Vermeidungsstrategien und Ansätze einer Vermeidung des Estrichdröhnens

Michael Wolf, Christian Burkhart

Akustikbüro Schwartzenberger und Burkhart, www.akustikbuero.com

Einleitung

Immer wieder beklagen sich Bewohner in Mehrfamilienhäusern über eine unzureichende Trittschalldämmung. In vielen Fällen wird durch bauakustische Messungen schnell klar, dass die festgestellten bewerteten Norm-Trittschallpegel oftmals deutlich unter 46 dB liegen und damit die Anforderungen an einen erhöhten Schallschutz z.B. gemäß Beiblatt 2 zu DIN 4109 übererfüllen. Bei der Betrachtung des spektralen Verlaufs des Norm-Trittschallpegels ist oft erkennbar, dass es sich um eine starke tieffrequente Trittschallübertragung bei Frequenzen unter 100 Hz und somit außerhalb des derzeit zu beurteilenden Frequenzbereichs handelt. Der gegenwärtig gültige und anzusetzende Anforderungs- bzw. Messwert L'n,w ist als alleinige Kenngröße wenig zur Beurteilung tieffrequenter Trittschallübertragungen geeignet und deshalb als Beurteilungsgröße zu hinterfragen. Die vorhandene verstärkt tieffrequente Trittschallübertragung wird häufig mit dem Begriff "Dröhnen" bezeichnet.

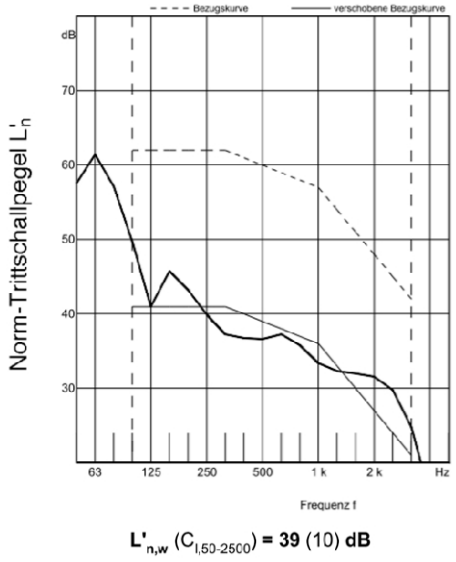


Abbildung 1: Messergebnis einer Wohnungstrenndecke mit verstärkter Trittschallübertragung im tiefen Frequenzbereich.

Trotz des im Wohnungsbau anhaltend wiederkehrenden und in der Fachwelt bekannten bauakustischen Trittschall-Problems ist die Anzahl der zu diesem Thema vorhandenen Veröffentlichungen überschaubar. Es scheint als wäre das Problem unverändert nicht gelöst. Die in den wesentlichen Literaturstellen [1-5], ohne Anspruch auf Vollständigkeit, angegebenen Ursachen und Maßnahmen unterscheiden sich. Als eine resultierende Empfehlung kann die Dimensionierung der Resonanzfrequenz f0 auf unter 40…50 Hz genannt werden.

Praxisbeispiel

Anhand eines Praxisbeispiels werden aktuelle Erkenntnisse und Messdaten aus ausgeführten Gebäuden dargestellt. Im Folgenden wird auf die Trittschallübertragung zwischen dem 1.OG und dem EG eines bestehenden Gebäudes eingegangen (siehe Grundrisse in Abbildung 2). Als Empfangsräume dienen die farbig markierten Räume.

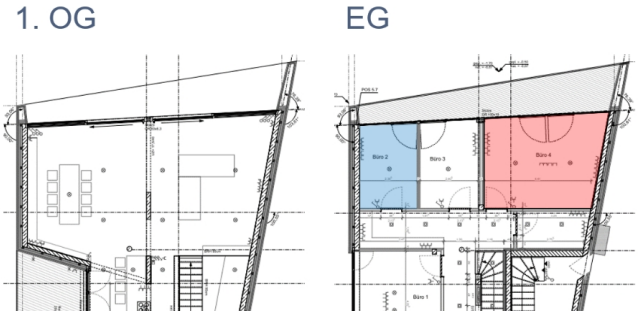


Abbildung 2: Grundriss Praxisbeispiel, Raum 1 rot markiert, Raum 2 blau markiert

Bei der Trenndecke handelt es sich um eine 250 mm dicke Stahlbetondecke, darauf befindet sich eine 50 mm dicke Leichtbetonebene als Ausgleichsschicht. Der ca. 65 mm dicke Heizestrich wurde auf einer hochwertigen 17 mm dicken Trittschalldämmmatte aus Polyurethan Elastomerverbund mit einer dynamischen Steifigkeit von s' ≤ 12 MN/m³ verlegt. Der bewertete Norm-Trittschallpegel der Wohnungstrenndecke beträgt für Raum 1 L'n,w = 33 dB (siehe auch Abbildung 4). Der Deckenaufbau erreicht mit nur einer Dämmlage eine deutliche Unterschreitung gegenüber ansetzbarer Anforderungswerte für einen erhöhten Schallschutz im Wohnungsbau.

Neben dem Norm-Trittschallpegel wurde für Raum 1 das schalltechnische Verhalten der Trenndecke bei realem Begehen untersucht. Dabei wurde zwischen drei Anregungsarten unterschieden.

Tabelle 1: Untersuchung Gehen, Vergleich unterschiedlicher Anregungsarten

Variante	Anregungsart	Schalldruckpegel in Raum 1, L(t)
1.	Gehen ohne Schuhe, Fersengang (bewusst intensive Anregung)	bis zu 40 dB(A)
2.	Gehen mit Schuhe, Fersengang	bis zu 30 dB(A)
3.	Gehen mit Schuhe, normale Gehweise	bis zu 25 dB(A)

Beim spektralen Vergleich des äquivalenten Schalldruckpegels ist ersichtlich, dass sich die unterschiedlichen Anregungsarten ab 125…160 Hz hin zu tieferen Frequenzen unterscheiden. Erwartungsgemäß verursacht das Begehen ohne Schuhe die größte Anregung.

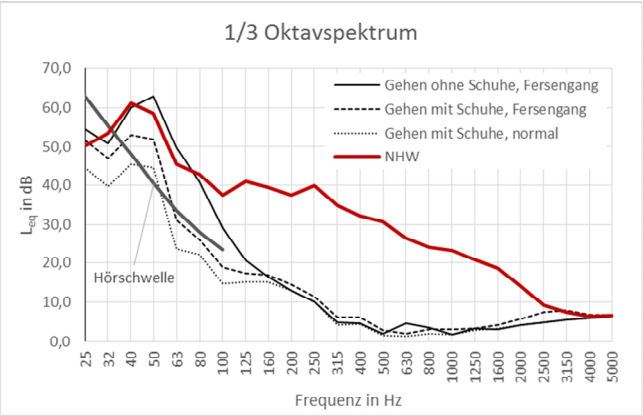
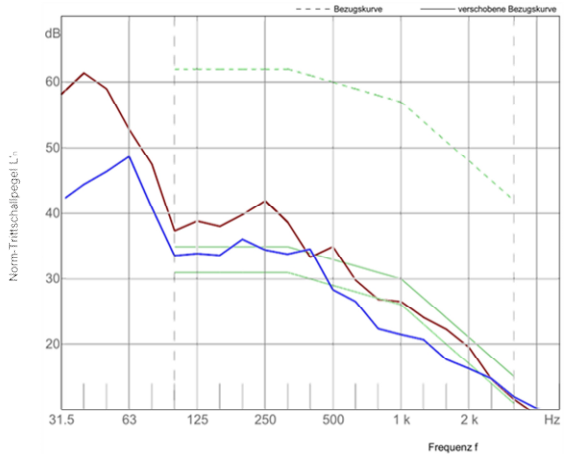


Abbildung 3: spektraler Vergleich unterschiedlicher Anregungsarten, äquivalenter Schalldruckpegel in Raum 1

Des Weiteren kann festgestellt werden, dass das Normhammerwerk im tiefen Frequenzbereich bis circa 80 Hz eine mit dem Begehen ohne Schuhe vergleichbare Anregung liefert. Da an dieser Stelle die Trittschallübertragung unter 100 Hz von Interesse ist, konzentrieren sich die weiteren Betrachtungen auf die Anregung mit dem Normhammerwerk.

In dem Praxisbeispiel wurde ein weiterer Raum 2 untersucht (siehe Abbildung 2, blaue Markierung). Die Wohnungstrenndecke in diesem Gebäudebereich weist denselben Aufbau wie im Bereich des untersuchten größeren Raum 1 auf. Auch die Flankensituationen sind identisch. Die Räume unterscheiden sich in ihrem Volumen. Beim Vergleich der Norm-Trittschallpegel ist ersichtlich, dass die spektralen Verläufe grundsätzlich ähnlich sind (siehe Abbildung 4). Die deutlichen Unterschiede im tieffrequenten Frequenzbereich werfen Fragen auf, zumal aufgrund der identischen Bauweise als Unterscheidungsmerkmal nur die Raumgröße verbleibt. Daraus lässt sich die Vermutung ableiten, dass der Empfangsraum bzw. vorhandene Raummoden eine wichtige Rolle spielen könnten.



$L'_{n,w}$ ($C_{I,50\text{-}2500}$) = 29 (8) dB $L'_{n,w}$ ($C_{I,50\text{-}2500}$) = 33 (12) dB

Abbildung 4: Praxisbeispiel, Norm-Trittschallpegel, Raum 1 rot, Raum 2 blau

Theoretische Betrachtung

In [2] wurde ein Rechenmodell vorgestellt, welches aus Raummoden und Eigenfrequenzen der verschiedenen Bauteile Filterfunktionen unter Angabe der Filtergüte bestimmt. Bei einer gewichteten Überlagerung dieser Filterfunktionen mit dem theoretisch zu erwartenden Verlauf der Geschossdecke und der trittschalldämmenden Wirkung des schwimmenden Estrichs lässt sich ein spektraler Verlauf des Norm-Trittschallpegels bestimmen. Mit dem Abgleich aus einem stetig wachsenden Bestand an bauakustischen Messungen an Aufbauten mit bekannten Materialien werden die Gewichtungsfaktoren und Filtergüten der Filterfunktionen optimiert.

Aufgrund des zuvor beschriebenen Verdachts wurde das Rechenmodell angepasst, sodass der theoretische Verlauf der Geschossdecke und die Verbesserung durch den schwimmenden Estrichs mit dem Einfluss von Raummoden überlagert wurden. Die Strukturmoden blieben dabei unberücksichtigt.

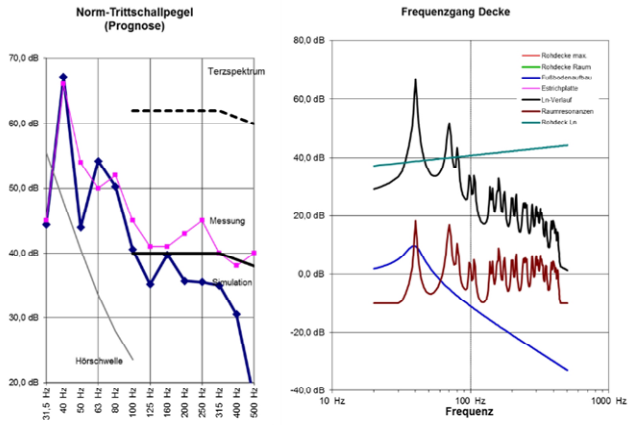


Abbildung 5: Prognosebeispiel A, rechts Überlagerung der gewichteten theoretischen Kurvenverläufe (rot = Raummoden, blau = Verbesserung Fußbodenaufbau, grün = Rohdecke, schwarz = überlagerter Verlauf), links Prognose des Normtrittschallpegels und Abgleich mit gemessenem Verlauf

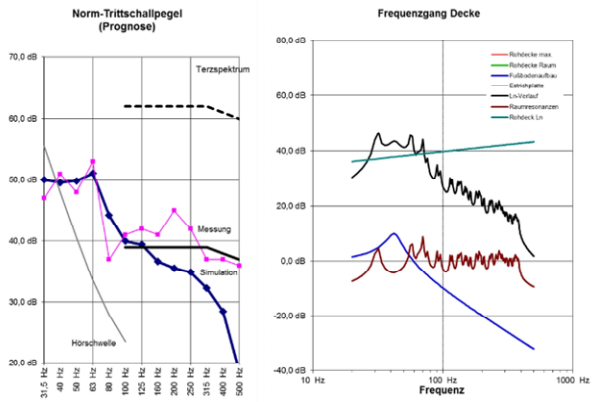


Abbildung 6: Prognosebeispiel B, rechts Überlagerung der gewichteten theoretischen Kurvenverläufe, links Prognose des Normtrittschallpegels und Abgleich mit gemessenem Verlauf

Aus dem Rechenmodell ist ersichtlich, dass der Verlauf der Norm-Trittschallpegel im tiefen Frequenzbereich auch ohne Strukturmoden nachgestellt werden kann. Ein Berechnungsmodell mit Strukturmoden fordert detaillierte Informationen,

wie z.B. Platteneinspannbedingungen, welche zum bauakustischen Planungszeitpunkt nur ungenügend genau prognostizierbar sind. Eine zielführende Betrachtung ohne Strukturmoden wäre daher im Sinne einer Prognose wünschenswert, da das zu betrachtende Modell deutlich vereinfacht werden könnte.

Aufgrund der Berechnungen kann vermutet werden, dass erhöhte Trittschallpegel besonders dann auftreten, wenn sich Raummoden und die Resonanzfrequenz des Fußbodenaufbaus im gleichen Frequenzbereich befinden. Dies wird beim Vergleich der beiden exemplarisch dargestellten Prognosebeispiele A und B deutlich (siehe Abbildungen 5 und 6) und sollte durch weitere Untersuchen bestätigt werden.

In den Abbildungen 7 und 8 sind die Prognoseberechnungen für die beiden Räume 1 und 2 aus dem zuvor aufgeführten Praxisbeispiel dargestellt. Auch hier kann der Verlauf der Trittschalldämmung grundsätzlich nachgestellt werden. Aus der Berechnung für den größeren Raum 1 ist ersichtlich, dass Raummoden innerhalb des Frequenzbereichs des Fußbodenaufbaus liegen. Bei dem kleineren Raum 2 hingegen ermitteln sich die Raummoden zu höheren Frequenzen und liegen damit außerhalb des Frequenzbereichs der Resonanzfrequenz des Fußbodenaufbaus, was gegenüber Raum 1 zu niedrigeren Trittschallpegeln führt.

Für das Praxisbeispiel Raum 1 (Abbildung 7) wäre eine bessere quantitative Übereinstimmung wünschenswert. Es ist denkbar, dass die vorhandene Diskrepanz durch den allgemeinen Abgleich des Rechenmodells mit vielen bauakustischen Messdaten entsteht. Ein weiterer Optimierungsansatz wäre die ergänzende Betrachtung der Flankenwege.

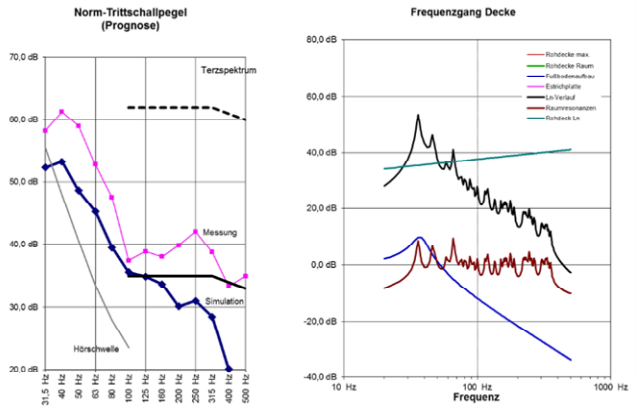


Abbildung 7: Prognose Praxisbeispiel Raum 1, rechts Überlagerung der gewichteten theoretischen Kurvenverläufe, links Prognose des Normtrittschallpegels und Abgleich mit gemessenem Verlauf

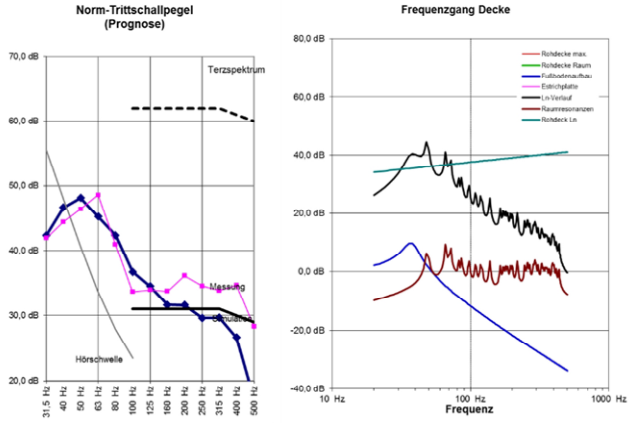


Abbildung 8: Prognose Praxisbeispiel Raum 2, rechts Überlagerung der gewichteten theoretischen Kurvenverläufe, links Prognose des Normtrittschallpegels und Abgleich mit gemessenem Verlauf

Erkenntnisse

Zur Reduzierung des Störpotentials der tieffrequenten Trittschallübertragung ist eine Dimensionierung unter bzw. möglichst nahe an die Hörschwelle zu empfehlen. Da die Höhe der sich einstellenden Trittschallpegel vermutlich von Raumeinflüssen mitbestimmt wird, ist deren Ausprägung nur ungenau prognostizierbar. Die Dimensionierung des Frequenzbereichs der Resonanzfrequenz hingegen ist aus bauakustischer Sicht mit einfachen Mitteln möglich. Aus Abbildung 3 ist ersichtlich, dass eine Dimensionierung in Richtung Hörschwelle bedeutet, dass die Resonanzfrequenz des Fußbodenaufbaus wenigstens auf unter 40 Hz abgestimmt werden sollte. Realisierbar wäre das z.B. mit Trittschalldämmmatten mit dynamischen Steifigkeiten von s' ≤ 7…10 MN/m³ bei gegenüber heutigen Aufbauten deutlich höheren flächenbezogenen Estrichmassen (z.B. 8 cm, ρ = 2600 kg/m³). Für die Praxis bedeutet das einen spürbaren Mehraufwand. Es wird weiterhin deutlich, dass die tieffrequente Abstimmung früher oder später an praktische Grenzen stößt. Abschließend ist festzustellen, dass auch der Nutzer durch das Tragen von Hausschuhen zur Reduzierung der tieffrequenten Trittschallübertragung beitragen kann.

Literatur

[1] Kühn, B., Blickle, R.: Untersuchungen zum Sonderfall des dröhnenden Unterlagsbodens, wksb, Heft 32, 1993

[2] Burkhart, C: Tieffrequenter Trittschall – Messergebnisse, Mögliche Ursachen, DAGA 2002

[3] Burkhart, C: Tieffrequenter Trittschall – Messergebnisse, Beurteilung, DAGA 2003

[4] Siebel, A.: Guter Trittschallschutz mit voller Dröhnung – zwischen Norm und Realität, Lärmbekämpfung, Bd. 3 Nr. 4, 2008

[5] Langner, N., Fischer, H.-M., Schneider, M.: Ursachen und Verbesserungspotential des Phänomens der tieffrequenten Trittschallgeräusche bei klassischen schwimmenden Estrichen auf Stahlbetondecken im Wohnungsbau, Forschungsarbeit, 2015

TAGUNGSBAND

DAGA 2016 - 42. Jahrestagung für Akustik

14.-17. März 2016, Aachen

ISBN 978-3-939296-10-2

DAGA 2016
AACHEN

IMPRESSUM

DAGA 2016 - 42. Jahrestagung für Akustik
14. - 17. März 2016 in Aachen

Veranstalter

- Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA)
- RWTH Aachen, Institut für Technische Akustik

unter Mitwirkung von

- Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG)
- Informationstechnische Gesellschaft (ITG) im VDE
- NALS im DIN und im VDI

Tagungsleitung

- Michael Vorländer und Janina Fels

Wissenschaftlicher Beirat

- Michael Vorländer
- Janina Fels
- Gottfried Behler
- Wolfgang H. Döring
- Lutz Eckstein
- Klaus Genuit
- Hans-Wilhelm Gierlich
- Peter Jax
- Iring Koch
- Torsten Kuhlen
- Christiane Neuschäfer-Rube
- Stefan Pischinger
- Wolfgang Schröder
- Eike Stumpf
- Peter Vary

Organisationsteam

- Michael Vorländer
- Janina Fels
- Gottfried Behler
- Teresa Lehmann
- Karin Charlier

Bildnachweis

- Logo: sons of ipanema GmbH
- Fotos auf der Starteite:
  (1,2) davis / fotolia.com
  (3) Xiongmao / fotolia.com
  (4,5,6) mit freundlicher Genehmigung des Eurogress Aachen
  (7,8) Peter Wery / fotoperte.com
- Fotos im Ordner "Bilder":
  (DAGA_2016_001 bis DAGA_2016_030) Peter Wery / fotoperte.com
  (alle anderen) Gottfried Behler

Wissenschaftliche Edition

- Michael Vorländer und Janina Fels

Verlag und Bezug

Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V.
Voltastraße 5
Gebäude 10-6
13355 Berlin
www.dega-akustik.de

Zitierhinweis

Fortschritte der Akustik - DAGA 2016

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter http://dnb.d-nb.de abrufbar.
Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA), Berlin, 2016
ISBN: 978-3-939296-10-2

© 2016 by Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA)

The conference and proceedings have been managed by the DC/ConfOrg system
© DC/ConfOrg (didier.cassereau@espci.fr)