

valutare l'impatto giusto suono

Andreas Rabold
ift Rosenheim
DE-Rosenheim



valutare l'impatto giusto suono

prima introduzione

Per la protezione contro indebite molestie da parte verranno fornite altre aree residenziali nella norma DIN 4109 [1], tra gli altri requisiti per l'isolamento acustico dei soffitti delle partizioni. Questi requisiti possono essere soddisfatti da oggi usuale separazione struttura del soffitto per l'esecuzione impeccabile sia in problemi del legname e costruzione massiccia. Ciò si riflette anche in test di qualità per la costruzione. Tuttavia, l'impatto trasmissione del suono nelle indagini tra i residenti di appartamento edifici [2], [16] è di solito chiamato come la sorgente di rumore più fastidioso.

Poiché il rilevamento metrologico dei requisiti secondo DIN 4109 viene eseguita con una macchina Tapping come sorgente di eccitazione, in primo luogo, la corrispondenza tra il risultato della misurazione (rumore dell'impatto standard tarata $L'_{n,w}$

o $L_{n,w}$) e mettere in discussione la sensazione personale di dell'occupante nella eccitazione convenzionali commettendo il soffitto.

Nella sezione 2 è indirizzata questa la correlazione tra la percezione soggettiva del residente e valutato secondo la norma DIN EN ISO 717-2 [3] rumore da calpestio standard. I metodi alternativi di valutazione che sono stati sviluppati con l'obiettivo di una migliore corrispondenza tra la misura martello e sensazioni soggettive sono confrontati nella terza sezione dall'obiettivo valori sono derivati per l'ottimizzazione dei componenti nella sezione. 4 Un'implementazione motivo possibile è proposto nella sezione 5.

secondo Correlazione di $L_{n,w}$ e percezione soggettiva

La correlazione tra la percezione soggettiva del residente e valutato secondo la norma DIN EN ISO 717-2 [3] rumore da calpestio di serie è stata studiata già a diversi progetti [9] - [16]. I risultati di questi studi dimostrano relativamente uniforme che non esiste alcuna correlazione utile tra le due dimensioni. Per illustrare questo risultato nella Figura 2 I risultati di misurazioni mulino a martelli standard secondo DIN EN ISO 140-6 e DIN EN ISO 10.140-2 [4] sono confrontati con l'impatto trasmissione del suono nel commettere soffitto (la disposizione di misurazione di figura 1). Per acusticamente corretta valutazione del soffitto è stato A-valutato dalla trasmissione del suono impatto quando si cammina e riverberante corretto impatto sonoro $L_{AFmax,n}$

formata. I singoli punti in figura 2 a sinistra, ciascuna delle quali rappresenta il risultato di una struttura ponte, mostrano una correlazione molto debole. Le misure di questo confronto sono state fatte nell'ambito di un progetto di ricerca studente presso l'Università di Rosenheim [6] e di un progetto di ricerca del ift Rosenheim [5]. Misure supplementari sono stati nel test aziendale Knauf, Iphofen [7] effettuato. Le misure così effettuate in tre banchi di dimensioni diverse e da diversi gruppi di misura, in tal modo le incertezze che sono causa del test di dimensioni limitate o l'eccitazione speciale di un girello, potrebbero essere ridotti. Per il suggerimento nella commissione del soffitto per rendere riproducibili, i dati chiave rilevanti sono stati specificati per i camminatori. 1

1 Gli escursionisti di sesso maschile, 75-85 kg, camminare su calze con 90-100 passo / min. u in un cerchio, otto

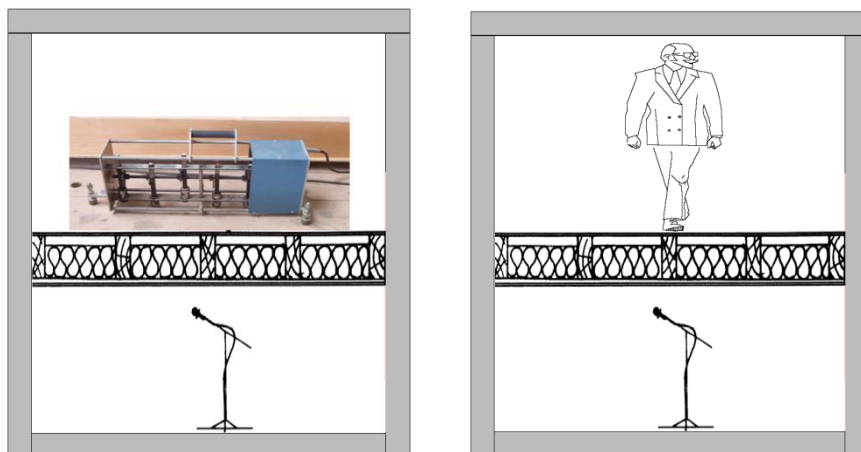


Figura 1: Misurare la trasmissione del suono impatto di un soffitto. Link: impatto sonoro di eccitazione dalla macchina toccando. A destra: l'eccitazione commettendo il soffitto.

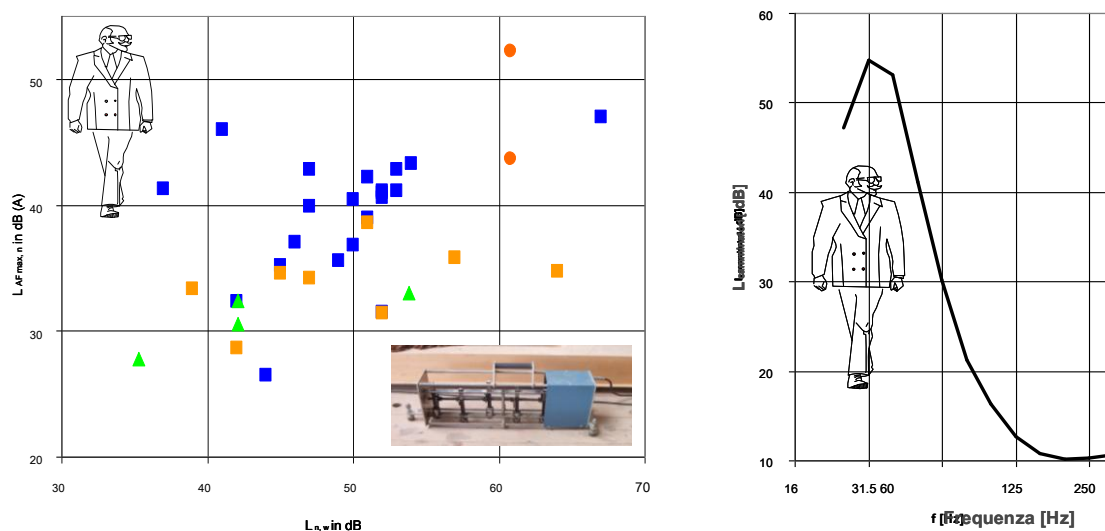


Figura 2: Correlazione di $L_{n,w}$ e sensazione soggettiva. Links: legame tra l'impatto valutato standard di livello sonoro $L_{n,w}$ e A livello sonoro ponderato impatto $L_{AFmax,n}$ quando si cammina da soffitti in legno. Quadrati blu: Misure a ift Rosenheim [5], cerchi arancioni: misure al HS Rosenheim [6], triangoli verdi: le misurazioni del banco di prova soffitto Knauf, Iphofen [7]. A destra: la rappresentazione in funzione della frequenza della trasmissione del suono impatto quando si cammina su una coperta.

La causa della debole correlazione è illustrata nella Figura 2 - mostrato a destra sulla base della rappresentazione dipendente dalla frequenza di un tipico trasmissione sonora impatto quando si cammina su un soffitto in legno. Dai livelli può essere visto chiaramente che quasi tutta la trasmissione avviene sotto i 100 Hz quando si cammina sul soffitto. Al contrario, nella valutazione del suono dell'impatto a norma DIN EN ISO 717-2 escludendo la gamma di frequenza 100 e 3150 Hz per per il singolo valore ($L_{n,w}$) utilizzato. $L_{n,w}$ non può pertanto valutare rilevante per la gamma di percezione soggettiva di sotto di 100 Hz. Una migliore correlazione è quindi accessibile solo da una valutazione mutata del suono impatto standard.

terzo procedure di valutazione alternativi

Per affrontare il problema della bassa correlazione tra frequentatore reale e l'impatto sonoro di serie nominale, era nella norma DIN EN ISO un termine spettro di adattamento C 717-2_o introdotto, che può anche essere applicato per la gamma di frequenza verso il basso estesa fino a 50 Hz ($C_{1,50-2500}$). Tenendo anche conto del valore spettro adattamento ($L_{n,w} + C_{1,50-2500}$) la correlazione è notevolmente migliorata, come mostra la Figura 5 (punto 3).

In aggiunta a questo metodo standardizzato ulteriori procedure di valutazione alternative sono stati presentati in letteratura [17], [18], [19] il cui valore curve sono mostrati in figura 3.

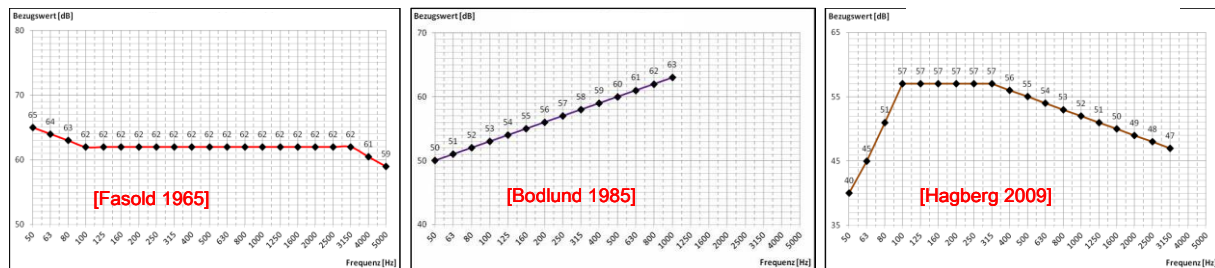


Figura 3: Curve di valutazione alternative [17], [18], [19].

Al fine di confrontare le procedure di valutazione, nella prima era la correlazione tra la $L_{n,w} + C_{10,50-2500}$ ed i risultati di metodi di valutazione alternative indagati [8]. Questo argomento erano 356 test standard vengono utilizzati per i soffitti in legno dal database del ift Rosenheim. Come mostra la Figura 3, per i due recente processo di revisione secondo Bodlund [18] e Hagberg [19], la correlazione è sorprendentemente buono. E 'quindi 717-2 aspettarsi differenza sostanziale per la procedura standard secondo DIN EN ISO.

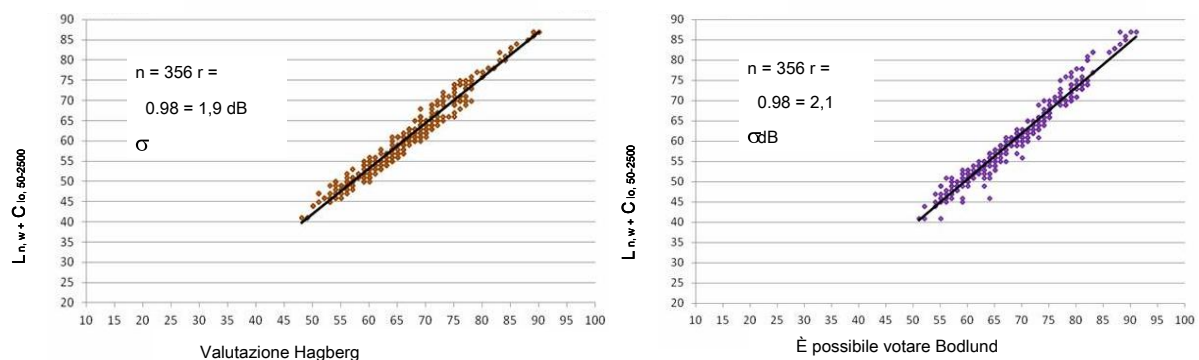


Figura 4: Correlazione tra $L_{n,w} + C_{10,50-2500}$ e le valutazioni come Bodlund [18] e Hagberg [19] Numero di $n = 356$, coefficiente di correlazione $r = 0,98$, deviazione standard = 1,9 e 2,1 dB

4 ° valori target di sviluppo di componenti

Prima la correlazione tra $L_{AFmax,n}$ e $L_{n,w} + C_{10,50-2500}$ può essere utilizzato per impostare i valori obiettivo è quello di stabilire se la valutazione del rumore da calpestio quando si cammina sul soffitto è in realtà punto di vista fonetico dal comune Un-valutazione. A tale scopo, nella Figura 5 - molto più grande a sinistra la A Review del rumore da calpestio e più accurata del tasso Zwicker [20] rispetto. Si è constatato che una buona corrispondenza può essere realizzato, almeno per questo tipo di eccitazione e nel relativo intervallo di valori compresi tra 25 e 45 dB (A).

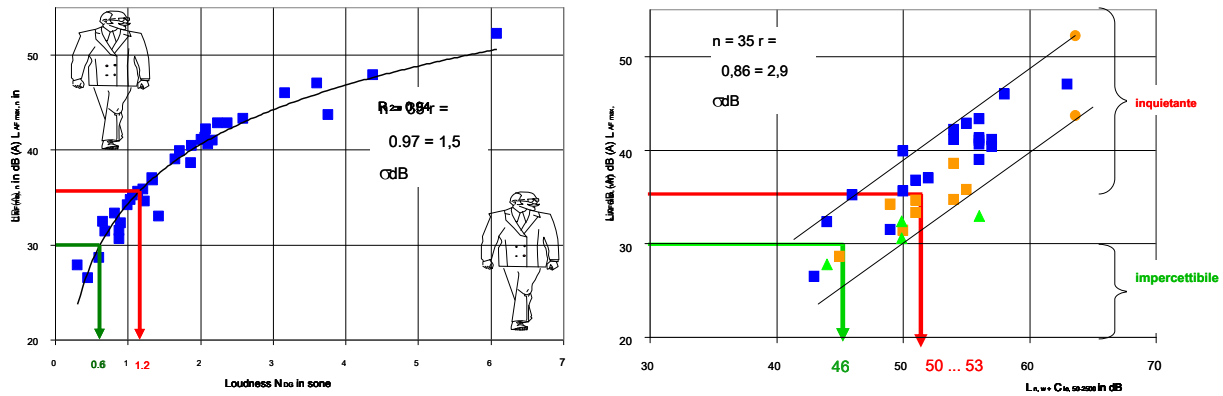


Figura 5: valori di riferimento per lo sviluppo dei componenti. Link: rapporto tra la $L_{AFmax, n}$ e loudness secondo Zwicker [20]. A destra: correlazione tra la $L_{AFmax, n}$ e $L_{n, w} + C_{lo, 50-2500}$.
50-2500

Figura 5 mostra l'ora chiaramente migliore collegamento tra le sanguisughe sonori impatto ponderato quando camminare sul soffitto e DIN EN ISO 717-2 con $L_{n, w} + C_{lo, 50-2500}$ rated Hammer misurazioni vegetali. Questo sarà anche vedere che in figura 2 - Correlazione sinistra mostrata, debole meno dal tipo di eccitazione con meccanismo battente norma che dalla errata valutazione sulla $L_{n, w}$ è stato causato.

Che stabilisce gli obiettivi per un buon isolamento acustico la percezione soggettiva può ora essere considerato. In alcuni paesi europei già attuato richiesta al $L_{n, w} + C_{lo, 50-2500} \leq 53$ dB [16] corrisponde in Figura 5 - a destra in circa un $L_{AFmax, n} \leq 35-37$ dB (A). Secondo l'esperienza, si prevede di sopra di questo limite con inquietanti trasmissioni sonore impatto [13]. Per una $L_{n, w} + C_{lo, 50-2500} \leq 46$ dB è il livello sonoro impatto ponderati in circa $L_{AFmax, n} \leq 30$ dB (A) e, a seconda del rumore ambientale, appena percettibile. Il questi valori obiettivo ($L_{n, w} + C_{lo, 50-2500} \leq 53$ dB o ≤ 46 dB) associato al livello sonoro impatto A-pesata ($L_{AFmax, n} \leq 35$ dB (A) o ≤ 35 dB (A)) risultato in figura 5 - la dimezzare sinistro del volume, che è anche nella sensazione personale di dimezzamento.

5 ° implementazione di progettazione

Per l'attuazione di progettazione per lo sviluppo dei componenti rappresentano per l'ottimizzazione acustica essenzialmente due opzioni. L'aumento della massa e migliorare il disaccoppiamento. Aumentando la massa sotto forma di un Rohdeckenbeschwerung o una ponderazione del controsoffitto eccitabilità (ingresso) è ridotto e quindi una minore emissione di rumore. Il disaccoppiamento da un massetto galleggiante o un controsoffitto sopra della frequenza di risonanza sufficientemente profondi sintonizzato ridotta la trasmissione delle vibrazioni componente all'interno della struttura.

Lo sviluppo di strumenti di progettazione per strutture del soffitto acusticamente ottimizzato sulla base di questi approcci è stata fatta da calcoli numerici della trasmissione del suono impatto [5]. Per questo, un modello di calcolo basato sul finita è stato sviluppato Element Method (FEM) presso l'Università Tecnica di Monaco di Baviera e la base dei risultati di misurazione dal database del centro ift isolamento acustico convalidato. Sulla base di calcoli numerici del modello validato le interazioni dei componenti del soffitto sono stati studiati con poco sforzo e si sviluppano progetti ottimizzati. Dopo la misurazione di test delle strutture ottimizzate, i risultati sono stati supportati da una valutazione sistematica del database massimale iftSchallschutzzentrum, raccolte sotto forma di ausili di costruzione (vedi appendice) Come esempio di strutture soffitto ottimizzate, la figura 6 mostra il confronto dei risultati di misura di un soffitto in legno massello e un soffitto a travi con i livelli sonori impatto standard convenzionale cemento armato. Come un approccio di ottimizzazione, il livello del suono (elemento in legno massello o sub-soffitto) si lamentava qui.

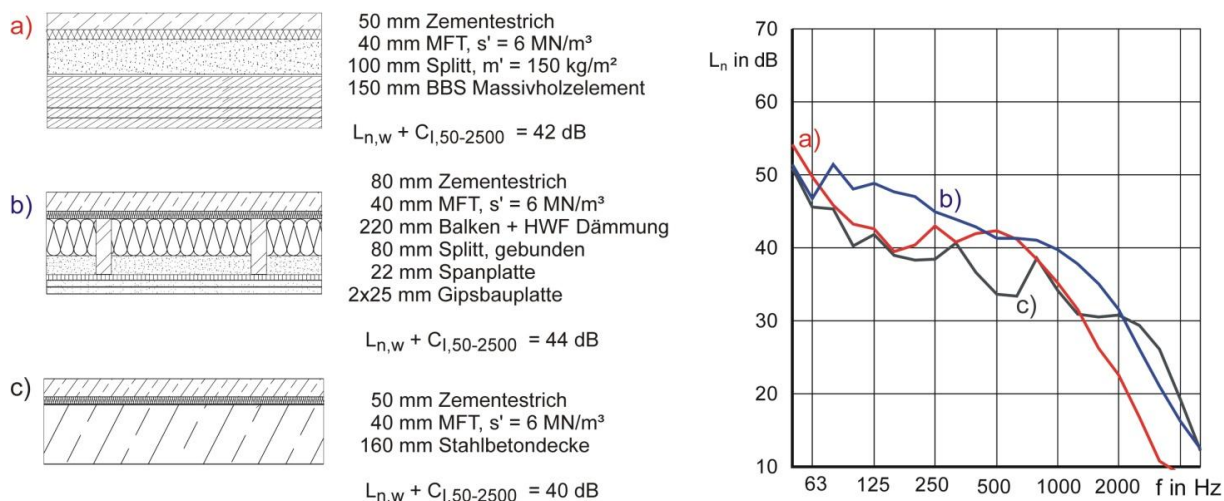


Figura 6: Le osservazioni ottimizzate soffitti lignei aumentando la massa rispetto al cemento armato [5]

Un esempio di soffitto ottimizzato efficace disaccoppiamento mostrato nella Figura 7. possono essere gli spettacoli di confronto che con una progettazione adeguata, l'isolamento acustico bene di un soffitto di cemento armato con soffitto molto più leggero raggiunto.

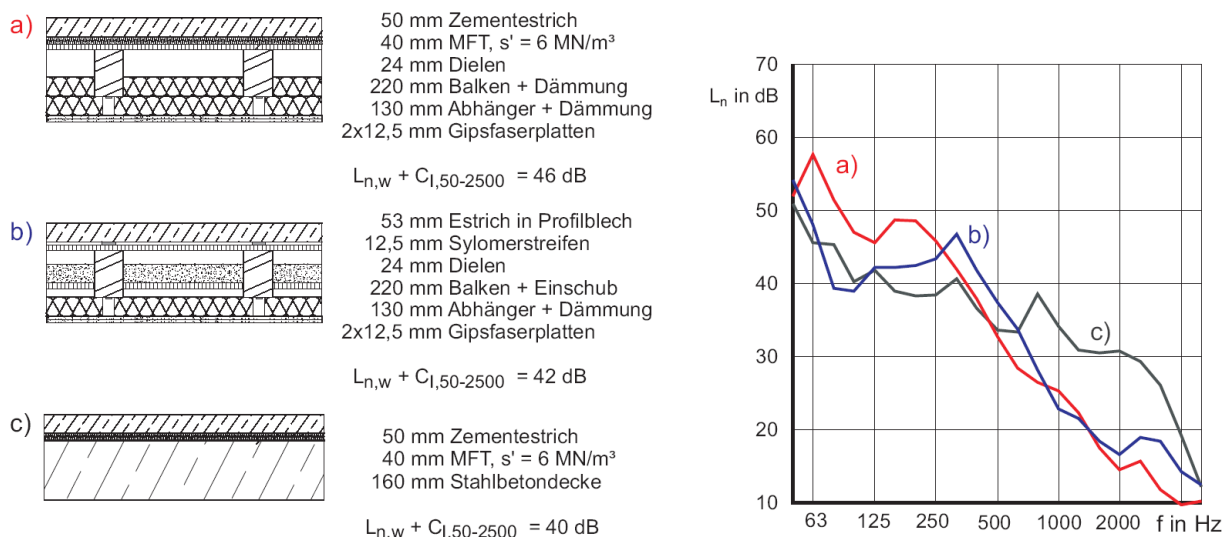


Figura 7: I valori misurati ottimizzati da soffitti in legno controsoffitti - nuovi contratti di compilazione e di rinnovamento - rispetto alle solette in cemento armato [21]

6 ° sommario

Per la soddisfazione del residente con l'isolamento acustico del soffitto della percezione soggettiva della trasmissione del suono impatto prevarrà. Come misura del sentimento personale di livello sonoro impatto ponderato A può essere utilizzato per **commettere l'soffitto. Poiché tra il livello sonoro impatto ponderato e $L_{n,w}$ come Einzahlbewertung secondo DIN EN ISO 717-2, esiste un collegamento sufficiente, sia per impostare i valori obiettivo da raggiungere, la valutazione supplementare spettro adattamento $C_{l, 50-2500}$ utilizzato. Sulla base della correlazione ora sufficiente come target valori ($L_{n,w} + C_{l, 50-2500}$ impostare $\leq 53 \text{ dB}$ o $\leq 46 \text{ dB}$), e sviluppato per soffitto opportunamente progettati come "dimostranti". Nella fase successiva, questi manifestanti stanno attuando progetti ottimizzati in collaborazione con i produttori di vantaggi economici e per controllarne lo stato eseguito nella costruzione.**

7 ° ringraziamento

L'autore ringrazia per utili discussioni e la cooperazione in particolare con il Prof. Schanda (HS Rosenheim), Dr. Rumler e Mr. Seidel (Knauf Gips KG). E per il sostegno finanziario del fondo e l'HAF nei progetti citati.

8 ° letteratura

- [1] DIN 4109, dell'isolamento acustico in edifici, requisiti e test novembre 1989 e supplemento 1 della DIN 4109 Isolamento acustico negli edifici, esempi di costruzione e metodi di calcolo, novembre 1989
- [2] Reichelt, H., il suono e le vibrazioni soluzioni in costruzione in legno, lavoro a progetto, Rosenheim Università 2008
- [3] DIN EN ISO 717-2, Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 2: Impatto isolamento acustico (ISO 717-2: 1996 + AM1: 2006); versione tedesca EN ISO 717-2: 1996 + A1: 2006. 2006
- [4] EN ISO 140-6: 1998-8 Acustica; Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 6: misurazione dell'impatto isolamento acustico di pavimenti in banchi di prova o DIN EN ISO 10.140-3: 2010-12 Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico dei componenti nel test - Parte 3: Misura di isolamento acustico al calpestio
- [5] Rabold, A., Rank, E., applicazione di metodo degli elementi finiti per il calcolo impatto sonoro parte del report sul progetto di cooperazione: Indagine delle interazioni acustiche del soffitto in legno e rivestimento del pavimento per sviluppare nuove misure di protezione contro il rumore, IBP Stoccarda, TU Monaco di Baviera, ift Rosenheim, DGfH 2009
- [6] Erhardt, D., Morkötter, D., timidi passi su soffitti in legno per il confronto con i livelli di rumore da calpestio standard, valutati secondo la norma DIN EN ISO 717, Studente Tesi, Università di Rosenheim, nel 2010 [7]
- Seidel, J., misurazioni di rumore da calpestio e passeggiate nel banco di prova soffitto della società. Knauf Gips KG, Iphofen 2010
- [8] Mueller, D., Schmitz, S., Weber, M., confronto delle diverse curve di rating per l'impatto sonoro di coperte, lavoro di studio, Rosenheim Università 2010
- [9] Hveem, S., Homb, A., Aia Berg, K., Rindel, JH, "a bassa frequenza del rumore da calpestio in edifici multipiano con telaio in legno", rapporto NKB 1996: 12 E
- [10] Jeon, J., Y., Jeong, JH, "oggettivi e soggettivi di valutazione di impatto Piano Noise", Journal of Temporal Design Architettura e Ambiente, 2002, 2, 20-28
- [11] Warnock, ACC ", la trasmissione del suono impatto a bassa frequenza attraverso siste- piano TEM "Internoise 2000
- [12] Scholl, W., "La macchina intercettazioni devono imparare a camminare," Atti DAGA, 2001
- [13] Burkhart, C., bassa frequenza rombo - risultati di misurazione, possibili cause, Atti DAGA 2002
- [14] B. Rasmussen, JH Rindel: Isolamento acustico delle abitazioni - requisiti legali Europa e valutazione soggettiva del comfort acustico. Atti del DAGA, 2003, 118-121
- [15] Kuhn, B., R. Blickle, "isolamento acustico e ambulanti rumori immissione di complessiva copertura colpo di legno, "WKS 2004, 52
- [16] Lang, J., isolamento acustico nelle abitazioni, rapporto di ricerca IFIP Vienna University of Technology, 2006
- [17] W. Fasold, le indagini nel corso della curva di destinazione per il rumore da calpestio Protezione in residenziale, Acustica, 1965, 15, 271-284

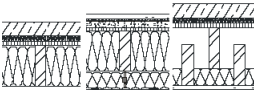
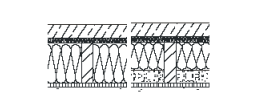
[18] Bodlund, K., "curve di riferimento alternativi per la valutazione del suono impatto in-sulation tra abitazioni", Journal of Sound and Vibration, 1985, v. 102 (3), 381-402

[19] K. Hagberg, "Valutazione dell'isolamento acustico in campo," Ingegneria Acustica, LTH, TVBA-3127 (2009)

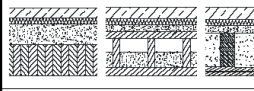
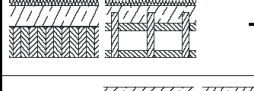
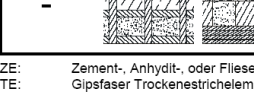
[20] Zwicker, E., Fasti, H. Widmann, U., Kurakata, K., Kuwano, S. Namba, S., pro-Grammo per il calcolo gemäß loudness DIN 45631 (ISO 532b), Journal of Society acustica del Giappone, 12, 39-42, 1991

[21] Rabold, A., Hess Ingersoll, J., Bacher, S., isolamento acustico, travi in alto Ristrutturazione edilizia, Mikado più 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 $p < 2,5 \text{ kN/m}^2$	
	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 60 \text{ mm Splitt, } m' \geq 90 \text{ oder}$ $\geq 40 \text{ mm Betonpl., } m' \geq 100$ $\geq 13 \text{ mm V20, } m' \geq 7$ $\geq 24 \text{ mm Dielen, } m' \geq 11$ $\geq 200 \text{ mm Balken}$	$\geq 25 \text{ mm TE, } m' \geq 25$ $\geq 12 \text{ mm TSD, } s' \leq 40$ $\geq 120 \text{ mm Splitt, } m' \geq 180$ $\geq 13 \text{ mm V20, } m' \geq 7$ $\geq 24 \text{ mm Dielen, } m' \geq 11$ $\geq 200 \text{ mm Balken}$	$\geq 80 \text{ mm ZE, } m' \geq 190$ $\geq 20 \text{ mm TSD, } s' \leq 20$ $\geq 100 \text{ mm Splitt, } m' \geq 150$ $\geq 13 \text{ mm V20, } m' \geq 7$ $\geq 24 \text{ mm Dielen, } m' \geq 11$ $\geq 200 \text{ mm Balken}$	-
	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 60 \text{ mm Splitt, } m' \geq 90 \text{ oder}$ $\geq 50 \text{ mm Betonpl., } m' \geq 120$ $\geq 22 \text{ mm V20, } m' \geq 14$ $\geq 220 \text{ mm Balken + Däm.}$ $\geq 24 \text{ mm Lattung}$ $\geq 12,5 \text{ mm GKB, } m' \geq 10$ $\geq 12,5 \text{ mm GKB, } m' \geq 10$	$\geq 25 \text{ mm TE, } m' \geq 25$ $\geq 12 \text{ mm TSD, } s' \leq 40$ $\geq 30 \text{ mm Splitt, } m' \geq 45 \text{ oder}$ $\geq 50 \text{ mm Betonpl., } m' \geq 120$ $\geq 22 \text{ mm V20, } m' \geq 14$ $\geq 220 \text{ mm Balken + Däm.}$ $\geq 100 \text{ mm Abh. + Däm.}$ $\geq 12,5 \text{ mm GF, } m' \geq 13$ $\geq 12,5 \text{ mm GF, } m' \geq 13$	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 20 \text{ mm TSD, } s' \leq 20$ $\geq 60 \text{ mm Splitt, } m' \geq 90$ $\geq 22 \text{ mm V20, } m' \geq 14$ $\geq 220 \text{ mm Balken + Däm.}$ $\geq 100 \text{ mm Abh. + Däm.}$ $\geq 12,5 \text{ mm GF, } m' \geq 13$ $\geq 12,5 \text{ mm GF, } m' \geq 13$	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 22 \text{ mm V20, } m' \geq 14$ $\geq 220 \text{ mm Balken + Däm.}$ $\geq 200 \text{ mm Balken}$ $\geq 25 \text{ mm GKB, } m' \geq 20$ $\geq 25 \text{ mm GKB, } m' \geq 20$
	$\geq 50 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 220 \text{ mm Balken mit}$ $\geq 220 \text{ mm HWF, druckfest}$ $\geq 22 \text{ mm V20, } m' \geq 14$ $\geq 25 \text{ mm GKB, } m' \geq 20$ $\geq 25 \text{ mm GKB, } m' \geq 20$			$\geq 80 \text{ mm ZE, } m' \geq 120$ $\geq 40 \text{ mm TSD, } s' \leq 7$ $\geq 220 \text{ mm Balken mit}$ $\geq 140 \text{ mm HWF, druckfest}$ $\geq 80 \text{ mm Splitt, geb.}$ $\geq 22 \text{ mm V20, } m' \geq 14$ $\geq 25 \text{ mm GKB, } m' \geq 20$ $\geq 25 \text{ mm GKB, } m' \geq 20$

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

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