

évaluer son effet escompté

Andreas Rabold
ift Rosenheim
DE-Rosenheim



évaluer son effet escompté

premier introduction

Pour se protéger contre le harcèlement injustifié d'autres zones résidentielles seront fournis dans la norme DIN 4109 [1], entre autres exigences pour l'isolation acoustique des plafonds de partition. Ces exigences peuvent être satisfaites par aujourd'hui la structure du plafond de séparation habituelle pour une exécution irréprochable aussi bien en bois et des problèmes de construction massif. Cela se reflète également dans les tests de qualité sur la construction. Néanmoins, la transmission des bruits d'impact dans les enquêtes auprès des résidents des immeubles [2], [16] est généralement appelé comme la source de bruit le plus gênant.

Etant donné que la détection métrologique des exigences selon la norme DIN 4109 est réalisée avec une machine à percer comme source d'excitation, d'une part, la correspondance entre le résultat de cette mesure (bruit d'impact norme classé $L'_{n,w}$

ou $L_{n,w}$) et remettre en question le sentiment subjectif de l'occupant dans l'excitation classique en engageant le plafond. Dans la section 2 est présent abordé la corrélation entre la perception subjective du résident et classés en fonction DIN EN ISO 717-2 [3] son d'impact standard. méthodes d'évaluation qui ont été mis au point avec l'objectif d'une meilleure adéquation entre la mesure du marteau et les sentiments subjectifs sont comparés à la troisième section à partir des valeurs cible sont calculées pour l'optimisation des composants dans la section 4. Une mise en œuvre de la conception possible est proposée à l'article 5.

deuxième Corrélation de $L_{n,w}$ et la perception subjective

La corrélation entre la perception subjective du résident et évaluées selon la norme DIN EN ISO 717-2 [3] son d'impact standard a été étudié déjà dans divers projets [9] - [16]. Les résultats de ces études montrent relativement uniforme aucune corrélation utile existe entre les deux tailles. Pour illustrer ce résultat sur la Figure 2 Les résultats des mesures de moulin à marteaux standards selon la norme DIN EN ISO 140-6 et DIN EN ISO 10140-2 [4] sont comparées à la transmission des bruits d'impact en engageant le plafond (le dispositif de mesure représenté sur la figure 1). Pour une évaluation correcte acoustique du plafond a été coté A de la transmission des bruits d'impact lors de la marche et répercutant les bruits d'impact L corrigé $L_{AFmax,n}$

formée. Les différents points de la figure 2 à gauche, dont chacun représente le résultat d'une structure de pont, montrent une corrélation très faible. Les mesures pour cette comparaison ont été faites dans le cadre d'un projet de recherche étudiant à l'Université de Rosenheim [6] et un projet de recherche de l'IFT Rosenheim [5]. D'autres mesures ont été dans le test d'entreprise Knauf, Iphofen [7] réalisée. Les mesures ainsi réalisées dans trois différents bancs de taille et de différentes équipes de mesure, des incertitudes qui sont ainsi en raison de l'essai de dimensions limitées ou l'excitation spéciale d'un marcheur, pourraient être réduits. À la suggestion de la commission du plafond pour rendre reproductible, les données clés pertinents ont été spécifiés pour les marcheurs.¹

¹ Les marcheurs mâle, 75-85 kg, marche sur des chaussettes avec 90-100 étape / min. u dans un cercle. huit

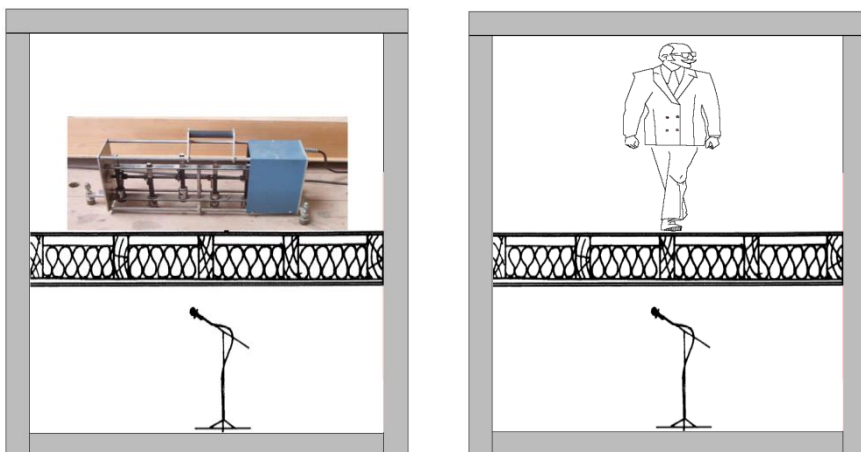


Figure 1: La mesure de la transmission des bruits d'impact d'un plafond. Liens: excitation sonore d'impact par la machine à tarauder. A droite: excitation en engageant le plafond.

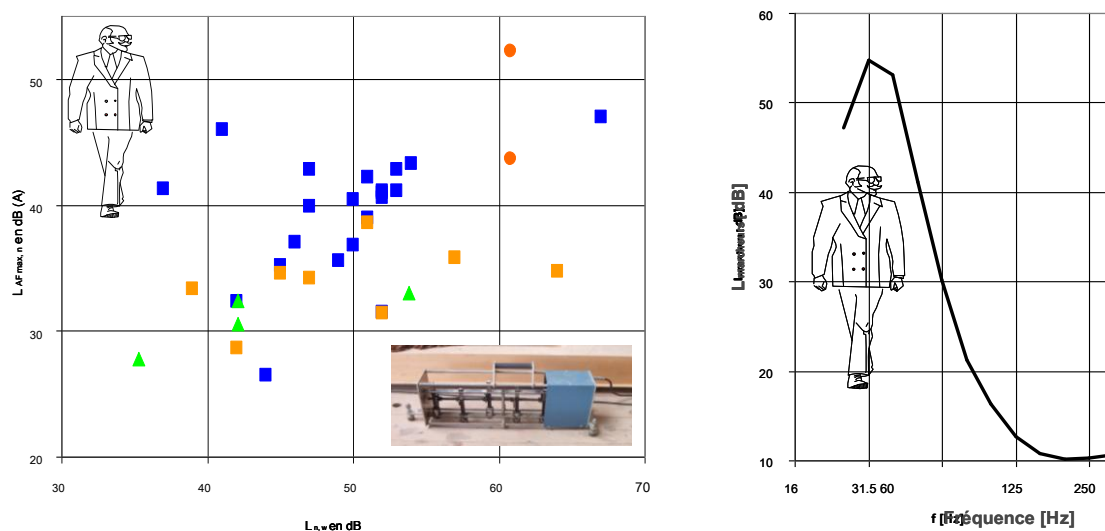


Figure 2: Corrélation de $L_{n,w}$ et sentiment subjectif. Liens: lien entre le niveau sonore $L_{n,w}$ et le niveau de bruit de choc pondéré $A-L_{Afmax,n}$ lors de la marche par des plafonds en bois. Les carrés bleus: Mesures à ift Rosenheim [5], les cercles orange: mesures sur le HS Rosenheim [6], des triangles verts: mesures sur le banc d'essai de plafond par Knauf, Iphofen [7]. A droite: la représentation en fonction de la fréquence de la transmission des bruits d'impact lors de la marche sur une couverture.

La cause de la faible corrélation est représenté sur la Figure 2 - représenté à droite sur la base de la représentation en fonction de la fréquence d'une transmission des bruits d'impact typique lors de la marche sur un plafond en bois. Des niveaux peuvent être clairement vu que presque toute la transmission a lieu en dessous de 100 Hz lors de la marche au plafond. En revanche, dans l'évaluation du bruit de choc selon la norme DIN EN ISO 717-2 à l'exclusion de la gamme de fréquences 100-3150 Hz pour la valeur unique ($L_{n,w}$) utilisé. $L_{n,w}$ ne peut évaluer donc pertinent à la plage de la perception subjective en dessous de 100 Hz. Une meilleure corrélation est donc accessible que par une évaluation modifiée du son d'impact standard.

troisième procédures d'évaluation alternatives

Pour résoudre le problème de la faible corrélation entre le réel et le son Goer d'impact nominal standard, était dans la norme DIN EN ISO un terme adaptation du spectre C 717-2_{Je} introduit, qui peut également être appliquée pour la gamme de fréquences étendue vers le bas jusqu'à 50 Hz ($C_{1, 50-2500}$). En prenant en outre en compte la valeur d'adaptation du spectre ($L_{n,w} + C_{1, 50-2500}$) la corrélation est significativement améliorée, comme le montre la figure 5 (section 3).

En plus de cette méthode normalisée d'autres procédures d'évaluation de remplacement ont été présentées dans la littérature [17], [18], [19] dont les courbes valeur sont représentés sur la figure 3.

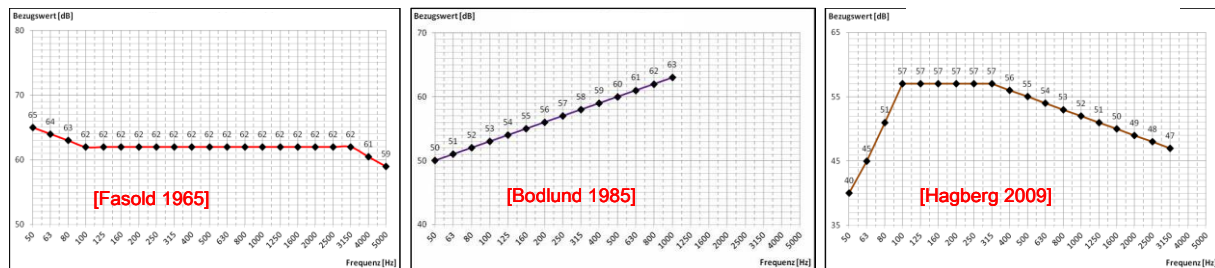


Figure 3: des courbes d'évaluation alternatifs [17], [18], [19].

Afin de comparer les procédures d'évaluation, en premier est la corrélation entre le $L_{n,w} + C_{I,50-2500}$ et les résultats des méthodes d'évaluation d'une enquête [8]. Ce sujet était de 356 tests standards sont utilisés pour des plafonds en bois de la base de données de l'IFT Rosenheim. Comme le montre la figure 3, pour les deux processus d'examen récent selon Bodlund [18] et Hagberg [19], la corrélation est étonnamment bonne. Il est donc 717-2 sans craindre d'écart important à la procédure standard selon la norme DIN EN ISO.

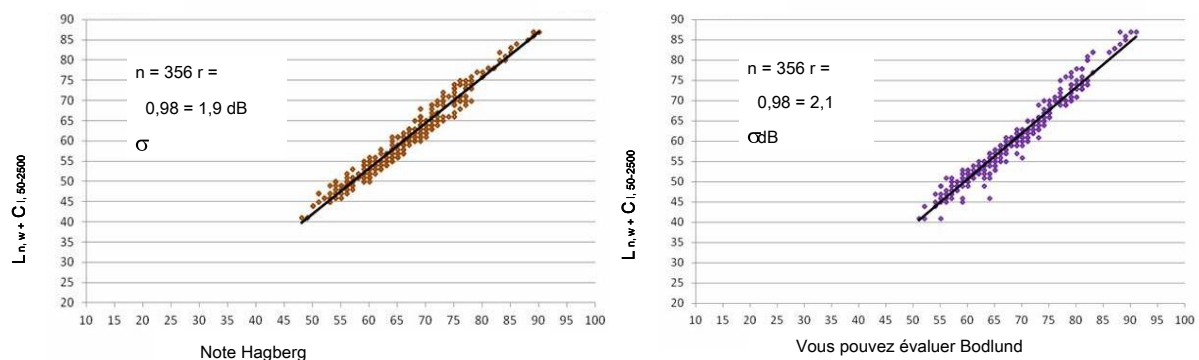


Figure 4: Corrélation entre $L_{n,w} + C_{I,50-2500}$ et les évaluations que Bodlund [18] et Hagberg [19] Nombre de $n = 356$, coefficient de corrélation $r = 0,98$, écart-type = 1,9 et 2,1 dB

4 Les valeurs cibles de développement de composants

Avant la corrélation entre $L_{AFmax,n}$ et $L_{n,w} + C_{I,50-2500}$ peut être utilisé pour définir les valeurs cibles est question de savoir si l'évaluation du son d'impact lors de la marche sur le plafond est en fait auditivement par l'A-note commune. A cet effet, la figure 5 - gauche beaucoup plus la Revue du son d'impact et plus le taux exact Zwicker [20] par rapport. On constate qu'une bonne correspondance peut être obtenue, au moins pour ce type d'excitation et dans la plage correspondante de valeurs comprises entre 25 et 45 dB (A).

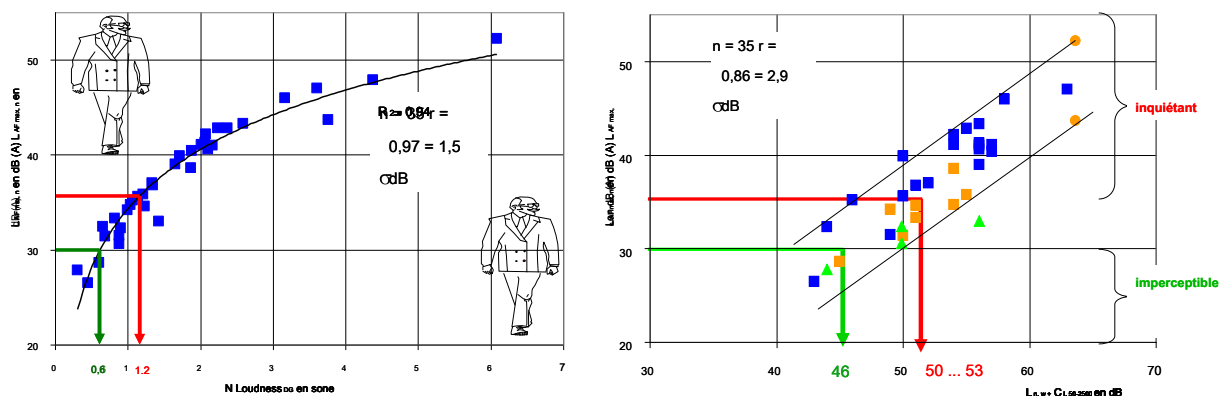


Figure 5: Valeurs cibles pour le développement de composants. Liens: relation entre le $L_{AFmax,n}$ et le volume en fonction de Zwicker [20]. A droite: la corrélation entre le $L_{AFmax,n}$ et $L_{n,w} + C_{i,50-2500}$

La figure 5 montre clairement le mieux en ce moment le lien entre les sangsues sonores d'impact A-pondérée lors de la marche sur le plafond et DIN EN ISO 717-2 avec $L_{n,w} + C_{i,50-2500}$ noté les mesures de plantes Hammer. Ce sera également vu que la figure 2 - Corrélation gauche montré, faible moins par le type d'excitation avec le mécanisme de marteau que norme par l'évaluation erronée de la $L_{n,w}$ a été causé.

Fixant les objectifs pour une bonne isolation acoustique de la perception subjective peut maintenant être considérée. Dans certains pays européens demande déjà mis en œuvre à la $L_{n,w} + C_{i,50-2500}$ correspond à la figure 5 ≤ 53 dB [16] - vers la droite à environ un $L_{AFmax,n} \leq 35$ à 37 dB (A). Selon l'expérience, devrait-dessus de cette limite avec perturbant les transmissions sonores d'impact [13]. Pour un $L_{n,w} + C_{i,50-2500} \leq 46$ dB est le niveau de bruit de choc A-pondéré à environ $L_{AFmax,n} \leq 30$ dB (A) et, en fonction du bruit ambiant, à peine perceptible. Plus ces valeurs cibles ($L_{n,w} + C_{i,50-2500} \leq 53$ dB ou ≤ 46 dB) associée avec le niveau de bruit de choc A-pondéré ($L_{AFmax,n} \leq 35$ dB (A) ou ≤ 35 dB (A)) suite à la figure 5 - la réduire de moitié gauche de l'intensité sonore, qui est aussi dans la sensation subjective de réduire de moitié.

5 la mise en œuvre de la conception

Pour la mise en œuvre de la conception dans le développement de ces composants représentent à l'optimisation acoustique essentiellement deux options. L'augmentation de la masse et d'améliorer le découplage. En augmentant la masse sous la forme d'un Rohdeckenbeschwerung ou une pondération du plafond suspendu l'excitabilité (admittance) est réduite et donc un niveau de bruit plus faible. Le découplage par une chape flottante ou d'un plafond suspendu au-dessus de la fréquence de résonance réduite suffisamment profonde à l'écoute de la transmission des vibrations de composants au sein de la structure.

Le développement d'outils de conception pour les structures de plafond acoustique optimisés sur la base de ces approches a été faite par des calculs numériques de la transmission des bruits d'impact [5]. Pour cela, un modèle de calcul basé sur la fini a été mis au point la méthode des éléments (FEM) à l'Université technique de Munich et la base des résultats de mesure de la base de données du centre d'insonorisation de IFT validé. Sur la base des calculs numériques du modèle validé les interactions des éléments de plafond ont été étudiés avec peu d'effort et des modèles optimisés sont développés. Après la mesure de test des structures optimisées, les résultats ont été soutenus par une évaluation systématique de la base de données sur le plafond iftSchallschutzzentrum, recueillies sous la forme d'auxiliaires de construction (voir l'annexe) A titre d'exemple des structures de plafond optimisées, la figure 6 montre la comparaison des résultats de mesure d'un plafond en bois massif et poutres apparentes avec les niveaux de bruit de choc standard de classique dalles en béton armé. Comme une approche d'optimisation, le niveau sonore (élément en bois massif ou sous-plafond) se plaignait ici.

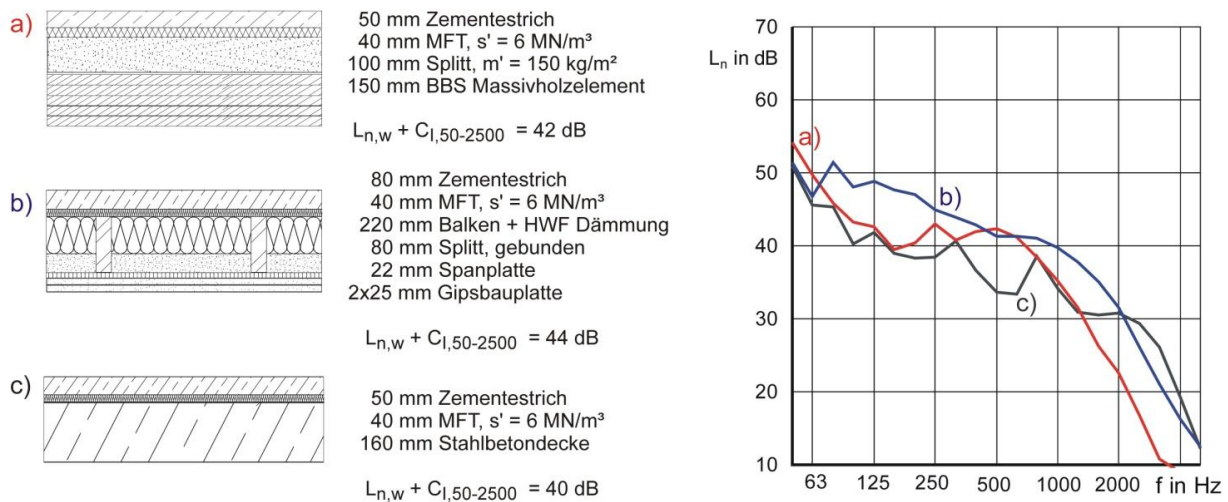


Figure 6: Observations optimisées des plafonds en bois par l'augmentation de la masse par rapport aux dalles en béton armé [5]

Un exemple de plafond optimisé en découplant efficacement représenté sur la figure 7. peut être les comparaison montre que la conception appropriée, la bonne isolation acoustique d'un plafond en béton armé avec un plafond beaucoup plus léger atteint.

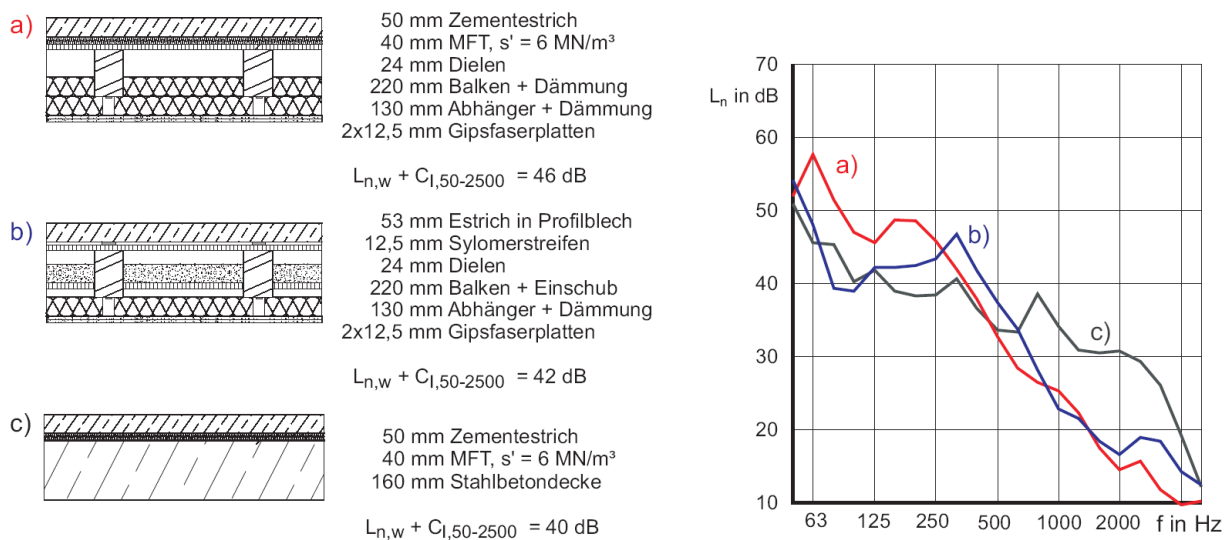


Figure 7: Les valeurs de mesure optimisées par des plafonds en bois plafonds suspendus - nouveaux contrats de construction et de rénovation - par rapport aux dalles de béton armé [21]

6 résumé

Pour la satisfaction du résident avec l'isolation acoustique du plafond de la perception subjective de la transmission des bruits d'impact doit prévaloir. En tant que mesure du sentiment subjectif du niveau sonore pondéré A l'impact peut être utilisé pour **commettre le plafond. Depuis entre le niveau sonore pondéré A l'impact et la $L_{n,w}$ comme Einzahlbewertung selon la norme DIN EN ISO 717-2, un lien suffisant existe, est pour le réglage des valeurs de consigne à atteindre, l'évaluation supplémentaire de l'adaptation du spectre $C_{l, 50-2500}$ utilisé. Sur la base de la corrélation maintenant suffisante pourrait cibler des valeurs ($L_{n,w} + C_{l, 50-2500}$ régler $\leq 53 \text{ dB}$ ou 46 dB), et mis au point des structures de plafond conçues de manière appropriée en tant que « manifestants ».** Dans l'étape suivante, ces manifestants mettent en œuvre des conceptions optimisées en collaboration avec les fabricants des avantages de coûts et de vérifier l'état exécuté dans la construction.

7 action de grâces

L'auteur tient à remercier les discussions utiles et la coopération en particulier avec le professeur Schanda (HS Rosenheim), Dr. Rumler et M. Seidel (Knauf Gips KG). Et pour le soutien financier des fonds alternatifs et le HAF dans les projets cités.

8 littérature

- [1] DIN 4109, isolation acoustique dans les bâtiments, les exigences et les tests Novembre 1989 et Supplément 1 de la norme DIN 4109 Isolation acoustique des bâtiments, des exemples de construction et les méthodes de calcul, Novembre 1989
 - [2] Reichelt, H., solutions bruit et des vibrations dans la construction en bois, travaux de projet, Université Rosenheim, 2008
 - [3] DIN EN ISO 717-2, Acoustique - Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 2: isolation acoustique d'impact (ISO 717-2: 1996 + AM1: 2006); version allemande EN ISO 717-2: 1996 + A1: 2006. 2006
 - [4] EN ISO 140-6: 1998-8 Acoustique; Mesure de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 6: Mesurage de l'isolation des bruits d'impact des planchers en bancs d'essais ou DIN EN ISO 10140-3: 2010-12 Acoustique - Mesurage de l'isolation acoustique des composants dans l'essai - Partie 3: Mesurage de l'isolation acoustique d'impact
 - [5] Rabold, A., Rang, E., application de la méthode des éléments finis au rapport de calcul du son d'impact partiel sur le projet de coopération: Etude des interactions acoustiques du plafond en bois et revêtement de sol pour développer de nouvelles mesures de protection contre le bruit, IBP Stuttgart, TU Munich, IFT Rosenheim, DGfH 2009 [6]
- Erhardt, D., Morkötter, D., pas hésitants sur des plafonds en bois pour comparaison avec les niveaux sonores d'impact standards évalués selon la norme DIN EN ISO 717, Thèse étudiants, Université de Rosenheim, en 2010 [7]
- Seidel, J., mesures sonores d'impact et la marche dans le banc d'essai au plafond de la société. Knauf Gips KG, Iphofen, 2010
- [8] Mueller, D., Schmitz, S., Weber, M., comparaison des différentes courbes de notation pour le son de l'impact des couvertures, des travaux d'étude, Université Rosenheim, 2010
 - [9] Hveem, S., Homb, A., La Haye Berg, K., Rindel, JH, "bruit de pas basse fréquence du bruit dans les bâtiments à ossature bois à plusieurs étages", rapport de NKB 1996: 12 E
 - [10] Jeon, J., Y., Jeong, JH, « Objectif et Subjectif évaluation de l'impact étage Bruit », Journal of Design temporel d'architecture et de l'environnement, 2002, 2, 20-28
 - [11] Warnock, ACC, « la transmission des bruits d'impact à basse fréquence par sys- étage Tems « Internoise, 2000
 - [12] Scholl, W., "La machine à tarauder doit apprendre à marcher," Actes DAGA, 2001
 - [13] Burkhart, C., grondement basse fréquence - des résultats de mesure, les causes possibles, Actes DAGA 2002
 - [14] B. Rasmussen, JH Rindel: Isolation acoustique des habitations - exigences légales Europe et l'évaluation subjective du confort acoustique. Actes de DAGA, 2003, 118-121
 - [15] Kuhn, B., R. Blickle, « isolation acoustique et bruits marche immission de l'ensemble couverture de tir en bois, « wksb, 2004, 52
 - [16] Lang, J., isolation acoustique dans le logement, rapport de recherche IFIP Université de Technologie de Vienne, 2006
 - [17] W. Fasold, enquêtes au cours de la courbe cible pour le son d'impact protection dans le secteur résidentiel, Acustica, 1965, 15, 271-284

[18] Bodlund, K., « courbes de référence alternatives pour l'évaluation du bruit d'impact in-sulation entre les habitations », Journal of Sound and Vibration, 1985, v. 102 (3), 381-402

[19] K. Hagberg, « Évaluation de l'isolement acoustique dans le domaine, » Acoustique Ingénierie, LTH, TVBA-3127 (2009)

[20] Zwicker, E., Fasti, H. Widmann, U., Kurakata, K., Kuwano, S. Namba, S., pro-Gram pour le calcul de l'intensité sonore gemäß DIN 45631 (ISO 532B), Journal de la Société acoustique du Japon, 12, 39-42, 1991

[21] Rabold, A., Hess Ingersoll, J., Bacher, S., isolation acoustique, poutres en bois dans l'alto rénovation de bâtiments, Mikado plus 3, 2008

9 appendice

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

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 $p < 5 \text{ kN/m}^2$	
	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 60 \text{ mm Splitt, } m' \geq 90$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	$\geq 25 \text{ mm TE, } m' \geq 25$ $\geq 12 \text{ mm TSD, } s' \leq 40$ $\geq 120 \text{ mm Splitt, } m' \geq 180$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	$\geq 80 \text{ mm ZE, } m' \geq 190$ $\geq 20 \text{ mm TSD, } s' \leq 20$ $\geq 120 \text{ mm Splitt, } m' \geq 180$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	-
	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 70 \text{ mm Beton, } m' \geq 170$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	$\geq 12 \text{ mm TE, } m' \geq 13$ $\geq 28 \text{ mm V20, } m' \geq 16$ $\geq 30 \text{ mm TSD, } s' \leq 15$ $\geq 120 \text{ mm Beton, } m' \geq 290$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	$\geq 80 \text{ mm ZE, } m' \geq 190$ $\geq 30 \text{ mm TSD, } s' \leq 15$ $\geq 120 \text{ mm Beton, } m' \geq 290$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	-
	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 70 \text{ mm Beton, } m' \geq 170$ $\geq 100 \text{ mm Splitt, } m' \geq 150$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	$\geq 25 \text{ mm TE, } m' \geq 25$ $\geq 12 \text{ mm TSD, } s' \leq 40$ $\geq 70 \text{ mm Beton, } m' \geq 170$ $\geq 100 \text{ mm Splitt, } m' \geq 150$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 20 \text{ mm TSD, } s' \leq 20$ $\geq 70 \text{ mm Beton, } m' \geq 170$ $\geq 100 \text{ mm Splitt, } m' \geq 150$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 70 \text{ mm Beton, } m' \geq 170$ $\geq 100 \text{ mm Splitt, } m' \geq 150$ $\geq 150 \text{ mm MHD, } m' \geq 50$

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