

# Achtung Stoßstelle!

**Trittschallschutz – Teil 1** Zum Schutz gegen unzumutbare Belästigungen aus fremden Wohnbereichen werden in DIN 4109 Anforderungen an die Schalldämmung der Trennbauteile zwischen den Wohnbereichen gestellt. Der Körperschall ist selten ein Problem im Holzbau, doch der Trittschall wird, vor allem aufgrund der Nebenwege, immer noch häufig als störend empfunden. Hinzu kommt, dass die Anforderungen verschärft werden. Doch es gibt Lösungen. Walter L. Meyer



Bild: Zimmerer Dornmeier

Die Anstrengungen im Holzbau nehmen im Hinblick auf den Trittschallschutz von Trenndecken seit Kurzem wieder erheblich an Fahrt auf, seitdem klar ist, dass spätestens bis 2021 – möglicherweise aber bereits ab 2020 – die noch gültige Ausnahmeregel für Wohnungstrenndecken in Holz-, Leicht- und Trockenbauweise fällt. Mit der zurzeit eingeführten DIN 4109-1: 2018-01 „Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen“ gilt bisher noch als Anforderung ein bewerteter Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w}$  von max. 53 dB, demnächst gilt dann für Zweifamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Bürogebäude und gemischt genutzte Gebäude sowie bauliche Änderungen ein bewerteter Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w}$  von max. 50 dB. Mit den üblichen Konstruktionen, die sich, Stand heute, als technisch und wirtschaftlich machbar bewährt haben, lassen sich die verschärften Anforderungen nicht oder nur sehr unsicher erfüllen. Für den Holzbau geht es in erster Linie nun darum, mit möglichst wenig Veränderungen an den bestehenden Konstruktionen die fehlenden Dezibel zu gewinnen. Die Uhr tickt!

## Vorsicht Schallnebenwege!

Eine Trenndecke – egal ob als Holzbalken- oder Massivholzkonstruktion ausgeführt – auf ein angemessenes hohes Trittschallschutzmaß bzw. einen niedrigen Norm-Trittschallpegel zu bringen ist nicht die große Kunst. Gezielte Beschwerungs- und Entkopplungsmaßnahmen im Fußbodenaufbau und/oder im Bereich der Unterdecke führen in verschiedenen Kombinationen zu den gewünschten Ergebnissen.

Bild 1: Ausbildung einer Trenndecke in Brettsper Holzbauweise mit einer umlaufenden Stoßstellendämmung



Bild 2: Der Entkopplungsstreifen Phonestrip im Querschnitt: Der Quarzsand wandelt als Funktionsschicht Schallwellen in kinetische Energie um.

Damit sind sowohl mit Nass- als auch mit Trockenstrichaufbauten bewertete Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w}$  (Prüfstand) von deutlich unter 40 dB möglich, durchaus auch mit Konstruktionen, die den Kriterien der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit entsprechen (siehe auch „Leise Decken mit Trockenstrich – geht doch!“ in Bauen mit Holz 2.2018).

Doch schon beim rechnerischen Nachweis, der hohe Korrektur- und Sicherheitsbeiwerte vorsieht, offenbart sich das eigentliche Dilemma: Je niedriger der bewertete Norm-Trittschallpegel der Trenndecke ist, desto unerbittlicher schlagen die Schallnebenwege zu, oder anders ausgedrückt: desto größer wird der negative Einfluss der flankierenden Bauteile. Oft bestätigt sich dieser Effekt auch bei Messungen am Bau. Die dort gemessenen Werte fallen nicht selten deutlich niedriger aus, als dies die vorzüglich aufgerüstete und fehlerlos eingebaute Trenndecke hätte erwarten lassen.

Es ist daher wenig sinnvoll, die Trenndecke immer weiter aufzurüsten, wenn nicht gleichzeitig die flankierenden Bauteile im Sinne einer Reduzierung der Schallnebenwege optimiert werden.

### Warum die Stoßstelle an Bedeutung gewinnt?

Der in der Branche vorherrschende und zugleich verständliche Denkansatz ist, die Deckenkonstruktion samt Konstruktion der flankierenden Bauteile so wenig wie möglich zu ändern, die fehlenden Dezibel quasi „minimalinvasiv“ zu gewinnen. Und da kommt die sogenannte Stoßstellendämmung ins Spiel. Üblicherweise wird der Anschluss zwischen Trenndecken und flankierenden Außen- und Innenwänden als Stumpfstoß mit kraftschlüssiger Anbindung oder als verzahnter Stoß ausgeführt. Schallschutztechnisch handelt es sich dabei um den ungünstigen Fall einer biegesteifen Verbindung. Je biegeweicher die Stoßstelle, desto höher ist die akustische Entkopplung. Das drückt sich rechnerisch im Stoßstellendämm-Maß  $K_{ij}$  aus.



Bild 3: Die Dämmstreifen können mit einer Stichsäge zugeschnitten werden. Vorab ist die Position auf der Trenndecke angerissen worden.

### Entkopplung

## Stoßstelle möglichst biegeweich ausbilden

Das Stoßstellendämm-Maß  $K_{ij}$  [dB] ist ein wichtiger Bestandteil der Flankendämmung und kennzeichnet die Dämmung von Körperschall an Bauteilverbindungen. Es beschreibt, welchen Widerstand eine Stoßstelle zwischen dem trennenden und dem flankierenden Bauteil der Schallausbreitung entgegensetzt. Die Stoßstellendämmung ist vor allem abhängig von zwei Parametern:

- der Steifigkeit des Verbundes der Bauteile: Je biegeweicher der Verbund, desto besser ist die Dämmung;
- den Massenverhältnissen bzw. dem Schwingungsverhalten der betreffenden Bauteile: Je mehr die Massenverhältnisse bzw. das Schwingungsverhalten differieren, desto höher ist das Stoßstellendämm-Maß.



Bild 4: Zwischen der Stoßfuge der Dämmstreifen und der Stoßfuge der Holzbauteile ist ein Versatz vorzusehen, damit die beiden Stöße nicht direkt untereinander liegen.



Bild 5: Fertig eingebauter Zustand

### Stoßstellen dämmen mit einem Spezialwerkstoff aus Sand und Holz – eine Alternative?

Bekannt und bewährt sind elastische Polyurethan(PUR)-Werkstoffe. Die elastische Trennung zwischen Decke und angrenzenden Wänden unterbindet die Schallübertragung.

Solche Elastomerlager haben sich vor allem bei der Lagerung von Treppen, Maschinen und sanitären Anlagen sowie der Aufhängung von Sanitärinstallationen (Rohren) etabliert. Seit Kurzen ist eine Alternative auf dem Markt, die aufhorchen lässt.

Die Spezialplatte unter dem Markennamen „Phonestrip“ des Herstellers Wolf Bavaria GmbH arbeitet nach einem vollkommen anderen Wirkprinzip: Der in der Spezialplatte eingebaute Quarzsand wandelt die durch die Schallwellen erzeugten Schwingungen über mikroskopische Bewegungen in kinetische Energie um. Das ist deshalb möglich, weil der Sand beweglich ist. Der Effekt ist grundsätzlich der gleiche wie bei Elastomerlagern: Die Schallübertragung wird deutlich reduziert.

Für die Baupraxis weist die Spezialplatte gegenüber der bewährten Lösung mit Elastomerlagern einige vielversprechende Vorteile auf:

- Die schalltechnische Entkopplungswirkung ist nicht abhängig von der Höhe der Belastung; das heißt, das Auflager muss nicht nach der aufzunehmenden Last immer mit gleicher Druckspannung dimensioniert werden. Da die Auflagerlasten in Trenndeckenbereichen abhängig von der Gebäudegeometrie und dem Lastabtrag von oben (ständige Lasten aus Dachkonstruktionen, Fußbodenaufbauten, PV-Anlagen ...) deutlich differieren können, entfällt somit ein wichtiger Unsicherheitsfaktor bzw. eine bauvorhabenspezifische Berechnung der Auflagerlasten.
- Eine gute Stoßstellendämmung ist auch gegeben, wenn die Verbindungsmittel keine zusätzliche Entkopplung erhalten.
- Prüfungen an der TU Graz zeigen, dass im tieffrequenten Bereich eine verhältnismäßig hohe Stoßstellendämmwirkung erreicht wird. Bekanntermaßen sind im Holzbau gerade die tiefen Frequenzen ein Problem, da sie für die gut hörbaren dröhnenden Geräusche verantwortlich sind. Da die tiefen Frequenzen trotz ihrer Hörbarkeit nicht bzw. nur zum Teil in die Schallschutzbewertung einfließen, dürfte die erzielte Schalldämmverbesserung subjektiv empfunden noch höher ausfallen, als die objektive Berechnung bzw. Bewertung erwarten lässt.
- Das Preis-Leistungs-Verhältnis ist sehr attraktiv. Die Spezialplatte ist nicht nur günstiger in der Anschaffung. Besonders positiv wirkt sich aus, dass gewöhnliche Verbindungsmittel ohne zusätzliche Entkopplung eingesetzt werden können.

- Für die Statik sind natürlich Kennwerte zur Druckfestigkeit und zum Verformungsverhalten wichtig. Das Produkt wurde an der MPA Bau der TU München umfassend geprüft und anschließend von der Bauart Konstruktions GmbH & Co. KG wie folgt begutachtet:
  - Die Endverformung ist mit  $3,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$  anzugeben. Ein Toleranzbereich von  $0,5 \text{ mm}$  ist für das Bauwesen als akzeptabel anzusehen.
  - Die Festigkeitswerte von Phonestrip betragen:  
Charakteristisch  $f_{c,k} = 23,00 \text{ N/mm}^2$ /Design  $f_{c,d} = 17,69 \text{ N/mm}^2$   
Somit ist nachgewiesen, dass die Tragfähigkeit des Produkts als Entkopplungsstreifen für übliche und erwartbare Wand-Decken-Stöße gegeben ist, und das mit hohen Reserven. Zur Information: Es wurden nur bis zu einer Flächenlast von  $23,00 \text{ N/mm}^2$  Untersuchungen durchgeführt. Das Gutachten schlägt daher vor, diesen Wert bis auf Weiteres als höchste zulässige Beanspruchung anzusetzen.

### Verarbeitung – für Zimmerleute kein Problem!

Phonestrip Entkopplungsstreifen sind speziell für den Einsatz auf der Baustelle ausgerüstet. Die Anlieferung erfolgt in verarbeitungsfertigen Formaten: Länge: 120 cm/Breite: 50–240 mm/Dicke: 15 mm. Alle Schmalkanten sind mit einem speziellen Klebeband versiegelt.

1. Um die zugeschnittenen und nachversiegelten Dämmstreifen auf einer Trenndecke passgenau einbauen zu können, sind die betreffenden Stoßstellenflächen auf der Deckenoberseite anzureißen.
2. Der Längenzuschnitt der Dämmstreifen erfolgt mit einem Messer oder einer Stichsäge.

### Wichtig

#### Versiegelung nicht beschädigen!

Die Versiegelung stellt im eingebauten Zustand die Wasserunempfindlichkeit her, erhöht die Schlagfestigkeit der Kante und macht die Stoßfuge luftdicht.

3. Nach erfolgtem Zuschnitt muss die offene Schnittkante wieder mit einem geeigneten Klebeband – z. B. dem Phonestrip Tape – verschlossen werden.
4. Die Dämmstreifen werden im Bereich der Stoßstellen (Schmalfächen der EG-Wände bzw. auf der Deckenoberfläche) fixiert. Die Fixierung erfolgt über eine Verschraubung mit handelsüblichen Holzschrauben, Ausführung verzinkt oder in Edelstahl. Zur Fixierung reicht ein Abstand von 100 cm aus.

Wichtig: Die Stoßstellen sollten über die volle Länge und möglichst über die volle Breite mit der Stoßstellendämmung überdeckt werden. Zwischen Stoßfugen der Dämmstreifen und der Holzbauteile ist ein Versatz vorzusehen.

Fortsetzung folgt. ■

### Autor

**Walter L. Meyer** ist Diplom-Ingenieur und betreibt ein Ingenieurbüro für Holzsystembau in Königswinter.  
[www.meyer-holzsystembau.de](http://www.meyer-holzsystembau.de)



Der neue Blog von  Paslode und  haubold

Was ist Deine Leidenschaft? Wovon kannst Du gar nicht genug bekommen? Wir erkennen Trends, sehen die täglichen Probleme und liefern Lösungen, die ganz nahe an der Praxis sind. Wissenswertes konkret und ohne Schnickschnack gibt es im neuen Blog [www.befestigungsprofi.de](http://www.befestigungsprofi.de)

Folge uns auf  und 





Bild 1: Mit entsprechenden Entkopplungsstreifen können die Nebenwege des Trittschalls über die flankierenden Wände deutlich eingedämmt werden.

# Nebenwege über Stoßstellen reduzieren

**Trittschallschutz – Teil 2** Die Mindestanforderungen für den Schallschutz sind in DIN 4109-1:2018-1 festgelegt. Für Wohnungstrenndecken von Mehrfamilienhäusern beträgt der Norm-Trittschallpegel zukünftig 50 dB (siehe Teil 1 dieses Artikels). Wie lässt sich dieser Wert im Holzbau erreichen?

Walter L. Meyer

Um den Effekt auf den bewerteten Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w}$  einer Trenndecke berechnen zu können, ist zunächst das Stoßstellendämm-Maß  $K_{ij}$  mittels Prüfung zu ermitteln (Bilder 2 und 3). Danach werden die ermittelten Prüfwerte in eine komplizierte logarithmische Gleichung eingesetzt, in die eine Vielzahl von Variablen (u.a. Norm-Trittschallpegel Trenndecke, Schalldämm-Maß Trenndecke, Fläche der Trenndecke, Schalldämm-Maße der flankierenden Bauteile, Anzahl der flankierenden Bauteile, Kopplungslängen der Stoßstellen) einfließt. In den Bildern 2 und 3 sind die Stoßstellendämm-Maße  $K_{ij}$  für „Phonestrip“ am Beispiel einer Trenndecke in Fünf-Schicht-Brettsperrholzbauweise (Dicke: 140 mm) und flankierender Wände in Drei-Schicht-Brettsperrholzbauweise (Dicke: 100 mm) zusammengefasst.

## Berechnungen mit unterschiedlichen Schallschutzwerten von Decke und Wand

Bei einer Trenndecke mit einem Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w} = 46$  dB und flankierenden Wänden ohne Vorsatzschale mit einem bewerteten Schalldämm-Maß von  $R_{f,w} = 40$  dB ergeben sich inklusive 3 dB Sicherheitsbeiwert folgende Ergebniseffekte:

(1)

- Holz-auf-Holz-Befestigung mit Stoßstellendämm-Maß = 10 dB  $\rightarrow L'_{n,w} = 52,3$  dB
- Entkopplung mit Stoßstellendämm-Maß = 17 dB (Phonestrip)  $\rightarrow L'_{n,w} = 49,9$  dB
- $\rightarrow$  Verbesserung durch Stoßstellendämmung = 2,4 dB
- $\rightarrow$  Geforderter bewerteter Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w} = 50$  dB nur mit zusätzlicher Stoßstellendämmung erreicht!

Bild: Wolf Bavaria

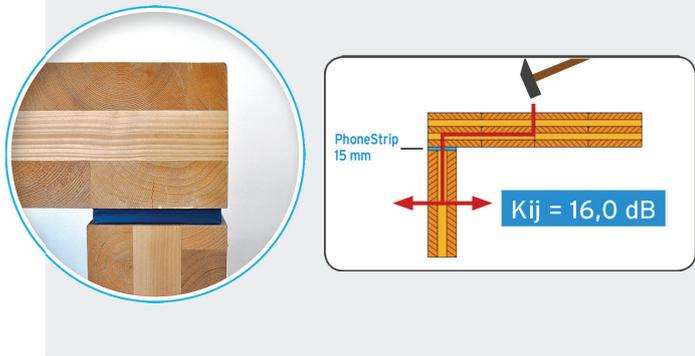


Bild 2: Bei einem L-Stoß verläuft der Übertragungsweg Decke ↔ Untere Wand

Bild: Wolf Bavaria

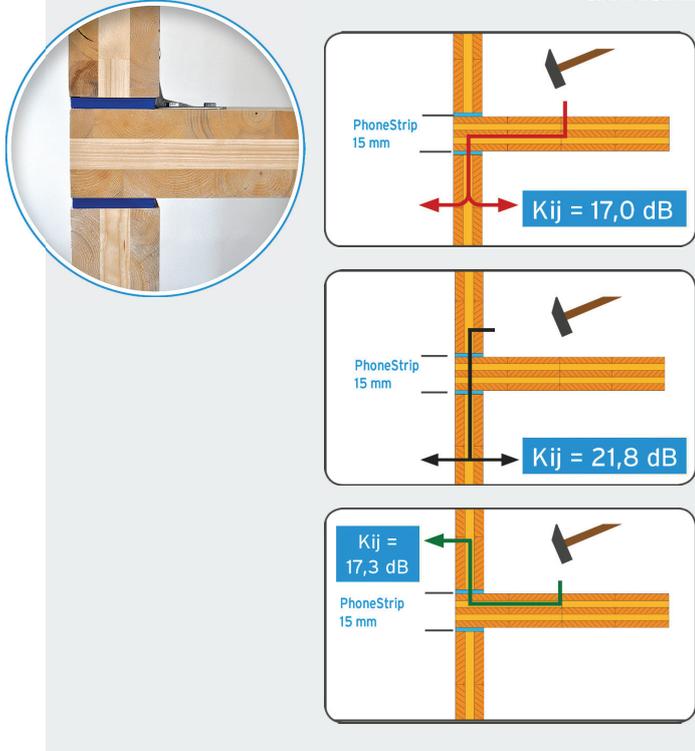


Bild 3: Bei einem T-Stoß sind drei Übertragungswege möglich: Decke ↔ Untere Wand, Obere Wand ↔ Untere Wand und Decke ↔ Obere Wand.

(2)

Rüstet man die flankierenden Wände auf ein sehr hohes Niveau von  $R_{f,w} = 50$  dB auf, verändern sich die Ergebniswerte wie folgt:

- Holz-auf-Holz-Befestigung mit Stoßstellendämm-Maß = 10 dB →  $L'_{n,w} = 50,3$  dB
  - Entkopplung mit Stoßstellendämm-Maß (Phonestrip) = 17 dB →  $L'_{n,w} = 49,3$  dB
- Verbesserung durch Stoßstellendämmung = 1,0 dB  
 → Geforderter bewerteter Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w} = 50$  dB nur mit zusätzlicher Stoßstellendämmung erreicht!



## Testen und sparen im Mini-Abo! bmH bauen mit Holz – alles für das Holzhandwerk.

**bmH bauen mit Holz** liefert in jeder Ausgabe praxisnahes Fachwissen und wertvolle Hintergrundinformationen für Planung und Baudurchführung im Holzbau. Fundierte Betrachtungen des Marktgeschehens helfen Konstrukteuren und Unternehmern, im Holzbaumarkt die richtigen Entscheidungen zu treffen.

Als unabhängige Fachzeitschrift für den modernen Holzbau bietet **bmH bauen mit Holz** der Branche die Möglichkeit zur Meinungsäußerung.



**bmH bauen mit Holz**, die Fachzeitschrift für Konstrukteure und Entscheider:

- Kritisch, aktuell, kompetent
- Mit wechselnden fachtechnischen Schwerpunkten
- Informiert zu allen rechtlichen Neuigkeiten und konjunkturellen Entwicklungen

**Ihre Vorteile im Mini-Abo:**

- Zugang zur digitalen Ausgabe Holzbaufachwissen
- Wunschprämie bei online Abo-Abschluss

bmH bauen mit Holz jetzt testen!  
[www.baufachmedien.de/bmh](http://www.baufachmedien.de/bmh)

**bmH** bauen mit Holz

**RM** Rudolf Müller

**(3)**

Simuliert man Baufehler über sehr niedriges Schallschutzniveau der flankierenden Wände von  $R_{f,w} = 15$  dB, verändern sich die Werte wie folgt:

- Holz-auf-Holz-Befestigung mit Stoßstellendämm-Maß = 10 dB  $\rightarrow L'_{n,w}$ : 62,3 dB
  - Entkopplung mit Stoßstellendämm-Maß (Phonestrip) = 17 dB  $\rightarrow L'_{n,w}$ : = 56,0 dB
- $\rightarrow$  Verbesserung durch Stoßstellendämmung = 6,3 dB  
 $\rightarrow$  Geforderter bewerteter Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w} = 50$  dB trotz deutlicher Verbesserung durch Stoßstellendämmung NICHT erreicht!

**(4)**

Rüstet man die Trenndecke um weitere 3 dB auf einen Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w} = 43$  dB auf, ergibt sich (bei einem bewerteten Schalldämm-Maß von  $R_{f,w} = 40$  dB):

- Holz-auf-Holz-Befestigung mit Stoßstellendämm-Maß = 0 dB  $\rightarrow L'_{n,w}$ : 49,3 dB
  - Entkopplung mit Stoßstellendämm-Maß (Phonestrip) = 17 dB  $\rightarrow L'_{n,w}$ : = 46,9 dB
- $\rightarrow$  Verbesserung durch Stoßstellendämmung = 2,4 dB  
 $\rightarrow$  Geforderter bewerteter Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w} = 50$  dB auch ohne zusätzliche Stoßstellendämmung gerade so erreicht!  
 Mit zusätzlicher Stoßstellendämmung hat man ein Polster von über 3 dB.

**Wichtige Erkenntnisse aus den berechneten Ergebniseffekten**

Die o.a. Berechnungsbeispiele zeigen zwei interessante Aspekte, die für die Baupraxis von großer Bedeutung sind:

- Um bei holzbauüblichen Konstruktionen der flankierenden Wände einen Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w} = 50$  dB zu erreichen, muss man bei fehlender Stoßstellendämmung erhebliche Anstrengungen im Bereich der Trenndecke und/oder flankierenden Bauteile unternehmen. Beispiel (1) und (4) zeigen, dass bei Einsatz einer Stoßstellendämmung eine Trenndecke mit einem Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w}$ : = 46 dB ausreicht. Montiert man die Trenndecke ohne Stoßstellendämmung, muss man bei sonst gleichen Ausgangsbedingungen die Trenndecke um 3 dB aufrüsten auf einen Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w} = 43$  dB.
- Je mehr Schallübertragung über die Schallnebenwege stattfindet, desto wichtiger ist eine Entkopplung der Stoßstellen. Das Verbesserungsmaß bewegt sich in den oben genannten Berechnungsbeispielen zwischen 1,0 dB (flankierende Bauteile mit hohem Schalldämm-Maß = 50 dB) und 6,3 dB (flankierende Bauteile mit sehr niedrigem Schalldämm-Maß = 15 dB infolge von Mängeln in der Bauausführung).

Letzterer Effekt hat eine sehr große baupraktische Bedeutung. Passieren auf der Baustelle Fehler, zum Beispiel in Form von eingebauten Schallbrücken, führt dies im Regelfall zu einem massiven zusätzlichen Schalleintrag in die flankierenden Bauteile.

**Aktuelle Info****Neue Norm zum erhöhten Schallschutz**

In Ergänzung zu DIN 4109-1 „Schallschutz im Hochbau“, die lediglich Mindestanforderungen definiert, wurde die neue DIN 4109 Teil 5 „Schallschutz im Hochbau – Erhöhte Anforderungen“ nun offiziell verabschiedet. Teil 5 ersetzt das bisherige Beiblatt 2 zu DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau; Hinweise für Planung und Ausführung; Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz; Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich“. Unter anderem sieht Teil 5 gegenüber dem Teil 2 als erhöhte Anforderung für den Trittschallschutz eine Verschärfung des Norm-Trittschallpegels  $L'_{n,w}$  von 46 dB auf 45 dB vor. Da eine Vielzahl von Deckenkonstruktionen in Holzbauweise auf die alte Anforderung ausgelegt ist, bedeutet die Verschärfung eine neue Herausforderung. Es gilt nun, veränderte Konstruktionen zu ersinnen und zu prüfen, die wirtschaftlich sind, sich gut verarbeiten lassen und die neue Anforderung mit der gebotenen Sicherheit einhalten. Vielleicht lässt sich das fehlende dB am besten über eine geeignete Stoßstellendämmung erreichen.

Der Effekt der Stoßstellendämmung wird sich gerade in diesen Fällen besonders positiv bemerkbar machen, da der sich übertragende Schallfluss durch eine wirksame Dämmung an den Stoßstellen erheblich reduziert wird: Je größer der Schallfluss, desto größer der Dämmeffekt der Stoßstellendämmung.

**Lieber Stoßstellen dämmen als Trenndecken aufrüsten?**

Die geforderten Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w}$  (Bausituation) lassen sich nur erreichen, wenn sich die Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w}$  (Prüfstand) der Trenndecken deutlich unterhalb der 50-dB-Grenze bewegen. Die obigen Ausführungen zeigen, dass es unter Umständen einfacher und wirtschaftlicher sein könnte, sich um eine wirksame Stoßstellendämmung zu kümmern, die Trenndecke schallschutztechnisch aufzurüsten. Der positive Nebeneffekt einer Stoßstellendämmung ist vor allem die mit ihr einhergehende höhere Toleranz gegenüber Baufehlern. Die wirksame Blockierung der Schallnebenwege über die Entkopplung wirkt sich besonders dann aus, wenn beispielsweise über Baufehler Schallbrücken zu den flankierenden Bauteilen geschlagen werden.

Eine interessante Alternative stellt das neue Stoßstellendämmsystem „Phonestrip“ dar, da es wirtschaftliche und technische Vorteile gegenüber den bisher am Markt etablierten Systemen auf Elastomerbasis aufweist. Für den Holzbau wäre es nun wichtig, das System auf Herz und Nieren zu prüfen und seine schallschutztechnische Wirksamkeit in realen Bauvorhaben systematisch zu testen. Die bisherigen Prüfungen und Berechnungen sind vielversprechend!

Mehr und mehr tummelt sich der Holz- und Fertigbau auf dem wachsenden Markt des Mehrgeschossbaus. Dort ist sehr guter Schallschutz gefragt. Sie tun gut daran, dass Thema Stoßstellendämmung auf dem Schirm zu haben. ■

**Autor**

**Walter L. Meyer** ist Diplom-Ingenieur und betreibt ein Ingenieurbüro für Holzsystembau in Königswinter.  
[www.meyer-holzsystembau.de](http://www.meyer-holzsystembau.de)