

# Welche Abstufung der Normtrittschall-Pegel sind bei Anforderungen an die Trittschalldämmung sinnvoll

T. Hils<sup>1</sup>, H. Alpei<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *hils consult, Ing.-Büro f. Bauphysik, Kolpingstr. 15, 86916 Kaufering, Email: info@hils-consult.de*

<sup>2</sup> *Akustik Technologie Göttingen, Bunsenstr. 9c, 37073 Göttingen: alpei@abtg.de*

Ergänzend zu den Untersuchungen im Hinblick auf die Luftschalldämmung [1] wurden die Auswertungen auch auf Trittschallübertragungen erweitert. Es werden daher Modellrechnungen für die Trittschallübertragung und ihre Bewertung anhand der Lautheit [2] durchgeführt. Dabei wurden typische Trittschallgeräusche für Massiv- bzw. Holzbalkendecken betrachtet und die Ergebnisse für unterschiedliche Normtrittschallpegel im Empfangsraum variiert. Die Ergebnisse werden diskutiert und mögliche Abstufungen abgeleitet.

## Einleitung

Im ersten Teil der Untersuchung [1] wurden im Hinblick auf die Luftschalldämmung Kriterien für eine an die Wahrnehmung besser angepasste Stufung zur Festlegung bzw. Bewertung von Schallschutzniveaus hergeleitet. Die Beschreibung erfolgte auf Basis der Lautheit unter Berücksichtigung des Kriteriums „halb bzw. doppelt“ so laut, als subjektiv relativ leicht fassbare Wahrnehmungsschwelle. Im vorliegenden zweiten Teil soll nun das Verfahren auf Trittschalldämmung bzw. -schutz von Bauteilen erweitert werden und analog untersucht werden, welche Abstufung bei der Bewertung des Normtrittschallpegels zweckmäßig sein könnte.

## Vorgehensweise:

Analog zu [1] wurden Modellrechnungen zur Trittschallübertragung und eine Bewertung mittels Lautheit durchgeführt. Als Eingangsgrößen wurden typische Größen bzw. Spektren für den Normtrittschallpegel einer Rohdecke (Stahlbeton-Bezugsdecke gem. DIN EN ISO 717-2, Holzbalkendecke) sowie der Trittschallverbesserung exemplarischer Deckenauflagen gewählt. Die Beurteilung der Trittschallpegel im Empfangsraum erfolgte durch die Bewertung der Lautheit, um insbesondere die subjektive Empfindung der resultierenden Geräusche zumindest im Frequenzbereich besser zu berücksichtigen.

Wie in [1], wird davon ausgegangen, dass die Änderung des empfundenen Trittschallschutzes deutlich sein sollte. Es ist daher also nicht zu fragen, welche Änderung eventuell gerade wahrnehmbar ist, sondern welche Änderung in der Lautheit deutlich wahr genommen werden kann.

Von folgenden Randbedingungen wurde in der Untersuchung ausgegangen:

Rohdecken:

- Stahlbeton-Bezugsdecke gem. DIN EN ISO 717-2:  $L'_{n,eq,w} = 78$  dB
- Holzbalkendecke (unsaniert, gem. [6]):  $L'_{n,eq,w} = 69$  dB

Deckenauflagen:

- Bezugsdeckenauflage gem. DIN EN ISO 717-2:

$$\Delta L_w = 19 \text{ dB}$$

- Zementestrich (ZE) mit TSD  $\Delta L_w = 24$  dB

- ZE mit TSD (PS)  $\Delta L_w = 30$

- ZE mit TSD (MW)  $\Delta L_w = 37$  dB

- Trockenestrich (TrE) mit TSD  $\Delta L_w = 43$  dB

- TrE mit TSD  $\Delta L_w = 12$  dB (Holzbalkendecke)

- TrE mit TSD  $\Delta L_w = 20$  dB (Holzbalkendecke)

- TrE mit TSD + UD  $\Delta L_w = 38$  dB (Holzbalkendecke)

Zunächst wurde insbesondere die Frage untersucht, welche Trittschallverbesserung erforderlich ist, um eine Halbierung der Lautheit und damit eine entsprechende subjektive Wirkung bei einer vorhandenen Konstruktion (Rohdecke und Deckenauflage) zu erzielen.

## Modellrechnungen zur Trittschallübertragung und Bewertung mittels Lautheit:

Die folgenden Berechnungsschritte wurden hierbei durchgeführt:

1. Erzeugung künstliches Anregungssignal aus Faltung einer periodischen Folge von Diracimpulsen mit einem Rechteckimpuls als grob vereinfachte Modellierung des Anregungsspektrums des Normhammerwerks (NHW) (vgl. Abb.1)
2. Filterung und Normierung mit einer Funktion, die die Reaktion bzw. Wirkung der Rohdecke simuliert, so dass (nach Faltung mit einer entsprechenden Raumimpulsantwort des Empfangsraums) ein angenähertes Trittschallspektrum der Rohdecke entsteht
3. Filterung mit einer Funktion, die die Reaktion bzw. Wirkung der Deckenauflage simuliert, so dass ein angenähertes Trittschallspektrum der Rohdecke mit Deckenauflage (Fertig-Fußboden) entsteht. Somit wird ein künstliches Trittschallsignal der fiktiven Decke im Empfangsraum erzeugt
4. Bildung der Lautheit (10% Perzentil, [5])

5. Darstellung der Ergebnisse (z.B. bezogen auf Lautheit einer Standarddecke die den Mindestanforderung gem. DIN 4109 entspricht o.ä.)

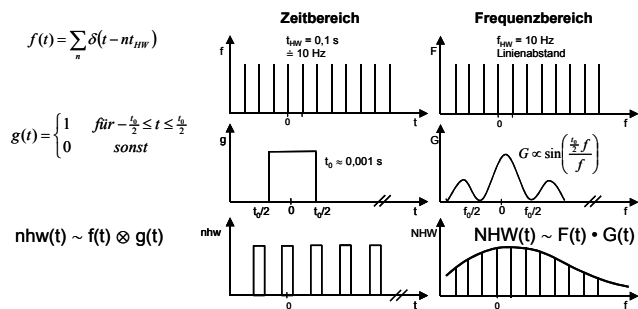


Abb. 1: Erzeugung künstliches Anregungssignal zur Simulation des zeitlichen bzw. spektralen Verlaufs der Normhammerwerkankregung

### Erste Ergebnisse:

Erste Ergebnisse wurden wie folgt ermittelt:

- Kombination zweier Rohdecken (Massivdecke und Holzbalkendecke (HBD)) mit versch. Deckenaufbauten mit Trittschallminderungen  $\Delta L_w$  zw. 19 und 43 dB als Parameter.
- Darstellung unter Berücksichtigung der Lautheit einer Standarddecke mit  $L'_{n,w} = 53 \text{ dB}$  (Mindestanforderung nach DIN 4109)

Im Stufensystem sollte der Wert für  $L'_{n,w} = 53 \text{ dB}$  als Mindestanforderung für Wohnungs-Trenndecken gemäß DIN 4109 [3] enthalten sein. Es wird also die Lautheit der verschiedenen betrachteten Situationen ausgehend von der Lautheit bei einem Normtrittschallpegel von  $L'_{n,w} = 53 \text{ dB}$  betrachtet. Auf der Ordinate werden die Lautheiten in Abhängigkeit des Normtrittschallpegels der jeweiligen Konstruktion aufgetragen und daraus abgeleitet welche Verbesserung oder Stufung in  $L'_{n,w}$  erforderlich wäre, um ein Lautheitsverhältnis von 2 bzw. eine „halb/doppelt“ so große Lautheit zu erzielen. So kann die für eine Halbierung der Lautheit notwendige Verbesserung der Trittschalldämmung abgelesen werden.

Für die Ableitung von geeigneten Abstufungen ist der Verlauf der Steigung der beiden Kurven maßgebend, die im Mittel ähnlich verlaufen. Daher kann näherungsweise folgende Stufung für  $L'_{n,w}$  abgeleitet werden:

$$53 - 43 - 33 \text{ dB.}$$

Unter diesen Voraussetzungen ergeben sich also Stufen von etwa  $\Delta L_w = 10 \text{ dB}$ .

Im Falle einer Beurteilung von realen Gehgeräuschen sind die resultierenden A-Schallpegel im Empfangsraum oftmals deutlich niedriger als die Pegel, die sich bei Anregung mit dem Hammerwerk ergeben. Bedingt durch den steiler werdenden Verlauf der Lautheitsfunktion zu niedrigeren Pegeln hin, ist zu erwarten, dass auch kleinere Abstufungen in  $\Delta L_w$  zu wahrnehmbaren Verbesserungen führen können.

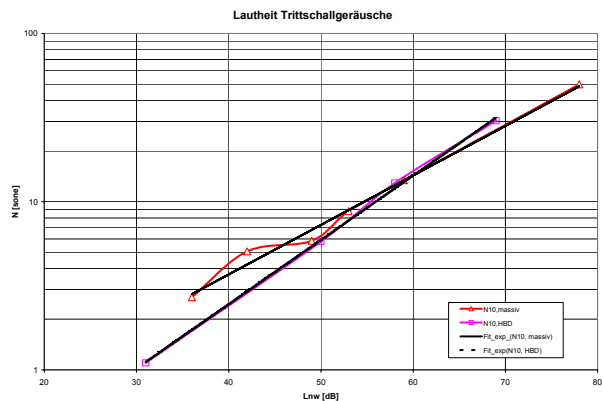


Abb. 2: Lautheit in Abhängigkeit vom Normtrittschallpegel unterschiedlicher Deckenaufbauten

### Beurteilung:

- Stufungen beim Trittschall bei Anregung mit NHW zeigen Abweichungen zu den üblicherweise verwendeten Niveaus, z.B. 7 dB bei DIN 4109 und VDI 4100 [4] => bei höheren Lautheiten damit noch ggf. keine ausreichende/deutliche Wahrnehmungsänderung im Hinblick auf „halb/doppelt so laut“ - Kriterium
- Ausgehend von  $L'_{n,w} = 53 \text{ dB}$  ergeben sich so im Mittel: Schallschutzstufen  $L'_{n,w}: 53 - 43 - 33 \text{ dB}$  damit  $\Delta L'_w = 10$
- Auralisationen zeigen, dass als wichtiger Parameter für die subjektive Empfindung der Trittschallgeräusche insbesondere die Nachhallzeit im Empfangsraum eine bedeutende Rolle spielt.

### Ausblick:

- Ergebnisse noch als vorläufig und nur als erster Statusbericht anzusehen
- Ausdehnung der Untersuchung auf reale Gehgeräusche, insbesondere im Hinblick auf Treppen und „problematische“ Bauteile
- Genauere Untersuchung des Einflusses der Nachhallzeit und verschiedener Grundgeräusche auf subjektiv Empfindung der Trittschallgeräusche

### Literatur

- [1] H. Alpei, T. Hils: Welche Abstufung der Schalldämm-Maße sind bei Anforderungen an die Luftschalldämmung sinnvoll? (erscheint in wksb Heft 58)
- [2] DIN 45631, "Procedure for calculating loudness level and loudness" (Weißdruck 1991), Hrsg.: Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [3] DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau" (Weißdruck November 1989), Hrsg.: Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [4] VDI-4100 Verein Deutscher Ingenieure: VDI-Richtlinie 4100 "Schallschutz von Wohnungen" (Weißdruck September 1984), Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [5] Zwicker, E., "Psychoakustik", Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1982.
- [6] W. Fasold, E. Veres: Schallschutz + Raumakustik in der Praxis, Verlag für Bauwesen, Berlin