

## Bauakustische Eigenschaften von Bauteilen aus Leichtbauwerkstoffen

Philipp Meistring<sup>1</sup>, Bernd Nusser<sup>2</sup>, Ulrich Schanda<sup>3</sup>

Fachhochschule Rosenheim, 83024 Rosenheim, Deutschland, <sup>1</sup> Email: philipp.meistring@fh-rosenheim.de, <sup>2</sup> Email: bernd.nusser@fh-rosenheim.de, <sup>3</sup> Email: schanda@fh-rosenheim

### Leichte Holzverbundwerkstoffe für die Anwendung im Innenausbau

Leichte Holzverbundwerkstoffe sind dünne Holzwerkstoff-Decklagen im Verbund mit leichten Kernschichten aus Papierwaben, Kunststoffwaben, Kunststoffschäumen, Leicht-hölzern oder weichen Faserplatten. Trotz der geringen Rohdichten (ca. 150 - 500 kg/m<sup>3</sup>) können mit so aufgebauten Sandwichwerkstoffen sehr gute Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften erzielt werden.

### Forschungsprojekt „Leichtbau-Innenwände“

Im Forschungsprojekt „Holzbau der Zukunft“, Teilprojekt 09 „Leichtbau-Innenwände“ (Fachhochschule Rosenheim) werden Konstruktionsgrundlagen für die Anwendung derartiger Leichtbauwerkstoffe im Innenausbau erarbeitet. Ziel ist es, spezifische Werkstoffeigenschaften und deren Auswirkung auf die statische und bauphysikalische Bemessung von Innenausbauanteilen sowie herstellungs- und montage-technische Aspekte zu untersuchen. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Ermittlung des schalltechnischen Verhaltens leichter Holzverbundwerkstoffe als Grundlage für die Entwicklung leichter Trennwandkonstruktionen. Dazu wurden auch schalltechnische Material- und Bauteiluntersuchungen durchgeführt.

### Materialuntersuchungen an 50 Leichtbauwerkstoffen

- Luftschallmessung im Türenprüfstand (1x2m<sup>2</sup>) in ein- und zweischaliger Anordnung
- Verlustfaktormessung (siehe Beitrag DAGA 2007, B. Nusser (FH Rosenheim), ua.: „Innere Verlustfaktoren ausgewählter Leichtbauwerkstoffe und ihre Ermittlung“)
- Ermittlung mechanischer Eigenschaften (insbesondere vierschnittige Biegeversuche zur Ermittlung der Biegesteifigkeit bei querkräftfreier Biegung)

### Bauteiluntersuchung an Prototypen



- Messung der Schalldämmung nach ISO 140-3 an drei abgeleiteten Prototypenkonstruktionen und optimierten Varianten.

### Schalldämmung mit Sandwichwerkstoffen

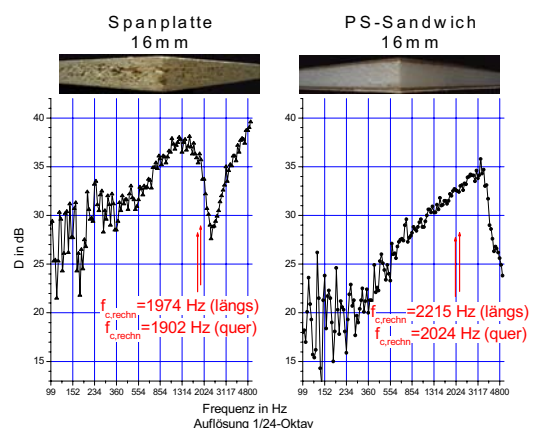
Lage und Ausprägung des Koinzidenzeinbruchs der Schalldämmkurven charakterisieren das schalltechnische Verhalten eines Beplankungswerkstoffes und beeinflussen maßgeblich das bewertete Schalldämm-Maß daraus aufgebauter Konstruktionen. Die Lage der Koinzidenzgrenzfrequenz  $f_c$  wird nach Gleichung 1 für Plattenmaterialien in Abhängigkeit von flächenbezogener Masse  $m'$  und Plattenbiegesteifigkeit  $B'$  bestimmt [1] [2].

$$f_c = \frac{c_0^2}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{m'}{B'}} \quad (1)$$

**Tabelle 1 Berechnung der Plattenbiegesteifigkeit für homogene und geschichtete Plattenwerkstoffe**

homogene, dünne Platten (für $t < 6 \cdot \lambda_b$ )	symmetrische Sandwichplatte mit dünnen Deckschichten und biegeweicher Kernschicht
	
$B' = \frac{E}{1 - \mu^2} \cdot \frac{t^3}{12} \quad (2)$	$B' = \frac{E_{DS}}{1 - \mu^2} \cdot 2 \cdot \left( \frac{t_{DS}^3}{12} + t_{DS} \cdot d_{DS}^2 \right) \quad (3)$

$B'$  kann für dünne, homogene Werkstoffe nach Gleichung 2 (in Tabelle 1) bestimmt werden. Für  $t > \lambda_b/6$  ( $\lambda_b$  = Biegewellenlänge) werden die Platten nicht mehr als „akustisch dünn“ eingeordnet und der Einfluss von Schubdeformationen bei der Plattenbiegung ist zu berücksichtigen [1] [2]. Konventionelle (homogene) Beplankungswerkstoffe in üblichen Stärken fallen für den bauakustisch bewerteten Bereich unter diese Grenze. Dementsprechend stimmt der berechnete Wert für die Koinzidenzgrenzfrequenz einer 16mm Spanplatte ( $B'$  nach Gleichung 2) mit dem Einbruch in der Schalldämmkurve gut überein (Luftschallmessung im Türenprüfstand, Abbildung 1, linkes Diagramm).



**Abbildung 1:** Luftschallmessung im Türenprüfstand: Pegeldifferenz im Frequenzverlauf (1/24-Oktav-Auflösung) mit berechneten Koinzidenzgrenzfrequenzen ( $B'$  nach Gleichung 2 bzw. Gleichung 3).  $f_c$  wurde für jedes Material richtungsabhängig in Längs- und Querausrichtung bestimmt. Zugrunde liegende Materialparameter wurden im vierschnittigen Biegeversuch ermittelt.

Für Sandwichwerkstoffe mit biege- und schubweichen Kernen kann die Biegesteifigkeit nach einem Ansatz aus der technischen Mechanik für zusammengesetzte Querschnitte

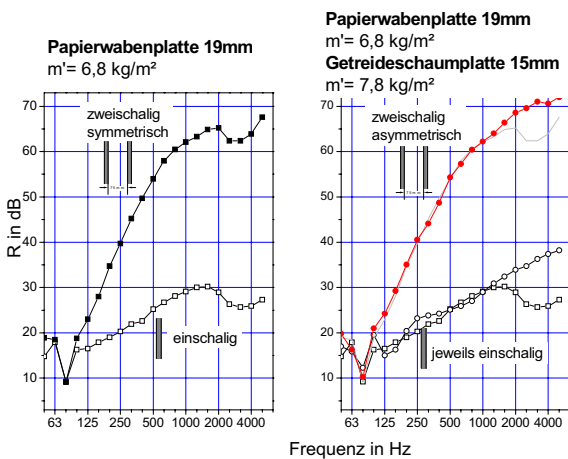
berechnet werden (Gleichung 3 in Tabelle 1). Die daraus errechnete Koinzidenzgrenzfrequenz einer PS-Sandwichplatte weicht aber vom Koinzidenzeinbruch der entsprechenden Schalldämmkurve deutlich ab (Abbildung 1, rechtes Diagramm). Ursächlich für diese Abweichung ist die Beeinflussung der Ausbreitungsgeschwindigkeit von Biege- wellen der Sandwichplatte durch Schubverformungen der Kernschicht im bauakustisch relevanten Bereich [1] [3].

Die rechnerische Bestimmung des realen Verlaufs der Biege wellengeschwindigkeit für eine Sandwichplatte zur Prognose von  $f_c$  wird somit sehr komplex. Einflussgrößen sind neben den (richtungsabhängigen) dynamischen E-Moduli der Deckschichten auch die (frequenz- und richtungsabhän- gigen) dynamischen Schubmoduli der Kernschicht und die Verlustfaktoren der verwendeten Materialien.

### Trennwände aus Leichtbauwerkstoffen

Bei der Entwicklung von Trennwandprototypen auf Basis von Leichtbauwerkstoffen kann zur schalltechnischen Opti- mierung auf folgende Konstruktionsansätze zurückgegriffen werden:

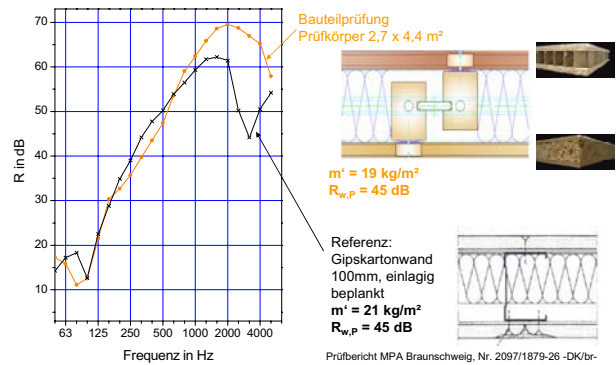
- asymmetrischer Wandaufbau: die verwendeten Beplan- kungswerkstoffe sollten ihren Koinzidenzeinbruch in möglichst unterschiedlichen Frequenzbereichen auf- weisen (Abbildung 2)
- hohe Materialdämpfung zur Reduzierung von Reso- nanzeinbrüchen der Schalldämmkurve
- möglichst gute Körperschallentkopplung der Schalen
- Gewährleistung einer möglichst ungehinderten Biege- wellenausbreitung über Plattenstöße hinweg zur Ver- meidung von erhöhter Abstrahlung.



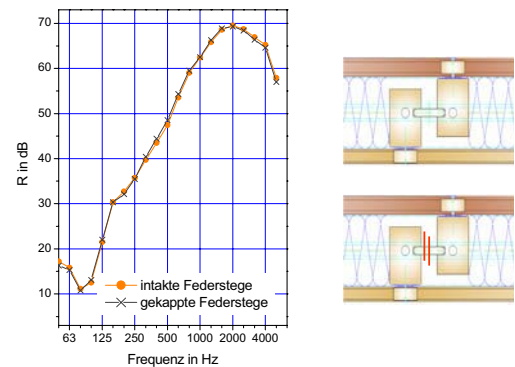
**Abbildung 2:** Luftschallmessung im Türenprüfstand: symmetrischer zweischaliger Aufbau (links) und asymmetrischer zweischaliger Aufbau (rechts).

Ein Beispiel für einen Trennwandaufbau aus leichten Holzverbundwerkstoffen ist in Abbildung 3 dargestellt. Im Vergleich mit einer konventionellen Gipskartonständerwand ergibt sich für die Konstruktion aus leichten Holzverbundwerkstoffen das gleiche bewertete Schalldämm-Maß bei etwa 10% geringerem Flächengewicht. Es fällt auf, dass die Schalldämmung in hohen Frequenzen bei der Holzkonstruk-

tion deutlich höher ist als bei der Gipskartonkonstruktion. Das Defizit der Holzkonstruktion gegenüber der Gipskartonkonstruktion bei mittleren Frequenzen ist auf eine erhöhte Körperschallübertragung im Bereich des umlaufenden Rahmens zurückzuführen. Dieser ist im Bereich der Bauteilanschlüsse (Boden-, Decken-, Wandanschluss) in Form von massiven, nicht getrennten Holzriegeln angeordnet. Die angestrebte Körperschallentkopplung im Bereich des Ständerwerks (Ausführung als „Federstegständer“, siehe Abbildung 3) ist dagegen im bauakustisch bewerteten Frequenzbereich voll wirksam: die Bauteilmessung der Konstruktion mit intakten Federstegen im Vergleich mit einer Variante mit gekappten Federstegen ergab einen nahezu identischen Verlauf der Schalldämmkurve über den gesamten bewerteten Frequenzbereich (Abbildung 4).



**Abbildung 3:** Luftschallmessung eines Prototyps aus leichten Holzverbundwerkstoffen im Vergleich mit einer Gipskartonständerwand.



**Abbildung 4** Luftschallmessung eines Prototyps aus leichten Holzverbundwerkstoffen. Messung mit intaktem Federstegständer im Vergleich mit einer Messung mit gekappten Federstegen.

### Literatur

[1] Cremer, Heckl: Körperschall. Springer Verlag, Berlin

[2] DIN EN 12354-1:2000-12: Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften, Teil 1, Deutsche Norm, Dezember 2000

[3] Wennhage, P.: Structural-Acoustic Optimization of Sandwich Panels. Department of Aeronautics Division of Lightweight Structures, Royal Institute of Technology, Stockholm (Sweden), 2001