

22 (1995) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

W. Scholl, M. Nicolai

Erweiterte Messung der dynamischen Steifigkeit von Granulatschüttungen

Hintergrund

Granulatschüttungen werden in Gebäuden aus den unterschiedlichsten Gründen eingesetzt, z.B. unter schwimmenden Estrichen zum Ausgleich von Unebenheiten alter Rohdecken bei der Altbausanierung, oder bei der transparenten Wärmedämmung in Form von Aerogel-Granulatschichten zwischen Glasscheiben. Auch ist die Füllung mehrschaliger Bauteile zum Zwecke der Hohlraumdämpfung möglich. Da durch die Beigabe von Granulaten die Luft- und Trittschalldämmung der Bauteile sowohl verbessert als auch verschlechtert werden kann, sind für einen gezielten Einsatz die Materialwerte der Schüttung von Interesse, hier insbesondere die dynamische Steifigkeit; die Schüttung spielt oft die Rolle einer Feder zwischen den Massen des umgebenden Bauteils. Als Verfahren zur Messung der dynamischen Steifigkeit ist in der Bauakustik bisher nur das in EN 29052-1 [1] beschriebene vorhanden. Es behandelt speziell federnde Materialien unter schwimmenden Estrichen. Gemessen wird an einem 20 cm x 20 cm kleinen „Estrichstück“ ausschließlich bei dessen unterster Eigenfrequenz und unter dessen Eigengewicht. Formstabile Proben sind Voraussetzung. Granulatschüttungen sind nicht formstabil, frequenzunabhängig oder lastunabhängig. Außerdem interessieren auch andere Anwendungsfälle und damit andere Parameterbereiche als beim schwimmenden Estrich. Das bestehende EN-Verfahren sollte daher so erweitert werden, daß ein größerer Frequenzbereich und variable statische Belastungen des Prüfobjektes zur Verfügung stehen. Gleichzeitig sollte das Prinzip beibehalten werden, um insbesondere bei schwimmenden Estrichen kein konkurrierendes Verfahren mit anderen Prüfbedingungen und Ergebnisgrößen in die Welt zu setzen.

Meßprinzip

Die dynamische Steifigkeit wird beim EN-Verfahren und bei der hier vorgestellten Erweiterung dadurch bestimmt, daß das Prüfobjekt - hier die Granulatschicht - mit weiteren Federn und Massen ein Schwingungssystem bildet, aus dessen gemessenen Resonanzfrequenzen die Steifigkeit des Prüflings bei diesen Frequenzen errechnet werden kann. Das einfachste System ist der Ein-Massen-Schwinger auf unendlich starrem und schwerem Fundament. Dabei muß aber die Granulatschüttung als Feder auf diesem „unendlich großen“ Fundament aufgebracht werden. Das ist für mobilen

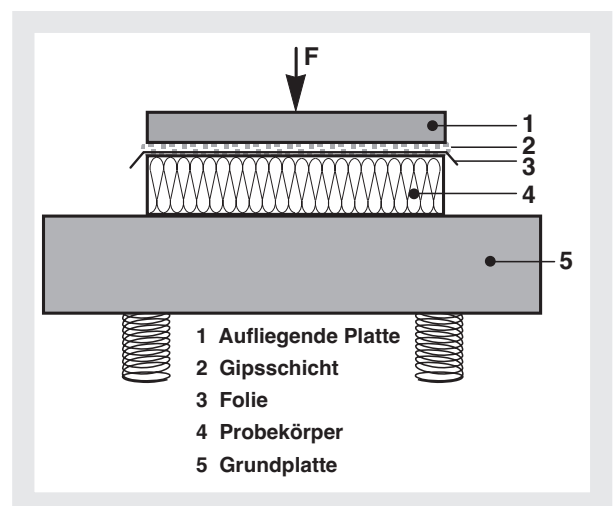


Bild 1: Meßaufbau zur Bestimmung der dynamischen Steifigkeit nach DIN EN 29 052-1.

Einsatz oder in eng begrenzten Klimakammern ungeeignet. Deshalb wurde für das erweiterte Meßverfahren von der zweiten Möglichkeit nach EN 29052 ausgegangen (Bild 1). Das Prüfobjekt bildet mit zwei Massen einen „Tonpilz“, der seinerseits gegen den Untergrund abgefedert ist. Bei geeigneter Auslegung spielen die Eigenschaften des Untergrundes keine große Rolle mehr, der Aufbau wird transportabel, besonders der gewählte erweiterte Aufbau, da die untere Masse („Grundplatte“) abweichend vom EN-Aufbau klein gehalten wurde. Dann muß die Steifigkeit des Prüflings allerdings aus der vollständigen Beschreibung des gefederten Tonpilzes abgeleitet werden anstatt nach EN 29052 näherungsweise aus einem Ein-Massen-Schwinger. Die Änderung der Meßfrequenzen kann beim gewählten Meßprinzip in der Praxis nur durch Änderung der oberen Masse („Druckplatte“) bewirkt werden, wobei der nutzbare Frequenzbereich oben dadurch begrenzt wird, daß die beteiligten Massen in sich selbst zu schwingen beginnen. Die obere Masse stellt gleichzeitig die statische Belastung der zu prüfenden Granulatschicht dar. Damit Meßfrequenz und statische Last in gewissen Grenzen frei gewählt werden können, wurde die Masse der Druckplatte in einen statisch und einen dyna-

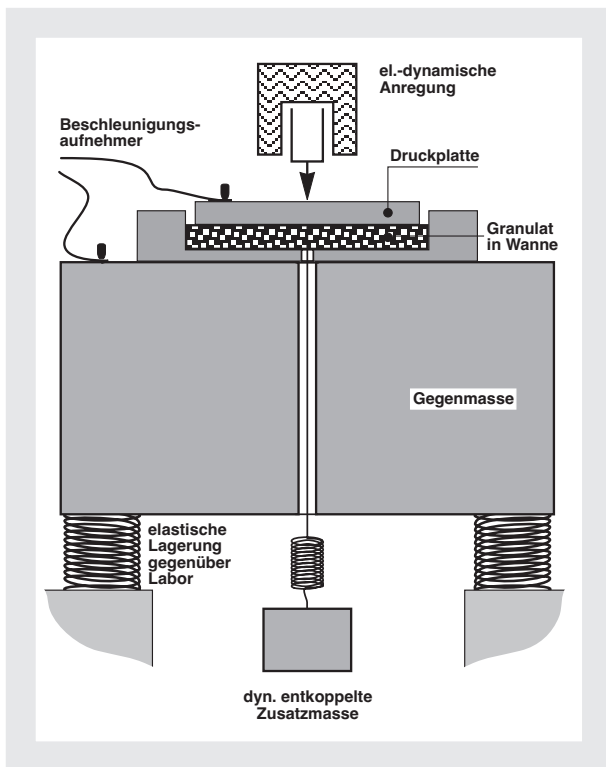


Bild 2: Verwendeter Meßaufbau zur Bestimmung der dynamischen Steifigkeit von Granulat-Schüttungen unter verschiedenen Druckbelastungen.

misch (leider aber gleichzeitig auch statisch) wirksamen Teil zerlegt. Die statische Last kann allerdings nicht kleiner gemacht werden als es das Gewicht der zur Einstellung der Meßfrequenz erforderlichen Masse erlaubt. Außer man stelle den Aufbau hochkant - dann fällt aber das Granulat heraus.

Meßaufbau

Ausgeführt wurde der Aufbau in Bild 2. Das Granulat wird in einer Wanne gehalten. Über die Druckplatte werden Schwingungen veränderlicher Frequenz angeregt und bei maximalen Beschleunigungswerten die dazugehörigen (Resonanz-) Frequenzen bestimmt, um daraus die dynamische Steifigkeit des Granulats zu berechnen. Andere Resonanzfrequenzen werden durch Druckplatten unterschiedlichen Materials und unterschiedlicher Dicke eingestellt. Die erforderlichen Druckplatten-Massen lassen sich vorausberechnen, wenn die Granulat-Steife aus einem Vorversuch ungefähr bekannt ist. Die Gegenmasse besteht aus einem Betonwürfel von 30 cm Kantenlänge mit 73 kg Masse. Sie ruht auf vier entdrosselten Stahlfedern mit einer Gesamtsteife von $0,6 \times 10^6$ N/m. Als Prüffläche wurde die Fläche der Druckplatte angesetzt: 10 cm x 10 cm. Die Granulatwanne ist ringsum 4 mm weiter. An den Prüfflächenrändern werden die Bewegungen des Granulats behindert, eingeschlossene Luft kann hier entweichen. Da dies die dynamische Steifigkeit des Granulatpolsters beeinflusst, müssen die Randbedingungen jeweils mit der beabsichtigten Anwendung übereinstimmen.

Erste Meßfahrten und Ausblick

Bei Lagerung des gefederten Tonpilzes auf einer selbst schwingungsfähigen 3 cm dicken Stahlplatte konnte ein Frequenzbereich von ca. 40 Hz bis zu mehreren hundert Hz - je nach Druckplatte - genutzt werden. Gegebenenfalls sollte mit Körperschallaufnehmern die Art der Schwingungsform kontrolliert werden. Drei Granulate wurden bisher untersucht: 3 mm dicke Polyoximethylen-Linsen, 4 mm große Polyäthylenzylinder und 1 bis 3 mm dicke Polypropylenkugeln. Dabei zeigte sich eine Abhängigkeit der dickenbezogenen dynamischen Steifigkeit von der statischen Belastung, von der Schwingungsamplitude, von der Vorgeschichte der Granulatschicht (in Form Druckbeanspruchung bzw. Rütteln) und von der Schichtdicke. Weitere Untersuchungen unter definierten klimatischen Bedingungen sind beabsichtigt. Der Meßaufbau selbst soll auf die Möglichkeit hin untersucht werden, auch die Dämpfung der Prüflinge zu bestimmen sowie Messungen zwischen den Resonanzen durchzuführen.

Literatur

- [1] DIN EN 29052-1: 1992, Bestimmung der dynamischen Steifigkeit, Teil 1: Materialien, die unter schwimmenden Estrichen in Wohngebäuden verwendet werden. Beuth Verlag, Berlin.

Die Untersuchungen wurden im Rahmen der Gips-Schüle-Projekte „Granulate“ und „Dämmstoffe als Faserersatz“ gefördert.



Fraunhofer
Institut
Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis
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