

## Forschungsbericht

# Schallschutz von leichten Treppen im Holzbau

Mit einem von der DGfH initiierten und vom Holzabsatzfond (HAF) geförderten Forschungsvorhaben „Trittschalldämmung von Treppen im Holzbau“ wurde erstmals systematisch das schalltechnische Verhalten von Leichtbautreppen an Holzständerwänden untersucht. *mikado* zeigt Ergebnisse und geeignete Lösungen.



Bild 1:  
Massivholztreppe  
im Prüfstand



Bild 2:  
Stahl-Holz-Treppe  
im Prüfstand

**B**eim Begehen einer Treppenanlage wird diese zum Schwingen angeregt. Die 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. Für den Schutz vor unzumutbarer Trittschallbelastigung durch das Begehen von Treppenanlagen wurden in den Normen DIN 4109 und Bbl. 2 zur

DIN 4109 Anforderungsniveaus für die anzustrebenden bewerteten Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w}$  festgelegt. Die dort angegebenen Anforderungen müssen von der Treppe im Zusammenspiel mit dem Baukörper, d. h. der Trennwand, erbracht bzw. unterschritten werden. Zu beachten ist:

*Je höher der Norm-Trittschallpegel, umso schlechter ist die Trittschalldämmung der Treppe.*

Die Prüfung der Trittschalldämmung wird üblicherweise mittels

eines in den derzeit gültigen Normen DIN EN ISO 140-06 und 07 beschriebenen Norm-Hammerwerks im Frequenzbereich zwischen 50 und 5000 Hz durchgeführt. Als Ergebnis wird der bewertete Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w}$  nach DIN EN ISO 717-02 angegeben.

Zum Vergleich mit realistischen Trittschallsituationen wurde auch die Lärmbelastigung durch einen realen Geher (männliche Person, 75 kg schwer mit weichem Schuhwerk) auf einer Treppe aufgezeich-

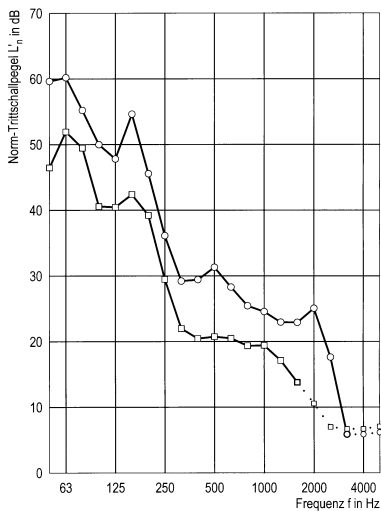


Bild 3:  
Trittschalldämmung einer Stahl-Holz-Treppe, angebunden an eine zweischalige Gebäudetrennwand in Holzbauweise mit einem bewerteten Schalldämmmaß von  $R'_w = 71$  dB.

Dargestellt sind zwei Versionen:

- $L'_{nw} = 40$  dB normale Anbindung der Treppe an Trenn- und Seitenwände
- $L'_{nw} = 31$  dB Anbindung nur an die Seitenwand

net. Bei den Untersuchungen wurde eine ausreichend genaue Korrelation zwischen dem Norm-Hammerwerk und dem realen Geher festgestellt. D. h., unter Berücksichtigung einiger Grundvoraussetzungen kann das Norm-Hammerwerk zur Beschreibung realistischer Trittschallbelastungen beim Begehen von Treppen herangezogen werden.

### Problem: Leichtbautreppen im Holzbau

In Doppel- oder Reihenhäusern in Deutschland kommen üblicherweise Stahl-Holz- bzw. Massivholztreppen zum Einsatz (siehe Bild 1 und 2). Diese werden meist über starre Auflager bzw. starre Verschraubungen an den Gebäudetrennwänden befestigt. Untersuchungen über das Trittschallverhalten dieser Treppen wurden in ausgeführten Bauten sowie unter bauüblichen Anschlussbedingungen in einem Holzbauprüfstand durchgeführt. Die Eignung des Holzbauprüfstands wurde durch Vergleiche mit Messungen am Bau bestätigt. Im Folgenden soll auf Grundlage der Messungen in ausgeführten Bauten und im Treppenprüfstand der Istzustand dokumentiert, sowie verbesserte Varianten und Modifikationen vorgestellt werden.

### Istzustand

Eine 2/4-gewendelte *Stahl-Holz-Treppe* wird am Baukörper über Antritt und Austritt sowie 1- bis 2-mal an der 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 Holzstän-

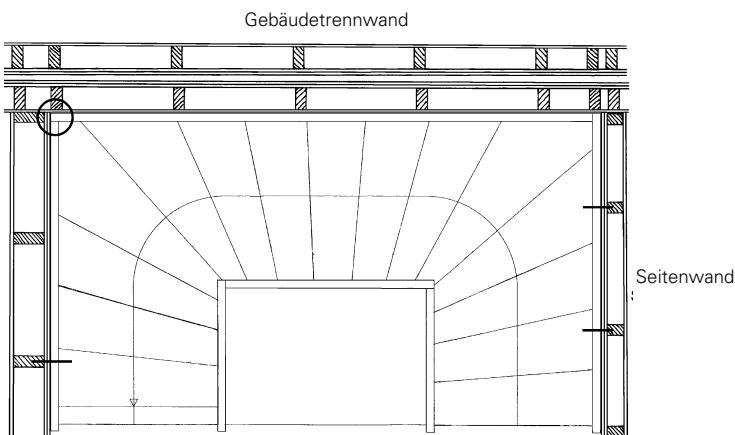


Bild 4: Anschluss der Massivholztreppe mit Eckauflager (Kreis) und Verschraubung (Strich) – Darstellung der Wände ohne Hohlraumdämmung

**Empirisches Berechnungsverfahren**

Das nachfolgend beschriebene empirische Verfahren dient der Abschätzung des Norm-Trittschallpegels von Leichtbautreppen im Holzbau. Eine genauere Beschreibung findet sich in der Literatur. 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 8 illustriert.

**Voraussetzungen zur Anwendung dieses Berechnungsverfahrens:**

- Baukörper: Holzbau mit Holzständerwänden
- Art der Treppe: Aufgesattelte Stahl-Wangentreppe mit Hartholzstufen und eingestemmte Wangentreppe aus Hartholz
- Bauform der Treppe: zweiertel 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 Nachbarraum 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  $R'_w$
- 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

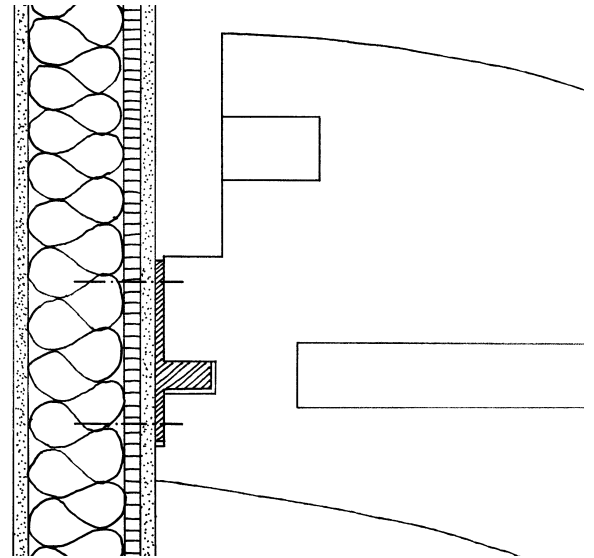
$R'_w$ : bewertetes Schalldämmmaß (Luftschalldämmung) der Trennwand

$L_{HP}$ : Hammerwerkpegel der Treppenkonstruktion

**Gleichung 1:**  $L'_{n,w} \approx L_{HP} - R'_w$

Der nach Gleichung 1 berechnete  $L'_{n,w}$  von Treppen wird mit den entsprechenden Messwerten in Bild 8 verglichen. Da der 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 Hammerwerkpegel  $L_{HP}$  ebenfalls als Funktion dieser Parameter angegeben werden. Konkret wurden die in der nachfolgenden Tabelle aufgelisteten Zahlenwerte für die verschiedenen Treppenkonstruktionen ermittelt:

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



**Bild 5:**  
Eckauflager – Anschluss der Massivholz-Treppe durch Auflager an Holzständer

derkonstruktion aus, so beträgt typischerweise der bewertete Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w} = 39 \pm 2$  dB.

Massivholztreppen werden über die Außenwange an die Trennwand angebunden, wobei üblicherweise bis zu vier Verschraubungen zur Befestigung der Wange an der Trennwand dienen. Zusammen mit einer zweischaligen Gebäudetrennwand in Holzbauweise werden hier im Allgemeinen Norm-Trittschallpegel von  $L'_{n,w} = 37 \pm 2$  dB gemessen. Die Schalldämmkurven einer *Stahl-Holz-Treppe* sind in Bild 3 dargestellt. Die ermittelten Schalldämmwerte erfüllen formal die Anforderungen nach DIN 4109 und Bbl. 2 zur DIN 4109. In Bild 3 ist ersichtlich, dass die Lage der Auflager die Trittschalldämmung der Gesamtkonstruktion beeinflusst. Die schalltechnischen Schwachpunkte im niederfrequenten Bereich liegen zwischen 50 Hz und 200 Hz. Hier kann es zu störenden Lärmbelastigungen („Dröhnen“) kommen. Um eine deutliche Verbesserung der Trittschalldämmung im niederfrequenten Bereich zu erzielen, müssen die Treppen vollständig von der Gebäudetrennwand entkoppelt werden.

Bei einer *Stahl-Holz-Treppe* kann dies realisiert werden, indem die Ablasten der Treppe vollstän-

## 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

\* Die in der Tabelle angegebenen Konstanten  $L_{HP}$  (Hammerwerkpegel der Treppe) für verschiedene Treppenarten und Anbindungen der Treppe an die Trennwand dienen ausschließlich dem Einsatz in Gleichung 1.

dig über die Seitenwände abgetragen werden. Die Verbesserungen betragen dann sowohl im niederfrequenten Bereich als auch beim bewerteten Norm-Trittschallpegel  $\Delta L'_{n,w} = \text{ca. } 8 \text{ dB}$ . Aus Gründen der Statik und Nutzungssicherheit (tieffrequentes Schwingungsverhalten, Baudynamik) müsste bei einer Stahl-Holz-Treppe hierzu die Treppenstatik verbessert werden. Bei Spannweiten bis zu ca. 2,20 m (von Seitenwand zu Seitenwand) kann diese durch eine Vergrößerung des Holmquerschnitts erfolgen. Bei *Massivholztreppen* können ähnliche Verbesserungen erzielt werden, durch den Verzicht auf einen Körperschallkontakt zwischen Wange und Trennwand und durch Einsatz eines speziellen Eckauflagers. Die schalltechnische Eig-

nung und prinzipielle Machbarkeit eines solchen Eckauflagers ist in Laborversuchen nachgewiesen worden (siehe Bild 4 + 5).

### Entkopplung durch Elastomerlager

Schalltechnisch ideal wäre die vollständige Abkopplung der Treppe von der Trennwand. Aus Gründen der Statik oder Nutzungssicherheit ist dies jedoch vielfach nicht möglich. Abhilfe können hier Elastomerlager schaffen. Diese entkoppeln das statisch notwendige Auflager von der Treppe. Der Verbesserungsgrad der Trittschalldämmung hängt von der Weichheit des Elastomerlagers ab.

Im Bild 6 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 bis zu 10 dB gegenüber dem starr angebundenen und noch um 7 dB gegenüber dem harten Elastomerlager reduziert d.h. verbessert werden. Zu beachten ist, dass beim Einsatz von Elastomerlagern auf die Gebrauchstauglichkeit der Treppenkonstruktion geachtet werden muss. Zu weich gelagerte Treppen neigen beim Begehen zu tiefrequenten Schwingungen und

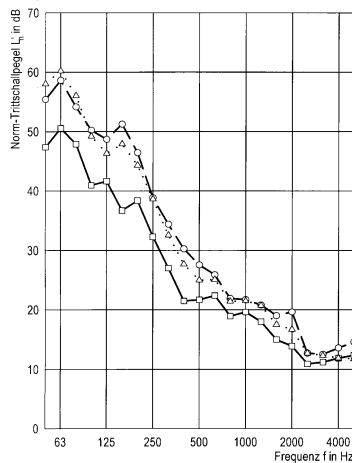


Bild 6: Unterschiedliches Verhalten der Trittschalldämmung einer Stahl-Holz-Treppe, angebunden an eine zweischalige Gebäudetrennwand in Holzbauweise (bewertetes Schalldämmmaß von  $R'_w = 67$  dB) gemessen in einem ausgeführten Bau. Dargestellt sind drei Versionen:

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

Schwankungen und können damit die Trittsicherheit gefährden.

Die praktische Realisierung eines Elastomerlagers zeigt Bild 7. Dazu wird das Elastomer zwischen zwei Vierkant-Stahlrohre eingeschoben. Die schalltechnische Wirksamkeit dieser Konstruktion im Zusammenspiel mit einem weichen Elastomer material wurde im Laborversuch nachgewiesen. Es muss die Aufgabe des Treppenbauers sein, dieses Auflager unter fertigungstechnischen, montage-technischen und optischen Aspekten zu optimieren.

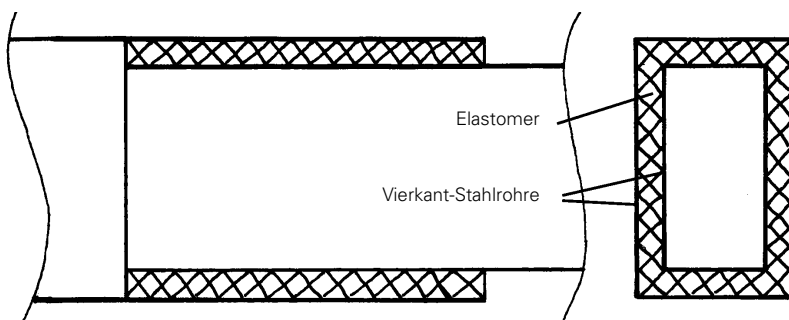


Bild 7: Quer- und Längsschnitt eines zwischen zwei Vierkant-Stahlrohre eingeschobenen Elastomerlagers (Prinzipkizze)

### Einfluss der Trennwand

Die oben beschriebenen Ergebnisse sind mit Treppen, angebunden an mängelfrei gefertigte zweischalige Gebäudetrennwände, 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 Gebäudetrennwand, wird daher eine deutlich schlechtere Trittschalldämmung erzielen. Die starke Abhängigkeit der Trittschalldämmung einer Treppe von der Wandkonstruktion wird deutlich, wenn man grafisch die Trittschalldämmung der Treppe  $L'_{n,w}$  gegen die Schalldämmung der Trennwand  $R'_w$ , an der die Treppe angebunden ist, aufträgt (Bild 8). Klassifiziert man die Treppen nach den verschiedenen Konstruktionsmerkmalen (Bauart der Treppe, Anbindung an die Trennwand), ist ein linearer Verlauf zwischen  $L'_{n,w}$  und  $R'_w$  erkennbar. 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, ist in Kurzform im Kasten dargestellt. 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.

### Ergebnisse im Überblick

In diesem Bericht wurden einige wichtige Ergebnisse der Forschungsarbeit an Leichtbautreppen im Holzbau vorgestellt. Wesentliche Untersuchungspunkte waren:

- der schalltechnische Einfluss der Anbindung der Treppe an Trennwand und Seitenwände

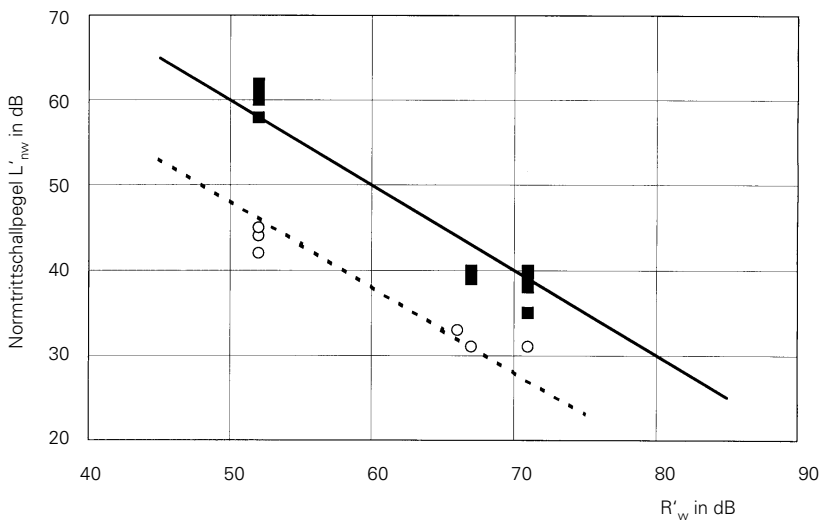


Bild 8: Trittschalldämmung einer Stahl-Holz-Treppe im Holzbau in Abhängigkeit von der Luftschalldämmung  $R'_{w}$  der Trennwand (ein- und zweischalig). Dargestellt sind zwei verschiedene Versionen der Anbindung an die Trennwand:

**Treppe mit 1–2 Auflagerpunkten in der Trennwand:**

- Messpunkte
- Prognose des  $L'_{nw}$  der Treppe nach empirischer Gleichung 1

**Treppe nicht an Trennwand, sondern nur an den Seitenwänden angebunden:**

- Messpunkte
- Prognose des  $L'_{nw}$  der Treppe nach empirischer Gleichung 1

- 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
- Mit den eingesetzten Treppenkonstruktionen, bei Beachtung der

im Bericht ausgeführten Anmerkungen und bei mängelfreiem Einbau können die Vorschläge der DIN 4109 Beiblatt 2 für den erhöhten Schallschutz erreicht werden. Durch eine geeignete Kombination der beschriebenen Maßnahmen sind mit leichten Treppen im Holzbau bewertete Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w} \leq 35$  dB erreichbar. Das störende „Dröhnen“ bei niedrigen Frequenzen kann ebenso gemindert werden.

Abschließend danken die Autoren der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung e.V., München (DGfH), die das Vorhaben initiiert und begleitet hat, sowie dem Holzabsatzfond (HAF), Bonn, für dessen finanzielle Unterstützung. DGfH-Mitglieder können den ausführlichen Forschungsbericht bei der DGfH kostenfrei anfordern.

Dipl.-Phys. Dr. J. Hessinger,  
Dipl.-Ing. (FH) H.P. Buschbacher,  
Prof. Dipl.-Phys. F. Holtz,  
Rosenheim

*Literaturliste kann in der Redaktion angefordert werden.*

Download von:



Dipl. Ing. (FH) Hans-Peter Buschbacher  
Scheuchenstulstr. 11, 83024 Rosenheim  
[www.schallschutz-holzbau.de](http://www.schallschutz-holzbau.de)

FON 08036 / 303955-4  
FAX 08036 / 303955-6  
[hpb@schallschutz-holzbau.de](mailto:hpb@schallschutz-holzbau.de)

Messung

Begutachtung

Beratung

Entwicklung

Planung