

# Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten, Teil 2: Stoßstellendämm-Maße von Massivholzelementen für die Prognose nach EN 12354

Markus Schramm<sup>1</sup>, Andreas Rabold<sup>1</sup>, Florian Linner<sup>1</sup> und Michael Rudolf<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ift Rosenheim GmbH, 83026 Rosenheim,  
E-Mail: m.schramm@ift-rosenheim.de

## Einleitung

Für die Berechnung der Luft- und Trittschallübertragung in der Bausituation hat sich das SEA-basierte Berechnungsmodell nach EN 12354[1] etabliert. Die der SEA zugrunde liegende Voraussetzung einer ausreichenden Eigenmodendichte ist für massive Holzbauteile im mittleren und hohen Frequenzbereich, in dem die Flankenübertragung eine Rolle spielt, erfüllt. Für die Anwendung im Massivholzbau fehlen jedoch noch Planungswerte für die Bauteilstöße sowie eine Validierung des Verfahrens.

Die Ermittlung der Stoßstellendämm-Maße mit unterschiedlichen Anregungsarten, der Einfluss unterschiedlicher Stoßanbindungen und Bauteilmassen sowie die Validierung des Berechnungsmodells nach [1] anhand direkt gemessener Flankendämm-Maße werden in diesem Beitrag behandelt. Die vorgestellten Ergebnisse basieren auf Zwischenergebnissen eines aktuellen Gemeinschafts-Forschungsvorhabens zwischen der TU München, der Hochschule Rosenheim und dem ift Rosenheim [2].

## Zu untersuchende Stoßvarianten

Die innerhalb des Projekts durchzuführenden Bauteil- und Stoßstellenmessungen an Massivholzbauteilen dienen als Eingangsgrößen für die Luft- und Trittschallberechnung anhand der SEA-Methode und der vereinfachten Prognose nach [1]. Die Festlegung der zu prüfenden Bauteile und Stoßstellen erfolgte anhand der Datensätze vorausgegangener Arbeiten [3], [4] und [5]. In Tabelle 1 sind die Stoßvarianten dargestellt, welche innerhalb der Bearbeitungszeit untersucht werden sollen. Die Messungen erfolgen sowohl direkt am Massivholzelement als auch mit Zusatzbeplankungen ( $1 \times 12,5 \text{ mm GKB } m \geq 8 \text{ kg/m}^2$  und beidseitig  $2 \times 18 \text{ mm GF } m \geq 18 \text{ kg/m}^2$ ).

Tabelle 1: Zu untersuchende Stoßvarianten

T-Stoß vertikal	T-Stoß horizontal (Decke flankierend)	T-Stoß horizontal (Wand flankierend)

## Richtungsabhängigkeit von $K_{ij}$ bei unterschiedlichen Bauteilmassen

Nach ISO 10848 [6] wird das Stoßstellendämm-Maß von der richtungsgemittelten Schnellepegeldifferenz abgeleitet. Um diese zu bestimmen wird die Messrichtung (angeregtes  $\Rightarrow$  abstrahlendes Bauteil) nach der Messung getauscht und die Pegeldifferenz erneut gemessen. Hierbei tritt bei sehr unterschiedlichen Bauteilmassen der Effekt auf, dass der Energiefluss vom schweren in das leichte Bauteil deutlich größer ist als anders herum. Das schwerere Bauteil regt auf Grund des günstigeren Impedanz-Verhältnisses das leichte deutlich stärker an vgl. Abbildung 1.

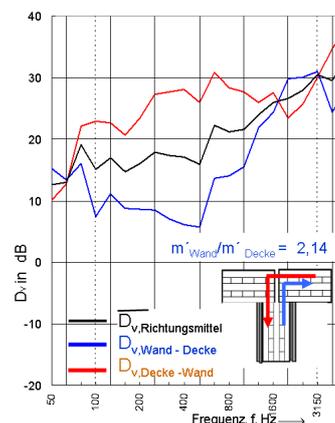
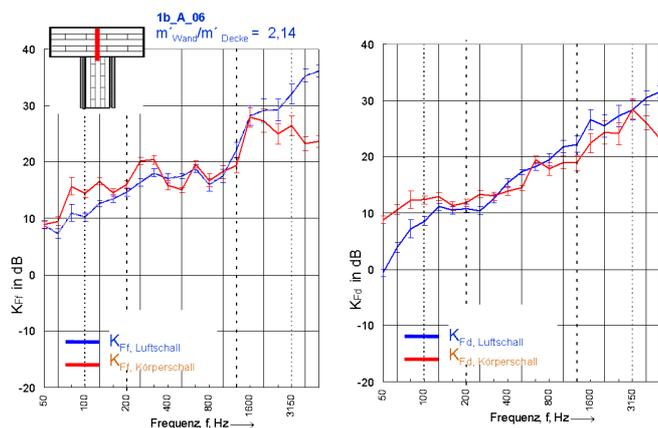


Abbildung 1: Richtungsabhängigkeit der Schnellepegeldifferenzen bei unterschiedlichen Masseverhältnissen zwischen angeregtem und abstrahlendem Bauteil.

## Vergleich der Anregungsarten

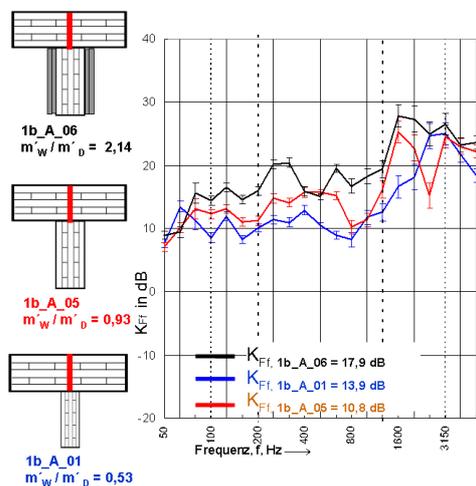
Die untersuchten Brettsperrholzelemente werden werkseitig mit einer Breite von 1,25 m und beliebiger Länge gefertigt. Dies hat zur Folge, dass die untersuchten Bauteile aus mehreren in der Breite gestoßen und durch Fremdfedern verbundenen kleinformatischen Brettsperrholzelementen bestehen. Bei punktueller Körperschallanregung z.B. mittels eines elektrodynamischen Schwingerregers, führt dies dazu, dass die Schnellepegel über der Bauteilbreite - bedingt durch die Elementstöße - stark abnehmen. Da dadurch die nach [6] erforderliche Voraussetzung eines diffusen Körperschallfeldes nicht mehr gegeben ist, wurden zusätzliche Messungen mit Luftschallanregung durchgeführt und damit ein diffuses Körperschallfeld erzwungen. Der Vergleich der Ergebnisse beider Anregungsarten in Abbildung 2 macht deutlich, dass die unterschiedlichen Anregungsarten vergleichbare Ergebnisse liefern. Dargestellt ist für einen exemplarischen Prüfaufbau das Stoßstellendämm-Maß für die Übertragungswege  $F_f$  und  $F_d$ .



**Abbildung 2:** Einfluss der Anregungsart auf das Stoßstellendämm-Maß für die Übertragungswege Ff und Fd. Luftschallanregung:  $K_{Ff} = 17,6$  dB,  $K_{Fd} = 16,5$  dB, Körperschallanregung:  $K_{Ff} = 17,9$  dB,  $K_{Fd} = 15,8$  dB

### Einfluss von Sperrmassen auf das Stoßstellendämm-Maß $K_{Ff}$

Beim getrennten horizontalen T-Stoß (Decke flankierend) zeigt das Stoßstellendämm-Maß eine starke Abhängigkeit von der angeschlossenen Trennwandmasse (vgl. Abbildung 3). Je höher die flächenbezogene Masse der Wand desto größer das Stoßstellendämm-Maß. Läuft die Decke über der Trennwand durch, ist diese Abhängigkeit nicht zu beobachten. Daraus folgt, dass eine Erhöhung der Flächenmasse des angeschlossenen Bauteils erst dann sinnvoll ist, wenn mittels Trennfuge erzwungen wird, dass die Körperschallübertragung über das angeschlossene Bauteil erfolgen muss.



**Abbildung 3:** Einfluss einer Sperrmasse auf das Stoßstellendämm-Maß beim getrennten T-Stoß.

### Validierung der Stoßstellendämm-Maße mittels Flankendämm-Maße

Weiterhin sollte die Verlässlichkeit der ermittelten Stoßstellendämm-Maße durch messtechnisch bestimmte Flankendämm-Maße überprüft werden. Ermittelt wurden diese durch sukzessive Unterdrückung der Übertragungswege mittels Abschottungsmaßnahmen der Stoßbauteile. Sind die richtungsgemittelten Schnellepegeldifferenzen  $D_{v,ij}$

und Schalldämmmaße  $R_{i,w}$  und  $R_{j,w}$  sowie die geometrischen Randbedingungen der Stoßbauteile bekannt, bietet [1] mittels Gleichung (1) die Möglichkeit das Flankendämm-Maß  $R_{ij,w}$  zu prognostizieren. Da bis dato noch nicht alle Schalldämm-Maße der Einzelbauteile vorlagen, wurden diese mit Gleichung (2) abgeschätzt. Die Prognose erfolgte ‚in situ‘, da sowohl die Flanken- als auch die Stoßstellendämm-Maße immer unmittelbar hintereinander am selben Prüfaufbau gemessen worden sind.

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w,situ} + R_{j,w,situ}}{2} + \Delta R_{ij,w,situ} + D_{v,ij,w,situ} + 10 \log \left( \frac{S_s}{\sqrt{S_i \cdot S_j}} \right) \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

$$R_{w,0} = 32,05 * \log(m'_{\text{Wandplatte}}) - 18,68 + K_{\text{Wandtyp}} \quad [\text{dB}] \quad (2)$$

Der Abgleich wurde an neun Prüfaufbauten für den Übertragungsweg Ff und vier Aufbauten auf den gemischten Übertragungswegen Fd und Df am horizontalen T-Stoß (Decke flankierend) durchgeführt. Subtrahiert man vom gemessenen Flankendämm-Maß das prognostizierte, ergibt sich für die Differenz eine Standardabweichung für den Weg Ff von 0,9 dB und eine absolute Abweichung von +/- 2 dB. Bei den gemischten Übertragungswegen liegt die Standardabweichung bei 2,3 dB und die absolute Abweichung bei +/- 4 dB.

Die Schwankungen befindet sich im bauakustisch üblichen Rahmen und bildet ein weiteres Indiz dafür, dass die nach [6] ermittelten Stoßstellendämm-Maße zur Prognose für den Holzmassivbau angewendet werden können.

### Literatur

- [1] DIN EN 12354, Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 1 und Teil 2, 2000
- [2] Wohlmuth, B., Rank, E., Kollmannsberger, S., Schanda, U., Rabold, A., Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten - Modellierung, numerische Simulation, Validierung - Kooperationsprojekt, TU München, Hochschule Rosenheim, ift Rosenheim, in Bearbeitung
- [3] Schramm, M., Dolezal, F., Rabold, A., Schanda, U., Stoßstellen im Holzbau – Planung, Prognose und Ausführung, Tagungsband DAGA 2010
- [4] Dolezal, F., Bednar, T., Teibinger, M., Flankenübertragung bei Massivholzkonstruktionen, Teil 1, Bauphysik 2008, 30, 143-15
- [5] Schumacher, R., Pütz, M., Saß, B., Grundlagenuntersuchung zum Stoßstellendämm-Maß im Holzbau, Forschungsbericht des ift Rosenheim, 2001
- [6] DIN EN ISO 10848, Akustik - Messung der Flankenübertragung von Luftschall und Trittschall zwischen benachbarten Räumen in Prüfständen, Teil 1 - Teil 4