

Schalldämmung von Trennwänden in Brettsperrholz-Bauweise - Einfluss von Konstruktionsdetails

Heinz Ferk¹, Christopher Leh¹, Markus Mosing¹, Selina Vavřík-Kirchsteiger¹, Bernd Nusser²

1

¹ Technische Universität Graz, Labor für Bauphysik, 8010 Graz, E-Mail: ferk@tugraz.at

² Holzforschung Austria, 1030 Wien, E-Mail: b.nusser@holzforschung.at

Einleitung

Für Entwurf und Planung von Holzbauten ist es wesentlich, über Leistungsänderungen durch Modifikationen Bescheid zu wissen, nur so kann ein kostengünstiges und funktionales Gebäude errichtet werden. Ganz besonders gilt dies für die schalltechnischen Eigenschaften. Kleine Änderungen können hier zu deutlichen Leistungsänderungen führen. Zusätzlich ist hier aber nicht nur die mindesterforderliche Schalldämmung im Sinne einer Einzahlangabe ein Thema, sondern verstärkt auch der Verlauf der Schalldämmung über das Frequenzspektrum, um einen möglichst an die Nutzung angepassten Schallschutz sicher zu stellen, bzw. ungünstige Effekte hintanzuhalten. So sollte man vermeiden, dass die Schalldämmung über das Spektrum deutliche Einbrüche aufweist, insbesondere in Bereichen, die für die Nutzung relevant sind. Aber auch zu große Gradienten zwischen den einzelnen Terzbandbereichen können eine unangenehme Empfindung eines nicht zufriedenstellenden Schallschutzes beim Empfänger bewirken, trotz ansonsten vielleicht ausreichender bewerteter Schalldämmung. Im Folgenden wird auf einige Ergebnisse von durchgeführten systematischen Untersuchungen zu Holzmassivtrennwänden im Rahmen des Forschungsprojektes Sound.Wood.Austria näher eingegangen.

Einfluss der Plattendicke

Bei den Holzmassiv-Doppelwänden wurden 2 Plattentypen in verschiedenen Variationen untersucht: 80 mm 3S und 100 mm 5S, wobei diese sowohl symmetrisch als auch asymmetrisch angeordnet wurden. Ebenso variiert wurden Abstände, Beplankungen, und es wurden auch Varianten mit verschiedenen Vorsatzschalen untersucht. Zu beachten ist, dass es sich auch hier um „auf der sicheren Seite“ liegende Prüfstandswerte ohne jegliche Zu-/Abschläge handelt. Der Einbau erfolgte dabei in einen Betonrahmen mit körperschalldämmender Ausbildung der Anschlussfuge zur Versuchswand, bei rund 11,6 m² Prüfandfläche und allseitig geschlossenem Rahmen. Sämtliche Messungen wurden am Labor für Bauphysik der TU Graz durchgeführt. Bei Anordnungen von Versuchselementen z.B. über mehrere Räume durchlaufend, eine seitlich offene Dämmstoffebene (die Trennfuge reicht z.B. über mehrere Geschoße oder Räume hinweg), sowie auch eine Anordnung mit durchgehender Trennung, wie dies z.B. in der Praxis z.B. bei Reihenhäusern konstruktiv der Fall sein kann, sind günstigere Werte zu erwarten, wobei in Situ immer auch die Wirkungen möglicher Nebenwegs Übertragungen zusätzlich zu beachten sind.

Abbildung 1 zeigt am Beispiel von unbeplankten BSH Wandschalen mit 60 mm mit leichter Dämmung (Trennwandklemmfilz) gefülltem Zwischenraum, dass dickere Platten das Ergebnis deutlich weniger beeinflussen als ein asymmetrischer Aufbau, der hier über den gesamten Frequenzbereich Vorteile bringt.

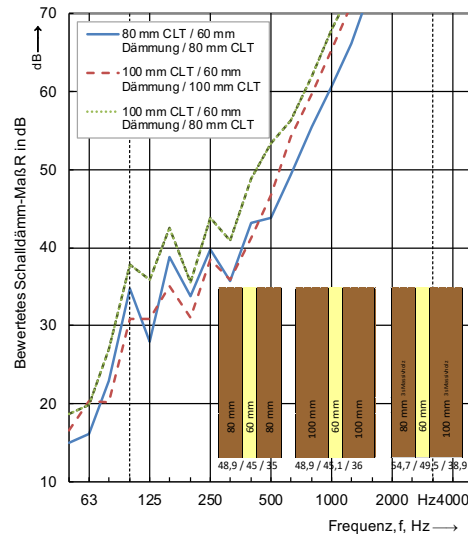


Abbildung 1: Bauakustischer Einfluss verschiedener Dicken-Modifikationen an zweischaligen Massivholz-Trennwänden. Trennwandfuge 60 mm (voll ausgedämmt); Ergebnisse R_w | $R_w + C_{50-3150}$ | $R_w + C_{tr,50-3150}$ in dB

Einfluss des Abstandes der Wandschalen

Für diese zweischaligen Trennwandkonstruktionen lässt sich überschlägig eine Resonanzfrequenz abschätzen, wobei man dabei bedenken muss, dass es etliche Einflussgrößen gibt, die nicht im einfachen Abschätzung nicht enthalten sind. Im vorliegenden Fall der oben dargestellten Wände ergeben sich so Werte für die Resonanzfrequenz bei der Wand mit 2 x 80 mm CLT von rund 51 Hz, bei 2 x 100 mm von rund 45 Hz und bei der Kombination der verschiedenen Plattendicken 48 Hz. Bei Verdoppelung des Abstandes der Platten auf 120 mm sinken diese geschätzten Resonanzfrequenzen deutlich auf 36/32/34 Hz, was auf ein entsprechend günstigeres Verhalten im tieffrequenten Bereich hinweist, da bekannten Maßen die günstige Wirkung einer zweischaligen Konstruktion erst rund ab dem 1,4-fachen der Resonanzfrequenz zum Tragen kommt, im Bereich der Resonanzfrequenz aber dämpfungsabhängig deutlich ungünstiger wirken kann. Auch werden Resonanzfrequenzen bei terzbandmäßig ungünstiger Lage und nicht immer im gemessenen Spektrum sichtbar sein. Insgesamt steigt aber auch die Schalldämmung mit größerem Abstand bei der Messung, wie

Abbildung 2 erkennen lässt

Sichtbaren Holzoberflächen im Mehrgeschoß-Wohnbau sind daher bei entsprechendem Schalensabstand durchaus möglich, wenn man in der Planung auch geeignete Maßnahmen zur Beherrschung bezüglich der Schalllängsleitung der gewählten Gebäudestruktur trifft.

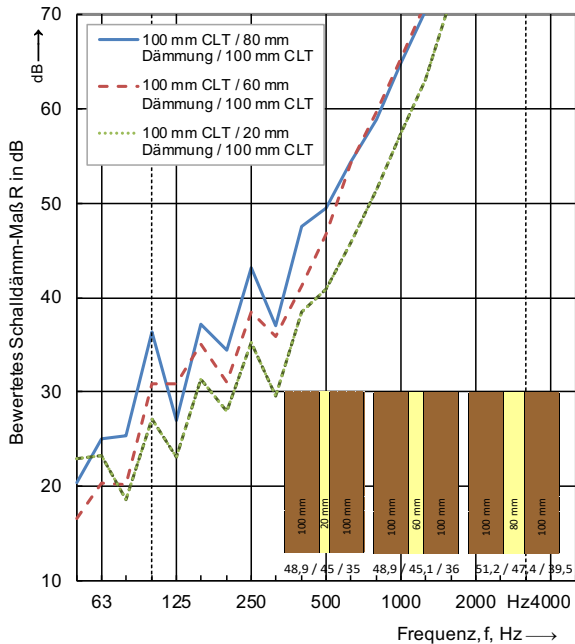


Abbildung 2: Auswirkung der Variation des Abstands der Wandschalen Ergebnisse $R_w | R_w + C_{50-3150} | R_w + C_{tr,50-3150}$ in dB

Verzichtet man auf sichtbare BSH-Oberflächen, kann durch zusätzliche Beplankungen mit schwereren Platten, wie Gipskarton, Gipsfaser oder dgl., die Schalldämmung meist weiter erhöht werden, wie Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. zeigt.

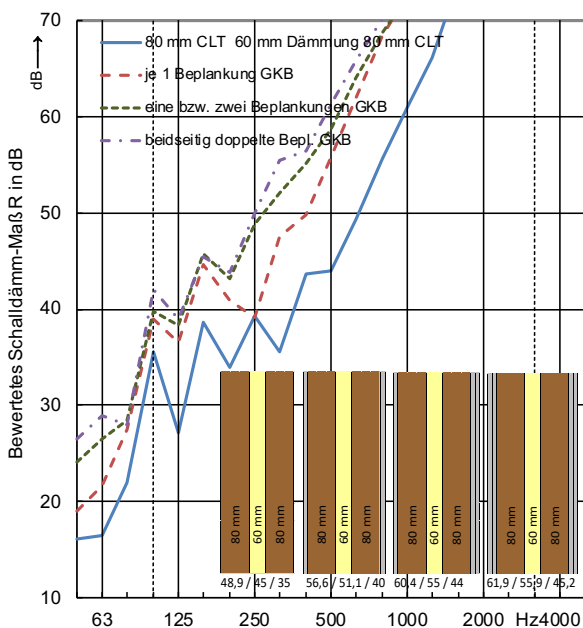


Abbildung 3: Auswirkung der Variation des Abstands der Wandschalen Ergebnisse $R_w | R_w + C_{50-3150} | R_w + C_{tr,50-3150}$ in dB

Neue Ergebnisse dazu zeigen aber auch, dass eine zusätzliche Beplankung in bestimmten Fällen dagegen auch zu einer Reduktion der Schalldämmung führen kann. Weitergehende Untersuchungen zu diesem Effekt, der bisher nur bei Deckenkonstruktionen beobachtet wurde und für den als Ursache ein Einfluss der Koinzidenzgrenzfrequenzen der Brettsperrholzplatte vermutet wird, laufen aktuell.

Doppelwände mit Vorsatzschalen

Ein gänzlich anderes Verhalten zeigen die Doppelwände bei Verwendung von Vorsatzschalen. Werden die jeweiligen Beplankungen über eine Lattung auf die Brettsperrholzwand verschraubt, hat dies mehrere Auswirkungen. Zum einen führt dies meist zu einer deutlichen Reduktion der Schalldämmung im tieffrequenten Bereich. Ohne starre Verbindung bei Anordnung der Vorsatzschalen würde es sich hier um einen Vier-Massen-Schwinger handeln. Wird die Vorsatzschale über eine starr verschraubte Lattung auf die Brettsperrholzwand montiert, kommt es zusätzlich zu einem direkten Austausch von Schwingungsenergie zwischen Vorsatzschale und Brettsperrholz über diese starr verbundene Lattung, und auch zu einer Überlagerung der Eigenmoden der einzelnen schwingungsfähigen Systeme. Insbesondere die ersten, tieffrequenten Moden der Brettsperrholzwand ist die Vorsatzschale weitgehend transparent, und kann hier wenig zur Verbesserung der Sc

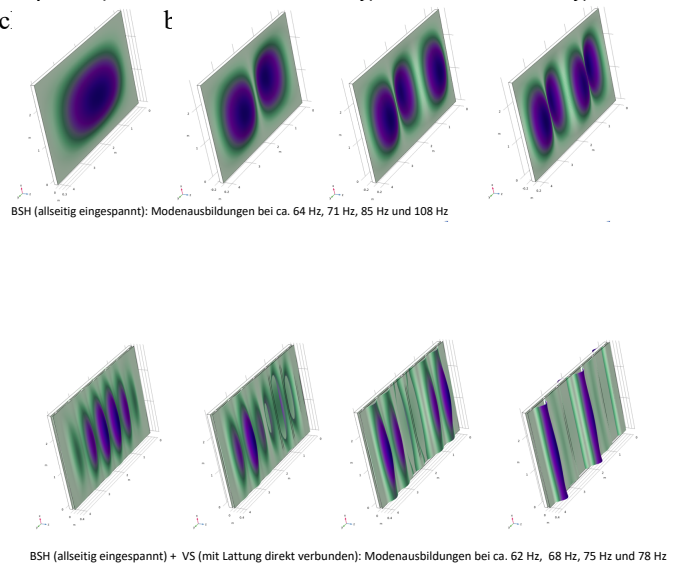


Abbildung 4: Beispiel für Modenbildung: oben: die ersten 4 Moden einer allseitig eingespannten Brettsperrholzplatte 3s 100 mm; unten: die ersten 4 Moden einer allseitig eingespannten Brettsperrholzwand mit über eine Lattung direkt verschraubter Vorsatzschale, von der Vorsatzschale aus gesehen.

Die Wirkung der hier vorliegenden Vorsatzschale macht sich ab etwa 100 Hz bemerkbar, der deutliche Anstieg der Schalldämmung setzt sich dann mit gesamt bis zu über 15 dB Anstieg innerhalb eines Terzbandes fort. Das bedeutet, dass ein sehr hoher Schallschutz für Nutzungen wie Sprache

erreicht wird, aber nur eine geringe Dämmung tieffrequenter Geräusche unterhalb des Terzbandes von 100 Hz vorhanden ist. Für die Anwendung zB. als Wohnungstrennwand sollte man, auch wenn die geforderte Einzahlangabe, das bewertete Schalldämm-Maß R_w , eine ausreichende Mindest-Schalldämmung andeutet, dennoch unbedingt darauf achten, derartige massive Differenzen in der Schalldämmung zwischen einzelnen Terzbändern zu vermeiden. Dies führt ansonsten zu einer Art „Bandpass-Filterwirkung“, bei der dann tieffrequente Geräuschanteile zwischen den Nutzungseinheiten besonders herausstechen. Unsymmetrische Anordnungen zB. der Vorsatzschalen, aber auch höheres Gewicht (und dadurch tiefere Abstimmung) können hier zumindest kleine Verbesserungen bringen, wie auch in Abbildung 5 zu erkennen ist.

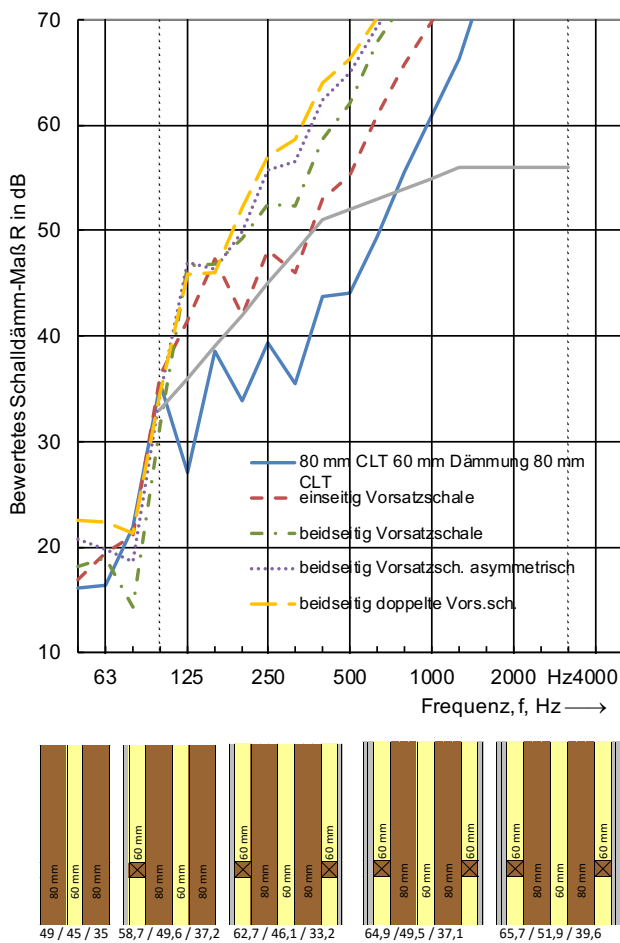


Abbildung 5: Brettsperrholz-Trennwand als Doppelwand mit einer Variation der Vorsatzschalen auf 6 cm dicker, direkt verschraubter Lattung. Ergebnisse R_w | $R_w + C_{50-3150}$ | $R_w + C_{tr,50-3150}$ in dB

Mit freistehenden Vorsatzschalen kann die Übertragung von Körperschallenergie zwischen der Massivholzwand und der Vorsatzschale weitgehend unterbunden werden. Weist die Vorsatzschale, wie in Abbildung 6, zB. 100 mm Abstand auf, so ergibt sich bei der vereinfachten Betrachtung als Zweimassenschwinger eine Resonanzfrequenz um 70 Hz. Eine Resonanz zeichnet sich auch augenscheinlich auch im 63 Hz Terzband deutlich ab. Die Schalldämmung der tiefer

abgestimmten Vorsatzschalen steigt darüber von rund 21 dB bei den tiefen Frequenzen extrem an, bis über 60 dB innerhalb einer Oktave bei der beidseitigen angeordneten Vorsatzschale, so dass auch hier tieffrequente Geräusche besonders deutlich hervortreten würden, mittel- und hochfrequente Geräusche aber extrem gut gedämmt werden.

Kann man auf Konstruktionen mit Vorsatzschalen zum Beispiel für die Dämmung der Schall-Längsleitung nicht verzichten, sollte man jedenfalls möglichst schwere, biegeweiche Schalen mit dem größtmöglichen Abstand wählen und auf jeden Fall einen zu geringen Abstand der Doppelmassivholzwand vermeiden, um eine Resonanzüberlagerung im 63 Hz Terzband jedenfalls zu vermeiden.

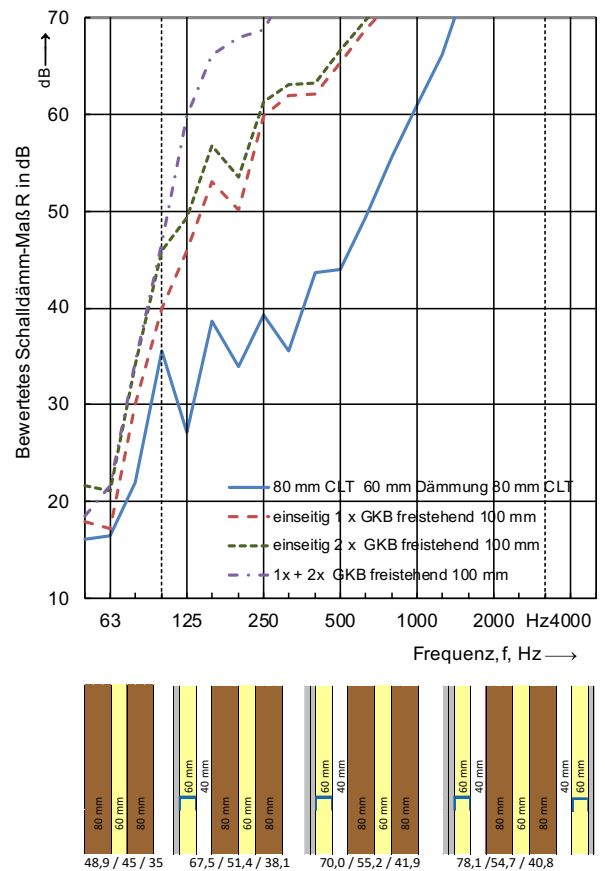


Abbildung 6: Brettsperrholz-Doppelwand mit Variation freistehender Vorsatzschalen. Ergebnisse R_w | $R_w + C_{50-3150}$ | $R_w + C_{tr,50-3150}$ in dB

In Hinblick auf den tiefen Frequenzbereich wirkt sich ein asymmetrischer Aufbau zB. durch Kombination von Vorsatzschale und direkter Beplankung günstiger aus, wie **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt.

Wie zu erkennen ist, sollte man bei der Konzeption des Bausystems – sofern die geplante Nutzung auch tieffrequente Geräusche betrifft - unbedingt auch auf das tieffrequente Verhalten der Bauteile achten, und für eine schalltechnisch gute Bauweise zu große Differenzen in der

Schalldämmung in den Bereichen über und unter 100 Hz möglichst zu reduzieren trachten, auch wenn dies in den baurechtlichen Mindestanforderungen aktuell nicht explizit gefordert ist.

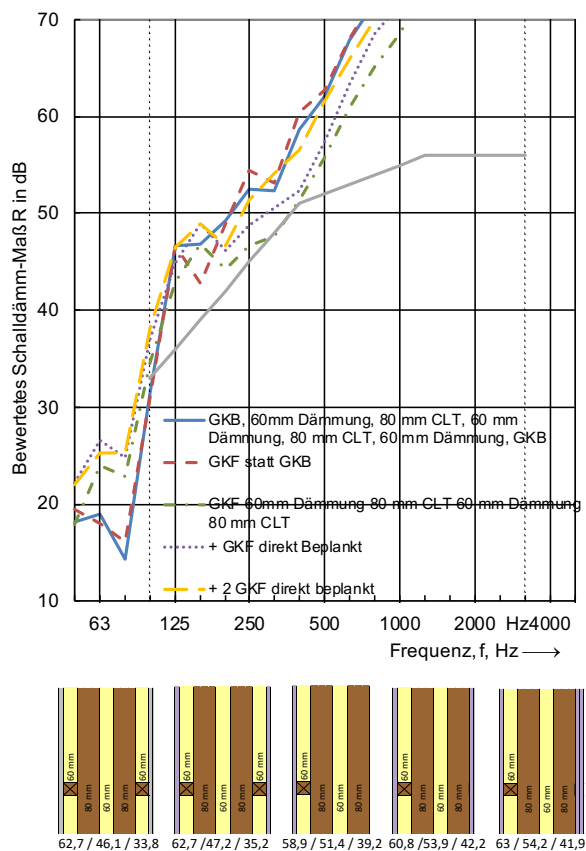


Abbildung 7: Günstigere Wirkung asymmetrischer Aufbauten im Frequenzbereich unter 100 Hz. Ergebnisse $R_w | R_w + C_{50-3150} | R_w + C_{tr,50-3150}$ in dB

Insbesondere im Wohnbau ist jedenfalls mit tiefen Frequenzen in der Nutzung zu rechnen. Im Bürobau, wo es hauptsächlich auf die Sprachnutzung ankommt, war dies bisher weniger relevant, sollte aber dennoch in der Planung nicht vergessen werden, in Hinblick u.A. auf die aktuell häufiger zum Einsatz kommenden Multimediasysteme, die immer mehr auch tieffrequent wirksam sind.

Ergebnisse und Diskussion

Um doppelschalige Holztreppwände möglichst breitbandig in Bezug auf die Schalldämmung wirksam zu gestalten und diesbezüglich günstig auszuführen, sollte bei der Konzeption von Bauteilaufbauten unbedingt auf die verschiedenen Mechanismen der Schallenergieübertragung geachtet werden.

Bei doppelschaligen Holzmassiv-Trennwänden kann ein günstiges tieffrequentes Verhalten zum einen durch entsprechende Wahl des Abstandes erzielt werden. Je größer der Abstand, desto tiefer Abstimmung die Resonanzfrequenz und desto tiefer kommt die günstige Wirkung der Doppelschaligkeit zum Tragen.

Darüber hinaus sollten unter anderem folgende Aspekte bei der Planung beachtet werden:

- beim Einsatz von Vorsatzschalen keine zu geringen Abstände wählen, und besonders auf die Resonanzfrequenz achten, meist reicht für die Praxis dazu die vereinfachte Abschätzung als Zweimassenschwinger.
- Asymmetrische Anordnungen wirken sich in der Regel günstig auf den Verlauf im tieffrequenten Bereich aus. Zu beachten ist dabei jedoch, dass dies auch für die Schalllängsleitung entsprechende Adaptierungen erfordert.
- Freistehende Vorsatzschalen erreichen sehr hohe Einzahlwerte, dennoch sollte hier für den tieffrequenten Bereich auf die Auslegung auf tiefe Resonanzfrequenzen und/ oder asymmetrische Anordnungen nicht vergessen werden, andernfalls steht einer extremen Schalldämmung eine nur geringe Schalldämmung im tieffrequenten Bereich gegenüber, was bei den Nutzern nicht selten als unangenehm empfunden wird (Diese „Bandpassfilterwirkung“ führt zu einem empfundenen „Dröhnen“ der Konstruktion)
- Die Dämmung zwischen Holz Doppelwänden (und natürlich auch von Vorsatzschalen) darf bekannter weise nur eine geringe dynamische Steifigkeit aufweisen, um Körperschallübertragung hintanzuhalten und die Resonanzfrequenz tief zu halten. (Die Alternative eines Luftabstandes zwischen den Doppelwänden in Kombination mit einer schwereren, steiferen Dämmung wird aus ausführungstechnischen Gründen, der gegebenen Konvektionsgefahr, Brandschutz etc. nicht empfohlen; auch haben Messungen gezeigt, dass die Vollfüllung bessere Ergebnisse bringt) Auch sollte das Trennwandmaterial schallabsorbierend sein. Natürlich sind direkte mechanische Verbindungen der Wandschalen unbedingt zu vermeiden.
- Schwere, direkte Beplankungen beeinflussen die Schalldämmung von Holzmassiv-Doppelwänden in den meisten Fällen günstig, es gibt aber auch seltene Fälle, in denen eine zusätzliche Beplankung eine geringe Reduktion der Schalldämmung bewirken kann. Dies ist noch Gegenstand weiterer Untersuchungen.

Gute Schalldämmung beginnt beim Grundriss und der Konzeption des Gesamtsystems. Je weniger man dabei auf Resonanz-Systeme zurückgreifen muss, desto einfacher werden Planung und Ausführung im tieffrequenten Bereich für einen schalltechnisch gut ausgewogenen Holzbau!

Literatur

- [1] Buchegger, B, Ferk, H., Schanz, M.: Modal Analysis and flanking sound insulation in connected panels of cross laminated timber at low frequencies.