

Akustik Center Austria - neue Prüf- und Forschungskompetenz für Holzkonstruktionen in Österreich mit Fokus auf tiefe Frequenzen

Franz Dolezal¹, Maximilian Neusser², Martin Teibinger¹, Thomas Bednar²

¹ *Holzforschung Austria, 1030 Wien, E-Mail: f.dolezal@holzforschung.at, m.teibinger@holzforschung.at*

² *TU Wien, 1040 Wien, E-Mail: maximilian.neusser@tuwien.ac.at, thomas.bednar@tuwien.ac.at*

Einleitung

Die Beeinträchtigung der Bevölkerung durch Lärm und die damit verbundenen negativen Auswirkungen auf die Gesundheit nehmen permanent zu. Verdichtete und neue Bauweisen, steigendes Verkehrsaufkommen und neue Technologien im Entertainmentbereich verursachen eine zunehmende Belastung. Gerade Gebäude müssen ihre wesentliche Schutzfunktion zur Gewährleistung von Ruhezeiten erfüllen können, was auch der Gesetzgeber erkennt. So werden europaweit die Anforderungen an den Schallschutz von Gebäuden verschärft, was jedoch ohne Vorliegen entsprechender technischer Lösungen seitens Unternehmen und PlanerInnen erfolgt. Selbst ExpertInnen können derzeit nur unzureichend Prognosen bezüglich der akustischen Performance im erweiterten Frequenzbereich (Abbildung 1) von Materialien, Bauteilen und Konstruktionen abgeben. Besonders kritisch ist dies für den nachhaltigen und daher zukunftssträchtigen Leichtbau.

Aus diesen Gründen wurde in Österreich mit der ÖNORM B 8115-5 eine Klassifizierung eingeführt, in der eine Verschärfung der Anforderungen an den Schallschutz von Gebäuden durch die Erweiterung des bauakustischen Frequenzbereiches (50 bis 5000 Hz) erreicht wird. International wird eine verpflichtende Einführung intensiv diskutiert und im Rahmen diverser Initiativen auf Expertenebene Kompetenzen hierzu ausgetauscht und harmonisiert [1].

Speziell der tiefe Frequenzbereich ist bei herkömmlichen Prüfständen problematisch, da die geringen Abmessungen der Prüfstände nicht die notwendige Datenqualität liefern. Sie können die Auswirkungen der tiefen Frequenzen, aus physikalischen Gründen nur mit unzureichender Genauigkeit

abbilden. Selbst aktuelle Vorschläge für zusätzliche Prozeduren zur Messung von tiefen Frequenzen sind nicht als zufriedenstellende Lösung genannten Problems anzusehen.

Messung im tiefen Frequenzspektrum

Die Messung von bauakustischen Bauteilengrößen im tiefen Frequenzspektrum stellt den Bauakustiker sowohl in situ als auch unter Laborbedingungen mit den derzeit zur Verfügung stehenden Verfahren vor große Herausforderungen. Durch die niedrige Eigenmodendichte im messtechnisch zu erfassenden Schallfeld in den betreffenden Frequenzbändern unter 100 Hz kommt es örtlich zu starken Schwankungen in den gemessenen Schalldruckpegeln.

In den derzeit gültigen Regelwerken wird allerdings für die Ermittlung von diesen Kenngrößen von diffusen Schallfeldern und somit von einer quasi standortunabhängigen Messung ausgegangen. Diese Diskrepanz führt zu schwer reproduzierbaren Ergebnissen und somit zu Schwierigkeiten bei der Beurteilung der durch den Bauteil geleisteten Schalldämmung. Ebenso wird durch diese Tatsache Forschungs- und Entwicklungsarbeit erschwert, da Innovationen sich eventuell nicht in den Messergebnissen wiederfinden, da sie durch einen Messunsicherheit im betreffenden Frequenzspektrum schlicht weg geschluckt werden [2].

Dimensionierung der Prüfstände

Im Zuge der Planung des **Akustik Center Austria** wurde eine für Bauakustikmessungen im Frequenzbereich unter 100 Hz spezielle, optimierte Raumkonfiguration geschaffen, dessen Geometrieverhältnisse und Größe eine verbesserte Reproduzierbarkeit innerhalb des tiefen Frequenzspektrums

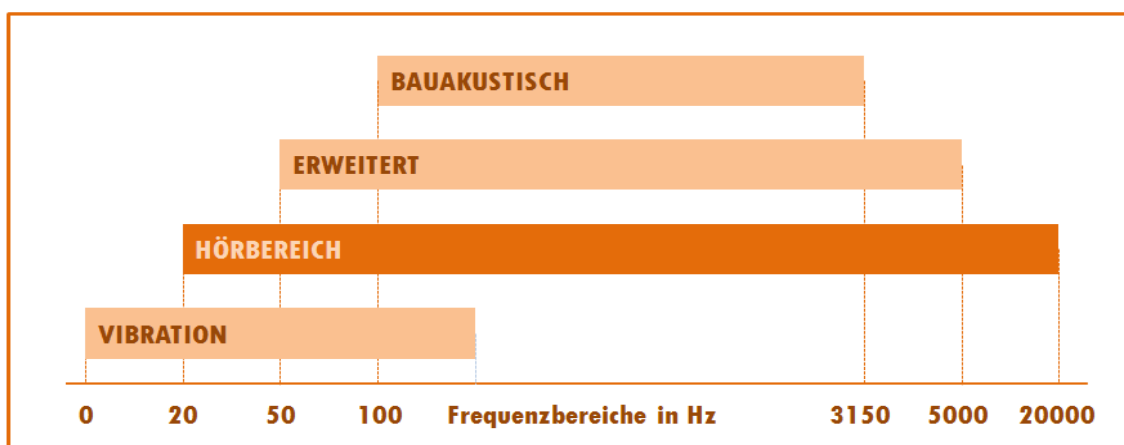


Abbildung 1: Relevante Frequenzbereiche in der Bauakustik.

versprechen. Dazu wurde vorab die Berechnungsmethode anhand von parallel durchgeführten Messungen des Schallfeldes einer bestehenden Prüfstandsinfrastruktur am tgm (Technisches Gewerbemuseum Wien 1200) validiert.

Das Ergebnis des Vergleichs aus Messung und Berechnung ist in Abbildung 2 ersichtlich. Es zeigt sich eine für die vorgesehene Anwendung ausreichende Übereinstimmung zwischen Messung und FE-Berechnung.

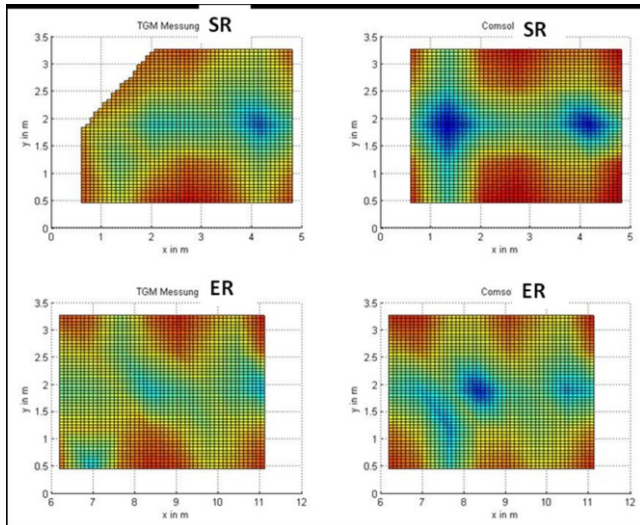


Abbildung 2: Schallfeld in Sende-(SR) und Empfangsraum (ER) im bestehenden Prüfstand des tgm. Messung (linke Spalte), Berechnung (rechte Spalte)

Die Diffusität des Schallfeldes in den Prüfräumen steht in enger Relation zu der Eigenmodendichte im untersuchten Frequenzband. Nachdem die Eigenmodendichte mit zunehmender Wellenlänge bei tiefen Frequenzen rasch abnimmt, ist die einwandfreie Planung der Raumgeometrien überaus wichtig. Unter Berücksichtigung der maximal handhabbaren Abmessungen in einer funktionellen Prüfstandsinfrastruktur, wurden die Dimensionen der Testboxen (in 50 bzw. 25 cm Schritten) variiert und die jeweilige Modendichte berechnet. Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse der durchgeführten Variantenstudie zur Ermittlung der optimalen Prüfstandsgeometrie für eine hohe Eigenmodendichte im tiefen Frequenzspektrum. Erkennbar ist die Modenwanderung aufgrund der Dimensionsvarianten.

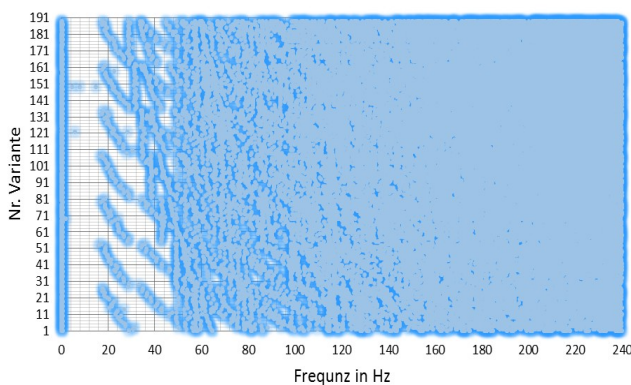


Abbildung 3: Darstellung der Eigenmodendichte über das Frequenzspektrum von 0-240 Hz der 191 untersuchten Prüfstandsgeometrievarianten.

Die in [3] und [4] ermittelte Geometrie wurde auf eine Mindestmodenzahl von 7 im Frequenzband von 63 Hz optimiert. Es zeigte sich, dass gewisse Kombinationen von Länge, Breite und Höhe bei geringeren Abmessungen zu höheren Modenzahlen führten. Dies ist auf eine günstigere Verteilung von diagonalen Moden zurückzuführen. Diese Dimensionen sind jene, welche die widersprüchlichen Anforderungen die sich aus der Handhabbarkeit einerseits und der schieren Größe für optimale Diffusität andererseits ergeben, am besten erfüllen. Das Ergebnis der Bemühungen zur Definition der idealen Prüfstandsgröße anhand der Anzahl der Eigenmoden ist in Abbildung 4 dargestellt.

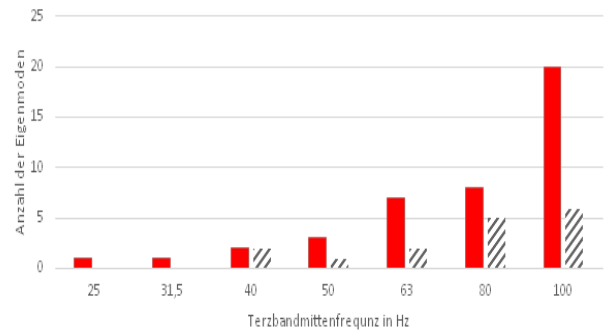


Abbildung 4: Darstellung der Anzahl der Eigenmoden im Terzband in der optimierten, großen Prüfstandsgeometrie (rot, voll) und im nach EN ISO 10140-1:2010 dimensionierten Prüfstand (schwarz, schraffiert).

Resümee

Die Dimensionierung des größeren Forschungsprüfstandes erfolgte unter der Prämisse der hohen Modenzahl im tiefen Frequenzbereich bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Handhabbarkeit von Bauteilen und Prüfraumböden. Dabei zeigte sich bei den durchgeführten Simulationen des Schallfeldes in den virtuellen Prüfräumen, dass bei bestimmten Dimensionsverhältnissen besonders viele Moden bei kleineren Abmessungen auftreten. Eine derartige Dimensionskombination wurde schließlich gewählt, wobei die untere Grenze für die Modenzahl in den Prüfboxen mit 7 Moden bei einer Frequenz von 63 Hz festgelegt wurde. Zum Nachweis der höheren Reproduzierbarkeit im Forschungsprüfstand aufgrund der gegenüber den Normvorgaben größeren Abmessungen wurden im Anschluss an die Dimensionierung zahlreiche virtuelle Schallpegelmessungen durchgeführt.

Literatur

- [1] Rasmussen, B. (ed.) Building acoustics throughout Europe. COST Action TU0901, Brüssel 2014.
- [2] Teibinger, M. et al.: Schallschutzplanung im Holzbau bei tiefen Frequenzen. BauphysikerInnen-Treffen 2015.
- [3] Dolezal, F. et al.: ACA – New research and testing competence for timber constructions with a focus on low frequencies. Euronoise (2015) Maastricht.
- [4] Neusser, M. et al.: Sound pressure field in two coupled rooms – Comparison of a finite element approach and an analytic solution. Euronoise (2015) Maastricht.