

Neue Entwicklungen bei der Trittschalldämmung von Montagetreppen in Holzbauweise

Dipl.-Ing. Thomas Möck *
STEP Schalltechnisches Treppen-,
Entwicklungs- und Prüfinstitut GmbH, Winnenden

1 Einleitung und Problematik

In den letzten Jahren häufen sich gerichtsanhängige Streitigkeiten, bei denen es um mangelhaften Schallschutz in ausgeführten Wohngebäuden geht. Besonders häufig sind Beschwerden über zu laute Gehgeräusche von Treppen, wobei überwiegend leichte Treppenkonstruktionen kritisiert werden. Von vielen Bewohnern wird der verursachte Trittschall dieser Treppen als unzumutbar bezeichnet.

Bei bauakustischen Messungen beanstandeter Objekte werden jedoch in vielen Fällen die Anforderungen nach der bauaufsichtlich eingeführten DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ eingehalten. Häufig werden dabei sogar die Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz nach Beiblatt 2 zu DIN 4109 im positiven Sinne unterschritten [1]. Etwas verständlicher wird diese Situation dann, wenn man weiß, daß bei den genormten Meß- und Beurteilungsverfahren nicht das reale Gehgeräusch sondern das von einem sogenannten Normhammerwerk auf der Treppe verursachte Geräusch der Beurteilung zugrunde gelegt wird. Die Unterschiede dieser Geräusche sind beträchtlich. Der Grund dafür ist, daß die vom Normhammerwerk erzeugte Kraftereinleitung mit steigender Frequenz größer wird, während die durch Begehen der Treppe erzeugte Kraft kleiner wird.

Bei näherer Betrachtung des Frequenzverlaufes der Trittschalldämmung von leichten Treppenkonstruktionen in ausgeführten Gebäuden zeigt sich auch, daß die höchsten Schalldruckpegel im Frequenzbereich unter 100 Hz gemessen werden. Dies wiederum bestätigt auch die Eindrücke der Bewohner, die sich hauptsächlich über lästige Geräusche bei tiefen Frequenzen („dumpfes Poltern“) beschweren.

Im Gegensatz zu Massivtreppen, für die im Beiblatt 1 zu DIN 4109 Angaben zu Konstruktionen gemacht werden, für die der vorgesehene Schallschutz erreicht werden kann, fehlen solche Planungsvorgaben für leichte Treppenkonstruktionen völlig. Die Hersteller solcher Treppen müssen zur Zeit auf Ergebnisse von Messungen am Bau, sog. Güteprüfungen, zurückgreifen, die jedoch aufgrund unterschiedlichster Randbedingungen nur eine sehr geringe Übertragbarkeit besitzen. Was bei anderen Bauteilen (Wände, Decken, Fenster, Türen, ...) möglich ist, nämlich eine im schalltechnischen Prüfstand durchführbare Eignungsprüfung nach DIN 4109, ist für Treppen

* Dipl.-Ing (FH) Thomas Möck, Jahrgang 1970; Studium der Bauphysik an der Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik, Diplom 1997 zum Thema "Zur Schallängsleitung von Hohlraumböden". Nach dem Studium Projekt Ingenieur bei der ITA Ingenieurgesellschaft für Technische Akustik mbH in Wiesbaden. Seit 2001 Mitarbeiter beim Schalltechnischen Treppen-, Entwicklungs- und Prüfinstitut (STEP) GmbH in Winnenden. Dort verantwortlich für das Schalltechnische Labor mit Treppenprüfstand, Mitarbeit beim Forschungsprojekt "Schalltechnische Grundlagenuntersuchungen zur Entwicklung von Verfahren und Technologien zu Entwurf, Produktion, Montage und Prüfung schalltechnisch optimierter Holztreppe" in Kooperation mit der Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik und namhaften Treppenherstellern. Mitglied in der Deutschen Gesellschaft für Akustik (DEGA) e.V.

nicht möglich. Das heißt, Treppenhersteller können nicht wie andere Hersteller des Baubereichs die Eignung Ihres Produktes vorab und stellvertretend für eine bestimmte Ausführung der Treppe im Prüfstand durchführen. Dies hat wiederum zur Folge, daß einer schalltechnischen Weiterentwicklung von Treppen aufgrund fehlender Prüfstände enge Grenzen gesetzt sind.

Diese Tatsache führte zu Planung und Bau eines hauptsächlich für die Prüfung von Treppen - sowohl in massiver als auch in leichter Einbausituation - konzipierten Prüfstandes. Mit dessen Hilfe wird den Treppenherstellern die Möglichkeit gegeben, ihre Produkte einer ständigen schalltechnischen Weiterentwicklung zu unterziehen, um so bestehende Probleme zu lösen. Außerdem besteht damit die Möglichkeit, einzelne Treppenkonstruktionen in bestimmten Einbausituationen (Massiv- oder Leichtbau, ein- oder zweischalige Trennwandkonstruktion) auf deren schalltechnische Eignung im Sinne einer Eignungsprüfung zu untersuchen.

2 Der Treppenprüfstand [2]

Die Prüfräume sind in drei vollständig voneinander getrennte Raumachsen unterteilt (Bild 1). In der mittleren Raumachse befinden sich die Empfangsräume. Hier können auch Spindeltreppen, sowohl auf einer Holzbalkendecke (2. OG) als auch auf einer Stahlbetondecke (1. OG) aufgelagert und im darunter liegenden oder benachbarten Raum gemessen werden.

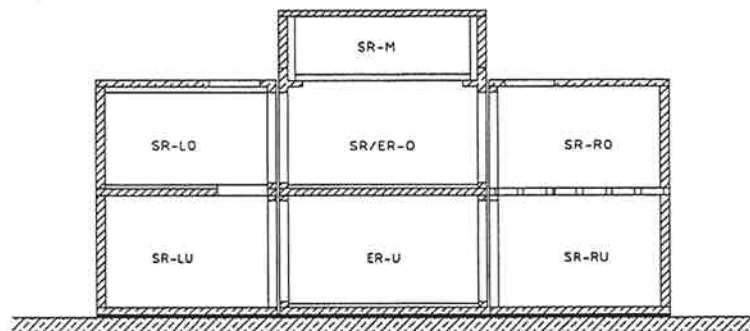


Bild 1: Schnitt durch den Treppenprüfstand

In der linken Raumachse kann die massive Einbausituation mit Stahlbetondecke und ein- oder zweischaliger massiver Trennwand geprüft werden.

In der rechten Raumachse wird die Einbausituation mit Holzbalkendecke und ein- oder zweischaliger Holzständerwand nachgebildet.

Durch die mehrgeschossige Bauweise sind sowohl horizontale als auch diagonale Messungen möglich. Da die Prüfstandsräume getrennte Bodenplatten besitzen, die jeweils auf entsprechend dimensionierten elastischen Lagermatten aufgestellt sind, können auch in der unteren Ebene der Prüfräume Messungen an hochschalldämmenden Konstruktionen durchgeführt werden, ohne durch eine erhöhte Schallnebenwegsübertragung negativ beeinflusst zu werden.

Mit den vorhandenen Treppenlöchern können geradläufige, einviertel- und zweiviertelgewendelte Treppen eingebaut und geprüft werden. Die Möglichkeiten für den Einbau von Spindeltreppen wurden bereits genannt.

Somit bietet der Treppenprüfstand sehr vielfältige Möglichkeiten zu seiner Verwendung.

Als erstes dürfte hier die reproduzierbare Überprüfung von verschiedenen Treppen in unterschiedlichen Einbausituationen (Massiv- oder Leichtbau) zu nennen sein. Erst mit Hilfe des Treppenprüfstandes ist es möglich, reproduzierbare und realitätsnahe Meßergebnisse zu erzielen. Nur auf diese Weise kann in Zukunft ausreichende Planungssicherheit für die bisher in schalltechnischer Hinsicht vernachlässigten leichten Montagetreppen gewährleistet werden.

Auch eine detaillierte Untersuchung der Anrege-, Übertragungs- und Abstrahlungsvorgänge bei leichten Treppenkonstruktionen ist erst jetzt möglich.

Der Treppenprüfstand wird somit hauptsächlich für Routineprüfungen und zur Produktentwicklung, aber auch für Forschung und Entwicklung an leichten Montagetreppen eingesetzt werden.

3 Ergebnisse erster Untersuchungen an leichten Montagetreppen

Wie bereits aus Untersuchungen im Zusammenhang mit leichten Deckenkonstruktionen [3] bekannt ist, ist das Normhammerwerk dort nicht geeignet, die Geräuschbelästigung, die durch Begehen verursacht wird, nachzubilden. Untersuchungen an einer einzelnen Stufe [4], [5] und [6] haben gezeigt, daß zwischen leichten Decken und leichten Treppen in dieser Hinsicht eine Analogie besteht. Dabei wurden die Kraftspektren unterschiedlicher Anregevorgänge untersucht und mit dem Kraftspektrum, das beim Begehen der Treppe durch eine Testperson erzeugt wird, verglichen.

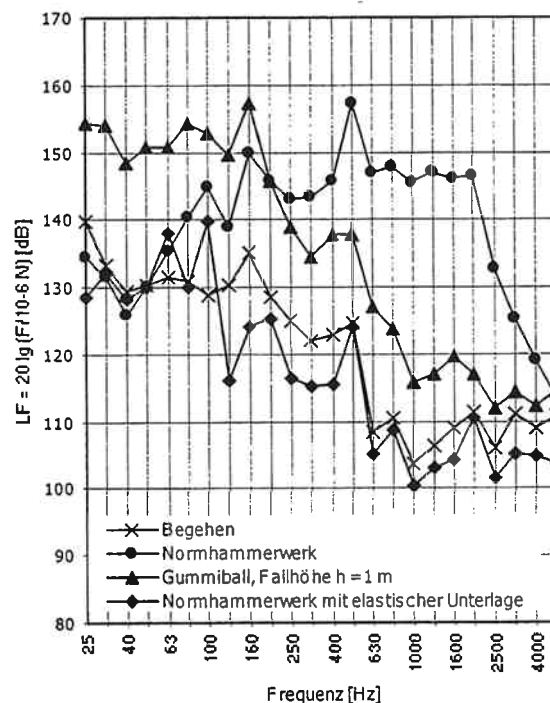


Bild 2: Kraftspektren unterschiedlicher Körperschallquellen

Vergleicht man das Kraftspektrum des Normhammerwerks mit dem Kraftspektrum, das beim Begehen der Treppe eingeleitet wird, so sind sehr große Unterschiede im Verlauf der Kurven ersichtlich. Während die Kraft beim Normhammerwerk bis 500 Hz tendenziell ansteigt, bis 2000 Hz etwa auf gleichem Niveau bleibt und erst dann abfällt, wird beim Gehvorgang die eingeleitete Kraft mit ansteigender Frequenz tendenziell kleiner. Die Anregung der Treppenstufe mit einem Gummiball aus einer Fallhöhe von 1 m zeigt dagegen eine recht gute Übereinstimmung des Verlaufs der Kraftspektren. Eine nicht nur prinzipielle, sondern die gewünschte absolute Übereinstimmung kann möglicherweise durch Reduzierung der Fallhöhe erreicht werden. Hierzu sind jedoch noch weitere

Untersuchungen an unterschiedlichen Treppenkonstruktionen durchzuführen, da das eingeleitete Kraftspektrum sowohl von den Eigenschaften der Körperschallquelle als auch von den Eigenschaften der angeregten Struktur abhängt (Impedanzverhältnis). Unterlegt man das Normhammerwerk, wie in [3] vorgeschlagen mit einer elastischen Matte ($s' = 31 \text{ MN/m}^3$), so ergibt sich ein Kraftspektrum, das mit dem beim Begehen der Treppe erzeugten sehr gut übereinstimmt.

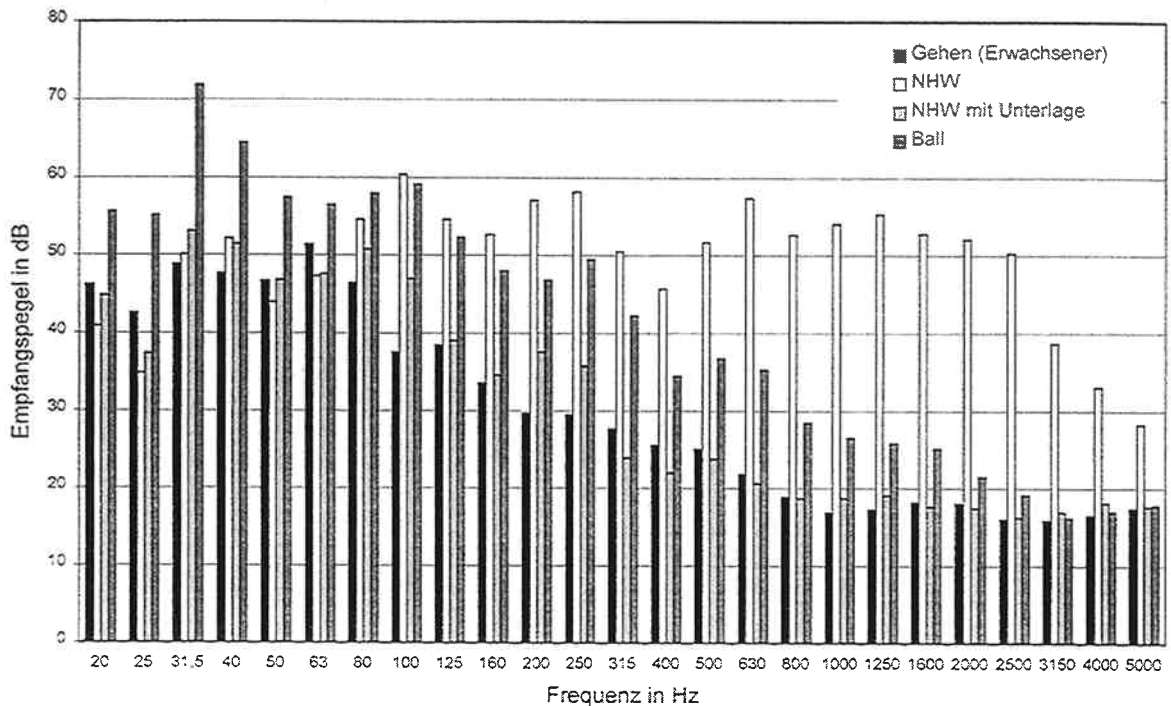


Bild 3: Empfangspegel L_p bei unterschiedlicher Anregung einer Treppe

Die Tendenz dieser Ergebnisse wurde durch Messungen des Empfangspegels bei der Anregung einer im Prüfstand eingebauten Treppenkonstruktion bestätigt. Auch hier zeigt sich, wie in Bild 3 zu erkennen ist, eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Gehen und Normhammerwerk mit elastischer Unterlage. Der prinzipielle Verlauf der Kraftspektren bei Anregung mit dem Ball stimmt wieder mit dem Gehvorgang überein, wobei die Empfangspegel auch hier höher sind. Das „klassische“ Normhammerwerk erzeugt dagegen im Bereich ab 100 Hz einen sehr viel höheren Schalldruckpegel im Empfangsraum.

Durch die zwischenzeitliche Veröffentlichung des Entwurfs der ISO/CD 140-11 [7] wurde die Verwendung dieser „neuen“ Körperschallquellen als sinnvolle Alternative zum herkömmlichen Normhammerwerk bestätigt. Dort werden als Anregung zur Bestimmung des Trittschallverbesserungsmaßes ΔL_f von leichten Deckenkonstruktionen sowohl ein Normhammerwerk mit elastischer Unterlage ($s' = 34 \text{ MN/m}^3 \pm 10 \%$; $\eta \geq 0,2$) als auch ein Gummiball ($d = 180 \text{ mm}$; $m = (2,5 \pm 0,1) \text{ kg}$) vorgeschlagen.

4 Zusammenfassung

Die aktuelle Situation im Hinblick auf leichte Montagetreppen ist sowohl für Nutzer als auch für Hersteller als äußerst unbefriedigend zu bezeichnen. Leider gibt die aktuelle Normung keine Lösungen oder Hinweise hinsichtlich der Planung und einer „sinnvollen“ meßtechnischen Überprüfung und Beurteilung für diese Probleme an. Eine wesentliche Grundlage für die Lösung der bestehenden Probleme ist ein Treppenprüfstand, der die Möglichkeit bietet, die vielfältigsten Einbausituationen von Treppen nachzubilden und realitätsnah zu überprüfen.

Mit dem vorgestellten Prüfstand lassen sich massive und leichte Bausituationen in ein- und zweischaliger Ausführung nachbilden. Dabei werden durch immer bekannte Randbedingungen reproduzierbare Ergebnisse gewonnen.

Aus diesem Grund eignet sich der Prüfstand sowohl für zukünftige Routineprüfungen von verschiedenen Treppenkonstruktionen als auch zur Forschung und Entwicklung und macht damit einen großen Schritt in Richtung der schalltechnisch optimierten leichten Montagetreppe möglich, mit der sowohl Hersteller als auch Nutzer vollständig zufrieden sind.

Die Analyse verschiedener Anregevorgänge zeigt die Unterschiede zwischen der Anregung durch das Normhammerwerk und der Anregung durch eine gehende Person. Durch Verwendung des Normhammerwerks mit elastischer Unterlage wird sowohl bei Anregung einer einzelnen Treppenstufe als auch bei Anregung einer kompletten Treppenkonstruktion eine gute meßtechnische Nachbildung des Gehvorgangs erreicht.

5 Literatur

- [1] Kurz, R.; Schnelle, F.: „Schallschutz von Montagetreppen“, Fortschritte der Akustik. DAGA 2000, Oldenburg
- [2] Möck, T.: „Schalltechnisches Verhalten von Montagetreppen. Ein neuer Treppenprüfstand für Prüfung, Forschung und Entwicklung“, Fortschritte der Akustik, DAGA 2001, Hamburg
- [3] Scholl, W.; Maysenhölder W.: „Wird das Trittschallverhalten von Gebäudedecken derzeit richtig und ausreichend beschrieben?“, wksb 43/1999
- [4] Petzold, E.: „Trittschallanregung von Treppen“, Diplomarbeit, Studiengang Bauphysik, Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik, 2001
- [5] Scheck, J.: „Trittschallanregung und -übertragung bei Leichtbautreppen“, Diplomarbeit, Studiengang Bauphysik, Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik, 2001
- [6] Scheck, J.: „Anregevorgänge bei leichten Treppenkonstruktionen“, Fortschritte der Akustik, DAGA 2001, Hamburg
- [7] ISO/CD 140-11: „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.“, Entwurf April 2001