

# **IGF-Vorhaben Nr. 18726N**

## **Thema**

Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten – Modellierung, numerische Simulation, Validierung

Teilprojekt 5: Frequenzbereichsabhängige Modellbildung zur Prognose der Körperschallausbreitung in Holzbauten

## **Berichtszeitraum**

01.04.2015 bis 30.09.2017

## **Forschungsvereinigung**

Internationaler Verein für technische Holzfragen e.V.

## **Forschungsstelle**

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Müller  
Lehrstuhl für Baumechanik  
Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt  
Technische Universität München

## **Projektbearbeitung**

Christoph Winter M.Sc.

## **Zusammenfassung**

Für einen Einsatz leichter Massivholzkonstruktionen im Geschosswohnungsbau sind die methodischen Grundlagen für die Planung des erforderlichen Schwingungs-, Luft- und Trittschallschutzes weiterzuentwickeln. Hierfür ist insbesondere die Vorhersage der Schallübertragung an Bauteilstößen notwendig. Um verlässliche Prognosemethoden zu entwickeln, wurde der Energiefluss zwischen Brettsperrholzelementen untersucht. Dieses Forschungsprojekt stellt eine numerische Methode für die Prognose der Schwingungsenergie, die durch eine Struktur fließt, vor. Damit wird die Schallübertragung über Stoßstellen von Brettsperrholzelementen bestimmt.

Im tiefen Frequenzbereich ist die Finite Elemente Methode (FEM) für schwingungstechnische und vibroakustische Prognosen geeignet. Für zunehmende Frequenzen nimmt die modale Dichte zu, wodurch die klassische FEM aufgrund der Sensitivität der Ergebnisse an Grenzen stößt und die Anwendung statistischer Methoden erforderlich wird. Im mittleren Frequenzbereich liefert beispielsweise die Statistische Energie Analyse (SEA) robuste Ergebnisse, erlaubt aber nur eine

eingeschränkte Auflösung im Orts- und Frequenzbereich. Dabei ist die klassische SEA auf die Wellentransmission zwischen plattenartigen Strukturen beschränkt. Nachdem das Elastizitätsmodul von Holz quer zur Faser vergleichsweise gering ist, treten bereits bei relativ niedrigen Frequenzen Moden in Dickenrichtung der Platten auf. Durch den Einsatz von Volumenelementen können diese Effekte in einem FE-Modell abgebildet werden. Nachdem sowohl SEA als auch FEM in ihrer Anwendbarkeit im Frequenzbereich eingeschränkt sind, werden im Rahmen einer hybriden Methode, der Energieflussanalyse, Mittelungsmethoden der SEA bei der Auswertung der FEM eingesetzt.

Mit diesem Verfahren können auf die eingebrachte Leistung normierte Energieflüsse zwischen den einzelnen Bauteilen in Form von Energieeinflusskoeffizienten bestimmt werden. Durch Invertierung der Energieeinflusskoeffizientenmatrix können daraus die Dämpfungs- und Kopplungsverlustfaktoren zwischen Bauteilen berechnet werden. Damit kann das Stoßstellendämm-Maß ermittelt werden.

Der Energiefluss wird an ausgewählten Stoßgeometrien (L-, T- oder X-Stoß) untersucht, wobei der Einfluss von Geometrie und Material der einzelnen Bauteile aufgezeigt wird. Ferner wird der Effekt einer elastischen Zwischenlage sowie die Auswirkung der gewählten Belastung dargelegt. Ziel ist es, eine robuste Prognose des Energieflusses zu ermöglichen. Außerdem wird der Frequenzbereich kategorisiert hinsichtlich modalem Verhalten, möglicher Modellierungsarten, notwendiger Abtastung im Frequenzbereich und Sensitivität der Ergebnisse auf Eingangparameter. Dabei werden auch Vergleiche mit analytischen, wellenbasierten Lösungen der SEA durchgeführt.

Es wird vorgeschlagen, den Frequenzbereich in drei unterschiedliche Frequenzbereiche aufzuteilen, die unterschiedliche Modellierungstechniken und Auswertegrößen bieten. Die web-basierte Anwendung „Vibroacoustics of Plates“ mit graphischer Eingabe wurde für die Identifikation der Frequenzbereichsgrenzen auf Basis der physikalischen Eigenschaften der Struktur erstellt. Die interaktive Anwendung ist primär für Platten mit symmetrischem, kreuzweisen Aufbau, wie zum Beispiel Brettspertholz entwickelt, und eignet sich auch für homogene, orthotrope oder isotrope Platten.

Die Ergebnisse sind Teil des DFG-AIF Clusterforschungsvorhabens „Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten“, das gemeinsam von TU München, Hochschule Rosenheim und ift Rosenheim durchgeführt wurde.

## **Fördergeber**

Das IGF-Vorhaben 18726N der Forschungsvereinigung Internationaler Verein für Technische Holzfragen e. V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Der vollständige Bericht kann bestellt werden bei:

Internationaler Verein für Technische Holzfragen e.V. (iVTH e.V.)

Bienroder Weg 54E

38108 Braunschweig