

Hartmut Schröder

Messungen der dynamischen Steifigkeit und Vorzüge mehrlagiger Trittschalldämmung

Ein genormtes Messverfahren ...

Die dynamische Steifigkeit ist die wichtigste Materialeigenschaft für die Kennzeichnung von Trittschall-Dämmstoffen. Oberhalb der Resonanzfrequenz, welche durch die dynamische Steifigkeit der Dämmschicht und die flächenbezogene Masse der Estrichplatte gegeben ist, bewirkt ein Fußbodenaufbau eine Minderung des Trittschalls. Die dynamische Steifigkeit von Trittschall-Dämmstoffen wird nach DIN EN 29052 [1] an Dämmstoffproben mit einer Fläche von 0,2 x 0,2 m² bestimmt. Die Prüfung beruht auf einem akustischen Verfahren, welches die Resonanzfrequenz eines Masse-Feder-Systems unter Bezug auf das Modell des Ein-Massen-Schwingers ausgewertet (Bild 1).

... mit weiteren Verwendungen

Auch bei Vorsatzschalen und Doppelwänden ist die dynamische Steifigkeit des Dämmstoffs eine wichtige Kenngröße. Bei Untersuchungen an Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) treten sehr dicke Proben bis hin zu 300 mm auf, was messtechnische Probleme hervorruft. Ersatzweise kann die dynamische Steifigkeit an dünneren Materialschichten untersucht und das Messergebnis auf die Gesamtdicke des Materials hochgerechnet werden. Für homogene Dämmstoffe gilt hier der Zusammenhang für die dynamische Steifigkeit: $s' = E_{\text{dyn}}/d$, worin der dynamische Elastizitätsmodul E_{dyn} eine

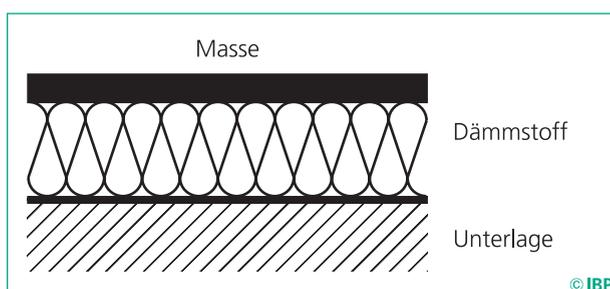


Bild 1: Ein-Massen-Schwinger als vereinfachte Versuchsanordnung zur Bestimmung der dynamischen Steifigkeit.

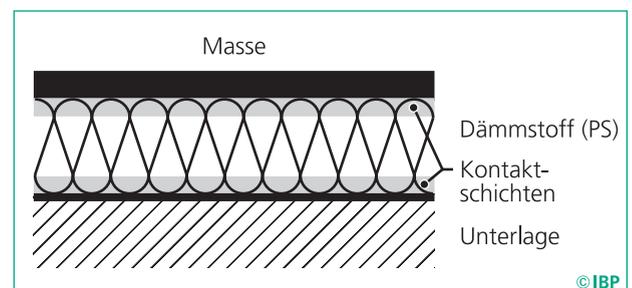


Bild 2: Erweitertes Modell der Versuchsanordnung zur Bestimmung der dyn. Steifigkeit

Materialkonstante darstellt und d die Dicke der Probe bezeichnet.

Fußbodenaufbauten sind häufig mehrlagig. So wird eine elastische Dämmschicht mit einer Schüttung zum Ausgleich von Unebenheiten kombiniert oder eine Trittschalldämmung in Verbindung mit einer Wärmedämmung verlegt. Eine Folie schützt die Dämmschicht beim Einbau des Estrichs oder es ist eine zusätzliche Dampfsperre erforderlich. Auch wenn diese zusätzlichen Schichten aufgrund ihrer geringen Dicke oder ihrer großen Steifigkeit vermeintlich nur wenig zur Trittschallminderung beitragen, ist bei mehrlagigen Systemen von einer kombinierten Wirkung aller Schichten auszugehen. Die resultierende dynamische Steifigkeit s'_{ges} eines Systems aus mehreren Lagen berechnet sich zu:

$$s'_{\text{ges}} = \frac{1}{\frac{1}{s'_1} + \frac{1}{s'_2} + \frac{1}{s'_3} + \dots}$$

Modell der Kontaktschicht

Genau genommen ist die gemessene dynamische Steifigkeit nicht allein eine Materialeigenschaft der Probe, sondern wird auch durch deren Einbau mitbestimmt. Zwischen Probe und Unterlage bzw. zwischen Probe und oberseitiger Masse existiert

tiert nicht immer ein vollflächiger, gleichmäßiger Kontakt. Dies liegt an mikroskopischen Unebenheiten der Probenoberfläche und an eingeschlossenen Luftpolstern im Kontaktbereich. Akustisch wirken auch diese wie eine Feder, deren Verhalten in Form einer Kontaktsteifigkeit beschreibbar ist. Ein erweitertes Modell der Versuchsanordnung unter Einbeziehung von Kontaktschichten enthält **Bild 2**.

Die Autoren der DIN EN 29052 waren sich dieses Zusammenhanges offensichtlich bewusst und haben die Einbaubedingungen der Probe genauestens vorgeschrieben. So ist zwischen Probe und Masse ein Gipsbett herzustellen und bei geschlossenzelligen Materialien sind die Kanten der Probe zur Unterlage hin mit Vaseline abzudichten. Detaillierte Vorgaben zum Einbau der Proben sind für eine gute Vergleichbarkeit der Messergebnisse notwendig. Sie erschweren aber die Verwendung des Verfahrens für andere Bauelemente als schwimmende Estriche.



Bild 3: mehrlagige Trittschalldämmung.

Messung von Kontaktsteifigkeiten

Dass die an Materialwechseln auftretende Kontaktsteifigkeit nicht nur ein theoretisches Konzept darstellt, zeigen Messungen an nicht elastifizierten Polystyrol-Platten eindrucksvoll. Eine Messreihe mit unterschiedlich dicken Proben aus gleichem Material lieferte einen nicht-linearen Zusammenhang zwischen Probendicke und dynamischer Steifigkeit, wie **Tabelle 1** zeigt.

Entsprechend der Regressionsgleichung

$$\frac{1}{s'_{\text{ges}}} = \frac{1}{E_{\text{dyn}}}d + \frac{1}{s'_k}$$

konnte ein Wert von 95 MN/m³ für die Kontaktsteifigkeit und von 78 MN/m³ für die Material-Steifigkeit (bezogen auf 100 mm Dicke) abgeleitet werden. Die Kontaktsteifigkeit von 95 MN/m³ entspricht hierbei einer Einbausituation unter Verwendung eines Gleitmittels, welches einen optimalen Kontakt zwischen Probe und angrenzenden Flächen bewirkt. Wird die gleiche Probe trocken in die Versuchsanordnung eingesetzt, so beträgt die Kontaktsteifigkeit 26 MN/m³, was im Bereich der dynamischen Steifigkeit marktüblicher Trittschall-Dämmplatten liegt.

Tabelle 1: Messwerte der dynamischen Steifigkeit von Polystyrol in Abhängigkeit von der Probendicke.

Probendicke [mm]	Dynamische Steifigkeit [MN/m ³]
100	43,7
150	35,3
200	27,8
300	20,7

Mehrlagige Trittschalldämmung

Die niedrige Kontaktsteifigkeit gerade von Polystyrol-Platten in Verbindung mit harten und glatten Flächen kann gezielt zur Trittschallminderung ausgenutzt werden, indem mehrere, dünne Dämmstofflagen mit entsprechenden Zwischenlagen kombiniert werden (**siehe Bild 3**).

So wurde z. B. für eine Anordnung aus drei Lagen Polystyrol mit zwei Zwischenlagen eine dynamische Steifigkeit von unter 10 MN/m³ gemessen. Nach DIN 4109 führt dieser Wert zu einer Trittschallminderung von 30 dB. Dieser beachtliche Wert wird durch einen weiteren Vorteil ergänzt, da derartige mehrlagige Trittschall-Dämmsysteme eine äußerst geringe Einfederung aufweisen. So wird eine hohe Verkehrslast ermöglicht und gleichzeitig eine niedrige Gesamthöhe der Dämmschicht erreicht.

Literatur

- [1] DIN EN 29052 Teil 1, 08.92: Akustik; Bestimmung der dynamischen Steifigkeit; Teil 1: Materialien, die unter schwimmenden Estrichen in Wohngebäuden verwendet werden.



Fraunhofer
Institut
Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK IBP

Institutsleitung: Prof. Dr. Gerd Hauser
Prof. Dr. Klaus Sedlbauer

D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00
D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0