

1 Einleitung

- 1.1 Zur Situation
- 1.2 Zum Inhalt des Buches

2 Anforderungen

- 2.1 Geschichtliche Entwicklung
 - 2.1.1 Vorgeschichte
 - 2.1.2 Die Entwicklung der DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau"
- 2.2 DIN 4109:1989-11 Schallschutz im Hochbau
- 2.3 E DIN 4109:2013-09 Schallschutz im Hochbau
 - 2.3.1 Anforderungen in Mehrfamilienhäusern und gemischtgenutzten Gebäuden
 - 2.3.2 Einfamilien-Reihenhäuser und Doppelhäuser
 - 2.3.3 Hotels und Beherbergungsstätten
 - 2.3.4 Krankenhäuser und Sanatorien
 - 2.3.5 Schulen und vergleichbare Einrichtungen
 - 2.3.6 Schallschutz gegen Außenlärm
 - 2.3.7 Schallschutz zwischen besonders lauten und schutzbedürftigen Räumen
 - 2.3.8 Geräusche haustechnischer Anlagen
- 2.4 VDI 4100 Schallschutz im Hochbau - Wohnungen
- 2.5 Sonstige Anforderungen
 - 2.5.1 Verwaltungsgebäude
 - 2.5.2 Hotels
- 2.6 Schalltechnische Anforderungen in Nachbarländern

3 Bauakustische Grundlagen

- 3.1 Luftschalldämmung
 - 3.1.1 Begriffsbestimmungen
 - 3.1.1.1 Schallpegeldifferenz
 - 3.1.1.2 Schalldämmmaß
 - 3.1.1.3 Standard-Schallpegeldifferenz
 - 3.1.1.4 Flankenübertragung, Schalllängsdämmung
 - 3.1.2 Einflüsse auf die Schalldämmung
 - 3.1.2.1 Einschalige Bauteile
 - 3.1.2.1.1 Masse, Dichte der Bauteile
 - 3.1.2.1.2 Koinzidenz
 - 3.1.2.2 Zweischalige Bauteile
 - 3.1.2.2.1 Zwei-Schalen-Theorie
 - 3.1.2.2.2 Hohlraumbedämpfung
 - 3.1.2.2.3 Undichtheiten der Schalen
 - 3.1.2.2.4 Konstruktive Kopplung der Schalen
 - 3.1.2.3 Undichtheiten der Schalen
 - 3.1.2.4 Konstruktive Kopplung der Schalen
 - 3.1.3 Drei- und mehrschalige Bauteile
 - 3.1.4 Schalldämmung zusammengesetzter Bauteile
 - 3.1.4.1 Anwendung
 - 3.1.4.2 Zusammengesetzte Bauteile
 - 3.1.4.3 Resultierendes Schalldämmmaß
 - 3.1.4.4 Berechnung mit der Norm-Schallpegeldifferenz $D_{n,w}$
 - 3.1.5 Schalllängsdämmung
 - 3.1.5.1 Monolithische Massivbauteile
 - 3.1.5.2 Durchlaufende leichte Bauteile
- 3.2 Trittschalldämmung
 - 3.2.1 Begriffsbestimmungen
 - 3.2.1.1 Norm-Trittschallpegel
 - 3.2.1.2 Standard-Trittschallpegel
 - 3.2.1.3 Trittschallminderung
 - 3.2.1.4 Flankenübertragung
 - 3.2.2 Einflüsse auf die Trittschalldämmung
 - 3.2.2.1 Rohdecke
 - 3.2.2.1.1 Massiv- und Hohlkörperdecken
 - 3.2.2.1.2 Holzbalkendecken

- 3.2.2.2 Estrich und Bodenbelag
 - 3.2.2.2.1 Schwimmende Estriche
 - 3.2.2.2.2 Trockenestriche
 - 3.2.2.2.3 Weichfedernde Bodenbeläge
- 3.2.3 Große Distanzen bei der Trittschallübertragung
 - 3.2.3.1 Horizontale große Distanzen
 - 3.2.3.2 Vertikale große Distanzen
- 3.3 Körperschall
 - 3.3.1 Körperschallentstehung
 - 3.3.2 Körperschallausbreitung in Bauwerken
 - 3.3.3 Körperschallabstrahlung
 - 3.3.4 Körperschallschutz
 - 3.3.4.1 Einsatz lärmarmen Anlagentechnik
 - 3.3.4.2 Maßnahmen bei der Einleitung in die Baukonstruktionen
 - 3.3.4.3 Erhöhung der Ausbreitungsdämpfung
 - 3.3.4.4 Verringerung der Körperschallabstrahlung
 - 3.3.4.5 Baulicher Körperschallschutz und "lärmarme" Anlagentechnik bei haustechnischen Anlagen

4 Konstruktionen

- 4.1 Decken
 - 4.1.1 Massivdecken
 - 4.1.1.1 Massive Rohdecken
 - 4.1.1.2 Massivdecken mit konventionellen schwimmendem Estrichen
 - 4.1.1.2.1 Zement- und Calziumsulfatestrich
 - 4.1.1.2.2 Gussasphaltestriche
 - 4.1.1.3 Massivdecken mit Trockenestrichen
 - 4.1.1.4 Massivdecken mit Estrichen auf Trennlage und gehweichen Belägen
 - 4.1.1.5 Massivdecken mit Systemböden
 - 4.1.1.6 Massivdecken mit abgehängten Unterdecken
 - 4.1.1.7 Schalldämmung von Massivdecken
 - 4.1.1.8 Orientierende Werte der Trittschallminderung
 - 4.1.2 Holzbalkendecken
 - 4.1.2.1 Geschichtlicher Kontext und historische Holzbalkendecken
 - 4.1.2.2 Trittschalldämmung
 - 4.1.2.2.1 Allgemeines
 - 4.1.2.2.2 Rohdecken mit abgehängten Unterdecken
 - 4.1.2.2.3 Fußböden
 - 4.1.2.2.4 Zur Trittschallminderung weichfedernder Beläge
 - 4.1.2.2.5 Beschwerung, Schüttung
 - 4.1.2.2.6 Flankenübertragung
 - 4.1.2.2.7 Erforderliche Maßnahmen für Wohnungstrenndecken
 - 4.1.2.2.8 Zur tieffrequenten Trittschalldämmung von Holzbalkendecken
 - 4.1.2.2.9 Zur Trittschalldämmung in Altbauten bei Gerichtsstreitigkeiten
 - 4.1.2.3 Luftschalldämmung
 - 4.1.3 Holz-Beton-Verbunddecken
 - 4.1.3.1 Allgemeines
 - 4.1.3.2 Neubaudecken
 - 4.1.3.3 Altbaudecken
- 4.2 Trittschallschutz von Treppenkonstruktionen
 - 4.2.1 Unterscheidung nach Art der Treppenkonstruktion
 - 4.2.1.1 Massivtreppen
 - 4.2.1.2 Leichtbautreppen
 - 4.2.2 Berechnung des zu erwartenden Norm-Trittschallpegels von Treppenkonstruktionen
 - 4.2.2.1 Massivtreppe
 - 4.2.2.2 Leichtbautreppen
 - 4.2.3 Planung und Ausführung von Treppenkonstruktionen
 - 4.2.3.1 Räumliche Lage
 - 4.2.3.2 Luftschalldämmung der Treppenraumwand
 - 4.2.3.3 Befestigungsvarianten Massivtreppen

- 4.2.3.3.1 Allgemeines
- 4.2.3.3.2 Maßnahmen an den Treppenstufen
- 4.2.3.3.3 Einfluss der Befestigungen/Lagerung der Treppenlaufs
- 4.2.3.4 Befestigungsvarianten Leichtbautreppen
- 4.2.4 Tieffrequente Geräuschübertragung bei Leichtbautreppen
- 4.3 Wände
 - 4.3.1 Einschalige Wände
 - 4.3.1.1 Schwere Massivwände
 - 4.3.1.2 Leichte Wände mit Koinzidenzeinflüssen
 - 4.3.2 Zweischalige Wände
 - 4.3.2.1 Biegesteife, schwere zweischalige Wände
 - 4.3.2.1.1 Zur Streuung der Schalldämmung
 - 4.3.2.1.2 Vollständige Trennung nach Beiblatt 1 zu DIN 4109
 - 4.3.2.1.3 Unvollständig getrennte zweischalige Haustrennwände - differenzierter Zweischaligkeitszuschlag
 - 4.3.2.1.4 Schalllängsleitung über die Dachkonstruktionen
 - 4.3.2.1.5 Ortung von Körperschallbrücken
 - 4.3.2.1.6 Flankierende Bauteile
 - 4.3.2.1.7 Der verallgemeinerte Kreuzstoß
 - 4.3.2.1.5 Ortung von Körperschallbrücken
 - 4.3.2.1.6 Flankierende Bauteile
 - 4.3.2.1.7 Der verallgemeinerte Kreuzstoß
 - 4.3.3 Zweischalige Leichtwände
 - 4.3.3.1 Metallständerwände
 - 4.3.3.1.1 Allgemeines
 - 4.3.3.1.2 Beplankung
 - 4.3.3.1.3 Konstruktionsprofile
 - 4.3.3.1.4 Hohlraumbedämpfung mit Mineralfasermaterialien
 - 4.3.3.1.5 Alternative Materialien zur Hohlraumbedämpfung
 - 4.3.3.1.6 Verschraubung, Verklammerung, gleitende Deckenanschlüsse
 - 4.3.3.2 Holzständerwände
 - 4.3.3.2.1 Konventionelle Holzständerwände
 - 4.3.3.2.2 Vorgefertigte Holzständerwände
 - 4.3.3.3 Umsetzbare Montagewände
 - 4.3.3.3.1 Zur Definition, Allgemein
 - 4.3.3.3.2 Schallschutzkriterien
 - 4.3.3.4 Mobilwände
 - 4.3.3.4.1 Funktion, Allgemeines
 - 4.3.3.4.2 Prüfstandswerte und Rechenwerte der Schalldämmung
 - 4.3.3.4.3 Beispiel
 - 4.3.3.5 Fassadenanschlussschotten
 - 4.3.3.6 Wände mit Vorsatzschalen
 - 4.3.3.6.1 Allgemeines
 - 4.3.3.6.2 Aufbauten
 - 4.3.3.6.3 Verbesserung der Schalldämmung
 - 4.3.3.6.4 Sonstiges
- 4.4 Dächer
 - 4.4.1 Geneigte Dächer mit Zwischensparrendämmung
 - 4.4.1.1 Allgemeines
 - 4.4.1.2 Einfluss der Dämmstoffqualität
 - 4.4.1.3 Einfluss der Dämmstoffdicke
 - 4.4.1.4 Einfluss der raumseitigen Beplankung
 - 4.4.1.5 Einfluss der Dacheindeckung und der Unterdeckung bei Dächern mit Unterdeckbahnen
 - 4.4.1.6 Einfluss von Unterdeckung an Holzweichfaserplatten und geschlossenen Schalungen
 - 4.4.1.7 Einfluss von Federschienens bei Dächern mit Unterdeckbahnen
 - 4.4.1.8 Einfluss von Federschienens bei Dächern mit Unterdeckung aus Holzweichfaserplatten
 - 4.4.1.9 Einfluss der Zwischensparrendämmung
 - 4.4.1.10 Konstruktionen mit Zinkblech-Eindeckung
 - 4.4.2 Geneigte Dächer mit Aufsparrendämmung
 - 4.4.2.1 Vergleich der Schalldämmung von Dächern mit Aufsparrendämmung
 - 4.4.2.2 Einfluss der Beschwerung für die Dächer mit Aufsparrendämmung
 - 4.4.2.3 Verschraubung der Traglattung am Sparren

- 4.4.2.4 Zur bauakustischen Qualität verschiedener Dämmstoffe
- 4.4.2.5 Zunahme der Schalldämmung mit zunehmender Dicke der Dämmschicht
- 4.4.2.6 Abschätzung der Schalldämmung von Dächern mit Aufsparrendämmung (Mineralfaser- und Holzweichfaserplatten)
- 4.4.3 Dächer mit Auf- und Zwischensparrendämmung
- 4.4.4 Geneigte Dächer mit raumseitig verputzter HWL-Platte ("Altdachvariante")
- 4.4.5 Geneigte Massivdächer
- 4.4.6 Dachflächenfenster
 - 4.4.6.1 Einflussparameter auf die Schalldämmung von Dachflächenfenstern
 - 4.4.6.2 Einfluss der Fenstergröße auf die Schalldämmung
 - 4.4.6.3 Einfluss der Verglasung auf die Schalldämmung
- 4.4.7 Leichte Hallendächer und Industriedächer
 - 4.4.7.1 Allgemeines
 - 4.4.7.1.1 Konstruktionen
 - 4.4.7.1.2 Schalltechnische Anforderungen
 - 4.4.7.2 Stahlleichtdächer
 - 4.4.7.2.1 Stahlleichtdächer mit Schaumglasdämmschichten
 - 4.4.7.2.2 Stahlleichtdächer mit Mineralfaserdämmschichten
 - 4.4.7.2.3 Stahldächer mit Fescodämmschichten
 - 4.4.7.3 Sonstige Leichtdächer
 - 4.4.7.3.1 Holzelementdächer
 - 4.4.7.3.2 Früher übliche Leichtdächer
 - 4.4.7.4 Besonderheiten bei leichten Dächern
 - 4.4.7.4.1 Messrichtung, Begrünung
 - 4.4.7.4.2 Niederschlagsgeräusche
- 4.4.8 Oberlichter, Glasdächer, Lichtkuppeln
 - 4.4.8.1 Allgemeines
 - 4.4.8.2 Oberlichter, Glasdächer
 - 4.4.8.3 Lichtkuppeln
 - 4.4.8.4 RWA-Anlagen (Rauch- und Wärme-Abzugsanlagen)
- 4.5 Innentüren
 - 4.5.1 Allgemeines
 - 4.5.2 Anforderungen
 - 4.5.3 Schalldämmung im Labor
 - 4.5.4 Einfluss der Komponenten auf den Schallschutz
 - 4.5.4.1 Türblätter
 - 4.5.4.2 Zargendichtung, Rohbauanschluss
 - 4.5.4.3 Zargen
 - 4.5.4.4 Bodendichtung
 - 4.5.4.4.1 Frühe Konstruktionen
 - 4.5.4.4.2 Heute übliche Konstruktionen
 - 4.5.4.4.3 Schalltechnische Mängel bei Bodendichtungen
 - 4.5.4.5 Oberlichter, Seitenlichter
 - 4.5.4.6 Große Türelemente
 - 4.5.5 Schalldämmende Glastüren
 - 4.5.6 Übersicht
 - 4.5.7 Türen im Montagewandsystemen
- 4.6 Abgehängte Unterdecken
 - 4.6.1 Allgemeines
 - 4.6.2 Schalllängsdämmung
 - 4.6.2.1 Bestimmung der Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f}$ im Prüfstand
 - 4.6.2.2 Konstruktive Einflüsse auf die Schalllängsdämmung
 - 4.6.3 Verbesserung des Schallschutzes durch abgehängte Unterdecken
 - 4.6.3.1 Luftschalldämmung
 - 4.6.3.2 Trittschalldämmung
 - 4.6.4 Luftschalldämmung im einfachen Durchgang
- 4.7 Systemböden
 - 4.7.1 Allgemeines
 - 4.7.2 Doppelböden

- 4.7.2.1 Schalllängsdämmung
- 4.7.2.2 Norm-Flankentrittschallpegel
- 4.7.2.3 Vertikaler schalltechnischer Einfluss von Doppelböden
 - 4.7.2.3.1 Luftschalldämmung
 - 4.7.2.3.2 Trittschallminderung
- 4.7.2.4 Schalldämmung von Doppelböden (im einfachen Durchgang)
- 4.7.2.5 Schallabsorption spezieller Doppelböden
- 4.7.2.6 Gehgeräusche auf Doppelböden
- 4.7.2.7 Schalltechnische Mängel bei Doppelbodenkonstruktionen
- 4.7.3 Hohlböden
 - 4.7.3.1 Allgemeines, zur Messung im Labor
 - 4.7.3.2 Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f}$
 - 4.7.3.3 Norm-Flankentrittschallpegel $L_{n,f}$
 - 4.7.3.4 Vertikale Einflüsse von Hohlböden
 - 4.7.3.4.1 Luftschalldämmung
 - 4.7.3.4.2 Trittschallminderung
 - 4.7.3.5 Akustische Mängel im Zusammenhang mit Hohlböden
 - 4.7.3.5.1 Quellen des Estrichs
 - 4.7.3.5.2 Risse durch zu schnelles Austrocknen
- 4.8 Fertigbäder (Sanitärzellen)
 - 4.8.1 Allgemeines
 - 4.8.1.1 Beschreibung
 - 4.8.1.2 Zum schalltechnischen Nachweis
 - 4.8.2 Luftschalldämmung
 - 4.8.2.1 Luftschalldämmung zwischen nebeneinander stehenden Zellen
 - 4.8.2.2 Schalldämmung Fertigbad zum Flur sowie zum "eigenen Zimmer"
 - 4.8.2.3 Vertikale Luftschalldämmung
 - 4.8.3 Trittschalldämmung
 - 4.8.3.1 Trittschallminderung
 - 4.8.3.2 Ausführungsmängel
 - 4.8.3.3 Trittschallschutz kompletter Systeme
 - 4.8.3.4 Geräusche haustechnischer Anlagen
- 4.9 Fenster und Fassaden
 - 4.9.1 Einleitung
 - 4.9.2 Einflüsse auf die Schalldämmung
 - 4.9.2.1 Verglasung
 - 4.9.2.2 Einbausituation
 - 4.9.3 Konstruktionen
 - 4.9.3.1 Fenster
 - 4.9.3.1.1 Standardfenster
 - 4.9.3.1.2 Verbundfenster
 - 4.9.3.1.3 Kastenfenster
 - 4.9.3.1.4 Parallelausstellfenster
 - 4.9.3.2 Fassaden
 - 4.9.3.2.1 Schalldämmung
 - 4.9.3.2.2 Schalllängsdämmung in horizontaler und vertikaler Richtung
 - 4.9.3.2.3 Fassadenpaneele
 - 4.9.3.3 Sonderfassaden
 - 4.9.3.3.1 Doppelfassade, Fassaden mit Prallscheiben
 - 4.9.3.3.2 Fenster und Fassaden mit definierter Schalldämmung im "geöffneten" Zustand
 - 4.9.3.4 Besonderheiten beim Schallschutz von Fenstern und Fassaden
 - 4.9.3.4.1 Temperaturabhängigkeit der Schalldämmung
 - 4.9.3.4.2 Steifigkeit der Fassadenkonstruktion
 - 4.9.3.4.3 Thermische Trennung
 - 4.9.3.4.4 Messverfahren

5 Schalltechnische Messungen

- 5.1 Allgemeines
- 5.2 Nachweis der Güte der Ausführung ("Güteprüfung")
 - 5.2.1 Nach DIN 4109 Schallschutz im Hochbau [21]
 - 5.2.2 Nach der neuen DIN 4109 [1]
- 5.3 Prüfstellen
- 5.4 Messgeräte
- 5.5 Mikrofone
- 5.6 Mikrofonstative
- 5.7 Lautsprecher
- 5.8 Norm-Hammerwerk
- 5.9 Luftschalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen
 - 5.9.1 Erzeugung des Schallfeldes im Senderaum
 - 5.9.2 Bestimmung des mittleren Schalldruckpegel
 - 5.9.3 Mittelungspegel
 - 5.9.4 Frequenzbereich
 - 5.9.5 Messung der Nachhallzeit und Berechnung der äquivalenten Schallabsorptionsfläche
 - 5.9.6 Schalldämmmaß
 - 5.9.7 Fläche des Trennbauteils
 - 5.9.8 Ermittlung des bewerteten Schalldämmmaßes
 - 5.9.9 Spektrum-Anpassungswerte
 - 5.9.10 Darstellung der Ergebnisse
- 5.10 Trittschalldämmung von Decken, Treppen usw. in Gebäuden
 - 5.10.1 Erzeugung des Schallfeldes im Senderaum
 - 5.10.2 Bestimmung des Trittschallpegels
 - 5.10.3 Norm-Trittschallpegel
 - 5.10.4 Luftschallbeitrag des Normhammerwerkes
 - 5.10.5 Ermittlung des bewerteten Norm-Trittschallpegel
 - 5.10.6 Spektrum-Anpassungswert
 - 5.10.7 Angabe der Ergebnisse
- 5.11 Haustechnische Anlagen
 - 5.11.1 Allgemeines
 - 5.11.2 DIN 52219
 - 5.11.2.1 Zustand der Anlage
 - 5.11.2.2 Messung des Schallpegels
 - 5.11.2.3 Berücksichtigung der Schallabsorption
 - 5.11.2.4 Bestimmung des Installationspegels
 - 5.11.3 DIN EN ISO 10052
 - 5.11.3.1 Allgemeines
 - 5.11.3.2 Messung der Schalldruckpegel von haustechnischen Anlagen
 - 5.11.3.3 Berücksichtigung der Schallabsorption
 - 5.11.3.4 Betriebszyklen
- 5.12 Fehler bei der Bestimmung der Messergebnisse
 - 5.12.1 Während der Messung
 - 5.12.2 Auswertung der Messergebnisse
- 5.13 Leckagen bei der Messung der Luftschalldämmung
 - 5.13.1 Ortung
 - 5.13.2 Typische Leckagen
- 5.14 Messverfahren nach Entwurf DIN EN ISO 16283-1
 - 5.14.1 Allgemeines
 - 5.14.2 Personen in den zu untersuchenden Räumen
 - 5.14.3 Ermittlung des Schalldämmmaßes pro Lautsprecherposition
 - 5.14.4 Niederfrequenzmethode
- 5.15 Messverfahren nach Entwurf DIN EN ISO 16283-2

6 Nachweise des Schallschutzes

6.1 Allgemeines, Geschichtliches

6.2 Luftschalldämmung

6.2.1 Direktschall und Flankenübertragung

6.2.2 Berechnungsprinzip nach E DIN 4109:2013

6.2.2.1 Berechnungsprinzip für den Massivbau

6.2.2.2 Berechnungsprinzip für den Skelettbau

6.2.2.3 Berechnungsprinzip für leichte Massivfassaden

6.2.2.3.1 Allgemeines

6.2.2.3.2 Zur Unbestimmtheit der Stoßstelle

6.2.2.3.3 Besondere Schalllängsdämmung - Problematik für inhomogene Bauteile

6.2.3 Beispielverordnungen nach alter Norm und neuer Norm

6.2.3.1 Luftschalldämmung im Skelettbau

6.2.3.2 Luftschalldämmung im Massivbau, schwere Massivbauteile

6.2.3.3 Luftschalldämmung mit leichten Massivfassaden

6.2.3.3.1 Beiblatt 1 zu DIN 4109, Ausgabe 1989

6.2.3.3.2 Leichte Massivfassade nach E-DIN 4109

6.2.3.3.3 Leichte flankierende Massivfassade und Montagewand als Wohnungstrennwand oder Holzbalkendecke als Trenndecke

6.2.3.4 Zweischalige Massivwände

6.3 Trittschalldämmung

6.3.1 Trittschalldämmung im Massivbau

6.3.2 Trittschalldämmung im Holzbau

6.3.2.1 Trittschalldämmung von Holzdecken mit flankierenden Holzwänden

6.3.2.2 Trittschalldämmung von Holzdecken mit flankierenden Massivwänden

6.3.3 Trittschalldämmung zwischen Gebäuden mit zweischaliger massiver Haustrennwand (Doppel- und Reihenhäuser)