

# Wie können Messungen im Treppenprüfstand auf konkrete Bausituationen übertragen werden?

Thomas Möck, STEP GmbH, Winnenden  
Heinz-Martin Fischer, Fachhochschule Stuttgart – Hochschule für Technik  
Jochen Scheck, Fachhochschule Stuttgart – Hochschule für Technik  
Evi Petzold, Fachhochschule Stuttgart – Hochschule für Technik

## 1 Einleitung

Nach wie vor gibt es vor allem für die Hersteller leichter Montagetreppen keinerlei Möglichkeiten, den mit ihren Bauteilen zu erwartenden Trittschallschutz vorherzusagen. Aufgrund der zahlreichen Einflussgrößen, die sich auf die Trittschalldämmung dieser Konstruktionen auswirken, ist dies anhand von Abnahmemessungen am Bau auch weiterhin nahezu unmöglich.

Nach der Vorstellung des für die schalltechnische Prüfung von Treppen konzipierten Prüfstandes [1] ist die Übertragbarkeit der hier gewonnenen Ergebnisse auf die Bausituation von großer Bedeutung. Im Folgenden wird ein Prognosemodell vorgestellt, das es in erster Näherung erlaubt, den zu erwartenden Trittschallschutz leichter Montagetreppen an massiven Treppenraumwänden im Bau vorherzusagen.

## 2 Stand des Schallschutzes bei Treppen

Vor kurzem wurde bei allen VMPA-Güteprüfstellen eine Umfrage zum aktuellen Stand des Schallschutzes bei Treppen in Massiv- und Leichtbauweise durchgeführt [2]. Dabei wurden neben den Messergebnissen des bewerteten Norm-Trittschallpegels der Treppe und des bewerteten Schalldämm-Maßes der Trennwand, auch Fragen zur Treppen- und Trennwandkonstruktion, zur Art des Gebäudes, in welchem die jeweilige Treppe eingebaut war, sowie zu den subjektiven Eindrücken der Bewohner gestellt.

Insgesamt wurden Ergebnisse von über 200 untersuchten Treppenkonstruktionen zur Auswertung herangezogen. Davon waren 62 als Massiv- und 147 als Leichtbautreppen einzuordnen. Der bei den Untersuchungen ermittelte Norm-Trittschallpegel betrug zwischen 30 dB und 76 dB.

Bei genauer Betrachtung der Verteilung der Messergebnisse bei Treppen in Leichtbauweise zeigt sich die Problematik, mit denen sowohl Bewohner als auch Bauakustiker in der Praxis zu kämpfen haben. Rd. 78 % aller Messungen dieses Treppentyps, welcher hauptsächlich im Reihen- und Doppelhausbau eingesetzt wird, besaßen einen bewerteten Norm-Trittschallpegel von  $L'_{n,W} \leq 53$  dB und erfüllen damit die Anforderungen nach DIN 4109. Rd. 57 % erfüllen sogar die Vorschläge für den erhöhten Schallschutz nach Beiblatt 2 zu DIN 4109. Trotzdem wurde gerade bei dieser Treppenkonstruktionsart bei den subjektiven Eindrücken der Bewohner immer wieder auf die durch die Treppen verursachten Geräuschbelästigungen, vor allem im tiefen Frequenzbereich, hingewiesen. Dieses Ergebnis zeigt deutlich, welcher Hand-

lungsbedarf besteht, Lösungen zu finden, um leichte Montagetreppen schalltechnisch zu optimieren.

## 3 Ansätze für ein Prognosemodell

Die Ansätze für das Prognosemodell zur Prognostizierung des Trittschallpegels im Empfangsraum beruhen auf dem in [3] und [4] vorgestellten Verfahren zur Prognose von Schallpegeln bei Abwassersystemen. Im Unterschied zu dem dort vorgestellten Fall, an dem relativ kleine Objekte an wenigen einzelnen Punkten an der Trennwand befestigt sind, handelt es sich bei Treppen um verhältnismäßig große Objekte mit deutlich mehr Ankopplungspunkten. Die Untersuchungen sollen zeigen, ob das dort vorgestellte Prinzip auch für größere Objekte gilt und wie gut das genannte Modell auf Treppen übertragbar ist.

Anmerkung:

Das Prognosemodell bezieht sich zum jetzigen Zeitpunkt lediglich auf leichte Treppenkonstruktionen in massiver Einbausituation.

Analog zu dem in [4] vorgeschlagenen Verfahren berechnet sich der im Bau zu erwartende Norm-Trittschallpegel  $L_{n, Bau}$  einer zuvor im Labor geprüften Treppenkonstruktion wie folgt:

$$L_{n, Bau} = L_{n, Labor} + 10 \log(a_{F, Bau} / a_{F, Labor})$$

$L_{n, Labor}$ : Norm-Trittschallpegel der Treppe im Labor

$a_{F, Bau}$  Körperschallempfindlichkeit der Treppenraumwand im Bau

$a_{F, Labor}$  Körperschallempfindlichkeit der Treppenraumwand im Labor

Voraussetzungen für die Anwendung:

- die Größen  $L_{n, Labor}$  und  $a_{F, Labor}$  einer Treppe sind aus Prüfstandsmessungen bereits bekannt
- die Körperschallempfindlichkeit  $a_{F, Bau}$  muss ebenfalls bekannt sein. Dies kann zum einen durch Berechnung geschehen (z.B. Ansatz aus EN 12354-2). Zum anderen besteht die Möglichkeit einen Katalog zu erstellen, in dem die Körperschallempfindlichkeiten für verschiedene Treppenraumwände aufgelistet sind. Und zuletzt kann  $a_{F, Bau}$  auch direkt im Objekt gemessen werden, in welchem die Treppe eingebaut werden soll.

Noch offene Fragen:

- die Anregung der Trennwand muss unabhängig vom Baukörper sein, d.h. die eingeleitete Kraft sollte bei verschiedenen Wandtypen immer gleich sein. Dies gilt wahrscheinlich für "ausreichend schwere" Wände. Eine genaue Verifizierung, also eine Untersuchung der durch gleichen Treppen an verschiedenen Treppenraumwänden eingelei-

teten Kraft ist in einem nächsten Untersuchungsschritt geplant.

- auch der Einfluss der raumakustischen Eigenschaften im Empfangsraum – vor allem im tiefen Frequenzbereich – bedarf noch einer genaueren Untersuchung

#### 4 Erste Anwendung des Prognosemodells

Im Treppenprüfstand [1] wurde eine geländertragende, geradläufige Bolzentreppe mit 14 Stufen an einer KSV-Wand,  $d = 24 \text{ cm}$ ,  $\rho = 2000 \text{ kg/m}^3$ , eingebaut. Es wurde sowohl der Schalldruckpegel im Empfangsraum als auch die Körperschallempfindlichkeit der Treppenraumwand ermittelt.

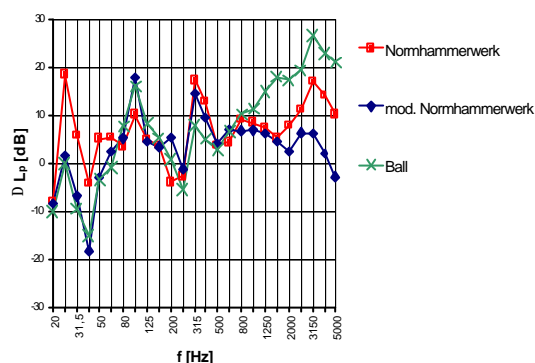


Bild 1: Schalldruckpegeldifferenz zwischen Bau und Labor

Bei der im Bau untersuchten Konstruktion handelte es sich nahezu um die gleiche Treppenkonstruktion am gleichen Trennwandaufbau, wie sie bereits im Labor untersucht wurde. Der Vergleich der im Empfangsraum ermittelten Schalldruckpegel für verschiedene Anregevorgänge in Bild 1 zeigt, dass zwar Abweichungen bis zu 20 dB im Frequenzbereich über 800 Hz auftreten, diese allerdings für den Höreindruck und die damit verbundene Störwirkung von untergeordneter Bedeutung sind. Darunter weisen die untersuchten Anregevorgänge eine sehr gute Übereinstimmung auf, was auch die Untersuchungen in [5] bestätigen.

Nach Ermittlung der Körperschallempfindlichkeit der Treppenraumwand wurde das in Kapitel 3 beschriebenen Prognoseverfahren angewendet. Bild 2 zeigt die Unterschiede zwischen Messung und Rechnung. Als Anregeart wurde in diesem Beispiel das modifizierte Normhammerwerk nach [6] verwendet.

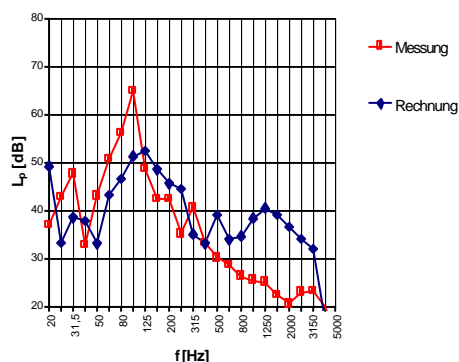


Bild 2: Schalldruckpegel berechnet und gemessen

Das Ergebnis zeigt, dass der prinzipielle Verlauf des Schalldruckpegels recht gut nachgebildet wird. Lediglich im Frequenzbereich über 800 Hz sind größere Abweichungen zwischen Rechnung und Messung zu erkennen.

Hierbei ist jedoch anzumerken, dass als erste Näherung davon ausgegangen wurde, dass die Körperschalleinleitung lediglich über die direkten Befestigungspunkten der Treppe an der Treppenraumwand erfolgt. Der eventuelle Einfluss von weiteren Übertragungswegen wie z.B. die Ankopplung der Treppe im An- und Austrittsbereich wird das Ziel weiterer Untersuchungen sein.

#### 5 Zusammenfassung

Das vorgestellte Prognosemodell zur Prognostizierung des Trittschallpegels im Empfangsraum ergibt für gleiche Treppenkonstruktionen an gleichen Treppenraumwänden eine relativ gute Annäherung zwischen Rechnung und tatsächlichem Messergebnis. Es müssen jedoch noch weitere Untersuchungen, z.B. zum Verhalten gleicher Treppen an unterschiedlichen Treppenraumwänden oder zum Einfluss der Körperschallübertragung über andere Bauteile als die Treppenraumwand selbst erfolgen, um das Prognoseergebnis weiter zu verbessern.

#### 6 Literatur

- [1] Möck, Thomas: "Schalltechnisches Verhalten von Montagetreppen - Ein neuer Treppenprüfstand für Prüfung, Forschung und Entwicklung", Fortschritte der Akustik. DAGA 2001, Hamburg
- [2] STEP GmbH: "Fragebogen zur Erhebung des aktuellen Standes des Schallschutzes bei Treppen in Massiv- und Leichtbauweise", September 2001
- [3] Fischer, Heinz-Martin: "Determination and Use of Transfer Functions to describe Structure-borne Sound Transmission Caused by Equipment and Installations", 17<sup>TH</sup> International Congress on Acoustics 2001, Rome
- [4] Fischer, Heinz-Martin: "Anwendung der Reziprozität zur Kalibrierung von Messwänden", Fortschritte der Akustik. DAGA 2000, Oldenburg
- [5] Petzold, Evi: "Charakterisierung von Körperschallquellen im Zusammenhang mit der Anregung von leichten Treppenkonstruktionen", Fortschritte der Akustik. DAGA 2002, Bochum
- [6] Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 11: Laboratory measurements of the reduction of transmitted impact noise by floor coverings on lightweight framed standard floors; Normenvorlage ISO/TC43/SC2N634, April 2001