

	Bauakustik Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen Deutsche Fassung EN 12354-1:2000	DIN EN 12354-1
ICS 91.120.20 Building acoustics – Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements – Part 1: Airborne sound insulation between rooms; German version EN 12354-1:2000 Acoustique du bâtiment – Calcul de la performance acoustique des bâtiments à partir de la performance des éléments – Partie 1: Isolement acoustique aux bruits aériens entre des locaux; Version allemande EN 12354-1:2000 Die Europäische Norm EN 12354-1:2000 hat den Status einer Deutschen Norm. Nationales Vorwort Diese Europäische Norm wurde von der Arbeitsgruppe 2 „Übertragung der schalldämmenden Eigenschaften von Bauteilen und der schalldämmenden Eigenschaften des Gebäudes“ des Technischen Komitees CEN/TC 126 „Akustische Eigenschaften von Baustoffen und Bauteilen und von Gebäuden“ unter deutscher Mitwirkung erarbeitet. Der für die deutsche Mitarbeit zuständige Arbeitsausschuss im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. ist der als Spiegelausschuss zum CEN/TC 126 eingesetzte Arbeitsausschuss 00.71.00 „Schallschutz im Hochbau“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau). Fortsetzung 53 Seiten EN Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.		

Deutsche Fassung

Bauakustik
Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den
Bauteileigenschaften
Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen

Building acoustics – Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements – Part 1: Airborne sound insulation between rooms

Acoustique du bâtiment – Calcul de la performance acoustique des bâtiments à partir de la performance des éléments – Partie 1: Isolement acoustique aux bruits aériens entre des locaux

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 20. August 1999 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, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	3	4.4 Vereinfachtes Modell für die Körperschall- übertragung	16
1 Anwendungsbereich	4	4.4.1 Rechenverfahren	16
2 Normative Verweisungen	4	4.4.2 Eingangsdaten	18
3 Benötigte Größen	4	4.4.3 Einschränkungen	19
3.1 Größen zur Beschreibung der Gebäudeeigenschaften	4	5 Genauigkeit	19
3.1.1 Bau-Schalldämm-Maß R'	4	Anhang A (normativ) Formelzeichen	20
3.1.2 Standard-Schallpegeldifferenz D_{nT}	5	Anhang B (informativ) Schalldämm-Maß für monolithische Bauteile	24
3.1.3 Norm-Schallpegeldifferenz D_n	5	B.1 Schalldämm-Maß in Frequenzbändern	24
3.1.4 Beziehung zwischen den Größen	5	B.2 Bewertetes Schalldämm-Maß	26
3.2 Größen zur Beschreibung der Bauteileigenschaften	5	Anhang C (informativ) Körperschall-Nachhall- zeit von Bauteilen	29
3.2.1 Schalldämm-Maß R	6	Anhang D (informativ) Luftschallverbesserungs- maß von Vorsatzkonstruktionen	31
3.2.2 Luftschallverbesserungsmaß ΔR	6	D.1 Verbesserung des Schalldämm-Maßes durch Vorsatzkonstruktionen	31
3.2.3 Norm-Schallpegeldifferenz eines kleinen Bauteils $D_{n,e}$	6	D.1.1 Direktübertragung ΔR	31
3.2.4 Norm-Schallpegeldifferenz für Luftschall- Nebenwegübertragung $D_{n,s}$	6	D.1.2 Flankenübertragung	31
3.2.5 Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f}$	6	D.2 Bewertetes Luftschallverbesserungsmaß von Vorsatzkonstruktionen	33
3.2.6 Stoßstellendämm-Maß K_{ij}	6	Anhang E (informativ) Stoßstellendämm-Maß für Stoßstellen	35
3.2.7 Weitere Angaben zu Bauteilen	7	E.1 Ermittlungsverfahren	35
3.3 Weitere Begriffe und Größen	7	E.2 Empirische Angaben	35
3.3.1 Direktübertragung	7	E.3 Grenzwerte	36
3.3.2 Indirekte Übertragung (Nebenweg-Über- tragung)	7	Anhang F (informativ) Ermittlung der indirekten Übertragung (Nebenweg-Übertragung)	44
3.3.3 Luftschall-Nebenwegübertragung (indirekte Luftschallübertragung)	7	F.1 Labormessung der gesamten indirekten Übertragung	44
3.3.4 Körperschall-Nebenweg-Übertragung (Flankenübertragung)	7	F.1.1 Indirekte Übertragung bei Luftschall- anregung	44
3.3.5 Richtungsgemittelte Schnellepegel- differenz $D_{v,ij}$	7	F.1.2 Flankenübertragung	45
3.3.6 Flankendämm-Maß R_{ij}	8	F.2 Ermittlung der indirekten Luftschallüber- tragung aus der bekannten Übertragung durch die einzelnen Bauteile eines Systems	45
4 Rechenmodelle	8	F.2.1 Vorraum oder Korridor	45
4.1 Allgemeine Grundlagen	8	F.2.2 Lüftungsanlage	46
4.2 Detailliertes Modell für Körperschallüber- tragung	10	Anhang G (informativ) Schalldämm-Maß mit bauähnlicher Flankenübertragung (DIN 52210)	47
4.2.1 Eingangsdaten	10	Anhang H (informativ) Rechenbeispiele	48
4.2.2 Überführung der Eingangsdaten in in-situ-Werte	11	H.1 Bausituation	48
4.2.3 Ermittlung der Direkt- und der Flanken- übertragung in situ	12	H.2 Detailliertes Modell	49
4.2.4 Interpretation für mehrere Arten von Bauteilen	13	H.2.1 Ergebnisse	49
4.2.5 Einschränkungen	16	H.2.2 Einzelschritte für trennendes Bauteil, Fußboden und Innenwand	49
4.3 Detailliertes Modell für Luftschallüber- tragung	16	H.2.3 Körperschall-Nachhallzeit für eine Zwischenwand bei der 500-Hz-Oktave	51
4.3.1 Ermittlung aus der gemessenen Direkt- übertragung für kleine Bauteile	16	H.3 Vereinfachtes Modell	51
4.3.2 Ermittlung aus der gemessenen indirekten Gesamtübertragung	16	Literaturhinweise	53
4.3.3 Ermittlung aus der für die einzelnen Bauteile gemessenen Übertragung eines Systems	16		

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 126 „Akustische Eigenschaften von Baustoffen und 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 Oktober 2000, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2000 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ist der erste Teil einer Reihe von Normen, die Festlegungen für Rechenmodelle der Bauakustik enthält. Obwohl die Norm für die wesentlichen Arten von Bauwerken gilt, kann sie nicht alle Arten von Konstruktionen berücksichtigen. Sie stellt einen Ansatz dar, um Erfahrungen für künftige Verbesserungen und Entwicklungen sammeln zu können.

Während der Erarbeitung dieser Norm wurde offensichtlich, dass einige der erforderlichen Angaben für Bauteile, die auf genormte Messverfahren beruhen, noch nicht zur Verfügung stehen; deshalb wurden einige informative Anhänge beigefügt, die den bestehenden Bedarf erläutern sowie mögliche Messverfahren angeben sollen und dies mit einigen akustischen Messdaten veranschaulichen. Diese Anhänge sollten die Grundlage für neue oder überarbeitete Normen für Bauteile bilden, welche diese Anhänge ersetzen würden.

Die Genauigkeit dieser Norm kann erst nach umfassenden Vergleichen mit Felddaten im Einzelnen festgelegt werden, wobei diese Daten erst nach einem gewissen Zeitraum nach Erstellung des Vorhersagemodells ermittelt werden können. Um dem Anwender in der Zwischenzeit behilflich sein zu können, sind Angaben über die Genauigkeit enthalten, die auf früheren Vergleichen mit vergleichbaren Rechenmodellen beruhen. Es liegt im Verantwortungsbereich der Anwender (d. h. einer Person, einer Organisation, den Behörden), die Folgen der Genauigkeit all dieser Mess- und Vorhersageverfahren zu berücksichtigen, indem sie Anforderungen an die Eingabedaten festlegen und/oder einen Sicherheitsbereich für die Ergebnisse einbeziehen oder andere Korrekturfaktoren anwenden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Norm legt Rechenmodelle zur Ermittlung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden fest, hauptsächlich auf der Grundlage von Messdaten, die die direkte oder die Flankenübertragung durch die beteiligten Bauteile kennzeichnen, und von theoretisch abgeleiteten Verfahren der Schallausbreitung in Bauwerken.

Für die Berechnung in Frequenzbändern wird ein detailliertes Modell beschrieben. Die Einzahlangaben für Gebäude können aus den Rechenergebnissen ermittelt werden. Auf Grundlage des detaillierten Modells wird ein vereinfachtes Modell mit eingeschränktem Anwendungsbereich abgeleitet, das unter Verwendung der Einzahlangaben der Bauteile unmittelbar die Einzahlangabe des Gebäudes berechnet.

In dieser Norm werden die Grundlagen des Berechnungsverfahrens beschrieben, die benötigten Größen aufgeführt und ihre Anwendungen und Beschränkungen angegeben. Es ist für Fachleute auf dem Gebiet der Akustik bestimmt und gibt den Rahmen für die Entwicklung von Anwendungsdokumenten und Hilfsmitteln für andere Anwender auf dem Gebiet des Hochbaus unter Berücksichtigung der örtlichen Bedingungen vor.

Die beschriebenen Rechenmodelle beruhen auf dem allgemein gültigen Ansatz für Ingenieurzwecke und sind auf Messgrößen bezogen, die die Bauteileigenschaften beschreiben. In dieser Norm sind die bekannten Grenzen dieser Rechenmodelle beschrieben. Die Anwender sollten jedoch berücksichtigen, dass auch andere Rechenmodelle existieren, die jeweils einen eigenen Anwendungsbereich und Einschränkungen aufweisen.

Die Modelle basieren auf Erfahrungen mit Voraussagen für Wohngebäude. Sie könnten auch für andere Arten von Gebäuden angewendet werden, soweit deren Baukonstruktionen und die Abmessungen der Bauteile nicht zu stark von denen in Wohnbauten abweichen.

2 Normative Verweisungen

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 datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen 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.

EN 20140-10, *Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 10: Messung der Luftschalldämmung kleiner Bauteile in Prüfständen (ISO 140-10:1991).*

EN ISO 140-1, *Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 1: Anforderungen an Prüfstände mit unterdrückter Flankenübertragung (ISO 140-1:1997).*

EN ISO 140-3, *Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 3: Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen (ISO 140-3:1995).*

EN ISO 140-4, *Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 4: Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden (ISO 140-4:1998).*

EN ISO 717-1, *Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 1: Luftschalldämmung (ISO 717-1:1996).*

prEN ISO 10848-1, *Akustik – Messung der Flankenübertragung von Luftschall und Trittschall zwischen benachbarten Räumen in Prüfständen (ISO/DIS 10848-1:1998).*

3 Benötigte Größen

3.1 Größen zur Beschreibung der Gebäudeeigenschaften

Die Schalldämmung zwischen Räumen kann nach EN ISO 140-4 durch mehrere miteinander in Beziehung stehende Größen dargestellt werden. Diese Größen werden in Frequenzbändern (Terz- oder Oktavbändern) ermittelt, aus denen die Einzahlangabe für die Gebäudeeigenschaften, z. B. R'_w , $D_{nT,w}$ oder $(D_{nT,w} + C)$ nach EN ISO 717-1 erhalten werden kann.

3.1.1 Bau-Schalldämm-Maß R'

Der negative zehnfache dekadische Logarithmus des Verhältnisses der in den Empfangsraum übertragenen Gesamtschalleistung W_{tot} zur Schalleistung W_1 , die auf ein trennendes Bauteil trifft. Dieses Verhältnis wird mit τ' bezeichnet.

$$R' = -10 \lg \tau' \text{ dB} \quad (1)$$

Dabei ist

$$\tau' = W_{\text{tot}} / W_1$$

Die in den Empfangsraum übertragene Schalleistung setzt sich im allgemeinen aus den vom trennenden Bauteil, von den flankierenden Bauteilen und von anderen Elementen abgestrahlten Schalleistungen zusammen.

Sie wird üblicherweise aus Messwerten nach folgender Gleichung ermittelt:

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S_s}{A} \quad \text{dB} \quad (2)$$

Dabei ist

L_1 der mittlere Schalldruckpegel im Senderaum, in Dezibel;

L_2 der mittlere Schalldruckpegel im Empfangsraum, in Dezibel;

A die äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum, in Quadratmetern;

S_s die Fläche des trennenden Elements, in Quadratmetern.

3.1.2 Standard-Schallpegeldifferenz D_{nT}

Die Differenz der in zwei Räumen erzeugten, räumlich und zeitlich gemittelten Schalldruckpegel durch eine oder mehrere Schallquellen, die sich in einem der Räume befinden, bezogen auf die Nachhallzeit im Empfangsraum:

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{T}{T_0} \quad \text{dB} \quad (3)$$

Dabei ist:

T die Nachhallzeit im Empfangsraum, in Sekunden;

T_0 die Bezugs-Nachhallzeit, für Wohnungen zu 0,5 s vorgegeben.

3.1.3 Norm-Schallpegeldifferenz D_n

Die Differenz der in zwei Räumen erzeugten, räumlich und zeitlich gemittelten Schalldruckpegel durch eine oder mehrere Schallquellen, die sich in einem der Räume befinden, bezogen auf die äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum:

$$D_n = L_1 - L_2 - 10 \lg \frac{A}{A_0} \quad \text{dB} \quad (4)$$

Dabei ist

A_0 die Bezugs-Absorptionsfläche, für Wohnungen zu 10 m² vorgegeben.

3.1.4 Beziehung zwischen den Größen

Die Schallpegeldifferenzen stehen mit dem Bau-Schalldämm-Maß in folgender Beziehung:

$$D_n = R' + 10 \lg \frac{A_0}{S_s} = R' + 10 \lg \frac{10}{S_s} \quad \text{dB} \quad (5a)$$

$$D_{nT} = R' + 10 \lg \frac{0,16V}{T_0 S_s} = R' + 10 \lg \frac{0,32V}{S_s} \quad \text{dB} \quad (5b)$$

Dabei ist

V der Rauminhalt des Empfangsraumes, in Kubikmetern.

Es genügt, eine dieser Größen zu berechnen und die übrigen daraus abzuleiten. In der vorliegenden Norm wird vom Bau-Schalldämm-Maß R' als zu berechnende primäre Größe ausgegangen.

3.2 Größen zur Beschreibung der Bauteileigenschaften

Die Größen, die die Eigenschaften der Bauteile beschreiben, werden als Teil der Eingangsdaten für die Berechnung der Gebäudeeigenschaften verwendet. Diese Größen werden in Terzbändern ermittelt, können aber ebenso in Oktavbändern dargestellt werden. Hieraus kann nach EN ISO 717-1 die Einzahlangabe, z. B. R_w (C ; C_{tr}), für die Bauteileigenschaft errechnet werden.

3.2.1 Schalldämm-Maß R

Zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der auf ein Prüfobjekt treffenden Schalleistung W_1 zur Schalleistung W_2 , die durch das Prüfobjekt übertragen wird:

$$R = 10 \lg \frac{W_1}{W_2} \quad \text{dB} \quad (6)$$

Diese Größe ist nach EN ISO 140-3 zu ermitteln.

3.2.2 Luftschallverbesserungsmaß ΔR

Die Differenz des Schalldämm-Maßes eines Grundbauteils mit Vorsatzkonstruktion (z. B. einer Vorsatzschale, einer Unterdecke oder eines schwimmenden Estrichs) und dieses Grundbauteils ohne diese Vorsatzkonstruktion.

Angaben über Ermittlung und Anwendung dieser Größe sind in Anhang D enthalten.

3.2.3 Norm-Schallpegeldifferenz eines kleinen Bauteils $D_{n,e}$

Die Differenz der in zwei Räumen mit einer Schallquelle in einem der beiden Räume erzeugten räumlich und zeitlich gemittelten Schalldruckpegel, wobei die Schallübertragung nur durch ein kleines Bauteil erfolgt (z. B. Lüftungsöffnungen, Elektrokabelkanäle, Dichtungssysteme bei Durchführungen). $D_{n,e}$ ist auf die äquivalente Schallabsorptionsfläche (A_o) im Empfangsraum normiert; $A_o = 10 \text{ m}^2$.

$$D_{n,e} = L_1 - L_2 - 10 \lg \frac{A}{A_o} \quad \text{dB} \quad (7)$$

Dabei ist

A die äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum, in Quadratmetern.

Diese Größe ist nach EN 20140-10 zu ermitteln.

3.2.4 Norm-Schallpegeldifferenz für Luftschall-Nebenwegübertragung $D_{n,s}$

Die Differenz der in zwei Räumen von einer Schallquelle in einem der beiden Räume erzeugten zeitlich und räumlich gemittelten Schalldruckpegel. Es wird angenommen, dass die Übertragung über einen festgelegten Weg zwischen den Räumen erfolgt (z. B. Lüftungsanlagen, Korridore). $D_{n,s}$ ist auf die äquivalente Bezugs-Schallabsorptionsfläche (A_o) im Empfangsraum normiert; $A_o = 10 \text{ m}^2$.

$$D_{n,s} = L_1 - L_2 - 10 \lg \frac{A}{A_o} \quad \text{dB} \quad (8)$$

Der untere Index s gibt die Art des betreffenden Übertragungssystems an.

Diese Größe ist nach einem Messverfahren zu bestimmen, das mit EN 20140-10 vergleichbar ist.

ANMERKUNG Besondere Messverfahren für spezifische Systeme sollten von CEN/TC 126 oder CEN/TC 211 erarbeitet werden (siehe Anhang F).

3.2.5 Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f}$

Die Differenz der in zwei Räumen von einer Schallquelle in einem der beiden Räume erzeugten räumlich und zeitlich gemittelten Schalldruckpegel. Es wird angenommen, dass die Übertragung nur über einen festgelegten flankierenden Weg erfolgt (z. B. über eine Unterdecke, einen Doppel- oder Hohlraumboden oder eine Fassade). $D_{n,f}$ wird normiert auf die äquivalente Bezugs-Schallabsorptionsfläche (A_o) im Empfangsraum; $A_o = 10 \text{ m}^2$.

$$D_{n,f} = L_1 - L_2 - 10 \lg \frac{A}{A_o} \quad \text{dB} \quad (9)$$

Diese Größe ist nach prEN ISO 10848-1 zu ermitteln.

ANMERKUNG Für Unterdecken steht EN 20140-9 zur Verfügung, in der anstelle des allgemeineren „f“ der untere Index „c“ verwendet wird. Für Doppel- und Hohlraumböden ist eine Norm (prEN ISO 140-11) in Vorbereitung (siehe Anhang F).

3.2.6 Stoßstellendämm-Maß K_{ij}

Diese Größe steht mit der Übertragung von Körperschalleistung an einer Stoßstelle von Bauwerksteilen in Beziehung und ist normiert, damit sie zu einer invarianten Größe wird. Das Stoßstellendämm-Maß ergibt sich aus der richtungsgemittelten Schnellepegeldifferenz an der Stoßstelle durch Normierung auf die Länge der Stoßstelle und, soweit zweckmäßig, die äquivalente Absorptionslänge der beiden Bauteile. Es ergibt sich aus:

$$K_{ij} = \frac{D_{v,ij} + D_{v,ji}}{2} + 10 \lg \frac{l_{ij}}{\sqrt{a_i a_j}} \quad \text{dB} \quad (10)$$

Dabei ist

$D_{v,ij}$ die Schnellepegeldifferenz zwischen den Bauteilen i und j, wenn das Bauteil i angeregt wird, in Dezibel;

$D_{v,ji}$ die Schnellepegeldifferenz zwischen den Bauteilen j und i, wenn das Bauteil j angeregt wird, in Dezibel;

l_{ij} die gemeinsame Länge der Stoßstelle zwischen den Bauteilen i und j, in Metern;

a_i die äquivalente Absorptionslänge von Bauteil i, in Metern;

a_j die äquivalente Absorptionslänge von Bauteil j, in Metern.

Die äquivalente Absorptionslänge ergibt sich aus:

$$a = \frac{2,2 \pi^2 S}{c_o T_s} \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f}} \quad (11)$$

Dabei ist

T_s die Körperschall-Nachhallzeit von Bauteil i oder j, in Sekunden;

S die Fläche von Bauteil i oder j, in Quadratmetern;

f die Bandmittenfrequenz, in Hertz;

f_{ref} die Bezugsfrequenz; $f_{\text{ref}} = 1\,000$ Hz;

c_o die Schallgeschwindigkeit in Luft, in Meter je Sekunde.

ANMERKUNG 1 Die äquivalente Absorptionslänge ist die Länge einer fiktiven, vollständig absorbierenden Bauteilkante, deren kritische Frequenz bei 1 000 Hz angenommen wird, wobei sie den gleichen Verlust ergibt wie die Gesamtverluste des Bauteils in einer gegebenen Situation.

Die Größe K_{ij} ist nach prEN ISO 10848-1 zu ermitteln.

ANMERKUNG 2 Zur Zeit können Werte für diese Größe dem Anhang E entnommen oder aus verfügbaren Daten über die Schnellepegeldifferenz an einer Stoßstelle nach Anhang E abgeleitet werden.

3.2.7 Weitere Angaben zu Bauteilen

Für die Berechnungen können weitere Angaben über Bauteile erforderlich sein, z. B.:

- flächenbezogene Masse m' , in Kilogramm je Quadratmeter;
- Art des Bauteils;
- Baustoff;
- Art der Stoßstelle.

3.3 Weitere Begriffe und Größen

3.3.1 Direktübertragung

Übertragung ausschließlich durch den Schall, der auf ein trennendes Bauteil trifft und unmittelbar von diesem abgestrahlt (Körperschallübertragung) oder durch Teilelemente des Bauteils wie Schlitz und Spalte, Lüftungseinrichtungen oder Lüftungsgitter übertragen wird (Luftschallübertragung).

3.3.2 Indirekte Übertragung (Nebenweg-Übertragung)

Übertragung von Schall von einem Sende- in einen Empfangsraum über andere als den direkten Übertragungsweg. Sie lässt sich unterteilen in Luftschall- und Körperschallübertragung. Letztgenannte wird als Flankenübertragung bezeichnet.

3.3.3 Luftschall-Nebenwegübertragung (indirekte Luftschallübertragung)

Nebenweg-Übertragung von Schallenergie ausschließlich über einen Luftschallübertragungsweg, z. B. Lüftungsanlagen, Unterdecken und Korridore.

3.3.4 Körperschall-Nebenweg-Übertragung (Flankenübertragung)

Übertragung von Schallenergie aus einem Senderraum in einen Empfangsraum ausschließlich über (Körperschall-)Übertragungswege der Gebäudekonstruktion, z. B. Wände, Fußböden und Decken.

3.3.5 Richtungsgemittelte Schnellepegeldifferenz $\overline{D}_{v,ij}$

Mittelwert der Schnellepegeldifferenz an der Stoßstelle von Bauteil i zu Bauteil j und Bauteil j zu Bauteil i:

$$\overline{D}_{v,ij} = \frac{D_{v,ij} + D_{v,ji}}{2} \quad \text{dB} \quad (12)$$

3.3.6 Flankendämm-Maß R_{ij}

Negativer dekadischer Logarithmus des Transmissionsgrades flankierender Bauteile τ_{ij} , gleich dem Verhältnis der auf Grund des auf das Bauteil i im Senderraum treffenden Schalles von einem Flankenbauteil j im Empfangsraum abgestrahlten Schalleistung W_{ij} zur auf eine Bezugsfläche im Senderraum treffenden Schalleistung W_1 . Als Bezugsfläche wird die Fläche des trennenden Bauteils gewählt.

$$R_{ij} = -10 \lg \tau_{ij} \quad \text{dB} \quad (13)$$

Dabei ist

$$\tau_{ij} = W_{ij} / W_1$$

ANMERKUNG Die Fläche des trennenden Bauteils wird als Bezugsfläche gewählt, da dann der Beitrag jedes Übertragungsweges zur Gesamtübertragung unmittelbar angegeben werden kann, was bei anderer Wahl der Bezugsfläche nicht der Fall wäre.

4 Rechenmodelle

4.1 Allgemeine Grundlagen

Die Schalleistung im Empfangsraum ist durch den vom trennenden Bauteil und von den flankierenden Bauteilen in diesem Raum abgestrahlten Schall bedingt und durch die in Frage kommende direkte und indirekte Luftschallübertragung. Der Gesamttransmissionsgrad kann in Transmissionsgrade unterteilt werden, die dem jeweiligen Bauteil im Empfangsraum und den Bauteilen und Systemen zugeordnet sind, die an der direkten und der indirekten Luftschallübertragung beteiligt sind:

$$R' = -10 \lg \tau' \quad \text{dB} \quad (14)$$

$$\tau' = \tau_d + \sum_{f=1}^n \tau_f + \sum_{e=1}^m \tau_e + \sum_{s=1}^k \tau_s$$

Dabei beziehen sich die Indizes d, f, e und s auf die im Bild 1 dargestellten verschiedenen Übertragungswege des Luftschalles.

Dabei ist

- τ' das Verhältnis der abgestrahlten Gesamtschalleistung im Empfangsraum zur auf den gemeinsamen Teil des trennenden Bauteils treffenden Schalleistung;
- τ_d das Verhältnis der vom gemeinsamen Teil des trennenden Bauteils abgestrahlten Schalleistung zur auf das trennende Bauteil treffenden Schalleistung, bestehend aus im Bild 2 dargestellten Wegen D_d und F_d ;
- τ_f das Verhältnis der von einem flankierenden Bauteil f im Empfangsraum abgestrahlten Schalleistung zur auf den gemeinsamen Teil des trennenden Bauteils treffenden Schalleistung, bestehend aus im Bild 2 dargestellten Wegen F_f und D_f ;
- τ_e das Verhältnis der von einem kleinen Bauteil innerhalb des trennenden Bauteils abgestrahlten Schalleistung im Empfangsraum bei Luftschall-Direktübertragung des auf dieses Element auftreffenden Schalls zur auf den gemeinsamen Teil des trennenden Bauteils auftreffenden Schalleistung;
- τ_s das Verhältnis der von einem System s innerhalb des trennenden Bauteils durch Luftschall-Nebenwegübertragung des auf dieses Übertragungssystem auftreffenden Schalls abgestrahlten Schalleistung im Empfangsraum zur auf den gemeinsamen Teil des trennenden Bauteils auftreffenden Schalleistung;
- n Anzahl der flankierenden Bauteile; üblicherweise gilt $n = 4$, n kann jedoch auch kleinere oder größere Werte annehmen;
- m Anzahl der Elemente mit direkter Luftschallübertragung;
- k Anzahl der Systeme mit Luftschall-Nebenwegübertragung.

Der von einem Bauteil abgestrahlte Schall kann als Summe der Körperschallübertragung über mehrere Wege angenommen werden. Jeder Weg kann durch das Element i , auf das der Schall im Senderraum auftrifft, und das abstrahlende Element j im Empfangsraum gekennzeichnet werden. Die Wege für ein flankierendes Bauteil und das trennende Bauteil sind in Bild 2 wiedergegeben, wobei im Senderraum die Elemente i mit F für das flankierende Bauteil und D für das trennende Bauteil und im Empfangsraum die Elemente j mit f für ein flankierendes Bauteil und mit d für das trennende Bauteil bezeichnet sind.

Die wichtigsten Annahmen bei dieser Vorgehensweise sind, dass die beschriebenen Übertragungswege als unabhängig voneinander angesehen werden können und dass sich die Luft- und Körperschallfelder statistisch verhalten. Im Rahmen dieser Einschränkungen ist diese Näherung sehr allgemein, indem sie im Grundsatz

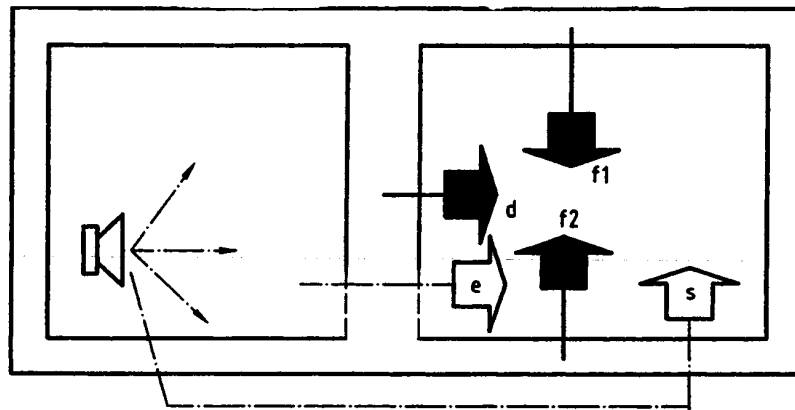


Bild 1 – Darstellung der verschiedenen Beiträge zur Gesamtübertragung in einen Raum: d – direkte Schallabstrahlung des Trennelementes, f_1 und f_2 – Schallübertragung über flankierende Bauteile, e – Schallübertragung der im Trennelement eingebauten Elemente, s – indirekte Schallübertragung

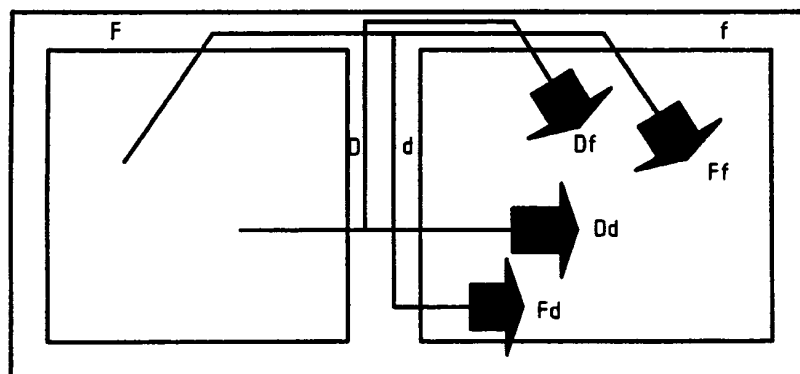


Bild 2 – Definition der Schallübertragungswege ij zwischen zwei Räumen

eine Vielzahl von Arten von Bauteilen, d. h. monolithische Bauteile, Doppelwände mit Trennfuge, zweischalige Leichtbauwände und unterschiedliche Lagen der beiden Räume berücksichtigt. Die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten für die Beschreibung der Übertragung über jeden Weg führen jedoch zu Einschränkungen in dieser Hinsicht. Das angegebene Modell beschränkt sich deshalb auf angrenzende Räume, wobei die Art der Bauteile hauptsächlich durch die verfügbaren Angaben über das Stoßstellendämm-Maß für monolithische und zweischalige Leichtbauteile beschränkt ist. 4.2.4 enthält einige Angaben über die Anwendung auf andere zweischalige Bauteile, wie z. B. Doppelwände mit Trennfuge.

Der Transmissionsgrad für das trennende Bauteil setzt sich aus den Beiträgen der Direktübertragung und der n Flankenübertragungswege zusammen.

$$\tau_d = \tau_{Dd} + \sum_{F=1}^n \tau_{Fd} \quad (15)$$

Der Transmissionsgrad für jedes Flankenbauteil f im Empfangsraum setzt sich aus den Beiträgen von 2 Flankenübertragungswege zusammen.

$$\tau_f = \tau_{Df} + \tau_{Ff} \quad (16)$$

Die Transmissionsgrade für diese Körperschallübertragungswege stehen mit dem Schalldämm-Maß bei Direktübertragung (R_{Dd}) und dem Flankendämm-Maß (R_{ij}) in der Beziehung.

$$\begin{aligned} \tau_{Dd} &= 10^{-R_{Dd}/10} \\ \tau_{ij} &= 10^{-R_{ij}/10} \end{aligned} \quad (17)$$

Die Transmissionsgrade für die direkte und die indirekte Luftschallübertragung stehen mit den Norm-Schallpegeldifferenzen der Bauteile ($D_{n,e}$) und der Norm-Schallpegeldifferenz für Nebenweg-Übertragung bei Luftschallanregung ($D_{n,s}$) in folgender Beziehung:

$$\begin{aligned}\tau_e &= \frac{A_o}{S_s} 10^{-D_{n,e}/10} \\ \tau_s &= \frac{A_o}{S_s} 10^{-D_{n,s}/10}\end{aligned}\quad (18)$$

Dabei ist

S_s die Fläche des trennenden Bauteils, in Quadratmetern;

A_o die äquivalente Bezugs-Schallabsorptionsfläche, in Quadratmetern.

Das detaillierte Modell berechnet die Gebäudeeigenschaften in Frequenzbändern auf der Grundlage von akustischen Angaben für die Bauteile in Frequenzbändern (Terz- oder Oktavbändern). Die Berechnung ist mindestens für die Oktavbänder von 125 Hz bis 2 000 Hz oder für die Terzbänder von 100 Hz bis 3 150 Hz durchzuführen. Aus diesen Ergebnissen kann die Einzahlangabe für die Gebäudeeigenschaften nach EN ISO 717-1 abgeleitet werden.

ANMERKUNG Die Berechnungen können nach höheren oder tieferen Frequenzen erweitert werden, wenn Bauteilangaben für diese Frequenzbereiche zur Verfügung stehen. Besonders für die niedrigeren Frequenzen sind jedoch zur Zeit keine Angaben über die Genauigkeit der Berechnungen für diese Frequenzbänder verfügbar.

Das detaillierte Modell behandelt sowohl die Körperschallübertragung als auch die direkte und die indirekte Luftschallübertragung. Da diese Übertragungswege als voneinander unabhängig angesehen werden können, werden sie getrennt behandelt. Die Berechnung der Körperschallübertragung wird in 4.2 behandelt. Die direkte Luftschallübertragung und die indirekte Luftschallübertragung werden in 4.3 behandelt.

Das vereinfachte Modell berechnet die Gebäudeeigenschaften als Einzahlangabe auf der Grundlage der Einzahlangabe der Eigenschaften der beteiligten Bauteile. Das vereinfachte Modell betrachtet nur die Körperschallübertragung und wird in 4.4 behandelt.

4.2 Detailliertes Modell für Körperschallübertragung

4.2.1 Eingangsdaten

Die Übertragung für den jeweiligen Weg kann ermittelt werden aus:

- dem Schalldämm-Maß eines trennenden Bauteils: R_s ;
- dem Schalldämm-Maß des Bauteils i im Senderaum: R_i ;
- dem Schalldämm-Maß des Bauteils j im Empfangsraum: R_j ;
- dem Luftschallverbesserungsmaß durch Vorsatzkonstruktionen für ein trennendes Bauteil im Senderaum und/oder im Empfangsraum: ΔR_D , ΔR_d ;
- dem Luftschallverbesserungsmaß durch Vorsatzkonstruktionen für das Bauteil i im Senderaum und/oder das Bauteil j im Empfangsraum: ΔR_i , ΔR_j ;
- der Körperschall-Nachhallzeit für ein Bauteil im Prüfstand: $T_{s,lab}$;
- dem Stoßstellendämm-Maß für jeden Übertragungsweg von Bauteil i zu Bauteil j, K_{ij} ;
- der Fläche des trennenden Bauteils: S_s ;
- der Fläche des Bauteils i im Senderaum: S_i ;
- der Fläche des Bauteils j im Empfangsraum: S_j ;
- der gemeinsamen Kopplungslänge zwischen Bauteil i und Bauteil j, gemessen von Oberfläche zu Oberfläche: L_{ij} .

ANMERKUNG Wenn D_{nT} oder D_n berechnet sind, dient die Fläche des trennenden Bauteils als willkürlicher Bezug und kann dann für die gesamte Berechnung zu 10 m² angenommen werden.

Die akustischen Daten für die Bauteile sollten hauptsächlich aus genormten Prüfstandsmessungen herrühren. Sie können jedoch auch auf andere Weise unter Verwendung von theoretischen Berechnungen, empirischen Abschätzungen oder Messergebnissen unter Baubedingungen abgeleitet werden. Hierzu liegen Angaben in verschiedenen Anhängen vor. Die Herkunft der verwendeten Daten muss deutlich angegeben werden.

Angaben über das Schalldämm-Maß für homogene Bauteile enthält der Anhang B.

Angaben über die Körperschall-Nachhallzeit homogener Bauteile enthält der Anhang C.

Angaben über die Verbesserung des Schalldämm-Maßes und die Verbesserung des Flankendämm-Maßes enthält der Anhang D.

Angaben über das Stoßstellendämm-Maß für übliche Verbindungsstellen enthält der Anhang E.

4.2.2 Überführung der Eingangsdaten in in-situ-Werte

Akustische Daten für die Bauteile (tragende Bauteile, Vorsatzkonstruktionen und Stoßstellen) sind vor der tatsächlichen Ermittlung der Schallübertragung in Werte am Bau (in situ) überzuführen.

Für das **trennende Bauteil** und jedes **flankierende Bauteil** ergibt sich der Wert R_{situ} am Bau für das Schalldämm-Maß aus:

$$R_{\text{situ}} = R - 10 \lg \frac{T_{\text{s,situ}}}{T_{\text{s,lab}}} \quad \text{dB} \quad (19)$$

Dabei ist

$T_{\text{s,situ}}$ die Körperschall-Nachhallzeit des Bauteils unter den tatsächlichen Baubedingungen, in Sekunden;

$T_{\text{s,lab}}$ die Körperschall-Nachhallzeit des Bauteils im Prüfstand, in Sekunden.

Bei der direkten Übertragung muss R die erzwungene Übertragung umfassen, wie sie auch in den Labormesswerten enthalten ist.

Für jeden Flankenübertragungsweg sollte sich das Schalldämm-Maß R der beteiligten Bauteile (einschließlich des trennenden Bauteils) auf die resonante Übertragung allein beziehen. Oberhalb der Koinzidenz-Grenzfrequenz ist die Verwendung des im Labor ermittelten Schalldämm-Maßes korrekt. Unterhalb der Koinzidenz-Grenzfrequenz kann dies als vernünftige Abschätzung angesehen werden, die aufgrund nichtresonanter Übertragung zu niedrig ist. Basieren die Werte für das Schalldämm-Maß auf Berechnungen aus Werkstoffeigenschaften, so bereitet es keine Schwierigkeiten, nur die resonante Übertragung im gesamten interessierenden Frequenzbereich in Betracht zu ziehen.

Für die folgenden Bauteile ist die Körperschall-Nachhallzeit $T_{\text{s,situ}}$ gleich $T_{\text{s,lab}}$ zu wählen, was zu einem Korrekturglied von 0 dB führt:

- zweischalige Leichtbauteile, z. B. Holzständerwände oder Metallständerwände;
- Bauteile mit einem inneren Verlustfaktor größer als 0,03;
- Bauteile, die sehr viel leichter sind als die umgebenden Bauteile (mindestens um den Faktor 3);
- Bauteile, die nicht fest mit den umgebenden Bauteilen verbunden sind.

Andernfalls ist die Körperschall-Nachhallzeit sowohl unter Prüfstands- als auch unter den tatsächlichen Baubedingungen zu berücksichtigen; siehe Anhang C.

ANMERKUNG 1 Als erste Näherung können die Korrekturglieder für alle Arten von Bauteilen zu 0 dB angenommen werden.

Für die **Vorsatzkonstruktionen** kann für den Wert am Bau für das Luftschallverbesserungsmaß ΔR_{situ} näherungsweise vom Laborwert ausgegangen werden:

$$\Delta R_{\text{situ}} = \Delta R \quad \text{dB} \quad (20)$$

Für jeden Flankenübertragungsweg sollte sich das Luftschallverbesserungsmaß ΔR der beteiligten Bauteile (einschließlich des trennenden Bauteils) nur auf die resonante Übertragung beziehen. Die Messverfahren für Ermittlung stehen nicht unmittelbar zur Verfügung. Es gibt Hinweise, dass die Verbesserung für die Direktübertragung auch als Abschätzung für die Verbesserung der Flankenübertragung angenommen werden kann; siehe Anhang D.

Für die **Stoßstellen** wird die Übertragung unter Baubedingungen durch die richtungsgemittelte Schnellepegeldifferenz $\overline{D}_{\text{v,ij,situ}}$ gekennzeichnet. Diese ergibt sich aus dem Stoßstellendämm-Maß:

$$\overline{D}_{\text{v,ij,situ}} = K_{\text{ij}} - 10 \lg \frac{I_{\text{ij}}}{\sqrt{a_{\text{i,situ}} a_{\text{j,situ}}}} \quad \text{dB}; \quad \overline{D}_{\text{v,ij,situ}} \geq 0 \quad \text{dB} \quad (21)$$

mit

$$a_{i,situ} = \frac{2,2 \pi^2 S_i}{c_o T_{s,i,situ}} \sqrt{\frac{f_{ref}}{f}} \quad (22)$$

$$a_{j,situ} = \frac{2,2 \pi^2 S_j}{c_o T_{s,j,situ}} \sqrt{\frac{f_{ref}}{f}}$$

Dabei ist

$a_{i,situ}$ die äquivalente Absorptionslänge des Bauteils i unter den tatsächlichen Baubedingungen, in Metern;

$a_{j,situ}$ die äquivalente Absorptionslänge des Bauteils j unter den tatsächlichen Baubedingungen, in Metern;

f die Bandmittenfrequenz, in Hertz;

f_{ref} die Bezugsfrequenz; $f_{ref} = 1\,000$ Hz;

c_o die Schallgeschwindigkeit in Luft, in Metern je Sekunde;

l_{ij} die gemeinsame Kopplungslänge der Stoßstelle zwischen den Bauteilen i und j, in Metern;

S_i die Fläche des Bauteils i, in Quadratmetern;

S_j die Fläche des Bauteils j, in Quadratmetern;

$T_{s,i,situ}$ die Körperschall-Nachhallzeit des Bauteils i unter den tatsächlichen Baubedingungen, in Sekunden;

$T_{s,j,situ}$ die Körperschall-Nachhallzeit des Bauteils j unter den tatsächlichen Baubedingungen, in Sekunden.

Für die folgenden Bauteile wird die äquivalente Absorptionslänge a_{situ} zahlenmäßig gleich der Fläche des Bauteils angenommen, so dass $a_{i,situ} = S_i/l_o$ und/oder $a_{j,situ} = S_j/l_o$ gilt, dabei ist die Bezugslänge $l_o = 1$ m:

- zweischalige Leichtbauteile, z. B. Holzständerwände oder Metallständerwände;
- Bauteile mit einem inneren Verlustfaktor größer als 0,03;
- Bauteile, die sehr viel leichter sind als die umgebenden Bauteile (mindestens um den Faktor 3);
- Bauteile, die nicht fest mit den umgebenden Bauteilen verbunden sind.

Andernfalls ist die Körperschall-Nachhallzeit unter den tatsächlichen Baubedingungen zu berücksichtigen; siehe Anhang C.

ANMERKUNG 2 Als erste Näherung kann die äquivalente Absorptionslänge für alle Arten von Bauteilen zu $a_{i,situ} = S_i/l_o$ und $a_{j,situ} = S_j/l_o$ angenommen werden mit $l_o = 1$ m. Wird in diesem Falle das Stoßstellendämm-Maß kleiner als ein Mindestwert $K_{ij,min}$, so ist dieser Mindestwert zu verwenden. Der Mindestwert ist gegeben durch (ij = Ff, Fd oder Df):

$$k_{ij,min} = 10 \lg \left[l_{ij} l_o \left(\frac{1}{S_i} + \frac{1}{S_j} \right) \right] \quad \text{dB} \quad (23)$$

4.2.3 Ermittlung der Direkt- und der Flankenübertragung in situ

Das Schalldämm-Maß für die Direktübertragung wird aus dem angepassten Eingangswert für das trennende Bauteil nach folgender Gleichung ermittelt:

$$R_{Dd} = R_{s,situ} + \Delta R_{D,situ} + \Delta R_{d,situ} \quad \text{dB} \quad (24)$$

Das Flankendämm-Maß wird aus den angepassten Eingangswerten nach folgender Gleichung mit ij = Ff, Fd und Df ermittelt:

$$R_{ij} = \frac{R_{i,situ}}{2} + \Delta R_{i,situ} + \frac{R_{j,situ}}{2} + \Delta R_{j,situ} + \frac{1}{D_{v,ij,situ}} + 10 \lg \frac{S_s}{\sqrt{S_i S_j}} \quad \text{dB} \quad (25a)$$

ANMERKUNG 1 Werden in erster Näherung die Glieder mit der Körperschall-Nachhallzeit zu 0 dB und die äquivalenten Absorptionslängen als $a_{i,situ} = S_i/l_o$ und $a_{j,situ} = S_j/l_o$ für alle Arten von Bauteilen angenommen, so lässt sich Gleichung (25a) in folgender Form schreiben:

$$R_{ij} = \frac{R_i}{2} + \Delta R_i + \frac{R_j}{2} + \Delta R_j + K_{ij} + 10 \lg \frac{S_s}{l_o l_{ij}} \quad \text{dB} \quad (25b)$$

ANMERKUNG 2 Gleichung (25a) ist identisch mit der folgenden Gleichung:

$$R_{ij} = R_{i,situ} + \Delta R_{i,situ} + \Delta R_{j,situ} + D_{v,ij,situ} + 10 \lg \frac{S_s}{S_j} + 10 \lg \frac{\sigma_{i,situ}}{\sigma_{j,situ}} \quad \text{dB} \quad (25c)$$

Da jedoch die Schnellepegeldifferenz an der Stoßstelle keine invariante Größe ist und die Abstrahlgrade häufig unbekannt sind, ist diese Beziehung für Prognosen weniger geeignet. Sie könnte für eine bestehende Bausituation angewendet werden, um die Flankenübertragung abzuschätzen, wenn geeignete Messwerte oder Schätzwerte über die Schnellepegeldifferenz an der Stoßstelle $D_{v,ij}$ und die Abstrahlgrade σ_i und σ_j für diese Bausituation vorliegen.

ANMERKUNG 3 Für bestimmte Bausituationen (Kombinationen von Leichtbauteilen oder Kombinationen von Leichtbauteilen mit Massivbauteilen, z. B. mit Unterdecken oder Leichtbaufassaden) überwiegt bei der Flankenübertragung der Weg Ff (wobei die Wege Df und Fd vernachlässigbar sind). Häufig umfasst diese Übertragung auch indirekte Luftschallübertragungswege oder wird sogar von ihnen bestimmt. In diesem Falle ist es möglich, die Flankenübertragung für diese Baukonstruktion als Ganzes durch Labormesswerte, angegeben als $D_{n,f}$ zu kennzeichnen und daraus das Flankendämm-Maß R_{Ff} abzuleiten, siehe Anhang F.

Die Schallübertragung über das trennende Bauteil und die flankierenden Bauteile kann nach Gleichung (15) und (16) unter Verwendung der Gleichungen (17) und (19) bis (25) berechnet werden. Die gesamte Schallübertragung (Bau-Schalldämm-Maß) kann mit Hilfe der Gleichung (14) unter Verwendung der Ergebnisse von 4.3, soweit zweckmäßig, berechnet werden.

4.2.4 Interpretation für mehrere Arten von Bauteilen

- Bei flankierenden Bauteilen, die aus mehreren Teilen bestehen, sollte das Schalldämm-Maß des mit dem trennenden Bauteil unmittelbar verbundenen größeren Teiles berücksichtigt werden. Wenn durchgehende Diskontinuitäten im Bauteil vorhanden sind, wie z. B. Türen oder schwere Querbauteile, können die Flächen hinter diesen Diskontinuitäten vernachlässigt werden.

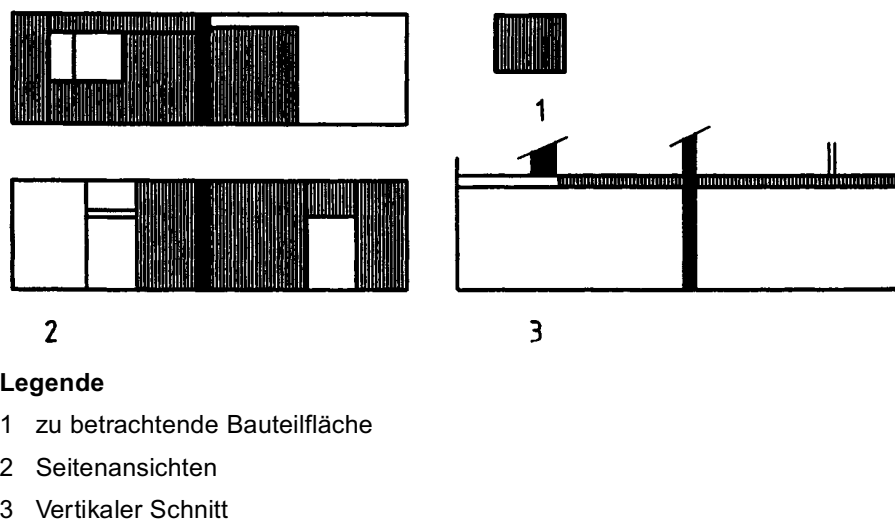
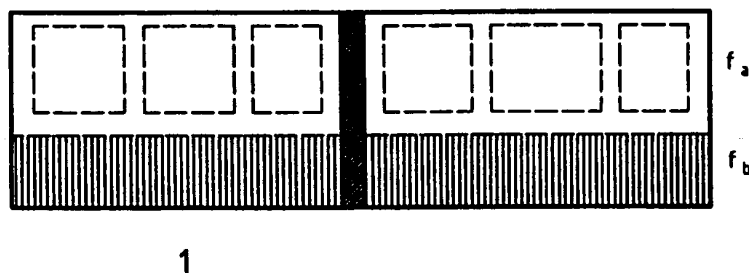


Bild 3

- Besteht eine Flankenkonstruktion aus mehreren Arten von Bauteilen, die jeweils direkt mit dem trennenden Bauteil verbunden sind, so ist jede Art als gesondertes Flankenbauteil zu behandeln (im Bild besteht das flankierende Bauteil f aus den beiden Arten a und b).

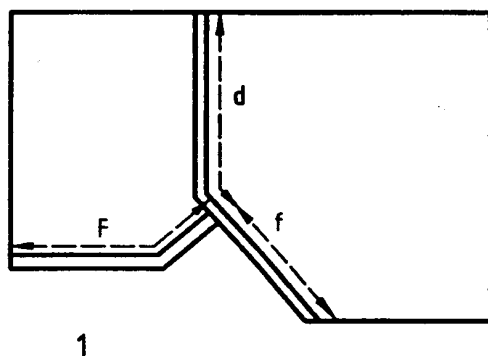


Legende

- 1 Seitenansicht

Bild 4

- Bei flankierenden Bauteilen, die nicht in einer Ebene liegen, d. h. bei gewölbten oder geformten Wänden, kann die Gesamtfläche verwendet werden, wenn die Winkel an den Sprungstellen nicht zu groß sind wie bei 90-Grad-Ecken. Im letztgenannten Fall kann eine effektive Gesamtfläche verwendet werden, die die Schnellepegeldifferenz an der Diskontinuität berücksichtigt.



Legende

1 horizontaler Schnitt

Bild 5

- Bei Vorsatzkonstruktionen, wie Vorsatzschalen vor Wänden oder schwimmenden Estrichen, beziehen sich das Schalldämm-Maß und das Stoßstellendämm-Maß auf das Grundbauteil, wobei die Wirkung der Vorsatzkonstruktion getrennt durch ΔR berücksichtigt wird.

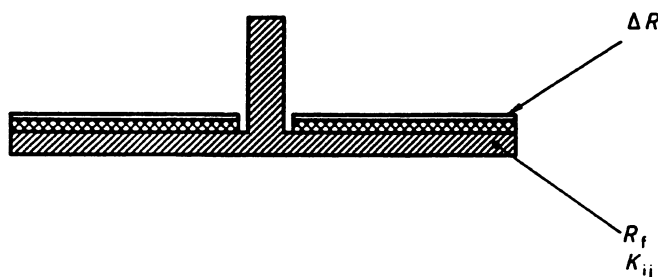


Bild 6

- Bei Vorsatzkonstruktionen an der Außenseite mit geringfügigem Einfluss auf das Verhalten des Grundbauteils, wie z. B. einer Vorsatzschale in Leichtbauweise an der Außenseite, sollte die Berechnung nur die innere Grundkonstruktion berücksichtigen. Die Wirkung der außen angebrachten Vorsatzschalen oder -bauteile kann vernachlässigt oder durch das Stoßstellendämm-Maß anderweitig berücksichtigt werden.

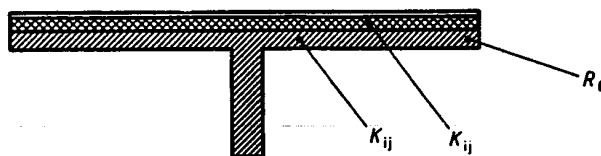


Bild 7

- Bei flankierenden zweischaligen Bauteilen sollte sich die Berechnung hauptsächlich auf das Innenbauteil beziehen, wobei die Wirkung der Außenkonstruktion durch das Stoßstellendämm-Maß berücksichtigt wird. Dieses Dämmmaß kann auf Messwerten aus ähnlichen Bausituationen basieren oder durch Berücksichtigung der verschiedenen Übertragungswege abgeschätzt werden, die zum Stoßstellendämm-Maß beitragen.

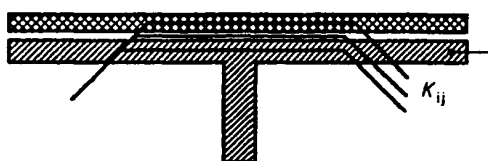


Bild 8

- Bei Doppelwänden mit Trennfuge als trennendes Bauteil sollte das Schalldämm-Maß für dieses Bauteil, soweit vorhanden, die Wirkung der Übertragung zwischen den Schalen über die Verbindungsstellen an den Schalenrändern des Bauteils mit enthalten.

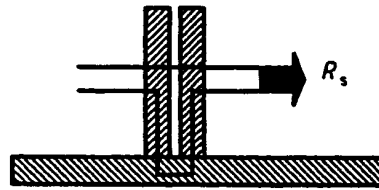
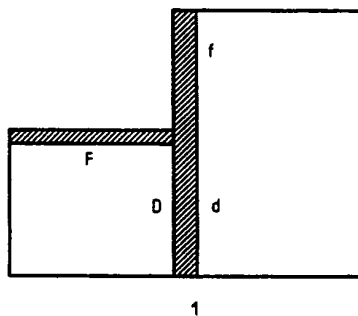


Bild 9

- Bei versetzten Grundrissen, d. h. bei versetzten Geschossen oder horizontal verschobenen, d. h. versetzten, Räumen, sollte die Fortsetzung des trennenden Bauteils als Flankenbauteil behandelt werden, das in diesen Fällen häufig dominiert.

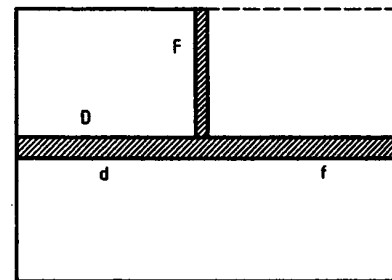


1

Legende

1 horizontaler Schnitt

Bild 10



2

Legende

2 vertikaler Schnitt

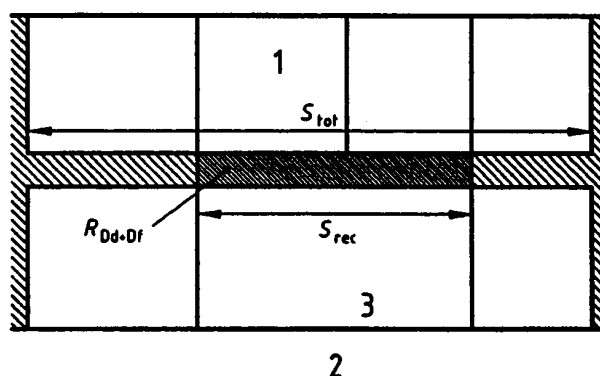
Bild 11

- Bei Innenwänden in Leichtbauweise und großen Deckenplatten zwischen den tragenden Wänden wird die Übertragung aus den Schwingungen der gesamten Deckenfläche bestimmt. Im Grenzfall mit sehr leichten Wänden werden die Direkt- und die Flankenübertragung durch die Decke vorzugsweise mit Hilfe folgender Gleichung als Ganzes berechnet:

$$R_{Dd+Df} = R_s - 10 \lg (T_{s,tot}/T_{s,lab}) - 10 \lg (S_{rec}/S_{tot}),$$

Dabei ist

S_{rec} die Gesamtfläche der Decke im Empfangsraum, wobei sich der Index „tot“ auf die gesamte Decke zwischen den tragenden Wänden bezieht. Das entspricht der Anwendung des Modells auf den Flankenübertragungsweg mit $\bar{D}_{v,ij,situ} = 0$ dB.



2

Legende

1 Senderraum

2 vertikaler Schnitt

3 Empfangsraum

Bild 12

4.2.5 Einschränkungen

- Das Modell ist nur anwendbar für Kombinationen von Bauteilen, für die das Stoßstellendämm-Maß bekannt ist oder aus bekannten Werten berechnet werden kann.
- Das Modell ist nur anwendbar für solche Grundbauteile, die auf beiden Seiten annähernd gleiche Abstrahleigenschaften haben.
- Bei räumlich sehr ausgedehnten Decken, Decken mit tragenden Säulen und Innenwänden in Leichtbauweise kann der Flächenanteil der Decke in einen Raum nicht mehr als unabhängiges Bauteil behandelt werden, so dass ihre Berücksichtigung entsprechend dem Modell nur als grobe Näherung betrachtet werden kann.
- Der Beitrag sekundärer Übertragungswege, an denen mehr als eine Stoßstelle beteiligt ist, wird vernachlässigt. Das wird zum Teil durch die Werte für das Stoßstellendämm-Maß ausgeglichen, soweit diese auf Messungen unter Baubedingungen basieren, könnte aber in anderen Fällen zu einer Unterschätzung der Flankenübertragung bei homogenen Bauteilen führen. Diese sekundären Übertragungswege können wichtig werden, wenn an einer Vielzahl der Bauteile Vorsatzkonstruktionen vorhanden sind.
- Das Modell beschreibt nur die Übertragung zwischen benachbarten Räumen.

4.3 Detailliertes Modell für Luftschallübertragung

4.3.1 Ermittlung aus der gemessenen Direktübertragung für kleine Bauteile

Der Beitrag kann unmittelbar aus der Norm-Schallpegeldifferenz des betreffenden Bauteils $D_{n,e}$ nach den Gleichungen (14) und (18) ermittelt werden. Das Bauteil im eingebauten Zustand sollte grundsätzlich identisch mit dem Bauteil sein, für das die Bauteilangaben zur Verfügung stehen, so dass $D_{n,e,situ} = D_{n,e}$ gilt.

ANMERKUNG Für einige Arten von Bauteilen, wie z. B. Schlitze oder Luftdurchführungen, kann es jedoch auch möglich sein, das akustische Verhalten des Bauteils unter Baubedingungen aus den Bauteileigenschaften für ein gleichwertiges Bauteil, z. B. unterschiedlicher Länge, zu extrapolieren. In diesem Fall könnte $D_{n,e,situ}$ aus $D_{n,e}$ abgeleitet werden, indem der Unterschied in geeigneter Weise berücksichtigt wird.

4.3.2 Ermittlung aus der gemessenen indirekten Gesamtübertragung

Zur Zeit stehen keine genormten Messverfahren zur Verfügung, um die indirekte Luftschallübertragung $D_{n,s}$ für Übertragungssysteme als Ganzes zu kennzeichnen. Es ist erwünscht, solche Verfahren für Übertragungssysteme, wie z. B. bestimmte Hauslüftungsanlagen, zu entwickeln, während der Prognose für andere Anlagen besser Angaben für die einzelnen Bauteile solcher Anlagen zugrunde gelegt werden können (siehe 4.3.3).

Im Falle von flankierenden Konstruktionen ist die Übertragung im allgemeinen eine Kombination von Luftschall- und Körperschallübertragungswegen der Bauteile. Zur Zeit liegt ein genormtes Messverfahren zur Ermittlung von $D_{n,f}$ nur für Unterdecken vor. Da dort üblicherweise der indirekte Luftschallübertragungsweg überwiegt, ist die Anwendung in einem Prognoseverfahren möglich; siehe Anhang F.

Für andere Arten von flankierender Konstruktionen und für den Fall, dass die Körperschallübertragung der einzige Übertragungsweg oder zumindest ein wichtiger Übertragungsweg ist, sind Verfahren noch zu entwickeln (siehe Anhang F).

4.3.3 Ermittlung aus der für die einzelnen Bauteile gemessenen Übertragung eines Systems

Derzeit steht kein Berechnungsverfahren zur Verfügung, um die Norm-Schallpegeldifferenz $D_{n,s}$ aus der Kenntnis der an der Übertragung beteiligten Bauteile, d. h. Lüftungskanäle, Schalldämpfer, Unterdecken, Flure/Vorräume, Türen und Türspalte, und akustischen Angaben über sie zu ermitteln. Es liegen jedoch mehrere Vorschläge vor, die als Grundlage für eine weitere Erarbeitung solcher Verfahren dienen können. Der Anhang F enthält Angaben für einige Baubedingungen.

4.4 Vereinfachtes Modell für die Körperschallübertragung

4.4.1 Rechenverfahren

Die vereinfachte Variante des Rechenmodells prognostiziert das bewertete Bau-Schalldämm-Maß auf der Grundlage von bewerteten Schalldämm-Maßen für die beteiligten Bauteile. Es bezieht sich auf die Bewertung nach EN ISO 717-1. Das Modell ist für das bewertete Schalldämm-Maß R_w angegeben, gilt aber ebenso für die Einzahlangaben mit Spektrum-Anpassungswert, d. h. $R_w + C$. Der sich ergebende Prognosewert für die Gebäudeeigenschaften wird für die gleiche Art der Einzahlangabe angegeben, wie er für die Bauteile verwendet wird, d. h. R'_w oder $(R'_w + C)$.

ANMERKUNG 1 Der Einfachheit halber können die Summen mit Spektrum-Anpassungswert mit einem einzigen Formelzeichen bezeichnet werden, z. B. $R'_w + C = R'_A$ und $D_{nT,w} + C = D_{nT,A}$.

ANMERKUNG 2 Die Summierung über die Energie im Modell ist exakt für R'_A und eine angemessene Näherung für R'_w .