Bezugs-Nachhallzeit von 1 s;

V das Volumen des Hallraumes in m^3 ;

V_0 ein Bezugsvolumen von 1 m^3 ;

25 ein ungefährender Wert, bezogen auf konstante Faktoren im SI-System der Einheiten.

23.3.2.2

- Die Quadrate des aus den Polardiagrammen nach 23.1.2.4 a) entnommenen Schalldrucks müssen über eine Kugel­fläche integriert werden, um bei Verwendung eines der Verfahren nach 22.1.2.2 und 22.1.2.3 den Mittelwert s_m zu gewinnen.
- Das Quadrat des Schalldruckes auf der Achse muss als s_o bestimmt werden.
- Das Bündelungsmaß D_i muss als der zehnfache Logarithmus des Verhältnisses s_o zu s_m angegeben werden.

23.4 Beschallungswinkel

23.4.1 Anzugebende Eigenschaft

Der Winkel zwischen den beiden Richtungen auf beiden Seiten der Haupt-Abstrahlungskeule der Richtcharakteristik, bei der der Schalldruckpegel 6 dB kleiner ist als in der Richtung des maximalen Pegels, muss angegeben werden.

Der Winkel muss in einer Ebene gemessen werden, die die Bezugsachse enthält.

Die Richtcharakteristik muss mit Oktavbandrauschen mit angegebener Mittenfrequenz entsprechend 23.1 gemessen werden.

Für Lautsprecher, die mit unterschiedlichen Beschallungswinkeln in verschiedenen Ebenen durch die Bezugsachse entwickelt wurden, müssen die Beschallungswinkel in mindestens zwei aufeinander senkrecht stehenden Ebenen entsprechend 23.2.2.2 angegeben werden.

23.4.2 Messverfahren

Enthält der Übertragungsbereich des Lautsprechers die beiden Frequenzen 2 800 Hz und 5 700 Hz (1/2 Oktave ober- und unterhalb von 4 000 Hz), müssen der oder die Beschallungswinkel von dem Richtdiagramm oder den Richtdiagrammen, gemessen mit Oktavbandrauschen mit Mittenfrequenz 4 000 Hz, abgeleitet werden.

Enthält der Übertragungsbereich das Oktavband mit der Mittenfrequenz 4 000 Hz nicht, muss der Beschallungswinkel von Messungen in einem Oktavband mit angegebener Mittenfrequenz in der Nähe der oberen Grenze des Übertragungsbereiches abgeleitet werden.

Zusätzlich dürfen Beschallungswinkel für weitere Oktavband-Mittenfrequenzen angegeben werden.

Die bei den Messungen verwendeten Mittenfrequenzen müssen mit den gemessenen Werten angegeben werden.

ANMERKUNG Eine ungefähre Beziehung zwischen den Beschallungswinkeln und dem Bündelungsgrad im gleichen Oktavband ist durch folgende Gleichung gegeben:

$$D_i = 10 \lg \left[\frac{180}{\arcsin \{ \sin (A/2) \sin (B/2) \}} \right]$$

Dabei sind A und B die Beschallungswinkel in Grad in zwei aufeinander senkrecht stehenden Ebenen.

24 Amplitudennichtlinearität

ANMERKUNG Eine allgemeine Erklärung der Amplitudennichtlinearität wird in IEC 60268-2 gegeben. Die anzugebenden Eigenschaften und die Messverfahren für die verschiedenen Arten der Amplitudennichtlinearität, die für Lautsprecher wichtig sein können, werden in 24.1 bis 24.6 vorgeschrieben.

24.1 Gesamtklirrfaktor

24.1.1 Anzugebende Eigenschaft

Die gesamten harmonischen Verzerrungen, bezogen auf den Gesamtschalldruck p_t , müssen angegeben werden.

24.1.2 Messverfahren für Eingangsspannungen bis zur Nenn-Sinusspannung

24.1.2.1 Lautsprecherkombinationen müssen unter Freifeld-, Lautsprecherchassis unter Freifeldhalbraum-Bedingungen betrieben werden. Eine Reihe von Sinus-Eingangsspannungen mit ansteigender Frequenz bis 5 000 Hz müssen dem Lautsprecher zugeführt werden. Die gewählten Eingangsspannungen dürfen die Nenn-Sinusspannung nach 17.4 nicht überschreiten. Der Bereich der Frequenzen muss durch gleitende Töne erfasst werden, weil bei einem stufenweisen Verfahren wichtige Informationen verloren gehen können.

24.1.2.2 Wenn nicht anders angegeben, muss ein Messmikrofon 1 m vom Bezugspunkt entfernt aufgestellt werden.

24.1.2.3 Ein selektives Spannungsmessgerät, wie z. B. ein Frequenzanalysator, wenn erforderlich, mit einem vorgeschalteten Hochpass zur Unterdrückung der Grundwelle, muss an das Messmikrofon angeschlossen werden.

24.1.2.4 Der Schalldruck der einzelnen Harmonischen p_{nf} muss gemessen werden.

24.1.2.5 Der Gesamtschalldruck p_t einschließlich der Grundwelle muss mit einem breitbandigen, an das Mikrofon angeschlossenen Spannungsmessgerät gemessen werden. Die Messeinrichtung muss den echten Effektivwert der Oberwellen anzeigen.

24.1.2.6 Der Gesamtklirrfaktor muss nach folgender Gleichung berechnet werden:

in %:
$$d_t = \frac{\sqrt{p_{2f}^2 + p_{3f}^2 + \dots + p_{nf}^2}}{p_t} \times 100$$

in dB:
$$L_{d_t} = 20 \lg \frac{d_t}{100}$$

24.1.2.7 Die Ergebnisse werden graphisch als Funktion der Grundfrequenz dargestellt. Die Verzerrungswerte werden bei Verwendung eines Verfahrens mit gleitendem Messton in Dezibel ausgedrückt. Bei Verwendung eines Verfahrens mit stufenweise geänderter Messfrequenz ist die Angabe in Prozent gebräuchlicher.

Zusammen mit den Ergebnissen müssen die folgenden Informationen gegeben werden:

- die Eingangsspannung und der auf 1 m bezogene Schalldruckpegel;
- ob eine gleitende oder eine stufenweise geänderte Messfrequenz benutzt wurde;
- jede benutzte Einzelfrequenz; der Abstand des Messmikrofons, wenn dieser von 1 m abweicht, und die Messbedingungen (Freifeld oder Freifeldhalbraum).

24.1.3 Messverfahren für Eingangsspannungen, die größer als die Nenn-Sinusspannung sind

24.1.3.1 Lautsprecherkombinationen müssen unter Freifeld-, Lautsprecherchassis unter Freifeldhalbraum-Bedingungen betrieben werden. Der Lautsprecher muss mit einer Folge von Tonimpulsen als Eingangsspannung gespeist werden. Die Dauer jedes Tonimpulses muss so lange sein, dass der eingeschwingene Zustand erreicht wird. Die Amplitude des Tonimpulses darf nicht größer als die maximale Kurzzeit-Eingangsspannung nach 17.2 gewählt werden.

ANMERKUNG Die Frequenzen sollten schrittweise erzeugt werden.

24.1.3.2 Wenn nicht anders angegeben, wird ein Messmikrofon in 1 m Entfernung vom Bezugspunkt angeordnet.

24.1.3.3 Mit einem Abtast- und Verarbeitungssystem müssen die vom Mikrofon empfangenen Tonimpuls-Antworten ausgewertet werden. Die Abtastfrequenz muss so hoch sein, dass die Amplitude der höchsten interessierenden Harmonischen mit ausreichender Genauigkeit gemessen wird. Um Abschneidefehler auszuschließen, muss entweder die Abtastung mit den Nulldurchgängen des Tonimpulssignals synchronisiert werden oder die Mikrofonsignale sollten mit einem Zeitfenster (üblicherweise wird ein Hanningfenster verwendet) verarbeitet werden. Das System muss das Spektrum aus den Daten eines oder mehrerer Wieder-gabezyklen berechnen, um den Gesamtschalldruck p_t einschließlich der Grundfrequenz und die einzelnen Harmonischen p_{nf} zu ermitteln.

24.1.3.4 Der Gesamtklirrfaktor bei Eingangsspannungen größer als die Nenn-Sinusspannung muss dann nach der in 24.1.2.6 angegebenen Gleichung berechnet werden.

24.1.3.5 Die Klirrfaktorkomponenten der zweiten und dritten Ordnung bei Eingangsspannungen größer als die Nenn-Sinuseingangsspannung müssen dann nach der in 24.2.2.6 angegebenen Gleichung bestimmt werden.

24.1.3.6 Die folgenden Einzelheiten müssen zusammen mit den Messergebnissen angegeben werden:

- die Eingangsspannung und der Schalldruckpegel, bezogen auf 1 m;
- die einzelnen benutzten Frequenzen;
- der Abstand des Messmikrofons vom Bezugspunkt, wenn er nicht 1 m ist;
- die Messbedingungen (Freifeld oder Freifeldhalbraum).

24.2 Klirrfaktor n -ter Ordnung (mit $n = 2$ oder $n = 3$)

24.2.1 Anzugebende Eigenschaft

Die harmonische Verzerrung der n -ten Ordnung, bezogen auf den Gesamtschalldruck p_t , muss angegeben werden.

24.2.2 Messverfahren für Eingangsspannungen bis zur Nenn-Sinusspannung

24.2.2.1 Lautsprecheranordnungen müssen unter Freifeld-, Lautsprecherchassis unter Freifeldhalbraum-Bedingungen betrieben werden.

Eine Reihe von Sinus-Eingangsspannungen mit ansteigender Frequenz bis 5 000 Hz müssen dem Lautsprecher zugeführt werden. Als Eingangsspannungen müssen die Spannungen gewählt werden, die der vorgesehenen Anwendung des Lautsprechers am besten entsprechen. Sie sollten die Nenn-Sinusspannung nach 17.4 enthalten, nicht aber überschreiten.

ANMERKUNG Der Bereich der Frequenzen sollte besser durch gleitende Töne als durch stufenweise veränderte Frequenzen erfasst werden, bei denen wichtige Informationen verloren gehen können.

24.2.2.2 Wenn nicht anders angegeben, ist ein Messmikrofon 1 m vom Bezugspunkt entfernt aufzustellen.

24.2.2.3 Ein selektives Spannungsmessgerät, wie z. B. ein Frequenzanalysator, wenn erforderlich, mit einem vorgeschalteten Hochpass zur Unterdrückung der Grundwelle, muss an das Messmikrofon angeschlossen werden.

24.2.2.4 Der Schalldruck der einzelnen Harmonischen p_{nf} muss gemessen werden.

24.2.2.5 Der Gesamtschalldruck p_t einschließlich Grundfrequenz muss mit einem breitbandigen, an das Mikrofön angeschlossenen Spannungsmessgerät gemessen werden.

24.2.2.6 Der Klirrfaktor 2. Ordnung ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

in %:
$$d_2 = \frac{p_{2f}}{p_t} \times 100$$

in dB:
$$L_{d_2} = 20 \lg \left(\frac{d_2}{100} \right)$$

Der Klirrfaktor 3. Ordnung ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

in %:
$$d_3 = \frac{p_{3f}}{p_t} \times 100$$

in dB:
$$L_{d_3} = 20 \lg \left(\frac{d_3}{100} \right)$$

24.2.2.7 Die Ergebnisse müssen graphisch als Funktion der Grundfrequenz dargestellt werden. Die Verzerrungswerte müssen bei Verwendung eines Verfahrens mit gleitendem Messton in Dezibel ausgedrückt, bei Verwendung eines Verfahrens mit stufenweise geänderter Messfrequenz in Prozent ausgedrückt werden.

Zusammen mit den Ergebnissen müssen die folgenden Informationen gegeben werden:

- die Eingangsspannung und der auf 1 m bezogene Schalldruckpegel;
- ob eine gleitende oder eine stufenweise geänderte Messfrequenz benutzt wurde;
- jede benutzte Einzelfrequenz; der Abstand des Messmikroföns vom Bezugspunkt, wenn dieser von 1 m abweicht, und die Messbedingungen (Freifeld oder Freifeldhalbraum).

24.3 Bezogener Klirrfaktor

24.3.1 Anzugebende Eigenschaft

Die gesamten harmonischen Verzerrungen, bezogen auf den mittleren Schalldruck in einem angegebenen Frequenzband, müssen angegeben werden.

24.3.2 Messverfahren

Die Messung muss entsprechend 24.1.2 ausgeführt werden, mit der Ausnahme, dass der Gesamtschalldruck p_t durch den nach 20.5.2 bestimmten mittleren Schalldruck p_m ersetzt werden muss. Der mittlere Schalldruck muss durch Anlegen eines rosa Rauschens in Terzbandbreite an den Lautsprecher erzeugt werden, wobei die Leistung des Signals in jeder Terz gleich der Leistung des Messsignals sein muss, das für die Messung des Gesamtklirrfaktors nach 24.1.2 verwendet wurde.

24.4 Modulationsverzerrungsfaktor n -ter Ordnung (mit $n = 2$ oder $n = 3$)

24.4.1 Anzugebende Eigenschaft

Der Modulationsverzerrungsfaktor n -ter Ordnung muss als das Verhältnis der arithmetischen Summe der Effektivwerte der Schalldrücke der Verzerrungsprodukte bei den Frequenzen $f_2 \pm (n-1) f_1$ zu dem Effektivwert des Schalldrucks p_{f_2} des Signals f_2 angegeben werden.

f_1 und f_2 sind die Frequenzen zweier Signale, deren Amplitudenverhältnis angegeben werden muss, mit f_1 niedriger als f_2 .

24.4.2 Messverfahren

24.4.2.1 Der Lautsprecher muss unter Freifeld- oder Freifeldhalbraum-Bedingungen betrieben werden. Zwei Quellen mit Sinussignalen mit einem Amplitudenverhältnis von 4:1 und mit den Frequenzen f_1 und f_2 (mit $f_1 < f_2/8$) sind an den Eingang eines Verstärkers anzuschließen. Das Ausgangssignal des Verstärkers, das eine lineare Überlagerung von f_1 und f_2 ist, muss dem Lautsprecher zugeführt werden.

ANMERKUNG Das Messverfahren für die beiden Signale am Verstärker sollte IEC 60268-3 entsprechen.

24.4.2.2 Wenn nicht anders angegeben, ist ein Messmikrofon in 1 m Entfernung vom Bezugspunkt aufzustellen.

24.4.2.3 Ein Frequenzanalysator muss an das Messmikrofon angeschlossen werden. Die gemessenen Verzerrungskomponenten können sowohl Modulationsverzerrungen als auch Dopplerverzerrungen sein; um diese beiden Verzerrungsarten zu trennen, sind Phasenmessungen erforderlich. Es werden nur die Frequenzkomponenten $f_2 \pm f_1$ und $f_2 \pm 2f_1$ berücksichtigt.

ANMERKUNG Messungen von Komponenten höherer Ordnung werden allgemein für wertlos gehalten.

24.4.2.4 Der Modulationsverzerrungsfaktor 2. Ordnung muss nach folgender Gleichung berechnet werden:

in %:
$$d_2 = \frac{P(f_2 - f_1) + P(f_2 + f_1)}{P_{f_2}} \times 100$$

in dB:
$$L_{d_2} = 20 \lg \left(\frac{d_2}{100} \right)$$

Der Modulationsverzerrungsfaktor 3. Ordnung muss nach folgender Gleichung berechnet werden:

in %:
$$d_3 = \frac{P(f_2 - 2f_1) + P(f_2 + 2f_1)}{P_{f_2}} \times 100$$

in dB:
$$L_{d_3} = 20 \lg \left(\frac{d_3}{100} \right)$$

24.4.2.5 Die Ergebnisse der Messung werden graphisch als Funktion einer Bezugsspannung dargestellt, die dem Effektivwert einer Sinusspannung entspricht, die denselben Spitze-Spitze-Wert hat wie das an die Klemmen des Lautsprechers angelegte Prüfsignal. Zusammen mit den Ergebnissen müssen die Messbedingungen (Freifeld oder Freifeldhalbraum), die Frequenzen f_1 und f_2 sowie deren Amplitudenverhältnis angegeben werden.

24.5 Bezogener Modulationsverzerrungsfaktor n -ter Ordnung (mit $n = 2$ oder $n = 3$)

24.5.1 Anzugebende Eigenschaft

Die Modulationsverzerrungen n -ter Ordnung, bezogen auf den Schalldruck in einem angegebenen Frequenzband, unter Ausschluss der Frequenz f_1 müssen angegeben werden.

24.5.2 Messverfahren

Die Messung muss entsprechend 24.4.2 durchgeführt werden, mit der Ausnahme, dass der Gesamtschalldruck p_{f_2} durch den Schalldruck in einem angegebenen Frequenzband nach 20.1 unter Ausschluss der Frequenz f_1 ersetzt werden muss.

24.6 Differenztonfaktor (nur 2. Ordnung)

24.6.1 Anzugebende Eigenschaft

Das Verhältnis des Schalldrucks, der von dem zu prüfenden Lautsprecher bei der Frequenz $(f_2 - f_1)$ abgestrahlt wird, zu dem vom Lautsprecher abgestrahlten Gesamtschalldruck muss angegeben werden. f_1 und f_2 sind die Frequenzen zweier sinusförmiger Eingangssignale gleicher Amplitude, ausgedrückt als Effektivwerte.

24.6.2 Messverfahren

24.6.2.1 Der Lautsprecher muss unter Freifeld- oder Freifeldhalbraum-Bedingungen betrieben werden. Zwei Quellen für sinusförmige Signale gleicher Amplitude und mit den Frequenzen f_1 und f_2 (üblicherweise mit $f_2 - f_1 = 80$ Hz) sind an den Eingang eines Verstärkers anzuschließen und das Ausgangssignal als lineare Überlagerung von f_1 und f_2 dem Lautsprecher zuzuführen.

ANMERKUNG Ein empfohlener kleinster Wert für f_1 ist doppelt so groß wie der Frequenzunterschied zwischen f_1 und f_2 unter der Voraussetzung, dass dieser in den Nenn-Frequenzbereich des Lautsprechers fällt.

24.6.2.2 Wenn nicht anders angegeben, muss ein Messmikrofon in 1 m Entfernung vom Bezugspunkt aufgestellt werden.

24.6.2.3 Ein auf die Frequenz $(f_2 - f_1)$ eingestelltes schmalbandiges Filter ist an das Messmikrofon anzuschließen und die Komponente mit der Frequenz $(f_2 - f_1)$ als Effektivwert zu messen.

24.6.2.4 Der Differenztonfaktor zweiter Ordnung muss nach folgenden Gleichungen bestimmt werden:

in %:
$$d = \frac{P(f_2 - f_1)}{P_{f_1} + P_{f_2}} \times 100$$

Dabei ist

p_f der Schalldruck bei der Frequenz f .

in dB:
$$L_d = 20 \lg \left(\frac{d}{100} \right)$$

24.6.2.5 Die Messergebnisse müssen graphisch als Funktion einer Messspannung und einer Messfrequenz

$$\frac{f_1 + f_2}{2}$$

dargestellt werden.

Mit den Ergebnissen müssen die Messbedingungen (Freifeld oder Freifeldhalbraum) angegeben werden.

25 Nennbedingungen der Umgebung

25.1 Temperaturbereiche

25.1.1 Betriebstemperaturbereich – Anzugebende Eigenschaft

Der Temperaturbereich muss angegeben werden, in dem die Änderungen der Eigenschaften des Lautsprechers die angegebenen Grenzabweichungen nicht überschreiten.

25.1.2 Durch mögliche Beschädigung begrenzter Temperaturbereich – Anzugebende Eigenschaft

Der Bereich der Umgebungstemperatur während des Betriebes oder der Lagerung muss angegeben werden, bei dessen Überschreiten bleibende Änderungen der Betriebseigenschaften entstehen können.

25.2 Feuchtebereiche

25.2.1 Bereich der relativen Luftfeuchte – Anzugebende Eigenschaft

Der Bereich der relativen Luftfeuchte muss angegeben werden, in dem die Änderungen der Eigenschaften des Lautsprechers die angegebenen Grenzabweichungen nicht überschreiten.

25.2.2 Durch mögliche Beschädigung begrenzter Feuchtebereich – Anzugebende Eigenschaft

Der Bereich der relativen Luftfeuchte der Umgebung während des Betriebes oder der Lagerung muss angegeben werden, bei dessen Überschreitung bleibende Änderungen der Betriebseigenschaften entstehen können.

26 Magnetisches Streufeld

ANMERKUNG Manchmal ist es erforderlich, die Werte des von einem Lautsprecher erzeugten magnetischen Feldes zu kennen, um Störwirkungen auf andere benachbarte Komponenten wie Fernseh- und Videogeräte, Computerbausteine und Bordinstrumente eines Flugzeugs usw. zu verhindern.

26.1 Statische Komponente

26.1.1 Anzugebende Eigenschaft

Der größte Wert der statischen magnetischen Feldstärke in A/m muss angegeben werden, die durch das Magnetsystem des Lautsprechers in 30 mm Abstand von einem Teil (oder von dazugehörenden Teilen) auf seiner Rückseite oder von einem Teil seines Gehäuses erzeugt wird, wenn kein Tonsignal angelegt ist.

Wird die statische Komponente (H) als magnetische Induktion gemessen, dann muss der gemessene Wert nach folgenden Beziehungen in A/m umgerechnet werden:

$$H = B / \mu_0$$

Dabei ist

μ_0 ($= 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m) die magnetische Feldkonstante;

B die magnetische Flussdichte in Tesla.

26.1.2 Messverfahren

26.1.2.1 Der statische magnetische Fluss muss mit einem Flussmesser mit Hall-(oder anderem geeigneten) Sonden-Flussmesser gemessen werden. Eine nichtmagnetische Halterung mit einer kugelförmigen Anlagefläche (z. B. aus Holz oder Kunststoff) muss an der Sonde befestigt werden, um entsprechend Bild 8 den Messabstand von dem zu prüfenden Lautsprecher zu steuern.

26.1.2.2 Vor Beginn der Messung ist es erforderlich, nach den Angaben des Herstellers das Messgerät auf Null zu stellen, um den Einfluss des Erdmagnetfeldes zu beseitigen. Dafür muss die in Bild 8 gezeigte Hallsonde ausgerichtet und fixiert werden, um die durch das Erdfeld verursachte Anzeige auf Null zu bringen. Es ist darauf zu achten, dass jegliches magnetische Material aus dem Bereich der Messung entfernt wird, das ein schwaches und gleichmäßiges Umgebungsmagnetfeld verursacht.

26.1.2.3 Ist die Hallsonde befestigt, wird der zu prüfende Lautsprecher in jeder möglichen Position gegen die Anlagefläche der Hallsonde gelegt, bis der höchste Messwert gefunden ist. Die Messung kann auch durch Ändern der Position und Ausrichtung der Hallsonde anstelle des Lautsprechers durchgeführt werden. Dabei darf der Bereich der Messung keine externe magnetische Beeinflussung zeigen, die 1/10 der zu messenden magnetischen Feldstärke überschreitet.

26.1.2.4 Der größte gemessene Wert der magnetischen Feldstärke, ausgedrückt in A/m, ist als Ergebnis aufzuzeichnen.

ANMERKUNG Der Ergebnisbericht sollte die Position und die Ausrichtung des Lautsprechers relativ zu der Bezugsebene und dem Bezugspunkt des Lautsprechers enthalten, die den größten gemessenen Wert ergibt. Dies kann in einer Zeichnung dargestellt werden.

26.2 Dynamische Komponenten

26.2.1 Anzugebende Eigenschaft

Die Maximalwerte von statischen und Wechselfeldanteilen der magnetischen Feldstärke in A/m müssen angegeben werden, die durch den Lautsprecher und dazugehörige Teile in 30 mm Entfernung erzeugt werden, wenn der Lautsprecher mit seiner Nenn-Rauschspannung des nachgebildeten Programmsignals nach IEC 60268-1 betrieben wird.

Sowohl statische als auch Wechselfeldanteile müssen angegeben werden. Die Nenn-Rauschspannung muss mit den Ergebnissen angegeben werden.

26.2.2 Messverfahren

26.2.2.1 Der zu prüfende Lautsprecher muss während der Messung elektrisch mit dem nachgebildeten Programmsignal entsprechend IEC 60268-1 unter Nenn-Rauschspannungsbedingung nach 17.1 betrieben werden.

26.2.2.2 Die statische und die Wechselfeldkomponente werden mit Hilfe eines Flussmessers mit Hallsonde (oder eines anderen geeigneten Typs mit einem Messbereich bis 10 000 Hz) gemessen, während die Messung der Wechselfeldkomponente mit der Norm-Messspule nach IEC 60268-1 möglich ist. Eine nichtmagnetische Halterung mit einer kugelförmigen Anlagefläche (z. B. aus Holz oder Kunststoff) muss an der Sonde befestigt werden, um wie in 26.1.2 den Messabstand von dem zu prüfenden Lautsprecher zu steuern.

26.2.2.3 Für die statische Komponente muss der Ablauf der Messung der gleiche sein wie in 26.1.2.2 beschrieben.

26.2.2.4 Für die Wechselfeldkomponente ist vor Beginn der Messung die Befestigung der Hallsonde (oder Messspule) so auszurichten, dass externe Einflüsse innerhalb des Messfrequenzbandes unter einem Zehntel der zu messenden Wechselfeldkomponente bleiben.

ANMERKUNG Es ist darauf zu achten, dass jegliche elektromagnetische Beeinflussung im Bereich der Messanordnung vermieden wird, die mit der geforderten Messgenauigkeit nicht vereinbar ist.

26.2.2.5 Ist die Magnetfeldsonde richtig ausgerichtet, muss der zu prüfende Lautsprecher in jeder möglichen Position gegen die Anlagefläche der Magnetfeldsonde gelegt werden, bis der höchste Messwert gefunden ist. Die Messung kann auch durch Ändern der Position und Ausrichtung der Hallsonde anstelle des Lautsprechers durchgeführt werden. Dabei darf der Bereich der Messung keine externe magnetische Beeinflussung zeigen, die ein Zehntel der zu messenden magnetischen Feldstärke überschreitet.

26.2.2.6 Die größten gemessenen Werte der statischen Komponente und der Wechselfeldkomponente der magnetischen Feldstärke, ausgedrückt in A/m, sind als Ergebnis aufzuzeichnen.

ANMERKUNG Der Ergebnisbericht sollte Position und Ausrichtung des Lautsprechers relativ zu der Bezugsebene und dem Bezugspunkt des Lautsprechers enthalten, die den größten gemessenen Wert ergeben. Dies kann in einer Zeichnung dargestellt werden.

27 Physikalische Eigenschaften

27.1 Maße

Die äußeren Maße der Lautsprecherkörbe und die Montagemaße des Lautsprechers müssen entsprechend IEC 60268-14 für bevorzugte Korbdurchmesser und Montagemaße von runden und elliptischen Lautsprechern angegeben werden.

27.2 Masse

Die Masse des betriebsbereiten Lautsprechers ist anzugeben.

27.3 Verkabelung

Verbindungsleitungen und Steckverbinder müssen entweder IEC 60268-11 oder IEC 60268-12 entsprechen.

ANMERKUNG Unter manchen Umständen sind die genormten Steckverbinder ungeeignet, und die Benutzung anderer Ausführungen ist unvermeidlich.

28 Konstruktionsdaten

Weitere Konstruktionsdaten müssen als zusätzliche Informationen angegeben werden, so z. B.:

- Gesamtfluss im Luftspalt;
- Flussdichte im Luftspalt;
- magnetische Energie im Luftspalt;
- Gleichstromwiderstand der Schwingspule;
- Windungszahl der Schwingspule;
- Masse, Material und Typ des Magneten;
- Länge der Schwingspule;
- Höhe des Luftspaltes;
- maximale Auslenkung $X_p - p$.

29 Angabe der Eigenschaften

Daten, die vom Hersteller angegeben werden müssen, sind in der nachstehenden Tabelle 1 mit „X“ gekennzeichnet. Daten, deren Angabe dem Hersteller empfohlen wird, sind mit „R“ gekennzeichnet.

A Daten, die am Lautsprecher (oder am Typenschild) aufgedruckt werden müssen;

B Daten, die in einem Schriftstück angegeben werden müssen, das dem Benutzer vor dem Kauf zur Verfügung steht.

Vom Hersteller angegebene Werte sollten als „Nenn-“ bezeichnet werden.

Tabelle 1 – Angabe der Eigenschaften

Abschnitte		Chassis		System	
		A	B	A	B
13	Typbeschreibung				
13.2	Lautsprecherchassis				
13.2.1	Prinzip des Wandlers		X		
13.2.2	Typ		X		
13.3	Lautsprecherkombination				X
14	Kennzeichnung der Anschlüsse und Steller	X		X	
15	Bezugsebene, Bezugspunkt und Bezugsachse				
15.1	Bezugsebene		X		X
15.2	Bezugspunkt		X		X
15.3	Bezugsachse		X		X
16	Impedanz und abgeleitete Eigenschaften				
16.1	Nenn-Impedanz	X	X	X	X
16.2	Impedanzkurve		X		X
16.3	Gesamtgüte (Q_t)		R		
16.4	Äquivalentes Volumen eines Lautsprecherchassis (V_{eq})		R		
17	Eingangsspannung				
17.1	Nenn-Rauschspannung		X		X
17.2	Maximale Kurzzeit-Eingangsspannung		R		R
17.3	Maximale Langzeit-Eingangsspannung		X		X
17.4	Nenn-Sinusspannung		X		X
18	Elektrische Eingangsleistung				
18.1	Nenn-Rauschleistung		X		X
18.2	Maximale Kurzzeit-Eingangsleistung		R		R
18.3	Maximale Langzeit-Eingangsleistung		X		X
18.4	Nenn-Sinusleistung		X		X
19	Frequenzbezogene Eigenschaften				
19.1	Nenn-Frequenzbereich		X		X
19.2	Resonanzfrequenz		X		R
19.3	Abstimmfrequenz (Bassreflex-Lautsprecher oder mit passivem Strahler)				R
20	Schalldruck im Freifeld oder Freifeldhalbraum				
20.6	Mittlerer Schalldruck eines angegebenen Frequenzbandes		X		X
21	Frequenzkurven				
21.1	Frequenzgang		X		X
21.2	Übertragungsbereich		X		X
21.3	Übertragungsfunktion		R		R

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Abschnitte		Chassis		System	
		A	B	A	B
22	Ausgangsleistung (akustisch)				
22.4	Mittlerer Wirkungsgrad in einem Frequenzband		R		R
23	Richtcharakteristiken				
23.1	Richtdiagramme		R		R
23.2	Abstrahlwinkel		R		R
23.3	Bündelungsmaß		R		R
23.4	Beschallungswinkel		R		R
24	Amplitudennichtlinearität				
24.1	Gesamtklirrfaktor (der Nennwert der entsprechenden Eigenschaft)		R		R
24.4	Modulationsverzerrungsfaktor n -ter Ordnung (mit $n = 2$ oder $n = 3$)		R		R
24.6	Differenztonfaktor (nur 2. Ordnung)		R		R
25	Nennbedingungen der Umgebung				
25.1	Leistungswertbegrenzter Temperaturbereich		R		R
25.2	Bereich der relativen Luftfeuchte		R		R
26	Stör-Streufeld				
26.1	Statische Komponenten		R		R
26.2	Dynamische Komponenten		R		R
27	Physikalische Eigenschaften				
27.1	Maße		X		X
27.2	Masse		X		X
27.3	Verkabelung		X		X
28	Konstruktionsdaten		R		R

Maße in Millimeter

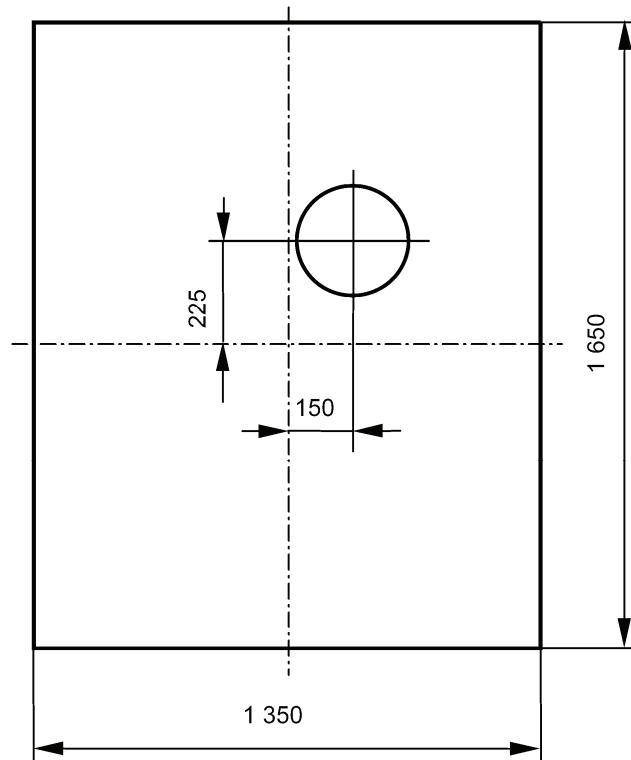


Bild 2 – Normschallwand; Maße

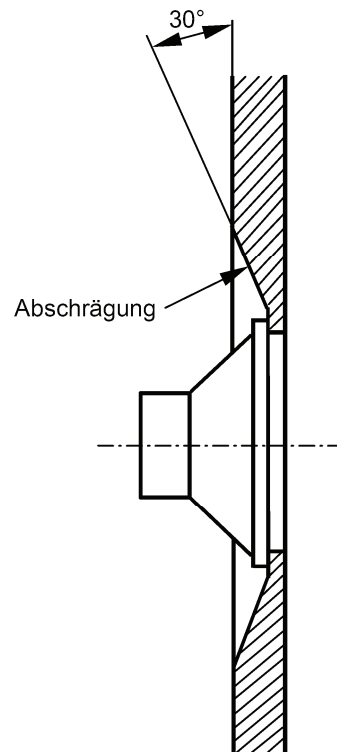


Bild 3 – Normschallwand mit Abschrägung

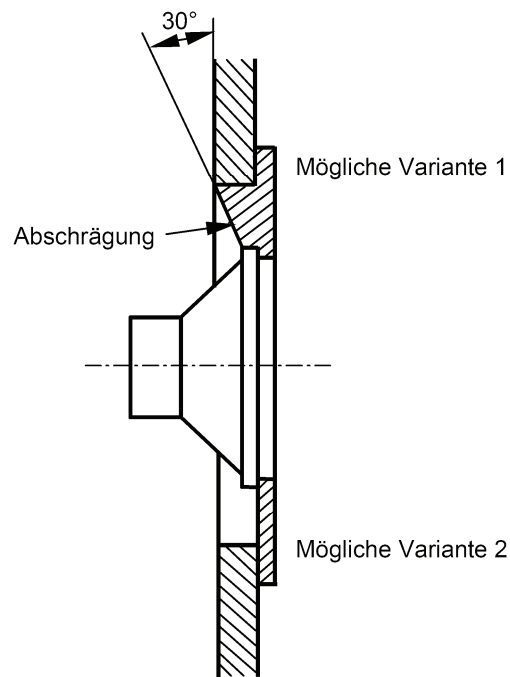


Bild 4 – Normschallwand mit Hilfsschallwand

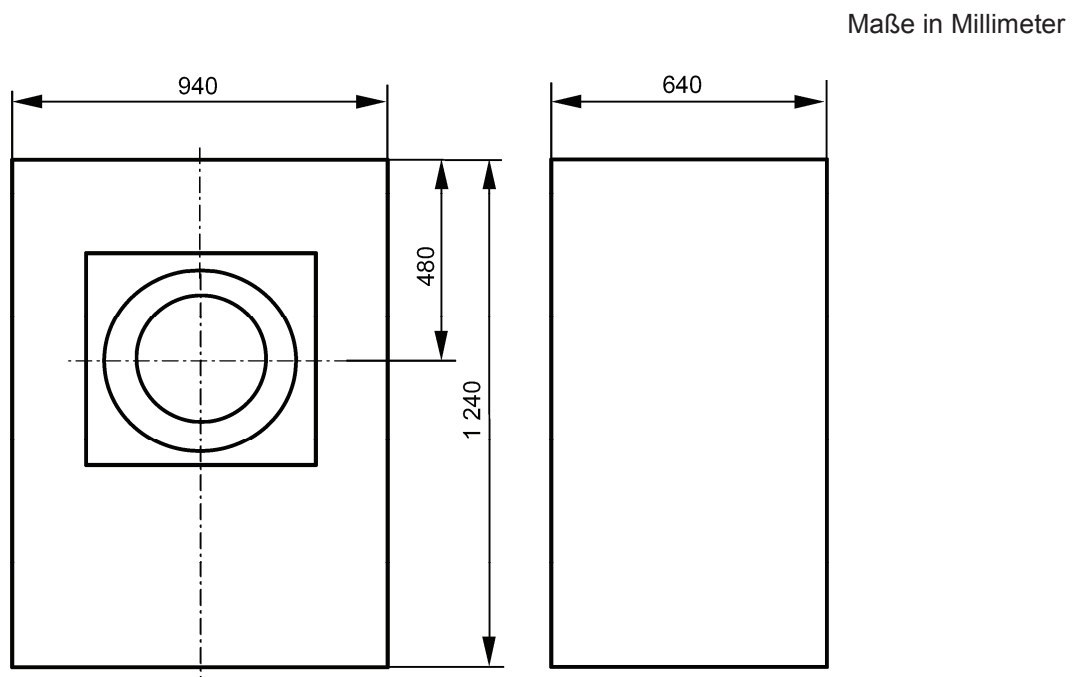


Bild 5 – Mess-Normgehäuse Typ A

Maße in Millimeter

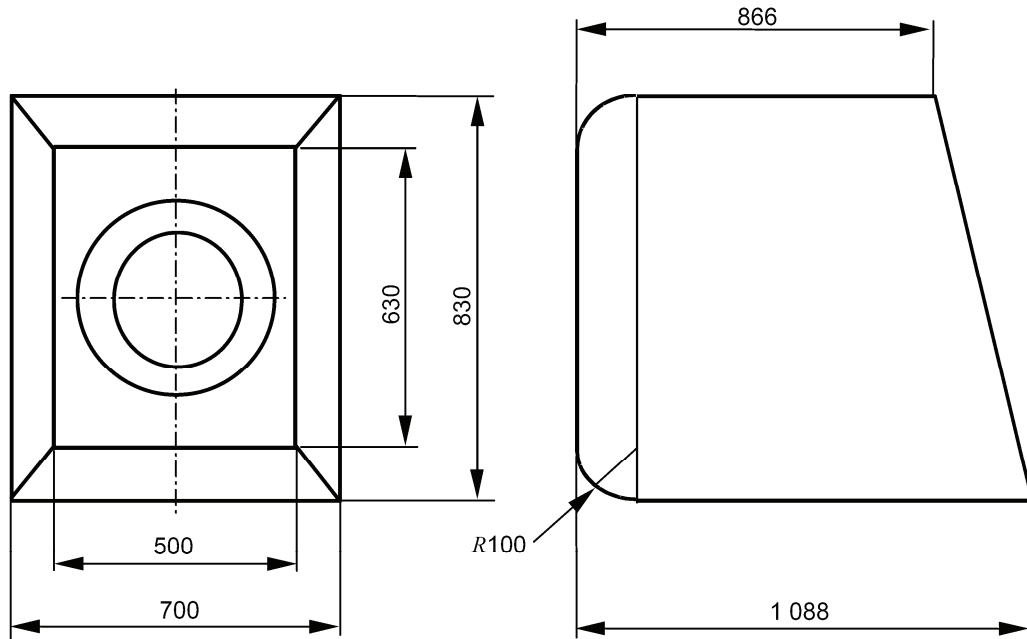


Bild 6 – Mess-Normgehäuse Typ B

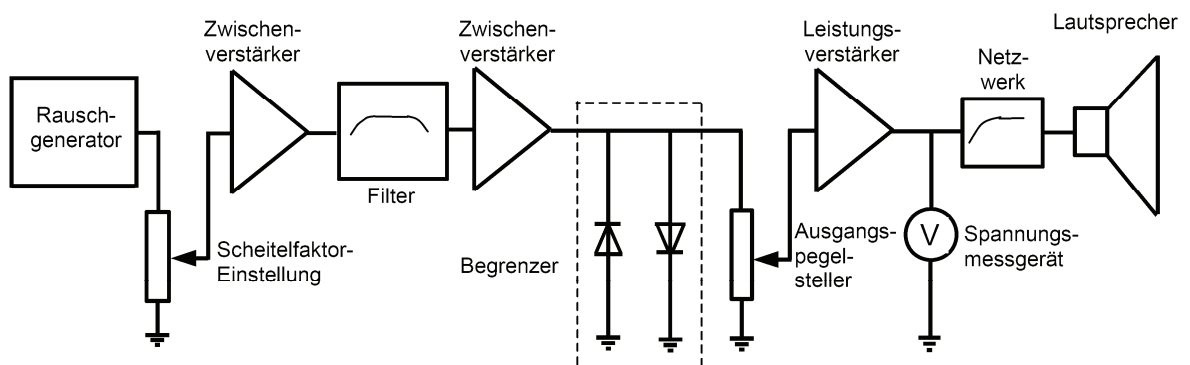


Bild 7 – Blockschaltbild der Prüfanordnung

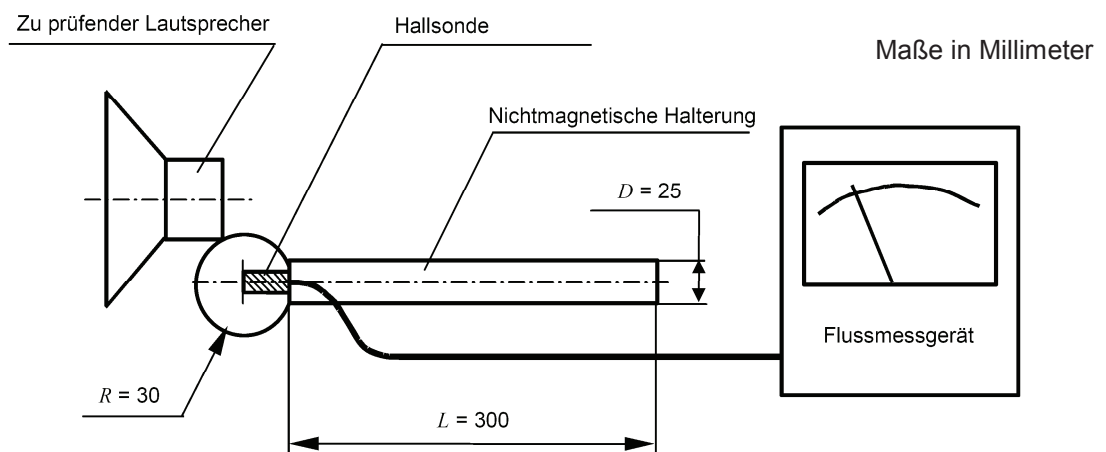
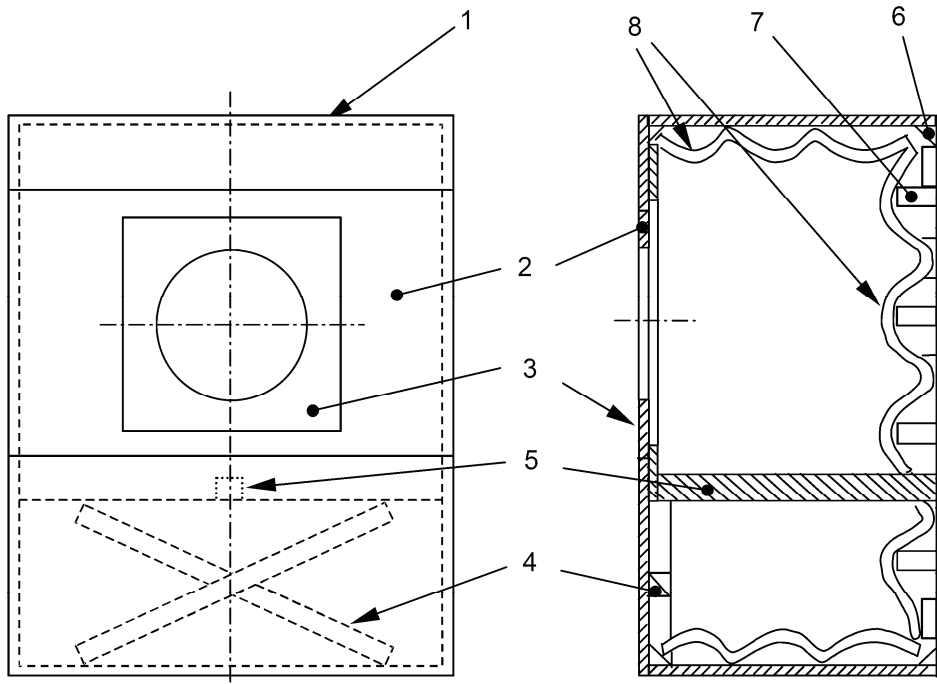


Bild 8 – Messgerät für magnetisches Streufeld

Anhang A (informativ)

Beispiel eines Norm-Messgehäuses Typ A

In Bild A.1 wird ein Beispiel des Norm-Messgehäuses Typ A gezeigt.



Legende

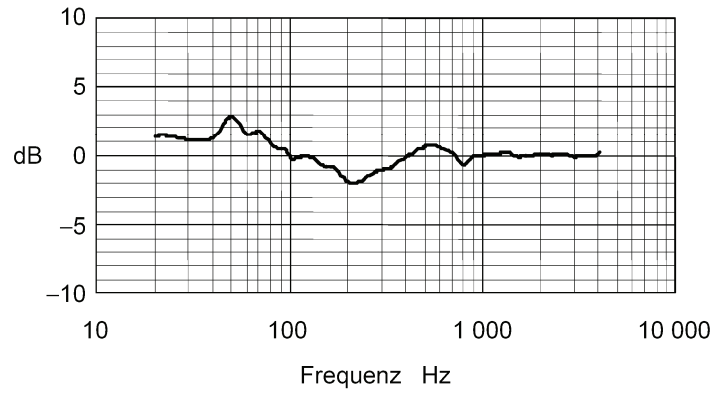
- 1 Grundkörper des Gehäuses (Sperrholz: 21 mm dick oder äquivalent)
- 2 Frontseite (Schallwand) (Sperrholz: 21 mm dick oder entsprechend) (wenn erforderlich, abnehmbar)
- 3 Abnehmbare Frontplatte (Lautsprecherbefestigung) (Stahl: ≥ 3 mm dick oder äquivalent)
- 4 Frontseitenverstärkung
- 5 Verstrebung
- 6 Eckenverstärkung
- 7 Rückwandverstärkung
- 8 Schallabsorbierendes Material (Glaswolle 50 mm dick und 20 kg/m^3 Dichte, so dass stehende Wellen vernachlässigt werden können)

ANMERKUNG Die Maße entsprechen Bild 5.

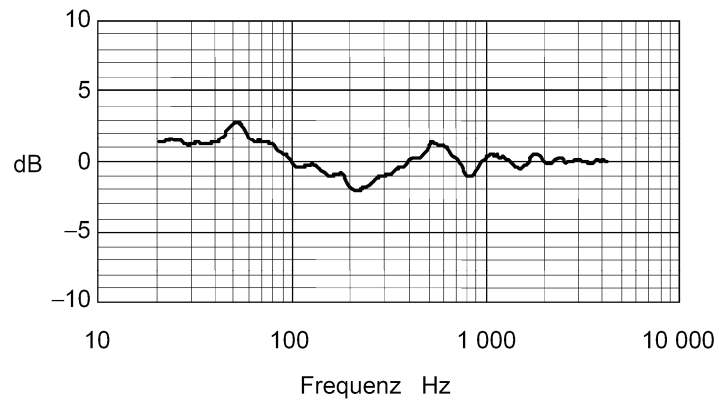
Bild A.1 – Beispiel eines Norm-Messgehäuses Typ A

Die Korrekturkurve für den Beugungseffekt des Norm-Messgehäuses Typ A für einen Messabstand 1 m auf der Bezugsachse vom Freifeld zum Freifeldhalbraum wird in den Bildern A.2 und A.3 gezeigt.

ANMERKUNG Der Freifeldhalbraum wird durch eine unendliche Schallwand ($10,07 \text{ m} \times 8,15 \text{ m}$) angenähert.



**Bild A.2 – Die Korrekturkurve für den Beugungseffekt des Norm-Messgehäuses vom Freifeld zum Freifeldhalbraum
(Mittelwert der Ergebnisse, Lautsprecherdurchmesser 30 cm, 38 cm, 46 cm)**

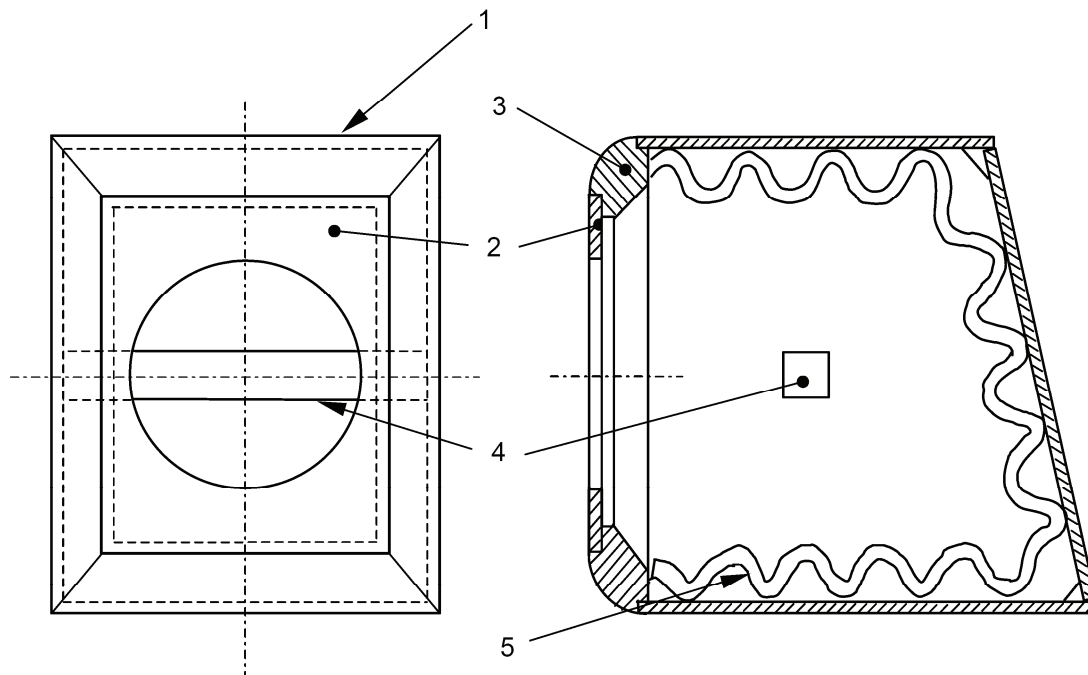


**Bild A.3 – Die Korrekturkurve für den Beugungseffekt des Norm-Messgehäuses vom Freifeld zum Freifeldhalbraum
(Mittelwert der Ergebnisse, Lautsprecherdurchmesser 6 cm, 10 cm, 20 cm)**

Anhang B (informativ)

Beispiel eines Norm-Messgehäuses Typ B

In Bild B.1 wird ein Beispiel des Norm-Messgehäuses Typ B gezeigt.



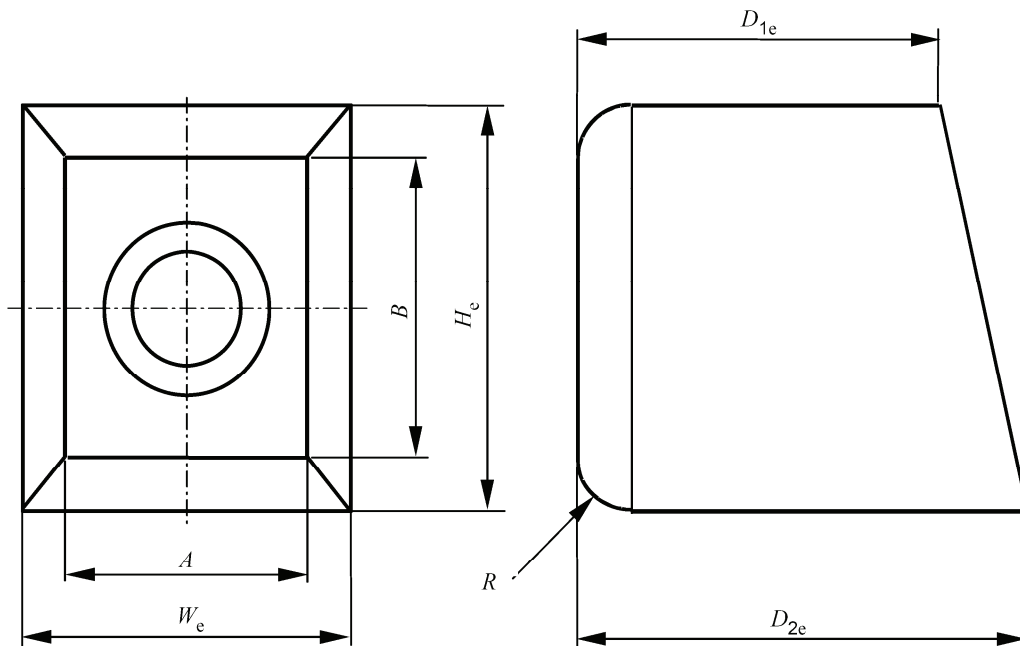
Legende

- 1 Grundkörper des Gehäuses (Sperrholz: 25 mm dick oder äquivalent)
- 2 Abnehmbare Frontplatte (Lautsprecherbefestigung: Sperrholz oder äquivalent)
- 3 Frontseitenverstärkung
- 4 Verstrebung
- 5 Schallabsorbierendes Material (Glaswolle 50 mm dick und 20 kg/m^3 Dichte, so dass stehende Wellen vernachlässigt werden können)

ANMERKUNG Die Maße entsprechen Bild 6.

Bild B.1 – Beispiel eines Norm-Messgehäuses Typ B

In Bild B.2 und Tabelle B.1 werden Einzelheiten des Aufbaus und Maße des skalierbaren Messgehäuses Typ B gezeigt.



Legende
siehe Tabelle B.1

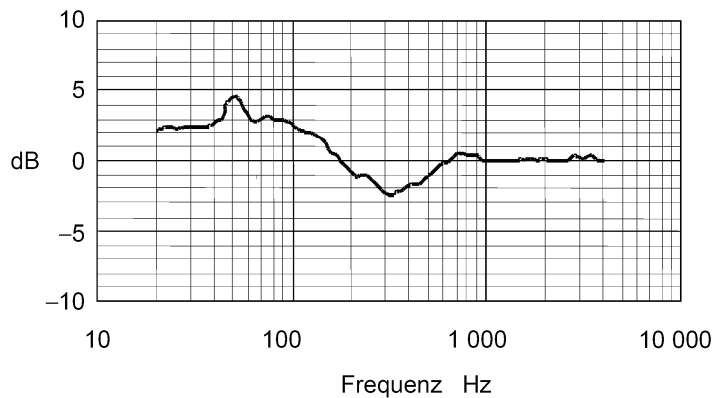
Bild B.2 – Aufbau des skalierbaren Messgehäuses Typ B

Tabelle B.1 – Maße und Verhältnisse des skalierbaren Messgehäuses Typ B

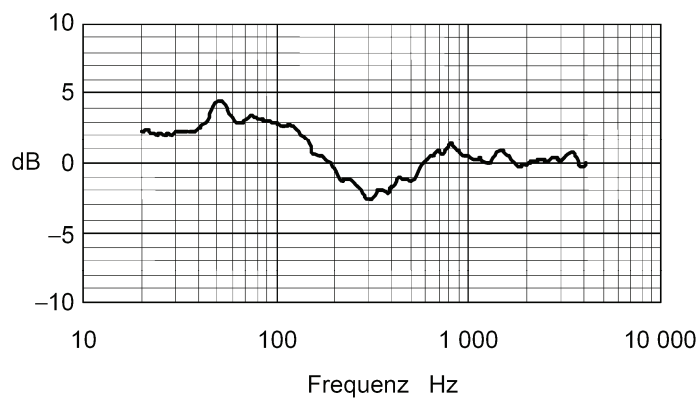
Gehäusemaße		Symbol	Verhältnisse
Breite	innen	W_i	1
	außen	W_e	na
Höhe	innen	H_i	1,202
	außen	H_e	na
Tiefe 1	innen	D_{1i}	1,274 ^a
	außen	D_{1e}	na
Tiefe 2	innen	D_{2i}	1,596 ^a
	außen	D_{2e}	na
Radius		R	100 mm
Plattendicke			> 24 mm ($V_n^b \geq 100$) > 18 mm ($V_n^b < 100$)
Seitenwandverstrebung			1X oder 2X
ANMERKUNG Symbol „i“ bedeutet Innenmaß, „e“ Außenmaß. na bedeutet „nicht anwendbar“ – das Maß wird von anderen spezifischen Maßen bestimmt.			
^a Durchschnitts-Tiefenverhältnis $D_i = 1,435$ und Rückwand-Neigungswinkel $\alpha = 15^\circ$.			
^b V_n = Netto-Volumen in Liter des Messgehäuses.			

Die Korrekturkurven für den Beugungseffekt des Norm-Messgehäuses Typ B für einen Messabstand 1 m auf der Bezugsachse vom Freifeld zum Freifeldhalbraum werden in den Bildern B.3 und B.4 gezeigt.

ANMERKUNG Der Freifeldhalbraum wird durch eine unendliche Schallwand (10,07 m · 8,15 m) angenähert.



**Bild B.3 – Die Korrekturkurve für den Beugungseffekt des Norm-Messgehäuses vom Freifeld zum Freifeldhalbraum
(Mittelwert der Ergebnisse, Lautsprecherdurchmesser 30 cm, 38 cm, 46 cm)**



**Bild B.4 – Die Korrekturkurve für den Beugungseffekt des Norm-Messgehäuses vom Freifeld zum Freifeldhalbraum
(Mittelwert der Ergebnisse, Lautsprecherdurchmesser 6 cm, 10 cm, 20 cm)**

Anhang C (informativ)

Begriffsdefinitionen zu Abschnitt 13

Die nachstehend aufgelisteten Begriffe betreffen die Lautsprechertechnik. Sie sind auf dem neuesten Stand und in Übereinstimmung mit dem IEV (IEC 60050).

C.1 Wandlerprinzip

C.1.1

elektrodynamischer (Schwingspulen-)Lautsprecher

Lautsprecher, dessen Membran durch eine mechanische Kraft angetrieben wird, die entsteht, wenn ein Strom durch einen Leiter fließt, der in einem magnetischen Feld angeordnet ist

C.1.2

elektrostatischer (Kondensator-)Lautsprecher

Lautsprecher, dessen Membran durch eine elektrostatische Kraft angetrieben wird

C.1.3

piezoelektrischer (Kristall-)Lautsprecher

Lautsprecher, dessen Membran durch eine auf einem piezoelektrischen Effekt beruhende Kraft angetrieben wird

C.1.4

elektromagnetischer (moving-iron) Lautsprecher

Lautsprecher, dessen Membran durch eine magnetische Kraft angetrieben wird, die auf ein bewegliches Teil aus ferromagnetischem Material wirkt

C.2 Typ

C.2.1

direktstrahlender Lautsprecher

Lautsprecher, der den Schall direkt von der Membran abstrahlt

C.2.2

Hornlautsprecher

Lautsprecher, bei dem am Ende eines Horns, dessen Querschnitt sich kontinuierlich ändert, die Vorderseite der Membran angebracht ist und das andere Ende des Horns den Schall abstrahlt

C.2.3

Kompressions-Antrieb

Lautsprecher-Antriebseinheit, deren an das Horn anzuschließende Öffnung kleiner als die Membran ist

C.3 Lautsprechersystem

C.3.1

Schallwand

eine Wand, die eine akustische Trennung zwischen Vorder- und Rückseite der Membran bewirkt

C.3.2

Gehäuse

Kasten, der den von der Rückseite der Membran abgestrahlten Schall (von dem der Vorderseite) abtrennt

C.3.3

Bassreflexgehäuse

Gehäuse, dessen Frequenzkurve zu tieferen Frequenzen als der Resonanzfrequenz des Lautsprechers durch Einbau einer akustischen Führung oder Membran in die Wand des Gehäuses ausgedehnt werden kann

C.3.4

Horn

rohrähnliche akustische Anpassungseinheit, deren Querschnitt sich von einem zum anderen Ende kontinuierlich ändert, die zur Anpassung der akustischen Impedanz und auch zum Einstellen der Richtung benutzt wird

C.3.5

Säulen-Lautsprechersystem

Zeile

Lautsprechersystem, bei dem mehrere Lautsprecher (chassis) in einer Reihe angeordnet sind

C.3.6

Koaxial-Lautsprechersystem

Lautsprechersystem, in dem mehrere Lautsprecher (chassis) koaxial angeordnet sind

Anhang D (informativ)

Hörtests

D.1 Hörtest für Normalbetrieb

Der Normalbetrieb wird durch Anlegen eines Programmsignals an den zu testenden Lautsprecher festgelegt.

- a) Einbau des Lautsprechers, wie in Abschnitt 10 beschrieben.
- b) Anlegen des Programmsignals mit einer maximalen Effektivspannung gleich der Nenn-Rauschspannung des Lautsprechers.
- c) Überprüfung des Schallpegels, der Tonqualität und auf Vorhandensein anderer Defekte.

ANMERKUNG 1 Das Programmsignal ist ein Sprach- oder Musiksignal mit einer spektralen Normalverteilung.

ANMERKUNG 2 Dieser Test wird hauptsächlich während des Herstellungsvorgangs durchgeführt, bei dem eine Aufzeichnung des Ergebnisses nicht erforderlich ist.

D.2 Hörtest für mechanische Störungen (Rasseln)

Dieser Test überprüft durch Hören auf „Rub & Buzz“, ob der Lautsprecher normal arbeitet, wenn eine Nenn-Sinusspannung an die Lautsprecheranschlüsse angelegt wird.

- a) Aufstellen des Lautsprechers, wie in Abschnitt 10 beschrieben.
- b) Testen des Klangs des Lautsprechers durch Anlegen der Nenn-Sinusspannung an den Lautsprecher und Ändern der Frequenz des Sinussignals innerhalb des Bereichs der Nennfrequenz. Wenn erforderlich, kann die Messspannung frei durch den Hersteller vorgegeben werden.
- c) Falls nicht anders angegeben, sollte die Hörposition eine Position sein, wo fehlerhafter Klang einfach zu erkennen ist, mit einem Abstand von mehr als 0,3 m vom Bezugspunkt des Lautsprechers entfernt.
- d) Überprüfung des Schallpegels, der Klangqualität, des Störpegels und auf Vorhandensein von fehlerhaftem Klang.
- e) Der Leistungsverstärker sollte eine Ausgangsimpedanz von kleiner als ein Drittel der Nenn-Impedanz der Lautsprecher aufweisen und in der Lage sein, eine mindestens doppelt so hohe Sinusspannung wie die Nenn-Sinusspannung der Lautsprecher zu liefern. Der Gesamtklirrfaktor darf an den Lautsprecheranschlüssen 1 % nicht überschreiten.

ANMERKUNG Dieser Test wird hauptsächlich während des Herstellungsvorgangs durchgeführt, wo eine Aufzeichnung des Ergebnisses nicht erforderlich ist.

Literaturhinweise

ISO 3743-1, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources – Engineering methods for small, movable sources in reverberant fields – Part 1: Comparison method for hard-walled test rooms*

ANMERKUNG Harmonisiert als EN ISO 3743-1:1995 (nicht modifiziert).

ISO 3743-2, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Engineering methods for small, movable sources in reverberant fields – Part 2: Methods for special reverberation test rooms*

ANMERKUNG Harmonisiert als EN ISO 3743-2:1996 (nicht modifiziert).

AES-5id-1997, 1998, *Information document for room acoustics and sound reinforcement systems – Loudspeaker modelling and measurement – Frequency and angular resolution for measuring, presenting and predicting loudspeaker polar data*

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

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).

ANMERKUNG Wenn internationale Publikationen durch gemeinsame Abänderungen geändert wurden, durch (mod) angegeben, gelten die entsprechenden EN/HD.

Publikation	Jahr	Titel	EN/HD	Jahr
IEC 60050-151	– ¹⁾	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices	–	–
IEC 60263	– ¹⁾	Scales and sizes for plotting frequency characteristics and polar diagrams	–	–
IEC 60268-1	– ¹⁾	Sound system equipment – Part 1: General	HD 483.1 S2	1989 ²⁾
IEC 60268-2	– ¹⁾	Part 2: Explanation of general terms and calculation methods	HD 483.2 S2	1993 ²⁾
IEC 60268-3	– ¹⁾	Part 3: Amplifiers	EN 60268-3 + Corr. Januar	2000 ²⁾ 2002 ²⁾
IEC 60268-11	– ¹⁾	Part 11: Application of connectors for the interconnection of sound system components	HD 483.11 S3	1993 ²⁾
IEC 60268-12	– ¹⁾	Part 12: Application of connectors for broadcast and similar use	EN 60268-12	1995 ²⁾
IEC 60268-14	– ¹⁾	Part 14: Circular and elliptical loudspeakers; outer frame diameters and mounting dimensions	–	–
IEC 60651	– ¹⁾	Sound level meters	EN 60651	1994 ²⁾
IEC 61260	– ¹⁾	Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters	EN 61260	1995 ²⁾
ISO 3741	– ¹⁾	Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Precision methods for reverberation rooms	EN ISO 3741	1999 ²⁾
ISO 3744	– ¹⁾	Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane	EN ISO 3744	1995 ²⁾
ISO 3745	– ¹⁾	Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources – Precision methods for anechoic and semi-anechoic rooms	–	–

¹⁾ Undatierte Verweisung.

²⁾ Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm gültige Ausgabe.