

Trittschallschutz im Hochbau

Von B. Kühn, Bauakustik Kühn + Blickle, Unterägeri

Unter Trittschall versteht man speziell denjenigen Körperschall, welcher beim Gehen, Stühlerücken usw. auf einer Deckenkonstruktion entsteht. Ursache dieses Trittschalls sind Kraftstösse, die die Deckenkonstruktion je nach ihren physikalischen Eigenschaften in Schwingungen bestimmter Amplituden versetzen.

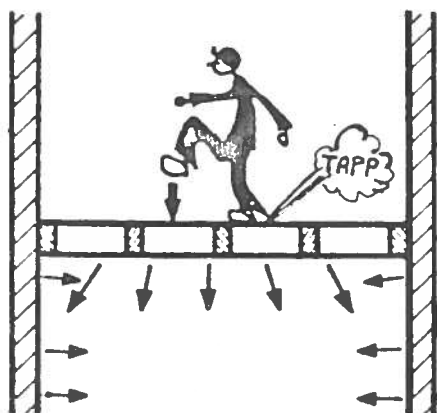


Bild 1
Entstehung und Ausbreitung des Trittschalls.

Ausbreitung des Trittschalls

Diese vom Erregerort ausgehenden Körperschallschwingungen breiten sich auf der Decke kreisförmig aus und werden an den Deckenauflagerstellen teilweise reflektiert. Die Grösse der Reflexionen hängt von den physikalischen Eigenschaften der Decke und den umgebenden Wänden ab.

Das entstandene Körperschallfeld auf der Decke, welches sich geschwächt auch im umgebenden Mauerwerk ausdehnt, erzeugt im Empfangsraum einen bestimmten Luftschallpegel. Der Zusammenhang zwischen den physikalischen Eigenschaften der Decke und dem sich bildenden Luftschallpegel L_n lässt sich mathematisch wie folgt ausdrücken:

$$L_n = 20 \lg \left(\frac{f^4}{E \cdot \rho \cdot d^{1,75}} \right) \text{ (dB)}$$

- f: Messfrequenz
- E: dynamischer Elastizitätsmodul
- ρ : Dichte
- d: Plattendicke

Dieser Zusammenhang gilt für homogene, einschalige Deckenkonstruktionen. Bei Holzbalkendecken sind die Verhältnisse wesentlich komplizierter und sollen an dieser Stelle nicht näher erwähnt werden.

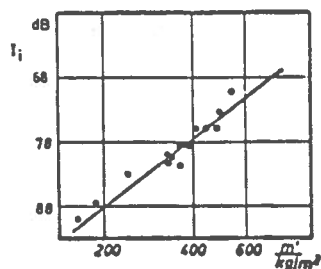


Diagramm 1:
Zusammenhang zwischen der spezifischen Masse einer homogenen Deckenplatte und dem Trittschallindex I_i

In Diagramm 1 ist der Zusammenhang zwischen dem zu erwartenden Trittschallisolations-Index I_i und der spezifischen Masse einer einschaligen Decke graphisch dargestellt.

Streng genommen gilt Diagramm 1 nur für homogene, einschalige Deckenplatten. Hohlkörperdecken und Rippendecken können von den Werten mehr oder weniger stark abweichen. Bei Hohlkörperdecken können z. B. bis zu 5 dB ungünstigere Werte auftreten. Diese Abweichungen sind im wesentlichen auf Biegeresonanzen der einzelnen Hohlkörpererelemente zurückzuführen.

Aus dem Diagramm 1 geht hervor, dass es wirtschaftlich nicht möglich ist, mit einer einschaligen Deckenplatte einen genügenden Trittschallschutz zu realisieren.

Massnahmen zur Erhöhung der Trittschalldämmung

Wie dargestellt wurde, ist es wirtschaftlich nicht möglich, eine einschalige Decke so zu dimensionieren, dass sie einen genügenden Trittschallschutz erbringt.

Grundsätzlich gibt es nun zwei Wege, die eingeschlagen werden können, um einen genügenden Trittschallschutz zu erreichen.

Der erste Weg besteht darin, den Schall an seinem Entstehungsort abzdämmen. Dies kann mit Teppichen oder schwimmend verlegten Unterlagsböden geschehen.

Der zweite Weg zur Herabsetzung der Trittschallübertragung besteht im Verkleiden des Empfangsraumes mit geeigneten Vorsatzschalen. Dieser Weg ist wesentlich aufwendiger und weniger wirksam. Er wird meistens nur im Zusammenhang mit der Verbesserung der Luftschalldämmung eingeschlagen und soll daher an dieser Stelle nicht weiter behandelt werden.

Beim ersten Weg, welcher als «aktive» Körperschallbekämpfungsmassnahme bezeichnet werden kann, wird zwischen den trittschallverursachenden Kraftstössen bzw. Wechselkräften und Rohdecke ein körperschalldämmendes System geschaltet in Form von Teppichen oder schwimmenden Unterlagsböden. Die Wirkung dieser körperschalldämmenden Systeme hängt von den physikalischen Eigenschaften der Materialien und von der Ausführungsqualität bzw. Ausführungsorgfalt ab.

Zur Erreichung einer ausreichenden Trittschall- und Luftschalldämmung (gehobene Anforderungen gemäss SIA-Norm) ist es bei mindestens 180 mm dicken, homogenen Stahlbetondecken im allgemeinen ausreichend, wenn der Boden mit einem guten Spannteppich, welcher unterseitig mit einer zirka 3—5 mm dicken Schaumstoffschicht versehen ist, verkleidet wird.

Bei Deckendicken unter 180 mm ist es aus luft- und trittschalltechnischen Gründen erforderlich, die Decke mit einem schwimmenden Unterlagsboden zu verse-

hen. Mit einem Teppichbelag allein können die Anforderungen, wie sie gemäss der SIA-Norm für einen gehobenen Luftschallschutz gefordert werden, nicht erfüllt werden.

Der aufgebrachte schwimmend verlegte Unterlagsboden (Estrich) hat nun die Aufgabe, sowohl die Trittschall- wie auch die Luftschalldämmung einer Rohdecke zu erhöhen.

Ausgehend vom Diagramm 1, aus dem der zu erwartende Trittschallisolations-Index I_i einer Deckenplatte der Masse M ermittelt werden kann, sowie aus dem am Bau geforderten Trittschalldämmung lässt sich die zu erbringende Verbesserung durch den Unterlagsboden abschätzen:

$$VM \geq I_{i0} - I_{i \text{ gef.}} \text{ (dB)}$$

VM: Verbesserungsmass nach DIN 4109
 I_{i0} : Trittschallisolations-Index der Rohdecke ohne Belag (siehe Diagramm 1)
 $I_{i \text{ gef.}}$: geforderter Trittschallisolations-Index nach SIA Norm (z. B. $I_i = 55$ dB für gehobene Anforderungen im Wohnungsbau).

Das Verbesserungsmass VM ist eine Einzahlangabe über die zu erbringende Trittschalldämmung einer Deckenauflage. Sie ergibt sich aus der Differenz des Trittschallisolations-Indexes I_i ohne und mit Deckenauflage.

Im Diagramm 2 sind die Frequenzgänge des Normtrittschallpegels der Rohdecke ohne und mit Auflage dargestellt. Bildet man nun terweise die Differenz der beiden Messkurven, so ergibt sich die sogenannte Trittschallminderung ΔL_n , welche für das genannte Beispiel im Diagramm 3 dargestellt ist.

Es ist nun möglich, diese Trittschallminderungskurve für beliebige schwimmende Unterlagsböden vorherzuberechnen. Nachstehend soll der Zusammenhang zwischen der Trittschallminderung ΔL_n und den physikalischen Eigenschaften des Unterlagsbodens kurz erwähnt werden:

$$\Delta L_n = 20 \lg \left| 1 - \left(\frac{f}{f_0} \right)^2 \right| \text{ (dB)}$$

f_0 bedeutet dabei die Resonanzfrequenz des schwimmenden Unterlagsbodens:

$$f_0 = 500 \sqrt{\frac{s'}{m}} \text{ (Hz)}$$

s' : dynamische Steifigkeit der Dämmschicht in kp/cm^2
 m' : spezifische Masse des schwimmenden Unterlagsbodens in kg/m^2

Um einen ausreichenden Trittschallschutz zu erreichen, muss die Resonanzfrequenz f_0 des Systems genügend tief liegen, was wiederum bestimmte Anforderungen an die dynamische Steifigkeit der Dämmschicht und an die spez. Masse des Unterlagsbodens stellt.

Da sich die Masse der meist verwendeten Unterlagsböden immer zwischen ca. 90 und 120 kg/m^2 bewegt, bleibt an sich nur

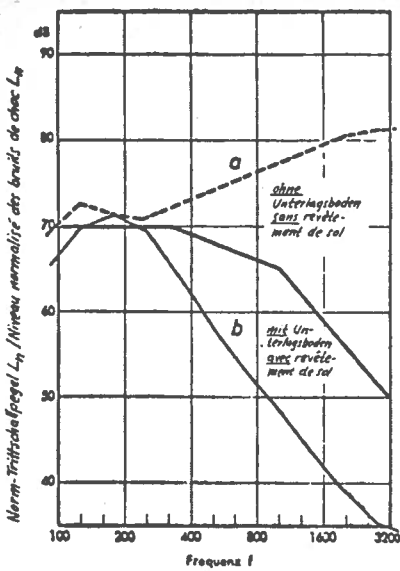


Diagramm 2: Normtrittschall-Darstellung einer Decke mit und ohne Unterlagsboden.

noch die dynamische Steifigkeit als einzige Variable übrig.

Aus diesen Überlegungen ergibt sich dann die Forderung, dass die unter dem Unterlagsboden verlegte Dämmschicht eine dynamische Steifigkeit von: $s' \leq 3,0 \text{ kp/cm}^3$ aufweisen soll, um dem nach der SIA-Norm geforderten Wert für einen erhöhten Schallschutz zu genügen.

Der für praktische Zwecke wichtige Zusammenhang zwischen dem Verbesserungsmass VM, welches sich ja aus der Trittschallminderung ergibt, und der dynamischen Steifigkeit der Dämmschicht ist im Diagramm 4 dargestellt.

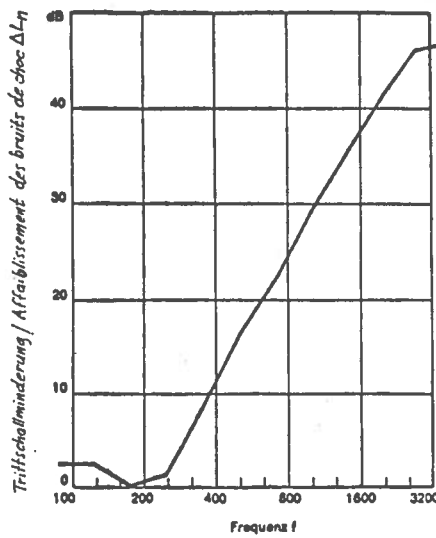


Diagramm 3: Darstellung der Trittschallminderung in Funktion der Frequenz.

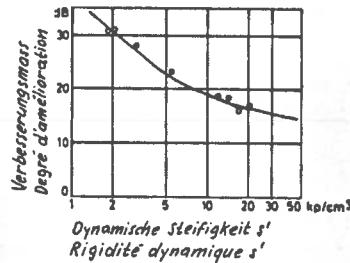


Diagramm 4: Zusammenhang zwischen der dynamischen Steifigkeit s' einer Dämmschicht und dem Verbesserungsmass VM eines Unterlagsbodens.

Werte der dynamischen Steifigkeit der gebräuchlichsten Materialien

Dämmstoff	Dicke in mm	dynamische Steifigkeit in kp/cm^3
Mineralfaserfilzplatten	10—15	$\leq 3,0$
Korkschrötmatten 1 Lage	10	10
Korkschrötmatten 3 Lagen	3—8—3	3,0
Korkschrötmatten 4 Lagen	* 2 x 9—11	$< 3,0$
Gummischrotmatten	6,5	9—12
Polystyrol-Hartschaumplatten	9—10	6—17
elastifizierte Polystyrol-Hartschaumplatten	13	$\leq 2,0$
Weichfaserplatten aus Holz	13	12—15
Korkplatten, lose verlegt	12	ca. 55
Sandschüttung	25	ca. 30

* z. B. ISOKORK-Duplex-Korkschrötmatten

Mängel bei ausgeführten Unterlagsböden

Die im Diagramm 4 aufgetragenen Verbesserungsmasse in Abhängigkeit der dynamischen Steifigkeit der Dämmschicht werden natürlich nur bei einwandfreier, d. h. schallbrückenfreier Ausführung des Unterlagsbodens erreicht. Eine solche Ausführung setzt, nebst der Wahl der richtigen Steifigkeit, eine hohe Sorgfalt beim Verlegen des Unterlagsbodens voraus. Schon kleinste Fehler, z. B. eine Schallbrücke zwischen Unterlagsboden und Rohdecke, können die Wirkung der Dämmschicht um bis zu 10 dB herabsetzen.

Unter einer Schallbrücke versteht man dabei eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Unterlagsboden und den an-

grenzenden Bauteilen in Form von Mörtel, Steinen, Holzstücken usw. (siehe Literaturangabe auf Seite 17)

Grundsätzlich sind zwei Arten von Schallbrücken zu unterscheiden (siehe Bild 2):

Welche Art von Schallbrücke vorliegt, ergibt sich anhand des Kurvenverlaufes der gemessenen Normtrittschallpegel.

Die charakteristischen Kurvenverläufe der beiden Schallbrückenarten sind in den Diagrammen 5 und 6 dargestellt.

Aus den Diagrammen 5 und 6 geht deutlich hervor, dass schon bei Vorhandensein einer kleinen Schallbrücke die trittschallmindernde Wirkung einer Dämmschicht weitgehend verlorenght.

Das nachträgliche Entfernen von Schallbrücken im Sanierungsfalle ist nur in vereinzelt Fällen noch möglich. Meistens kann die Trittschalldämmung nur noch verbessert werden, indem der Unterlagsboden mit einem genügend trittschalldämmenden Teppich o. ä. abgedeckt oder der mangelhafte Unterlagsboden durch einen neuen ersetzt wird.

Eine schallbrückenfreie Ausführung eines Unterlagsbodens stellt relativ hohe Anforderungen an den Verleger, da schon kleinste Unachtsamkeiten (siehe Diagramme 5 und 6) die Trittschalldämmung sehr stark beeinflussen können.

Sowohl im Labor wie auch in der Praxis haben sich einige Verlegetechniken als sehr brauchbar und sicher herausgestellt.

Um Schallbrücken zwischen dem Unterlagsboden und der Rohdecke zu vermeiden, empfiehlt sich grundsätzlich eine mindestens zweilagige Verlegung der Dämmschicht.

Diagramm 5: Einfluss von Schallbrücken zwischen Unterlagsboden und Rohdecke — a) ohne Schallbrücke: $l_1 = 57 \text{ dB}$ — b) mit einer Schallbrücke: $l_1 = 68 \text{ dB}$ — c) mit zehn Schallbrücken: $l_1 = 75 \text{ dB}$ — e) Rohdecke allein: $l_1 = 83 \text{ dB}$.

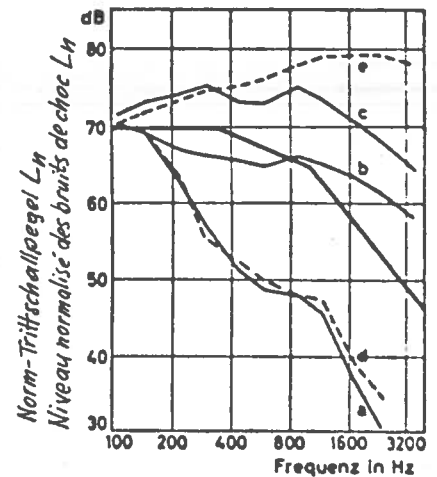
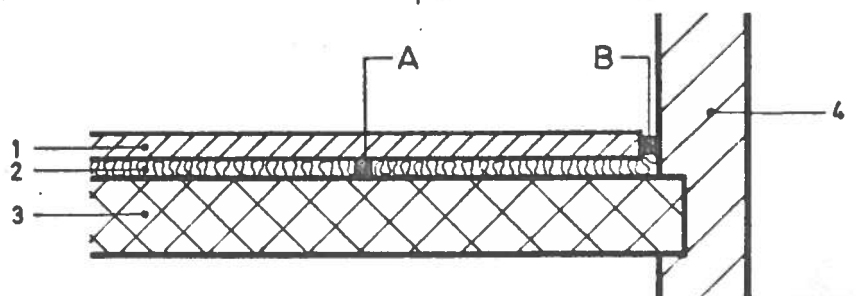


Bild 2: Darstellung der zwei verschiedenen Schallbrückenarten — A: Schallbrücke zwischen Unterlagsboden und Rohdecke — B: Schallbrücke zwischen Unterlagsboden und angrenzendem Mauerwerk — 1: Unterlagsboden — 2: Dämmschicht — 3: Rohdecke



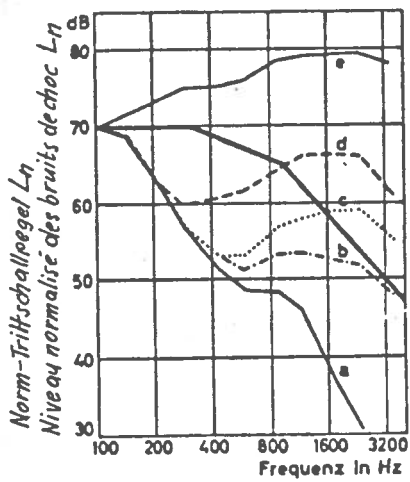


Diagramm 6:
Einfluss von Schallbrücken zwischen Unterlagsboden und einer der angrenzenden Wände — a) ohne Schallbrücke — b) eine Schallbrücke 0,1 m lang — c) eine Schallbrücke 0,5 m lang — d) eine Schallbrücke 2,5 m lang — e) Rohdecke allein.

Bei Mineralfaserplatten sollen die Stossfugen der einzelnen Lagen zudem noch versetzt angeordnet werden. Da die Mineralfaserplatten bei Feuchtigkeitseinwirkung ihre guten elastischen Eigenschaften weitgehend verlieren und um Schallbrücken zu verhindern, sollen sie vor dem Verlegen des Zementunterlagsbodens mit einer wasserfesten Pappe o. ä. vollständig abgedeckt werden. Die einzelnen Bahnen sollen sich mindestens um 10 cm überlappen und müssen seitlich ebenfalls mindestens um 10 cm am Mauerwerk hochgezogen werden. Bei den Raumecken ist besondere Sorgfalt angebracht.

Seitliche Schallbrücken zwischen Unterlagsboden und Mauerwerk können durch Einlegen von sogenannten Randstreifen aus Mineralfaserfilz, Polystyrolschaum,

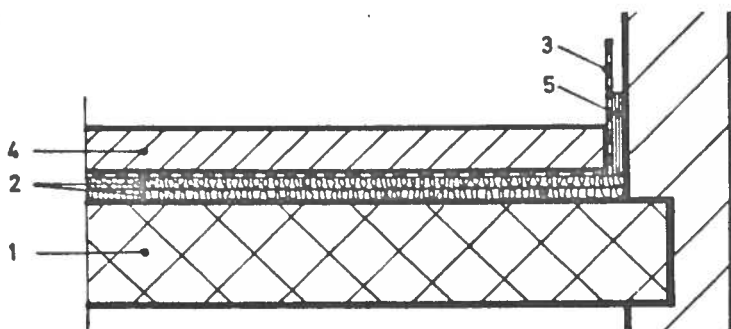


Bild 3: 1 Rohdecke — 2 Dämm-Material mindestens zweilagig — 3 wasserfeste Pappe seitlich hochgezogen, einzelne Bahnen überlappt angeordnet — 4 Unterlagsboden — 5 Randstreifen.

Bild 4: Ausführungsbeispiele von richtig ausgeführten Randanschlüssen.

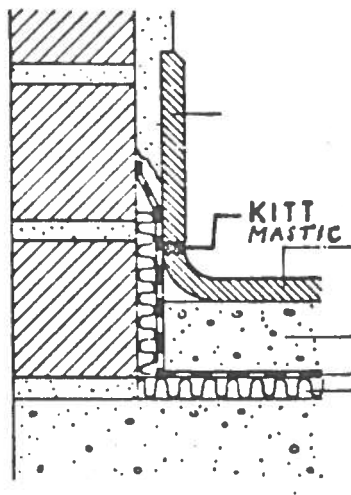
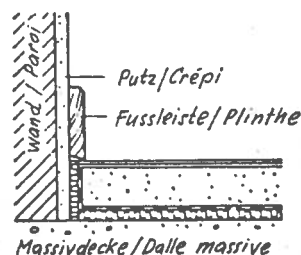
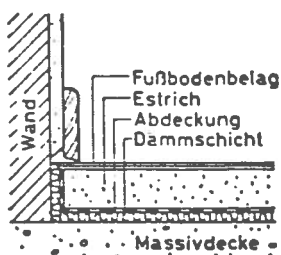


Bild 5:
Randanschluss-Ausführung bei Fliesenbelag.

Wellpappen usw. bei Verwendung von Mineralfaserfilzplatten oder durch seitliches Hochziehen der Bahnen bei Verwendung von Korkschrötmatten verhindert werden. Wiederum wird bei der Eckausbildung besondere Sorgfalt verlangt (siehe Bild 4).

Es ist darauf zu achten, dass die einzelnen Randstreifen überlappt angeordnet werden.

Vertikale Rohrleitungsdurchführungen durch die Deckenkonstruktion müssen gegen den Unterlagsboden und die Rohdecke mit einer Dämmschichtummantelung aus Mineralfaserfilz oder Polystyrol speziell abisoliert werden.

Wird das umgebende Mauerwerk erst nach Verlegen des Unterlagsbodens verputzt, so ist darauf zu achten, dass die Putzschicht keinen festen Kontakt mit dem Unterlagsboden hat.

Gewisse Probleme ergeben sich bei den Unterlagsböden in Küchen und Badezimmer, die vielfach mit Bodenfliesen belegt werden. Seitliche Schallbrücken

können nur vermieden werden, wenn die umlaufende Fuge zwischen Rand- und Sokkelplatten nicht mit Mörtel, sondern mit elastischem Kitt gedichtet wird (Bild 5).

Weitere Probleme ergeben sich bezüglich der Trittschalldämmung bei Bodenheizungen, welche bei unsachgemäßem Verlegen der Heizrohre und der Dämmschicht eine ausgeprägte Schallbrücke darstellen können.

Eine richtige Verlegung der Dämmschicht im Bereiche der wasserführenden Rohre zeigt Bild 6.

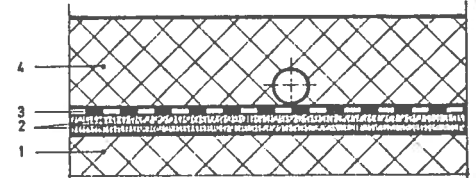


Bild 6:
Richtige Isolierung einer wasserführenden Leitung: 1 Rohdecke — 2 Dämmschicht — 3 wasser- und reissfeste Pappe — 4 Unterlagsboden.

Als weitere Verlegeart soll noch eine «sandwichartige» Anordnung der Dämmschicht erwähnt werden. Sie hat sich überall dort bewährt, wo mit einer gewissen Durchfeuchtung der Dämmschicht zu rechnen ist (z. B. Kellerboden, hohe Baufeuchtigkeit usw.).

Der sandwichartige Aufbau besteht aus ca. 10 mm dicken Mineralfaserfilzplatten, welche unten und oben durch je eine Lage aus strapazierbaren Korkschrötmatten gegen Feuchtigkeit und mechanische Einflüsse geschützt werden. Die Feuchtigkeitssperre bei diesem Aufbau ist besonders wichtig, da die als Kern verwendeten Mineralfaserfilzplatten bei Feuchtigkeitsangriffen ihre elastischen Eigenschaften weitgehend verlieren können.

Die Plattenstossfugen, die vielfach sehr zu wünschen übriglassen und die eine Schallbrücke darstellen können, sind bei der Sandwich-Verlegung ausgeschlossen. Gleichzeitig wird der Walk- und Lastprozess für die Dämmplatten weitgehend gemildert.

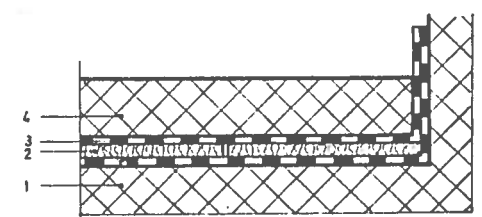


Bild 7:
Sandwichartige Verlegung der Dämmschicht: 1 Rohdecke — 2 Mineralfaserfilzplatten als Kern — 3 unter- und oberhalb des Kerns je eine Lage Korkschrötmatten — 4 Unterlagsboden.

Schliesslich sollen noch die oft festgestellten Schallbrücken im Bereich von Stahltürzargen erwähnt werden. Auch hier ist eine konsequente Trennung zwischen den Blechteilen und dem Unterlagsboden für die Erreichung eines ausreichenden Trittschallschutzes unerlässlich.

Literaturangabe:

Schallbrücken bei schwimmenden Estrichen und anderen schwimmend verlegten Belägen von K. Gösele, Institut für Bauphysik, Stuttgart-Degerloch.