

# Untersuchungen zur Verbesserung der Trittschalldämmung leichter Treppen am Beispiel einer Holzwangentreppe

Andreas Drechsler, Heinz-Martin Fischer, Jochen Scheck

Fachhochschule Stuttgart – Hochschule für Technik, D-70174 Stuttgart, Email: andreas.drechsler@hft-stuttgart.de

## Einleitung

In Reihen-, Doppelhäusern und zwischen Wohnungen ist die starke Trittschallübertragung leichter Treppen oftmals Ursache für Klagen der Bewohnerinnen und Bewohner. In den letzten Jahren wurden deshalb umfangreiche experimentelle Untersuchungen zu Anregung, Übertragung und Beurteilung von Trittschall auf leichten Treppen durchgeführt. Nach [1] ist eine praxisgerechte Beurteilung derzeit jedoch nicht sichergestellt. Um den Beschwerden dennoch Rechnung zu tragen, werden deutlich erhöhte Anforderungen an leichte Treppen und die Berücksichtigung tiefer Frequenzen vorgeschlagen [2].

Wie können diese höheren Anforderungen erreicht werden? Am Beispiel einer Holzwangentreppe wurden Möglichkeiten zur Verbesserung des Trittschallschutzes untersucht. Sie werden im Folgenden vorgestellt.

## Prüfgegenstand

Untersucht wurde eine geradläufige, geländertragende Holz-  
treppe mit wandseitiger Wange. Die Treppe hatte 14 Stufen und war aus Hartholz gefertigt. Bei dieser Treppenkonstruktion ist jede Stufe über zwei Stahlbolzen mit Gummiummantelung in der Wandwange gelagert. Die Wandwange selbst wird üblicherweise direkt an die Treppenraumwand geschraubt. Raumseitig sind die einzelnen Stufen durch je einen Tragbolzen miteinander und über Geländerstäbe mit dem mitragenden Handlauf verbunden (Prinzipskizze siehe Abbildung 1). Die untersuchte Treppe wurde an eine einschalige Kalksandsteinwand ( $d = 240 \text{ mm}$ ,  $\rho = 2000 \text{ kg/m}^3$ ,  $R_w = 54 \text{ dB}$ ) in den schalltechnischen Treppenprüfstand [3] eingebaut. Gemessen wurde der Norm-Trittschallpegel gemäß DIN EN ISO 140-6 bei Anregung mit dem Norm-Hammerwerk.

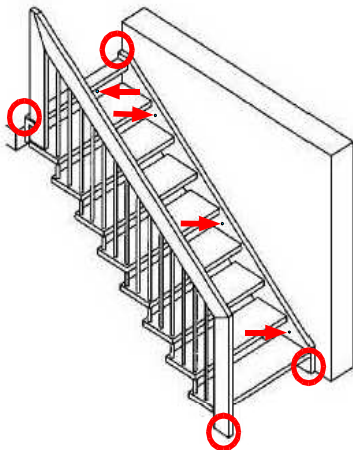


Abbildung 1: Untersuchte Holzwangentreppe, Kontaktpunkte

## Optimierungskonzept

Durch Begehen der Treppe wird diese zu Schwingungen angeregt und der Trittschall über die Ankopplungspunkte der Treppe als Körperschall in den Baukörper eingeleitet. Zur Verminderung der Körperschalleinleitung ins Gebäude bestehen mehrere Möglichkeiten: Das Herabsetzen der Trittschalleinleitung durch weiche Gehbeläge; das Verändern des Schwingungsverhaltens der Konstruktion (zum Beispiel durch Veränderung der Steifigkeit, der Masse, oder durch Erhöhung der Dämpfung); der Einbau von elastischen Zwischenschichten an den Kontaktpunkten. Im vorliegenden Fall wurde die Entkopplung und elastische Lagerung der Treppenkonstruktion gewählt. Eine derartige Maßnahme ist unter Umständen auch nachträglich möglich und daher bei Sanierungsfällen von Bedeutung. Bei der untersuchten Holzwangentreppe gab es acht Kontaktpunkte (Abb. 1):

- Untere Auflager auf der Geschosssdecke
- Obere Auflager auf der Geschosssdecke
- Drei Verschraubungen der Wandwange an der Treppenraumwand
- Verschraubung Stirnbrett an der Deckenstirnseite

## Optimierungsgrenze

Zur Ermittlung der maximal möglichen Verbesserung der Trittschalldämmung wurden alle Verschraubungen entfernt, die Treppe wurde von der Wand abgerückt und oben und unten auf Elastomerlager aufgesetzt. Die Auslegung der Lager erfolgte nach vorheriger Messung der Auflagerkräfte. Sie wurden auf eine Resonanzfrequenz  $< 20 \text{ Hz}$  abgestimmt. Die Messung der Norm-Trittschallpegel ergab einen Einzahlwert von  $L_{n,w} = 39 \text{ dB}$ , der allerdings oberhalb  $100 \text{ Hz}$  durch die Luftschallübertragung des Hammerwerkgeräusches über die einschalige Wand bestimmt wurde. Um den Messbereich ohne Beeinflussung durch Luftschallübertragung zu erweitern, wurden senderraumseitig oberhalb und unterhalb der Wandwange Vorsatzschalen angebracht ( $R_w$  mit Vorsatzschalen =  $59 \text{ dB}$ ). Eine erneute Messung ergab einen bewerteten Norm-Trittschallpegel von  $L_{n,w} = 29 \text{ dB}$  (Variante 6, Abb. 2). Dieser wird nur zwischen  $500 \text{ Hz}$  und  $1250 \text{ Hz}$  wesentlich durch Luftschallübertragung beeinflusst.

## Optimierungsmaßnahmen

Die Optimierung wurde schrittweise durchgeführt. Zunächst wurde die Treppe von der Wand abgerückt und die Verschraubungen wurden durch Ummantelung und elastische Unterlegscheiben entkoppelt (Variante 2). Die entkoppelten Verschraubungen der Wange wurden durch ein Distanzstück der Dicke  $d = 50 \text{ mm}$  ergänzt, das den Abstand der Wange von der Wand konstant hielt. Dann wurden zusätzlich die Auflager auf den Geschosssdecken auf Elastomerlager der

Dicke  $d = 12.5$  mm aufgesetzt (Varianten 3 bis 5). Schließlich wurde die Anzahl der Ankopplungspunkte auf das konstruktiv notwendige Minimum reduziert (Variante 5). Grundlage für die Reduzierung waren die einzuhaltenden Anforderungen. Diese sind in der Leitlinie für europäische technische Zulassungen, ETAG 008 [4], beschrieben. Die wesentlichen Anforderungen sind:

- Ausreichende Standsicherheit unter der Einwirkung der dreifachen Last aus Eigengewicht und Verkehr.
- Niedrigste Eigenfrequenz  $\geq 5$  Hz unter Eigengewicht und einer Einzelmasse von 100 kg.
- Maximale Durchbiegung unter Eigengewicht und Verkehr, jedoch ohne Holmkraft, kleiner als Lauflänge geteilt durch 200.

Eine Berechnung der ersten Eigenfrequenz ergab, dass bei einer Lauflänge der Treppe von 4.5 m lediglich eine Verschraubung auf halber Länge der Wandwange notwendig war, um die Anforderungen einzuhalten. Die Verschraubung der Deckenstirnseite war aus Montagegründen und zur Vermeidung von Horizontalbewegungen ebenfalls erforderlich. Tabelle 1 zeigt die untersuchten Varianten, Tabelle 2 die gemessenen, bewerteten Norm-Trittschallpegel, Abbildung 2 die gemessenen Norm-Trittschallpegel.

Nr.	Auflager		Verschraubung Wandwange	Abstand zur Wand
	oben	unten		
1	starr	starr	3 x starr	0 mm
2	starr	starr	3 x entkoppelt	50 mm
3	starr	entkoppelt	3 x entkoppelt	50 mm
4	entkoppelt	entkoppelt	3 x entkoppelt	50 mm
5	entkoppelt	entkoppelt	1 x entkoppelt	50 mm
6	entkoppelt 25 mm	entkoppelt 25 mm	keine	50 mm

Tabelle 1: Vorgehen bei der Optimierung

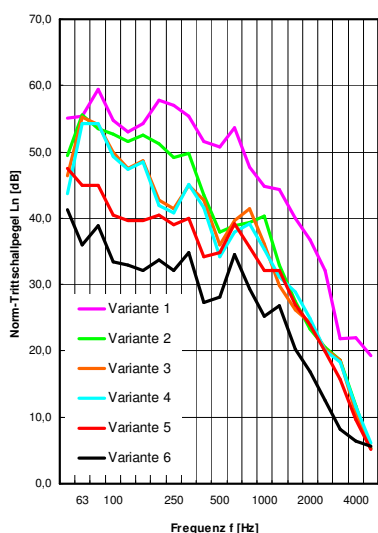


Abbildung 2: Messergebnisse

### Messergebnisse

Durch entsprechend dimensionierte Entkopplungsmaßnahmen konnte bei je einer Verschraubung der Wandwange und des Stirnbrettes (Variante 5) eine Verbesserung um  $\Delta L_{n,w} = 15$  dB erreicht werden. Damit wird der Vorschlag nach [2]

auf Einhaltung der Schallschutzstufe III nach Entwurf Teil 10 der DIN 4109 auch einschließlich der Berücksichtigung des Korrekturwertes  $C_{I, 50-2500}$  erreicht. Hervorzuheben sind die deutlichen Verbesserungen bei tiefen Frequenzen. Sie lassen auch bei der maßgeblich tieffrequenten Anregung durch Begehen hörbare Geräuschminderungen erwarten.

Nr.	Norm- Trittschallpegel bewertet, $L_{n,w}$ [dB]	Spektrum-Anpassungswerte	
		$C_I$ [dB]	$C_{I, 50-2500}$ [dB]
1	50	0	1
2	44	0	3
3	40	0	5
4	39	1	5
5	35	-1	4
6	29	-1	2

Tabelle 2: Messergebnisse der Varianten aus Tabelle 1

### Konstruktive Ausführung

Wesentliches Kriterium für die elastische Lagerung einer Treppe ist die gute und sichere Begehbarkeit. Die Treppe selbst darf nicht übermäßig schwingen, um bei Personen die sie begehen ein Gefühl der Unsicherheit zu vermeiden. Eine zu weiche Lagerung ist demnach nicht sinnvoll. Bei der untersuchten Treppe wurde der obere Deckenanschluss über eine elastisch gelagerte Winkelkonstruktion auf der Rohdecke realisiert. Der untere Deckenanschluss durch elastische Lagerung von Antrittspfosten und Wange, ebenfalls auf der Rohdecke. Einfacher wäre sicher das direkte Aufsetzen auf den schwimmenden Estrich. Die Resonanzfrequenz üblicher Estrichkonstruktionen liegt jedoch zumeist bei 50 – 100 Hz, so dass die tieffrequente Anregung durch Begehen der Treppe zu unangenehmem Dröhnen führen könnte. Außerdem ist selbst bei bewehrtem Estrich die Bruchsicherheit, vor allem an den Rändern, nicht gewährleistet.

### Zusammenfassung und Ausblick

Die vorgestellten Optimierungsmaßnahmen zeigen, dass die Trittschalldämmung einer leichten Treppenkonstruktion selbst an einer einschaligen, üblichen Wohnungstrennwand Schallschutzstufe III erreichen kann. Nun kommt es darauf an, in Zusammenarbeit mit Statiker und Treppenbauer, einfache Ausführungsvarianten für elastische Lagerung und Entkopplung zu entwickeln, die auch am Bau bei Montage und Sanierung routinemäßig angewendet werden können.

### Literatur

[1] Fischer, Heinz-Martin et al.: Trittschall von Montagetreppen – Wege zu einer praxisingerechten Beurteilung, Fortschritte der Akustik, DAGA 2003, Aachen.

[2] Baumgartner, H.; Kurz, R.: Mangelhafter Schallschutz von Gebäuden, Trittschalldämmung der Treppe, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2003.

[3] Möck, Thomas: Schalltechnisches Verhalten von Montagetreppen – Ein neuer Treppenprüfstand für Prüfung, Forschung und Entwicklung, Fortschritte der Akustik, DAGA 2001, Hamburg.

[4] ETAG 008: Guideline for European Technical approval of prefabricated stair kits, EOTA Brüssel, Januar 2002.