

Akustik

**Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen**

Teil 3: Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen

(ISO 140-3 : 1995) Deutsche Fassung EN 140-3 : 1995

**DIN****EN 20140-3**Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm **ISO 140-3**

ICS 17.140.40

Teilweise Ersatz für  
DIN 52210-1 : 1984-08

Deskriptoren: Bauteil, Schalldämmung, Luftschallmessung, Gebäude

Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements (ISO 140-3 : 1995)

German version EN 20140-3 : 1995

Acoustique — Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction — Partie 3: Mesurage en laboratoire de l'isolation aux bruits aériens des éléments de construction (ISO 140-3 : 1995)

Version allemande EN 20140-3 : 1995

**Die Europäische Norm EN 20140-3 : 1995 hat den Status einer Deutschen Norm.****Nationales Vorwort**

Die Internationale Norm ISO 140-3 ist im Komitee ISO/TC 43/SC 2 "Bauakustik" in Abstimmung mit dem Europäischen Komitee CEN/TC 126 "Akustische Eigenschaften von Baustoffen und Bauteilen und von Gebäuden" unter intensiver deutscher Mitarbeit erarbeitet worden. Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuß NMP 231 "Schalldämmung und Schallabsorption, Messung und Bewertung" des Normenausschuß Materialprüfung (NMP) verantwortlich.

Das Sektorbüro 1 "Bauwesen" des CEN (BTS 1) hat mit seiner Resolution BTS 1 17/1994 festgelegt, daß die Europäischen Normen EN 20140-1 und EN 20140-3 bis EN 20140-8 als ein "Paket" von Normen gelten. Dies bedeutet, daß die entsprechenden nationalen Normen — in Deutschland die entsprechenden Teile der DIN 52210 — erst spätestens sechs Monate nach Fertigstellung des letzten Teils des "Pakets" zurückgezogen werden müssen. Diese Resolution legt fest, daß dies spätestens im Juni 1997 zu erfolgen hat.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

IEC 651	siehe DIN EN 60651
IEC 804	siehe DIN EN 60804
IEC 942	siehe DIN IEC 942
ISO 140-2	siehe DIN EN 20140-2
ISO 140-10	siehe DIN EN 20140-10
ISO 354	siehe DIN EN 20354
ISO 717-1	siehe DIN EN 20717-1

Das in dieser Norm definierte Schalldämm-Maß  $R'$  wird als "scheinbares Schalldämm-Maß" bezeichnet, da es ausschließlich zur Kennzeichnung der Grenzdämmung des Prüfstandes durch  $R'_{\max}$  und nicht zur Kennzeichnung der Schalldämmung zwischen Räumen und Gebäuden dient. Die Bezeichnung "Bau-Schalldämm-Maß" soll zukünftig ausschließlich im Zusammenhang mit dem Schallschutz von Gebäuden verwendet werden.

**Änderungen**

Gegenüber DIN 52210-1 : 1984-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Der Inhalt wurde vollständig überarbeitet.

**Frühere Ausgaben**

DIN 52211: 1953-09  
DIN 52210: 1952-07, 1960x-03  
DIN 52210-1: 1975-07, 1984-08

Fortsetzung Seite 2  
und 15 Seiten EN

Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.  
Normenausschuß Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI

## **Nationaler Anhang NA (informativ)**

### **Literaturhinweise in nationalen Zusätzen**

- DIN EN 20140-2 Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 2: Festlegung von Präzisionsanforderungen (ISO 140-2 : 1991); Deutsche Fassung EN 20140-2 : 1993
- DIN EN 20140-10 Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 10: Messung der Luftschalldämmung kleiner Bauteile in Prüfständen; Deutsche Fassung EN 20140-10 : 1992
- DIN EN 20354 Akustik — Messung der Schallabsorption im Hallraum (ISO 354 : 1985); Deutsche Fassung EN 20354 : 1993
- E DIN EN 20717-1 Akustik — Einzulangaben für die Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 1: Luftschalldämmung (ISO/DIS 717-1 : 1993); Deutsche Fassung prEN 20717 : 1993
- DIN EN 60651 Schallpegelmesser (IEC 651 : 1979 + A1 : 1993); Deutsche Fassung EN 60651 : 1994 + A1 : 1994
- DIN EN 60804 Integrierende mittelwertbildende Schallpegelmesser (IEC 804 : 1985 + A1 : 1989 und A2 : 1993); Deutsche Fassung EN 60804 : 1994 + A2 : 1994
- DIN IEC 942 Schallkalibratoren; Identisch mit IEC 942 : 1988

### **Internationale Patentklassifikation**

- E 04 B 001/82  
E 04 B 001/99  
G 01 H 001/06  
G 01 H 001/08  
G 01 H 007/00  
G 01 N 029/20

ICS 17.140.40

Deskriptoren: Akustik, Gebäude, Konstruktionselement, Prüfung, Laborprüfung, akustische Prüfung, Bestimmung, Schalldämmung, Luftschalldämmung

### **Deutsche Fassung**

Akustik

## **Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen**

Teil 3: Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen

(ISO 140-3 : 1995)

Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements (ISO 140-3 : 1995)

Acoustique — Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction — Partie 3: Mesurage en laboratoire de l'isolation aux bruits aériens des éléments de construction (ISO 140-3 : 1995)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 1995-01-11 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

# **CEN**

**EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG**

European Committee for Standardization

Comité Européen de Normalisation

**Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel**

## Vorwort

Der Text der Internationalen Norm ISO 140-3 : 1995 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 "Acoustics" erarbeitet, in Zusammenarbeit mit CEN/TC 126 "Akustische Eigenschaften von Baustoffen und Bauteilen und von Gebäuden" und wurde zur Parallelabstimmung vorgelegt. Er wurde am 1995-01-11 vom CEN als Europäische Norm angenommen.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten; entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juli 1995, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juli 1995 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind folgende Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und das Vereinigte Königreich.

## Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 140-3 : 1995 wurde von CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

ANMERKUNG: Die normativen Verweisungen auf internationale Publikationen sind im Anhang ZA (normativ) aufgeführt.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt ein Verfahren zur Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen, wie z. B. von Wänden, Fußböden, Türen, Fenstern, Fassadenelementen und Fassaden, im Prüfstand fest, soweit sie nicht als kleine Bauteile zu klassifizieren sind (für die ein Meßverfahren in ISO 140-10<sup>1)</sup> festgelegt ist).

Die erhaltenen Prüfergebnisse können bei der Konstruktion von Bauteilen mit geeigneten akustischen Eigenschaften, für den Vergleich der Schalldämmung von Bauteilen und für die Klassifizierung derartiger Teile nach ihrer Schalldämmung verwendet werden.

Die Messungen werden in Prüfständen mit unterdrückter Flankenübertragung durchgeführt. Prüfergebnisse nach den in dieser Norm beschriebenen Verfahren dürfen deshalb ohne Berücksichtigung anderer, die Schalldämmung beeinflussender Faktoren, speziell der Flankenübertragung und des Verlustfaktors, nicht direkt am Bau angewendet werden.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Festlegungen des vorliegenden Teils von ISO 140 darstellen. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung, und Partner, die Vereinbarungen treffen, die auf dem vorliegenden Teil von ISO 140 beruhen, werden aufgefordert, die Möglichkeit der Anwendung der neuesten Ausgaben der unten angegebenen Normen zu prüfen. Mitglieder von IEC und ISO führen Register der derzeit gültigen Internationalen Normen.

ISO 140-1: ...<sup>2)</sup>

Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 1: Anforderungen an Prüfstände mit unterdrückter Flankenübertragung

ISO 140-2 : 1993

Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 2: Angaben von Genauigkeitsanforderungen

ISO 354 : 1985

Akustik — Messung der Schallabsorption im Hallraum

ISO 717-1: ...<sup>3)</sup>

Akustik — Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 1: Luftschalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen im Gebäudeinneren

IEC 225 : 1966

Oktav-, Halboktav- und Terzfilter zur Analyse von Schall und Schwingungen

IEC 651 : 1979

Schallpegelmesser

IEC 804 : 1985

Integrierende mittelwertbildende Schallpegelmesser

IEC 942 : 1988

Schallkalibratoren

OIML<sup>4)</sup> R 58 : 1984

Schallpegelmesser

OIML<sup>4)</sup> R 88 : 1989

Integrierende mittelwertbildende Schallpegelmesser

## 3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die folgenden Definitionen:

**3.1 Mittlerer Schalldruckpegel in einem Raum:** Der zehnfache dekadische Logarithmus des Verhältnisses des räumlichen und zeitlichen Mittelwertes des Quadrates des Schalldruckes zum Quadrat des Bezugsschalldruckes, wobei der räumliche Mittelwert über den gesamten Raum gebildet wird, ausgenommen die Teile, bei denen das Direktfeld einer Schallquelle oder das Nahfeld der Raumbegrenzungen (Wände usw.) von deutlichem Einfluß ist. Diese Größe wird mit  $L$  bezeichnet und in Dezibel angegeben.

Bei Verwendung eines kontinuierlich bewegten Mikrofons wird  $L$  bestimmt durch:

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

<sup>1)</sup> ISO 140-10 : 1991 Akustik — Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen — Teil 10: Messung der Luftschalldämmung kleiner Bauteile in Prüfständen.

<sup>2)</sup> In Vorbereitung (Revision von ISO 140-1 : 1990)

<sup>3)</sup> In Vorbereitung (Revision von ISO 717-1 : 1982)

<sup>4)</sup> Zu beziehen bei: Organisation International de Métrologie Légale, 11, rue Turgot — F-75009 Paris, France

$p$  ist der Schalldruck in Pa,  $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$  ist der Bezugsschalldruck,  $T_m$  ist die Integrationszeit in s.

Bei festen Mikrofonpositionen wird  $L$  bestimmt durch:

$$L = 10 \lg \frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2}{n \cdot p_0^2} \text{ dB}, \quad (2)$$

$p_1, p_2, \dots, p_n$  sind Effektivwerte des Schalldruckes an  $n$  verschiedenen Stellen im Raum. Wenn, wie in der Praxis üblich, die Schalldruckpegel  $L_i$  gemessen werden, wird  $L$  bestimmt durch:

$$L = 10 \lg \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \text{ dB}, \quad (3)$$

$L_i$  sind die Schalldruckpegel  $L_1$  bis  $L_n$  an  $n$  verschiedenen Stellen im Raum.

**3.2 Schalldämm-Maß:** Der zehnfache dekadische Logarithmus des Verhältnisses der auf eine zu prüfende Trennwand auftreffenden Schalleistung  $W_1$  zu der durch den Prüfgegenstand übertragenen Schalleistung  $W_2$ . Diese Größe wird mit  $R$  bezeichnet:

$$R = 10 \lg \frac{W_1}{W_2} \text{ dB}. \quad (4)$$

In dieser Norm wird das Schalldämm-Maß berechnet nach

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A} \text{ dB} \quad (5)$$

Dabei sind:

$L_1$  der mittlere Schalldruckpegel im Senderaum, in Dezibel;

$L_2$  der mittlere Schalldruckpegel im Empfangsraum, in Dezibel;

$S$  die Fläche des Prüfgegenstandes, in Quadratmeter, die gleich der freien Prüföffnung ist;

$A$  die äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum, in Quadratmeter.

ANMERKUNG 1: Die Ableitung von Gleichung (5) aus Gleichung (4) setzt voraus, daß die Schallfelder ideal diffus sind und daß der in den Empfangsraum eingestrahlte Schall nur durch den Prüfgegenstand übertragen wird.

ANMERKUNG 2: Im englischen Sprachgebrauch wird statt "Sound reduction index" auch die Benennung "Sound transmission loss" (TL) verwendet. Beides entspricht dem Schalldämm-Maß.

**3.3 Scheinbares Schalldämm-Maß:** Der zehnfache dekadische Logarithmus des Verhältnisses der auf eine zu prüfende Trennwand auftreffenden Schalleistung  $W_1$  zu der in den Empfangsraum übertragenen Gesamtschalleistung, wenn außer der durch den Prüfgegenstand übertragenen Schalleistung  $W_2$  die durch flankierende oder durch andere Bauteile übertragene Schalleistung  $W_3$  signifikant ist. Diese Größe wird mit  $R'$  bezeichnet:

$$R' = 10 \lg \left( \frac{W_1}{W_2 + W_3} \right) \text{ dB} \quad (6)$$

Im allgemeinen besteht die in den Empfangsraum übertragene Schalleistung aus der Summe mehrerer Komponenten. Auch in diesem Fall wird in diesem Teil von ISO 140, unter der Voraussetzung ausreichend diffuser Schallfelder in den beiden Räumen, das Bau-Schalldämm-Maß berechnet nach

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A} \text{ dB} \quad (7)$$

Folglich wird bei dem scheinbaren Schalldämm-Maß wie in Gleichung (5) die in den Empfangsraum übertragene Schalleistung auf die Schalleistung bezogen, die auf den Prüfgegenstand auftrifft, unabhängig von den tatsächlichen Übertragungsbedingungen.

## 4 Meßgeräte

Die Meßgeräte müssen den Anforderungen nach Abschnitt 6 entsprechen.

Die Geräte zur Messung des Schallpegels müssen hinsichtlich der Meßunsicherheit den Anforderungen der Klasse 0 oder 1 nach IEC 651 und IEC 804 entsprechen. Falls nicht sowohl im Sende- als auch im Empfangsraum Mikrofone mit denselben Diffusfeld-Übertragungsmaßen verwendet werden, müssen die Meßgeräte im diffusen Schallfeld kalibriert werden.

Falls absolute Schalldruckpegel gemessen werden, muß das gesamte Meßsystem einschließlich des Mikrofons vor jeder Messung mit einem Schallkalibrator der Klasse 1 nach IEC 942 kalibriert werden.

Die Terzfilter müssen den Anforderungen nach IEC 225 entsprechen.

Die Geräte zur Messung der Nachhallzeit müssen den Anforderungen nach ISO 354 entsprechen.

Anforderungen an die Schallquelle sind in 6.1 und Anhang C angegeben.

ANMERKUNG 3: Empfehlungen für Eignungsprüfungen und regelmäßige Konformitätsprüfungen von Schallpegelmessern sind in OIML R 58 und OIML R 88 niedergelegt.

## 5 Prüfanordnung

### 5.1 Räume

Prüfstände müssen den Anforderungen nach ISO 140-1 entsprechen.

### 5.2 Prüfgegenstand

Die Schallübertragung eines Prüfgegenstandes kann von der Temperatur und der relativen Luftfeuchte in den Prüfräumen zum Zeitpunkt der Prüfung und/oder während der Nachbehandlung oder der Vorbehandlung des Prüfgegenstandes abhängen. Diese Bedingungen sind im Prüfbericht anzugeben.

#### 5.2.1 Trennbauteile

Die Größe der zu prüfenden Trennbauteile wird durch die Größe der Prüföffnung des Prüfstandes nach der Definition in ISO 140-1 bestimmt. Diese Größen betragen etwa  $10 \text{ m}^2$  für Wände und zwischen  $10 \text{ m}^2$  und  $20 \text{ m}^2$  für Fußböden, wobei die kürzere Kantenlänge sowohl bei Wänden als auch bei Fußböden mindestens  $2,3 \text{ m}$  beträgt.

Eine geringere Größe darf verwendet werden, wenn die Wellenlänge der freien BiegeWellen bei der tiefsten betrachteten Frequenz kleiner ist als die Hälfte der kleinsten Abmessung des Prüfgegenstandes. Je kleiner jedoch der Prüfgegenstand ist, desto empfindlicher werden die Ergebnisse auf Einzelheiten der Randeinspannung und auf örtliche Schwankungen der Schallfelder reagieren.

Das zu prüfende Trennbauteil wird vorzugsweise so weit wie möglich der Anwendung am Bau entsprechend bei sorgfältiger Nachbildung üblicher Anschlüsse und Abdichtungen am Umfang und an Fugen innerhalb des Trennbauteils eingebaut. Die Art des Einbaus muß im Prüfbericht angegeben werden.

Das Schalldämm-Maß von massiven Wänden und Fußböden hängt stark von der Ankopplung an die umgebenden Baukonstruktionen ab. Für die hinreichende Beschreibung des Einbaus wird in diesen Fällen die Messung und die Angabe des Verlustfaktors empfohlen (siehe Anhang E).

Wird der Prüfgegenstand in eine Öffnung der Prüfraumwand zwischen Sende- und Empfangsraum eingebaut, muß das Verhältnis der Öffnungstiefen etwa 2 : 1 betragen, es sei denn, dies ist mit der praktischen Anwendung des Prüfgegenstandes unvereinbar.

Besitzt der Prüfgegenstand eine Oberfläche, die signifikant stärker absorbierend ist als die andere Seite, muß die Oberfläche mit der höheren Absorption in den Senderraum weisen. In diesem Fall werden im Senderraum Diffusoren eingebaut.

In Prüfständen, die Teil 1 dieser Norm entsprechen, muß sichergestellt werden, daß die auf Nebenwegen übertragene Schalleistung im Vergleich zu dem durch den Prüfgegenstand übertragenen Schall vernachlässigbar klein ist. Um das zu überprüfen, muß der Wert von  $R'_{\max}$  für den Prüfstand gemessen werden. Dies kann mit einer stark dämmenden Konstruktion erfolgen, die in die Prüföffnung eingesetzt wird. In Anhang A von ISO 140-1: . . . ist das Verfahren zur Bestimmung von  $R'_{\max}$  angegeben.

Ist der Meßwert von  $R'$  für einen Prüfgegenstand kleiner als oder gleich ( $R'_{\max} - 15$  dB), darf der auf Nebenwegen übertragene Schall als vernachlässigbar klein angesehen werden, und das Ergebnis wird mit  $R$  bezeichnet.

Ist  $R'$  größer als ( $R'_{\max} - 15$  dB), muß der Beitrag der Flankenübertragung für diesen speziellen Fall untersucht werden. Dazu können die in Anhang D beschriebenen Verfahren benutzt werden. Sofern erforderlich, muß versucht werden, die Flankendämmung des Prüfstandes zu verbessern.

Falls  $R'$  größer als ( $R'_{\max} - 15$  dB) ist, sind im Prüfbericht entsprechende Angaben erforderlich (siehe Abschnitt 9, Aufzählung l). Es dürfen keine rechnerischen Korrekturen vorgenommen werden, dies gilt nicht für Messungen an Türen, Fenstern, Verglasungen und Fassadenelementen (siehe Anhang B).

Ist der Prüfgegenstand kleiner als die Prüföffnung, muß eine Vorprüfung durchgeführt werden, um sicherzustellen, daß die durch den einfassenden Rahmen übertragene Schalleistung klein ist gegenüber der Schalleistung, die durch den Prüfgegenstand übertragen wird. Dies kann nach dem in Anhang D beschriebenen Verfahren kontrolliert werden.

## 5.2.2 Türen, Fenster, Verglasungen und Fassadenelemente

### 5.2.2.1 Allgemeines

Der Prüfgegenstand muß auf die gleiche Weise geprüft werden wie ein Trennbauteil (siehe 5.2.1). Ist der Prüfgegenstand kleiner als die Prüföffnung, muß eine spezielle Einfassung mit ausreichend hoher Schalldämmung in die Prüföffnung eingesetzt und der Prüfgegenstand in diese Einfassung eingebaut werden. Der durch diese Einfassung und andere Nebenwege übertragene Schall sollte gegenüber dem durch den Prüfgegenstand übertragenen Schall, vernachlässigbar sein, oder die Prüfergebnisse müssen korrigiert werden (siehe Anhang B).

Ein zu öffnender Prüfgegenstand ist für die Prüfung so einzubauen, daß er auf übliche Weise geöffnet und geschlossen werden kann. Er muß unmittelbar vor der Prüfung mindestens fünfmal geöffnet und geschlossen werden.

Um die Anwendungsbedingungen nachzubilden werden Türen so eingebaut, daß die Unterkante möglichst nahe dem Fußboden der Prüfräume angeordnet ist.

Bei Verglasungen, Fenstern, Türen usw. ist die Fläche  $S$  die Fläche der Öffnung in der Trennwand, die zum Einbau des Prüfgegenstandes erforderlich ist.

Die Schalldämmung bestimmter Verglasungssysteme oder -elemente, speziell derer, die Verbundglas enthalten, kann von der Raumtemperatur während der Messungen abhängen. Es wird empfohlen, daß die Schalldämmungsmessungen an derartigen Prüfgegenständen bei  $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$  in beiden Räumen durchgeführt werden. Die Prüfgegenstände sollten 24 h bei der Prüftemperatur akklimatisiert werden. Es kann vorteilhaft sein, zusätzliche Messungen bei näherungsweise solchen Temperaturen durchzuführen, für die der Prüfgegenstand konstruiert ist.

ANMERKUNG 4: Da die Schalldämmung von Fenstern, Türen und kleinen Fassadenelementen von den Abmessungen abhängt, kann die Schalldämmung in der Praxis beträchtlich abweichen, wenn das Bauteil eine andere Fläche hat als der Prüfgegenstand.

In der Regel weisen Prüfgegenstände (speziell Fensterscheiben), deren Flächen sich um nicht mehr als den Faktor 2 unterscheiden, Unterschiede der Schalldämmung von nicht mehr als 3 dB in der Einzahlangabe auf. Bei einer Fläche, die größer ist als die, welche geprüft wurde, wird sich im allgemeinen eine geringere Schalldämmung ergeben. Genaue, verlässliche Werte können nur durch Messen des Prüfgegenstandes mit der interessierenden Größe erhalten werden.

ANMERKUNG 5: Messungen an quadratischen Prüfgegenständen können zu einer geringeren Schalldämmung führen als Messungen an rechteckigen Prüfgegenständen gleicher Fläche.

### 5.2.2.2 Einbau von Fenstern

Der Einbau eines Fensters muß weitestgehend wie in der Praxis erfolgen. Ist das Fenster in die Prüföffnung eingebaut, müssen die Nischen beiderseits des Fensters unterschiedliche Tiefen aufweisen, vorzugsweise mit einem Verhältnis von etwa 2 : 1, falls das mit der speziellen Fensterkonstruktion vereinbar ist. Es ist jedoch zu erwarten, daß die Prüfergebnisse mit Nischentiefen von unterschiedlichem Verhältnis voneinander abweichen werden.

Der Spalt zwischen Fenster und Prüföffnung (etwa 10 bis 13 mm um das Fenster herum, wenn das Fenster in der Prüföffnung eingebaut ist) sollte mit Absorptionsmaterial (z. B. Mineralwolle) gefüllt und beiderseits mit einer dauerplastischen Fugendichtungsmasse oder nach den Anweisungen des Herstellers luftdicht verschlossen werden.

### 5.2.2.3 Einbau von Glasscheiben

Die Glasscheibe muß so in die Prüföffnung eingebaut werden, daß die Nischen beiderseits der Glasscheibe unterschiedliche Tiefen mit einem Verhältnis von 2 : 1 aufweisen. Zwischen Glas und Leibung der Prüföffnung muß ein Spalt von etwa 10 mm verbleiben. Dieser Spalt muß mit Fugendichtungsmasse entsprechend der Festlegung in Anhang A ausgefüllt werden.

Zur Befestigung des Prüfgegenstandes müssen zwei Leisten aus Holz (25 mm × 25 mm) verwendet werden (siehe Bild 1). Der Zwischenraum zwischen Scheibe und Halteleiste muß mit Fugendichtungsmasse entsprechend der Beschreibung in Anhang A etwa 5 mm dick ausgefüllt



stehender Mikrofone, mit kontinuierlich bewegtem Mikrofon oder mit einem Schwenkmikrofon bestimmt. Die Schalldruckpegel an den unterschiedlichen Mikrofonpositionen müssen für alle Schallquellenpositionen energetisch gemittelt werden (siehe Gleichungen (1) bis (3)).

### 6.2.2 Mikrofonpositionen

In jedem Raum müssen mindestens fünf Mikrofonpositionen verwendet werden; diese sind innerhalb des maximal zulässigen Bereiches in jedem Raum möglichst gleichmäßig zu verteilen (siehe Anhang C, Anleitung zur Mikrofonpositionierung).

Die folgenden Abstände sind Mindestwerte und müssen nach Möglichkeit überschritten werden:

- 0,7 m zwischen Mikrofonpositionen,
- 0,7 m zwischen jeder Mikrofonposition und den Raumbegrenzungen oder Diffusoren,
- 1,0 m zwischen jeder Mikrofonposition und der Schallquelle,
- 1,0 m zwischen jeder Mikrofonposition und dem Prüfgegenstand.

Bei Verwendung eines bewegten Mikrofons muß der Bahnradius mindestens 1 m betragen. Die Bahnebene muß gegen die Raumbegrenzungsflächen um mindestens 10° geneigt sein, um einen großen Anteil des zulässigen Raumbereiches zu erfassen. Die Dauer einer Bahnperiode darf nicht kleiner als 15 s sein.

### 6.2.3 Mittelungszeit

Die Dauer der Mittelwertbildung muß an jeder einzelnen Mikrofonposition in jedem Frequenzband mit einer Band-Mittelfrequenz unterhalb von 400 Hz mindestens 6 s betragen. Für Bänder mit höheren Band-Mittelfrequenzen darf die Dauer auf 4 s, jedoch nicht darunter, verringert werden. Bei Verwendung eines bewegten Mikrofons muß die Mittelungszeit eine ganze Anzahl von Bahnumläufen erfassen und darf nicht kleiner als 30 s sein.

### 6.3 Meßfrequenzbereich

Der Schalldruckpegel muß mit Terzfiltern bei mindestens den folgenden Mittelfrequenzen in Hertz gemessen werden:

100 125 160 200 250 315 400 500 630  
800 1000 1250 1600 2000 2500 3150 4000 5000

Sind Zusatzinformationen im tiefen Frequenzbereich erforderlich, werden Terzfilter mit den folgenden Mittelfrequenzen in Hertz verwendet:

50 63 80

Für die Durchführung derartiger Zusatzmessungen in den tiefen Frequenzbändern wird eine Anleitung in Anhang F gegeben.

### 6.4 Messung der Nachhallzeit und Berechnung der äquivalenten Schallabsorptionsfläche

Der Korrektionsterm in Gleichung (5), der die äquivalente Schallabsorptionsfläche enthält, wird aus der nach ISO 354 gemessenen Nachhallzeit gebildet und mit der Sabine'schen Formel bestimmt:

$$A = \frac{0,16 V}{T} \quad (8)$$

Hierin bedeuten:

- A die äquivalente Schallabsorptionsfläche, in Quadratmeter;
- V das Volumen des Empfangsraumes, in Kubikmeter;
- T die Nachhallzeit im Empfangsraum, in Sekunden.

Nach ISO 354 muß die Ermittlung der Nachhallzeit aus der Abklingkurve etwa 0,1 s nach Abschalten der Schallquelle oder mit einem Schalldruckpegel, der einige Dezibel geringer ist als der zu Beginn des Abklingens, beginnen. Der verwendete Bereich darf nicht geringer sein als 20 dB und nicht so groß sein, daß der beobachtete Abklingverlauf nicht durch eine Gerade angenähert werden kann. Die untere Grenze dieses Bereiches muß mindestens 10 dB über dem Fremdgeräuschpegel liegen.

Für jedes Frequenzband werden mindestens sechs Abklingverläufe ausgewertet. Es müssen in jedem Fall mindestens eine Lautsprecher- und drei Mikrofonpositionen mit je zwei Abklingkurven verwendet werden.

Bewegte Mikrofone nach 6.2.2 dürfen benutzt werden, wenn die Bahnumlaufzeit mindestens 30 s beträgt.

### 6.5 Fremdgeräuschkorrektur

Es müssen Messungen der Fremdgeräuschpegel durchgeführt werden, um sicherzustellen, daß die Beobachtungen im Empfangsraum nicht durch Störschall, wie z.B. Geräusche außerhalb des Prüfraumes, elektrisches Rauschen im Empfangssystem oder elektrisches Übersprechen zwischen Sende- und Empfangssystemen, beeinflußt werden. Um den zuletzt genannten Zustand zu überprüfen, wird das Mikrofon durch einen Mikrofonersatz oder der Lautsprecher durch eine äquivalente Impedanz ersetzt. Der Fremdgeräuschpegel muß mindestens 6 dB (und vorzugsweise mehr als 15 dB) unter dem Pegel der Kombination aus Signal und Fremdgeräusch liegen. Ist die Pegeldifferenz geringer als 15 dB, jedoch größer als 6 dB, müssen Korrekturen des Signalpegels nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$L = 10 \lg (10^{L_{sb}/10 \text{ dB}} - 10^{L_b/10 \text{ dB}}) \text{ dB} \quad (9)$$

Hierin bedeuten:

- L der korrigierte Signalpegel, in Dezibel.
- $L_{sb}$  der Pegel der Kombination aus Signal und Fremdgeräusch, in Dezibel.
- $L_b$  der Fremdgeräuschpegel, in Dezibel.

Ist die Differenz in einem der Frequenzbänder kleiner als oder gleich 6 dB, muß der Korrekturwert von 1,3 dB verwendet werden, entsprechend einer Differenz von 6 dB. In diesem Fall muß R im Prüfbericht so angegeben werden, daß deutlich ersichtlich ist, daß die angegebenen R-Werte die Meßgrenze darstellen [siehe I) in Abschnitt 9].

### 7 Präzision

Es wird gefordert, daß das Meßverfahren eine zufriedenstellende Wiederholpräzision ergibt. Diese muß nach dem in ISO 140-2 angegebenen Verfahren bestimmt und von Zeit zu Zeit überprüft werden, insbesondere dann, wenn eine Änderung im Verfahren oder der gerätetechnischen Ausrüstung vorgenommen wurde.

ANMERKUNG 7: Zahlenwerte zu den Anforderungen an die Wiederholpräzision sind in ISO 140-2 angegeben.

### 8 Darstellung der Ergebnisse

Zur Darstellung der Luftschalldämmung des Prüfgegenstandes muß das Schalldämm-Maß bei allen Meßfrequenzen auf eine Dezimalstelle hinter dem Komma in tabellarischer und in Kurvenform angegeben werden. Kurven im Prüfbericht müssen die Pegel in Dezibel über der Frequenz in logarithmischem Maßstab zeigen und müssen folgende Abmessungen verwenden:

- 5 mm für eine Terz,
- 20 mm für 10 dB.

Der Vordruck nach Anhang G wird bevorzugt verwendet. Als Kurzfassung des Prüfberichtes werden alle Informationen von Wichtigkeit, die den Prüfgegenstand, das Prüfverfahren und die Prüfergebnisse betreffen, angegeben.

Werden Ergebnisse der Bewertungen des Schalldämm-Maßes in Oktavbändern benötigt, müssen diese Werte mit folgender Gleichung aus den drei Terzbandwerten in das jeweilige Oktavband umgerechnet werden:

$$R_{\text{Oct}} = -10 \lg \left( \sum_{n=1}^3 \frac{10^{-R_{\text{Terz},n}/10 \text{ dB}}}{3} \right) \text{ dB} \quad (10)$$

Wenn das Prüfverfahren entweder in gleicher oder umgekehrter Meßrichtung wiederholt wird, muß der arithmetische Mittelwert aller Meßergebnisse in jedem Frequenzband berechnet werden.

## 9 Prüfbericht

Der Prüfbericht muß enthalten:

- Verweisung auf ISO 140-3;
- Name und Adresse der die Messung durchführenden Organisation;
- Name des Herstellers und Produktkennzeichnung;
- Name und Adresse des Auftraggebers der Prüfung;
- Prüfdatum;

f) Beschreibung des Prüfgegenstandes mit Schnittzeichnungen und Einbaubedingungen, einschließlich Größe, Dicke, flächenbezogene Masse, Vorbehandlungszeit und Beschaffenheit der Bauteile; Angabe, wer den Prüfgegenstand eingebaut hat (Prüfinstitut oder Hersteller);

g) Beschreibung von Einzelheiten der Prüföffnung;

h) Volumina beider Prüfräume;

i) Lufttemperatur und Luftfeuchte in den Meßräumen;

j) Schalldämm-Maß des Prüfgegenstandes als Funktion der Frequenz;

k) Kurzbeschreibung von Einzelheiten des Verfahrens und der Meßgeräte;

l) Angabe von Ergebnissen, die als Meßgrenzen anzusehen sind. Sie müssen als  $R' = > \dots$  dB angegeben werden. Die Angabe muß erfolgen, wenn der Schalldruckpegel in einem Band infolge des Fremdgeräuschpegels (akustisch oder elektrisch, siehe 6.5) nicht meßbar ist und auch, wenn der Meßwert des Schalldämm-Maßes durch Flankenübertragung beeinflusst wurde. In letzterem Fall muß der entsprechende Wert von  $R'_{\text{max}}$  angegeben werden;

m) Gesamtverlustfaktor  $\eta_{\text{total}}$  [sofern gemessen (siehe Anhang E)] bei allen Meßfrequenzen in tabellarischer und/oder Kurvenform.

Zur Ermittlung der Einzahl-Angabe aus der Kurve  $R(f)$  siehe ISO 717-1. Es muß deutlich angegeben werden, daß die Ermittlung auf einem Ergebnis beruht, das in einem Prüfstand gewonnen wurde.

## Anhang A (normativ)

### Fugendichtungsmasse für den Einbau von Verglasungen in der Prüföffnung

Bei einer Messung nach diesem Teil von ISO 140 muß die beim Einbau des Prüfgegenstandes verwendete Fugendichtungsmasse folgende Bedingungen erfüllen:

Eine Glasscheibe aus Natron-Kalk-Silica (Floatglas, Dichte  $2500 \text{ kg/m}^3$ , Elastizitätsmodul  $E = 7 \times 10^4 \text{ MPa}$ ) mit einer Dicke von  $(10 \pm 0,3) \text{ mm}$  und den Maßen  $1230 \text{ mm} \times 1480 \text{ mm}$  muß mit dieser Fugendichtungsmasse in die Prüföffnung nach 5.2.2.3 eingebaut werden. Das Luftschalldämm-Maß muß in Terzbändern im Frequenzbereich von 1600 Hz bis 3150 Hz bestimmt werden. Die erste Messung darf nicht später als eine Stunde nach dem Einbau beginnen.

Die Ergebnisse müssen innerhalb des Bereiches von  $\pm 2,0 \text{ dB}$  den folgenden Werten entsprechen:

1600 Hz:  $R = 31,3 \text{ dB}$

2000 Hz:  $R = 35,6 \text{ dB}$

2500 Hz:  $R = 39,2 \text{ dB}$

3150 Hz:  $R = 42,9 \text{ dB}$

Etwa 24 Stunden später muß eine zweite Messung durchgeführt werden, um sicherzustellen, daß die Meßergebnisse nicht von einem Aushärteprozeß beeinflusst werden.

Es ist keine systematische Abweichung  $\overline{\Delta R}$  (Mittelwert der 4  $\Delta R$ -Werte) von mehr als 0,5 dB zulässig. Es muß eine Prüföffnung nach ISO 140-1: ..., Anhang C, verwendet werden.

ANMERKUNG 8: Mit Perenator TX 2001 S wurden diese Bedingungen erfüllt.<sup>3)</sup>

<sup>3)</sup> Perenator TX 2001 S ist ein Beispiel für ein geeignetes handelsübliches Erzeugnis. Diese Information wird zur Erleichterung für den Anwender von ISO 140-3 gegeben und bedeutet keine Empfehlung dieses Erzeugnisses durch ISO.

## Anhang B (normativ)

### Messung des Schalldämm-Maßes der Trennwand (und von flankierenden Bauteilen) für Prüföffnungen für Türen, Fenster, Verglasungen und Fassadenelemente

Das scheinbare Schalldämm-Maß der Trennwand einschließlich aller flankierenden Bauteile, berechnet mit der freien Fläche der Prüföffnung in der Trennwand, muß bei jeder Frequenz mindestens 6 dB höher sein als das Schalldämm-Maß des Prüfgegenstandes. Es wird durch Messen des scheinbaren Schalldämm-Maßes  $R'_T$  bei wesentlich verringerter Übertragung durch den Prüfgegenstand bestimmt.

Folgendes Verfahren der Verringerung der Übertragung durch den Prüfgegenstand zur Messung von  $R'_T$  wird empfohlen: Einbau einer biegeweichen Vorsatzschale mit einer flächenbezogenen Masse von  $25 \text{ kg/m}^2$  (z. B. Gipskartonplatten, beschichtet mit 2 mm Eisenblech) bündig mit der Vorderseite der Trennwand in den Teil der Prüföffnung, in dem der Prüfgegenstand eingebaut ist und Füllen des Raumes zwischen der Vorsatzschale und dem Prüfgegenstand mit Absorptionsmaterial.

ANMERKUNG 9: Falls dieses Verfahren nicht anwendbar ist (z. B. wegen Resonanzen zwischen dem Prüfgegenstand und der Vorsatzschale) siehe Anhang B von ISO 140-1: ... für weitere Überprüfungsverfahren für  $R'_T$ .

Die Ergebnisse  $R'_S$  von Messungen von Verglasungen oder Fenstern müssen mit dem mit dieser Konstruktion gemessenen und mit der freien Fläche der Prüföffnung in der Trennwandschale berechneten scheinbaren Schalldämm-Maßes verglichen werden. Ist die Differenz größer als oder gleich 6 dB, jedoch kleiner als 15 dB, muß das Meßergebnis  $R'_S$  um den Einfluß der Flankenübertragung korrigiert werden, indem  $R_S$  wie folgt berechnet wird:

$$R_S = -10 \lg (10^{-R'_S/10 \text{ dB}} - 10^{-R'_T/10 \text{ dB}}) \text{ dB} \quad (\text{B.1})$$

Dabei ist:

- $R_S$  das korrigierte Schalldämm-Maß des Prüfgegenstandes, in Dezibel;
- $R'_S$  in Dezibel, gemessen bei in der Prüföffnung befindlichem Prüfgegenstand;
- $R'_T$  in Dezibel, gemessen bei in der Prüföffnung befindlicher spezieller Konstruktion.

Ist die Differenz zwischen  $R'_S$  und  $R'_T$  in einem der Frequenzbänder geringer als 6 dB, muß der Korrekturwert 1,3 dB betragen, was einer Differenz von 6 dB entspricht. In diesem Fall muß  $R'_T$  im Meßbericht so angegeben werden, daß deutlich wird, daß die angegebenen  $R_S$ -Werte Minimalwerte darstellen.

## Anhang C (normativ)

### Eignung und Aufstellung der Schallquelle

#### C.1 Eignungsprüfung für Lautsprecher und Lautsprecherpositionen relativ zu Mikrofonpositionen

##### C.1.1 Allgemeines

Ziel dieser Anforderungen ist, daß das Schallfeld, das den Prüfgegenstand anregt und das von den Mikrofonen abgetastet wird, so diffus wie möglich wird. Die Positionen und die Richtwirkung der Schallquelle müssen es zulassen, daß sich Mikrofonpositionen außerhalb des Direktfeldes der Schallquelle befinden und sie müssen sicherstellen, daß das Direktfeld von der Schallquelle an der Oberfläche des Prüfgegenstandes nicht überwiegt.

Anforderungen an die Strahlungscharakteristiken der Schallquelle hängen von den Abmessungen des Senderraumes ab. Der Abstand von der Schallquelle zum Prüfgegenstand und zu einer Mikrofonposition bei gleichmäßiger ungerichteter Strahlung darf nicht geringer als

$$d_{\min} = 0,1 (V/\pi T)^{1/2}$$

sein.

Hierin bedeuten:

- $d_{\min}$  Abstand von der Schallquelle, in Meter;
- $V$  Raumvolumen, in Kubikmeter;
- $T$  Nachhallzeit, in Sekunden.

Eine Verdopplung dieses Abstandes wird sehr empfohlen. Es muß mindestens die Anforderung für Abstände nach 6.2.2 erfüllt sein, wenn eine Schallquelle verwendet wird, die die Anforderungen an gleichmäßige ungerichtete Strahlung nach C.1.2 erfüllt. Für andere Schallquellentypen muß das in C.1.2 angegebene Qualifikationsverfahren für Schallquellenstandorte durchgeführt werden.

#### C.1.2 Eignungsprüfverfahren für Lautsprecherpositionen in Bezug auf Mikrofonpositionen

Es muß sichergestellt sein, daß sich die Mikrofonpositionen außerhalb des direkten Schallfeldes der Schallquelle befinden. Dies kann experimentell überprüft werden, indem der Schalldruckpegel durch Abtasten des Pegels mit einem Mikrofon auf einer Geraden von der Oberfläche der Schallquelle zu den gewählten Mikrofonpositionen gemessen wird. Die Prüfung muß für alle Terzbänder mit den Mittenfrequenzen von mehr als 630 Hz durchgeführt werden. Jede feste Mikrofonposition muß außerhalb des Bereiches liegen, in dem sich die Pegel mit zunehmendem Abstand von der Schallquelle deutlich verringern. Bei einem bewegten Mikrofon darf keine signifikante Pegelerhöhung auftreten, wenn die Bahn in der Nähe der Schallquelle verläuft.

#### C.1.3 Prüfverfahren für die Richtwirkung der Lautsprecherabstrahlung

An allen Schallquellenpositionen im freien Raum sollten Lautsprecher verwendet werden, deren Lautsprechersysteme in einem geschlossenen Gehäuse eingebaut sind. Alle Lautsprechersysteme in demselben Gehäuse müssen gleichphasig abstrahlen.

Auf den Oberflächen eines Polyeders, vorzugsweise eines Dodekaeders, eingebaute Lautsprechersysteme führen zu einer ausreichenden Annäherung an eine gleichmäßige ungerichtete Abstrahlung.

Eine Überprüfung der Richtcharakteristik kann durch Messen der Schalldruckpegel um die Schallquelle in

einem Abstand von etwa 1,5 m in einem freien Schallfeld erfolgen. Die Schallquelle muß mit einem Rauschsignal gespeist und die Messungen müssen in Terzbändern durchgeführt werden. Es sind die Pegeldifferenzen zwischen dem Energiemittelwert für den Winkelbereich von 360° ( $L_{360}$ ) und den "gleitenden" Mittelwerten aller Winkelintervalle von 30° ( $L_{30,i}$ ) zu bestimmen. Die Richtwirkungsmaße sind

$$DI_i = L_{360} - L_{30,i}$$

Gleichmäßige ungerichtete Strahlung kann angenommen werden, wenn die DI-Werte im Frequenzbereich von 100 Hz bis 630 Hz innerhalb der Grenzen von  $\pm 2$  dB liegen. Im Bereich von 630 Hz bis 1 000 Hz erhöhen sich die Grenzen linear von  $\pm 2$  dB auf  $\pm 8$  dB. Für Frequenzen von 1 000 Hz bis 5 000 Hz sind es  $\pm 8$  dB. Die Prüfung sollte in unterschiedlichen Ebenen durchgeführt werden, um den "ungünstigsten Fall" zuverlässig zu erfassen. Bei Polyedern ist die Prüfung in nur einer Ebene ausreichend.

## C.2 Experimentelles Verfahren zum Auffinden der empfohlenen Anzahl von Lautsprecherpositionen und für die Auswahl der optimalen Positionen

### C.2.1 Allgemeines

Es muß die Eignung von Lautsprecherpositionen in Bezug auf die spezifische Anregung des Raumes geprüft werden, um Positionen zu finden, die zu Ergebnissen der Schalldämmungsmessung führen, die möglichst nahe an den Mittelwerten einer großen Anzahl von Positionen liegen, die im Raum gleichverteilt sind.

Es werden einfache Anforderungen für die Auswahl vorläufiger Lautsprecherpositionen für den Versuch vorgegeben. Es werden Verfahren angegeben für das Auffinden der empfohlenen Anzahl von Positionen und für die Auswahl der optimalen Positionen, einschließlich einer Eignungsprüfung. Es wird ein empfohlener Prüfgegenstand beschrieben. Es wird eine Anleitung für die Verwendung kontinuierlich bewegter Lautsprecher gegeben.

Bei Verwendung ausgewählter Lautsprecherpositionen für Messungen der Schalldämmung in der Praxis müssen Lautsprechertyp und -orientierung denen entsprechen, mit denen die Eignungsprüfung durchgeführt wurde. Dies muß auch für alle Prüfstandsverhältnisse, einschließlich Mikrofonpositionen oder Mikrofonbahnen, Diffusoren, absorbierende Oberflächen usw. und nach Möglichkeit speziell bei Verwendung einer Prüföffnung in einer Trennwand für die Position des Prüfgegenstandes der Fall sein.

### C.2.2 Anforderungen an Lautsprecherpositionen im Auswahlverfahren

Der Abstand zwischen unterschiedlichen Lautsprecherpositionen darf nicht geringer als 0,7 m sein. Mindestens zwei Positionen müssen wenigstens 1,4 m voneinander entfernt sein.

Der Abstand zwischen den Raumbegrenzungen und dem Mittelpunkt der Schallquelle darf nicht geringer als 0,7 m sein. Kleine Unregelmäßigkeiten der Raumbegrenzungen dürfen vernachlässigt werden. Zu Positionen nahe den Begrenzungsflächen, speziell Positionen in einer Ecke, siehe C.2.3.

Die Lautsprecherpositionen dürfen hinsichtlich der Achse oder der zentralen Ebenen des Senderraumes (bei parallelen Raumbegrenzungen) nicht symmetrisch sein. In denselben Ebenen parallel zu den Raumbegrenzungen dürfen sich nicht mehrere Lautsprecherpositionen befinden. Die Ebenen müssen einen gegenseitigen Mindestabstand von 0,1 m haben.

Die Orientierung des Lautsprechers muß genau dokumentiert werden, falls nicht eine ungerichtet abstrahlende Schallquelle verwendet wird. Es wird empfohlen, an allen Positionen dieselbe Orientierung beizubehalten, um sicherzustellen, daß die ausgewählten Positionen genau reproduziert werden können, weil ein Drehen des Lautsprechers die Position des akustischen Zentrums verändern kann.

### C.2.3 Anleitungen für das Auffinden optimaler Positionen und Eignungsprüfung

Die empfohlene Anzahl von Lautsprecherpositionen und ein Satz optimaler Positionen werden nach folgendem Verfahren gefunden:

Die Untersuchungen müssen mit einer Anzahl  $m$  Lautsprecherpositionen durchgeführt werden, die größer ist als

$$m = 152 / V^{2/3}, \quad (C.1)$$

wobei  $V$  das Senderraumvolumen in  $m^3$  ist.

Die Positionen werden nach den Festlegungen in C.2.2 gewählt. Wenn es erforderlich ist, daß der minimale Abstand zwischen den Positionen geringer als 0,8 m ist, müssen die Positionen so verteilt werden, daß der Mindestabstand so groß wie möglich ist und die anderen oben angegebenen Anforderungen erfüllt sind.

Die Differenz  $D$  zwischen den Send- und Empfangsraumpegeln muß für jede Lautsprecherposition gemessen und die Standardabweichung  $s_i$  dieser Differenzen für jedes Terzband mit der Mittenfrequenz von 100 bis 315 Hz berechnet werden:

$$s_i = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m (D_{j,i} - \mu_i)^2} \quad (C.2)$$

wobei  $D_{i,j}$  die Pegeldifferenz für die  $j$ -te Lautsprecherposition im  $i$ -ten Terzband und  $\mu_i$  der arithmetische Mittelwert der Pegeldifferenzen im  $i$ -ten Terzband sind.  $m$  ist die Anzahl der untersuchten Lautsprecherpositionen.

Die Anzahl  $N$  der Lautsprecherpositionen, die in der Praxis zu verwenden sind, wird mit den folgenden Bedingungen bestimmt.

$$N \geq 2 \quad (C.3)$$

$$N \geq (s_i / \sigma_i)^2 \quad (C.4)$$

$$N \geq \left( \sum_i s_i / 4,8 \text{ dB} \right)^2 \quad (C.5)$$

wobei  $s_i$  die Standardabweichung der Pegeldifferenzen (siehe Gleichung C.2) und  $\sigma_i$  die festgelegte maximale Standardabweichung des Mittelwertes für  $N$  Lautsprecherpositionen (angegeben in Tabelle C.1) ist.

Anforderung C.4 muß für alle Terzbänder erfüllt sein.

**Tabelle C.1: Vorgeschriebene Höchstwerte der Standardabweichung für den Mittelwert der gemessenen Pegeldifferenz für  $N$  Lautsprecherpositionen**

$f$ , Hz	$\sigma_i$ , dB
100	1,4
125	1,2
160	1,0
200	0,8
250	0,8
315	0,8

Überschreitet  $2 \times N$  den Wert von  $m$ , muß die Anzahl der untersuchten Lautsprecherpositionen von  $m$  auf  $2 \times N$  erhöht werden. Die zusätzlichen Lautsprecherpositionen müssen so gewählt werden, daß die obigen Anforderungen für alle  $2 \times N$  Positionen erfüllt werden.

Für jede Lautsprecherposition  $j$  wird die Summe  $S_j$  der Quadrate der Abweichungen von den Mittelwerten bei den sechs Terzbändern berechnet:

$$S_j = \sum_{i=1}^6 (D_{j,i} - \mu_i)^2 \quad (C.6)$$

Die  $q$  Positionen, für die  $S_j$  am kleinsten ist, werden aus allen untersuchten Lautsprecherpositionen ausgewählt.

Es dürfen auch zusätzliche Lautsprecherpositionen untersucht werden, die die Bedingungen in C.2.2 nicht erfüllen. Beispielsweise können Positionen in Ecken für die praktische Anwendung von Vorteil sein. Überschreitet  $S_j$  für eine zusätzliche Position den größten Wert der gewählten  $q$  Positionen nicht, darf die Position in der Praxis verwendet werden.

Schließlich werden  $q$  Positionen, wobei  $q \geq 2$  ist, nach folgendem Verfahren bestimmt: Für alle Kombinationen der  $q$  Positionen wird die Summe  $S_{j,q}$  der Quadrate der Abweichungen von den Mittelwerten aus sechs Terzbereichen berechnet. Die  $q$  Positionen, für welche  $S_{j,q}$  am kleinsten ist, werden ausgewählt.

Zwei oder mehr der gewählten Positionen müssen jeweils mindestens 1,4 m voneinander entfernt sein.

Positionen nahe den Begrenzungsflächen sind für viele Lautsprechertypen sehr kritisch, weil kleine Verschiebungen des Lautsprechers zu großen Schwankungen von  $D_i$  mit großen Abweichungen von den Mittelwerten  $\mu_i$  führen können. Wenn diese Positionen gewählt werden, muß sichergestellt sein, daß sie sehr genau reproduziert werden können.

#### C.2.4 Prüfgegenstand

Das Prüfverfahren wird mit einem Prüfgegenstand durchgeführt, dessen Schalldämm-Maß die Werte in Tabelle C.2 nicht überschreitet und dessen Größe der für Verglasungen in Anhang C von ISO 140-1 festgelegten Größe entspricht.

ANMERKUNG 10: Es hat sich gezeigt, daß Meßergebnisse an kleinen Prüfgegenständen mit relativ geringer Schalldämmung im allgemeinen gegenüber Variationen der Positionen der Schallquelle sehr empfindlich sind.

**Tabelle C.2: Maximales Schalldämm-Maß für den Prüfgegenstand**

$f$ , in Hz	$R$ , in dB
100	27
125	28
160	29
200	30
250	31
315	32

Ein empfohlener Prüfgegenstand ist ein einzelnes Element in Sandwich-Bauweise (Stahlblech-Harz-Stahlblech, Gesamtdicke 2,2 mm), das mit Schrauben in genieteten Halterungen und elastoplastischem Dichtungsmittel auf einem U-Profilrahmen befestigt ist.

ANMERKUNG 11: Der empfohlene Prüfgegenstand zeigt keine Resonanzeinflüsse auf die Schalldämmung im gesamten Frequenzbereich bis 5 000 Hz. Er ist deshalb auch für regelmäßige Prüfungen der Wiederholpräzision nach der Empfehlung in Abschnitt 7 dieser Norm geeignet.

ANMERKUNG 12: Wenn in dem Prüfstand üblicherweise keine Prüfungen an diesem Prüfgegenstand durchgeführt werden, darf das Prüfverfahren mit einem Prüfgegenstand durchgeführt werden, der den hauptsächlich verwendeten Typ repräsentiert.

#### C.2.5 Verwendung von kontinuierlich bewegten Lautsprechern

Es darf ein Lautsprecher verwendet werden, der automatisch längs einer Bahn bewegt wird, während die Schallpegelmessungen in beiden Räumen durchgeführt werden. Die Bahnlänge darf nicht geringer als 1,6 m sein. Der Lautsprecher sollte ungerichtet abstrahlen, andernfalls muß das in C.1.2 angegebene Qualifikationsverfahren für alle Positionen auf der Bahn mit den kürzesten Abständen zu den unterschiedlichen Mikrofonpositionen durchgeführt werden.

Unter Verwendung mehrerer Bahnen, einschließlich der vier Diagonalen, sind Messungen des Schalldämm-Maßes eines Prüfgegenstandes nach dem Verfahren in C.2.4 in dem Teil des Raumes durchzuführen, der den Anforderungen in C.2.2 entspricht. Die Bahn mit dem kleinsten  $S_j$  (siehe Gleichung (C.6)) muß für die Messungen in der Praxis verwendet werden.

## Anhang D (informativ)

### Messung der Flankenübertragung

Man kann davon ausgehen, daß die in den Empfangsraum übertragene Schalleistung aus der Summe folgender Komponenten besteht:

- $W_{Dd}$  die direkt auf die Trennwand auftrifft und von ihr direkt abgestrahlt wird;
- $W_{Df}$  die direkt auf die Trennwand auftrifft, jedoch von flankierenden Bauwerkteilen abgestrahlt wird;
- $W_{Fd}$  die auf flankierende Bauwerkteile auftrifft und von der Trennwand direkt abgestrahlt wird;
- $W_{Ff}$  die auf flankierende Bauwerkteile auftrifft und von ihnen abgestrahlt wird;
- $W_{Leck}$  die durch Undichtigkeiten, Lüftungskanäle usw. (als Luftschall) übertragen wird.

Wenn die Flankenübertragung untersucht werden muß, kann dies auf einem der folgenden Wege durchgeführt werden:

a) Durch Abdecken des Prüfgegenstandes auf beiden Seiten mit zusätzlichen biegeweichen Schichten, z. B. 13 mm Gipskartonplatten auf einem separaten Rahmen in einem Abstand, der zu einer Resonanzfrequenz des Systems Schicht-Luftraum führt, die weit unterhalb des interessierenden Frequenzbereiches liegt. Der Luftraum muß schallabsorbierendes Material enthalten. Mit dieser Messung werden  $W_{Dd}$ ,  $W_{Df}$  und  $W_{Fd}$  unterdrückt, und das gemessene scheinbare Schalldämm-Maß wird durch  $W_{Ff}$  bestimmt.  $W_{Leck}$  wird unter Prüfstandbedingungen als vernachlässigbar klein angenommen. Zusätzliche biegeweiche Schichten, die spezielle flankierende Oberflächen abdecken, können zu einer Identifikation der Hauptflankenwege führen.

b) Durch Messen der mittleren Schnellepegel auf dem Prüfgegenstand und auf den flankierenden Oberflächen im Empfangsraum. Der mittlere Oberflächenschnellepegel  $L_v$  des Prüfgegenstandes ist gegeben durch:

$$L_v = 10 \lg \left( \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2}{n \cdot v_0^2} \right) \text{ dB} \quad (\text{D.1})$$

Hierin bedeuten:

$v_1, v_2, \dots, v_n$  die Effektivwerte der zur Oberfläche senkrechten Komponenten der Oberflächenschnelle an  $n$  unterschiedlichen Positionen des Prüfgegenstandes;

$v_0 = 10^{-9}$  m/s die Bezugsschnelle.<sup>4)</sup>

ANMERKUNG 13: In der Bauakustik ist auch die Bezugsschnelle von  $5 \times 10^{-8}$  m/s in Gebrauch. Deshalb muß die in Gleichung (D.1) verwendete Bezugsschnelle immer angegeben werden.

Der verwendete Schwingungsaufnehmer sollte fest an der Oberfläche befestigt werden, und seine Masseimpedanz sollte gegenüber der Punktimpedanz der Oberfläche ausreichend gering sein.

Wenn die kritische Frequenz des Prüfgegenstandes oder der flankierenden Teile tief ist, kann im betrachteten Frequenzbereich die von einem speziellen Element  $k$  mit der Fläche  $S_k$  in den Empfangsraum abgestrahlte Leistung  $W_k$  abgeschätzt werden durch:

$$W_k = \rho c S_k \overline{v_k^2} \sigma_k, \quad (\text{D.2})$$

Dabei ist:

$\overline{v_k^2}$  der räumliche Mittelwert des mittleren Quadrates der senkrechten Komponente der Oberflächenschnelle;

$\sigma_k$  der Abstrahlgrad, ein Zahlenwert von etwa 1 oberhalb der kritischen Frequenz;

$\rho c$  die Kennimpedanz von Luft.

Wird z. B. die von den flankierenden Bauwerkteilen abgestrahlte Leistung auf diese Weise bestimmt, kann die Messung für die Berechnung des scheinbaren Schalldämm-Maßes verwendet werden:

$$R'_{Df + Ff} = 10 \lg \left( \frac{W_1}{W_{Df} + W_{Ff}} \right) \text{ dB} \quad (\text{D.3})$$

ANMERKUNG 14: Die Flankenübertragung kann unter Verwendung des Intensitätsmeßverfahrens direkt gemessen werden, wenn verschiedene spezielle Bedingungen zur Erzielung zuverlässiger Ergebnisse mit diesem Verfahren erfüllt werden. Solange keine Verweisung auf eine Norm für dieses Verfahren möglich ist, sollte dies im Prüfbericht erläutert werden.

<sup>4)</sup> Siehe ISO 1683, Akustik — Vorzugsbezugsgrößen für akustische Pegel.

## Anhang E (informativ)

### Messung des Gesamtverlustfaktors

#### E.1 Allgemeines

Es wird ein physikalisches System betrachtet, das über schwache Kopplung Energie mit anderen Systemen austauscht.  $E$  ist die Schwingungsenergie des Systems in einem Frequenzband ( $f \pm \Delta f$ ) unter stationären Bedingungen. Durch äußere Kräfte wird die Energie  $\Delta E$  in demselben Frequenzband und während einer Dauer, die der Frequenz  $f$  entspricht, in das System eingeleitet, um  $E$  konstant zu halten. Dann ist der Gesamtverlustfaktor  $\eta_{\text{Gesamt}}$  gegeben durch:

$$\eta_{\text{Gesamt}} = \frac{\Delta E}{2\pi \cdot E} \quad (\text{E.1})$$

Beispielsweise kann das System eine Wand oder eine Gruppe fest gekoppelter Wände von etwa derselben flächenbezogenen Masse sein.

Die anderen Systeme können ein Luftvolumen, eine weitere Wand oder Trennwand unterschiedlicher Masse sein, die über nachgiebige Verbindungen gekoppelt oder befestigt sind. Der Gesamtverlustfaktor beinhaltet innere Verluste, Kanten- und Strahlungsverluste.

#### E.2 Messungen

Die Beziehung zwischen  $\eta_{\text{Gesamt}}$  und der Nachhallzeit  $T_R$  des Systems ist bei Anregung durch eine impulsartige Kraft gegeben durch:

$$\eta_{\text{Gesamt}} = \frac{2,2}{f \cdot T_R} \quad (\text{E.2})$$

Die Nachhallzeit kann durch Messen der Schnelle oder Beschleunigung an unterschiedlichen Punkten des Systems abgeschätzt werden. Es wird vorgeschlagen, daß die Nachhallzeit aus der Abklingkurve zwischen 5 dB und 20 dB unterhalb des maximalen Pegels berechnet werden sollte. Es sollten von einer typischen Wandkonstruktion (10 m<sup>2</sup> bis 20 m<sup>2</sup>) die Mittelwerte von 12 Abklingkurven verwendet werden, in der Regel 2 Meßpunkte  $\times$  3 Erregungspunkte  $\times$  2 Abklingverläufe pro Punkt.

Die Erregung kann durch den Schlag eines mit Gummikappen versehenen Hammers erfolgen. Die Hammermasse sollte etwa derjenigen von 100 cm<sup>2</sup> der angeregten Wand entsprechen.

Die Nachhallzeit beträgt oft nur etwa 20 ms, so daß die übliche Signalverarbeitung für Nachhallzeitmessungen von Luftschall nicht verwendet werden kann. Stattdessen können die folgenden Verfahren benutzt werden:

Die Abklingkurve wird mit einem Magnetbandgerät oder einem Transientenspeicher aufgezeichnet und, falls möglich, zeitinvertiert mit geringerer Geschwindigkeit wiedergegeben. Die Messung kann unter Verwendung von transponierten Filtern durchgeführt werden. Das Produkt aus der Filterbandbreite  $B$  und der gemessenen Nachhallzeit sollte 16 für zeitrichtige Analyse und 4 für zeitinvertierte Analyse betragen. Es muß ein spezieller Effektivwert-Detektor mit einer kleinen Zeitkonstante verwendet werden. Die äquivalente Nachhallzeit  $T_R$  eines Effektivwert-Detektors mit der Zeitkonstanten  $\tau$  beträgt  $T_R = 13,8 \tau$ . Es wird empfohlen, daß für zeitrichtige Auswertung  $T_R$  etwa die Hälfte der gemessenen Nachhallzeit sein sollte und bei zeitinvertierter Auswertung bis zu der vierfachen gemessenen Nachhallzeit.

## Anhang F (informativ)

### Anleitung für Messungen in den unteren Frequenzbändern

#### F.1 Allgemeines

In den unteren Frequenzbändern (im allgemeinen unterhalb etwa 400 Hz und insbesondere unterhalb 100 Hz,) können die Bedingungen eines diffusen Schallfeldes in den Prüfräumen nicht erwartet werden, speziell dann nicht, wenn die Raumvolumina nur 50 m<sup>3</sup> bis 100 m<sup>3</sup> betragen. Die allgemeine Anforderung, daß die Raumabmessungen mindestens eine Wellenlänge betragen sollten, kann für die tiefsten Bänder nicht erfüllt werden. Die kleine Anzahl der Eigenfrequenzen des Raumes in den Bändern sind der Grund für die Ausbildung stehender Wellen im gesamten Raum.

Die Erregung der Eigenschwingungen des Raumes ist stark von den Schallquellenorten abhängig. Das Schalldämm-Maß ändert sich, je nachdem welche Eigenschwingungen des Raumes angeregt werden. Selbst wenn die Wiederholpräzision bei tiefen Frequenzen nicht schlecht ist, können die Vergleichspräzision und die Vergleichbarkeit mit Prüfergebnissen von anderen Räumen sehr schlecht sein: die Prüfergebnisse werden vom Prüfstand abhängig.

Um die Streuung der Meßergebnisse zu verringern, ist zusätzlicher Aufwand hinsichtlich der Erregung und der Abstimmung des Schallfeldes in den Räumen und bezüglich der speziellen Anforderungen, denen die Räume zu genügen haben, notwendig.

Räume mit kleinen Volumen und ungünstigen Abmessungen sind für Messungen bei tiefen Frequenzen nicht geeignet. Es sollte mindestens eine Raumabmessung einer Wellenlänge und eine weitere mindestens einer halben Wellenlänge der tiefsten Bandmittelfrequenz entsprechen, und es muß Raum vorhanden sein, die Schallquelle und die Mikrofone nach den Anforderungen zu positionieren.

## **F.2 Mindestabstände**

Zu den Raumbegrenzungen hin wird unterhalb eines Abstandes von etwa einem Viertel einer Wellenlänge eine starke Schalldruckpegelerhöhung gemessen. Die Mindestabstände (siehe 6.2.2) sind linear zu erhöhen und für Messungen im 50-Hz-Band zu verdoppeln. Für den Abstand zwischen den Mikrofonpositionen und den Raumbegrenzungen sollten etwa 1,2 m die untere Grenze sein. Dies gilt auch für die Abstände zwischen Mikrofonpositionen und der Oberfläche des Prüfgegenstandes.

## **F.3 Abtastung des Schallfeldes**

Zur Erzielung eines zuverlässigen räumlichen Mittelwertes der Schalldruckpegel muß die Anzahl der Mikrofonpositionen erhöht werden. Die Mikrofonpositionen sollten gleichmäßig über das zulässige Raumvolumen verteilt werden. Bei Verwendung eines bewegten Mikrofons sollten alle Teile des zulässigen Raumvolumens gleichmäßig abgetastet werden. Bei sehr tiefen Frequenzen, bei denen die Raumabmessungen in den Bereich einer halben Wellenlänge gelangen, findet man extrem niedrige Schalldruckwerte im Mittelteil des Raumes. Deshalb müssen auch außerhalb dieses Bereiches geeignete Mikrofonpositionen angeordnet werden.

## **F.4 Lautsprecherpositionen**

Mangelnde Diffusität in kleinen Räumen bei Messungen bei tiefen Frequenzen kann teilweise durch die Anregung verschiedener Schallfelder nacheinander und Mittelwertbildung der Ergebnisse kompensiert werden. Deshalb muß die Anzahl der Lautsprecherpositionen erhöht werden, die Mindestanzahl sollte drei sein. Es wird die Verwendung eines kontinuierlich bewegten Lautsprechers empfohlen.

## **F.5 Mittelungszeit**

Infolge der geringeren 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 verglichen mit den Anforderungen an Messungen bei 100 Hz). Bei Verwendung eines bewegten Mikrofons sollte die Mittelungszeit mindestens 60 s betragen.

## **F.6 Nachhallzeit**

Bei sehr tiefen Frequenzen neigen Prüfräume zu sehr langen Nachhallzeiten. Dies muß durch Verbesserung der Überlappung der Moden vermieden werden, um die Dominanz einzelner Eigenschwingungen im Raum zu verringern. Absorber sollten im Raum gut verteilt sein. Es wird die Verwendung von Gipskartonplatten mit Mineralwollschichten an den Wänden und der Decke und ein schwimmender Estrich empfohlen.

## **Anhang G (informativ)**

### **Vordruck für die Darstellung der Ergebnisse**

Dieser Anhang zeigt ein Beispiel für die Darstellung von Prüfergebnissen von Messungen der Luftschalldämmung von Bauteilen im Prüfstand.

Die Bezugskurve in der Diagrammvorlage ist ISO 717-1 entnommen. Sie sollte ergänzt und zumindest durch die verschobene Bezugskurve entsprechend dem in ISO 717-1 festgelegten Verfahren ersetzt werden.

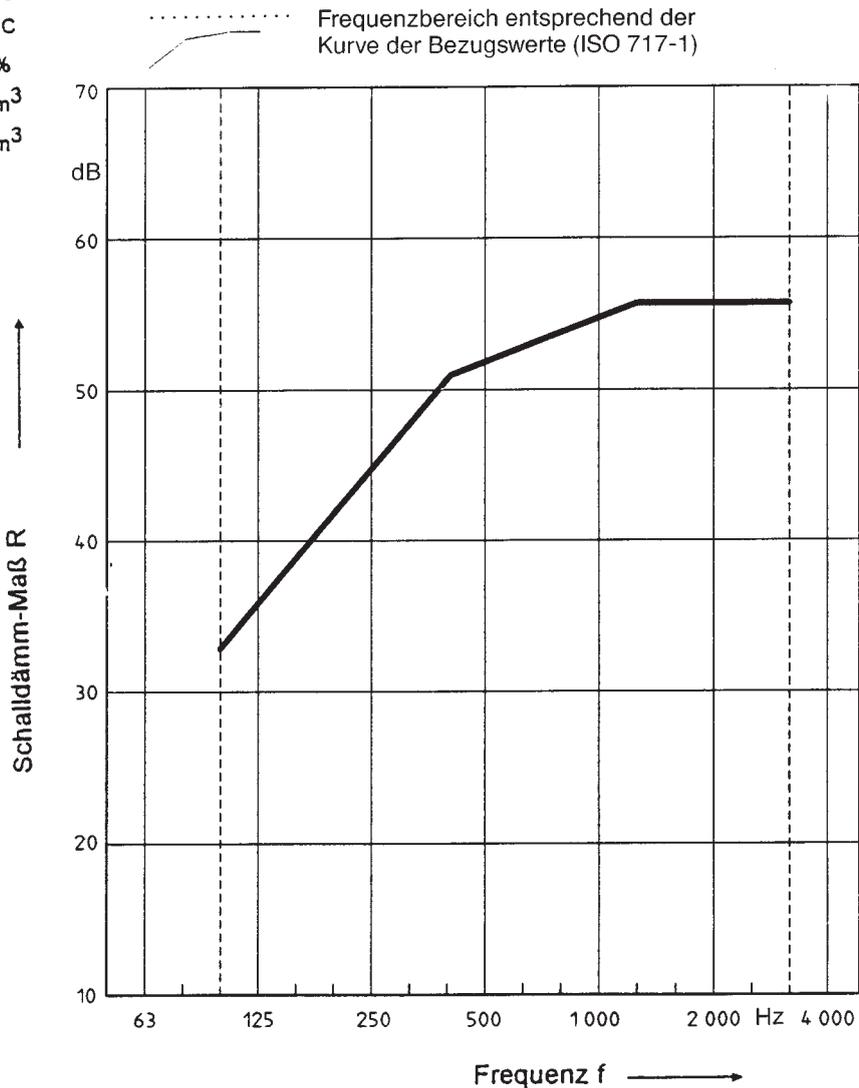
## Schalldämm-Maß nach ISO 140-3

### Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen im Prüfstand

Hersteller: Produktbezeichnung:  
 Auftraggeber: Kennz. der Prüfräume:  
 Prüfgegenstand eingebaut von: Prüfdatum:  
 Beschreibung des Prüfstandes, des Prüfgegenstandes und der Prüfanordnung:

Fläche S des Prüfgegenstandes:  $m^2$   
 Flächenbezogene Masse:  $kg/m^2$   
 Lufttemp. in den Prüfräumen:  $^{\circ}C$   
 Luftfeuchte in den Prüfräumen: %  
 Volumen des Senderraumes:  $m^3$   
 Volumen des Empfangsraumes:  $m^3$

Frequenz Hz	R Terz dB
50	
63	
80	
100	
125	
160	
200	
250	
315	
400	
500	
630	
800	
1000	
1250	
1600	
2000	
2500	
3150	
4000	
5000	



Bewertung nach ISO 717-1:

$R_w(C; C_{tr}) = ( \quad ; \quad )$  dB       $C_{50-3150} = \quad$  dB;  $C_{50-5000} = \quad$  dB;  $C_{100-5000} = \quad$  dB

Die Ermittlung basiert auf Prüfstands-Meßergebnissen, die in Terzbändern gewonnen wurden.  $C_{tr,50-3150} = \quad$  dB;  $C_{tr,50-5000} = \quad$  dB;  $C_{tr,100-5000} = \quad$  dB

Nr. des Prüfberichtes:  
Datum:

Name des Prüfinstitutes:  
Unterschrift:

**Anhang ZA (normativ)****Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen**

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei starren Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

Publikation	Jahr	Titel	EN	Jahr
ISO 140-2	1991	Acoustics — Measurements of sound insulation in buildings and building elements — Part 2: Determination, verification and application of precision data (including corrigendum 1 : 1993)	EN 20140-2	1993
ISO 354	1985	Acoustics — Measurements of sound absorption in a reverberation room	EN 20354	1993