1 Schallschutz von Decken in der Sanierung – Worauf kommt es an?

In der Sanierung des Gebäudebestandes liegt zukünftig ein großes Potenzial im Hinblick auf die Wohnungsknappheit und die nachhaltige Nutzung der vorhandenen Bausubstanz. Während bei Neubauten die Planung und die Art der Ausführung fast ohne Einschränkungen vorgegeben werden kann, sind bei der Sanierung bestehender Gebäude konstruktive Aspekte wie Raumhöhe, statische Belastbarkeit und konservatorische Aspekte bestimmende Faktoren. Aus bauakustischer Sicht ergeben sich aus den genannten Beispielen ebenfalls Einschränkungen.

In diesem Beitrag soll der häufig vorkommende Fall von Holzbalkendecken in einem Gebäude in Massivbauweise näher, aber nicht abschließend betrachtet werden. Im Laufe der Zeit hat sich eine Vielzahl von Bauweisen entwickelt. Diese unterscheiden sich auch regional sehr stark. Ausgehend von einer „Rohbalkenlage“ sollen übliche Sanierungsvarianten dargestellt und bewertet werden. Darüber hinaus sind herstellerspezifische und regionaltypische Sanierungsmethoden zu finden, die hier nicht bewertet werden können. In vielen Fällen ist die Art der Sanierung bereits ohne Einfluss der Planungsbeteiligten festgelegt. Insbesondere dann, wenn Raumhöhen an der unteren Grenze des baurechtlich Möglichen liegen.

Sanierungsvarianten mit Ansätzen aus dem Neubau sind in einigen Fällen aufgrund der Konstruktionshöhe nicht mehr möglich. Ein weiterer Aspekt ist die Tragfähigkeit der Konstruktionen. Ist diese bereits ausgeschöpft, sind oft nur noch Nassestriche oder Rohdeckenbeschwerungen möglich und nicht wie erforderlich beides. Dieser Zielkonflikt muss bereits zu Beginn der Planung berücksichtigt werden. So können unter Umständen die Anforderungen an die Bauakustik bereits auf das vorhandene Potenzial abgestimmt werden.

Sehr häufig ist festzustellen, dass alle Planungsbeteiligten reflexartig nach Konstruktions- und Aufbaumöglichkeiten suchen, um den Schall- oder Brandschutz unter den genannten Planungsvorgaben zu gewährleisten. Diese sofortige „Suche nach Lösungen“ birgt jedoch die Gefahr, die Anforderung aus den Augen zu verlieren. Nur allzu gerne wird übersehen, dass bauordnungsrechtliche Mindeststandards nicht abhängig vom Baustandard Neubau oder Altbau sind. Dies gilt für den Schallschutz genauso wie für alle anderen Planungsdisziplinen. Im Sinne des Baurechts sind die Mindeststandards also trotzdem einzuhalten. Mindeststandards im Bereich des Schallschutzes finden sich in den einzelnen Bundesländern in der Liste der technischen Baubestimmungen. Dabei wird in den meisten Bundesländern für den Schallschutz die DIN 4109-1:2018 Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen [1] herangezogen Der hier definierte Standard ist das nicht zu unterschreitende Minimum, das alle am Bau Beteiligten dem Bauherrn auch ohne ausdrückliche Vereinbarung schulden. Auch bei Sanierungen ist dieses Minimum im Sinne einer öffentlichen Bauvorschrift einzuhalten.

Der häufig vorzufindende Hinweis, dass mit einer bestimmten Bauweise und den beispielsweise vorhandenen Aufbauhöhen die Mindeststandards nicht erreicht werden können, kann hier keine Abhilfe schaffen. Es ist fraglich, ob eine Unterschreitung der Mindeststandards ohne Zustimmung der Bauaufsichtsbehörde überhaupt möglich ist. Es handelt sich um einen öffentlich definierten Standard, der durch die Parteien gerade nicht verhandelbar sein kann. Daher muss als erste Aufgabe im bauakustischen Planungsprozess geprüft werden, welche Standards vereinbart und welche mit den planerischen Vorgaben überhaupt erreichbar sind. Erst wenn diese Abstimmung mit dem Auftraggeber stattgefunden hat, können weitere Überlegungen zur konstruktiven Umsetzung beginnen.

von Adrian Blödt
IB Adrian Blödt
Ahornweg 5
92702 Kohlberg

Beim Schallschutz im Altbau hat sich folgende Vorgehensweise bewährt:

1. Abstimmung mit dem Kunden, welche Anforderungen dieser an den Schallschutz des Gebäudes stellt und welches Gesamtniveau für das Gebäude anstrebt wird
2. Abgleich des Sanierungsumfangs mit den möglichen Schallschutzmaßnahmen (z. B. neue Unterdecke und neuer Estrichaufbau oder nur Unterdeckensanierung)
3. Abschätzung des erreichbaren Schallschutzniveaus mit den geplanten Maßnahmen
4. Vereinbarung eines Schallschutzniveaus, welches auch verbal beschrieben wird z.B. nach den Vorschlägen in [2] / Außerdem müssen Mindeststandards sicher erreicht werden
5. Vorbemessung der Holzbauteile hinsichtlich der erforderlichen Maßnahmen aus bauakustischer Sicht
6. Abstimmung mit den weiteren Planungsbereichen
7. Finale Wahl und Bemessung von trennenden Bauteilen

Der Weg sollte vom Anforderungsprofil des Kunden über die Bauteile in der konkreten Einbausituation bis zur Ausführung führen. Dazu gehört auch eine ausführliche Beratung über die akustische Güte.

Im Bestandsbau und der Sanierung muss aber die Frage gestellt werden was zu tun ist, wenn trotz umfangreicher Sanierungsansätze Mindeststandards nicht oder nicht sicher erreicht werden. Wie bereits oben erwähnt kann der reine Hinweis oft nicht ausreichen um öffentliche Bauvorschriften zwischen den Vertragsparteien außer Kraft zu setzen. Dieser Weg kann nur in Abstimmung mit der Bauaufsicht beschritten werden. Aus dem Brandschutz sind Abweichungsanträge mit entsprechenden Kompensationsmaßnahmen an der Tagesordnung. Formal wäre beim Schallschutz in der Sanierung analog zu verfahren. Nur die Bauaufsichtsbehörde kann eine Unterschreitung von Mindeststandards in begründeten Ausnahmefällen erlauben. Die rein zivilrechtliche Vereinbarung der Unterschreitung von Mindeststandards sollte nicht allein im Raum stehen bleiben, wenn der mögliche Sanierungsumfang diese nicht erreicht.

Nachfolgend sollen für die Sanierung von Holzbalkendecken Angaben zur Wirksamkeit verschiedener Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen gemacht werden. Dabei liegt der Fokus auf dem Schutz vor Gehgeräuschen. Es soll aber auch aufgezeigt werden, wie eine für die Nutzer hörbare und wahrnehmbare Verbesserung erreicht werden kann. Wie bereits beschrieben, kann nur ein Teil der möglichen Sanierungsvarianten betrachtet werden, da in der Baupraxis eine sehr große Anzahl von individuellen Varianten und Konstruktionen existiert.

Exkurs: Mindestschallschutz und vertragliche Vereinbarungen

Wird der Schallschutz auf europäischer Ebene betrachtet, so ist festzustellen, dass weder die Anforderungsgrößen noch deren Anforderungshöhe gleich sind. In Deutschland wird $L'_{n,w}$ als Anforderungsgröße für den Trittschall verwendet. Im Hinblick auf den Mindestschallschutz können die Bundesländer eigene Vorgaben machen. Positiv zu bewerten ist, dass die DIN 4109-1:2018 [1] derzeit in allen Bundesländern eingeführt ist. Somit kann diesbezüglich zumindest von einem einheitlichen Standard ausgegangen werden, was nicht immer so war.

Allen vorgenannten Regelungen ist gemein, dass diese für den Fall der Sanierung den besonders wichtigen Mindestschallschutz regeln. Und somit das nicht unterschreitbare bauordnungsrechtliche Minimalniveau festlegen. Allerdings ist hier sofort der Einwand vorzubringen, dass Mindeststandards nicht zwangsläufig das übliche „Bausoll“ darstellen. Was ein Käufer oder Nutzer üblicherweise für ein Gebäude erwarten darf, richtet sich unter anderem nach der Nutzung des Gebäudes und dem was bei

anderen Gebäuden gleicher Art üblich ist. Die Mindeststandards der DIN 4109-1 [1] werden für den Geschoßwohnbau nicht zwangsläufig üblichen Erwartungen gerecht. Bei der Sanierung ist daher besonders darauf zu achten, Bauherren über das erreichbare Niveau und dessen Folgen aufzuklären.

Beispiel:

Mindeststandard der DIN 4019-1:2018 [1] für den Trittschallschutz von Wohnungstrenndecken:

$L'_{n,w} \leq 50\ dB$

Sonderfall $L'_{n,w} \leq 53\ dB$ im Falle von baulichen Änderungen bestehender Gebäude mit Deckenkonstruktionen die DIN 4109-33 zuzuordnen sind.

Durch das Beispiel wird deutlich, dass alleine die Definition des Mindeststandards, gerade für den Fall des Trittschallschutzes von Holzbalkendecken in der Sanierung, mit größter Vorsicht zu behandeln ist.

Wenn Vereinbarungen getroffen werden sollen, die nur das bauordnungsrechtliche Minimum abbilden, so muss der Unternehmer klar und deutlich kommunizieren was diese Standards bedeuten und dass in einer Sprache, die für Laien verständlich ist. Deshalb sollte vor der Sanierung grundsätzlich die Frage gestellt werden, welches Niveau für das Bauvorhaben zur Ausführung kommen soll.

Es wird deutlich, dass der Schallschutz eines Gebäudes keine feste Größe ist, welche einheitlich für alle Gebäude gleicher Art gilt. Vielmehr hat jedes Gebäude für sich ein festzulegendes Niveau. Darüber hinaus kann es auch sein, dass einzelne Gebäudeteile oder Wohnungen andere Anforderungswerte besitzen als das Gesamtgebäude. Diesem Umstand ist vor jeder Planung Rechnung zu tragen und es bedarf intensiver Gespräche mit dem Käufer/Investor, um eine Basis herbeizuführen auf welcher die Planung des Schallschutzes aufbauen kann.

2 Normauswertung vs. Wahrnehmbare Verbesserung

Neben dem zu vereinbarenden Niveau ist auch im Zusammenhang mit Gehgeräuschen der berechtigte Einwand zu beantworten, ob die reine Verbesserung von normativen Zielwerten die Nutzer wirklich zufrieden stellt.

Es darf in Frage gestellt werden, ob die bisher übliche Bewertung des Trittschallschallschutzes durch $L'_{n,w}$ / $L_{n,w}$ einen „gehörrichtigen“, also wahrnehmbaren Bewertungsmaßstab darstellt. Kommt das Gemessene auch am Ohr des Nutzers an? Hier sind speziell Zweifel bezüglich des Trittschallschutz mehr als gerechtfertigt. Diese sollen im Folgenden diskutiert werden. Für eine detailliertere Betrachtung wird auf Abschnitt 2 in [2] verwiesen.

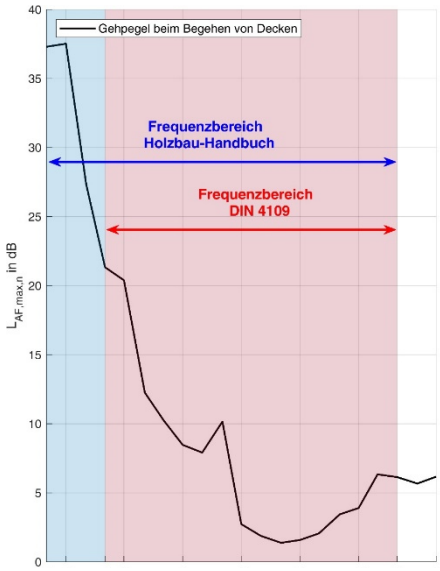


Abbildung 1: A-bewerteter Laufpegel auf einer Holzdecke beim Begehen mit Socken

Bedeutung von tiefen Frequenzen

In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ist der Laufpegel eines Gehers über der Frequenz aufgetragen. Es ist zu erkennen, dass die höchsten Pegel unter 100 Hz auftreten. Die Pegel unter 100 Hz können um bis zu 20 dB größer sein als beispielsweise bei 500 Hz. Der bauakustische Mess- und Bewertungsbereich in Rahmen der vorgenannten Normen wird

durch den rot hinterlegten Bereich repräsentiert und liegt zwischen 100 Hz und 3150 Hz. Das bedeutet aber auch, dass Bereiche mit den höchsten Pegeln, die durch Gehen verursacht werden, keine Berücksichtigung finden. Dieses Spektrum wird durch den blau hinterlegten Bereich dargestellt. Das aktuelle Bewertungsverfahren zwischen 100 Hz und 3105 Hz besitzt sozusagen einen „tauben Fleck“. Dort wo eigentlich die größte Schallübertragung durch das Gehen stattfindet wird normgemäß nicht bewertet oder gemessen. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen kann mit sogenannten Spektrum-Anpassungswerten der Bewertungsbereich nach „unten“ erweitert werden. Für die Trittschallübertragung bei tiefen Frequenzen geschieht dies durch den Spektrum-Anpassungswert $c_{I,50\text{-}2500}$. Dabei werden Frequenzen von 50 Hz bis 2500 Hz berücksichtigt. So kann der „taube Fleck“ ausgeglichen werden und die für das Gehen wichtigen tiefen Frequenzen sind bei der Bewertung des Trittschalls berücksichtigt.

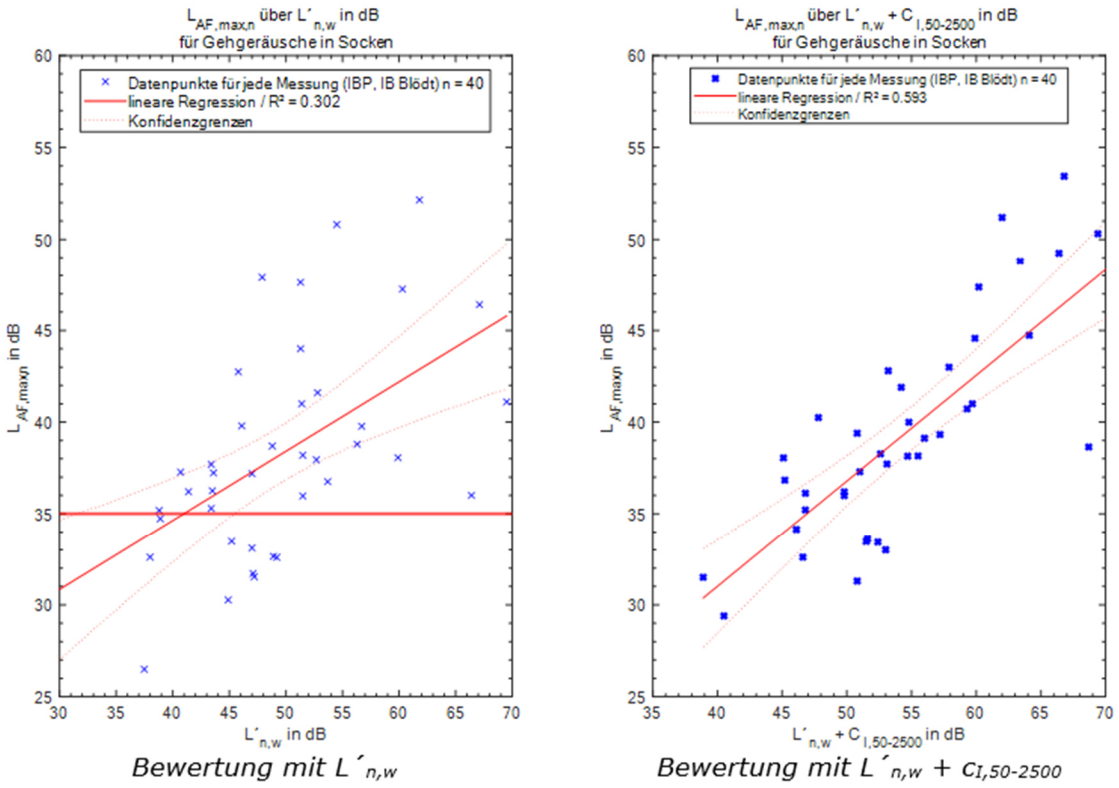


Abbildung 2: Vergleich der Bewertung von $L'_{n,w}$ gegenüber gehörrichtigen Gehpegeln und dem Kennwert $L'_{n,w} + c_{I,50\text{-}2500}$ inkl. statistischen Parametern und linearem Regressionsmodel

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. zeigt, dass bei der Bewertung von $L'_{n,w} + C_{I,50\text{-}2500}$ gegenüber den A-bewerteten Gehpegeln eine deutlich bessere statistische Aussage darstellbar ist. Es kann also davon ausgegangen werden, dass mit einer Absenkung von $L'_{n,w} + C_{I,50\text{-}2500}$ auch eine Reduktion der Hörwahrnehmung verbunden ist. Diese ist für eine Bewertung durch $L'_{n,w}$ (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, links) nicht zu erwarten. Hier können Decken im rechten, also schlechten Bereich für $L'_{n,w}$, die gleiche Hörwahrnehmung wie die nach Norm besseren Decken aufweisen, was zu einer erheblichen Fehleinschätzung führen kann.

Um Decken (sowohl Holz- als auch Massivdecken) hinsichtlich ihrer tatsächlichen Störwirkung beurteilen zu können, die sie beim Nutzer hervorrufen, sollte der $C_{I,50\text{-}2500}$ berücksichtigt werden. Dieser ergänzende aber höchstwichtige Wert sollte immer zusätzlich zu den bauordnungsrechtlichen geforderten Werten beim Trittschall, wie z. B. $L'_{n,w}$ geprüft werden. Leider gibt es immer wieder Verbesserungsmaßnahmen, die eine sehr gute Wirksamkeit zwischen 100 Hz und 3150 Hz sicherstellen, unter 100 Hz

aber genau das Gegenteil bewirken. Besonders im Sanierungsfall können diese paradoxen Effekte verstärkt auftreten, da die erforderlichen Aufbauhöhen für eine tieffrequente Optimierung nicht zur Verfügung stehen. Dennoch sollte bei der bauakustischen Planung von Sanierungsvorhaben der Frequenzbereich unter 100 Hz gleichermaßen wie im Neubau seine Würdigung finden.

Unabhängig davon müssen die beschriebenen bauordnungsrechtlichen Werte auch trotz etwaiger Verbesserung bei den tiefen Frequenzen ($L_{n,w} + C_{I,50\text{-}2500}$) immer eingehalten werden. Es ist also tatsächlich als ergänzendes Kriterium zu sehen und nicht anstatt einer bauordnungsrechtlichen Bewertung.

Für Holzdecken steht für dieses tieffrequente Übertragungsverhalten ein dreistufiges bauakustisches Zielwertsystem zur Verfügung, **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**. Dabei stellt die Stufe BASIS die Mindestanforderungen aus [1] dar, die immer einzuhalten sind. Ab der Stufe BASIS+ sind für verschiedene Bauteile wie z. B. Wohnungstrenndecken die Spektrumanpassungswerte zu berücksichtigen. Bei Einhaltung dieser Stufen ist davon auszugehen, dass die Bauteile nutzergerecht abgestimmt sind und zwischen den Stufen eine wahrnehmbare Verbesserung eintritt.

		Schallschutzniveau		
	1	2	3	4
	Bauteil / Übertragungsweg:	**BASIS ≙ DIN 4109-1:2018**	**BASIS +**	**KOMFORT**
1	Wohnungstrennwand	$R'_w \geq 53$ dB	$R'_w \geq 56$ dB	$R'_w \geq 59$ dB
2	Reihenhaustrennwand	$R'_w \geq 62$ dB	$R'_w \geq 62$ dB $R_w + C_{50\text{-}5000} \geq 62$ dB [1) 5)]	$R'_w \geq 67$ dB $R_w + C_{50\text{-}5000} \geq 65$ dB [1) 5)]
3	Wohnungstrenndecke	$R'_w \geq 54$ dB	$R'_w \geq 57$ dB	$R'_w \geq 60$ dB
4	Wohnungstrenndecke Trittschallpegel	$L'_{n,w} \leq 53$ dB [3)]	$L'_{n,w} \leq 50$ dB $L_{n,w} + C_{I,50\text{-}2500} \leq 50$ dB [2)]	$L'_{n,w} \leq 46$ dB $L_{n,w} + C_{I,50\text{-}2500} \leq 47$ dB [2)]
5	Dachterrassen und Loggien mit darunterliegenden Wohnräumen	$L'_{n,w} \leq 50$ dB	$L'_{n,w} \leq 50$ dB	$L'_{n,w} \leq 46$ dB
6	Decken unter Laubengängen (in alle Schallausbreitungsrichtungen)	$L'_{n,w} \leq 53$ dB	$L'_{n,w} \leq 50$ dB	$L'_{n,w} \leq 46$ dB
7	Treppenlauf und Treppenpodest	$L'_{n,w} \leq 53$ dB	$L'_{n,w} \leq 50$ dB	$L'_{n,w} \leq 46$ dB
8	Außenlärm nach Lärmpegelbereich und Anforderungen der DIN 4109			Anforderungen nach DIN 4109 inkl. Berücksichtigung $C_{tr,50\text{-}5000}$ für das opake Bauteil [4)]
9	Weitere Bauteile	nach DIN 4109-1:2018	nach DIN 4109-1:2018	nach DIN 4109-5:2019 [6)]

[1)] ergänzender Luftschallanforderungswert nur ans Bauteil ohne Flanken
[2)] ergänzender Trittschallanforderungswert nur ans Bauteil ohne Flanken
[3)] Sonderregelung nur für Holzbalkendecken nach DIN 4109-33:2016, ansonsten $L'_{n,w} \leq 50$ dB
[4)] Für Fensterflächenanteile über 30% gesonderte Betrachtung, reine Bauteilanforderung
[5)] Anforderung an die Doppelschalenwand, beide Wände
[6)] nach jeweils gültiger Fassung oder E-DIN 4109-5:2018

Abbildung 3: Zielwertsystem für Holzbauten mit der Berücksichtigung tiefer Frequenzen aus [2]

Hinweis: Erhöhte Standards

Leider wird in der Literatur und in aktuellen Normen zu erhöhten Standards im Trittschallschutz immer wieder ausschließlich ein Zusammenhang zum bewerteten Norm Trittschallpegel am Bau $L'_{n,w}$ hergestellt, trotz sehr gut abgesicherter psychoakustischen Zusammenhänge. Dabei wird unterstellt, dass die reine Absenkung von $L'_{n,w}$ tatsächlich zu einer wahrnehmbaren Verbesserung gegenüber Gehgeräuschen führt. Je nach gewählten Maßnahmen kann sich der Effekt ins Gegenteil verkehren. Dies geschieht immer dann, wenn die tieffrequente Übertragung von Gehgeräuschen nicht berücksichtigt wird.

von Adrian Blödt
IB Adrian Blödt
Ahornweg 5
92702 Kohlberg

3 Welche Maßnahmen stehen uns zur Verfügung?

Die folgenden Abschnitte zeigen bewährte Sanierungsansätze aus der Praxis. Dabei wird sowohl der Bereich von 100 Hz bis 3150 Hz berücksichtigt als auch der wichtige Bereich unter 100 Hz einbezogen.

Die im Abschnitt 3 dargestellten Daten sind im Wesentlichen dem ift Forschungsbericht „Holzbalkendecken in der Altbausanierung I und II“ entnommen ([3] und [4]). An dieser Stelle werden die Daten für die praktische Umsetzung aufbereitet.

Sanierungsmaßnahmen lassen sich in der Praxis grob wie folgt kategorisieren:

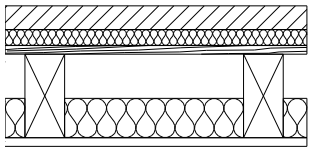
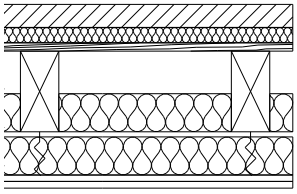
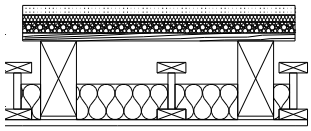
1. Balkenlage mit Fehlbodenschüttung/Rohdeckenbeschwerung als Einschub und Nassestrich oben
   - Unterdecke mit 100 mm Abhängung und 2 x 12,5mm GKF/GF[1]
   - hochwirksame Abhängung mit elastischer Lagerung Eigenfrequenz des Abhängesystems $f_0 \leq 20$ Hz
   - Freitragende Unterdecke an gesonderter Konstruktion mit 1 x 12,5 mm GKF von unten
   - Estrichsanierung nur von oben vorhandene Putzdecke im Bestand bleibt erhalten
2. Balkenlagen mit Fehlbodenschüttung/Rohdeckenbeschwerung als Einschub und Trockenestrich (ohne Zusatzbeschwerung unter dem Trockenestrich)
   - Unterdecke mit 100 mm Abhängung und 2 x 12,5mm GKF/GF[1] hochwirksame Abhängung mit elastischer Lagerung Eigenfrequenz des Abhängesystems $f_0 \leq 20$ Hz
   - Freitragende Unterdecke an gesonderter Konstruktion mit 1 x 12,5 mm GKF von unten
   - Estrichsanierung nur von oben vorhandene Putzdecke im Bestand bleibt erhalten / Trockenestrich **erhält eine Zusatzbeschwerung** auf der Decke
3. Balkenlagen ohne Fehlbodenschüttung mit Nassestrich
   - Zweite Balkenlage eingeschoben in Bestand von unten als Tragkonstruktion der Decke
   - Zweite Balkenlage eingeschoben von oben als Tragkonstruktion des Bodens
   - Unterdecke mit 100 mm Abhängung und 2 x 12,5mm GKF/GF[1] hochwirksame Abhängung mit elastischer Lagerung Eigenfrequenz des Abhängesystems $f_0 \leq 20$ Hz
   - Nassestrichsanierung nur von oben vorhandene Putzdecke im Bestand bleibt erhalten
4. Balkenlagen ohne Fehlbodenschüttung mit Trockenestrich und zusätzlicher Rohdeckenbeschwerung
   - Zweite Balkenlage eingeschoben in Bestand von unten als Tragkonstruktion der Unterdecke / Bestand trägt den Boden
   - Zweite Balkenlage eingeschoben von oben als Tragkonstruktion des Bodens
   - Unterdecke mit 100 mm Abhängung und 2 x 12,5mm GKF/GF[1] hochwirksame Abhängung mit elastischer Lagerung Eigenfrequenz des Abhängesystems $f_0 \leq 20$ Hz
   - Reine Estrichsanierung Putzdecke des Bestandes bleibt Trockenestrich erhält eine neue Zusatzschüttung auf der Rohdecke

[1] GKF = Gipskartonfeuerschutzplatte / GF = Gipsfaserplatte

von Adrian Blödt
IB Adrian Blödt
Ahornweg 5
92702 Kohlberg

Prinzipiell lässt sich eine Sanierung in drei Handlungsmöglichkeiten unterteilen:

Tabelle 1: Handlungsmöglichkeiten in der Sanierung von Holzbalkendecken

Sanierung nur von oben	Sanierung nur von unten	Sanierung von unten und oben
		

Die Maßnahmen in den Handlungsfeldern können wiederum variieren. So kann zum Beispiel bei der Sanierung von unten eine zweite Balkenlage, eine abgehängte Unterdecke oder eine frei gespannte Unterdecke mit Metallprofilen gewählt werden. Eine eindeutige Aussage darüber, welche Methode die beste ist, lässt sich nicht treffen. Vielmehr muss die für das Bauvorhaben beste Methode im Hinblick auf den Umfang der Sanierung gewählt werden.

Eine Bewertung der flankierenden Übertragung soll im Rahmen dieses Beitrags nicht vorgenommen werden, da hier aufgrund der Heterogenität der Baustoffe eine projektbezogene Beurteilung der Situation erforderlich ist. In vielen Fällen sind Messungen des bewerteten Norm-Trittschallpegels am Bau an Musterräumen als sinnvolle Maßnahme anzusehen. Dabei kann eine schichtenweise Messung wertvolle Informationen liefern.

Leider ist die Prognose des Tritt- und Luftschallschutzes, wie sie aus DIN 4109-2:2018 [5] bekannt ist, für diese Bauweisen nicht ohne weiteres möglich. Auch hier ist eine enge Abstimmung bauakustischen Fachplaner notwendig.

Dieser Beitrag konzentriert sich auf die Verbesserung des trennenden Bauteils, bei dem ein Teil oder große Teile des Bestandes erhalten bleiben. Der vollständige Austausch von Decken und deren Ersatz soll an dieser Stelle nicht betrachtet werden, da die gängigen Maßnahmen des Neubaus Anwendung finden können. Das gilt auch für die häufig angewandte Sanierung mittels Holzbetonverbundsystemen. Diese Systeme sind trotz der vergleichsweise hohen flächenbezogenen Massen auf der Rohdecke, aber der damit verbundenen hohen Steifigkeit im bauakustischen Sinne kritisch zu bewerten.

3.1 Balkenlagen mit Rohdeckenbeschwerung

Beschreibung der Ausgangsdecke

Die nachfolgenden Sanierungsansätze sollen an folgender Rohdecke untersucht werden:

- Dielung aus Holzbrettern, d = 24 mm / z. B. Fichte
- 200 mm Balken, Abstand e = 848 mm
- Einschub zwischen den Baken, Fehlbodenschüttung, z. B. Sand oder Schlacke m´≈ 80 kg/m²
- Unterdecke starr befestigt und verputzt, m´≈ 26 kg/m²
  (18 mm Schalung mit Schilfträgerplatten)

von Adrian Blödt
IB Adrian Blödt
Ahornweg 5
92702 Kohlberg

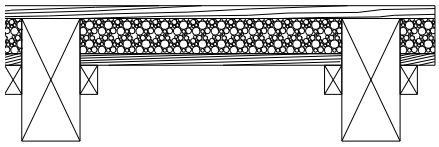
Die Einzahlwert für die bauakustische Beurteilung stellen sich wie folgt dar:

$L'_{n,w} \leq 50\ dB$

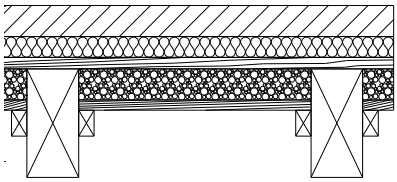
$L'_{n,w} + C_{I,50-2500} \leq 50\ dB$

$R_w \leq 50\ dB$

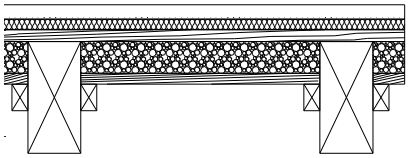
In Abbildung 4 sind die gängigen Sanierungsvarianten auf der bestehenden Rohdecke dargestellt. Dabei ist es wichtig, dass die vorhandene Fehlbodenschüttung als Rohdeckenbeschwerung erhalten bleibt. Oft wird die Meinung vertreten, dass es besser wäre, diese zu entfernen und durch Dämmung zu ersetzen. Das wäre im Sinne der Akustik kontraproduktiv. Es ist ratsam, diese Rohdeckenbeschwerung zu erhalten und gegebenenfalls an Fehlstellen zu ergänzen. Dämmstoff im Hohlraum kann immer zusätzlich und nicht anstelle der Rohdeckenbeschwerung eingebracht werden.



Nicht tragender Einschub als Beschwerung



Mineralischer Nassestrich 50 mm auf Mineralfaser



Trockenestrich ohne Zusatzbeschwerung auf der Rohdecke

ZW_S_1	ZW_S_1	ZW_S_3	TE_S_1	TE_S_2	TE_S_3
Unterdecke an Abhängung 2 x 12,5 mm	Sekundär Tragsystem	Sanierung nur von oben mit neuem Estrich	Unterdecke an Abhängung 2 x 12,5 mm	Sekundär Tragsystem	Sanierung nur von oben mit neuem Estrich mit Zusatzbeschwerung

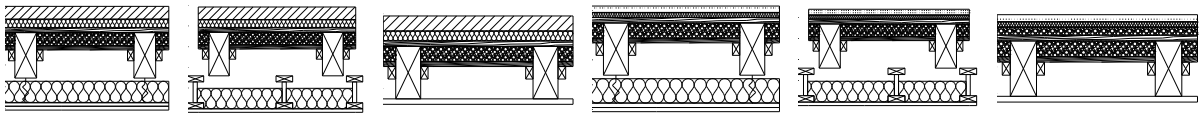


Abbildung 4: Sanierungsansätze bei bestehender Fehlbodenschüttung und verschiedenen Estrichsystemen

Aufbauten mit mineralischen Nassestrichen ($m' \geq 120\ kg/m^2$)

Als erste Sanierungsvariante sollen Verbesserungen mit Nassestrichen genauer untersucht werden. Dabei wir die Sanierung von oben als Mindestmaßnahme gesehen. Eine zusätzliche Verbesserung durch eine Sanierung von unten wird entweder durch eine unabhängig gelagerte sekundäre Decke (ZE_S_2) oder mit einem elastischen hochwirksamen Abhängsystem im Abstand von 100 mm (ZE_S_1; $f_0 \leq 20$ Hz[2]) erreicht. Als Vergleich soll eine Variante betrachtet werden bei der die üblicherweise verputzte starre montierte Unterdecke unberührt bleibt und nur von oben ein neuer Estrich aufgebracht

[2] f_o kennzeichnet die erste Lagerungsfrequenz der Decke / Dabei kann durch elastische Einlagen bei der Abhängung die „Feder“ sehr weich ausgeführt werden. Federschienen hingegen zeigen sich in diesem Kontext als eher ungeeignet. Die Auslegung erfolgt in der Regel durch einen Bauakustiker

von Adrian Blödt
IB Adrian Blödt
Ahornweg 5
92702 Kohlberg

wird (ZE_S_3). Die Ergebnisse welche [3] entnommen wurden sind für diese Sanierungsvariante dargestellt.

Tabelle 2: Ergebnisse aus [3] für ausgewählte Sanierungsvarianten mit Nassestrich

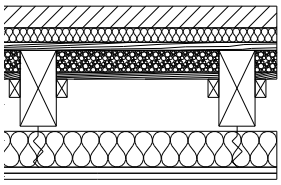
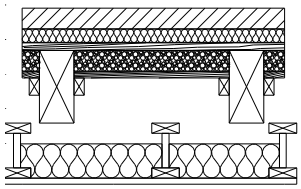
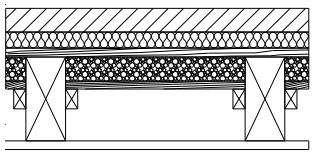
ZE_S_1	ZE_S_2	ZE_S_3
Unterdecke an Abhängung 2 x 12,5 mm GKF 	Sekundär Tragsystem für Decke mit 1 x 12,5 mm GKF / Boden wird durch den Bestand getragen 	Sanierung nur von oben mit neuem Estrich 
$L'_{n,w} = 32$ dB $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 38$ dB	$L'_{n,w} = 33$ dB $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 43$ dB	$L'_{n,w} = 45$ dB $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 49$ dB
Vergleich: Federschiene + 2 x 12,5 mm GKF mit Bestandunterdecke $L'_{n,w} = 40$ dB $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 48$ dB		

Tabelle 1 zeigt, dass die Sanierungsvariante ZE_S_2 im Normauswertebereich von 100 – 3150 Hz sehr gute Verbesserungswerte erreicht, die auf ähnlichem Niveau liegen wie ZE_S_1 mit der abgehängten 2-lagigen Unterdecke. Der Vorteil der Variante ZE_S_1 mit Federschiene und doppelter Beplankung liegt in dem äußerst günstig zu bezeichneten tieffrequenten Übertragungsverhalten. Durch die Vergleichsweise steifen Balken bei der Variante ZE_S_2 und der geringeren Masse der Unterdecke fällt die Verbesserung im tieffrequenten Bereich nicht so hoch aus wie bei Variante ZE_S_1 mit der elastisch abgehängten Unterdecke. Diese ist durch die große Abhängehöhe im tieffrequenten Bereich auf einem akustischen „Komfortniveau“. Der Einfluss der Abhängehöhe und der Steifigkeit der Lagerung wird deutlich, wenn die Abhängung von über 100 mm (zuzügliche des Balkenhohlraums) mit $f_o \leq 20$ Hz durch 27 mm Federschiene mit $f_0 \approx 35$ Hz ersetzt wird. Die Verbesserung im Normauswertebereich auf $L_{n,w} = 40$ dB ist gegenüber der Variante ZE_S_3 Sanierung nur von oben noch sehr gut, bei den tiefen Frequenzen zeigt sich jedoch, dass die Verbesserung trotz „neuer“ 2-lagig beplankter Unterdecke auf Federschiene nur 1 dB Verbesserung beträgt.

Bleibt die starre Unterdecke mit Putz erhalten, so ist in der Regel nicht damit zu rechnen den bauordnungsrechtlich geforderten Mindestschallschutz von $L'_{n,w} \leq 50$ dB zu erreichen. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt den Verlauf des Trittschallpegels über der Frequenz vergleichend für die Variante Sanierung nur von oben und der Variante mit sekundärem Tragsystem für die Unterdecke. Es wird deutlich, dass das zweite Tragsystem über das gesamte Spektrum wirksam wird.

Mit ZE_S_1 und ZE_S_2 sowie Federschiene ist der Mindestschallschutz erreichbar. Im Falle der Federschiene ist im Vergleich zu ZE_S_3 für den Nutzer, trotz Mehrkosten, kein Unterschied wahrnehmbar. Dies ist auf die unzureichenden Lagerungseigenschaften der Federschiene und deren geringem Abstand zur Bestandsdecke zurückzuführen.

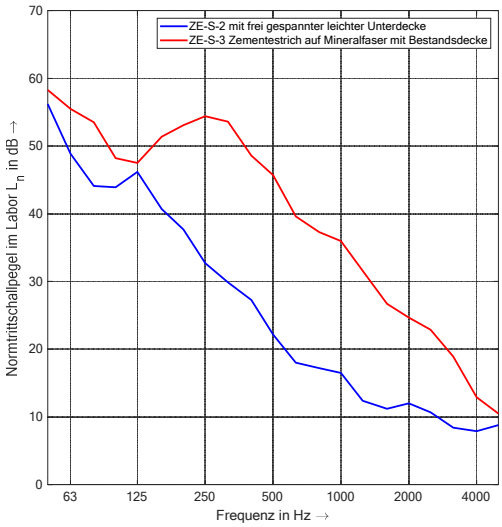


Abbildung 5: Vergleich der Norm-Trittschallpegel Spektren einer schweren sanierten Decke / blau: Sanierung von oben und unten / rot: Sanierung nur von oben

Die Varianten ZE_S_1 und ZE_S_2 sind für die Anwendung zur Trennung fremder Nutzungseinheiten geeignet. Wird hingegen die Unterdecke belassen und nur von oben saniert kommt die Verbesserung der flankierenden Wände im unteren Raum in Betracht. Es stellt sich aber die Frage, ob in diesem Fall eine neue Unterdecke die ökonomischere Lösung wäre. Der Schutz gegenüber der tieffrequenten Gehgeräuschübertragung liegt mit den vorgestellten Sanierungsvarianten auf einem teils sehr komfortablem Niveau. Ausnahmen stellen Varianten dar, bei denen die Eigenschaften der Unterdecke eher als ungünstig zu bezeichnen sind. Besonders gilt dies bei der Anwendung von Federschienen. Diese verbessern den Normauswertebereich von 100 Hz – 3150 Hz, können aber im Bereich der tiefen Frequenzen sogar zu wahrnehmbaren Verschlechterung führen, obwohl die normativen Einzahlwerte gute Decken vermuten lassen.

<u>Hinweis für die Praxis:</u>

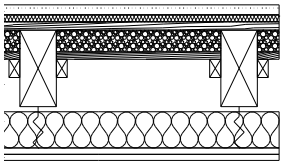
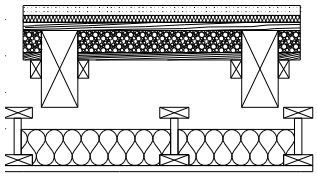
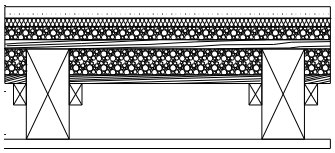
Für das Erreichen des Mindestschallschutzes sollte bei Balkenlagen mit schwerem Einschub, Nassestrich sowie optimierten Unterdecken ein Planungswert $L_{n,w} \leq 40$ dB angestrebt werden. Bei starren Unterdecken (ZE_S_3) sollte der Planungswert $L_{n,w} = 44$ dB nicht überschreiten. In vielen Fällen kann dies durch ein Zusatzbeschwerung auf der Rohdecke erreicht werden, wenn das statisch möglich ist. Nur so sind Sanierungen „nur von oben“ überhaupt möglich.

Aufbauten mit Trockenestrichen

In vielen Fällen ist aufgrund der statischen Belastbarkeit der vorhandenen Konstruktionen das Aufbringen eines Nassestrichs nicht mehr möglich. Besonders in der Sanierung hat sich ein Aufbau mit leichten Trockenestrichsystemen als sinnvolle Variante bewährt. Allerdings ist eine umfassendere Sanierung erforderlich. Sanierung nur mit Trockenestrich, also „nur von oben“, scheiden in der Regel aus. In diesem Abschnitt und Tabelle 3 sind die bereits bei den Nassestrichen angewandten Sanierungsansätze ebenfalls für die Trockenestrich dargestellt, wobei ebenfalls der schwere Einschub als Fehlbodenschüttung erhalten bleiben soll.

von Adrian Blödt
IB Adrian Blödt
Ahornweg 5
92702 Kohlberg

Tabelle 3: Ergebnisse aus [3] für ausgewählte Sanierungsvarianten mit Trockenestrich

TE_S_1	TE_S_2	TE_S_3
Unterdecke an Abhängung 2 x 12,5 mm GKF 	Sekundär Tragsystem für Decke mit 1 x 12,5 mm GKF / Boden wird durch den Bestand getragen 	Sanierung nur von oben mit neuem Trockenestrich und Zusatzbeschwerung auf der Rohdecke 30 mm, $m' \geq 40\ kg/m^2$ 
$L'_{n,w} = 44\ dB$ $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 47\ dB$	$L'_{n,w} = 44\ dB$ $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 49\ dB$	$L'_{n,w} = 48\ dB$ $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 60\ dB$
Vergleich: Federschiene + 2 x 12,5 mm GKF mit Bestandunterdecke $L'_{n,w} = 52\ dB$ $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 57\ dB$		

In den Varianten TE_S_1 und TE_S_2 wird mit 18 mm Gipsestrichplatten sowie einer Trittschalldämmung aus Holzweichfasern eine Sanierung von oben und unten durchgeführt. Bei Variante TE_S_3 bleibt die Unterdecke wieder unberührt, allerdings wird unter dem Estrich zusätzlich 30 mm Splittschüttung ($m' \geq 40\ kg/m^2$) aufgebracht. Ohne zusätzliche Beschwerung die für den Mindestschallschutz notwendigen Werte nicht annähernd erreicht werden. Die Sanierung nur von oben mit Trockenestrichen erfordert in jedem Fall eine Beschwerung auf der Rohdecke, die zusätzlich zum schweren Einschub notwendig ist. Die flächenbezogene Masse sollte in Summe ca. 160 kg/m² betragen.

Tabelle 3 zeigt die verschiedenen Sanierungsvarianten. Ein sekundäres Tragsystem mit eigener Unterdeckenbeplankung zeigt ein ähnliches Verhalten wie die Variante mit abgehängter Unterdecke. Die Verbesserungen bei den Trittschallpegeln der Decken sind in der Tendenz analog zu den oben dargestellten Aufbauten mit Zementestrich zu sehen. Allerdings auf deutlich höherem, und damit ungünstigeren, Niveau als zuvor. Auffällig ist wiederum, dass die Variante mit zusätzlicher Federschiene keine Verbesserung gegenüber dem unsanierten Unterdeckenaufbau in Variante TE_S_3 bringt. Dies mag zum Teil daran liegen, dass in TE_S_3 eine zusätzliche Schüttung berücksichtigt wird. Aber selbst wenn bei der Variante mit Federschiene eine Schüttung von 30 mm unter dem Estrich berücksichtigt wird, liegen die Werte für $L_{n,w} + C_{I,50-2500}$ immer noch bei 55 dB und damit weit in dem Bereich, der von fast allen Nutzern als deutlich unangenehm wahrgenommen wird.

Wie bereits erwähnt, weisen Trockenestrichsysteme mit schwerem Einschub ähnliche Eigenschaften auf wie die zuvor dargestellten Sanierungsansätze mit schweren mineralischen Estrichen. Allerdings mit insgesamt höheren Trittschallpegeln. Deshalb sollte bei Sanierungen mit Trockenestrichen auf eine mit möglichst großem Abstand verlegte schwere Unterdecke geachtet werden oder zusätzliche Beschwerungsschüttungen unter dem Estrich verwendet werden. Eine Sanierung nur von oben ist in der Regel nicht ohne sehr großen Zusatzaufwand möglich.

von Adrian Blödt
IB Adrian Blödt
Ahornweg 5
92702 Kohlberg

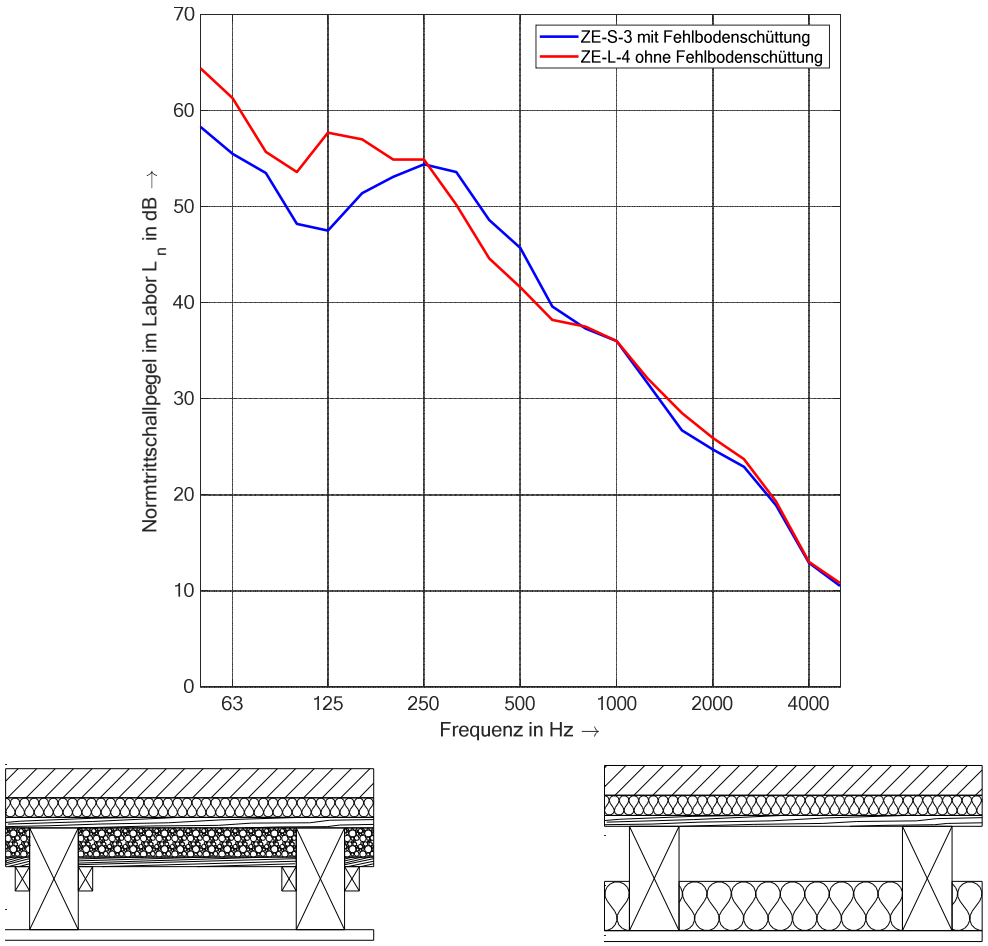


Abbildung 6: Vergleich der Varianten ZE_S_3 mit ZE_L_4 Sanierung von oben mit Zementestrich auf Mineralfaser mit und ohne Fehlbodenschüttung blau: mit Fehlbodenschüttung / rot: ohne Fehlbodenschüttung; Quelle: [3]

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. zeigt deutlich, dass der wesentliche Teil der Verbesserung bei einer Sanierung nur von oben durch die Schüttung im Frequenzbereich unter 250 Hz zum Tragen kommt. Systeme mit Beschwerung als Fehlbodenschüttung führen zu einer Verbesserung im Bereich der für Nutzer einen wahrnehmbaren Vorteil bringt. Bei der Sanierung von oben ist die Rohdeckenbeschwerung aus bauakustische Gründen unerlässlich. Dies gilt für Nassestriche und insbesondere für leichte Trockenestriche.

3.2 Balkenlage ohne Rohdeckenbeschwerung

Beschreibung der Ausgangsdecke

In diesem Abschnitt werden die Sanierungsalternativen für die Decke ohne schweren Einschub behandelt. Die Ausgangsdecke lässt sich wie folgt beschreiben:

- Bodenbelag
- Dielung aus Holz, d = 24 mm
- 200 mm Balken, Abstand e ≈ 800 mm
- Dämmstoff 100 mm
- Unterdecke starr befestigt und verputzt m‘ ≈ 26 kg/m²

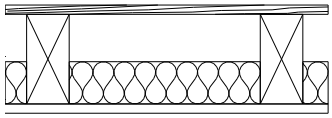
Dazu gehören folgende Einzahlwerte:

$L'_{n,w} = 67\ dB$

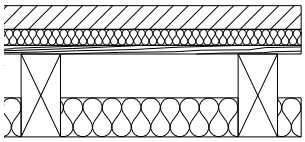
$L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 68\ dB$

$R_w = 54\ dB$

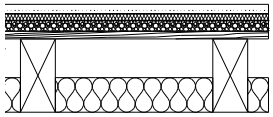
Auch hier können die bekannten Sanierungstypologien umgesetzt werden. Durch das Fehlen des Einschubes, ist neben einem sekundären Tragsystem von unten nun auch das Einfügen einer zweiten neuen Balkenlage von oben möglich. Wobei die Variante von unten eingeschoben mit einer deutlich geringeren Aufbauhöhe auskommen kann. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt die Sanierungsvarianten im Überblick:



Ohne schwerem Einschub



Mineralischer Nassestrich 50 mm auf Mineralfaser



Trockenestrich **mit** Zusatzbeschwerung auf der Rohdecke

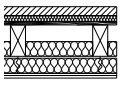
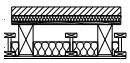
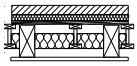
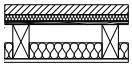
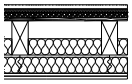
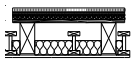
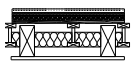
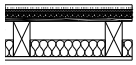
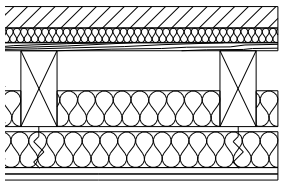
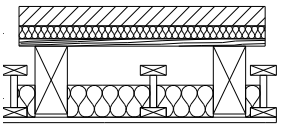
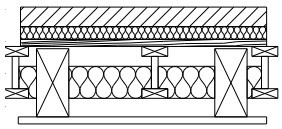
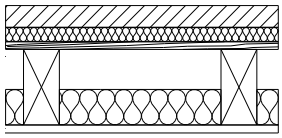
ZE_L_1	ZE_L_2	ZE_L_3	ZE_L_4	TE_L_1	TE_L_2	TE_L_3	TE_L_4
Unterdecke an Abhängung 2 x 12,5 mm GKF	Sekundär Tragsystem für Decke mit 1 x 12,5 mm GKF / Boden wird durch den Bestand getragen	Sekundär Tragsystem für den Boden (Einschub von oben) Decke bleibt als Putz Bestand	Sanierung nur von oben mit neuem Estrich und bestehender Putzdecke	Unterdecke an Abhängung 2 x 12,5 mm GKF / Estrich mit Zusatzbeschwerung 30 mm	Sekundär Tragsystem für Decke mit 1 x 12,5 mm GKF / Boden wird durch den Bestand getragen Estrich mit Zusatzbeschwerung 30 mm	Sekundär Tragsystem für den Boden (Einschub von oben) Decke bleibt als Putz Bestand / Estrich mit Zusatzbeschwerung 30 mm	Sanierung nur von oben mit neuem Estrich + 30 mm Zusatzbeschwerung und bestehender Putzdecke
							

Abbildung 7: Sanierungsansätze ohne Fehlbodenschüttung und verschiedenen Estrichsystemen

Aufbauten mit mineralischen Nassestrichen ($m' \geq 120\ kg/m^2$)

Die Systeme können auch ohne den schweren Einschub mit Nassestrich ausgeführt werden. Durch das Fehlen des schweren Einschubes können unter Umständen Reserven in der Tragfähigkeit genutzt werden um den Nassestrich zu realisieren.

von Adrian Blödt
IB Adrian Blödt
Ahornweg 5
92702 Kohlberg

ZE_L_1	ZE_L_2	ZE_L_3	ZE_L_4
Unterdecke an Abhängung 2 x 12,5 mm GKF	Sekundär Tragsystem für Decke mit 1 x 12,5 mm GKF / Boden wird durch den Bestand getragen	Sekundär Tragsystem für den Boden (Einschub von oben) Decke bleibt als Putz Bestand	Sanierung nur von oben mit neuem Estrich und bestehender Putzdecke
			
$L'_{n,w} = 39$ dB $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 46$ dB	$L'_{n,w} = 51$ dB $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 54$ dB	$L'_{n,w} = 40$ dB $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 45$ dB	$L'_{n,w} = 48$ dB $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 53$ dB

Mit den Sanierungsvarianten ohne schwere Fehlbodenschüttung und mit mineralischem schwerem Estrich können durchaus zufriedenstellende Ergebnisse erreicht werden. Lediglich die Varianten ZE_L_2 und ZE_L_4 sind für eine Sanierung zwischen fremden Wohn- und Nutzungseinheiten unbrauchbar. Die Variante mit hochwirksamer abgehängter Unterdecke im Abstand von 100 mm ist auch hier als sehr vorteilhaft zu bezeichnen. Durch das Fehlen der Fehlbodenschüttung kann eine neue Balkenlage nicht nur von „unten“ sondern auch von „oben“ zwischen die Balken eingefügt werden. Das erweitertet die Sanierungsvarianten um eine weitere Möglichkeit.

Es zeigt sich, dass die Entkopplung des angeregten Bauteils (Gehbelag) also der Tragschicht mit Estrich (Balkenlage von oben eingebaut, ZE_L_3) deutlich besser abschneidet als die Varianten mit einer gesonderten Balkenlage von unten. Darüber hinaus schneidet diese Variante auch bei der Bewertung der tiefen Frequenzen am besten ab. Es wird ein Wert von $L_{n,w} + C_{I,50-2500} = 45$ dB erreicht, was wiederum im Bereich des „Komfortschallschutzes“ zu sehen ist. Bemerkenswert ist, dass diese Ergebnisse ohne zusätzliche Rohdeckenbeschwerung auskommen.

In Abbildung 8 werden die beiden „besten“ Varianten ohne Schüttung (Sekundärtragsystem von ohne und optimierte Unterdecke) miteinander verglichen. Es wird deutlich, dass ab 125 Hz kein wesentlicher Unterschied zu verzeichnen ist. Unter 125 Hz schneidet aber die Variante mit Entkopplung des angeregten Bauteils deutlich besser ab. Es zeigt sich also, dass eine Balkenlage von oben als zweite Tragschicht besser geeignet ist als eine zweite neue Tragschicht nur für die Unterdecke. Dieser Vorteil wiegt umso schwerer, da er bei den tiefen Frequenzen den größten Vorteil bringt.

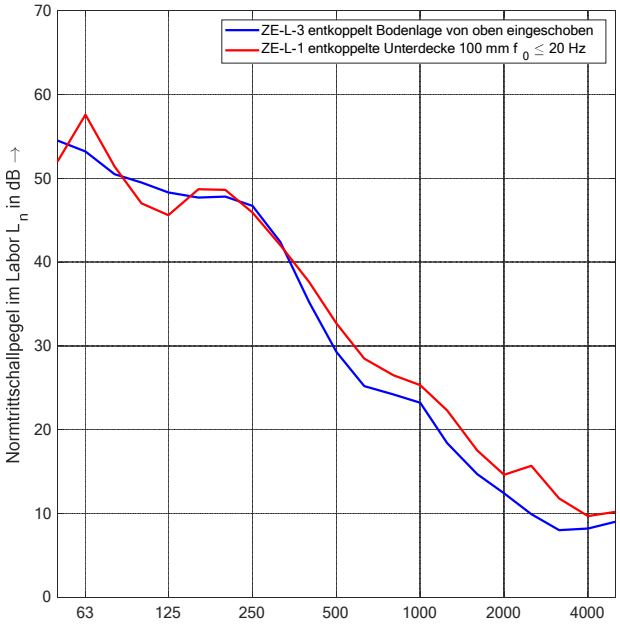


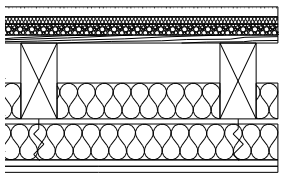
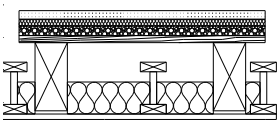
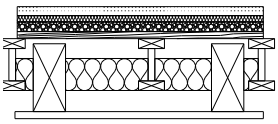
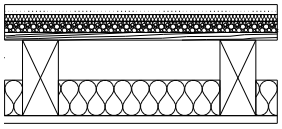
Abbildung 8: Vergleich der Varianten ZE_L_3 blaue Kurve mit ZE_L-1 rote Kurve

von Adrian Blödt
IB Adrian Blödt
Ahornweg 5
92702 Kohlberg

Aufbauten mit Trockenestrichen

Im vorherigen Abschnitt wurde ohne zusätzliche Schüttung auf den Balkenlagen mit Trockenestrich gearbeitet. Nur in einem Fall wurde eine Schüttung unter der Estrichschicht bewertet. Im Falle ohne vorhandenen schweren Einschub wird in allen Trockenestrichvarianten eine ca. d = 30 mm / m´≥ 40 kg/m² Rohdeckenbeschwerung berücksichtigt. Ohne weitere Beschwerung unter dem Trockenestrich sind Mindestanforderungen nur in Ausnahmenfällen zu erreichen. Deshalb sind in diesem Abschnitt immer Rohdeckenbeschwerungen unter dem Estrich vorgesehen.

Tabelle 4: Ergebnisse aus [3] für Deckensystem **ohne** Fehlbodenschüttung mit Trockenestrich allerdings mit zusätzlicher Schüttung unter der Trittschalldämmung

TE_L_1	TE_L_2	TE_L_3	TE_L_4
Unterdecke an Abhängung 2 x 12,5 mm GKF / Estrich mit Zusatz-beschwerung 30 mm	Sekundär Tragsystem für Decke mit 1 x 12,5 mm GKF / Boden wird durch den Bestand getragen Estrich mit Zusatz-beschwerung 30 mm	Sekundär Tragsystem für den Boden (Einschub von oben) Decke bleibt als Putz Bestand / Estrich mit Zusatz-beschwerung 30 mm	Sanierung nur von oben mit neuem Estrich + 30 mm Zusatzbeschwerung und bestehender Putzdecke
			
$L'_{n,w} = 36$ dB $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 52$ dB	$L'_{n,w} = 49$ dB $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 60$ dB	$L'_{n,w} = 40$ dB $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 54$ dB	$L'_{n,w} = 50$ dB $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 62$ dB

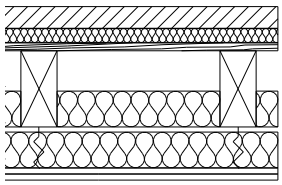
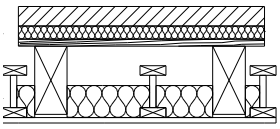
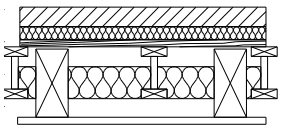
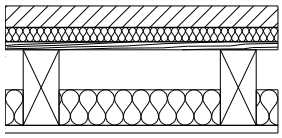
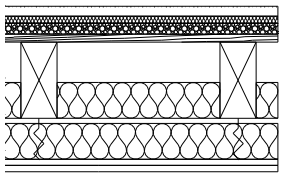
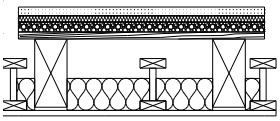
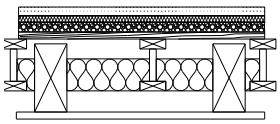
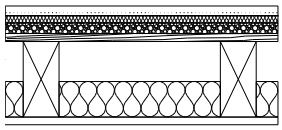
Die Varianten mit eingeschobener Balkenlagen von unten (TE_L_2) und mit reiner Estrichsanierung von oben (TE_L_4) scheiden aus. Diese erreichen die baulichen Mindeststandards mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht. Als sehr günstig erweisen sich wiederum die Varianten mit abgehängter und optimierter Unterdecke sowie mit einer von oben eingeschobenen zweiten Balkenlage. Allen Varianten ist allerdings gleich, dass die Werte unter Berücksichtigung der tiefen Frequenzen zu keinem zufriedenstellenden Ergebnis führen. Die Variante TE_L_1 schneidet noch am günstigsten ab. Sollte ein solcher Ansatz verfolgt werden, muss die Rohdeckenbeschwerung hinsichtlich der tiefen Frequenzen in ihrer Masse erhöht werden.

von Adrian Blödt
IB Adrian Blödt
Ahornweg 5
92702 Kohlberg

3.3 Wirksamkeit der Maßnahmen ohne Rohdeckenbeschwerung

Abschließend sollen die „leichten“ Varianten nochmal einer vergleichenden Betrachtung unterzogen werden.

Tabelle 5: Unmittelbarer Vergleich der Nassestrich- mit den Trockenestrichvarianten (inkl. Rohdeckenbeschwerung unter dem Trockenestrich)

ZE_L_1	**ZE_L_2**	**ZE_L_3**	**ZE_L_4**
Unterdecke an Abhängung 2 x 12,5 mm GKF	Sekundär Tragsystem für Decke mit 1 x 12,5 mm GKF / Boden wird durch den Bestand getragen	Sekundär Tragsystem für den Boden (Einschub von oben) Decke bleibt als Putz Bestand	Sanierung nur von oben mit neuem Estrich und bestehender Putzdecke
			
$L'_{n,w} = 39\ dB$ $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 46\ dB$	$L'_{n,w} = 51\ dB$ $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 54\ dB$	$L'_{n,w} = 40\ dB$ $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 45\ dB$	$L'_{n,w} = 48\ dB$ $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 53\ dB$
TE_L_1	**TE_L_2**	**TE_L_3**	**TE_L_4**
Unterdecke an Abhängung 2 x 12,5 mm GKF / Estrich mit Zusatz-beschwerung 30 mm	Sekundär Tragsystem für Decke mit 1 x 12,5 mm GKF / Boden wird durch den Bestand getragen Estrich mit Zusatz-beschwerung 30 mm	Sekundär Tragsystem für den Boden (Einschub von oben) Decke bleibt als Putz Bestand / Estrich mit Zusatz-beschwerung 30 mm	Sanierung nur von oben mit neuem Estrich + 30 mm Zusatzbeschwerung und bestehender Putzdecke
			
$L'_{n,w} = 36\ dB$ $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 52\ dB$	$L'_{n,w} = 49\ dB$ $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 60\ dB$	$L'_{n,w} = 40\ dB$ $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 54\ dB$	$L'_{n,w} = 50\ dB$ $L'_{n,w} + C_{I,50-2500} = 62\ dB$

Bei den Varianten mit Fehlbodenschüttung ist der Trend sowohl für $L_{n,w}$ als auch für $L_{n,w} + C_{I,50-2500}$ fast immer gleich. War $L_{n,w}$ bei mineralischen Estrichsystem geringer als beim Trockenestrichsystem so galt das gleichermaßen auch für $L_{n,w} + C_{I,50-2500}$. Bei den Systemen ohne Fehlbodenschüttung im Bestandsaufbau kehren sich die Verhältnisse vollständig um. Die Systeme mit Schüttung unter dem Trockenestrich weisen gegenüber den Zementestrichsystem teilweise bessere $L_{n,w}$ -Werte auf, sind aber im tieffrequenten Bereich deutlich ungünstiger.

In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sind die beiden Auswertungen gegenübergestellt. Der Vergleich von Variante ZE_L_3 mit TE_L_3 bei gleichem $L_{n,w}$ = 40 dB einen erheblichen Unterschied von 9 dB beim $L_{n,w} + C_{I,50-2500}$. Das bedeutet, obwohl im Normauswertebereich die gleiche

von Adrian Blödt
IB Adrian Blödt
Ahornweg 5
92702 Kohlberg

akustische Leistungsfähigkeit anzunehmen ist, wird die subjektive Wahrnehmung für die Variante mit Trockenestrich **wesentlich ungünstiger** sein. Dies ist bei allen Varianten im Vergleich in ähnlicher Weise festzustellen. Es wird deutlich, dass bei ähnlichen Werten im Normalauswertebereich (gekennzeichnet durch $L_{n,w}$) bei Betrachtung der tiefen Frequenzen unter 100 Hz die Varianten mit mineralischem Estrich zu bevorzugen sind. Der dramatische Einbruch bei den tiefen Frequenzen ist unter dem Eindruck von Abbildung 6 wenig verwunderlich, hier wird die Wirkung einer Beschwerung im tieffrequenten Bereich deutlich. Zu beachten ist auch, dass die Anordnung der Schüttung im Gefach möglicherweise Vorteile gegenüber der Anordnung auf der Dielung, also unter dem Trockenestrich, haben kann.

4 Zusammenfassung

Für die Einordnung der Maßnahmen ist immer zu prüfen, ob eine Fehlbodenschüttung mit m' ≥ 80 kg/m² als Einschub möglich ist. Ist dies nicht der Fall, sind die akustischen Möglichkeiten stark beschränkt. In der Regel ist auch davon auszugehen, dass eine reine Sanierung „nur oben“ und „nur unten“ nicht den gewünschten Erfolg bringt. Die Sanierung nur von oben, also an der angeregten Schicht, zeigt zwar ein deutlich größeres Potenzial. Dem stehen aber notwendige Anpassungen im Bereich der Türstürze und erforderliche Brüstungshöhen gegenüber.

Die besten Ergebnisse werden erreicht, wenn Ober- und Unterseite mit einer schweren Fehlbodenschüttung saniert werden können.

Balkenlage mit Fehlbodenschüttung

Für Balkenlage mit Fehlbodenschüttung haben sich folgende Sanierungsvarianten als wirksam erwiesen:

- mineralische schwere Estrichsysteme auf Mineralfaser Trittschalldämmung
- hochwirksame Unterdeckungen mit großer Abhängehöhe. Hierbei werden sowohl im Normalauswertebereich als auch im Bereich unter 100 Hz gute bis sehr gute Ergebnisse erzielt. Als Bemessungsgröße kann die Eigenfrequenz der Unterdecke mit $f_0 \leq 20$ Hz herangezogen werden.

Trockenestrichsysteme weisen im Vergleich dazu ungünstigere Werte auf und sollten immer mit einer zusätzlichen Schüttung versehen werden.

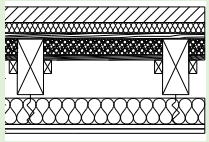
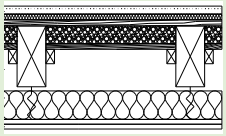
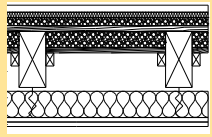
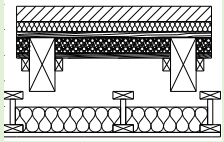
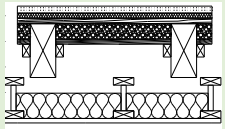
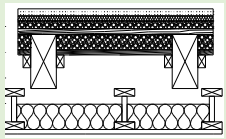
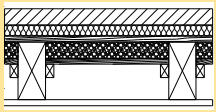
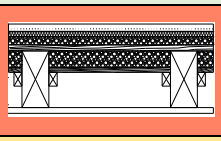
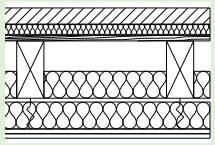
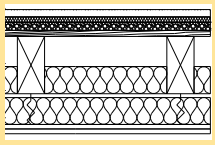
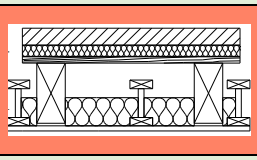
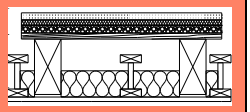
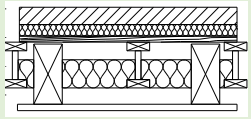
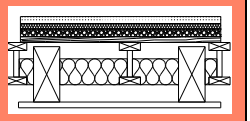
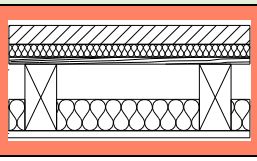
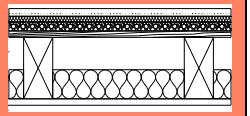
Balkenlagen ohne Fehlbodenschüttung

Bei Balkenlagen ohne weitere Schüttung im Gefach zeigt es sich als besonders wirksam eine zweite tragende Balkenlage für die angeregte Bodenschicht einzubringen. Darüber hinaus sind abgehängte Decken mit großer Abhängehöhe und optimieren Abhänge-Systemen von Vorteil. Gegenüber tiefen Frequenzen ist eine Entkopplung der angeregten Schichten also dem Boden der Vorzug zu gewähren. Große Vorsicht ist bei den „leichten“ Sanierungsvarianten bei Trockenestrichsystemen geboten. Die Werte im Bereich von 100 Hz bis 3150 Hz sind inkl. einer 30 mm Zusatzschüttung positiv zu bewerten. Allerdings zeigen sich im Bereich von unter 100 Hz erhebliche Verschlechterungen gegenüber den mineralischen schweren Estrichsystemen. Bei diesen Systemen ist mit erheblichen Beschwerden der Nutzer zu rechnen. Obwohl die Bewertung im Bereich 100 - 3150 Hz dies nicht erwarten lässt.

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass die Planung des Trittschallschutzes von Holzbalkendecken im Bereich der Sanierung deutlich erhöhte Anforderungen an die Planer stellt. Dies liegt größ-

tenteils daran, dass konstruktive Aspekte wie Raumhöhe und Tragfähigkeit eine sehr viel engere Abstimmung der einzelnen Planungsbeteiligten erfordern als dies beim Neubau ohnehin schon erforderlich ist. Darüber hinaus macht die Vielzahl der Bestandskonstruktionen und der Sanierungsvarianten eine individuelle Planung für jedes Bauvorhaben unumgänglich. Auch herstellerspezifische Sanierungslösungen müssen mit möglichen Planungslösungen abgeglichen werden, da sehr oft keine Mess- und Laborergebnisse der Aufbauten vorliegen. Leider wird immer wieder darauf vertraut, dass sich diese Lösungen bereits bewährt haben, ohne dass dies messtechnisch nachgewiesen werden kann. Dies gilt mehr für die Sanierung als für den Neubau.

Tabelle 6: Zusammenfassung ausgewählter Ergebnisse aus [3]

		Nassestriche auf Mineralfaser	**Trocken-estriche 18 mm Gipsfaser auf Holzweichfaser**	**Trocken-estriche 18 mm Gipsfaser Holzweichfaser mit 30 mm Beschwerung m´ ≥ 40 kg/m²**
mit Beschwerung im Fehlboden m´ ≈ 80 kg/m²	Unterdecke an Abhängung 2 x 12,5 mm GKF $f_0 \leq 20$ Hz			
	Sekundär Tragsystem für Decke mit 1 x 12,5 mm GKF			
	Sanierung nur von oben mit neuem Estrich			
ohne Beschwerung mit Dämmstoff im Fehlboden	Unterdecke an Abhängung 2 x 12,5 mm GKF $f_0 \leq 20$ Hz			
	Sekundär Tragsystem für Decke mit 1 x 12,5 mm GKF			
	Sekundär Tragsystem für den Boden (Einschub von oben) Decke bleibt als Putz Bestand			
	Sanierung nur von oben mit neuem Estrich			
Legende:				
in der Regel geeignet				
Bedingt geeignet / tiefe Frequenzen ungünstig				
ungeeignet für die Einhaltung des Mindestschallschutzes				

von Adrian Blödt
IB Adrian Blödt
Ahornweg 5
92702 Kohlberg

In den seltensten Fällen wird ein und dieselbe Sanierungsvariante für zwei Bauvorhaben gleichermaßen geeignet sein. In erster Linie ist zu prüfen, welche Anforderungen unter den gegebenen Planungsvorgaben überhaupt erfüllt werden können. Gegebenenfalls schränkt dies die Planungsfreiheit wieder ein. Bei richtiger Planung und Auswahl der Bauteile kann jedoch auch mit Holzbalkendecken in der Sanierung ein komfortabler Schallschutz erreicht werden.

von Adrian Blödt
IB Adrian Blödt
Ahornweg 5
92702 Kohlberg

5 Literaturverzeichnis

[1] DIN 4109-1:01-2018 Schallschutz im Hochbau – Teil 1 Mindestanforderungen, Beuth-Verlag, 2018.

[2] A. Rabold und A. Blödt, Schallschutz im Holzbau - Grundlagen und Vorbemessung INFORMATIONSDIENST HOLZ, Holzbau Deutschland Institut, 2019.

[3] Adreas Rabold, Stefan Bacher, Dr. Joachim Hesssinger, Holzbalkendecken in der Altbausanierung - Abschlußbericht, Rosenheim: ift Rosenheim, 2008.

[4] Dr. Adreas Rabold, Dr. Joachim Hessinger, Stefan Bacher, Markus Schramm, Holzbalkendecken in der Altbausanierung Teil 2 - Flankenübertragung, Rosenheim: ift Rosenheim, 2012.

[5] DIN 4109-2:01-2018 Schallschutz im Hochbau - Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen, 2018: Beuth Verlag.

von Adrian Blödt
IB Adrian Blödt
Ahornweg 5
92702 Kohlberg