

Tieffrequenter Trittschall – Messergebnisse, Mögliche Ursachen

C. Burkhart, Akustikbüro Schwartzenberger und Burkhart, Pöcking – Weimar

1. Einleitung

Immer häufiger wird von Bewohnern in Mehrfamilienhäusern ein starkes Dröhnen beim Begehen von schwimmenden Estrichkonstruktionen beklagt. Dies scheint unabhängig vom Bodenbelag und der Übertragungsrichtung zu sein, und wird auch häufig im eigenen Bereich gerügt. Während der Durchführung von bauakustischen Messungen wird meist schnell klar, dass die zu stellenden Anforderungen (Normtrittschallpegel nach DIN 4109 $L'_{n,w}$ 53 dB) eingehalten wird, oft sind die ermittelten Norm-Trittschallpegel sogar deutlich besser als die Anforderung im Bereich von 40 bis 48 dB. Dennoch fühlen sich die Bewohner massiv durch Geräusche aus den angrenzenden Wohnungen gestört. Aus dem spektralen Verlauf des Norm-Trittschallpegels ist sofort erkennbar, wodurch die bemängelte Störung verursacht ist (siehe Bild 1), durch eine sehr starke tieffrequente Trittschallanregung, die als 'Dröhnen' empfunden wird. Da die wesentlichen Anteile dieses Dröhnens bei Frequenzen unter 100 Hz und damit außerhalb des bauakustischen Messbereichs liegen, bleiben diese durch die gegenwärtig gültigen Messvorschriften völlig unberücksichtigt. Lediglich durch

gen an die Trittschalldämmung gemäß DIN 4109, VDI 4100 oder anderer Normen und Richtlinien dar. Die trittschalldämmende Wirkung wird durch die, auf einer weichfedernden Zwischenschicht aufgetragene Estrichplatte erreicht. Die trittschalldämmende Wirkung setzt oberhalb der Resonanzfrequenz f_0 des Masse-Feder-Systems bestehend aus Estrichplatte und Dämmschicht ein. Diese Resonanzfrequenz liegt bei den heute üblichen dynamischen Steifigkeiten s' von 5 bis 40 MN/m³ und üblichen Estrichdicken von 40 bis 75 mm in einem Frequenzbereich von 30 Hz bis 125 Hz. Bei dieser Resonanzfrequenz liegt keine dämmende Wirkung vor, je nach Verlustfaktor kann sogar eine Verstärkung des Trittschallpegels entstehen. Aus dem theoretischen Verlauf einer Stahlbeton-Rohdecke (Anstieg ca. 1,5 dB/Oktave) und der trittschalldämmenden Wirkung des schwimmenden Estrichs müsste sich also generell eine deutliche Pegelüberhöhung bei der Resonanzfrequenz ergeben, d.h. jeder Fußbodenaufbau müsste dröhnen. Tatsächlich tritt das beschriebene Dröhnen keineswegs immer auf, d.h. andere Ursachen müssen mit verantwortlich sein für das Auftreten oder Ausbleiben des Dröhnens.

3. mögliche Ursachen

Als mögliche Ursachen kommen beispielsweise in Frage:

- Verlustfaktor der Dämmschicht ist zu gering
- Der Estrich ist 'geschüsselt' und schwingt dadurch stärker
- Raummoden im Empfangsraum werden angeregt
- Eigenmoden der Geschossdecke werden angeregt
- Eigenmoden der Estrichplatte werden angeregt
- Sehr homogene Baumaterialien und damit sehr scharfe Resonanzen

Das Dröhnen tritt unabhängig vom verwendeten Dämmstoff (Polystyrol/Mineralwolle) auf, wie die ermittelten Messergebnisse zeigen, ein alleiniger Einfluss des Verlustfaktors erscheint deshalb unwahrscheinlich.

Das oftmals zitierte Estrichschüsseln scheidet als alleinige Ursache ebenfalls aus, da sich das durch ungleichmäßige Austrocknung verursachte Schüsseln erfahrungsgemäß nach 2 bis 4 Jahren zurückbildet, die Estriche jedoch weiterhin dröhnen. Häufig wird das Schüsseln des Estrichs in die falsche Richtung (Ränder und Ecken nach unten) interpretiert, tatsächlich findet jedoch eine durch ungleichmäßige Austrocknung verursachte Schüsselung der Ränder und Ecken nach oben statt.

In [3] wird als mögliche Abhilfemaßnahme eine Erhöhung der Dicke der Estrichplatte auf 120 bis 150 mm und Reduzierung der dynamischen Steifigkeit auf unter 15 MN/m³ vorgeschlagen. Prinzipiell ein Vorschlag in die richtige Richtung, leider jedoch kaum realisierbar, zusätzlich entstehen große Höhenprobleme und aufgrund der hohen

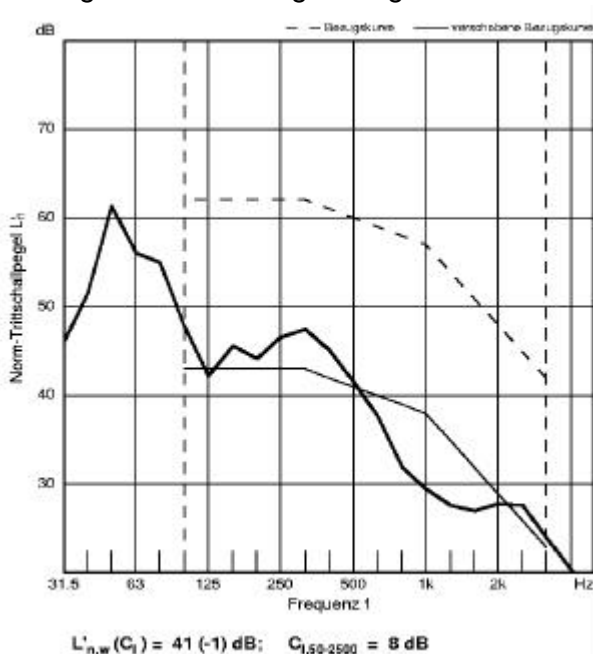


Bild 1: Dröhnender schwimmender Estrich (Dämmschicht Mineralwolle)

den, mit dem Normblatt DIN EN ISO 717-2 eingeführten Spektrum-Anpassungswert $C_{1,50-2500}$ erfolgt eine Bewertung der Anteile unterhalb von 100 Hz. Eine Addition von $L'_{n,w}$ und $C_{1,50-2500}$ führt zu einem Wert, der dem Gehörempfinden tatsächlich entspricht, jedoch keiner Beurteilung unterliegt.

2. Theorie

Der schwimmende Estrich stellt heute eine übliche Bauausführung zur Realisierung der Anforderun-

Flächenlast von 240 bis 300 kg/m² auch Probleme mit der zulässigen Belastbarkeit der Dämmmaterialien.

Besonders problematisch erscheint die große Homogenität mit welcher heute Baustoffe wie Dämmmaterialien, Geschossdecken und Estriche (Flies- und auch Zementestriche) hergestellt werden können.

Der Einfluss verschiedener Raumresonanzen und Eigenfrequenzen wurde in einer Simulation zusammengefasst. Berechnet man die Raummoden und Eigenfrequenzen der verschiedenen Bauteile und bestimmt hieraus Filterfunktionen unter Angabe der Filtergüte, so ergibt sich bei gewichteter Überlagerung dieser Filterfunktionen mit dem theoretischen Verlauf der Geschossdecke und der trittschalldämmenden Wirkung des schwimmenden Estrichs ein spektraler Verlauf des Norm-Trittschallpegels (siehe Bild 2). Aus diesem spektralen Verlauf lassen sich die Terzpegel im hier interessierenden Frequenzbereich 25 Hz bis 500 Hz berechnen und mit dem tatsächlich gemessenen Verlauf vergleichen. Aus ca. 20 bauakustischen Messungen an Aufbauten mit bekannten Materialien und Materialdicken wurden die Gewichtungsfaktoren und Filtergüten der Filterfunktionen optimiert um die berechneten spektralen Verläufe des Norm-Trittschallpegels den ermittelten Messergebnissen möglich gut anzupassen. Hierbei wurden Aufbauten berücksichtigt, die unterschiedlich starkes Dröhnen zeigen, aber auch Aufbauten die keinerlei Dröhnen zeigen.

Noch unbefriedigend erfasst ist das Schwingungsverhalten der Estrichplatte, hier sind noch weitere Untersuchungen erforderlich, um die tatsächlichen Verhältnisse richtig zu erfassen, insbesondere bezüglich möglicher Maßnahmen an der Estrichplatte.

Als Maßnahmen kommen beispielsweise in Betracht:

- Verschlechtern der Güte des Schwingensystems Estrich/Dämmschicht, d.h. Verbreiterung der Resonanz
- inhomogene Fußbodenaufbauten realisieren
- Verschiebung der Resonanzfrequenz auf tiefere Frequenzen f_0 30 ... 40 Hz
- Schallbrücken gezielt einbringen
- unsymmetrisches Auftrennen der Estrichplatten um gleichmäßige flächenhafte Anregung zu vermeiden und Eigenfrequenzen der Estrichplatte zu verschieben

Quellen:

- [1] C. Burkhart – DEGA Fachausschuss Bau- und Raumakustik 14.09.1996, PTB Braunschweig - Estrichdröhnen, Tieffrequenter Trittschall
- [2] Heinrich A. Metzen - Zur Beurteilung der Trittschallminderung schwimmender Estriche auf Grundlage der dynamischen Steifigkeit von Dämmschichten, wksb 36/1995
- [3] Beat Kühn, Rudolf Blickle - Untersuchungen zum Sonderfall des dröhnenden Unterlagsbodens, wksb 32/1993

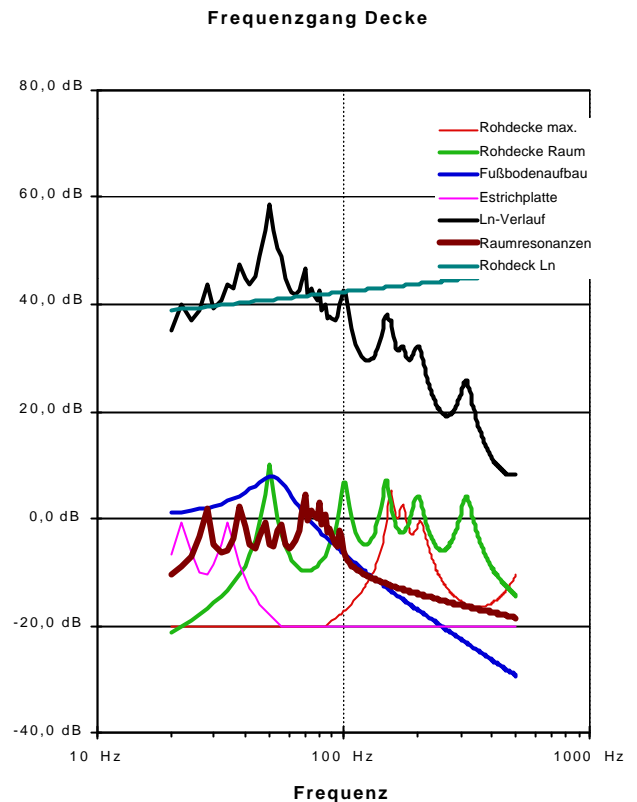


Bild 2: Überlagerung der verschiedenen Resonanzen und Eigenfrequenzen, Betrachtung als Überlagerung von verschiedenen Filterkurven

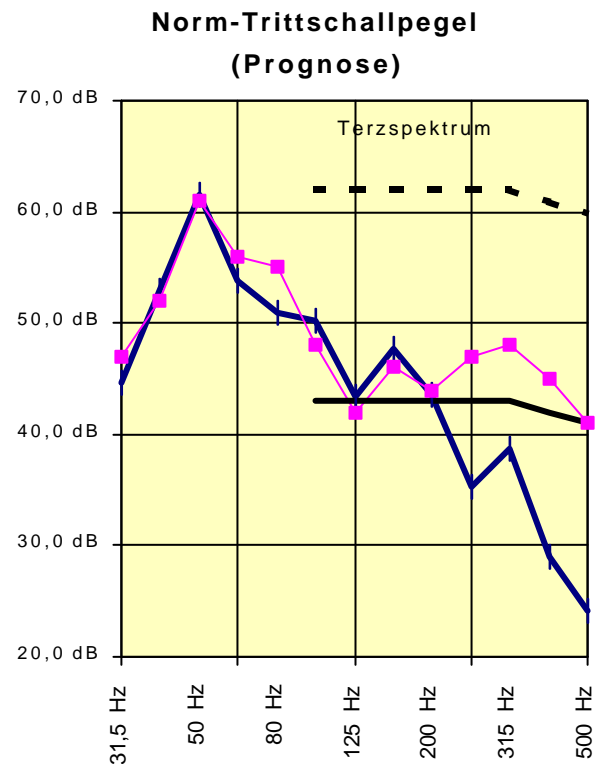


Bild 3: Prognose des Norm-Trittschallpegels unter Berücksichtigung von Raumresonanzen und Eigenfrequenzen der beteiligten Bauteile, dicke blaue Kurve = Prognose, dünne rote Kurve = gemessener Verlauf (gestrichelt: Bezugskurve nach ISO 140-2, durchgezogen: verschobene Bezugskurve)

DAGA '02 – Bochum

Veranstalter:

Ruhr-Universität Bochum (RUB)
Deutsche Gesellschaft für Akustik e. V. (DEGA)
in Zusammenarbeit mit:
Informationstechnische Gesellschaft im VDE (ITG)
Verein Deutscher Ingenieure (VDI)
European Acoustics Association (EAA)
Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG)
Polnische Akustische Gesellschaft (PTA) als Gast

Wissenschaftliche Tagungsleitung:

PD Dr. phil. Ute Jekosch
Prof. Dr.-Ing. Herbert Hudde
Prof. Dr.-Ing. Dr. techn. h. c. Jens Blauert

Wissenschaftliche Herausgeberin:

PD Dr. phil. Ute Jekosch

Herstellung:

PD Dr. phil. Ute Jekosch
unter Mitwirkung von Rosa Pegam

Verlag und Bezug:

Deutsche Gesellschaft für Akustik e. V.
Universität Oldenburg; Physik / Akustik
D-26111 Oldenburg
dega@dega-akustik.de

Zitierhinweis:

Fortschritte der Akustik – DAGA '02

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Fortschritte der Akustik: Plenarvorträge und Fachbeiträge der 28. Deutschen Jahrestagung für Akustik DAGA '02, Bochum

[Veranst. Deutsche Gesellschaft für Akustik e. V. (DEGA) in Zusammenarbeit mit Informationstechnische Gesellschaft im VDE (ITG) ... Wiss. Herausgeberin Ute Jekosch]

Oldenburg: DEGA, 2002

ISBN 3-9804568-6-2