

DIN EN ISO 16283-2

ICS 91.060.30; 91.120.20

Einsprüche bis 2017-10-25
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 16283-2:2016-05

Entwurf**Akustik –**

**Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen am Bau –
Teil 2: Trittschalldämmung (ISO/DIS 16283-2:2017);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 16283-2:2017**

Acoustics –

Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements –
Part 2: Impact sound insulation (ISO/DIS 16283-2:2017);
German and English version prEN ISO 16283-2:2017

Acoustique –

Mesurage in situ de l'isolation acoustique des bâtiments et des éléments de construction –
Partie 2: Isolation des bruits d'impacts (ISO/DIS 16283-2:2017);
Version allemande et anglaise prEN ISO 16283-2:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-08-25 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nmp@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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

Gesamtumfang 104 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 16283-2:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 126 „Akustische Eigenschaften von Bauteilen und von Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-02-31 AA „Schalldämmung und Schallabsorption, Messung und Bewertung“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 717-2	siehe DIN EN ISO 717-2
ISO 3382-2	siehe DIN EN ISO 3382-2
ISO 10140-3	siehe DIN EN ISO 10140-3
ISO 10140-5	siehe DIN EN ISO 10140-5
ISO 12999-1	siehe DIN EN ISO 12999-1
ISO 18233	siehe DIN EN ISO 18233
IEC 60942	siehe DIN EN 60942
IEC 61183	siehe DIN EN 61183
IEC 61672-1	siehe DIN EN 61672-1
IEC 61672-2	siehe DIN EN 61672-2
IEC 61672-3	siehe DIN EN 61672-3

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 16283-2:2016-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) geänderter Text in 7.3.2, so dass die Wahl der Mikrofonpositionen für jede Schlagquelle gilt;
- b) Norm redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60942, *Elektroakustik — Schallkalibratoren*

DIN EN 61183, *Elektroakustik — Kalibrierung von Schallpegelmessern in einem Schallfeld mit stochastischem Schalleinfall und im diffusen Schallfeld*

DIN EN 61672-1, *Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 1: Anforderungen*

DIN EN 61672-2, *Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 2: Baumusterprüfung*

DIN EN 61672-3, *Elektroakustik — Schallpegelmesser — Teil 3: Periodische Einzelprüfung*

DIN EN ISO 717-2, *Akustik — Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 2: Trittschalldämmung*

DIN EN ISO 3382-2, *Akustik — Messung von Parametern der Raumakustik — Teil 2: Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen*

DIN EN ISO 10140-3, *Akustik — Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand — Teil 3: Messung der Trittschalldämmung*

DIN EN ISO 10140-5, *Akustik — Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand — Teil 5: Anforderungen an Prüfstände und Prüfeinrichtungen*

DIN EN ISO 12999-1, *Akustik — Bestimmung und Anwendung der Messunsicherheiten in der Bauakustik — Teil 1: Schalldämmung*

DIN EN ISO 18233, *Akustik — Anwendung neuer Messverfahren in der Bau- und Raumakustik*

— Leerseite —

Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen am Bau — Teil 2: Trittschalldämmung (ISO/DIS 16283-2:2017)

Acoustique — Mesurage in situ de l'isolation acoustique des bâtiments et des éléments de construction — Partie 2 : Isolation des bruits d'impacts (ISO/DIS 16283-2:2017)

Acoustics — Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 2: Impact sound insulation (ISO/DIS 16283-2:2017)

ICS: 91.120.20 ; 91.160.30

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.8l

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Geräteausstattung	12
4.1 Allgemeines	12
4.2 Kalibrierung	12
4.3 Verifizierung	12
5 Frequenzbereich	13
5.1 Hammerwerk als Trittschallquelle	13
5.2 Gummiball als Trittschallquelle	13
6 Allgemeines	13
7 Standardverfahren zur Messung des Schalldruckpegels	15
7.1 Allgemeines	15
7.2 Erzeugung des Schallfeldes	15
7.2.1 Allgemeines	15
7.2.2 Positionen des als Trittschallquelle verwendeten Hammerwerks	15
7.2.3 Positionen des als Trittschallquelle verwendeten Gummiballs	15
7.3 Feste Mikrofonpositionen für das Hammerwerk oder den Gummiball als Trittschallquelle	16
7.3.1 Allgemeines	16
7.3.2 Anzahl der Messungen	16
7.3.3 An mehr als einer Position betriebenes Hammerwerk	16
7.3.4 An mehr als einer Position eingesetzter Gummiball	17
7.4 Kontinuierlich mechanisch bewegtes Mikrofon für das Hammerwerk als Trittschallquelle	17
7.4.1 Allgemeines	17
7.4.2 Anzahl der Messungen	17
7.4.3 An mehr als einer Position betriebenes Hammerwerk	17
7.5 Mikrofon mit manueller Abtastung für das Hammerwerk als Trittschallquelle	18
7.5.1 Allgemeines	18
7.5.2 Anzahl der Messungen	18
7.5.3 An mehr als einer Position betriebenes Hammerwerk	18
7.5.4 Kreis	18
7.5.5 Helix	18
7.5.6 Zylindrisch	19
7.5.7 Drei Halbkreise	19
7.6 Mindestabstände für Mikrofonpositionen	20
7.7 Mittelungszeiten für das Hammerwerk als Trittschallquelle	20
7.7.1 Feste Mikrofonpositionen	20
7.7.2 Kontinuierlich mechanisch bewegtes Mikrofon	21
7.7.3 Mikrofon mit manueller Abtastung	21

7.8	Berechnung der energetisch gemittelten Schalldruckpegel	21
7.8.1	Feste Mikrofonpositionen für das Hammerwerk als Trittschallquelle	21
7.8.2	Kontinuierlich mechanisch bewegtes Mikrofon und Mikrofon mit manueller Abtastung für das Hammerwerk als Trittschallquelle	21
7.8.3	Feste Mikrofonpositionen für den Gummiball als Trittschallquelle	22
8	Verfahren für die Messung des Schalldruckpegels bei tiefen Frequenzen mit dem Hammerwerk als Trittschallquelle	22
8.1	Allgemeines	22
8.2	Erzeugung des Schallfeldes	22
8.2.1	Allgemeines	22
8.2.2	Trittschallquellenpositionen	22
8.3	Mikrofonpositionen	22
8.4	Mittelungszeit	23
8.5	Berechnung der energetisch gemittelten Trittschallpegel bei tiefen Frequenzen	23
9	Hintergrundgeräusch (Standardverfahren und Verfahren bei tiefen Frequenzen)	24
9.1	Allgemeines	24
9.2	Korrektur des Signalpegels um das Hintergrundgeräusch	25
10	Nachhallzeit im Empfangsraum (Standardverfahren und Verfahren bei tiefen Frequenzen)	26
10.1	Allgemeines	26
10.2	Erzeugung des Schallfeldes	26
10.3	Standardverfahren	26
10.4	Verfahren bei tiefen Frequenzen	27
10.5	Verfahren des abgeschalteten Rauschens	27
10.6	Verfahren der integrierten Impulsantwort	27
11	Umwandlung in Oktavbänder	27
12	Angabe der Ergebnisse	28
13	Unsicherheit	28
14	Prüfbericht	28
Anhang A (normativ) Trittschallquellen		30
A.1	Norm-Hammerwerk	30
A.1.1	Anforderungen	30
A.1.2	Regelmäßige Überprüfungen der Leistung	31
A.2	Gummiball	32
A.2.1	Anforderungen	32
A.2.2	Beispiel des Aufbaus des Gummiballs	34
A.2.3	Regelmäßige Überprüfungen der Leistung	35
Anhang B (normativ) Anforderungen an Lautsprecher zur Messung der Nachhallzeit		36
B.1	Allgemeines	36
B.2	Verfahren für die Eignungsprüfung in Bezug auf die Richtwirkung	36
Anhang C (informativ) Vordrucke für die Angabe der Ergebnisse		37
Anhang D (informativ) Zusätzliche Anleitung		41
D.1	Allgemeines	41
D.2	Grundsätze	41
D.2.1	Fußbodenbeläge	41
D.2.2	Berechnung von Raumvolumina	41
D.2.3	Berechnung der gemeinsamen Trennfläche	41
D.2.4	Anzahl der Mikrofon- und Trittschallquellenpositionen	42
D.3	Horizontale Messungen	43
D.4	Vertikale Messungen	43

D.4.1	Allgemeines	43
D.4.2	Teilweise untergliederte Räume	43
D.4.3	Nicht gegeneinander versetzte Räume	43
D.4.4	Gegeneinander versetzte Räume	44
D.5	Korridore und Treppenhäuser	44
D.5.1	Messungen der Trittschalldämmung von einem Korridor aus	44
D.5.2	Messungen der Trittschalldämmung von Treppenhäusern in Mehrfamilienhäusern und von innenliegenden Treppen in Mehrfamilien- und Terrassenhäusern aus	44
D.6	Beitrag des Hammerwerks zum Luftschall	45
Anhang E (informativ) Horizontale Messungen – Beispiele für geeignete Trittschallquellen- und Mikrofonpositionen		46
E.1	Allgemeines	46
E.2	Symbole	46
Anhang F (informativ) Horizontale Messungen – Beispiele für geeignete Trittschallquellen- und Mikrofonpositionen		50
F.1	Allgemeines	50
F.2	Symbole	50
Literaturhinweise		53

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 16283-2:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 126 „Akustische Eigenschaften von Bauteilen und von Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird ISO 16283-2:2015 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 16283-2:2017 wurde von CEN als prEN ISO 16283-2:2017 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 43, *Acoustics*, Unterkomitee SC 2, *Building acoustics*.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 16283-2:2015), welche technisch überarbeitet wurde.

Gegenüber der vorigen Ausgabe wurden im Wesentlichen die folgenden Änderungen vorgenommen:

- In 7.3.2 wurde der Text so geändert, dass die Wahl der Mikrofonpositionen nun für jede Trittschallquelle gilt.

ISO 16283 besteht aus den folgenden Teilen unter dem allgemeinen Haupttitel *Acoustics — Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements*:

- *Part 1: Airborne sound insulation*
- *Part 2: Impact sound insulation*
- *Part 3: Façade sound insulation*

Einleitung

ISO 16283 (alle Teile) beschreibt Verfahren zur Messung der Schalldämmung in Gebäuden. Die Luftschall-, die Trittschall- und die Fassadenschalldämmung sind jeweils in ISO 16283-1, ISO 16283-2 bzw. ISO 16283-3 beschrieben.

Die zuvor in ISO 140-4, ISO 140-5 und ISO 140-7 beschriebenen Messungen der Schalldämmung in Gebäuden waren a) in erster Linie für Messungen an Orten vorgesehen, an denen die Schallquelle als diffus angesehen werden konnte, und enthielten b) keine eindeutige Aussage dazu, ob während der Messung Bedienungspersonen in den Räumen anwesend sein konnten. ISO 16283 (alle Teile) unterscheidet sich von ISO 140-4, ISO 140-5 und ISO 140-7 darin, dass sie a) für Räume gilt, in denen das Schallfeld etwa einem diffusen Feld entsprechen könnte, dies jedoch nicht muss, dass sie b) erläutert, wie die Bedienungspersonen das Schallfeld unter Anwendung eines handgehaltenen Mikrofons oder Schallpegelmessgeräts messen können, und dass sie c) eine zusätzliche Anleitung enthält, die zuvor in ISO 140-14 enthalten war.

ANMERKUNG Kurzverfahren für Messungen der Luft- und Trittschalldämmung in Gebäuden werden in ISO 10052 behandelt.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 16283 legt Verfahren zur Bestimmung der Trittschalldämmung durch Schalldruckmessungen mit einer auf eine Decke oder Treppe in einem Gebäude wirkenden Trittschallquelle fest. Diese Verfahren sind für Raumvolumen im Bereich von 10 m³ bis 250 m³ und den Frequenzbereich von 50 Hz bis 5 000 Hz vorgesehen. Die Prüfergebnisse können genutzt werden, um die Trittschalldämmung in unmöblierten und möblierten Räumen quantitativ zu bestimmen, zu beurteilen und miteinander zu vergleichen, wobei das Schallfeld etwa einem diffusen Schallfeld entsprechen könnte, dies jedoch nicht muss.

Es werden zwei Trittschallquellen beschrieben: das Hammerwerk und der Gummiball. Diese Trittschallquellen reproduzieren nicht genau alle Arten von möglicherweise in der Praxis auf Decken und Treppen wirkenden Stößen.

Das Hammerwerk kann benutzt werden, um verschiedene leichte harte Stöße zu beurteilen, wie z. B. Schritte durch gehende Personen, die Schuhwerk mit hartem Absatz tragen, oder herabfallende Gegenstände. Unter Anwendung der Bewertungsverfahren nach ISO 717-2 kann eine Einzahlangabe berechnet werden. Diese Einzahlangabe setzt die mit dem Hammerwerk gemessene Trittschalldämmung ins Verhältnis zur subjektiven Beurteilung der im Allgemeinen auf Decken und Treppen in Wohneinheiten in Gebäuden auftretenden Stöße. Das Hammerwerk ist auch gut geeignet für die Vorhersage der Trittschalldämmung nach ISO 15712-2. Diese beiden Aspekte erleichtern die Spezifikation der Trittschalldämmung in nationalen Bauvorschriften unter alleiniger Anwendung des Hammerwerks als Trittschallquelle.

Der Gummiball kann zur Beurteilung schwerer weicher Stöße benutzt werden, wie z. B. durch barfuß gehende Personen oder springende Kinder, sowie zur quantitativen Bestimmung von Absolutwerten, die in Form eines maximalen Schalldruckpegels bei Zeitbewertung „Schnell“ auf durch Menschen verursachte Störungen bezogen werden können. Derzeit enthält keine ISO-Norm Berechnungsverfahren für eine Einzahlangabe.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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).

ISO 717-2, *Acoustics — Rating of sound insulation in buildings and of building elements — Part 2: Impact sound insulation*

ISO 3382-2, *Acoustics — Measurement of room acoustic parameters — Part 2: Reverberation time in ordinary rooms*

ISO 12999-1, *Acoustics — Determination and application of measurement uncertainties in building acoustics — Part 1: Sound insulation*

ISO 18233, *Acoustics — Application of new measurement methods in building and room acoustics*

IEC 60942, *Electroacoustics — Sound calibrators*

IEC 61183, *Electroacoustics — Random-incidence and diffuse-field calibration of sound level meters*

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

IEC 61672-1, *Electroacoustics — Sound level meters — Part 1: Specifications*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

energetisch gemittelter Trittschallpegel in einem Raum

L_i

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses von räumlichem und zeitlichem Mittelwert des Quadrats des Schalldrucks zum Quadrat des Bezugsschalldrucks, wobei das Hammerwerk die Trittschallquelle bildet und der räumliche Mittelwert über den zentralen Bereich des Raumes gebildet wird, in dem die Nahfeldstrahlung der Raumgrenzen von vernachlässigbarem Einfluss ist

Anmerkung 1 zum Begriff: L_i wird in Dezibel angegeben.

3.2

Trittschallpegel der Ecke in einem Raum

$L_{i,Corner}$

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses des höchsten zeitlichen Mittelwerts des Quadrats des Schalldrucks aus dem Satz der Eckmessungen zum Quadrat des Bezugsschalldrucks für den tiefen Frequenzbereich (50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Terzbänder), wobei das Hammerwerk die Trittschallquelle bildet

Anmerkung 1 zum Begriff: $L_{i,Corner}$ wird in Dezibel angegeben.

3.3

energetisch gemittelter Trittschallpegel im tiefen Frequenzbereich in einem Raum

$L_{i,LF}$

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses von räumlichem und zeitlichem Mittelwert des Quadrats des Schalldrucks zum Quadrat des Bezugsschalldrucks im tiefen Frequenzbereich (50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Terzbänder), wobei das Hammerwerk die Trittschallquelle bildet und der räumliche Mittelwert ein bewerteter Mittelwert ist, der unter Nutzung der Raumecken, in denen die Schalldruckpegel am höchsten sind, sowie des zentralen Bereichs des Raumes berechnet wird, in dem die Nahfeldstrahlung der Raumgrenzen von vernachlässigbarem Einfluss ist

Anmerkung 1 zum Begriff: $L_{i,LF}$ wird in Dezibel angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: $L_{i,LF}$ ist ein Schätzwert des energetisch gemittelten Schalldruckpegels für das gesamte Raumvolumen.

3.4

energetisch gemittelter maximaler Trittschallpegel in einem Raum

$L_{i,Fmax}$

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses von räumlichem Mittelwert des Quadrats des maximalen Schalldrucks bei Zeitbewertung „Schnell“ zum Quadrat des Bezugsschalldrucks, wobei der Gummiball die Trittschallquelle bildet und der räumliche Mittelwert über den zentralen Bereich des Raumes gebildet wird, in dem die Nahfeldstrahlung der Raumgrenzen von vernachlässigbarem Einfluss ist

Anmerkung 1 zum Begriff: $L_{i,Fmax}$ wird in Dezibel angegeben.

3.5

Nachhallzeit

T

Zeit, die erforderlich ist, bis sich der Schalldruckpegel in einem Raum nach Abschalten der Schallquelle um 60 dB verringert hat

Anmerkung 1 zum Begriff: T wird in Sekunden angegeben.

3.6

Hintergrundgeräuschpegel

im Empfangsraum gemessener Schalldruckpegel aller Quellen, mit Ausnahme der Trittschallquelle

3.7

feststehendes Mikrofon

Mikrofon, das mit Hilfe einer Vorrichtung, wie z. B. einem Stativ, im Raum so fixiert wird, dass es ortsfest ist

3.8

kontinuierlich mechanisch bewegtes Mikrofon

Mikrofon, das mechanisch mit annähernd konstanter Winkelgeschwindigkeit in einem Kreis oder mechanisch entlang eines kreisförmigen Weges bewegt wird, wobei der Winkel der Rotation um eine feststehende Achse zwischen 270° und 360° beträgt

3.9

Mikrofon mit manueller Abtastung

an einem handgehaltenen Schallpegelmessgerät oder einer Verlängerungsstange befestigtes Mikrofon, das durch eine Bedienungsperson entlang eines vorgeschriebenen Weges bewegt wird

3.10

manuell gehaltenes Mikrofon

an einem handgehaltenen Schallpegelmessgerät oder einer Stange befestigtes Mikrofon, das durch eine Bedienungsperson an einer festen Position gehalten wird, die mindestens eine Armlänge vom Rumpf dieser Person entfernt ist

3.11

Trennbauteil

gesamte Oberfläche der Decke oder Treppe, die durch die Trittschallquelle angeregt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei zwei Räumen, die vertikal oder horizontal gegeneinander versetzt sind, ist es nicht möglich, von beiden Seiten des Trennbauteils aus deren gesamte Oberfläche zu sehen; deshalb ist es erforderlich, das Trennbauteil als gesamte Oberfläche zu definieren.

3.12

gemeinsames Trennbauteil

Teil der Decke oder Treppe, den der Raum, in dem die Trittschallquelle zum Einsatz kommt, und der Empfangsraum teilen

3.13

Standard-Trittschallpegel

L'_{nT}

Trittschallpegel L_i , verringert um einen Korrekturterm, der in Dezibel angegeben ist; der Korrekturterm ist das Zehnfache des dekadischen Logarithmus des Verhältnisses der gemessenen Nachhallzeit T zur Bezugs-Nachhallzeit T_0 , welcher nach Gleichung (1) berechnet wird, wobei das Hammerwerk die Trittschallquelle bildet:

$$L'_{nT} = L_i - 10 \lg \frac{T}{T_0} \quad (1)$$

Dabei ist

T die Nachhallzeit im Empfangsraum;

T_0 die Bezugs-Nachhallzeit; für Wohnräume beträgt sie $T_0 = 0,5$ s.

Anmerkung 1 zum Begriff: L'_{nT} wird in Dezibel angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Trittschallpegel wird auf eine Nachhallzeit von 0,5 s bezogen, da sich für Wohnräume mit Möbeln ergeben hat, dass die Nachhallzeit hier angemessen unabhängig von Volumen und Frequenz ist und annähernd 0,5 s entspricht.

Anmerkung 3 zum Begriff: L'_{nT} liefert eine direkte Verbindung zum subjektiven Eindruck der Trittschalldämmung.

3.14

Norm-Trittschallpegel

L'_n

Trittschallpegel L_i , erhöht um einen Korrekturterm, der in Dezibel angegeben ist; der Korrekturterm ist das Zehnfache des dekadischen Logarithmus des Verhältnisses der gemessenen äquivalenten Absorptionsfläche A des Empfangsraums zur äquivalenten Bezugs-Absorptionsfläche A_0 , welcher nach Gleichung (2) berechnet wird, wobei das Hammerwerk die Trittschallquelle bildet:

$$L'_n = L_i + 10 \lg \frac{A}{A_0} \quad (2)$$

Dabei ist

A die äquivalente Absorptionsfläche im Empfangsraum;

A_0 die äquivalente Bezugs-Absorptionsfläche; für Wohnräume beträgt sie $A_0 = 10 \text{ m}^2$.

Anmerkung 1 zum Begriff: L'_n wird in Dezibel angegeben.

3.15

maximaler Standard-Trittschallpegel

$L'_{i,Fmax,V,T}$

maximaler Trittschallpegel $L_{i,Fmax}$, erhöht um einen Korrekturterm für das Raumvolumen und verringert um einen Korrekturterm für die Nachhallzeit und die Zeitbewertung „Schnell“, der nach den Gleichungen (3), (4) und (5) berechnet wird, wobei der Gummiball die Trittschallquelle bildet:

$$L'_{i,Fmax,V,T} = L_{i,Fmax} + 10 \lg \frac{V}{V_0} - 10 \lg \left[\frac{1 - C_0^{-1}}{1 - C^{-1}} \left(\frac{C^{(1-C)^{-1}} - C^{-(1-C^{-1})^{-1}}}{C_0^{(1-C_0)^{-1}} - C_0^{-(1-C_0^{-1})^{-1}}} \right) \right] \quad (3)$$

$$C_0 = \frac{T_0}{1,727 \text{ s}} \quad (4)$$

$$C = \frac{T}{1,727 \text{ s}} \quad (5)$$

Dabei ist

T die Nachhallzeit im Empfangsraum;

T_0 die Bezugs-Nachhallzeit; für Wohnräume beträgt sie $T_0 = 0,5 \text{ s}$;

V das Volumen des Empfangsraums, in Kubikmeter;

V_0 das Bezugsvolumen des Empfangsraums; für Wohnräume beträgt es $V_0 = 50 \text{ m}^3$.

Anmerkung 1 zum Begriff: $L'_{i,Fmax,V,T}$ wird in Dezibel angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Hintergrundinformationen finden sich im Literaturhinweis [15].

3.16 äquivalente Absorptionsfläche

A

hypothetische Fläche einer vollständig absorbierenden Oberfläche ohne Beugungseffekte, die, falls sie das einzige absorbierende Element im Raum wäre, dieselbe Nachhallzeit wie der betrachtete Raum ergeben würde, und die unter Anwendung der Sabineschen Formel nach Gleichung (6) berechnet wird:

$$A = \frac{0,16 V}{T} \quad (6)$$

Dabei ist

V das Volumen des Empfangsraums, in Kubikmeter;

T die Nachhallzeit im Empfangsraum.

Anmerkung 1 zum Begriff: A wird in Quadratmeter angegeben.

4 Geräteausstattung

4.1 Allgemeines

Die Geräte zur Messung der Schalldruckpegel, einschließlich Mikrofon(e) sowie Kabel, Windschutzschirm(e), Aufzeichnungsgeräte und des sonstigen Zubehörs, sofern eingesetzt, müssen die Anforderungen an Geräte der Klasse 0 oder Klasse 1 nach IEC 61672-1 für Anwendungen mit diffusem Schalleinfall erfüllen.

Filter müssen die Anforderungen an Geräte der Klasse 0 oder Klasse 1 nach IEC 61260 erfüllen.

Die Messausrüstung zur Bestimmung der Nachhallzeit muss den Anforderungen nach ISO 3382-2 entsprechen.

Die Trittschallquellen müssen die in Anhang A angegebenen Anforderungen erfüllen.

4.2 Kalibrierung

Zu Beginn und am Ende jeder Messreihe und mindestens zu Beginn und am Ende jedes Messtages muss das gesamte System zur Messung des Schalldruckpegels unter Einsatz eines Schallkalibrators, der die Anforderungen an Geräte der Klasse 0 oder Klasse 1 nach IEC 60942 erfüllt, bei einer oder mehreren Frequenz(en) überprüft werden. Bei jeder Anwendung des Kalibrators sollte der mit dem Kalibrator gemessene Schalldruckpegel in den Prüfunterlagen der Bedienungsperson aufgezeichnet werden. Ohne dass weitere Einstellungen vorgenommen werden, darf die Differenz zwischen den Ablesewerten zweier aufeinanderfolgender Überprüfungen höchstens 0,5 dB betragen. Wird dieser Wert überschritten, sind die nach der vorhergehenden zufriedenstellenden Überprüfung erhaltenen Messergebnisse zu verwerfen.

4.3 Verifizierung

Die Übereinstimmung des Messgeräts für den Schalldruckpegel, der Filter und des Schallkalibrators mit den zutreffenden Anforderungen ist durch Überprüfung auf Vorliegen eines gültigen Übereinstimmungszertifikats zu verifizieren. Sofern anwendbar, muss die Antwort des Mikrofons auf den diffusen Schalleinfall nach einem Verfahren entsprechend IEC 61183 verifiziert werden. Die gesamte Übereinstimmungsprüfung muss unter Sicherstellung der messtechnischen Rückverfolgbarkeit auf die zutreffenden Messnormale durch ein Laboratorium vorgenommen werden, das für die Durchführung der entsprechenden Prüfungen und Kalibrierungen akkreditiert oder anderweitig national zugelassen ist.

ANMERKUNG Sofern nicht durch nationale Verordnungen anders festgelegt, wird empfohlen, den Schallkalibrator in Intervallen von höchstens einem Jahr zu kalibrieren; die Übereinstimmung des Gerätesystems mit den Anforderungen von IEC 61672-1 und die Übereinstimmung des Filtersatzes mit den Anforderungen von IEC 61260 sollte in Intervallen von jeweils höchstens zwei Jahren verifiziert werden.

5 Frequenzbereich

5.1 Hammerwerk als Trittschallquelle

Sämtliche Größen müssen unter Anwendung von Terzbandfiltern mit mindestens den folgenden Mittenfrequenzen, in Hertz, gemessen werden:

100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1 000, 1 250, 1 600, 2 000, 2 500, 3 150

Werden zusätzliche Angaben zum Bereich der tiefen Frequenzen benötigt, sind Terzbandfilter mit den folgenden Mittenfrequenzen, in Hertz, zu verwenden:

50, 63, 80

Werden zusätzliche Angaben zum Bereich der hohen Frequenzen benötigt, sind Terzbandfilter mit den folgenden Mittenfrequenzen, in Hertz, zu verwenden:

4 000, 5 000

ANMERKUNG Die Messung auf zusätzliche Angaben im Bereich der tiefen und hohen Frequenzen ist wahlfrei.

5.2 Gummiball als Trittschallquelle

Sämtliche Größen sind unter Anwendung von Terzbandfiltern oder Oktavbandfiltern zu messen.

Terzbandfilter müssen mindestens die folgenden Mittenfrequenzen, in Hertz, aufweisen:

50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630

6 Allgemeines

Die Bestimmung der Trittschalldämmung nach diesem Teil von ISO 16283 verlangt, dass ein Raum als Empfangsraum ausgewählt wird, in den durch eine auf das Trennbauteil wirkende Trittschallquelle erzeugter Schall abgestrahlt wird. Der Raum oder Bereich, in dem die Trittschallquelle betrieben wird, wird als Senderraum bezeichnet.

Die erforderlichen Messungen umfassen die der Schalldruckpegel im Empfangsraum bei eingeschalteter Trittschallquelle, die der Hintergrundgeräuschpegel im Empfangsraum bei ausgeschalteter Trittschallquelle und die der Nachhallzeiten im Empfangsraum.

Es werden zwei Trittschallquellen beschrieben: das Hammerwerk und der Gummiball.

Es werden zwei Messverfahren beschrieben, die für die Bestimmung des Schalldruckpegels, der Nachhallzeit und des Hintergrundgeräuschs angewendet werden müssen: ein Standardverfahren und ein zusätzliches Verfahren bei tiefen Frequenzen.

Für den Schalldruckpegel und das Hintergrundgeräusch verlangt das Standardverfahren, dass die Messungen im zentralen Bereich des Raumes an von den Raumgrenzen entfernt liegenden Positionen durchgeführt werden. Im Falle des Hammerwerks als Trittschallquelle besteht das Standardverfahren für alle Frequenzen darin, den energetisch gemittelten Schalldruckpegel mit einem feststehenden Mikrofon oder einem von einer Position zur nächsten bewegten manuell gehaltenen Mikrofon, einer Gruppe von feststehenden Mikrofonen, einem kontinuierlich mechanisch bewegten Mikrofon oder einem Mikrofon mit manueller Abtastung zu ermitteln. Im Falle des Gummiballs als Trittschallquelle besteht das Standardverfahren für alle Frequenzen darin, den energetisch gemittelten Schalldruckpegel mit einem feststehenden Mikrofon oder einem von einer Position zur nächsten bewegten manuell gehaltenen Mikrofon oder einer Gruppe von feststehenden Mikrofonen zu ermitteln.

In Bezug auf den Schalldruckpegel und das Hintergrundgeräusch muss bei Anwendung des Hammerwerks als Trittschallquelle das Verfahren bei tiefen Frequenzen für die 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Terzbänder im Empfangsraum angewendet werden, wenn dessen Volumen kleiner als 25 m³ ist (gerundet auf den nächsten Kubikmeter). Dieses Verfahren sollte zusätzlich zum Standardverfahren durchgeführt werden und erfordert zusätzliche Messungen des Schalldruckpegels in den Ecken des Empfangsraums unter Einsatz entweder eines feststehenden Mikrofons oder eines manuell gehaltenen Mikrofons.

ANMERKUNG 1 Das Verfahren bei tiefen Frequenzen ist in kleinen Räumen aufgrund der großen räumlichen Schwankungen im Schalldruckpegel des modalen Schallfeldes erforderlich. In diesen Fällen werden Eckmessungen durchgeführt, um die Wiederhol- und Vergleichpräzision sowie die Relevanz für die Benutzer des Raumes zu verbessern.

ANMERKUNG 2 Das Verfahren bei tiefen Frequenzen wird nicht mit dem Gummiball angewendet, da bisher noch kein Zusammenhang zwischen einer beliebigen Kombination von Messungen des maximalen Schalldruckpegels mit Zeitbewertung „Schnell“ und des über das gesamte Raumvolumen gemittelten maximalen Schalldruckpegels mit Zeitbewertung „Schnell“ in den Ecken und im zentralen Bereich eines Raumes nachgewiesen werden konnte.

ANMERKUNG 3 Sofern erforderlich, um Hörschäden zu vermeiden, trägt die Bedienungsperson bei der Messung des Schalldruckpegels im Senderraum und erforderlichenfalls bei der Messung der Nachhallzeiten im Empfangsraum einen Gehörschutz. Bei der Messung von Schalldruckpegeln im Empfangsraum, die nicht zu Hörschäden führen, ist es ratsam, jeglichen Gehörschutz abzunehmen, sodass die Bedienungsperson kurze externe Geräuschereignisse bemerkt, die die Messung ungültig machen könnten, und um die Bedienungsperson dabei zu unterstützen, von ihr selbst erzeugte Geräusche auf ein Mindestmaß zu verringern.

In Bezug auf die Nachhallzeit muss das Verfahren bei tiefen Frequenzen für die 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Terzbänder im Empfangsraum angewendet werden, wenn dessen Volumen kleiner als 25 m³ ist (gerundet auf den nächsten Kubikmeter).

Werden die in ISO 18233 beschriebenen Verfahren der Signalbearbeitung für Nachhallzeiten angewendet, müssen die Messungen mit feststehenden Mikrofonen und dürfen nicht mit kontinuierlich mechanisch bewegten Mikrofonen, manuell gehaltenen Mikrofonen oder Mikrofonen mit manueller Abtastung durchgeführt werden.

Die Schallfelder in typischen Räumen werden sich selten über den gesamten Frequenzbereich von 50 Hz bis 5 000 Hz einem diffusen Schallfeld annähern. Das Standardverfahren und das Verfahren bei tiefen Frequenzen erlauben Messungen ohne jegliche Kenntnis dahingehend, ob das Schallfeld als diffus oder nicht diffus angesehen werden kann. Daher sollte das Schallfeld nicht zu Prüfzwecken modifiziert werden, indem zeitweise zusätzliche Möbelstücke oder Diffusoren in den Empfangsraum eingebracht werden.

ANMERKUNG 4 Sind Messungen mit zusätzlicher Diffusion erforderlich, z.B. aufgrund behördlicher Anforderungen oder weil das Prüfergebnis mit dem einer Messung im Prüfstand an einem ähnlichen Prüfbauteil verglichen werden soll, ist die Einführung von drei Diffusoren mit einer Fläche von jeweils mindestens 1,0 m² üblicherweise ausreichend.

Sämtliche Messverfahren für das Standardverfahren bzw. das Verfahren bei tiefen Frequenzen sind gleichwertig. Im Streitfall muss diejenige Trittschalldämmung als Bezugsergebnis angesehen werden, die unter Anwendung von Messverfahren bestimmt wurde, bei denen sich keine Bedienungsperson im Empfangsraum befunden hat.

ANMERKUNG 5 Ein Bezugsergebnis wird definiert, weil der mit manueller Abtastung bestimmte Hintergrundgeräuschpegel zu Schwankungen hinsichtlich der durch die Bedienungsperson erzeugten Geräusche neigt. Bei der Anwendung von feststehenden oder kontinuierlich mechanisch bewegten Mikrofonen treten üblicherweise keine signifikanten Schwankungen auf.

7 Standardverfahren zur Messung des Schalldruckpegels

7.1 Allgemeines

Messungen des Schalldruckpegels müssen durchgeführt werden, um den mittleren Pegel im zentralen Bereich des Empfangsraums bei eingeschalteter Trittschallquelle sowie den Hintergrundgeräuschpegel im Empfangsraum bei ausgeschalteter Trittschallquelle zu bestimmen.

7.2 Erzeugung des Schallfeldes

7.2.1 Allgemeines

Der Trittschall muss mit dem Hammerwerk oder dem Gummiball als Trittschallquelle erzeugt werden.

7.2.2 Positionen des als Trittschallquelle verwendeten Hammerwerks

Das Hammerwerk muss an mindestens vier verschiedenen Positionen angeordnet werden, die nach dem Zufallsprinzip über die zu prüfende Decke verteilt sind. Der Abstand des Hammerwerks von den Kanten dieser Decke muss mindestens 0,5 m betragen. Im Falle von anisotropen Deckenkonstruktionen mit Balken, Rippen usw. sind möglicherweise weitere Positionen erforderlich. Die Verbindungslinie der Hämmer sollte einen Winkel von 45° zur Richtung der Balken oder Rippen aufweisen.

Nach dem Einschalten des Hammerwerks kann sich eine Zeitabhängigkeit der Trittschallpegel herausstellen. In diesem Fall sollten die Messungen erst beginnen, wenn der Geräuschpegel gleichbleibend geworden ist. Werden nach 5 min keine stabilen Bedingungen erreicht, sollten die Messungen über eine gut definierte Messdauer erfolgen. Die Messdauer muss im Prüfbericht angegeben werden.

ANMERKUNG Manchmal tritt bei weichen oder brüchigen Oberflächen von Decken eine Zeitabhängigkeit auf, da während des Aufpralls die Hämmer die Kontaktsteifigkeit ändern oder die Decke direkt unter den Hämmern beschädigen können.

Werden Decken mit weichem Belag geprüft, muss das Hammerwerk die speziellen in Anhang A angegebenen Anforderungen erfüllen. Hinweise zur Aufstellung des Hammerwerks auf weichen Bodenbelägen werden in Anhang A gegeben.

7.2.3 Positionen des als Trittschallquelle verwendeten Gummiballs

Der Trittschall muss erzeugt werden, indem der Gummiball aus einer Höhe von (100 ± 1) cm, gemessen von der Unterseite des Balls bis zur Oberfläche der zu prüfenden Decke, in freiem Fall senkrecht herabfallen gelassen wird.

Die Anregung durch den Gummiball muss an vier oder mehr verschiedenen Positionen auf der zu prüfenden Decke oder Treppe erzeugt werden. Bei Leichtbaudecken mit Unterzugbalken sollte eine dieser Positionen oberhalb der Unterzugbalken und eine im Mittelpunkt der Decke liegen.

7.3 Feste Mikrofonpositionen für das Hammerwerk oder den Gummiball als Trittschallquelle

7.3.1 Allgemeines

Wird das Hammerwerk oder der Gummiball als Trittschallquelle genutzt, dürfen feststehende Mikrofone eingesetzt werden, ohne dass sich eine Bedienungsperson im Raum befindet, indem ein an einem Stativ befestigtes Mikrofon genutzt wird. Alternativ darf sich die Bedienungsperson im Raum befinden, wobei das Mikrofon an einem Stativ befestigt ist oder die Bedienungsperson ein manuell gehaltenes Mikrofon an einer feststehenden Position nutzt; in beiden Fällen muss der Rumpf der Bedienungsperson in einem Abstand von mindestens einer Armlänge vom Mikrofon bleiben. Im Falle der Nutzung des Hammerwerks als Trittschallquelle müssen die Mittelungszeiten die Anforderungen nach 7.7.1 erfüllen.

Die Mikrofonpositionen müssen über den maximal zulässigen Bereich innerhalb jedes Raumes verteilt werden. Es dürfen keine zwei Mikrofonpositionen in Bezug auf die Raumgrenzen in derselben Ebene liegen, und die Positionen dürfen kein regelmäßiges Raster bilden.

7.3.2 Anzahl der Messungen

Die Anzahl der Mikrofonpositionen muss gleich der Anzahl der Schallquellenpositionen oder einem ganzzahligen Vielfachen der Anzahl der Schallquellenpositionen sein.

Für jede Schallquellenposition ist die gleiche Anzahl an Mikrofonpositionen zu nutzen.

Werden vier oder fünf Schallquellenpositionen genutzt, müssen an jeder dieser Schallquellenpositionen mindestens zwei Messungen des Trittschallpegels durchgeführt werden. Die Messungen müssen für jede Schallquellenposition an mindestens zwei unterschiedlichen Mikrofonpositionen durchgeführt werden.

Werden sechs oder mehr Schallquellenpositionen genutzt, muss an jeder dieser Schallquellenpositionen mindestens eine Messung des Trittschallpegels durchgeführt werden. Die Messungen müssen für jede Schallquellenposition an einer anderen Mikrofonposition durchgeführt werden.

7.3.3 An mehr als einer Position betriebenes Hammerwerk

Der Schalldruckpegel wird für die erste Trittschallquellenposition im Empfangsraum gemessen. Der energetisch gemittelte Schalldruckpegel wird nach 7.8.1 berechnet; anschließend werden alle erforderlichen Korrekturen um das Hintergrundgeräusch nach 9.2 vorgenommen. Der Standard-Trittschallpegel wird nach Gleichung (1) und der Norm-Trittschallpegel nach Gleichung (2) berechnet. Dieser Vorgang wird für die andere(n) Trittschallquellenposition(en) wiederholt; anschließend werden der Standard-Trittschallpegel nach Gleichung (7) und der Norm-Trittschallpegel nach Gleichung (8) berechnet:

$$L'_{nT} = 10 \lg \left(\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m 10^{L'_{nT,j}/10} \right) \quad (7)$$

$$L'_n = 10 \lg \left(\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m 10^{L'_{n,j}/10} \right) \quad (8)$$

Dabei ist

- m die Anzahl der Positionen des Hammerwerks;
- $L'_{nT,j}$ der Standard-Trittschallpegel für die Hammerwerksposition j ;
- $L'_{n,j}$ der Norm-Trittschallpegel für die Hammerwerksposition j .

7.3.4 An mehr als einer Position eingesetzter Gummiball

Der Schalldruckpegel wird für die erste Trittschallquellenposition im Empfangsraum gemessen. Der energetisch gemittelte maximale Trittschallpegel wird nach 7.8.3 berechnet; anschließend werden alle erforderlichen Korrekturen um das Hintergrundgeräusch nach Abschnitt 9 vorgenommen. Dieser Vorgang wird für die andere(n) Trittschallquellenposition(en) wiederholt; anschließend wird der maximale energetisch gemittelte Trittschallpegel nach Gleichung (9) berechnet:

$$L_{i,Fmax} = 10 \lg \left(\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m 10^{L_{i,Fmax,j}/10} \right) \quad (9)$$

Dabei ist

m die Anzahl der Gummiballpositionen;

$L_{i,Fmax,j}$ der maximale Trittschallpegel für die Gummiballposition j .

Der maximale Standard-Trittschallpegel wird nach den Gleichungen (3), (4) und (5) berechnet.

7.4 Kontinuierlich mechanisch bewegtes Mikrofon für das Hammerwerk als Trittschallquelle

7.4.1 Allgemeines

Wird das Hammerwerk als Trittschallquelle genutzt, muss das Mikrofon mechanisch mit annähernd konstanter Winkelgeschwindigkeit in einem Kreis oder mechanisch entlang eines kreisförmigen Weges bewegt werden, wobei der Winkel der Rotation um eine feststehende Achse zwischen 270° und 360° beträgt. Der Schwenkradius der Kreisbahn muss mindestens 0,7 m betragen. Die Bahnebene muss geneigt sein, um einen großen Anteil des zulässigen Raumbereichs zu erfassen, und darf nicht in einer Ebene liegen, die weniger als 10° gegen die Raumboflächen (Wand, Decke oder Unterdecke) geneigt ist.

Die Dauer einer einzelnen Bahn muss mindestens 15 s betragen. Jede vollständige Bahn muss möglicherweise wiederholt werden, um die Anforderungen an die Mittelungszeit nach 7.7.2 zu erfüllen.

Werden mindestens sechs Hammerwerkspositionen genutzt, darf die Lage des feststehenden Punktes, um den sich die kontinuierlich bewegten Mikrofone bewegen, geändert werden.

7.4.2 Anzahl der Messungen

Für jede Hammerwerksposition muss die gleiche Anzahl an Messungen durchgeführt werden, wobei an jeder Hammerwerksposition mindestens eine Messung durchgeführt werden muss.

7.4.3 An mehr als einer Position betriebenes Hammerwerk

Der Standard-Trittschallpegel bzw. der Norm-Trittschallpegel wird berechnet, wie in 7.3.3 beschrieben.

7.5 Mikrofon mit manueller Abtastung für das Hammerwerk als Trittschallquelle

7.5.1 Allgemeines

Wird das Hammerwerk als Trittschallquelle genutzt, muss es sich bei dem manuellen Abtastweg um einen Kreis, eine Helix, einen zylindrischen Weg oder drei Halbkreise handeln, wie in Bild 1 dargestellt. In unmöblierten oder möblierten Räumen müssen der Kreis, die Helix oder der zylindrische Weg angewendet werden. Falls der Platz im Raum nicht ausreicht, um der Bedienungsperson die Nutzung dieser Wege zu ermöglichen, muss der aus drei Halbkreisen bestehende Weg genutzt werden. Jeder vollständige Weg muss möglicherweise wiederholt werden, um die Anforderungen an die Mittelungszeit nach 7.7.3 zu erfüllen.

Werden mindestens sechs Hammerwerkspositionen genutzt, darf die Lage des feststehenden Punktes, von dem aus die manuellen Abtastungen vorgenommen werden, geändert werden.

7.5.2 Anzahl der Messungen

Für jede Hammerwerksposition muss die gleiche Anzahl an Messungen durchgeführt werden, wobei an jeder Hammerwerksposition mindestens eine Messung durchgeführt werden muss.

7.5.3 An mehr als einer Position betriebenes Hammerwerk

Der Standard-Trittschallpegel bzw. der Norm-Trittschallpegel wird berechnet, wie in 7.3.3 beschrieben.

7.5.4 Kreis

Der kreisförmige Weg ist in Bild 1 dargestellt. Die aufrecht stehende Bedienungsperson muss das Mikrofon oder das Schallpegelmessgerät mit ausgestrecktem Arm halten und ihren Körper dabei in einem Winkel von 270° bis 360° drehen. Die Kreisebene muss geneigt sein, um einen großen Anteil des zulässigen Raumbereichs zu erfassen, und darf nicht in einer Ebene liegen, die weniger als 10° gegen die Raumbooberflächen (Wand, Decke oder Unterdecke) geneigt ist. Erforderlichenfalls können die Knie gebeugt werden, um die Gesamthöhe des Mikrofons zu verringern; dies sollte immer dann erfolgen, wenn der Weg an anderer Stelle im Raum wiederholt wird. Um die von der Bedienungsperson verursachten Geräusche auf ein Mindestmaß zu verringern, kann es hilfreich sein, die Messung in der Mitte des Weges zu unterbrechen, sodass die Bedienungsperson die Körperhaltung ändern kann, bevor sie die Abtastung fortsetzt.

Die Bedienungsperson muss versuchen, während der Abtastung eine konstante Winkelgeschwindigkeit beizubehalten. Die Winkelgeschwindigkeit darf höchstens etwa 20° je Sekunde betragen.

7.5.5 Helix

Der helixförmige Weg ist in Bild 1 dargestellt. Die Bedienungsperson hält das Mikrofon oder das Schallpegelmessgerät mit ausgestrecktem Arm, wobei die Ausgangsposition 0,5 m oberhalb der Decke liegt, danach dreht sie den Körper mindestens zweimal über 360° aus der hockenden in die stehende Haltung, wobei die Bewegung in einer Position endet, an der das Mikrofon nicht weiter als 0,5 m von der Decke entfernt ist. Um die von der Bedienungsperson verursachten Geräusche auf ein Mindestmaß zu verringern, kann es hilfreich sein, die Messung in der Mitte des Weges zu unterbrechen, sodass die Bedienungsperson die Körperhaltung ändern kann, bevor sie die Abtastung fortsetzt.

Die Bedienungsperson muss versuchen, während der Abtastung eine konstante Winkelgeschwindigkeit beizubehalten. Die Winkelgeschwindigkeit darf höchstens etwa 20° je Sekunde betragen.

7.5.6 Zylindrisch

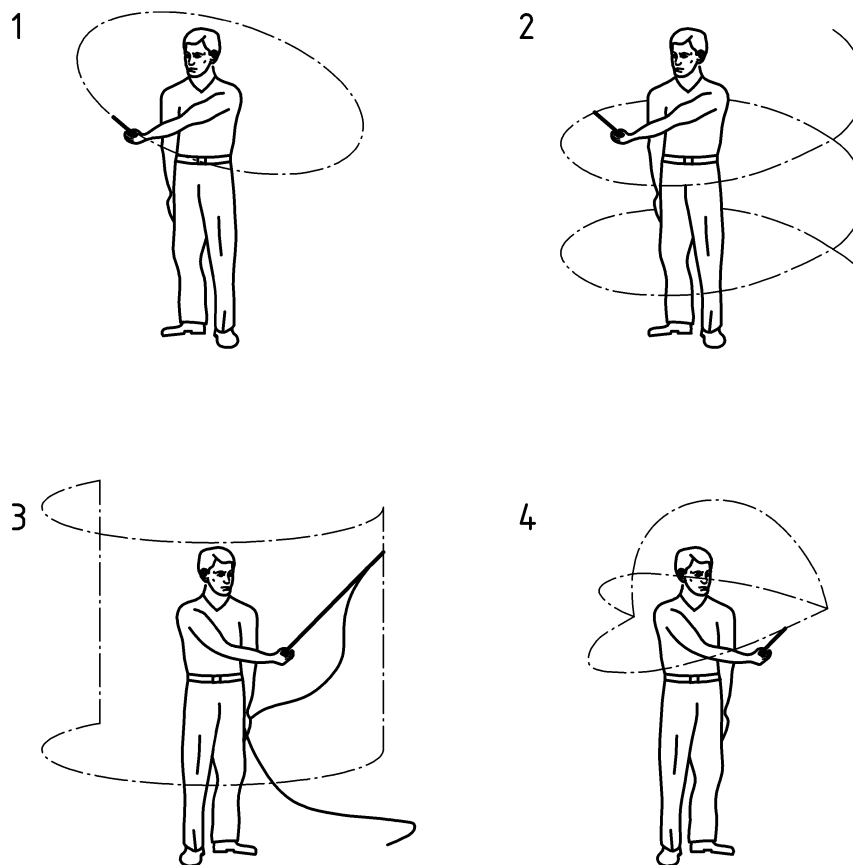
Der zylindrische Weg ist in Bild 1 dargestellt. Die Bedienungsperson muss eine 0,3 m bis 0,9 m lange Verlängerungsstange einsetzen, um das Mikrofon zu halten. Bei einer rechtshändigen Bedienungsperson beginnt der Weg 0,5 m oberhalb der Decke, ausgehend von einer etwa 90° nach links verlagerten Position, aus der die Stange parallel zum Boden entlang eines kreisförmigen Weges bewegt wird, sodass ein Winkel von etwa 220° erfasst wird. Der Bogen setzt sich entlang einer geraden Linie vertikal nach oben fort, bis das Mikrofon 0,5 m von der Unterdecke entfernt ist; anschließend werden durch einen weiteren kreisförmigen Bogen etwa 220° in der entgegengesetzten Richtung erfasst, bevor die Bewegung entlang einer vertikalen geraden Linie wieder abwärts zum Ausgangspunkt verläuft. Für linkshändige Bedienungspersonen werden die Richtungen umgekehrt.

Während der kreisförmigen Abschnitte des Weges muss die Bedienungsperson versuchen, eine konstante Winkelgeschwindigkeit zu erreichen. Die höchste Winkelgeschwindigkeit darf etwa 20° je Sekunde und die höchste Geschwindigkeit für die geraden Wegabschnitte etwa 0,25 m/s betragen.

7.5.7 Drei Halbkreise

Der drei Halbkreise umfassende Weg ist in Bild 1 dargestellt. Die aufrecht stehende Bedienungsperson muss das Mikrofon oder das Schallpegelmessgerät mit ausgestrecktem Arm halten und dabei drei Halbkreise abtasten, die einen Abstand von etwa 45° bis 60° zueinander aufweisen. Die Ebenen der einzelnen Halbkreise dürfen nicht in einer Ebene liegen, die weniger als 10° gegen die Raumboflächen (Wand, Decke oder Unterdecke) geneigt ist. Erforderlichenfalls dürfen die Knie gebeugt werden, um die Gesamthöhe des Mikrofons zu verringern; dies sollte dann erfolgen, wenn der Weg an anderer Stelle im Raum wiederholt wird.

Die Bedienungsperson muss versuchen, für jeden der drei Halbkreise eine konstante Winkelgeschwindigkeit zu erreichen. Die Winkelgeschwindigkeit darf höchstens etwa 20° je Sekunde betragen.



Legende

- 1 Kreis
- 2 Helix
- 3 Zylindrisch
- 4 Drei Halbkreise

Bild 1 — Wege für die manuelle Abtastung

7.6 Mindestabstände für Mikrofonpositionen

Für das Standardverfahren stellen die folgenden Abstände die Mindestwerte dar und müssen überschritten werden, sofern dies möglich ist:

- a) 0,7 m zwischen festen Mikrofonpositionen;
- b) 0,5 m zwischen jeder Mikrofonposition und den Raumgrenzen;
- c) 1,0 m zwischen jeder Mikrofonposition und dem durch die Trittschallquelle angeregten Trennbauteil.

7.7 Mittelungszeiten für das Hammerwerk als Trittschallquelle

7.7.1 Feste Mikrofonpositionen

Die Mittelungszeit an jeder einzelnen Mikrofonposition muss im Frequenzbereich von 100 Hz bis 400 Hz mindestens 6 s betragen. Für 500 Hz bis 5 000 Hz ist es zulässig, die Zeit auf mindestens 4 s zu verringern. Für 50 Hz bis 80 Hz muss die Mittelungszeit an jeder einzelnen Mikrofonposition mindestens 15 s betragen.

7.7.2 Kontinuierlich mechanisch bewegtes Mikrofon

Die Mittelungszeit muss eine ganze Anzahl an vollständigen Bahnen abdecken und für 100 Hz bis 5 000 Hz mindestens 30 s sowie für 50 Hz bis 80 Hz mindestens 60 s betragen.

7.7.3 Mikrofon mit manueller Abtastung

Die Mittelungszeit muss eine ganze Anzahl an vollständigen Wegen abdecken und für 100 Hz bis 5 000 Hz mindestens 30 s sowie für 50 Hz bis 80 Hz mindestens 60 s betragen.

7.8 Berechnung der energetisch gemittelten Schalldruckpegel

7.8.1 Feste Mikrofonpositionen für das Hammerwerk als Trittschallquelle

Der energetisch gemittelte Schalldruckpegel im Empfangsraum wird nach Gleichung (10) bestimmt:

$$L_i = 10 \lg \left(\frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2}{np_0^2} \right) \quad (10)$$

Dabei ist bzw. sind

$p_1^2, p_2^2, \dots, p_n^2$ die Mittelwerte des Quadrats der Schalldrücke an n verschiedenen Mikrofonpositionen im Raum;

p_0 der Bezugs-Schalldruck, der 20 µPa beträgt.

In der Praxis werden die Schalldruckpegel üblicherweise gemessen, und der energetisch gemittelte Schalldruckpegel muss nach Gleichung (11) bestimmt werden:

$$L_i = 10 \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{L_j/10} \right) \quad (11)$$

Dabei sind

$L_1, L_2, \dots, L_n$ die Schalldruckpegel an n verschiedenen Mikrofonpositionen im Raum.

7.8.2 Kontinuierlich mechanisch bewegtes Mikrofon und Mikrofon mit manueller Abtastung für das Hammerwerk als Trittschallquelle

Der energetisch gemittelte Schalldruckpegel im Empfangsraum wird nach Gleichung (12) bestimmt:

$$L_i = 10 \lg \left(\frac{\frac{1}{T_m} \int_0^{T_m} p^2(t) dt}{p_0^2} \right) \quad (12)$$

Dabei ist

p der Schalldruck, in Pascal;

T_m die Mittelungszeit, in Sekunden.

Werden mehrere Bahnen durchlaufen oder Abtastungen im selben Raum vorgenommen, wird der energetisch gemittelte Schalldruckpegel im Raum nach Gleichung (13) bestimmt:

$$L_i = 10 \lg \left(\frac{10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10}}{n} \right) \quad (13)$$

Dabei sind $L_1, L_2, \dots, L_n$ energetisch gemittelte Schalldruckpegel aus n verschiedenen Bahnen/Abtastungen im Raum.

7.8.3 Feste Mikrofonpositionen für den Gummiball als Trittschallquelle

Für jede Gummiballposition j wird der maximale energetisch gemittelte Trittschallpegel $L_{i,Fmax,j}$ im Empfangsraum nach Gleichung (14) bestimmt:

$$L_{i,Fmax,j} = 10 \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n 10^{L_{i,Fmax,j,k}/10} \right) \quad (14)$$

Dabei sind $L_{i,Fmax,j,1}, L_{i,Fmax,j,2}, \dots, L_{i,Fmax,j,n}$ die maximalen Schalldruckpegel für die Gummiballposition j an n verschiedenen Mikrofonpositionen im Raum.

8 Verfahren für die Messung des Schalldruckpegels bei tiefen Frequenzen mit dem Hammerwerk als Trittschallquelle

8.1 Allgemeines

Das Verfahren bei tiefen Frequenzen muss für die 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Terzbänder im Empfangsraum angewendet werden, wenn dessen Volumen kleiner als 25 m³ ist (gerundet auf den nächsten Kubikmeter). Messungen des Schalldruckpegels werden durchgeführt, um den höchsten Pegel in den Ecken des Empfangsraums bei eingeschaltetem Hammerwerk sowie den Hintergrundgeräuschpegel im Empfangsraum bei ausgeschaltetem Hammerwerk zu bestimmen.

8.2 Erzeugung des Schallfeldes

8.2.1 Allgemeines

Der Schall muss mit dem Norm-Hammerwerk erzeugt werden. Anforderungen an das Hammerwerk sind in Anhang A festgelegt.

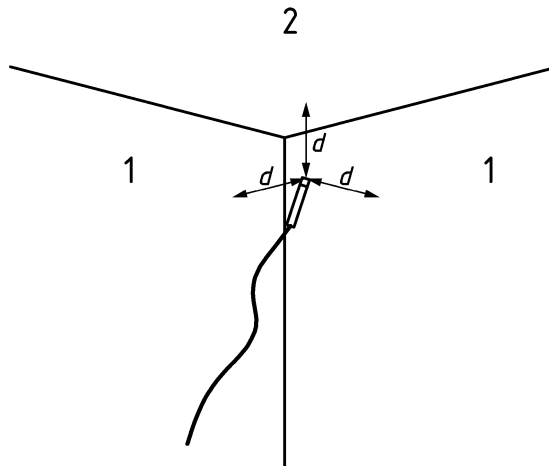
8.2.2 Trittschallquellenpositionen

Das Hammerwerk muss an mindestens zwei der Positionen betrieben werden, die für das Standardverfahren angewendet werden und die in 7.2.2 angegebenen Anforderungen erfüllen.

8.3 Mikrofonpositionen

Für das Verfahren bei tiefen Frequenzen muss ein feststehendes Mikrofon in den Raumecken in einem Abstand von 0,3 m bis 0,4 m zu den die Ecke bildenden Raumgrenzen angeordnet werden – siehe das Beispiel in Bild 2.

ANMERKUNG Die Abstände von den einzelnen die Ecke bildenden Raumgrenzen brauchen nicht gleich zu sein. So kann das Mikrofon z. B. in einem Abstand von 0,3 m zu einer Grenze, von 0,35 m zu einer weiteren Grenze und von 0,4 m zur verbleibenden Grenze angeordnet werden.



Legende

- 1 Wand
- 2 Unterdecke

ANMERKUNG Dies ist ein illustratives Beispiel von nur einer möglichen Eckposition in einem Raum.

Bild 2 — Beispiel einer Mikrofonposition in einer Ecke, bei der der Abstand d zwischen 0,3 m und 0,4 m betragen muss

Für jede Trittschallquellenposition müssen mindestens vier Ecken mit Hilfe eines feststehenden oder eines manuell gehaltenen Mikrofons gemessen werden.

Für jeden Satz von vier Eckmessungen sollten sich zwei Eckpositionen in Bodenhöhe und zwei in Höhe der Decke befinden. Diese Ecken dürfen an die Trennbauteile angrenzen, müssen dies jedoch nicht. Es müssen Ecken genutzt werden, die durch drei sich schneidende Oberflächen gebildet werden (z. B. Wände, Türen, Fenster, Decke oder Unterdecke), die eine Fläche von jeweils mindestens $0,5 \text{ m}^2$ aufweisen und senkrecht zueinander stehen, und in denen sich keine Gegenstände wie Möbel in einem Abstand von weniger als 0,5 m zu dieser Ecke befinden. Ist dies nicht möglich, können Ecken genutzt werden, bei denen die drei sich schneidenden Oberflächen Winkel von 45° bis 135° zwischen Oberflächenpaaren aufweisen und/oder bei denen nahe den drei sich schneidenden Oberflächen Gegenstände angeordnet sind und/oder bei denen ein Gegenstand, wie z. B. ein Schrank, eine der sich schneidenden Oberflächen bildet.

Für die 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Terzbänder wird der energetisch gemittelte Schalldruckpegel bei tiefen Frequenzen für den Sende- und/oder den Empfangsraum nach 8.5 berechnet; anschließend wird der Standard-Trittschallpegel nach Gleichung (1) oder der Norm-Trittschallpegel nach Gleichung (2) berechnet.

8.4 Mittelungszeit

Für das Verfahren bei tiefen Frequenzen muss die Mittelungszeit an jeder einzelnen Mikrofonposition mindestens 15 s betragen.

8.5 Berechnung der energetisch gemittelten Trittschallpegel bei tiefen Frequenzen

Wird das Hammerwerk an einer Position betrieben (wobei anschließend weitere Messungen mit diesem Hammerwerk an anderen Positionen vorgenommen werden), so wird, nachdem alle geforderten Korrekturen um das Hintergrundgeräusch nach 9.2 vorgenommen wurden, der höchste Schalldruckpegel aus dem Satz der gemessenen Ecken für jedes der 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Bänder bestimmt. Für jedes Frequenzband wird der Schalldruckpegel der Ecke dann nach Gleichung (15) berechnet:

$$L_{i, \text{Corner}} = 10 \lg \left(\frac{p_{\text{Corner, TM1}}^2 + p_{\text{Corner, TM2}}^2 + \dots + p_{\text{Corner, TMq}}^2}{q p_0^2} \right) \quad (15)$$

Dabei ist bzw. sind

$p_{\text{Corner, TM1}}, p_{\text{Corner, TM2}}, \dots, p_{\text{Corner, TMq}}$ die höchsten Mittelwerte des Quadrats des Schalldrucks (die, falls nötig, um das Hintergrundgeräusch korrigiert wurden) aus den Eckmessungen entsprechend den q Hammerwerkspositionen;

p_0 der Bezugs-Schalldruck, der 20 µPa beträgt.

ANMERKUNG Für jedes der 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Bänder können die für die Berechnung von $L_{i, \text{Corner}}$ erforderlichen Mittelwerte des Quadrats des Schalldrucks von verschiedenen Ecken im Raum stammen.

Der energetisch gemittelte Schalldruckpegel bei tiefen Frequenzen in den 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Bändern wird nach Gleichung (16) durch Kombination des nach dem Standardverfahren ermittelten L_i und des nach dem Verfahren bei tiefen Frequenzen ermittelten $L_{i, \text{Corner}}$ berechnet:

$$L_{i, \text{LF}} = 10 \lg \left[\frac{10^{0,1L_{i, \text{Corner}}} + (2 \cdot 10^{0,1L_i})}{3} \right] \quad (16)$$

9 Hintergrundgeräusch (Standardverfahren und Verfahren bei tiefen Frequenzen)

9.1 Allgemeines

Messungen der Hintergrundgeräuschpegel müssen durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass der Signalpegel im Empfangsraum nicht durch das Hintergrundgeräusch beeinflusst wird, und um eine Korrektur nach 9.2 zu ermöglichen. Fremdschall, wie z. B. Geräusche von außerhalb des Prüfraums, elektrisches Nebensprechen im Empfangssystem, für das kontinuierlich bewegte Mikrofon eingesetzte mechanische Vorrichtungen sowie Bedienungspersonen im Prüfraum tragen sämtlich zum Hintergrundgeräuschpegel bei.

Es wird empfohlen, durch Überprüfung sicherzustellen, dass das Schallpegelmessgerät keine Störsignale beim Drücken von Knöpfen zum Starten, Unterbrechen oder Beenden der Messung einbringt.

Bedienungspersonen stellen eine potentielle Quelle für Hintergrundgeräusche dar, wenn sie a) feststehende Mikrofonpositionen nutzen, bei denen die Bedienungsperson im Empfangsraum bleibt, b) handgehaltene Mikrofone nutzen oder c) Mikrofone mit manueller Abtastung nutzen. Durch die Bedienungsperson selbst erzeugte Geräusche können sich aus Quellen wie der Bekleidung, den Schuhen oder den Arm- und Kniegelenken ergeben. Bei a), b) und c) muss die Bedienungsperson mindestens eins der folgenden drei Verfahren anwenden, um zu versuchen, die selbst erzeugten Geräusche im Empfangsraum zu identifizieren: 1) der zeitliche Ablauf des A-bewerteten Schalldruckpegels (Zeitbewertung „Schnell“), um ungewöhnliche transiente Ereignisse zu erkennen; 2) die Differenz zwischen dem maximalen Schalldruckpegel bei Zeitbewertung „Schnell“ und dem äquivalenten Dauer-Schalldruckpegel in Frequenzbändern, um ungewöhnliche transiente Ereignisse anzuzeigen; und 3) ihr eigenes Gehör, jedoch nur in Fällen, in denen kein Gehörschutz erforderlich ist und angewendet wird. Unter Anwendung eines oder mehrerer dieser Verfahren muss die Bedienungsperson sicherstellen, dass die durch ihre Bewegungen und Tätigkeiten bei den Schalldruckpegelmessungen des Signalpegels selbst erzeugten Geräusche denen bei den Messungen des Hintergrundgeräuschs vergleichbar sind.

Bei Mikrofonen mit manueller Abtastung muss die Bedienungsperson die Messung des Hintergrundgeräuschs mit der gleichen Art von manuellem Abtastweg durchführen wie bei der Messung des Signalpegels.

Beim Verfahren bei tiefen Frequenzen muss in jeder für die Berechnung des Schalldruckpegels der Ecken genutzten Ecke eine Messung des Hintergrundgeräuschs durchgeführt werden.

ANMERKUNG Für jedes der 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Bänder können die Werte für $L_{i,Corner}$ mit verschiedenen Ecken im Raum assoziiert sein; daher kann für jedes Band eine individuelle Korrektur des Signalpegels um das Hintergrundgeräusch erforderlich sein.

Die Mindest-Mittelungszeiten für die Messung des Hintergrundgeräuschs müssen die Anforderungen nach 7.7 erfüllen. Die Nutzung einer Mittelungszeit, die diesen Mindestzeiten genau entspricht, ist nur dann angemessen, wenn das Hintergrundgeräusch stetig und kontinuierlich ist; anderenfalls müssen längere Mittelungszeiten verwendet werden.

Zur Überprüfung auf elektrisches Rauschen im Empfangssystem wird das Mikrofon durch eine Mikrofonattrappe ersetzt.

9.2 Korrektur des Signalpegels um das Hintergrundgeräusch

Für das Standard-Verfahren und das Verfahren bei tiefen Frequenzen muss der Hintergrundgeräuschpegel mindestens 6 dB (und vorzugsweise mehr als 10 dB) unterhalb der Kombination aus Signal- und Hintergrundgeräuschpegel für jedes Frequenzband liegen. Beträgt die Pegeldifferenz weniger als 10 dB, aber mehr als 6 dB, so werden die Korrekturen des energetisch gemittelten Trittschallpegels, des Trittschallpegels der Ecke und des maximalen energetisch gemittelten Trittschallpegels nach Gleichung (17) berechnet:

$$L = 10 \lg(10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10}) \quad (17)$$

Dabei ist

L der angepasste Signalpegel, in Dezibel;

L_{sb} die Kombination aus Signal- und Hintergrundgeräuschpegel, in Dezibel;

L_b der Hintergrundgeräuschpegel, in Dezibel.

Die Werte für L_{sb} und L_b müssen vor der Anwendung in Gleichung (17) auf eine Dezimalstelle reduziert werden. Dies erfolgt, indem der den angegebenen Werten am nächsten liegende Wert, in Zehntel dB, genommen wird, sodass XX,XYZZZ... auf XX,X gerundet wird, wenn Y kleiner als 5 ist, und auf XX,X + 0,1, wenn Y mindestens 5 beträgt.

Beträgt die Pegeldifferenz in einem beliebigen Frequenzband höchstens 6 dB, wird der Korrekturwert von 1,3 dB angewendet. Für jedes Frequenzband, auf das dies beim Standardverfahren und/oder beim Verfahren bei tiefen Frequenzen zutrifft, muss im Bericht eindeutig angegeben werden, dass eine Korrektur um 1,3 dB vorgenommen wurde und dass die Werte an der Messgrenze liegen.

ANMERKUNG Der mit Hilfe des Gummiballs gemessene maximale energetisch gemittelte Trittschallpegel wird nicht um einen Hintergrundgeräuschpegel korrigiert, der unter Anwendung des maximalen Schalldruckpegels beschrieben wird. Der Grund besteht in der Schwierigkeit, die Wahrscheinlichkeit dafür zu bestimmen, dass der das Hintergrundgeräusch repräsentierende maximale Pegel den Signalpegel beeinträchtigt hat, der aufgrund der Stöße mit dem Gummiball gemessen wurde.

10 Nachhallzeit im Empfangsraum (Standardverfahren und Verfahren bei tiefen Frequenzen)

10.1 Allgemeines

In diesem Abschnitt wird das Standardverfahren, das im Empfangsraum für alle Messungen der Nachhallzeit angewendet werden muss, sowie ein Verfahren bei tiefen Frequenzen beschrieben, das angewendet werden muss, wenn das Volumen des Empfangsraums weniger als 25 m³ beträgt (gerundet auf den nächsten Kubikmeter).

Die Nachhallzeiten müssen unter Anwendung des Verfahrens des abgeschalteten Rauschens oder des Verfahrens der integrierten Impulsantwort nach ISO 3382-2 bzw. ISO 18233 gemessen werden. Das Standardverfahren wird bevorzugt, das Präzisionsverfahren darf jedoch angewendet werden.

Die Bewertung der Nachhallzeit auf der Grundlage der Abklingkurve muss 5 dB unterhalb des Ausgangsschalldruckpegels beginnen. Der bevorzugte Bewertungsbereich beträgt 20 dB. Die untere Grenze des Bewertungsbereiches muss mindestens 10 dB oberhalb des Gesamt-Hintergrundgeräuschpegels liegen.

Jede Bedienungsperson, die sich während der Schalldruckpegelmessung im Empfangsraum befunden hat, muss sich auch für die Messungen der Nachhallzeit im Empfangsraum aufhalten. Die Bedienungsperson darf sich im Raum aufhalten, wobei das Mikrofon an einem Stativ fixiert ist oder die Bedienungsperson ein manuell gehaltenes Mikrofon an einer festen Position nutzt; in beiden Fällen muss der Abstand des Oberkörpers der Bedienungsperson zum Mikrofon ständig mindestens eine Armlänge betragen.

Zur Bestimmung des Norm-Trittschallpegels wird die äquivalente Schallabsorptionsfläche nach Gleichung (6) aus der Nachhallzeit berechnet.

10.2 Erzeugung des Schallfeldes

Ein oder mehrere Lautsprecher wird/werden an festen Positionen eingesetzt, die den Anforderungen an die Richtwirkung nach Anhang B entsprechen. Lautsprecher dürfen gleichzeitig angewendet werden, vorausgesetzt, sie sind von der gleichen Art und werden mit dem gleichen Pegel durch vergleichbare, jedoch nicht korrelierende Signale betrieben.

Für das Standardverfahren muss der im Raum erzeugte Schall stationär sein und über den betrachteten Frequenzbereich ein kontinuierliches Spektrum aufweisen. Parallelmessungen über den geforderten Bereich von Terzbändern dürfen mit Hilfe eines Breitbandrauschsignals erfolgen. Wird das Quellensignal für jedes geprüfte Frequenzband gefiltert, so wird ein Filter mit einer entsprechenden Mittenfrequenz und einer Bandbreite von mindestens einer Terz verwendet.

Für das Verfahren bei tiefen Frequenzen muss der im Raum erzeugte Schall stationär sein und mindestens über den durch das 63-Hz-Oktavband abgedeckten Frequenzbereich ein kontinuierliches Spektrum aufweisen.

10.3 Standardverfahren

Beim Standardverfahren muss das in 10.5 beschriebene Verfahren des abgeschalteten Rauschens oder das in 10.6 beschriebene Verfahren der integrierten Impulsantwort angewendet werden; dies gilt für alle Terzbänder zwischen 50 Hz und 5 000 Hz, sofern der Empfangsraum ein Volumen von mehr als 25 m³ aufweist (gerundet auf den nächsten Kubikmeter), sowie für alle Terzbänder zwischen 100 Hz und 5 000 Hz, sofern der Empfangsraum ein Volumen von weniger als 25 m³ aufweist (gerundet auf den nächsten Kubikmeter).

10.4 Verfahren bei tiefen Frequenzen

Das Verfahren bei tiefen Frequenzen muss das in 10.5 beschriebene Verfahren des abgeschalteten Rauschens oder das in 10.6 beschriebene Verfahren der integrierten Impulsantwort einsetzen, wenn das Volumen des Empfangsraums weniger als 25 m³ beträgt (gerundet auf den nächsten Kubikmeter). Dieses Verfahren erfordert, dass die Nachhallzeit nicht in den 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Terzbändern, sondern im 63-Hz-Oktavband gemessen wird und dass dieser einzelne Messwert genutzt wird, um die 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Bänder in der Berechnung von L'_{nT} und/oder L'_n und/oder $L'_{i,Fmax,V,T}$ zu repräsentieren.

ANMERKUNG 1 Bei kleinen Raumvolumen liegen relativ wenige Raummoden vor, die die Abklingkurve in den 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Bändern bestimmen. Daher ist die Anwendung von 20-dB- oder 30-dB-Bewertungsbereichen auf die Abklingkurven von Terzbändern anfällig für Fehler, weil Abklingkurven mit einem einzelnen Anstieg üblicherweise nur auftreten, wenn in jedem Frequenzband zahlreiche Moden vorliegen. Dieses Problem kann teilweise durch die Anwendung des 63-Hz-Oktavbandfilters behoben werden.

ANMERKUNG 2 In Gebäuden mit Holz- oder Stahlrahmenkonstruktion mit Gipskarton- oder Holzauskleidung können die Nachhallzeiten in den 50-Hz-, 63-Hz- und 80-Hz-Bändern so kurz sein, dass die Abklingkurve durch die Abklingzeit der Terzbandfilter im Analysator beeinflusst wird. Dies kann durch Anwendung eines 63-Hz-Oktavbandfilters vermieden werden, da dieser eine größere Bandbreite aufweist, die die Messung kürzerer Nachhallzeiten erlaubt.

10.5 Verfahren des abgeschalteten Rauschens

Bei festen Mikrofonpositionen oder manuell gehaltenen Mikrofonen beträgt die für jedes Frequenzband erforderliche Mindestanzahl der Messungen sechs. Es muss bzw. müssen mindestens eine Lautsprecherposition mit drei festen Mikrofonpositionen und zwei Messungen an jeder Position oder sechs feste Mikrofonpositionen mit einer Messung je Position angewendet werden.

Bei einem kontinuierlich mechanisch bewegten Mikrofon beträgt die für jedes Frequenzband erforderliche Mindestanzahl der Messungen sechs. Es muss mindestens eine Lautsprecherposition mit sechs Messungen entlang der Mikrofonbahn angewendet werden.

10.6 Verfahren der integrierten Impulsantwort

Für das Verfahren der integrierten Impulsantwort müssen für die Messung der Nachhallzeit feste Mikrofonpositionen angewendet werden.

Bei Anwendung einer Impulsquelle beträgt die für jedes Frequenzband erforderliche Mindestanzahl der Messungen sechs. Es sind mindestens eine Quellenposition und sechs feste Mikrofonpositionen anzuwenden.

Die Nachhallzeit muss durch Integration des Quadrats der Impulsantwort in umgekehrter Zeitrichtung berechnet werden.

11 Umwandlung in Oktavbänder

Wird für das Hammerwerk als Trittschallquelle der Standard-Trittschallpegel oder der Norm-Trittschallpegel in Oktavbändern benötigt, müssen diese Werte nach Gleichung (18) bzw. (19) aus den drei Terzbandwerten jedes Oktavbandes berechnet werden:

$$L'_{nT,oct} = 10 \lg \left(\sum_{n=1}^3 10^{L'_{nT, \frac{1}{3}oct, n}/10} \right) \quad (18)$$

$$L'_{n,oct} = 10 \lg \left(\sum_{n=1}^3 10^{L'_{n, \frac{1}{3}oct, n}/10} \right) \quad (19)$$

Wird für den Gummiball als Trittschallquelle der maximale Standard-Trittschallpegel in Oktavbändern benötigt, müssen diese Werte nach Gleichung (20) aus den drei Terzbandwerten in jedem Oktavband berechnet werden:

$$L'_{i,Fmax,V,T,oct} = 10 \lg \left(\sum_{n=1}^3 10^{L'_{i,Fmax,V,T,\frac{1}{3}oct,n}/10} \right) \quad (20)$$

Die Terzbandwerte müssen vor der Anwendung in den Gleichungen (18), (19) und (20) auf eine Dezimalstelle reduziert werden. Dies erfolgt, indem der den angegebenen Werten am nächsten liegende Wert, in Zehntel dB, genommen wird, sodass XX,XYZZZ... auf XX,X gerundet wird, wenn Y kleiner als 5 ist, und auf XX,X + 0,1, wenn Y mindestens 5 beträgt. Die Endergebnisse werden mit einer Grenzabweichung von höchstens 0,1 dB angegeben

12 Angabe der Ergebnisse

Für die Angabe der Trittschalldämmung müssen die Messergebnisse L'_{nT} bzw. L'_n , in Dezibel, bei allen Messfrequenzen in Terzbändern auf eine Dezimalstelle sowohl in Tabellen- als auch in Kurvenform angegeben werden.

Die Diagramme im Prüfbericht müssen den Wert, in Dezibel, auf einer logarithmischen Skala über der Frequenz abbilden; hierbei sind folgende Maße anzuwenden:

- a) 5 mm für ein Terzband;
- b) 20 mm für 10 dB.

Das bevorzugte Format der Diagramme ist in Anhang C angegeben, zusammen mit dem Begleittext, der alle relevanten Angaben zum Prüfstandort, zum Aufbau, zum Verfahren und zu den Ergebnissen enthält.

13 Unsicherheit

Die Unsicherheit des Messergebnisses muss nach dem in ISO 12999-1 angegebenen Verfahren bestimmt werden.

14 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- a) Verweisung auf die vorliegende Internationale Norm und das Jahr der Veröffentlichung (d. h. ISO 16283-2:2015);
- b) Name der Organisation, die die Messungen durchgeführt hat;
- c) Name und Anschrift der Organisation oder Person, die die Prüfung in Auftrag gegeben hat (Auftraggeber);
- d) Datum der Prüfung;
- e) Beschreibung und Kennzeichnung der Gebäudestruktur (Adresse oder sonstige unzweideutige Identifizierung) und der Prüfanordnung (einschließlich jeglicher zu Prüfzwecken am Rauminhalt vorgenommener vorübergehender Änderungen, z. B. die Einführung von Diffusoren – siehe Abschnitt 6);
- f) Volumen des Empfangsraums (gerundet auf den nächsten Kubikmeter);