

DIN EN ISO 10140-4

ICS 91.120.20

Ersatzvermerk
siehe unten

**Akustik –
Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand –
Teil 4: Messverfahren und Anforderungen (ISO 10140-4:2010);
Deutsche Fassung EN ISO 10140-4:2010**

Acoustics –

Laboratory measurement of sound insulation of building elements –
Part 4: Measurement procedures and requirements (ISO 10140-4:2010);
German version EN ISO 10140-4:2010

Acoustique –

Mesurage en laboratoire de l'isolation acoustique des éléments de construction –
Partie 4: Exigences et modes opératoires de mesure (ISO 10140-4:2010);
Version allemande EN ISO 10140-4:2010

Ersatzvermerk

Mit DIN EN ISO 10140-1:2010-12, DIN EN ISO 10140-2:2010-12, DIN EN ISO 10140-3:2010-12 und
DIN EN ISO 10140-5:2010-12 Ersatz für DIN EN 20140-10:1992-09, DIN EN ISO 140-1:2005-03,
DIN EN ISO 140-3:2005-03, DIN EN ISO 140-6:1998-12, DIN EN ISO 140-8:1998-03,
DIN EN ISO 140-11:2005-08 und DIN EN ISO 140-16:2006-11

Gesamtumfang 22 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN
Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI
Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 10140-4:2010) wurde vom Komitee ISO/TC 43/SC 2 „Building acoustics“, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird, in Abstimmung mit dem Technischen Komitee CEN/TC 126 „Akustische Eigenschaften von Baustoffen und Bauteilen und von Gebäuden“, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird, erarbeitet. Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-02-31 AA „Schalldämmung und Schallabsorption, Messung und Bewertung“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Für die im Abschnitt 2 erwähnten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen.

ISO 3382-2	siehe DIN EN ISO 3382-2
ISO 10140-1	siehe DIN EN ISO 10140-1
ISO 10140-2	siehe DIN EN ISO 10140-2
ISO 10140-3	siehe DIN EN ISO 10140-3
ISO 10140-5	siehe DIN EN ISO 10140-5
ISO 10848-1	siehe DIN EN ISO 10848-1
ISO 18233	siehe DIN EN ISO 18233

Änderungen

Gegenüber DIN EN 20140-10:1992-09, DIN EN ISO 140-1:2005-03, DIN EN ISO 140-3:2005-03, DIN EN ISO 140-6:1998-12, DIN EN ISO 140-8:1998-03, DIN EN ISO 140-11:2005-08 und DIN EN ISO 140-16:2006-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Änderung der Norm-Nummer in DIN EN ISO 10140-4;
- b) die Messverfahren und Anforderungen betreffenden Festlegungen in DIN EN ISO 10140-4 zusammengefasst;
- c) Festlegungen, die nicht Messverhalten und Anforderungen betreffen in die Teile 1 bis 3 und 5 der DIN EN ISO 10140 eingefügt;
- d) Inhalt redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 52210: 1952-07, 1960x-03
DIN 52210-1: 1975-07, 1984-08
DIN 52210-2: 1977-04, 1981-08, 1984-08
DIN 52211: 1953-09
DIN EN 20140-3: 1995-05
DIN EN 20140-10: 1992-09
DIN EN ISO 140-1: 1998-03, 2005-03
DIN EN ISO 140-3: 2005-03
DIN EN ISO 140-6: 1998-12
DIN EN ISO 140-8: 1998-03
DIN EN ISO 140-11: 2005-08
DIN EN ISO 140-16: 2006-11

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

DIN EN ISO 10140-1, *Akustik — Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand — Teil 1: Anwendungsregeln für bestimmte Produkte*

DIN EN ISO 10140-2, *Akustik — Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand — Teil 2: Messung der Luftschalldämmung*

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 10848-1, *Akustik — Messung der Flankenübertragung von Luftschall und Trittschall zwischen benachbarten Räumen in Prüfständen — Teil 1: Rahmendokument*

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

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Akustik —
Messung der Schalldämmung von
Bauteilen im Prüfstand —
Teil 4: Messverfahren und Anforderungen
(ISO 10140-4:2010)

Acoustics —
Laboratory measurement of sound
insulation of building elements —
Part 4: Measurement procedures and requirements
(ISO 10140-4:2010)

Acoustique —
Mesurage en laboratoire de l'isolation
acoustique des éléments de construction —
Partie 4: Exigences et modes opératoires de mesure
(ISO 10140-4:2010)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. August 2010 angenommen.

Die CEN-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 Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, 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.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Messverfahren und Anforderungen	7
5 Messungen der Schalldämmung	13
Anhang A (informativ) Zusätzliche Verfahren zur Messung bei tiefen Frequenzen	16
Literaturhinweise	18

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 10140-4:2010) 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 vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2011, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2011 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 10140-10:1992, EN ISO 140-1:1997, EN ISO 140-3:1995, EN ISO 140-6:1998, EN ISO 140-8:1997, EN ISO 140-11:2005 und EN ISO 140-16:2006.

Unter dem allgemeinen Titel *Acoustics — Laboratory measurement of sound insulation of building elements* besteht ISO 10140 aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Application rules for specific products*
- *Teil 2: Measurement of airborne sound insulation*
- *Teil 3: Measurement of impact sound insulation*
- *Teil 4: Measurement procedures and requirements*
- *Teil 5: Requirements for test facilities and equipment*

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 10140-4:2010 wurde vom CEN als EN ISO 10140-4:2010 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

ISO 10140 (alle Teile) behandelt Prüfstandmessungen der Schalldämmung von Bauteilen (siehe Tabelle 1).

ISO 10140-1 legt die Anwendungsregeln für bestimmte Bauteile und Produkte fest, einschließlich besonderer Anforderungen an Vorbereitung, Befestigung, Betriebs- und Prüfbedingungen. ISO 10140-2 und ISO 10140-3 enthalten die allgemeinen Vorgehensweisen bei Messungen der Luftschalldämmung oder der Trittschalldämmung und verweisen, sofern zutreffend, auf diesen Teil von ISO 10140 und der ISO 10140-5. Auf Bauteile und Produkte, für die in ISO 10140-1 keine besondere Anwendungsregel beschrieben ist, können dennoch ISO 10140-2 und ISO 10140-3 angewendet werden. Dieser Teil von ISO 10140 enthält die grundlegenden Messverfahren und Prozesse. ISO 10140-5 enthält die Anforderungen an Prüfstände und Prüfeinrichtungen. Zum Aufbau von ISO 10140 (alle Teile), siehe Tabelle 1.

ISO 10140 (alle Teile) ist entstanden, um den Aufbau der Normen zu Messungen im Prüfstand und am Bau zu verbessern, die Einheitlichkeit zu wahren und zukünftige Änderungen und Ergänzungen hinsichtlich der Einbaubedingungen zu vereinfachen. Es ist vorgesehen, die ISO 10140 (alle Teile) als ein gut formuliertes und aufgebautes Format für Messungen am Prüfstand vorzulegen.

Es ist vorgesehen, ISO 10140-1 mit Anwendungsregeln für weitere Produkte zu aktualisieren. Es ist ebenfalls vorgesehen, die ISO 140-18 in die ISO 10140 (alle Teile) zu integrieren.

Tabelle 1 — Aufbau und Inhalt der ISO 10140 (alle Teile)

Relevante Teile der ISO 10140	Hauptzweck, Inhalt und Verwendung	Ausführlicher Inhalt
ISO 10140-1	Liefert die geeigneten Prüfverfahren für Bauteile und Produkte. Für bestimmte Bauteil-/Produktarten kann die Norm zusätzliche und genauere Anweisungen zu Messgrößen und Prüfbauteilgrößen und zur Vorbereitung und den Befestigungs- und Betriebsbedingungen enthalten. Sind keine bestimmten Einzelheiten angegeben, sind die allgemeinen Anleitungen aus ISO 10140-2 und ISO 10140-3 zu befolgen.	Entsprechende Verweisungen auf ISO 10140-2 und ISO 10140-3 sowie produktbezogene, spezifische und zusätzliche Hinweise in Bezug auf: <ul style="list-style-type: none"> — bestimmte zu messende Größen; — Größe des Prüfbauteils; — Rand- und Befestigungsbedingungen; — Vorbehandlung, Prüfung und Betriebsbedingungen; zusätzliche Angaben für den Prüfbericht.
ISO 10140-2	Liefert ein vollständiges Verfahren zur Messung der Luftschalldämmung unter Verweisung auf ISO 10140-4 und ISO 10140-5. Es ist ausreichend vollständig und umfassend, um Messungen an Produkten ohne bestimmte Anwendungsregeln durchzuführen, jedoch werden für Produkte mit bestimmten Anwendungsregeln die Messungen nach ISO 10140-1 durchgeführt, sofern verfügbar.	<ul style="list-style-type: none"> — Definition der wesentlichen zu messenden Größen; — allgemeine Befestigungs- und Randbedingungen; — allgemeines Messverfahren; — Datenverarbeitung; — Prüfbericht (allgemeine Angaben).
ISO 10140-3	Liefert ein vollständiges Verfahren zur Messung der Trittschalldämmung unter Verweisung auf ISO 10140-4 und ISO 10140-5. Es ist ausreichend vollständig und umfassend, um Messungen an Produkten ohne bestimmte Anwendungsregeln durchzuführen, jedoch werden für Produkte mit bestimmten Anwendungsregeln die Messungen nach ISO 10140-1 durchgeführt, sofern verfügbar.	<ul style="list-style-type: none"> — Definition der wesentlichen zu messenden Größen; — allgemeine Befestigungs- und Randbedingungen; — allgemeines Messverfahren; — Datenverarbeitung; — Prüfbericht (allgemeine Angaben).
ISO 10140-4	Liefert sämtliche erforderlichen grundlegenden Messverfahren und -prozesse für Messungen nach ISO 10140-2 und ISO 10140-3 oder Prüfstandseignungsprüfungen nach ISO 10140-5. Der Inhalt ist zum Großteil in Software implementiert.	<ul style="list-style-type: none"> — Definitionen; — Frequenzbereich; — Mikrofonpositionen; — Messungen des Schalldruckpegels; — Mittelwertbildung, räumlich und zeitlich; — Hintergrundgeräuschkorrektur; — Messungen der Nachhallzeit; — Messungen des Verlustfaktors; — Messungen bei tiefen Frequenzen; — abgestrahlte Schalleistung durch Schnellmessung.
ISO 10140-5	Liefert sämtliche erforderlichen Informationen zu Auslegung, Ausführung und Eignungsprüfung des Prüfstands, dessen Zusatzeinrichtungen und Messeinrichtungen (Hardware).	<p>Prüfstände, Auslegungskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Volumen, Maße; — Flankenübertragung; — Prüfstands-Verlustfaktor; — maximal erreichbares Schalldämm-Maß; — Nachhallzeit; — Einfluss fehlender Diffusivität im Prüfstand. <p>Prüföffnungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Normöffnungen für Wände und Decken; — sonstige Öffnungen (Fenster, Türen, kleine technische Bauteile); — Trennwände allgemein. <p>Anforderungen an Geräte:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Lautsprecher, Anzahl, Positionen; — Hammerwerk und sonstige Trittschallquellen; — Messeinrichtungen. <p>Bezugskonstruktionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Grundbauteile für Verbesserung der Luft- und Trittschalldämmung — entsprechende Bezugs-Leistungskurven.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der ISO 10140 legt die grundlegenden Verfahren zur Messung der Luftschall- und Trittschall-dämmung in Laborprüfständen fest.

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).

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

ISO 10140-1:2010, *Acoustics — Laboratory measurement of sound insulation of building elements — Part 1: Application rules for specific products*

ISO 10140-2, *Acoustics — Laboratory measurement of sound insulation of building elements — Part 2: Measurement of airborne sound insulation*

ISO 10140-3, *Acoustics — Laboratory measurement of sound insulation of building elements — Part 3: Measurement of impact sound insulation*

ISO 10140-5:2010, *Acoustics — Laboratory measurement of sound insulation of building elements — Part 5: Requirements for test facilities and equipment*

ISO 10848-1:2006, *Acoustics — Laboratory measurement of the flanking transmission of airborne and impact sound between adjoining rooms — Part 1: Frame document*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

energetisch gemittelter Schalldruckpegel in einem Raum

L

zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses des räumlichen und zeitlichen Mittelwerts des Quadrats des Schalldrucks zum Quadrat des Bezugsschalldrucks, wobei der räumliche Mittelwert über dem gesamten Raum gebildet wird, ausgenommen die Teile, bei denen das Direktfeld einer Schallquelle oder das Nahfeld der Raumbegrenzungen (Wände usw.) von deutlichem Einfluss ist

ANMERKUNG *L* wird in Dezibel angegeben.

3.2

Nachhallzeit

T

Zeit, die erforderlich wäre, damit der Schalldruckpegel in einem Raum um 60 dB abnimmt, nachdem die Schallquelle abgeschaltet wurde

ANMERKUNG 1 Die Nachhallzeit wird in Sekunden angegeben.

ANMERKUNG 2 Der zu bewertende Bereich ist durch die Zeiten definiert, zu denen die Abklingkurve zuerst 5 dB bzw. 25 dB unter dem Ausgangspegel erreicht.

3.3

Körperschall-Nachhallzeit

T_s

Zeit, die erforderlich wäre, damit der Beschleunigungspegel in einer Konstruktion um 60 dB abnimmt, nachdem die Körperschallquelle abgeschaltet wurde

ANMERKUNG 1 Die Körperschall-Nachhallzeit wird in Sekunden angegeben.

ANMERKUNG 2 T_s sollte mit linearer Extrapolation mit bedeutend kürzeren Bewertungsbereichen als 60 dB berechnet werden, vorzugsweise 15 dB oder 20 dB.

3.4

Hintergrundgeräuschpegel

gemessener Schalldruckpegel im Empfangsraum, der von allen Quellen außer dem Lautsprecher oder dem Hammerwerk im Senderraum stammt

3.5

kontinuierlich bewegtes Mikrofon

Mikrofon, das sich um einen festen Punkt

- a) mit konstanter Geschwindigkeit in einem Kreis bewegt, oder
- b) entlang eines Kreisbogens, der so groß wie möglich aber nicht kleiner als 270° ist, über eine festgelegte Zeitspanne hin und her bewegt

4 Messverfahren und Anforderungen

4.1 Frequenzbereich

Sämtliche Größen sind mit Terzbandfiltern zu messen, die mindestens die folgenden Mittenfrequenzen, in Hertz, aufweisen:

100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1 000, 1 250, 1 600, 2 000, 2 500, 3 150, 4 000, 5 000.

Sind zusätzliche Informationen im tieffrequenten Bereich erforderlich, werden Terzbandfilter mit den folgenden Mittenfrequenzen, in Hertz, verwendet:

50, 63, 80.

Anhang A enthält eine Anleitung zu zusätzlichen Messungen bei tiefen Frequenzen.

4.2 Messung der Schalldruckpegel

4.2.1 Allgemeines

Der energetisch gemittelte Schalldruckpegel ist unter Verwendung eines einzelnen Mikrofons zu ermitteln, das von einer Position zu nächsten bewegt wird, oder mit einer Gruppe fester Mikrofons oder mit einem kontinuierlich bewegten Mikrofon.

4.2.2 Mindestabstände zwischen Mikrofonpositionen

Die folgenden Abstände sind Mindestwerte und müssen möglichst überschritten werden:

- a) 0,7 m zwischen festen Mikrofonpositionen;
- b) 0,7 m zwischen einer Mikrofonposition und den Raumgrenzen;
- c) 0,7 m zwischen einer Mikrofonposition und Diffusoren;
- d) 1,0 m zwischen einer Mikrofonposition und dem Prüfbauteil;
- e) 1,0 m zwischen einer Mikrofonposition und der Schallquelle.

4.2.3 Mittelungszeiten

4.2.3.1 Feste Mikrofonpositionen

Die Dauer der Mittelwertbildung muss an jeder einzelnen Mikrofonposition in jedem Frequenzband mit einer Mittenfrequenz im Bereich von 100 Hz bis 400 Hz mindestens 6 s betragen. Für Bänder mit höheren Frequenzen darf die Dauer auf 4 s, jedoch nicht darunter, verringert werden.

4.2.3.2 Kontinuierlich bewegtes Mikrofon

Die Dauer der Mittelwertbildung muss eine ganze Anzahl von Bahnumläufen erfassen und darf nicht kleiner als 30 s sein. Bei Verwendung eines bewegten Lautsprechers muss die Messdauer gleich der Bewegungszeit des Lautsprechers sein, d. h. mindestens 30 s.

4.2.4 Energetisch gemittelter Schalldruckpegel

4.2.4.1 Feste Mikrofonpositionen

Der energetisch gemittelte Schalldruckpegel ist nach Gleichung (1) zu bestimmen.

$$L = 10 \lg \frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2}{np_0^2} \quad (1)$$

Dabei sind p_1, p_2, \dots, p_n die Effektivwerte der Schalldrücke an n unterschiedlichen Positionen im Raum.

In der Praxis werden die Schalldruckpegel üblicherweise gemessen und der energetisch gemittelte Pegel, L , ist nach Gleichung (2) zu bestimmen.

$$L = 10 \lg \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{L_j / 10} \quad (2)$$

Dabei sind L_1, L_2, \dots, L_n die Schalldruckpegel an n unterschiedlichen Positionen im Raum.

4.2.4.2 Kontinuierlich bewegtes Mikrofon

Der energetisch gemittelte Schalldruckpegel wird nach Gleichung (3) bestimmt.

$$L = 10 \lg \frac{\frac{1}{T_m} \int_0^{T_m} p^2(t) dt}{p_0^2} \quad (3)$$

Dabei ist

- p der Schalldruck, in Pascal;
- p_0 der Bezugsschalldruck mit 20 μPa ;
- T_m die Integrationszeit, in Sekunden.

4.3 Korrektur des Hintergrundgeräuschpegels

Es sind Messungen der Hintergrundgeräuschpegel durchzuführen, um sicherzustellen, dass die Beobachtungen im Empfangsraum nicht durch das Hintergrundgeräusch beeinflusst werden. Hintergrundgeräusche wie zum Beispiel Geräusche außerhalb des Prüfraums, elektrisches Rauschen im Empfangssystem oder elektrisches Nebensprechen zwischen dem Sende- und dem Empfangssystem tragen zum Hintergrundgeräuschpegel bei. Der Hintergrundgeräuschpegel muss in jedem Frequenzband mindestens 6 dB (und vorzugsweise mehr als 15 dB) unter dem Pegel der Kombination aus Signal und Hintergrundgeräusch liegen.

Ist die Pegeldifferenz geringer als 15 dB, jedoch größer als 6 dB, sind die Korrekturen des Signalpegels nach Gleichung (4) zu berechnen.

$$L = 10 \lg \left(10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10} \right) \quad (4)$$

Dabei ist

- L der korrigierte Signalpegel, in Dezibel;
- L_{sb} der Pegel der Kombination aus Signal und Hintergrundgeräusch, in Dezibel;
- L_b der Hintergrundgeräuschpegel, in Dezibel.

Ist die Pegeldifferenz in einem der Frequenzbänder kleiner als oder gleich 6 dB, muss der Korrekturwert von 1,3 dB angewendet werden. Für jedes Frequenzband, bei dem dies der Fall ist, ist im Prüfbericht deutlich anzugeben, dass eine Korrektur um 1,3 dB vorgenommen wurde und dass diese Werte die Messgrenze darstellen.

ANMERKUNG Um das elektrische Rauschen im Empfangssystem oder elektrisches Nebensprechen zwischen dem Sende- und dem Empfangssystem zu überprüfen, ist das Mikrofon durch eine Attrappe oder der Lautsprecher durch einen gleichwertigen Scheinwiderstand zu ersetzen.

4.4 Messung der Luftschalldämmung

4.4.1 Allgemeines

Der Schall ist im Senderraum mithilfe von Lautsprechern an mindestens zwei Positionen oder einem einzelnen Lautsprecher, der zu mindestens zwei Positionen bewegt wird oder durch einen bewegten Lautsprecher zu erzeugen. Zur Eignungsprüfung der Lautsprecher und Lautsprecherpositionen siehe ISO 10140-5:2010, Anhang D. Der Schalldruckpegel ist mit Mikrofonen an festen Positionen oder einem bewegten Mikrofon zu messen.

4.4.2 Messungen mit festen Mikrofonpositionen

- a) Bei Verwendung von mehr als einem Lautsprecher gleichzeitig oder einem bewegten Lautsprecher sind in jedem Raum mindestens fünf Mikrofonpositionen zu verwenden. Diese sind innerhalb des maximal zulässigen Bereichs in jedem Raum zu verteilen. Es dürfen keine zwei Mikrofone in derselben Ebene in Bezug auf die Raumbegrenzungen liegen.
- b) Bei Verwendung eines einzelnen Lautsprechers sind in jedem Raum je Lautsprecherposition mindestens fünf Mikrofonpositionen zu verwenden (zusätzliche Mikrofonpositionen können sich von der ersten Gruppe von Positionen unterscheiden). Jede Gruppe von Mikrofonpositionen ist innerhalb des maximal zulässigen Raums in jedem Raum zu verteilen. Es dürfen keine zwei Mikrofonpositionen in derselben Ebene in Bezug auf die Raumbegrenzungen liegen, und die Positionen dürfen kein regelmäßiges Raster ergeben.

4.4.3 Messungen mit einem kontinuierlich bewegten Mikrofon

- a) Bei Verwendung von mehr als einem Lautsprecher gleichzeitig oder einem bewegten Lautsprecher ist mindestens eine Messung mit einem kontinuierlich bewegten Mikrofon durchzuführen. Der Bahnradius muss mindestens 1 m betragen. Die Bahnebene muss geneigt sein, um einen großen Anteil des zulässigen Raumbereichs zu erfassen und darf sich nicht in einer Ebene befinden, die weniger als 10° gegen die Raumboflächen (Wand, Boden, Decke) geneigt ist. Die Dauer einer Bahnperiode darf nicht kleiner sein als 15 s.
- b) Bei Verwendung eines einzelnen Lautsprechers ist für jede Lautsprecherposition mindestens eine Messung mit einem kontinuierlich bewegten Mikrofon durchzuführen. Der Bahnradius muss mindestens 1 m betragen. Die Bahnebene muss geneigt sein, um einen großen Anteil des zulässigen Raumbereichs zu erfassen und darf sich nicht in einer Ebene befinden, die weniger als 10° gegen die Raumboflächen (Wand, Boden, Decke) geneigt ist. Die Dauer einer Bahnperiode darf nicht kleiner sein als 15 s.

Die Lage des Fixpunkts, um den herum sich das kontinuierlich bewegte Mikrofon bewegt, kann für jede Lautsprecherposition geändert werden. An jeder Stelle ist die gleiche Anzahl von Messungen durchzuführen.

4.5 Messung der Trittschalldämmung

4.5.1 Allgemeines

Der Schall ist mithilfe eines Norm-Hammerwerks zu erzeugen. Zu den Anforderungen an das Hammerwerk siehe ISO 10140-5:2010, Anhang E. Für jede Messung ist das Hammerwerk an mindestens vier Positionen anzuordnen.

4.5.2 Messung mit festen Mikrofonpositionen

Die Anzahl der Mikrofonpositionen muss der Anzahl der Positionen des Hammerwerks entsprechen oder ein ganzzahliges Vielfaches der Anzahl der Hammerwerkpositionen sein.

Für jede Position des Hammerwerks ist die gleiche Anzahl von Mikrofonpositionen zu verwenden.

Werden vier oder fünf Hammerwerkpositionen verwendet, sind für jede Position des Hammerwerks mindestens zwei Messungen des Trittschallpegels durchzuführen. Die Messungen sind für jede Position des Hammerwerks an unterschiedlichen Mikrofonpositionen durchzuführen.

Wird das Hammerwerk an sechs oder mehr Positionen angeordnet, muss für jede Hammerwerkposition mindestens eine Messung des Trittschallpegels erfolgen. Die Messungen müssen für jede Position des Hammerwerks an unterschiedlichen Mikrofonpositionen erfolgen.

4.5.3 Kontinuierlich bewegtes Mikrofon

Für jede Position des Hammerwerks ist die gleiche Anzahl von Messungen durchzuführen, wobei für jede Position mindestens eine Messung vorzunehmen ist. Der Bahnradius muss mindestens 1 m betragen. Die Bahnebene muss geneigt sein, um einen großen Anteil des zulässigen Raumbereichs zu erfassen und darf sich nicht in einer Ebene befinden, die weniger als 10° gegen alle Raumbooberflächen (Wand, Boden, Decke) geneigt ist. Die Dauer einer Bahnperiode darf nicht kleiner sein als 15 s.

Die Lage des Fixpunkts, um den herum sich das kontinuierlich bewegte Mikrofon bewegt, kann für jede Hammerwerkposition geändert werden. An jeder Stelle ist die gleiche Anzahl von Messungen durchzuführen.

4.6 Messung der Nachhallzeit und Ermittlung der äquivalenten Schallabsorptionsfläche

4.6.1 Allgemeines

Nach ISO 3382-2 wird das Standardverfahren bevorzugt, wobei jedoch auch das Präzisionsverfahren angewendet werden darf. Die Berechnung der Nachhallzeit aus der Abklingkurve muss bei 5 dB unter dem Ausgangsschalldruckpegel beginnen. Der bevorzugte Berechnungsbereich beträgt 20 dB. Die untere Grenze dieses Bereichs muss mindestens 10 dB über dem Gesamt-Hintergrundgeräusch des Messsystems liegen.

4.6.2 Messung der Nachhallzeit

Die Nachhallzeit ist mit dem Verfahren des abgeschalteten Rauschens oder dem Verfahren der integrierten Impulsantwort nach ISO 3382-2 und ISO 18233 zu messen.

Die Verwendung einer ungerichteten Schallquelle kann für die Erzeugung eines geeigneten Schallfelds von Vorteil sein, es können jedoch auch andere Arten von Quellen verwendet werden.

4.6.2.1 Verfahren mit abgeschaltetem Rauschen

Bei festen Mikrofonpositionen sind mindestens sechs Messungen je Frequenzband erforderlich. Mindestens eine Lautsprecherposition ist mit drei festen Mikrofonpositionen und zwei Messungen an jeder Position oder sechs feste Mikrofonpositionen und eine Messung an jeder Position anzuwenden.

Bei einem bewegten Mikrofon sind mindestens sechs Messungen je Frequenzband erforderlich. Mindestens eine Lautsprecherposition ist mit sechs, über den Mikrofonweg verteilten Messungen anzuwenden.

4.6.2.2 Verfahren mit integrierter Impulsantwort

Bei dem Verfahren mit integrierter Impulsantwort sind bei der Messung der Nachhallzeit feste Mikrofonpositionen anzuwenden.

Bei Verwendung einer Impulsquelle sind mindestens sechs Messungen für jedes Frequenzband erforderlich. Es sind mindestens eine Quellenposition und sechs feste Mikrofonpositionen zu verwenden.

Die Nachhallzeit ist durch Integration des Quadrats der Impulsantwort in umgekehrter Zeitrichtung zu berechnen.

4.6.3 Äquivalente Schallabsorptionsfläche

Die äquivalente Schallabsorptionsfläche, A , in Quadratmeter, ist aus der Nachhallzeit mit der Sabineschen Formel in Gleichung (5) zu berechnen.

$$A = \frac{0,16 V}{T} \quad (5)$$

Dabei ist

V das Volumen des Empfangsraums, in Kubikmeter;

T die Nachhallzeit, in Sekunden.

4.7 Messung der Körperschall-Nachhallzeit

Die Messung der Körperschall-Nachhallzeit muss nach ISO 10848-1:2006, 7.3, erfolgen.

Das Verhältnis zwischen dem Gesamtverlustfaktor, η_{total} , und der Körperschall-Nachhallzeit, T_s , des Bauteils ist gegeben durch Gleichung (6):

$$\eta_{\text{total}} = \frac{2,2}{f T_s} \quad (6)$$

Dabei ist

f die Terzband-Mittenfrequenz, in Hertz.

Der Gesamtverlustfaktor umfasst die inneren Verluste, die Verluste durch bauliche Kopplung und die Strahlungsverluste.

ANMERKUNG Untergrenzen für zuverlässige Ergebnisse durch Filter und Detektor sind in ISO 10848-1 angegeben.

4.8 Messung der abgestrahlten Schalleistung durch die Oberflächenschnelle von Bauteilen

Die von dem Prüfbauteil und den flankierenden Bauteilen abgestrahlte Schalleistung darf verwendet werden, um das maximal erreichbare Schalldämm-Maß in der Prüfsituation zu bestimmen (siehe ISO 10140-5:2010, Anhang A). Dies kann aus Schwingungsmessungen an diesen Bauteilen berechnet werden. Wird die Oberflächenschnelle der Bauteile mit einem Beschleunigungsmessgerät gemessen, sollte dieses fest an der Oberfläche angebracht sein, und seine Masseimpedanz sollte im Vergleich zum Eingangsscheinwiderstand des Bauteils ausreichend niedrig sein.

Wenn die kritische Frequenz des Prüfbauteils oder der flankierenden Bauteile im Vergleich mit dem betreffenden Frequenzbereich niedrig ist, kann die von einem speziellen Bauteil, k , mit der Fläche S_k in den Empfangsraum abgestrahlte Leistung, W_k , anhand von Gleichung (7) bestimmt werden.

$$W_k = \rho c S_k \overline{v_k^2} \sigma_k \quad (7)$$

Dabei ist

$\overline{v_k^2}$ der räumliche Mittelwert, mittleres Quadrat der Schnelle senkrecht zur Oberfläche;

σ_k der Abstrahlgrad, der für die oben angegebene kritische Frequenz mit 1 angesetzt werden kann;

ρc die Kennimpedanz der Luft.

Der mittlere Oberflächenschnellepegel, L_v , des Bauteils ist durch Gleichung (8) gegeben.

$$L_v = 10 \lg \left(\frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2}{n v_0^2} \right) \quad (8)$$

Dabei ist

v_1, v_2, \dots, v_n der Effektivwert der Normalkomponente der Oberflächenschnellen an n unterschiedlichen Positionen auf dem Bauteil;

v_0 die Bezugsschnelle (10^{-9} m/s).

In der Bauakustik ist auch die Bezugsschnelle 5×10^{-8} m/s in Gebrauch. Deshalb sollte die in Gleichung (8) verwendete Bezugsschnelle stets angegeben werden. Für die Verwendung dieses Teils der ISO 10140 wird eine Bezugsschwingungsschnelle von 10^{-9} m/s bevorzugt.

Durch Anwendung von Gleichung (9) ergibt sich daraus der räumliche Mittelwert des mittleren Quadrats der senkrechten Komponente der Oberflächenschnelle in Gleichung (7):

$$\overline{v_k^2} = v_0^2 10^{L_v / 10} \quad (9)$$

Das Beschleunigungsmessgerät sollte fest an der Oberfläche angebracht sein, und seine Masseimpedanz sollte im Vergleich zur Eingangsimpedanz der Oberfläche ausreichend niedrig sein.

ANMERKUNG Die Flankenübertragung kann auch mit dem Intensitätsverfahren (siehe ISO 15186-1) gemessen werden.

5 Messungen der Schalldämmung

5.1 Allgemeines

Die Messungen können mit festen oder kontinuierlich bewegten Mikrofonen und mit bewegten oder festen Lautsprechern durchgeführt werden.

Zwischen den Messungen darf keine signifikante Änderung der Raumabsorption erfolgen.

Gleichzeitige Messungen im Senderraum und im Empfangsraum sind zu bevorzugen.

5.2 Allgemeine Vorgehensweise zur Bestimmung der Luftschalldämmung

5.2.1 Allgemeines

Es ist eine der folgenden vier, in 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4 und 5.2.5 beschriebenen Möglichkeiten zu wählen.

5.2.2 Feste Mikrofonpositionen und mehrere gleichzeitig eingesetzte Lautsprecher oder ein bewegter Lautsprecher

Die Schalldruckpegel sind sowohl im Sende- als auch im Empfangsraum zu messen (siehe 4.4.2). Der energetisch gemittelte Schalldruckpegel im Senderraum und im Empfangsraum [korrigiert um Hintergrundgeräusche (siehe 4.3)] ist zu berechnen und das Schalldämm-Maß oder die Normschallpegeldifferenz des Bauteils ist nach ISO 10140-2 zu bestimmen.

5.2.3 Feste Mikrofonpositionen und ein einzelner Lautsprecher, der an mehr als einer Position eingesetzt wird

Der Schalldruckpegel ist sowohl in Sende- als auch Empfangsräumen für die erste Lautsprecherposition zu messen (siehe 4.4.2). Der energetisch gemittelte Schalldruckpegel im Senderaum und im Empfangsraum [korrigiert um Hintergrundgeräusche (siehe 4.3)] ist zu berechnen. Das Schalldämm-Maß oder die Normschallpegeldifferenz des Bauteils für diese Lautsprecherposition ist nach ISO 10140-2 zu bestimmen. Der Pegel ist sowohl im Senderaum als auch im Empfangsraum zu messen, bevor der Lautsprecher bewegt wird.

Dieser Vorgang ist für die übrigen Lautsprecherpositionen zu wiederholen. Das mittlere Schalldämm-Maß oder die Normschallpegeldifferenz des Bauteils ist unter Verwendung von Gleichung (10) oder (11) zu berechnen:

$$R = -10 \lg \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{-R_i/10} \quad (10)$$

oder

$$D_{n,e} = -10 \lg \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{-D_{n,e_i}/10} \quad (11)$$

5.2.4 Kontinuierlich bewegtes Mikrofon und mehrere gleichzeitig eingesetzte Lautsprecher oder ein bewegter Lautsprecher

Der Schalldruckpegel ist sowohl in Sende- als auch Empfangsräumen zu messen (siehe 4.4.3). Der energetisch gemittelte Schalldruckpegel in Sende- und Empfangsräumen [korrigiert um Hintergrundgeräusche (siehe 4.3)] ist zu berechnen. Das Schalldämm-Maß ist nach ISO 10140-2 zu bestimmen.

ANMERKUNG Bewegt sich das bewegte Mikrofon nur um einen festen Punkt in dem Raum, sind die um die Hintergrundgeräusche korrigierten gemessenen Pegel die mittleren Energiepegel im Sende- und im Empfangsraum.

5.2.5 Kontinuierlich bewegtes Mikrofon und ein an mehr als einer Position eingesetzter einzelner Lautsprecher

Der Schalldruckpegel ist sowohl in Sende- als auch Empfangsräumen für die erste Lautsprecherposition zu messen (siehe 4.4.3). Der energetisch gemittelte Schalldruckpegel in Senderaum und Empfangsräumen [korrigiert um Hintergrundgeräusche (siehe 4.3)] ist zu berechnen. Das Schalldämm-Maß oder die Normschallpegeldifferenz des Bauteils für diese Lautsprecherposition ist nach ISO 10140-2 zu bestimmen. Der Pegel ist sowohl im Senderaum als auch im Empfangsraum zu messen, bevor der Lautsprecher bewegt wird.

Dieser Vorgang ist für die übrigen Lautsprecherpositionen zu wiederholen. Das mittlere Schalldämm-Maß oder die Normschallpegeldifferenz des Bauteils ist nach Gleichung (10) oder (11) zu berechnen.

5.3 Allgemeine Vorgehensweise zur Bestimmung der Trittschalldämmung von Decken

Messungen dürfen mit festen oder bewegten Mikrofonen und dem Norm-Hammerwerk durchgeführt werden.

Es ist sicherzustellen, dass zwischen den Messungen keine signifikante Änderung der Raumabsorption erfolgt.

Die Mindestanzahl von Positionen des Hammerwerks ist in ISO 10140-1:2010, Anhang H, oder in ISO 10140-3 angegeben. Jede Messreihe muss mit so vielen Hammerwerkpositionen erfolgen, wie zum Erhalt eines zuverlässigen Mittelwerts erforderlich sind.

5.3.1 Feste Mikrofonpositionen

Der Schalldruckpegel im Empfangsraum ist an jeder Mikrofonposition zu messen (siehe 4.4.2). Der energetisch gemittelte Schalldruckpegel [korrigiert um den Hintergrundgeräuschpegel (siehe 4.3)] ist zu berechnen. Der Norm-Trittschallpegel ist nach ISO 10140-3 zu bestimmen.

5.3.2 Kontinuierlich bewegtes Mikrofon

Der Schalldruckpegel im Empfangsraum ist an jeder Mikrofonposition zu messen (siehe 4.4.3). Der energetisch gemittelte Trittschallpegel (korrigiert um den Hintergrundgeräuschpegel, siehe 4.3) ist zu berechnen. Der Norm-Trittschallpegel ist nach ISO 10140-3 zu bestimmen.

ANMERKUNG Bewegt sich das bewegte Mikrofon nur um einen festen Punkt, sind die um Hintergrundgeräusche korrigierten gemessenen Pegel die mittleren Energiepegel im Sende- und im Empfangsraum.

Anhang A (informativ)

Zusätzliche Verfahren zur Messung bei tiefen Frequenzen

A.1 Allgemeines

In tiefen Frequenzbändern (unter 400 Hz im Allgemeinen und vor allem unterhalb von 100 Hz) ist das Schallfeld in den Prüfräumen nicht diffus, besonders dann, wenn Raumvolumina von nur 50 m³ bis 100 m³ betrachtet werden. Die allgemeine Anforderung, dass die Raummaße mindestens eine Wellenlänge betragen sollten, kann für die tiefsten Frequenzbänder nicht erfüllt werden.

Die Anregung der Raummoden ist in hohem Maße abhängig von der Anordnung der Quelle. Das Schalldämm-Maß hängt stark davon ab, welche Raummoden angeregt werden. Selbst wenn die Wiederholpräzision bei tiefen Frequenzen zufriedenstellend ist, können die Vergleichpräzision und die Vergleichbarkeit mit Prüfergebnissen aus anderen Räumen sehr schlecht und die Prüfergebnisse vom Prüfstand abhängig sein.

Um die Streuung der Messergebnisse zu verringern, ist zusätzlicher Aufwand hinsichtlich der Anregung und der Abtastung des Schallfelds in den Räumen und hinsichtlich der speziellen Anforderungen, denen die Räume entsprechen müssen, notwendig.

Räume mit kleinen Volumina und ungünstigen Maßen sind für Messungen bei tiefen Frequenzen nicht geeignet. Es sollte mindestens ein Raummaß einer Wellenlänge und ein weiteres mindestens einer halben Wellenlänge der niedrigsten Bandmittenfrequenz entsprechen, und es sollte der Raum vorhanden sein, um die Quelle und die Mikrofone nach den Anforderungen zu positionieren.

A.2 Mindestabstände

Zu den Raumbegrenzungen hin wird unter einem Abstand von etwa einem Viertel einer Wellenlänge eine signifikante Erhöhung des Schalldruckpegels gemessen. Die Mindesttrennabstände (siehe 4.2.2) sollten linear für Messungen bis hinunter zum 50-Hz-Terzband verdoppelt werden. Für den Abstand zwischen den Mikrofonpositionen und den Raumbegrenzungen sollten etwa 1,2 m den Höchstwert darstellen. Dies gilt auch für die Abstände zwischen den Mikrofonpositionen und der Oberfläche des Prüfbauteils.

A.3 Abtastung des Schallfelds

Zur Erzielung eines zuverlässigen Mittelwerts der Schalldruckpegel im Raumvolumen sollte die Anzahl der Mikrofonpositionen erhöht werden. Die Mikrofonpositionen sollten gleichmäßig über das zulässige Volumen des Raums verteilt werden. Bei Verwendung eines bewegten Mikrofons sollten alle Teile des zulässigen Volumens des Raums möglichst gleichmäßig abgetastet werden. Bei sehr tiefen Frequenzen, bei denen die Raummaße in den Bereich einer halben Wellenlänge gelangen, werden extrem niedrige Schalldruckwerte im Mittelteil des Raums gefunden. Deshalb sollten auch außerhalb dieses Bereichs geeignete Mikrofonpositionen gefunden werden.

A.4 Lautsprecherpositionen

Die fehlende Diffusivität in kleinen Räumen bei Messungen bei tiefen Frequenzen kann teilweise dadurch ausgeglichen werden, dass unterschiedliche Schallfelder nacheinander angeregt werden und aus den Ergebnissen ein Mittelwert gebildet wird. Daher sollte die Anzahl der Lautsprecherpositionen erhöht werden; die Mindestanzahl sollte drei betragen. Es wird empfohlen, einen kontinuierlich bewegten Lautsprecher zu verwenden.

A.5 Mittelungszeit

Aufgrund der geringeren absoluten Bandbreite der Filter und der geringen Überlappung der Moden sollten die Mittelungszeiten für Messungen im 50-Hz-Band auf mindestens 15 s erhöht werden (etwa das Dreifache im Vergleich mit den Anforderungen an Messungen bei 100 Hz). Bei Verwendung eines bewegten Mikrofons sollte die Mittelungszeit mindestens 60 s betragen.

A.6 Nachhallzeit

Bei sehr tiefen Frequenzen neigen Prüfräume mit harten Oberflächen zu sehr langen Nachhallzeiten (siehe ISO 10140-5).

Literaturhinweise

- [1] ISO 140-2, *Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 2: Determination, verification and application of precision data*
- [2] ISO 140-4, *Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms*
- [3] ISO 140-5, *Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of façade elements and façades*
- [4] ISO 140-7, *Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors*
- [5] ISO 140-14, *Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 14: Guidelines for special situations in the field*
- [6] ISO 140-18, *Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 18: Laboratory measurement of sound generated by rainfall on building elements*
- [7] ISO 15186-1, *Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements using sound intensity — Part 1: Laboratory measurements*
- [8] HOPKINS, C.: *Sound insulation*. Amsterdam: Elsevier/Butterworth-Heinemann, 2007, S. 622 ff.