

Schallschutz

... von leichten Treppen im Holzbau

F. Holtz, H.-P. Buschbacher, J. Hessinger^{*)}

1 Einleitung, Problemstellung

Treppenanlagen die in Wohnhäusern (Mehrfamilien- oder Doppel- oder Reihenhäusern) eingebaut werden, müssen genau wie andere Bauteile auch, Anforderungen an die Schalldämmung erfüllen, um ein Mindestmaß an Schutz vor störenden Lärmbelastigungen zu gewährleisten.

Da zum Schallschutz von Treppen und insbesondere von Treppen im Holzbau noch wenige Erfahrungswerte vorliegen, wurde von der DGfH ein Forschungsvorhaben „Trittschalldämmung von Treppen im Holzbau“ [1] initiiert, das mit Mitteln des Holzabsatzfonds, Bonn (HAF), gefördert wurde. In diesem Aufsatz sollen Ergebnisse aus diesem Forschungsvorhaben vorgestellt werden, wobei der Schwerpunkt auf die Situation in Doppel- und Reihenhäusern in Holzbauweise gelegt wird.

Tabelle 1: Anforderung an die Trittschalldämmung von Treppenanlagen in verschiedenen Bausituationen und für verschiedene Schalldämm-Niveaus.

Bauteil	Anforderung nach DIN 4109	Erhöhte Anforderung SSt II nach Teil 10 DIN 4109	Komfort-Anforderung SSt III nach Teil 10 DIN 4109
Treppenläufe und Podeste in Mehrfamilienhäusern**	$L'_{n,w} \leq 58 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$
Treppen innerhalb von Wohnungen, die sich über zwei Geschosse erstrecken**	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}^*$	$L'_{n,w} \leq 39 \text{ dB}^*$
Treppenläufe und Podeste in Doppel- und Reihenhäusern***	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 39 \text{ dB}$

* Die Trittschalldämmung von Treppen innerhalb von Wohnungen, die sich über zwei Geschosse erstrecken, wird in Teil 10 der DIN 4109 nicht genau beschrieben. Sie kann jedoch von der Situation „Trittschallschutz zwischen Aufenthaltsräumen und fremden Räumen“ sinngemäß übertragen werden.

** Die Anforderung an die Trittschalldämmung gilt nur für die Trittschallübertragung in fremde Aufenthaltsräume, ganz gleich, ob sie in waagerechter, schräger oder senkrechter Richtung erfolgt.

*** Nur für Trittschallübertragung von Haus 1 nach Haus 2.

Hinweis: Die oben angegebenen Anforderungen an den bewerteten Norm-Trittschallpegel müssen von der Treppe immer im Zusammenspiel mit dem Baukörper, d.h. der Trennwand, erbracht oder unterschritten werden.

^{*)} Prof. Dipl.-Phys. Fritz Holtz ist Dozent an der Fachhochschule Rosenheim und Leiter des Labors für Schall- und Wärmemesstechnik in 83071 Stephanskirchen

Dipl.-Ing. (FH) Hans-Peter Buschbacher, Mitarbeiter im Labor für Schall- und Wärmemesstechnik in 83071 Stephanskirchen

Dipl.-Phys. Dr. Joachim Hessinger, Mitarbeiter im Labor für Schall- und Wärmemesstechnik in 83071 Stephanskirchen



Bild 1: Prüfstand/Standardaufbau

2 Trittschalldämmung von Treppen

Bei Treppenanlagen ist nur die Belästigung durch Trittschall maßgebend. Beim Begehen einer Treppenanlage wird diese zum Schwingen angeregt. Diese Körperschallschwingungen übertragen sich über die Auflager in den Baukörper, d. h. in die Wände und Decken, und werden von dort in den benachbarten Wohn- oder Arbeitsbereich abgestrahlt. Diese Lärmbelastigung wird als Trittschall bezeichnet.

Um Lärmbelastigungen durch Trittschall zu simulieren, wird in Deutschland ein Norm-Hammerwerk benutzt. Der von diesem Norm-Hammerwerk erzeugte Schallpegel wird in den bewerteten Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ umgerechnet. Die Prüfvorschriften sind in DIN EN ISO 140 [2] und DIN EN ISO 717 [3] festgelegt. Beachte: Je höher der Norm-Trittschallpegel, um so schlechter ist die Trittschalldämmung der Treppe.

Anhand dieses $L'_{n,w}$ werden die Anforderungen an die Trittschalldämmung von Treppen nach DIN 4109 [4] festgelegt. Diese Anforderungen nach DIN 4109 sind Mindestanforderungen, die bauaufsichtlich eingeführt auf jeden Fall einzuhalten sind.

Da das in DIN 4109 festgelegte Anforderungsniveau nur ein Mindestmaß an Schallschutz bietet, wurden in Teil 10 der DIN 4109 [4] Vorgaben für einen erhöhten und einen Komfort-Schallschutz definiert. Der Teil 10 der DIN 4109 liegt zur Zeit nur als Entwurf vor. Es ist zu erwarten, dass diese Norm bald eingeführt wird und damit die derzeit noch gültigen Bbl. 2 DIN 4109 und VDI-Richtlinie 4100 ersetzt. Die erhöhten und Komfort-Anforderungen (SSt II + III) nach Teil 10 DIN 4109 müssen jedoch vertraglich vereinbart werden. Die Anforderungsniveaus sind in **Tabelle 1** aufgelistet.

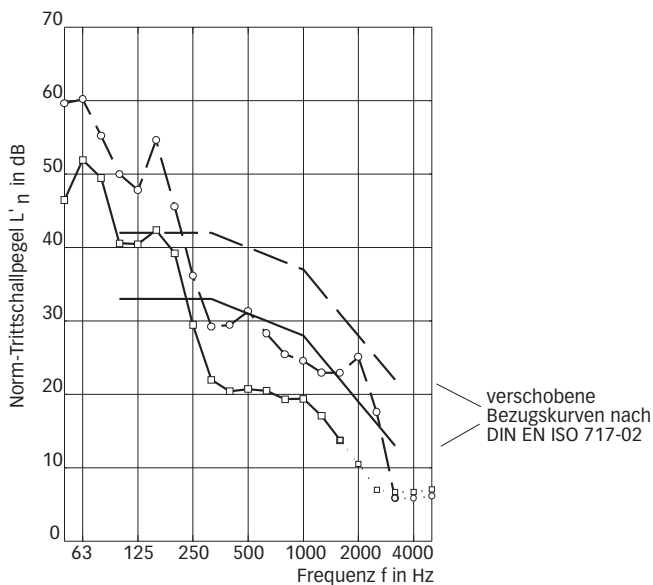


Bild 2: Trittschalldämmung einer Stahl-Holzterrasse angebunden an eine zweischalige Gebäudetrennwand in Holzbauweise mit einem bewerteten Schalldämm-Maß von $R'_{w} = 71$ dB. Dargestellt sind zwei Versionen:
 ○ $L'_{n,w} = 40$ dB: Normale Anbindung der Treppe an Trenn- und Seitenwände
 □ $L'_{n,w} = 31$ dB: Anbindung nur an die Seitenwand
 Für beide Versionen sind neben den gemessenen Schalldämmkurven L'_n auch die jeweiligen verschobenen Bezugskurven nach DIN EN ISO 717-02 eingezeichnet. Die Überschreitungen der gemessenen Kurve über die Bezugskurve bestimmt die Höhe des bewerteten Norm-Trittschallpegels $L'_{n,w}$

3 Leichtbau-Treppen an zweischaligen Gebäudetrennwänden in Holzbauweise – Istzustand

In Doppel- oder Reihenhäusern in Deutschland kommen üblicherweise Stahl-Holz- bzw. Massivholztreppen zum Einsatz. Trittschallprobleme treten im Allgemeinen nur dann auf, wenn diese Treppenanlagen direkt an der Gebäudetrennwand befestigt werden. Diese Befestigung geschieht in den meisten Fällen über starre Auflager bzw. starre Verschraubungen. Die Gebäudetrennwand in Doppel- und Reihenhäusern in Holzbauweise wird zumeist zweischalig ausgeführt, wobei die beiden Schalen als Holzständerwände ausgeführt und vollständig entkoppelt sind. Der Einfluss der Gebäudetrennwand auf die Trittschalldämmung wird in Abschnitt 3.3 beschrieben.

Die Untersuchungen über das Trittschallverhalten von Treppen wurden in ausgeführten Bauten sowie unter bauüblichen Anschlussbedingungen in einem Holzbauprüfstand durchgeführt [1] (Bild 1).

3.1 Stahl-Holz-Treppen

Eine zwei-viertel-gewendelte Stahl-Holzterrasse wurde am Baukörper über Antritt und Austritt sowie 1 bis 2 mal an der

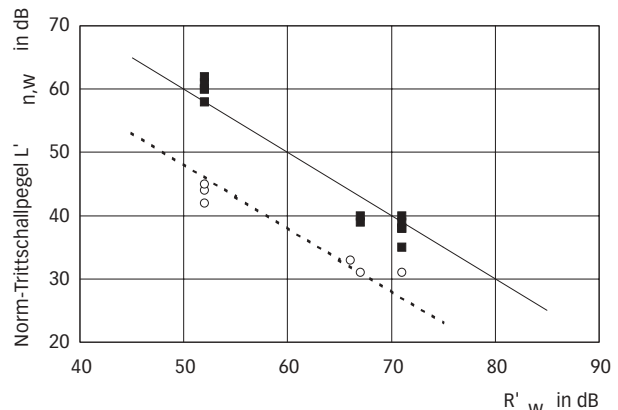


Bild 3: Trittschalldämmung von Stahl-Holztreppen im Holzbau in Abhängigkeit von der Luftschalldämmung R'_w der Trennwand (ein- und zweischalig). Dargestellt sind zwei verschiedene Versionen der Anbindung an die Trennwand:

1. Treppe mit 1 bis 2 Auflagerpunkten in der Trennwand:
 ■ : Messpunkte
 — : Prognose des $L'_{n,w}$ der Treppe nach empirischer Gleichung 1
2. Treppe nicht an Trennwand, sondern nur an den Seitenwänden angebunden:
 ○ : Messpunkte
 : Prognose des $L'_{n,w}$ der Treppe nach empirischer Gleichung 1

Trennwand und 0 bis 2 mal an den Seitenwänden befestigt, wobei die Anbindung über starre Auflager erfolgt. Führt man die Trennwand als zweischalige Gebäudetrennwand in Holzständerkonstruktion aus, so wurde typischerweise ein bewerteter Norm-Trittschallpegel von $L'_{n,w} = 39 \pm 2$ dB gemessen. Schalldämmkurven, d.h. eine Auftragung des Norm-Trittschallpegels L'_n gegen die Frequenz, einer Stahl-Holzterrasse sind in Bild 2 dargestellt. Mit den hieraus ermittelten Schalldämmwerten werden formal die Mindest- und erhöhten Anforderungen nach DIN 4109 und Teil 10 der DIN 4109 erfüllt. Aus Bild 2 wird allerdings ersichtlich, dass schalltechnische Schwachpunkte der Konstruktion im niederfrequenten Bereich, d.h. zwischen 50 Hz und 200 Hz, liegen, so dass es in diesem Frequenzbereich zu störenden Lärmbelastigungen („Dröhnen“) kommen kann.

3.2 Massivholz-Treppen

Massivholztreppen werden über die Außenwange an die Trennwand angebunden, wobei üblicherweise bis zu 4 Verschraubungen zur Befestigung der Wange an der Trennwand dienen. Zusammen mit einer zweischaligen Gebäudetrennwand in Holzbauweise wurden bei einer solchen Anbindung der Treppe an die Gebäudetrennwand Norm-Trittschallpegel von $L'_{n,w} = 37 \pm 2$ dB gemessen.

3.3 Einfluss der Trennwand auf die Trittschalldämmung der Treppe

Die oben beschriebenen Ergebnisse sind mit Treppen, angebunden an mängelfrei gefertigte zweischalige Gebäude-

trennwände (Luftschalldämm-Maß $R'_w = 71$ dB), erzielt worden. Die sehr guten Trittschalldämmwerte dieser Treppen haben ihre Ursache auch in der konsequenten Trennung und Entkopplung der beiden Trennwandschalen. Die gleiche Treppenkonstruktion angebunden an eine einschalige Trennwand wird daher eine deutlich schlechtere Trittschalldämmung erzielen.

Die starke Abhängigkeit der Trittschalldämmung einer Treppe von der Wandkonstruktion wird deutlich, wenn man graphisch die Trittschalldämmung der Treppe $L'_{n,w}$ gegen das Schalldämm-Maß der Trennwand R'_w , an der die Treppe angebunden ist, aufträgt, siehe **Bild 3**. Wenn man die Treppen nach den verschiedenen Konstruktionsmerkmalen (Bauart der Treppe, Anbindung an die Trennwand) klassifiziert, erkennt man einen nahezu linearen Verlauf zwischen $L'_{n,w}$ und R'_w . Bei Kenntnis der Schalldämmung der Trennwand kann aufgrund dieses Zusammenhangs die Trittschalldämmung einer Leichtbautreppe im Holzbau abgeschätzt werden. Ein Prognoseverfahren, das auf diesen Erkenntnissen basiert, wird in Abschnitt 4 beschrieben. Erste Vergleiche mit verschiedenen Bausituationen haben gute Ergebnisse erbracht.

Prinzipiell gilt : Die Trittschalldämmung einer Treppe wird entscheidend durch die Schalldämmung der Wand geprägt, an der sie angebunden ist.

4 Empirisches Berechnungsverfahren

Für viele praktische Anwendungen ist es sinnvoll, die Trittschalldämmung einer Treppenkonstruktion vorab zu ermitteln. Im Folgenden wird ein empirisches Verfahren zur Abschätzung des Norm-Trittschallpegels von Leichtbautreppen im Holzbau vorgestellt. Eine genauere Beschreibung dieses Verfahrens kann der Literatur [1] entnommen werden. Dieses Berechnungsverfahren ist zwar nicht genormt und kann nicht zum Nachweis der Schalldämmung nach DIN 4109 her-

angezogen werden, es beschreibt die Trittschalldämmung von Leichtbautreppen im Holzbau jedoch mit einer zufriedenstellenden Genauigkeit.

Grundlage der Berechnung ist die Tatsache, dass eine Trennwand mit einer guten Luftschalldämmung auch den über die Treppenaufleger eingeleiteten Trittschall entsprechend gut abmindert. Dieses Verhalten wird in **Bild 3** illustriert.

Bei der Anwendung dieses Berechnungsverfahrens sind die nachfolgend aufgelisteten Voraussetzungen zu beachten :

- Baukörper: Holzbau mit Holzständerwänden
 - Art der Treppe: aufgesattelte Stahl-Wangentreppe mit Hartholzstufen oder eingestemmte Wangentreppe aus Hartholz
 - Bauform der Treppe: zwei-viertel- oder halb-gewendelte Treppen, An- und Austritt parallel zur Trennwand
 - Stufenbefestigung: geschraubt, bei Treppen an einschaligen Wänden sind keine Elastomere o.ä. unter den Stufen
 - Raumgeometrie: Der Trittschallpegel wird in dem direkt angrenzenden Nachbarräum gemessen.
 - Anschluss der Treppe an die Wand: Die Wandständer, an denen die Treppe befestigt werden, sind tragender Bestandteil der Holzständerwand.
 - Wände: Die Trennwand darf keine Undichtigkeiten aufweisen.
- An der Seite der Wand, an der die Treppe angebunden wird, darf keine Vorsatzschale angebracht werden

Benötigt werden die folgenden Eingangsparameter:

- Luftschalldämmung der Trennwand
- Art, Anzahl und lokale Lage der Befestigungen der Treppe

Der bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ der Treppe errechnet sich nach Gleichung (1). Hierin bedeuten $L'_{n,w}$: bewerteter Norm-Trittschallpegel (Trittschalldämmung) der Treppe

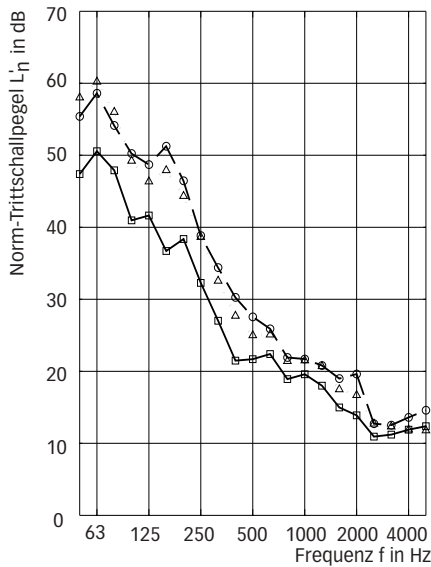


Bild 4: Trittschalldämmung einer Stahl-Holzterappe angebunden an eine zweischalige Gebäudetrennwand in Holzbauweise (bewertetes Schalldämm-Maß von $R'_w = 67$ dB), gemessen in einem ausgeführten Bau. Dargestellt sind 3 Versionen:

- $L'_{n,w} = 40$ dB: starre Anbindung der Treppe an Trenn- und Seitenwände
- △ $L'_{n,w} = 37$ dB: Anbindung über relativ hartes Elastomerlager
- $L'_{n,w} = 30$ dB: Anbindung über relativ weiches Elastomerlager

R'_w : bewertetes Schalldämm-Maß (Luftschalldämmung) der Trennwand

L_{HP} : Fiktiver Hammerwerkpegel der Treppenkonstruktion

$$L'_{n,w} \approx L_{HP} - R'_w \quad (1)$$

Der nach Gleichung (1) berechnete $L'_{n,w}$ von Treppen wird in **Bild 3** mit den entsprechenden Messwerten verglichen, siehe die durchgezogenen und gestrichelten Linien. Da der

Tabelle 2: Konstanten L_{HP} (fiktiver Hammerwerkpegel der Treppe) für verschiedene Treppenarten und Anbindungen der Treppe an die Trennwand. L_{HP} dient nur zum Einsatz in Gleichung 1.

Beschreibung	
Aufgesattelte Stahl-Wangentreppe mit Hartholzstufen	
$L_{HP,S3} = 114$ dB	- 3 - 4 starre Befestigungen an Trennwand
$L_{HP,S1} = 110$ dB	- 1 - 2 starre Befestigungen an Trennwand
$L_{HP,S0} = 98$ dB	- ausschließliche Befestigung an den Seitenwänden
Eingestemmte Wangentreppe aus Hartholz	
$L_{HP,H3} = 110$ dB	- 3 - 4 starre Befestigungen an Trennwand - Wange berührt Trennwand
$L_{HP,H1} = 107$ dB	- 1 - 2 starre Befestigungen an Trennwand - Wange berührt Trennwand
$L_{HP,H0B} = 103$ dB	- ausschließliche Befestigung an den Seitenwänden - Wange berührt Trennwand
$L_{HP,H0A} = 99$ dB	- ausschließliche Befestigung an den Seitenwänden - Wange hat Abstand zur Trennwand

Norm-Trittschallpegel auch von der Art und Bauform der Treppe, sowie von der Art, Anzahl und lokalen Befestigung der Treppe an der Trennwand abhängt, muss der fiktive Hammerwerkpegel L_{HP} ebenfalls als Funktion dieser Parameter angegeben werden. Konkret wurden die in **Tabelle 2** aufgelisteten Zahlenwerte für die verschiedenen Treppenkonstruktionen ermittelt.

Bei Anwendung von Gleichung (1) und Einsatz der in **Tabelle 2** angegebenen fiktiven Hammerwerkpegel L_{HP} , sowie unter Beachtung der oben angegebenen Voraussetzungen, kann der Norm-Trittschallpegel mit einer Genauigkeit von ± 4 dB berechnet werden. Die Berechnung gilt in dieser Form nur für den Holzbau in Holzständerbauweise. Eine Übertragung auf den Massivbau ist wünschenswert, befindet sich derzeit aber noch in Bearbeitung und bedarf der Unterstützung der Treppenbaubranche.

5 Optimierung der Schalldämmung von Leichtbau-Treppen an zweischaligen Gebäudetrennwänden

Obwohl sehr viele Leichtbau-Treppen im Holzbau die erhöhten Anforderungen an die Schalldämmung (Schallschutzstufe II) nach Teil 10 der DIN 4109 erfüllen, kann es zu Beschwerden der Bewohner hinsichtlich der Trittschalldämmung kommen. Meist wird dann die niederfrequente Schallübertragung, ein „Dröhnen“, bemängelt. Im Folgenden werden verschiedene Maßnahmen und deren Wirksamkeit hinsichtlich der Verbesserung der Trittschalldämmung beschrieben.

5.1 Anbindung der Treppe an die Trennwand

Eine deutliche Verbesserung der Trittschalldämmung im niederfrequenten Bereich kann erreicht werden, indem die Treppe vollständig von der Trennwand entkoppelt wird. Bei einer Stahl-Holzterappe kann dies realisiert werden, indem die Lasten aus der Treppe (Auflagerkräfte) vollständig über die Seitenwände abgetragen werden. Die Verbesserungen betragen sowohl im niederfrequenten Bereich als auch im bewerteten Norm-Trittschallpegel $\Delta L'_{n,w} = \text{ca. } 8$ dB. Aus Gründen der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit (tiefrequentes Schwingungsverhalten, Baudynamik) müsste bei einer Stahl-Holzterappe hierzu das Tragwerk verbessert werden. Bei Spannweiten bis zu ca. 2,20 m kann dieses durch eine Vergrößerung des Holzquerschnitts erfolgen.

Bei Massivholztreppen können ähnliche Verbesserungen erzielt werden durch den Verzicht auf einen Körperschallkontakt zwischen Wange und Trennwand und durch Einsatz eines speziellen Eckauflagers (**Bild 5**). Die schalltechnische Eignung und prinzipielle Machbarkeit eines solchen Eckauflagers ist in Laborversuchen nachgewiesen worden.

5.2 Entkopplung der Auflagerpunkte über Elastomerlager

Aus Gründen der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit ist eine vollständige Abkopplung der Treppe von der Trennwand, wie in Abschnitt 5.1 beschrieben, vielfach nicht mög-



Bild 5: Prototyp eines Eckauflagers zur Lastabtragung über die Außenwange einer Massivholztreppe bei gleichzeitiger Entkoppelung der Wange von der Trennwand



Bild 6: gängiges Auflager zur Lastabtragung bei einer Stahl-Holz-Treppe

lich. Eine Entkopplung der Auflager kann über geeignete Elastomerlager erfolgen. Die Höhe der Verbesserung bei der Trittschalldämmung hängt von der Weichheit des Elastomerlagers ab. Dies wird in **Bild 4** demonstriert. Hier werden drei Anbindungssituationen miteinander verglichen : 1.) starr angebunden, 2.) Entkopplung mit einem relativ harten Elastomerlager und 3.) Entkopplung mit einem relativ weichen Elastomerlager. Wie dieses Beispiel zeigt, kann der bewertete Norm-Trittschallpegel der Treppe durch den Einsatz eines weichen Elastomerlagers um bis zu 10 dB gegenüber dem starr angebundenen und um 7 dB gegenüber dem harten Elastomerlager reduziert d.h. verbessert werden.

Beim Einsatz von Elastomerlagern muss auf die Gebrauchstauglichkeit der Treppenkonstruktion geachtet werden, da zu weich gelagerte Treppen beim Begehen zu tiefrequenten Schwingungen und Schwankungen neigen und damit die Trittsicherheit gefährden könnten.

Bild 6 zeigt ein gängiges Auflager, eine Weiterentwicklung eines Elastomerlagers wird in **Bild 7** dargestellt. Dazu wird das Elastomer zwischen zwei Vierkant-Stahlrohre eingeschoben. Die schalltechnische Wirksamkeit dieser Konstruktion im Zusammenspiel mit einem weicheren Elastomer-material wurde im Laborversuch nachgewiesen. Es ist die Aufgabe des Treppenbau-Handwerks und der Industrie, dieses Auflager unter fertigungstechnischen, montage-technischen und optischen Aspekten zu optimieren.



Bild 7: Quer- und Längsschnitt eines zwischen zwei Vierkant-Stahlrohre eingeschobenen Elastomerlagers (Prinzipskizze)

Neben der Entkopplung der Auflager wird auch oft versucht, eine Verbesserung der Trittschalldämmung über die Schwingungsentkopplung der Trittstufen selbst zu erreichen. Versuche, bei denen die Trittstufen über handelsübliche Elastomerlager praxistauglich an die Holme geschraubt wurden, haben gezeigt, dass eine Verbesserung der Trittschalldämmung nur im hochfrequenten Trittschallbereich oberhalb von ca. 400 Hz, erfolgt. Also in einem Bereich, in dem Treppen an Gebäudetrennwänden ohnehin eine sehr gute Trittschalldämmung besitzen. Prinzipiell stellt sich eine ähnliche Problematik wie bei der Entkopplung von Auflagern über Elastomere dar: Eine schalltechnisch wirksame Entkopplung von Stufe und Holm wird nur dann erreicht, wenn sehr weiche Zwischenschichten eingesetzt werden. Diese sind jedoch nicht als gebrauchstauglich zu bewerten, da auf solche Art gelagerte Trittstufen beim Begehen zu stark schwanken und keine Trittsicherheit gewährleisten. Durch eine Verschraubung wird wiederum die Wirksamkeit der elastischen Lagerung reduziert.

6 Zusammenfassung

In diesem Bericht werden einige wichtige Ergebnisse einer Forschungsarbeit an Leichtbautreppen im Holzbau vorgestellt.

Es wurde der Istzustand der Trittschalldämmung von Leichtbautreppen angebunden an Holzständerwände untersucht und dokumentiert.

Untersucht wurden:

- der Einfluss der Anbindung der Treppe an Holzständer-trennwand und Seitenwände
- die Verbesserung der Trittschalldämmung von Treppen durch Befestigung der Treppe nur an den Seitenwänden
- die Verbesserungen der Trittschalldämmung durch den Einsatz von Elastomerlagern bei den Treppenauflagern.

Die Vorschläge der DIN 4109, Teil 10 für die Schallschutzstufe II können mit den eingesetzten Treppenkonstruktionen bei Beachtung der oben ausgeführten Anmerkungen und bei mängelfreiem Einbau erreicht werden.

Durch eine geeignete Kombination der oben beschriebenen Maßnahmen können mit leichten Treppen im Holzbau bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w} \leq 35$ dB erreicht werden. Insbesondere das störende „Dröhnen“ bei niedrigen Frequenzen kann durch diese Maßnahmen gemindert werden.

In diesem Artikel konnten nicht alle Bauweisen und Details behandelt werden. Den Fachbetrieben wird empfohlen, sich von einem Fachmann (Bauakustiker) beraten zu lassen.

Die Autoren bedanken sich bei der DGfH und beim Holzabsatzfond, die diese Forschungsarbeiten initiiert und begleitet sowie finanziell unterstützt haben.

7 Literatur

- [1] F. Holtz, H.P. Buschbacher, A. Rabold und J. Hessinger, „Trittschalldämmung von Treppen im Holzbau“ DGfH-Forschungsbericht des Labor für Schall- und Wärmemesstechnik (2001), dieser Abschlußbericht kann von DGfH-Mitgliedern kostenfrei über die DGfH bezogen werden.
- [2] DIN EN ISO 140, Teil 1 - 12, Akustik, Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen, Stand Dezember 1998
- [3] DIN EN ISO 717, Teil 1 - 2, Akustik, Einzahlangaben für die Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen, Ausgabe Januar 1997
- [4] DIN 4109 mit Beiblatt 1, Schallschutz im Hochbau, Ausgabe November 1989 und Entwurf Teil 10 der DIN 4109, Ausgabe Juni 2002

Download von:



Dipl. Ing. (FH) Hans-Peter Buschbacher
Scheuchenstulstr. 11, 83024 Rosenheim
www.schallschutz-holzbau.de

FON 08036 / 303955-4
FAX 08036 / 303955-6
hpb@schallschutz-holzbau.de