

Trittschall von Montagetreppen – Wege zu einer praxisingerechten Beurteilung der schalltechnischen Eigenschaften

Heinz-Martin Fischer, Andreas Drechsler, Jochen Scheck
 Fachhochschule Stuttgart – Hochschule für Technik; Email: fischer.fbp@fht-stuttgart.de

1 Einleitung

Es ist bekannt, dass Montagetreppen selbst dann zu erheblichen Geräuschbelästigungen führen können, wenn die Anforderungen der DIN 4109, oftmals sogar die Vorschläge für den erhöhten Schallschutz eingehalten werden. Offensichtlich wird die tatsächlich auftretende Belästigung durch die genormten Mess- und Beurteilungsverfahren nicht in adäquater Weise berücksichtigt.

Diese Situation war Anlass für umfangreiche experimentelle Untersuchungen zur Anregung und Übertragung von tatsächlichen Gehgeräuschen. Außerdem wurde die Eignung verschiedener Körperschallquellen daraufhin untersucht, den Gehvorgang richtig abzubilden. Zusätzlich zur physikalischen Beschreibung der Anregevorgänge wurden auch erste psychoakustische Untersuchungen durchgeführt.

2 Problematik

Bei einer Umfrage zum Stand des Schallschutzes bei Treppen in Massiv- und Leichtbauweise [1] wurden 86 Messergebnisse von Leichtbautreppen an massiven, zweischaligen Haustrennwänden zusammengetragen. Die Auswertung ergab, dass 85% der gemessenen Treppen die Mindestanforderungen nach DIN 4109 erfüllen und 70% die Vorschläge für den erhöhten Schallschutz. Dennoch beklagen sich laut der Umfrage sogar zahlreiche Bewohner, deren Treppen den erhöhten Schallschutz erfüllen, über tieffrequente Geräuschübertragung, „Wummern“, „Poltern“ oder springende Kinder. Dies bestätigt den Widerspruch zwischen normgerechter und subjektiver Beurteilung des schalltechnischen Verhaltens von leichten Treppen. Die Gründe hierfür sind hinreichend bekannt. Nach [2] wird durch Gehen hauptsächlich tieffrequenter Körperschall eingeleitet, der konstruktionsbedingt nicht ausreichend gedämmt wird. In den genormten Mess- und Beurteilungsverfahren wird jedoch der Frequenzbereich unter 100 Hz bei der Beurteilung überhaupt nicht berücksichtigt, obwohl er bei der subjektiven Wahrnehmung eine Rolle spielt. Ferner ist nach [2] und [3] das Normhammerwerk bei leichten Treppenkonstruktionen nicht geeignet, die Anregung durch Gehen zu charakterisieren.



Bild 1: Schema der Vorgehensweise zur Untersuchung der schalltechnischen Eigenschaften von leichten Treppen

3 Wege zu einer praxisingerechten Beurteilung

Um zu einer praxisingerechten Beurteilung der schalltechnischen Eigenschaften von leichten Treppen zu kommen, ist es notwendig alle Vorgänge von der Anregung, über die Übertragungsmechanismen, bis zur Abstrahlung eingehend zu untersuchen. Dies beinhaltet eine möglichst detaillierte physikalische Beschreibung, aber auch die Berücksichtigung der subjektiven Wahrnehmung. Die Vorgehensweise ist in Bild 1 schematisch dargestellt. Die Bedingungen für solche Untersuchungen wurden nach der Fertigstellung eines Treppenprüfstandes, der von der Fachhochschule Stuttgart – Hochschule für Technik (HfT) genutzt werden kann, deutlich verbessert [4]. Im Rahmen von Forschungsvorhaben, Diplom- und Studienarbeiten an der HfT wurden inzwischen etliche Untersuchungen durchgeführt und erste Ergebnisse bereits veröffentlicht. Im Folgenden soll ein Überblick über den aktuellen Stand der Untersuchungen der Anregevorgänge und der Tauglichkeit unterschiedlicher Körperschallquellen gegeben werden.

4 Anregevorgänge

In [2] wurde die Anregung einer Stufe durch messtechnische Bestimmung der eingeleiteten Kraftspektren untersucht. Hier ergab sich für Gehen eine starke Ausprägung der Kraftspektren im tieffrequenten Bereich. Deutliche Unterschiede zeigt das Kraftspektrum des Normhammerwerks, das zu hohen Frequenzen ansteigt. Ähnlich dem Gehen war hingegen der Verlauf des Kraftspektrums des japanischen Gummiballs. Bild 2 zeigt die Kraftspektren.

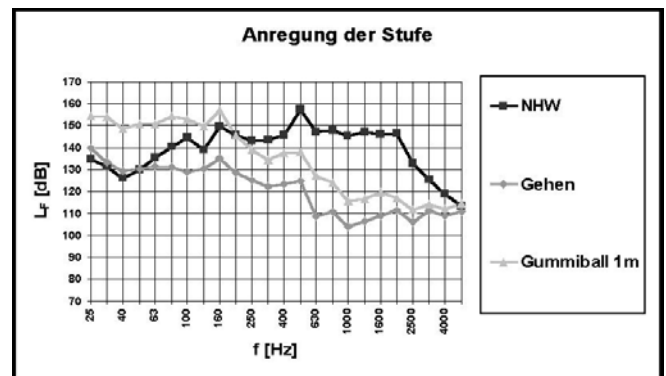


Bild 2: Eingeleitete Kraftspektren unterschiedlicher Körperschallquellen in eine Stufe

Unterschiedliche Gehvorgänge auf einer leichten Treppe im Treppenprüfstand wurden in [3] betrachtet und mit den künstlichen Körperschallquellen Normhammerwerk, modifiziertes Normhammerwerk und japanischer Gummiball nach ISO/CD 140-11 verglichen. Gemessen und ausgewertet wurden hierbei die Schalldruckpegel im Empfangsraum. Es zeigte sich, dass der Gehvorgang auf Treppen erstaunlich gut reproduzierbar ist. Unterschiedliches Schuhwerk verursachte die größten Pegelunterschiede im Vergleich zu anderen den Gehvorgang beeinflussenden Größen wie Gewicht oder Gangart. Von den künstlichen Körperschallquellen entsprach die Anregung durch das modifizierte Normhammerwerk am ehes-

ten menschlichem Gehen. Die Anregung mit dem Gummiball eignet sich zur Charakterisierung eines springenden Kindes.

Neben der Betrachtung der Kraftspektren und Schalldruckpegel wurden auch erste psychoakustische Untersuchungen durchgeführt, um die subjektive Wahrnehmung mit einzubeziehen. Psychoakustische Methoden wurden bisher bei Untersuchungen von Trittschallgeräuschen auf Decken angewendet, beispielsweise in [5], [6], [7]. In [8] wurden unterschiedliche Gehvorgänge im Treppenprüfstand auf der in [3] betrachteten leichten Treppe mit einem Kunstkopf aufgezeichnet und mittels psychoakustischem Analyseprogramm ausgewertet. Die analysierten psychoakustischen Kenngrößen waren Lautheit, Rauigkeit, Schwankungsstärke und Schärfe. Die ermittelten mittleren spezifischen Lautheiten für zwei Gehvorgänge mit unterschiedlichen Schuhen zeigt Bild 3.

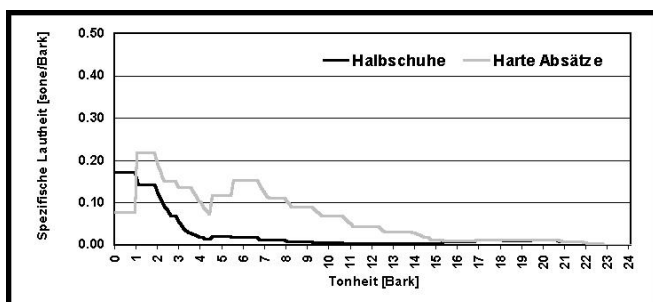


Bild 3: Mittlere spezifische Lautheiten von Gehen mit Halbschuhen und Gehen mit Schuhen mit harten Absätzen

Die psychoakustischen Untersuchungen ergaben für die Gehgeräusche eine stark schwankende Lautheit mit Schwerpunkt im tieffrequenten Bereich. Die größten Lautheitsunterschiede verursachte unterschiedliches Schuhwerk. Die Rauigkeit zeigte nur bei Schuhen mit harten Absätzen signifikante Werte. Die Schärfe blieb bei den betrachteten Gehgeräuschen ohne Bedeutung.

Weitere Untersuchungen in [9] betrafen den Vergleich der Anregungen durch die bereits oben erwähnten künstlichen Körperschallquellen mit realen Gehgeräuschen. Wiederum wurden Lautheit, Rauigkeit, Schwankungsstärke und Schärfe analysiert. Dieser psychoakustische Vergleich ergab, dass das Anregergeräusch des modifizierten Normhammerwerks gut dem menschlichen Gehen entspricht, der Gummiball aber am besten die Impulshaltigkeit des Gehgeräusches nachbildet.

5 Vergleich von Körperschallquellen

Als Zwischenbilanz der bisher durchgeführten Untersuchungen, auch unter Berücksichtigung der Anwendbarkeit in der Praxis, werden in Tabelle 1 die beiden Körperschallquellen japanischer Gummiball und modifiziertes Normhammerwerk miteinander verglichen. Dargestellt wird, welche der beiden Quellen den jeweiligen Kriterien am besten genügt.

	Gummiball	modifiziertes Normhammerwerk
Gehgeräusche		X
Schritt, Springen	X	
Reproduzierbarkeit		X
Störgeräuschabstand	X	
Verfügbarkeit		X

Tabelle 1: Vergleich von Körperschallquellen

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Ursache für die schalltechnischen Probleme bei leichten Treppen liegt in der Geräuschübertragung im tieffrequenten Bereich. Die normgerechte Bewertung korrespondiert nicht mit der subjektiven Beurteilung, eine praxisgerechte Beurteilung erscheint derzeit nicht sichergestellt. Unterschiedliche Anregevorgänge auf leichten Treppen wurden analysiert. Als Alternative zum Normhammerwerk können der japanische Gummiball und das modifizierte Normhammerwerk den Gehvorgang auf leichten Treppen physikalisch brauchbar simulieren. Erste psychoakustische Untersuchungen weisen darauf hin, dass diese Quellen auch eine vergleichbare Wahrnehmung hervorrufen.

Ansätze zu einer praxisgerechten Beurteilung sind damit erkennbar. Im Rahmen eines aktuellen Forschungsvorhabens soll an den aufgeworfenen Fragen weitergearbeitet werden. Neben weiteren Untersuchungen der physikalisch-akustischen Eigenschaften sollen erste Maßnahmen zur konstruktiven Verbesserung leichter Treppen erarbeitet und erprobt werden. Auch die Validierung von Alternativen zum Normhammerwerk wird weiter verfolgt. Die Anwendung psychoakustischer Methoden soll vertieft fortgesetzt werden. Geplant sind unter anderem Hörversuche zur Validierung der künstlichen Anregevorgänge und zur Untersuchung der Lästigkeit von Trittschall auf leichten Treppen.

Literatur

- [1] Möck, Thomas: Zum Stand des Schallschutzes bei Treppen in Massiv- und Leichtbauweise, Fortschritte der Akustik, DAGA 2003, Aachen
- [2] Scheck, Jochen: Anregevorgänge bei leichten Treppenkonstruktionen, Fortschritte der Akustik, DAGA 2001, Hamburg
- [3] Petzold, Evi: Charakterisierung von Körperschallquellen im Zusammenhang mit der Anregung von leichten Treppen, Fortschritte der Akustik, DAGA 2002, Bochum
- [4] Möck, Thomas: Schalltechnisches Verhalten von Montagetreppen – Ein neuer Treppenprüfstand für Prüfung, Forschung und Entwicklung, Fortschritte der Akustik, DAGA 2001, Hamburg
- [5] Tachibana et al.: Laboratory Experiments on Loudness of Floor Impact Sounds, Proc. Inter noise 93, 941-944, 1993
- [6] Nilsson, E., Hammer, P.: Subjective Evaluation of Impact Sound Transmission through Floor Structures, International Congress of Acoustics, Rome, 2001
- [7] Jeon, J.Y.: Objective and Subjective Evaluation of Floor Impact Noise, International Congress of Acoustics, Rome, 2001
- [8] Drechsler, A.: Psychoakustische Beurteilung von Trittschallgeräuschen auf Leichtbautreppen, Diplomarbeit, Studiengang Bauphysik Hochschule für Technik, Stuttgart, 2002
- [9] Dietze, G.: Psychoakustischer Vergleich verschiedener Gehgeräusche und Anregearten auf leichten Treppenkonstruktionen, Diplomarbeit, Studiengang Bauphysik Hochschule für Technik, Stuttgart, 2002