

Untersuchung der Schallübertragung von entkoppelten Treppenläufen im Prüfstand und am Bau

Christoph Fichtel¹, Jochen Scheck^{1,2}, Emre Taşkan², Heinz-Martin Fischer²

¹ STEP GmbH, 71364 Winnenden, E-Mail: christoph.fichtel@steponline.de

² Hochschule für Technik Stuttgart, 70174 Stuttgart, E-Mail: jochen.scheck@hft-stuttgart.de

Einleitung

Eine zuverlässige Prognose des Norm-Trittschallpegels von elastisch gelagerten massiven Treppenpodesten und -läufen ist derzeit nicht möglich. In [1] wird ein Ansatz für ein Prognosemodell für entkoppelte Treppenpodeste vorgestellt. Dieses Prognosemodell wurde für entkoppelte Treppenläufe erweitert. Die Eingangsdaten für die Prognose am Bau werden an einer Referenz-Prüfstandssituation bestimmt. Um die Übertragbarkeit Prüfstand/Bau zu untersuchen, wurden Messungen in einem Mehrfamilienhaus durchgeführt.

Prognoseverfahren

Der Ansatz für ein Prognoseverfahren für die Trittschallübertragung von entkoppelten Treppenläufen basiert auf dem Rechenmodell der EN 12354-2 [2]. Dieses wurde für Massivdecken entwickelt, kann aber ebenso zur Prognose der Trittschallübertragung von Massivwänden herangezogen werden. Die Verbesserung durch einen entkoppelten Treppenlauf kann analog zur Verbesserung einer Decke durch einen schwimmenden Estrich [3], als Trittschallminderung berücksichtigt werden (1).

$$\Delta L^*_{\text{Situ}} = \Delta L^* = L_{n,\text{Ref,Wand}} - L_{n,\text{Ref,Lauf}} \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

Für entkoppelte Treppenläufe ergibt sich die Trittschallminderung aus der Differenz bei 1.) Anregung der Treppenwand und 2.) Anregung des Treppenlaufes (Abbildung 1).

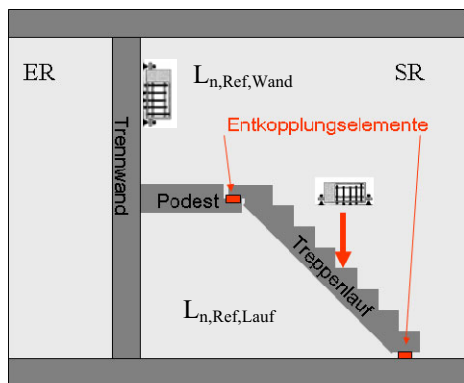


Abbildung 1: Messung der Trittschallminderung von entkoppelten Treppenläufen im (Wand-) Prüfstand

Eine messtechnische Bestimmung der Trittschallminderung an einem bauüblichen Referenzaufbau ist zweckmäßig, da alle maßgeblichen Einflüsse, insbesondere die Verbesserung durch das Entkopplungselement und die Stoßstellen Lauf-Podest und Podest-Trennwand im Messwert enthalten sind. Unter der vereinfachenden Annahme, dass die Trittschallminderung eines entkoppelten Treppenlaufes eine invariante Größe ist, kann diese als Eingangsgröße für die Prognose am Bau verwendet werden (2).

$$L'_{n,\text{Situ,Lauf}} = L'_{n,\text{Situ,Wand}} - \Delta L^*_{\text{Situ}} \quad [\text{dB}] \quad (2)$$

Mess- und Prüfverfahren

Für entkoppelte Treppenläufe existiert kein genormtes Mess- und Prüfverfahren zur Bestimmung des Norm-Trittschallpegels. Es wird vorgeschlagen, einen bauüblichen Prüfaufbau, bestehend aus Treppenwand, starr angekoppeltem Podest und entkoppeltem Treppenlauf zu verwenden (Abbildung 2), der in Wandprüfständen nach ISO 140 realisiert werden kann. Für Untersuchungen im Treppenprüfstand wurde eine Trennwand aus 24 cm KSV der Rohdichteklasse 1.8 verwendet. Das Stahlbetonpodest der Abmessungen 2,8 m x 1,3 m x 0,2 m (Länge x Breite x Höhe) wurde starr auf die Hilfswand und in die Trennwand eingebaut. Dieses Podest wurde in [1] für Untersuchungen zur Podestentkopplung verwendet. Als Treppenlauf wurde ein achtstufiger Stahlbetontreppenlauf mit einer Holmhöhe von 16 cm und 1,00 m Breite verwendet (Abbildung 2). Der Treppenlauf ist von Podest und Prüfstandsboden mit Elastomerlagern entkoppelt.

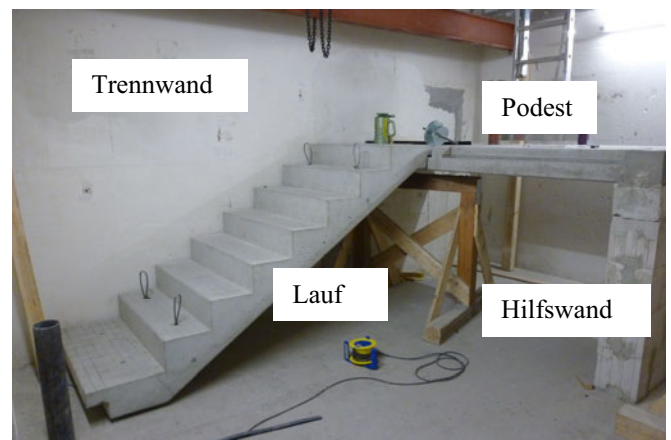


Abbildung 2: Prüfaufbau mit entkoppeltem Treppenlauf.

Bestimmung der Eingangsgrößen im Prüfstand

Nach [4] wird der Norm-Trittschallpegel von Treppenläufen als Mittelwert für die Anregung der jeweils 2. Stufe von unten/oben und mindestens zwei weiteren Stufen bestimmt. Bei die hier beschriebenen Untersuchungen wurde der $L_{n,\text{Ref,Lauf}}$ als Mittelwert für die Anregung der Stufen 2 bis 7 bestimmt. Zur Bestimmung des $L_{n,\text{Ref,Wand}}$ wurde das Midi-Hammerwerk [5] verwendet. Alternativ kann der Norm-Trittschallpegel der Wand aus dem gemessenen Schalldämmmaß nach [2] berechnet werden. Aus dem $L_{n,\text{Ref,Lauf}}$ und dem $L_{n,\text{Ref,Wand}}$ wird mit Gleichung (1) die Trittschallminderung durch den entkoppelten Treppenlauf ΔL^*_{Situ} bestimmt. Die im Prüfstand ermittelte Trittschallminderung ΔL^*_{Situ} ist in Abbildung 3 dargestellt.

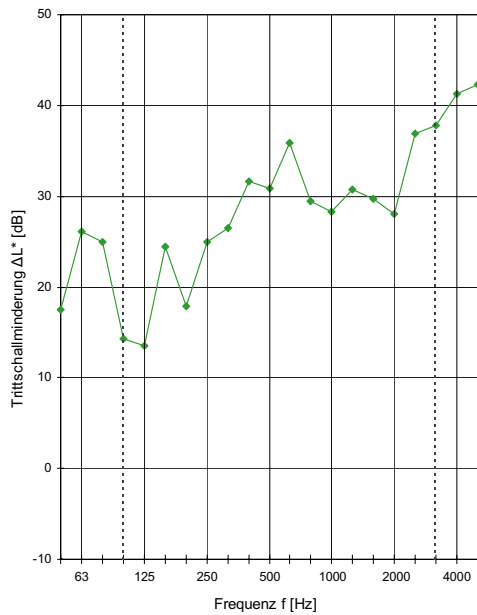


Abbildung 3: Aus den im Prüfstand gemessenen Größen $L_{n,Ref,Lauf} = 45$ dB und $L_{n,Ref,Wand} = 72$ dB wurde $\Delta L^*_{Situ} = 30$ dB bestimmt

Prognose einer Bausituation

Der Normtrittschallpegel eines geschosshohen Stahlbetontreppenlaufs mit einer Holmhöhe von 20 cm und einer Breite von 1,3 m (Abbildung 4) wurde nach Gleichung (2) prognostiziert. Der Lauf ist mit aufgrund seines Gewichts oben und unten jeweils mit zwei Elastomerlagern (anstatt jeweils einem im Prüfstand) entkoppelt. Die Treppenraumwand und die Innenwände bestehen aus 22 cm Stahlbeton, die Außenwände aus 24 cm Mauerwerk aus Ziegelhochlochsteinen der Rohdichteklasse 1.2. Decke und der Boden sind jeweils aus 25 cm Stahlbeton.

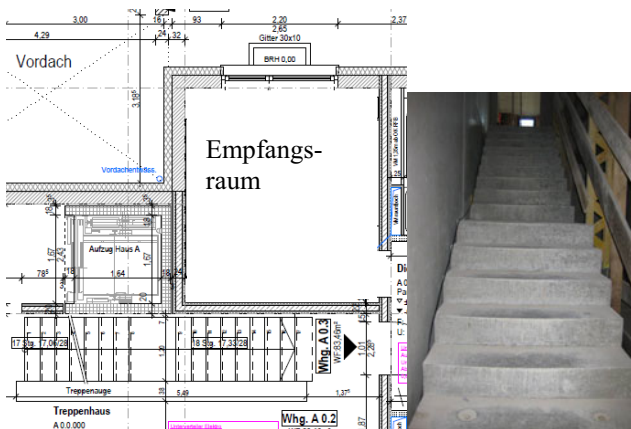


Abbildung 4: Grundrissituation und Treppenlauf am Bau

Der $L'_{n,Situ,Wand}$ der Treppenraumwand wurde nach [2] berechnet. Dabei wurde der mittlere Bauverlustfaktor nach [6] verwendet. Mit der im Prüfstand bestimmten Trittschallminderung ΔL^*_{Situ} wurde nach Gleichung (2) der $L'_{n,Situ,Lauf,Bau}$ prognostiziert. Zum Vergleich wurde der Norm-Trittschallpegel des Treppenlaufes aus Körperschallmessungen (Rohbauzustand) bestimmt (Mittelwert für die Anregung von 5 Stufen). Der Abstrahlgrad wurde mit 1 angenommen, was unterhalb der

Koinzidenzgrenzfrequenz zu einer Überschätzung führt. Der gemessene und der prognostizierte Norm-Trittschallpegel sind in Abbildung 5 dargestellt. Im für die Einzahlangabe bestimmenden mittleren Frequenzbereich ist eine gute Übereinstimmung festzustellen.

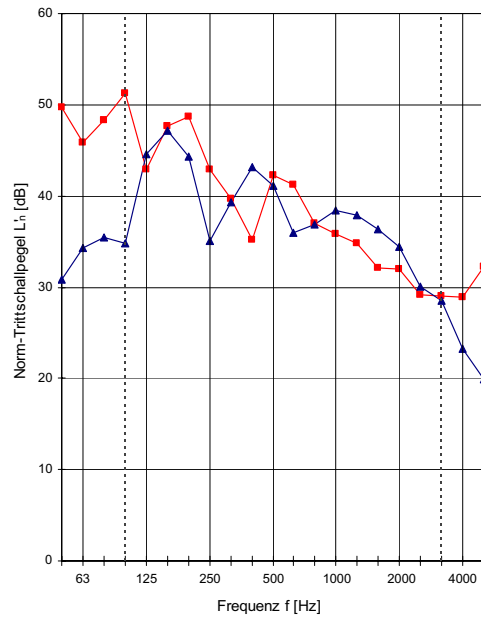


Abbildung 5: Bausituation - Vergleich Prognose $L'_{n,Situ,Lauf,Bau} = 41$ dB und Messung $L'_{n,v} = 42$ dB

Zusammenfassung und Ausblick

Es wurde ein Prüfaufbau zur Untersuchung entkoppelter Massivtreppenläufe vorgestellt, der die Bestimmung von Eingangsdaten für die Prognose der Trittschallübertragung am Bau und den Vergleich von Entkopplungselementen ermöglicht. Die Prognosegenauigkeit muss durch weitere Messungen am Bau untersucht werden.

Literatur

- [1] E. Taşkan, J. Scheck, C. Fichtel, H.-M. Fischer: Ansatz für ein Rechenmodell zur Prognose der Trittschallübertragung von entkoppelten Massivtreppen, DAGA 2010, Berlin.
- [2] EN 12354-2: Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden, Teil 2: Trittschalldämmung zwischen Räumen, September 2008.
- [3] DIN EN ISO 140-8: Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen, Teil 8: Messung der Trittschallminderung durch eine Deckenauflage auf einer massiven Bezugsdecke in Prüfständen, März 1998.
- [4] DIN EN ISO 140-14: November 2004: Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Leitfäden für besondere bauliche Bedingungen.
- [5] C. Fichtel, J. Scheck, R. Kurz: Ein neues Hammerwerk für Geh- und Trittschallmessungen, DAGA 2007, Stuttgart.
- [6] H.-M. Fischer, M. Schneider, S. Blessing: Einheitliches Konzept zur Berücksichtigung des Verlustfaktors bei Messung und Berechnung der Schalldämmung massiver Wände, DAGA 2001, Hamburg.