

Trittschalldämmung richtig bewerten

Andreas Rabold
ift Rosenheim
DE-Rosenheim



Trittschalldämmung richtig bewerten

1. Einleitung

Zum Schutz gegen unzumutbare Belästigungen aus fremden Wohnbereichen werden in DIN 4109 [1] u.a. Anforderungen an die Trittschalldämmung von Trenndecken gestellt. Diese Anforderungen können von heute üblichen Trenndeckenkonstruktion bei fehlerfreier Ausführung sowohl in Holzbauweise als auch in Massivbauweise problemlos eingehalten werden. Dies spiegelt sich auch in Güteprüfungen am Bau wider. Dennoch wird die Trittschallübertragung bei Umfragen unter den Bewohnern von Mehrfamilienhäusern meist als die störendste Geräuschquelle genannt [2], [16].

Da der messtechnische Nachweis für die Anforderungen nach DIN 4109 mit einem Norm-Hammerwerk als Anregungsquelle durchgeführt wird, ist zunächst die Übereinstimmung zwischen dem Ergebnis dieser Messung (dem bewerteten Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ bzw. $L_{n,w}$) und dem subjektiven Empfinden des Bewohners bei der üblichen Anregung durch Begehen der Decke zu hinterfragen. In Abschnitt 2 wird hierzu auf die Korrelation zwischen dem subjektiven Empfinden des Bewohners und dem nach DIN EN ISO 717-2 [3] bewerteten Norm-Trittschallpegel eingegangen. Alternative Bewertungsverfahren, die mit der Zielsetzung einer besseren Übereinstimmung zwischen Hammerwerksmessung und subjektivem Empfinden entwickelt wurden, werden in Abschnitt 3 gegenübergestellt. In Abschnitt 4 werden daraus Zielwerte für die Bauteiloptimierung abgeleitet. Eine mögliche konstruktive Umsetzung wird in Abschnitt 5 vorgeschlagen.

2. Korrelation von $L_{n,w}$ und subjektivem Empfinden

Die Korrelation zwischen dem subjektiven Empfinden des Bewohners und dem nach DIN EN ISO 717-2 [3] bewerteten Norm-Trittschallpegel wurde bereits in diversen Projekten untersucht [9]–[16]. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen relativ einheitlich, dass kein brauchbarer Zusammenhang zwischen den beiden Größen existiert. Zur Veranschaulichung dieses Resultats werden in Abbildung 2 Ergebnisse von Norm-Hammerwerks-Messungen nach DIN EN ISO 140-6 bzw. DIN EN ISO 10140-2 [4] mit den Trittschallübertragungen beim Begehen der Decken verglichen (zur Messanordnung siehe Abbildung 1). Zur gehörrihtigen Bewertung wurde aus der Trittschallübertragung beim Begehen der Decke der A-bewertete und nachhallkorrigierte Trittschallpegel $L_{AFmax,n}$ gebildet. Die einzelnen Punkte in Abbildung 2- links, die jeweils das Ergebnis eines Deckenaufbaus darstellen, zeigen eine sehr schwache Korrelation. Die Messungen für diesen Vergleich erfolgten im Rahmen einer Studienarbeit an der Hochschule Rosenheim [6] und einem Forschungsprojekt des ift Rosenheim [5]. Ergänzende Messungen wurden im Firmenprüfstand von Knauf, Iphofen [7] durchgeführt. Die Messungen erfolgten somit in drei unterschiedlich dimensionierten Prüfständen und von unterschiedlichen Messteams, wodurch Unsicherheiten, die auf die begrenzten Prüfstandsabmessungen oder die spezielle Anregung eines Geher zurückzuführen sind, reduziert werden konnten. Um die Anregung bei der Begehung der Decke reproduzierbarer zu gestalten, wurden die relevanten Eckdaten für den Geher festgelegt.¹

¹ Geher männlich, 75-85 kg, Gehen auf Socken mit 90-100 Schritt/Min. im Kreis u. Acht

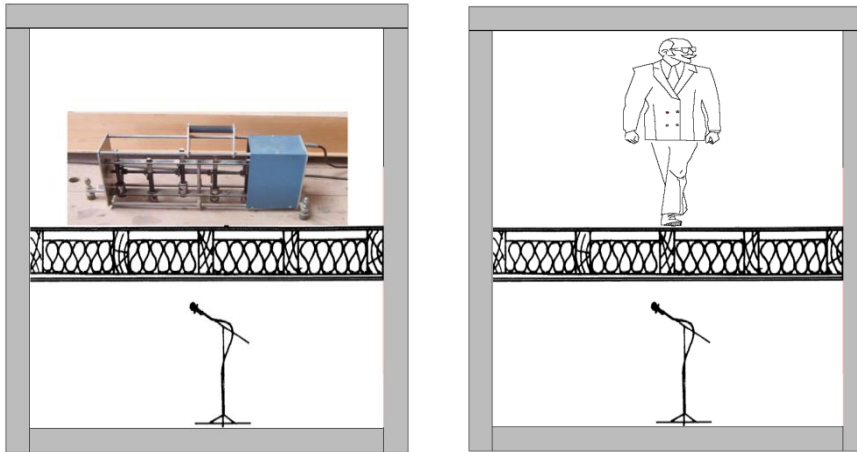


Abbildung 1: Messung der Trittschallübertragung einer Decke. Links: Trittschallanregung durch das Norm-Hammerwerk. Rechts: Anregung durch Begehen der Decke.

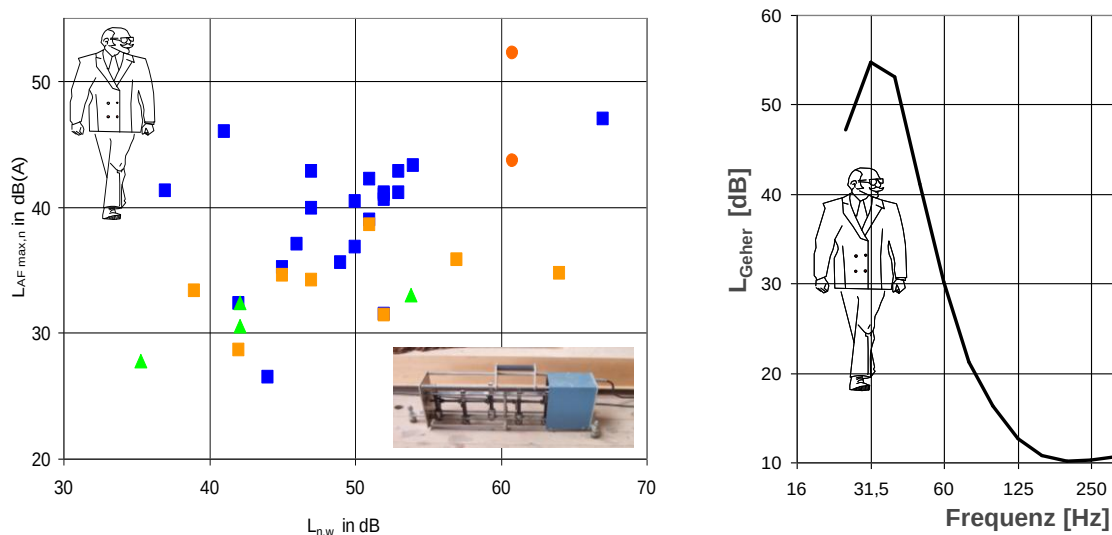


Abbildung 2: Korrelation von $L_{n,w}$ und subjektivem Empfinden. Links: Zusammenhang zwischen dem bewerteten Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ und dem A-bewerteten Trittschallpegel $L_{AFmax,n}$ beim Begehen von Holzdecken. Blaue Quadrate: Messungen im ift Rosenheim [5], orange Kreise: Messungen an der HS Rosenheim [6], grüne Dreiecke: Messungen im Deckenprüfstand von Knauf, Iphofen [7]. Rechts: Frequenzabhängige Darstellung der Trittschallübertragung beim Begehen einer Decke.

Die Ursache der schwachen Korrelation wird in Abbildung 2 - rechts anhand der frequenzabhängigen Darstellung einer typischen Trittschallübertragung beim Begehen einer Holzdecke gezeigt. Aus den Pegeln ist deutlich zu ersehen, dass beim Begehen der Decke nahezu die gesamte Übertragung unterhalb von 100 Hz erfolgt. Im Gegensatz hierzu wird bei der Bewertung des Norm-Trittschallpegels nach DIN EN ISO 717-2 ausschließlich der Frequenzbereich von 100 - 3150 Hz für den Einzahlwert ($L_{n,w}$) verwendet. Der $L_{n,w}$ kann deshalb den für das subjektive Empfinden relevanten Bereich unter 100 Hz nicht beurteilen. Eine bessere Korrelation ist somit nur durch eine veränderte Bewertung des Norm-Trittschallpegels zu erreichen.

3. Alternative Bewertungsverfahren

Um dem Problem der geringen Korrelation zwischen realem Geher und dem bewerteten Norm-Trittschallpegel zu begegnen, wurde in DIN EN ISO 717-2 ein Spektrum-Anpassungswert C_I eingeführt, der auch für den nach unten erweiterten Frequenzbereich bis 50 Hz angewendet werden kann ($C_{I,50-2500}$). Durch die zusätzliche Berücksichtigung des Spektrum-Anpassungswerts ($L_{n,w} + C_{I,50-2500}$) wird die Korrelation deutlich verbessert, wie Abbildung 5 (Abschnitt 3) zeigt.

Neben dieser genormten Methode wurden in der Literatur weitere alternative Bewertungsverfahren vorgestellt [17], [18], [19], deren Bewertungskurven in Abbildung 3 dargestellt sind.

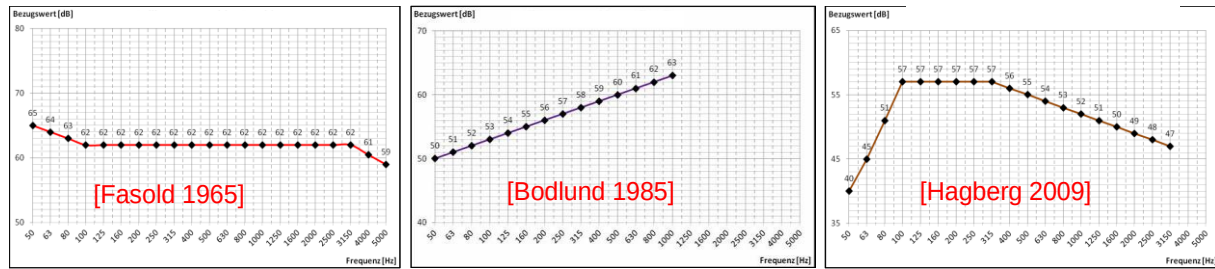


Abbildung 3: Alternative Bewertungskurven [17], [18], [19].

Um die Bewertungsverfahren miteinander vergleichen zu können, wurde zunächst die Korrelation zwischen dem $L_{n,w} + C_{I,50-2500}$ und den Ergebnissen der alternativen Bewertungsverfahren untersucht [8]. Hierzu konnten 356 Norm-Prüfungen an Holzdecken aus der Datenbank des ift Rosenheim verwendet werden. Wie Abbildung 3 für die zwei neueren Bewertungsverfahren nach Bodlund [18] und Hagberg [19] zeigt, ist die Korrelation erstaunlich gut. Es ist somit kein wesentlicher Unterschied zu dem genormten Verfahren nach DIN EN ISO 717-2 zu erwarten.

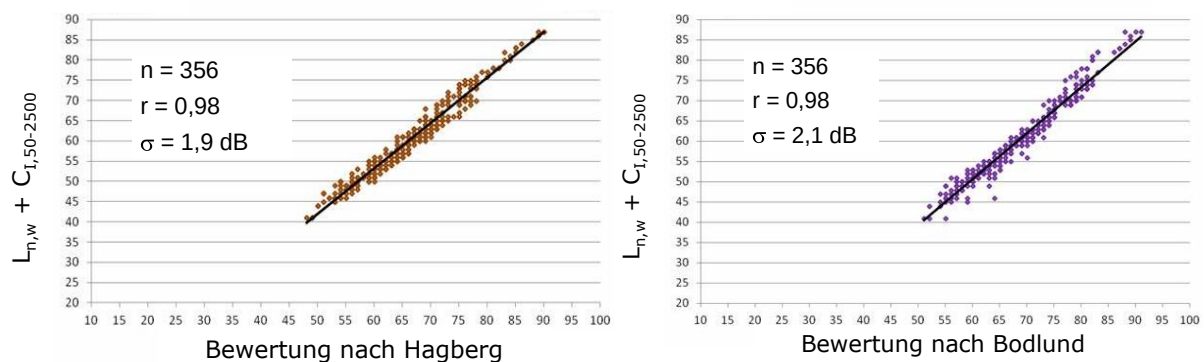


Abbildung 4: Korrelation zwischen $L_{n,w} + C_{I,50-2500}$ und den Bewertungen nach Bodlund [18] und Hagberg [19]
Anzahl $n = 356$, Korrelationskoeffizient $r = 0,98$, Standardabweichung $\sigma = 1,9$ bzw. $2,1$ dB

4. Zielwerte der Bauteilentwicklung

Bevor die Korrelation zwischen $L_{AFmax,n}$ und $L_{n,w} + C_{I,50-2500}$ für die Festlegung der Zielwerte verwendet werden kann, ist zu hinterfragen, ob die Bewertung der Trittschallpegel beim Begehen der Decke durch die gebräuchliche A-Bewertung tatsächlich gehörig ist. Hierzu wird in Abbildung 5 - links die A-Bewertung der Trittschallpegel der wesentlich umfangreicheren und genaueren Bewertung nach Zwicker [20] gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass zumindest für diese Art der Anregung und im relevanten Wertebereich zwischen 25 und 45 dB(A) eine gute Übereinstimmung erreicht werden kann.

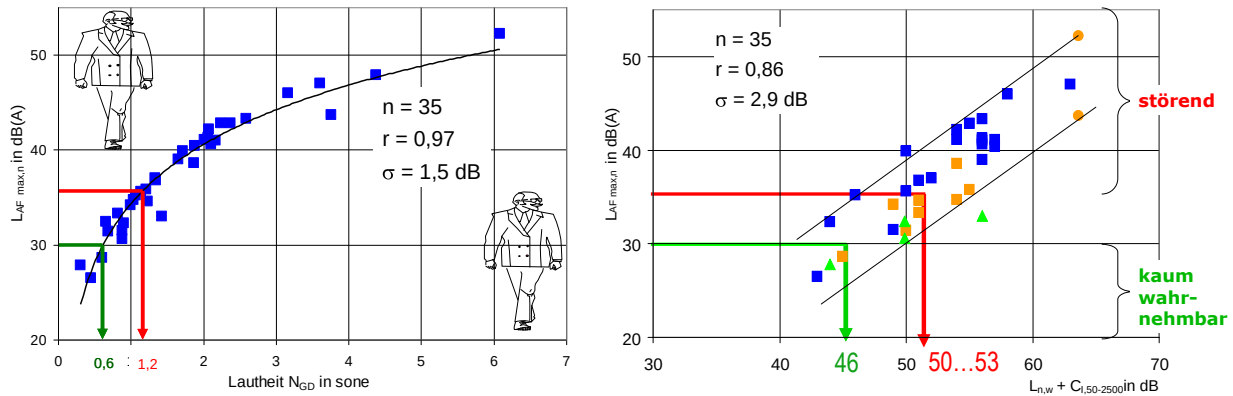


Abbildung 5: Zielwerte für die Bauteilentwicklung. Links: Zusammenhang zwischen dem $L_{AFmax,n}$ und der Lautheit nach Zwicker [20]. Rechts: Zusammenhang zwischen dem $L_{AFmax,n}$ und dem $L_{n,w} + C_{I,50-2500}$

Abbildung 5- rechts zeigt den nun deutlich besseren Zusammenhang zwischen den A-bewerteten Trittschallpegeln beim Begehen der Decke und den nach DIN EN ISO 717-2 mit $L_{n,w} + C_{I,50-2500}$ bewerteten Hammerwerks-Messungen. Hierdurch wird auch ersichtlich, dass die in Abbildung 2 – links gezeigte, schwache Korrelation weniger durch die Art der Anregung mit dem Norm-Hammerwerk als vielmehr durch die unzutreffende Bewertung über den $L_{n,w}$ verursacht wurde.

Zur Festlegung der Zielwerte für eine gute Trittschalldämmung kann nun das subjektive Empfinden berücksichtigt werden. Die in einigen europäischen Ländern bereits umgesetzte Anforderung an den $L_{n,w} + C_{I,50-2500} \leq 53$ dB [16] entspricht in Abbildung 5 - rechts in etwa einem $L_{AFmax,n} \leq 35 - 37$ dB(A). Erfahrungsgemäß ist oberhalb dieser Grenze mit störenden Trittschallübertragungen zu rechnen [13]. Für einen $L_{n,w} + C_{I,50-2500} \leq 46$ dB beträgt der A-bewertete Trittschallpegel in etwa $L_{AFmax,n} \leq 30$ dB(A) und ist, je nach Umgebungsgeräusch, kaum noch wahrnehmbar. Die diesen Zielwerten ($L_{n,w} + C_{I,50-2500} \leq 53$ dB bzw. ≤ 46 dB) zugeordneten A-bewerteten Trittschallpegel ($L_{AFmax,n} \leq 35$ dB(A) bzw. ≤ 30 dB(A)) ergeben in Abbildung 5 - links eine Halbierung der Lautheit, die auch in der subjektiven Empfindung einer Halbierung entspricht.

5. Konstruktive Umsetzung

Für die konstruktive Umsetzung in der Bauteilentwicklung stehen für die schalltechnische Optimierung im Wesentlichen zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Die Erhöhung der Masse und die Verbesserung der Entkopplung. Durch die Erhöhung der Masse in Form einer Rohdeckenbeschwerung oder einer Beschwerung der Unterdecke wird die Anregbarkeit (Admittanz) reduziert und damit eine geringere Schallabstrahlung erreicht. Die Entkopplung durch einen schwimmenden Estrich oder eine abgehängte Unterdecke reduziert oberhalb der genügend tief abzustimmenden Resonanzfrequenz die Übertragung der Bauteilschwingungen innerhalb der Konstruktion.

Die Erarbeitung von Konstruktionshilfen für schalltechnisch optimierte Deckenaufbauten auf Basis dieser Ansätze erfolgte durch numerische Berechnungen der Trittschallübertragung [5]. Hierzu wurde an der TU München ein Berechnungsmodell auf Basis der Finiten Elemente Methode (FEM) erarbeitet und anhand von Messergebnissen aus der Datenbank des ift Schallschutzzentrums validiert. Anhand der numerischen Berechnungen des validierten Modells konnten die Wechselwirkungen der Deckenkomponenten mit geringem Aufwand untersucht und optimierte Konstruktionen erarbeitet werden. Nach der messtechnischen Überprüfung der optimierten Konstruktionen wurden die Ergebnisse, unterstützt durch eine systematische Auswertung der Decken-Datenbank am ift Schallschutzzentrum, in Form von Konstruktionshilfen zusammengestellt (siehe Anhang). Als Beispiel für optimierte Deckenkonstruktionen zeigt Abbildung 6 den Vergleich der Messergebnisse einer Massivholzdecke und einer Holzbalkendecke mit den Norm-Trittschallpegeln konventioneller Stahlbetondecken. Als Optimierungsansatz wurde hier die schallabstrahlende Ebene (Massivholzelement bzw. Unterdecke) beschwert.

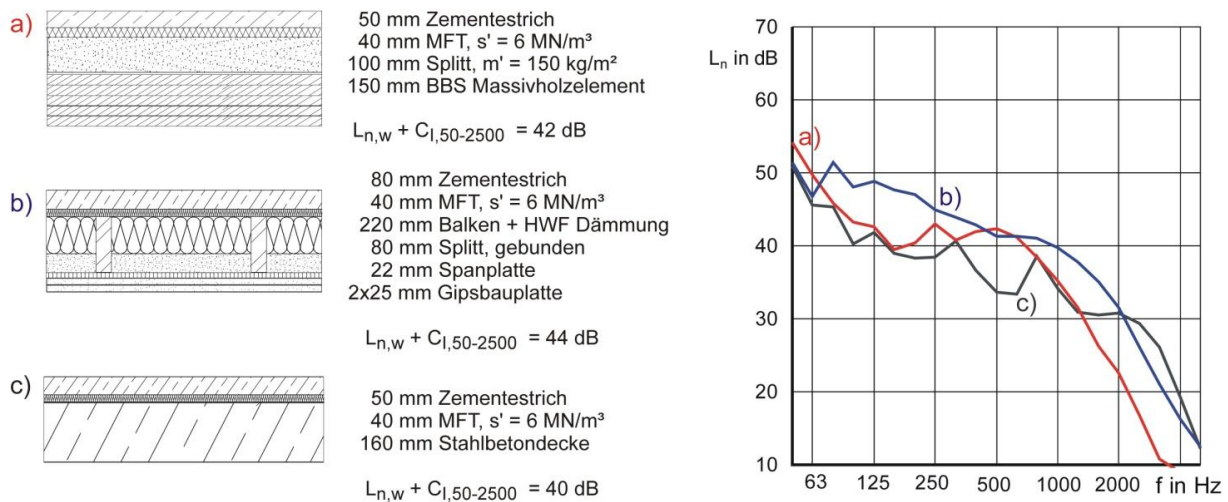


Abbildung 6: Messwerte optimierter Holzdecken durch Erhöhung der Masse im Vergleich zu Stahlbetondecken [5]

Ein Beispiel für optimierte Decken durch effektive Entkopplung ist in Abbildung 7 gezeigt. Die Gegenüberstellung zeigt, dass bei entsprechender Konstruktion die gute Trittschalldämmung einer Stahlbetondecke auch mit deutlich leichteren Decken erreicht werden kann.

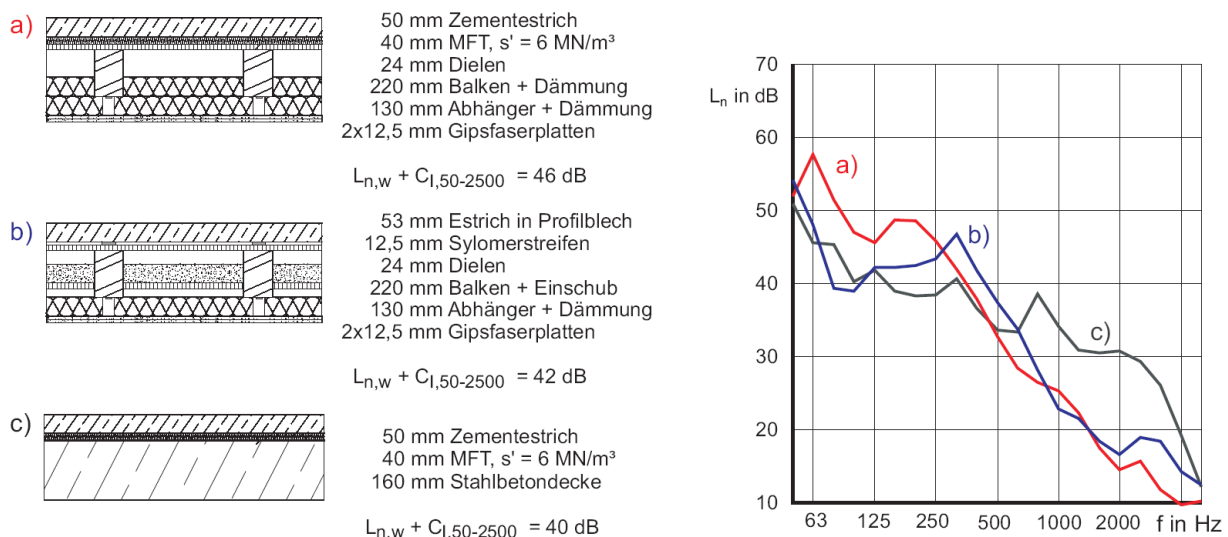


Abbildung 7: Messwerte optimierter Holzdecken durch abgehangte Unterdecken - im Neubau und in der Altbau-sanierung - im Vergleich zu Stahlbetondecken [21]

6. Zusammenfassung

Für die Zufriedenheit des Bewohners mit der Schalldämmung der Decke ist dessen subjektives Empfinden der Trittschallübertragung maßgeblich. Als Maß für das subjektive Empfinden kann der A-bewertete Trittschallpegel beim Begehen der Decke verwendet werden. Da zwischen dem A-bewerteten Trittschallpegel und dem $L_{n,w}$ als Einzahlbewertung nach DIN EN ISO 717-2 kein ausreichender Zusammenhang besteht, wurde für die Festlegung der zu erreichenden Zielwerte die zusätzliche Bewertung durch den Spektrum-Anpassungswert $C_{I,50-2500}$ verwendet. Anhand der nun ausreichenden Korrelation konnten Zielwerte ($L_{n,w} + C_{I,50-2500} \leq 53 \text{ dB}$ bzw. $\leq 46 \text{ dB}$) festgelegt und entsprechend ausgelegte Deckenaufbauten als „Demonstratoren“ entwickelt werden. Im nächsten Schritt sind diese Demonstratoren in Zusammenarbeit mit den Herstellern in Kosten-Nutzen optimierte Konstruktionen umzusetzen und im ausgeführten Zustand am Bau zu prüfen.

7. Danksagung

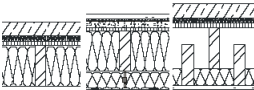
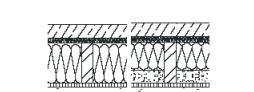
Der Autor bedankt sich für die hilfreichen Diskussionen und die Zusammenarbeit besonders bei Prof. Schanda (HS Rosenheim), Dr. Rümmler und Herrn Seidel (Knauf Gips KG). Sowie für die finanzielle Unterstützung durch die AiF und den HAF bei den zitierten Projekten.

8. Literatur

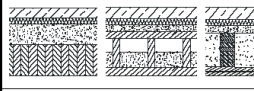
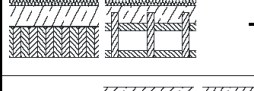
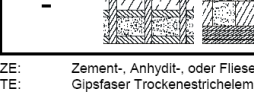
- [1] DIN 4109, Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise November 1989 und Beiblatt 1 zur DIN 4109 Schallschutz im Hochbau, Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren, November 1989
- [2] Reichelt, H., Schall- und schwingungstechnische Lösungen im Holzbau, Projektarbeit, Hochschule Rosenheim, 2008
- [3] DIN EN ISO 717-2, Akustik - Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 2: Trittschalldämmung (ISO 717-2:1996 + AM1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 717-2:1996 + A1:2006. 2006
- [4] EN ISO 140-6:1998-8 Akustik; Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Teil 6: Messung der Trittschalldämmung von Decken in Prüfständen bzw. DIN EN ISO 10140-3: 2010-12 Akustik - Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand - Teil 3: Messung der Trittschalldämmung
- [5] Rabold, A., Rank, E., Anwendung der Finiten Elemente Methode auf die Trittschallberechnung, Teilbericht zum Kooperationsprojekt: Untersuchung der akustischen Wechselwirkungen von Holzdecke und Deckenauflage zur Entwicklung neuer Schallschutzmaßnahmen, ibp Stuttgart, TU München, ift Rosenheim, DGfH 2009
- [6] Erhardt, D., Morkötter, D., Gehversuche auf Holzdecken zum Vergleich mit den bewerteten Norm-Trittschallpegeln gemäß DIN EN ISO 717, Studienarbeit, Hochschule Rosenheim, 2010
- [7] Seidel, J., Trittschall- und Geher-Messungen im Deckenprüfstand der Fa. Knauf Gips KG, Iphofen, 2010
- [8] Mueller, D., Schmitz, S., Weber, M., Vergleich verschiedener Bewertungskurven für den Trittschallpegel von Decken, Studienarbeit, Hochschule Rosenheim, 2010
- [9] Hveem, S., Homb, A., Haagberg, K., Rindel, J. H., "Low-frequency footfall noise in multi-storey timber frame buildings", NKB report 1996:12 E
- [10] Jeon, J., Y., Jeong, J. H., "Objective and Subjective Evaluation of Floor Impact Noise", Journal of Temporal Design in Architecture and the Environment, 2002, 2, 20-28
- [11] Warnock, A.C.C., "Low-frequency impact sound transmission through floor systems", InterNoise, 2000
- [12] Scholl, W., "Das Normhammerwerk muss laufen lernen", Tagungsband DAGA, 2001
- [13] Burkhart, C., Tieffrequenter Trittschall - Messergebnisse, mögliche Ursachen, Tagungsband DAGA 2002
- [14] B. Rasmussen, J. H. Rindel: Sound insulation of dwellings - Legal requirements in Europe and subjective evaluation of acoustical comfort. Proceedings of DAGA, 2003, 118-121
- [15] Kühn, B., Blickle R., „Trittschalldämmung und Gehgeräusche-Immission von Geschossdecken aus Holz“, WKSb, 2004, 52
- [16] Lang, J., Schallschutz im Wohnungsbau, Forschungsbericht ifip TU Wien, 2006
- [17] Fasold W., Untersuchungen über den Verlauf der Sollkurve für den Trittschallschutz im Wohnungsbau, Acustica, 1965, 15, 271-284

- [18] Bodlund, K., „Alternative reference curves for evaluation of the impact sound insulation between dwellings“, Journal of Sound and Vibration, 1985, v. 102 (3), 381-402
- [19] K. Hagberg, „Evaluation of sound insulation in the field“, Engineering Acoustics, LTH, TVBA-3127 (2009)
- [20] Zwicker, E., Fastl, H., Widmann, U., Kurakata, K., Kuwano, S., Namba, S., Program for calculating loudness according to DIN 45631 (ISO 532B), Journal of Acoustic Society of Japan, 12, 39-42, 1991
- [21] Rabold, A., Hessinger, J., Bacher, S., Schallschutz, Holzbalkendecken in der Altbauanierung, Mikado plus, 3, 2008

9. Anhang

Konstruktionshilfen	Zielwert:			
	$L_{nw} + C_{1,50-2500} \leq 53 \text{ dB}$		$L_{nw} + C_{1,50-2500} \leq 46 \text{ dB}$	
	Verkehrslast $p < 2,5 \text{ kN/m}^2$		Verkehrslast $p < 5 \text{ kN/m}^2$	
	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 60 \text{ mm Splitt, } m' \geq 90 \text{ oder}$ $\geq 40 \text{ mm Betonpl., } m' \geq 100$ $\geq 13 \text{ mm V20, } m' \geq 7$ $\geq 24 \text{ mm Dielen, } m' \geq 11$ $\geq 200 \text{ mm Balken}$	$\geq 25 \text{ mm TE, } m' \geq 25$ $\geq 12 \text{ mm TSD, } s' \leq 40$ $\geq 120 \text{ mm Splitt, } m' \geq 180$ $\geq 13 \text{ mm V20, } m' \geq 7$ $\geq 24 \text{ mm Dielen, } m' \geq 11$ $\geq 200 \text{ mm Balken}$	$\geq 80 \text{ mm ZE, } m' \geq 190$ $\geq 20 \text{ mm TSD, } s' \leq 20$ $\geq 100 \text{ mm Splitt, } m' \geq 150$ $\geq 13 \text{ mm V20, } m' \geq 7$ $\geq 24 \text{ mm Dielen, } m' \geq 11$ $\geq 200 \text{ mm Balken}$	$\geq 80 \text{ mm ZE, } m' \geq 190$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 100 \text{ mm Splitt, } m' \geq 150$ $\geq 13 \text{ mm V20, } m' \geq 7$ $\geq 24 \text{ mm Dielen, } m' \geq 11$ $\geq 200 \text{ mm Balken}$
	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 60 \text{ mm Splitt, } m' \geq 90 \text{ oder}$ $\geq 50 \text{ mm Betonpl., } m' \geq 120$ $\geq 22 \text{ mm V20, } m' \geq 14$ $\geq 220 \text{ mm Balken + Däm.}$ $\geq 24 \text{ mm Lattung}$ $\geq 12,5 \text{ mm GKB, } m' \geq 10$ $\geq 12,5 \text{ mm GKB, } m' \geq 10$	$\geq 25 \text{ mm TE, } m' \geq 25$ $\geq 12 \text{ mm TSD, } s' \leq 40$ $\geq 30 \text{ mm Splitt, } m' \geq 45 \text{ oder}$ $\geq 50 \text{ mm Betonpl., } m' \geq 120$ $\geq 22 \text{ mm V20, } m' \geq 14$ $\geq 220 \text{ mm Balken + Däm.}$ $\geq 100 \text{ mm Abh. + Däm.}$ $\geq 12,5 \text{ mm GF, } m' \geq 13$ $\geq 12,5 \text{ mm GF, } m' \geq 13$	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 20 \text{ mm TSD, } s' \leq 20$ $\geq 60 \text{ mm Splitt, } m' \geq 90$ $\geq 22 \text{ mm V20, } m' \geq 14$ $\geq 220 \text{ mm Balken + Däm.}$ $\geq 100 \text{ mm Abh. + Däm.}$ $\geq 12,5 \text{ mm GF, } m' \geq 13$ $\geq 12,5 \text{ mm GF, } m' \geq 13$	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 22 \text{ mm V20, } m' \geq 14$ $\geq 220 \text{ mm Balken + Däm.}$ $\geq 200 \text{ mm Balken}$ $\geq 100 \text{ mm Abh. + Däm.}$ $\geq 12,5 \text{ mm GF, } m' \geq 13$ $\geq 25 \text{ mm GKB, } m' \geq 20$ $\geq 25 \text{ mm GKB, } m' \geq 20$
	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 220 \text{ mm Balken mit}$ $\geq 220 \text{ mm HWF, druckfest}$ $\geq 22 \text{ mm V20, } m' \geq 14$ $\geq 25 \text{ mm GKB, } m' \geq 20$ $\geq 25 \text{ mm GKB, } m' \geq 20$			$\geq 80 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 220 \text{ mm Balken mit}$ $\geq 140 \text{ mm HWF, druckfest}$ $\geq 80 \text{ mm Splitt, geb.}$ $\geq 22 \text{ mm V20, } m' \geq 14$ $\geq 25 \text{ mm GKB, } m' \geq 20$ $\geq 25 \text{ mm GKB, } m' \geq 20$

ZE: Zement-, Anhydrit-, oder Flieseestrich mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
 TE: Gipsfaser Trockenestrichelemente, mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
 V20, Dielen: Verlegespanplatten und Massivholzdielen mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
 TSD: Mineralfaser- oder Holzweichfaser Trittschalldämmplatte mit der angegebenen dynamischen Steifigkeit s' in MN/m^3
 Splitt: Kalksplitt in Pappwaben, oder gebundener Splitt mit Latexmilch oder Zementemulsion, mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
 Betonpl.: Betonplatten, auf der Rohdecke verklebt oder im Sandbett verlegt, Kantenlänge $\leq 0,30 \text{ m}$, mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
 Balken, Däm.: Balkenlage nach Statik mit Hohlraumdämmung aus Faserdämmstoff, $d \geq 100 \text{ mm}$
 HWF: Druckfeste Holzweichfaser Dämmplatte, Rohdichte $\rho \approx 140 \text{ kg/m}^3$
 Lattung: Massivholzlatten, $24 \times 48 \text{ mm}$, geschraubt, geklammert oder genagelt, Achsabstand 417 mm
 Abh.: Federschienen und Abhänger mit Entkopplung durch Sylomer und Hohlraumdämmung aus Faserdämmstoff, $d \geq 100 \text{ mm}$
 GF, GKB: Gipsfaserplatten und Gipskartonplatten mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2

Konstruktionshilfen	Zielwert:			
	$L_{nw} + C_{1,50-2500} \leq 53 \text{ dB}$		$L_{nw} + C_{1,50-2500} \leq 46 \text{ dB}$	
	Verkehrslast $p < 2,5 \text{ kN/m}^2$		Verkehrslast $p < 5 \text{ kN/m}^2$	
	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 60 \text{ mm Splitt, } m' \geq 90$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	$\geq 25 \text{ mm TE, } m' \geq 25$ $\geq 12 \text{ mm TSD, } s' \leq 40$ $\geq 120 \text{ mm Splitt, } m' \geq 180$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	$\geq 80 \text{ mm ZE, } m' \geq 190$ $\geq 20 \text{ mm TSD, } s' \leq 20$ $\geq 120 \text{ mm Splitt, } m' \geq 180$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 120 \text{ mm Splitt, } m' \geq 180$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$
	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 70 \text{ mm Beton, } m' \geq 170$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	$\geq 12 \text{ mm TE, } m' \geq 13$ $\geq 28 \text{ mm V20, } m' \geq 16$ $\geq 30 \text{ mm TSD, } s' \leq 15$ $\geq 120 \text{ mm Beton, } m' \geq 290$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	$\geq 80 \text{ mm ZE, } m' \geq 190$ $\geq 30 \text{ mm TSD, } s' \leq 15$ $\geq 120 \text{ mm Beton, } m' \geq 290$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 120 \text{ mm Beton, } m' \geq 290$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$
	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 70 \text{ mm Beton, } m' \geq 170$ $\geq 100 \text{ mm Splitt, } m' \geq 150$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	$\geq 25 \text{ mm TE, } m' \geq 25$ $\geq 12 \text{ mm TSD, } s' \leq 40$ $\geq 70 \text{ mm Beton, } m' \geq 170$ $\geq 100 \text{ mm Splitt, } m' \geq 150$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 20 \text{ mm TSD, } s' \leq 20$ $\geq 70 \text{ mm Beton, } m' \geq 170$ $\geq 100 \text{ mm Splitt, } m' \geq 150$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 70 \text{ mm Beton, } m' \geq 170$ $\geq 100 \text{ mm Splitt, } m' \geq 150$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$

ZE: Zement-, Anhydrit-, oder Flieseestrich mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
 TE: Gipsfaser Trockenestrichelemente, mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
 V20: Verlegespanplatten, mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
 TSD: Mineralfaser- oder Holzweichfaser Trittschalldämmplatte mit der angegebenen dynamischen Steifigkeit s' in MN/m^3
 Splitt: Kalksplitt in Pappwaben, oder gebundener Splitt mit Latexmilch, oder Zementemulsion, mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
 Beton: Holzbetonverbund, mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2
 MHD: Brettstapel-, Brettstichholz-, Brettsperrholz-, Hohlkasten- oder Leimprofilholzdecken, mit der angegebenen flächenbezogenen Masse m' in kg/m^2 , Elementhöhe nach Statik