

# Anregvorgänge bei leichten Treppenkonstruktionen

Jochen Scheck, Fachhochschule Stuttgart – Hochschule für Technik  
 Heinz-Martin Fischer, Fachhochschule Stuttgart – Hochschule für Technik  
 Roland Kurz, Kurz und Fischer GmbH, Winnenden

## 1 Einleitung

Die Geräuschübertragung beim Begehen von Leichtbau- bzw. Montagetreppen gibt häufig Anlass zu Beschwerden. Untersuchungen [1] haben ergeben, dass die maßgebliche Übertragung im tieffrequenten Bereich stattfindet. Dieses Phänomen tritt auch bei leichten Deckenkonstruktionen auf und wurde in diesem Zusammenhang bereits eingehend untersucht. Es wurden zwei maßgebliche Ursachen festgestellt:

1. Geringe Körperschalldämmung der Konstruktion im tieffrequenten Bereich
2. Hauptsächlich tieffrequente Körperschalleinleitung durch Gehen

Im ersten Punkt ist eine Analogie zu leichten Treppenkonstruktionen festzustellen. Die Haus- und Wohnungstrennwände, an denen die Montagetreppen befestigt werden, sind ein- und zweischalige Konstruktionen, deren Schalldämmung im tieffrequenten Bereich ebenfalls gering ist. Bezüglich des zweiten Punktes wurden erste Untersuchungen angestellt [1], die auch hier auf eine Analogie hindeuteten aber noch nicht eindeutig belegt werden konnten. Im Rahmen dieser Arbeit wurde daher die Körperschallanregung von leichten Treppenkonstruktionen durch Gehen näher untersucht. Der Messaufbau (Bild 1) bestand aus einer massiven Holzstufe, die über Stahlzapfen an einer Innenwand befestigt und an der auskragenden Seite aufgelagert wurde. Sende- und Empfangsraum sind durch die Norm-Bezugsdecke (14 cm Stahlbeton) voneinander getrennt. Ein wichtiger Punkt den es zu untersuchen galt, war der Vergleich der Anregung durch Gehen mit der Anregung durch das Normhammerwerk (NHW). Bisherige Untersuchungen [2] und [3] haben ergeben, dass das NHW bei Deckenkonstruktionen nicht geeignet ist, die Anregung durch Gehen wiederzugeben. Aus diesem Grund wurden alternative Körperschallquellen entwickelt, mit denen bei der Anregung von Decken eine bessere Übereinstimmung festgestellt werden konnte. Eine relativ neue Alternative stellt ein in Japan entwickelter Gummiball dar (Bild 3). Ob speziell dieser Gummiball bei leichten Treppen das Gehen besser charakterisiert, wurde untersucht. Die Grundlage für eine diesbezügliche Beurteilung ergibt sich aus der Betrachtung des Anregvorgangs.

## 2 Anregvorgang

Die Frequenzverteilung der eingeleiteten Kraft - **das eingeleitete Kraftspektrum  $F(f)$**  - kennzeichnet den Anregvorgang und kann für einen Vergleich herangezogen werden. Dabei ist zu beachten, dass nicht nur die Beschaffenheit der Körperschallquelle, sondern auch die Eigenschaften der angeregten Struktur das eingeleitete Kraftspektrum beeinflussen.

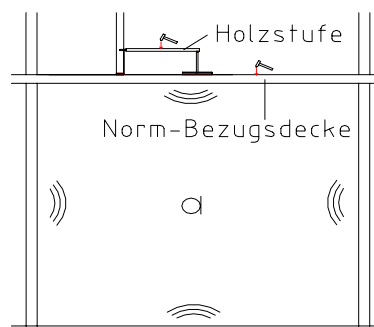


Bild 1: Messaufbau

Der Grund dafür sind Wechselwirkungen aufgrund der Elastizität der Oberflächen von Quelle und Struktur und der wechselseitigen Belastung von Struktur und Quelle [2]. Maßgeblich für die eingeleiteten Kräfte ist das Verhältnis der Eingangsimpedanzen der Quelle (Quellimpedanz) und der Struktur (Strukturimpedanz). Da sich leichte Treppenkonstruktionen in diesem Punkt von Decken unterscheiden war diese Untersuchung notwendig.

## 3 Bestimmung von Kraftspekren

Zwischen eingeleiteter Kraft  $F(f)$  und erzeugtem Schalldruck  $p(f)$  besteht ein linearer Zusammenhang, der durch die Körperschallempfindlichkeit  $\alpha_F(f)$  der Konstruktion gegeben ist (Bild 2).

$$F(f) \text{ --- } \boxed{\alpha_F(f)} \text{ --- } p(f)$$

Bild 2: Beschreibung des Systems

Dadurch ist es möglich, eingeleitete Kraftspekren über die Messung des erzeugten Schalldruckpegels zu bestimmen. Zur Bestimmung der Körperschallempfindlichkeit wurde der Impulshammer (Bild 3) verwendet, da hier die eingeleitete Kraft bei der Anregung direkt gemessen werden kann.

Impulshammer



Gummiball



$m = 2,5 \text{ kg}$   
 $D = 180 \text{ mm}$   
 Fallhöhe = 1 m

Normhammerwerk



Gehen



Person:  
 $m = 65 \text{ kg}$   
 Turnschuhe

Bild 3: Eingesetzte Körperschallquellen

## 4 Durchgeführte Untersuchungen

Der Einfluss der Norm-Bezugsdecke (Bild 1) auf die eingeleiteten Kraftspektren ist gegenüber dem Einfluss der eingesetzten Quellen (Bild 3) vernachlässigbar. Deshalb erfolgt zunächst ein Vergleich der Anregevorgänge bei Anregung der Decke, wobei das unter Annahme von idealen Stoßvorgängen berechnete Kraftspektrum des Normhammerwerks [4] zusätzlich zu den gemessenen Kraftspektren dargestellt ist.

### Anregung der Decke (Bild 4)

Einem linearen Anstieg des Kraftspektrums beim NHW steht ein linearer Abfall beim Gehen gegenüber, bisherige Erkenntnisse werden dadurch bestätigt. Der Gummiball dagegen stimmt bei einer Fallhöhe von einem Meter im prinzipiellen Verlauf sehr gut mit der Anregung durch Gehen überein, die Differenz der beiden Kurven ist im gesamten Frequenzbereich annähernd konstant.

### Anregung der Stufe (Bild 5)

Das durch Gehen in die Stufe eingeleitete Kraftspektrum ist – wie vermutet – im tieffrequenten Bereich sehr ausgeprägt und somit eine Ursache für die Problematik bei leichten Treppenkonstruktionen. Das NHW ist auch hier nicht geeignet, Gehgeräusche zu charakterisieren. Dies gelingt mit dem Gummiball wesentlich besser. Die Übereinstimmung im prinzipiellen Verlauf ist besonders im tieffrequenten Bereich sehr gut.

## 5 Zusammenfassung

Das Problem der tieffrequenten Geräuschübertragung bei leichten Treppenkonstruktionen hat dieselben Ursachen wie bei leichten Decken. Durch Gehen wird hauptsächlich tieffrequenter Körperschall eingeleitet, der konstruktionsbedingt nicht ausreichend gedämmt wird. Das NHW ist auch bei leichten Treppenkonstruktionen nicht geeignet, die Anregung durch Gehen zu charakterisieren. Eine vernünftige Alternative stellt der untersuchte Gummiball dar. Sowohl für die Anregung von massiven Decken als auch für die Anregung von leichten Treppenkonstruktionen wird das Gehen wesentlich besser repräsentiert. Die prinzipiellen Kraftpegelverläufe des Gummiballs stimmen mit denen des Gehens gut überein, sie unterscheiden sich lediglich in der Höhe. Möglicherweise kann durch eine Reduzierung der Fallhöhe bei der Anregung von Treppen eine noch bessere Übereinstimmung erreicht werden. In der Praxis spielt allerdings auch die Anregung z.B. durch springende Kinder eine Rolle. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, wie gut hier die Übereinstimmung der Anregevorgänge ist.

## 6 Literatur

- [1] Kurz, Roland, Schnelle, Frank: "Schallschutz von Montagetreppen", Fortschritte der Akustik, DAGA 2000, Oldenburg
- [2] Scholl, W., Maysenhölder, W.: Wird das Trittschallverhalten von Gebäudedecken derzeit richtig und ausreichend beschrieben?, wksb 43/1999

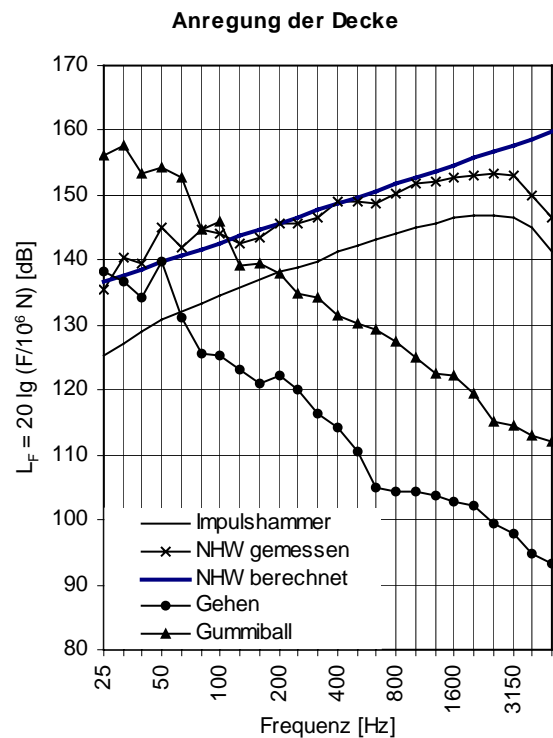


Bild 4: Eingeleitete Kraftspektren in die Decke

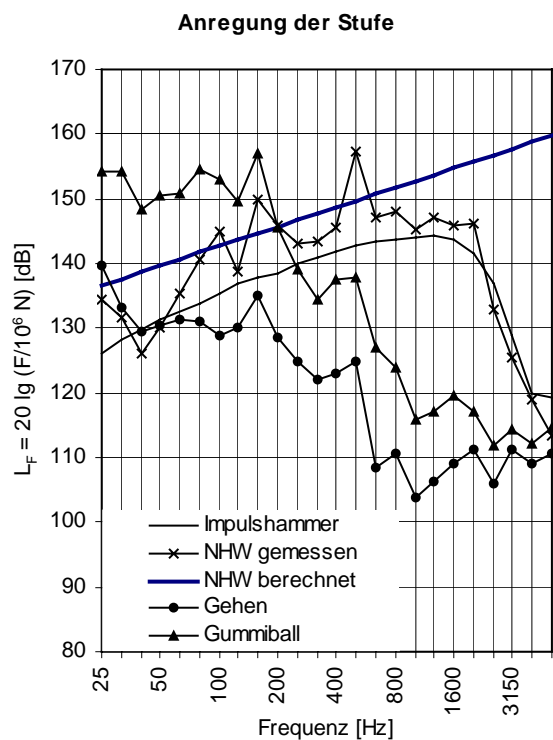


Bild 5: Eingeleitete Kraftspektren in die Stufe

- [3] Gösele, K., Zur Dämmung von Gehgeräuschen, Sonderdruck aus dem „Gesundheits-Ingenieur“ (80. Jahrgang 1959), Heft 1
- [4] Cremer, L., Heckl, M.: Körperschall, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, 1996