

Schallschutztechnische Ausführungsfehler an Holzdecken

Ernst Ullrich Köhnke
Ingenieurbüro Köhnke
DE-Uelsen



Schallschutztechnische Ausführungsfehler an Holzdecken

Häufig besteht die Ansicht, dass man den Schallschutz genauso wie den Wärmeschutz genau berechnen könne. Leider ist das nicht der Fall, wengleich die Forschung und die Rechenmethoden permanent besser werden, allerdings auch komplizierter.

Würde man den Wärmeschutz, also den berechneten u -Wert oder die berechnete Oberflächentemperatur eines Bauteils in der Praxis messen, käme es, wie auch beim Schallschutz, zu Abweichungen.

Der Trittschallschutz bei Holzbalkendecken kann im Vorfeld im Zuge der Planung lediglich rechnerisch abgeschätzt werden. Eine Grundlage für diese Vorgehensweise bieten Labormessungen, also Messungen in einem Prüfstand, welche so konzipiert sind, dass die am Bau regelmäßig und vielfältig vorhandenen Nebenwegsübertragungen bzw. Nebenwege des Schalls nicht vorliegen.

Der so im Labor gemessene Normtrittschallpegel wird mit $L_{n,w}$ gekennzeichnet, der am ausgeführten Objekt gemessene Wert mit $L'_{n,w}$. Dieser Apostroph kennzeichnet die Berücksichtigung der Nebenwegeinflüsse bzw. die Schallübertragung über die flankierenden Bauteile.

Der am Objekt gemessene Wert setzt sich somit zusammen aus der direkten Trittschallübertragung $L_{n,D,d}$, welcher dem im Labor gemessenen Wert entspricht und der Flankenübertragung $L_{n,D,f}$, welche die vielfältigen objektspezifischen Nebenwegeinflüsse über die flankierenden Bauteile berücksichtigt.

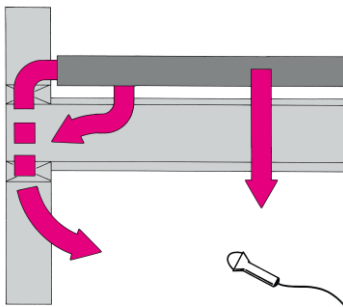


Abbildung 1: Schematische Darstellung der direkten und der indirekten Schallübertragung.

1. Baustellenmessungen sind nicht vergleichbar

Während die nach der Norm DIN EN ISO 140 – 01 gemessene Werte bis auf geringe Messungsgenauigkeiten generell vergleichbar sind, sind Baustellenmessungen wegen der unterschiedlichen objektspezifischen Randbedingungen nicht übertragbar bzw. vergleichbar.

Bestenfalls wenn die Baukörper vollständig identisch sind und vor allem die Handwerker mit gleicher Qualität und Sorgfalt gearbeitet haben. Das dürfte in der Praxis allerdings kaum vorkommen.

Zwar gibt es ein europaweit harmonisiertes Berechnungsverfahren für die Trittschalldämmung von Decken incl. Flankenübertragung, DIN EN 12354 – 02. Dies wurde aber maßgeblich für den Beton- und Mauerwerksbau entwickelt und ist für den Holzbau kaum verwendbar. Ganz besonders, weil im Holzbau eine deutlich größere Vielzahl an Konstruktionsvarianten vorkommt und deren einzelne Auswirkungen im Detail nur sehr unvollständig bekannt sind.

2. Die Vielfalt im Holzbau

Die Vielfalt der am Markt befindlichen Rohdecken und die Vielfalt der Fußbodenkonstruktion führen zu nahezu unüberschaubaren Kombinationsmöglichkeiten und somit Randbedingungen für ein stets sicher verwendbares Rechenverfahren.

Da zusätzlich auch noch die Bauart der flankierenden Wände und die Auflagerung einen Einfluss haben, resultiert daraus ein kaum praktikables, verlässliches Vorgehen.

An dieser Stelle muss auch der Sinn einer Verfeinerung des Rechenverfahrens hinterfragt werden. Denn ein Faktor, wenn nicht gar der wesentlichste, sind die Handwerker.

Einen ganz erheblichen Einfluss haben die vielen kleinen Schlampereien bei der Ausführung. Hierüber haben wir bereits mehrfach in der Holzbaudnq berichtet (2/2000 - Typische Einbaufehler und 4/2002 - So heimlich dran vorbei)

Aus praktischer Sicht überwiegen mit großem Abstand die Einflüsse durch die Ausführungsqualität wie die Praxis immer wieder belegt. Schallbrücken im Fußboden sowie Installationsschächte und Schornsteine stehen hier ganz vorne auf der Agenda.

Es scheint eher angebracht auf die diversen Ausführungs- und auch Konstruktionsfehler zu achten und die Handwerker für den Schallschutz zu sensibilisieren als mit großem Forschungsaufwand die Rechenverfahren zu verfeinern, die der Praktiker dann ohnehin nicht mehr beherrscht.

3. Ein praktisches Verfahren

Ein einfaches und handhabbares Verfahren dazu ist derzeit das Forschungsvorhaben:

„Entwicklung eines anwenderbezogenen Berechnungsverfahrens zur Prognose der Schalldämmung von Holzdecken am Bau“ aus 2004 vom LSW Rosenheim.

Während der Massivbau stets einfache plattenartige Rohdecken aufweist, bei welchem fast nur das Gewicht eine Rolle spielt und das Verbesserungsmaß des Fußbodens, sieht das im Holzbau anders aus. Allein die Rohdeckenvielfalt ist hier sehr groß.

- Die klassische Holzbalkendecke, die sich durch Balkenhöhen, Balkenabstände, Dicke der Beplankungen und der Art der unteren Befestigung der Platten sowie dem eingebrachten Dämmstoff erheblich unterscheiden.
- Die offenen Holzbalkendecken mit Sichtbalken, welche sich durch die Art der oberen Beplankung unterscheiden.
- Die plattenförmigen Massivholzdecken, welche durch ihr Material bzgl. Gewicht und Steifigkeit unterscheiden.
- Eine Vielzahl neuartiger Sonderdeckenkonstruktionen, die sich neuerdings im Markt befinden.

Um ein praktisches Prognoseverfahren für den Holzbau zu erreichen, wurde bereits vor vielen Jahren von Prof. K. Gösele ein einfaches „Berechnungsverfahren“ entwickelt, welches an das Nachweisverfahren für den Betonbau angelegt war. Zu dem Wert der jeweiligen Rohdecke wurde die Verbesserung durch den Fußbodenaufbau hinzugefügt.

Allerdings mussten für den Holzbau hierzu die Verbesserungsmaße der Fußböden neu ermittelt werden, da die Verbesserungsmaße aus dem Betonbau nicht auf den Holzbau übertragbar waren bzw. sind.

Durch Prof. F. Holtz wurde dieses Verfahren dann 2004 optimiert. Insbesondere wurden für die Rohdecke nun nicht mehr nur Fußbodenaufbauten bewertet, sondern auch noch die weiteren Verbesserungsmaße für „Zusatznahmen“ in Form von unterschiedlichen Beschwerden.

4. Die rechnerische Abschätzung

Die Wiedergabe des kompletten Verfahrens aus dem genannten Forschungsvorhaben würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Dennoch sind die nachfolgenden Zusammenstellungen der Rohdecken, der Fußböden und der Beschwerden geeignet eine recht grobe Abschätzung von den üblichen Standardkonstruktionen vorzunehmen.

Die Vorgehensweise ist für die Berechnung des resultierenden Bauschalldämm-Maßes recht simpel. Von dem Normtrittschallpegel der Rohdecke wird das Verbesserungsmaß des jeweiligen Fußbodens und evtl. das Verbesserungsmaß der Beschwerde in Abzug gebracht.

Der sich dann daraus ergebene Wert entspricht in etwa dem Labormaß ohne Flankenübertragung L_{nw} .

Je besser der Schallschutz der jeweiligen Decke ist, desto größer ist der Einfluss über die Flanken und somit der hinzuzufügende Korrektursummand K für die Flankenübertragung. Die Vorgehensweise soll an einem Beispiel kurz erläutert werden.

- Als Rohdecke ist eine klassische Holzbalkendecke mit unterseitig Gipskarton an Latung vorhanden mit einem $L_{nweq} = 75$ dB.
- Als Beschwerung sind 80 kg gebundene Splittschüttung (System K 101 / K 102) vorhanden mit einem Verbesserungsmaß von $\Delta L_{nw} = 16$ dB.
- Als Fußboden wird ein Zementestrich gewählt auf einer Mineralfaser- Trittschallschutzmatte mit $s' \text{ ca. } 7\text{MN/m}^3$, somit $\Delta L_{nwh} = 20$ dB.

$$L_{n,w} = 75 \text{ dB} \cdot 16 \text{ dB} \cdot 20 \text{ dB} = 39 \text{ dB}.$$

Für die Flankenübertragung ist nur noch der Korrektursummand K hinzuzuaddieren. Dieser ist abhängig von der akustischen Qualität des Deckenaufbaus.

Bei einem L_{nw} von 39 dB beträgt $RH \cong 7$ dB.

Der am Objekt zu erwartende Normtrittschallpegel beträgt somit $L'_{nw} = 39\text{dB} + 7 \text{ dB} = 46$ dB.

Rohdeckenart	$L_{n,w}$
Offene Sichtholzdecken	85 -87 dB
Geschlossene Holzbalkendecke	74 – 75 dB
Dito mit federnder Abhängung	64 – 65 dB
Massivholzdecke	76 – 80 dB
Verbesserungsmaße div. Fußböden	$\Delta L_{n,w,H}$
Zementestrich auf PS / HWF	14 – 16 dB
Zementestrich auf Mifa - TSM	19 – 20 dB
Trockenestrich	6 – 10 dB
Verbesserungsmaße div. Beschwerungen	ΔL_{nwh}
Betonplatten / Pflastersteine 80 kg/m ²	ca. 10 dB
Gebundene Schüttung 80 g/m ²	ca. 16 dB

L_{nw}	K
35 dB	ca. 8 dB
40 dB	ca. 7 dB
45 dB	ca. 6,5 dB
50 dB	ca. 4,5 dB

Korrektursummand K in Abhängigkeit von L_{nw}

5. Anforderungen

Dort, wo es um den Schutz der Bewohner geht, gibt es in der Regel auch Vorschriften durch den Staat. So also auch beim Schallschutz, da er eine große Bedeutung für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Bewohner hat. Die Mindestanforderungen an den Schallschutz sind in der DIN 4109, Schallschutz im Hochbau, Teil I, festgelegt. Die DIN 4109 ist bauaufsichtlich eingeführt, d.h. die Einhaltung der dort fixierten Mindestwerte ist Vorschrift und kann auch privatrechtlich nicht außer Kraft gesetzt werden. Allerdings gilt die DIN 4109 mit ihren Mindestwerten nur für Geräuschbelästigungen aus fremden Wohn- oder Arbeitsbereichen. Vorschriften für einen Schallschutz im eigenen Wohnbereich gibt es nicht.

Im Beiblatt 2 zur DIN 4109 gibt es jedoch Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohnbereich. Die dort fixierten Werte sind zur Sicherstellung eines normalen Schutzbedürfnisses sicherlich richtig gewählt.

Sofern ein höheres Schutzbedürfnis gewünscht wird, sind in diesem Beiblatt sowohl für den eigenen Wohnbereich wie auch für den fremden Wohn- und Arbeitsbereich Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz enthalten. Auch die VDI-Richtlinie 4100 gibt zum Schallschutz Empfehlungen. Sie sind den Empfehlungen des Beiblatts 2 in weiten Bereichen sehr ähnlich. Wie jedoch der Name bereits ausführt, handelt es sich hier nicht um eine Vorgabe, geschweige denn um den Stand der Technik, sondern lediglich um eine Richtlinie.

5.1. Anforderungen im eigenen Wohnbereich

Während also bei Wohnungstrenndecken die Mindestanforderungen rechtlich in der DIN 4109 geregelt sind, gibt es im eigenen genutzten Wohnbereich für derartige Decken zwei Möglichkeiten und zwar:

- Es wird eine privatrechtliche, vertragliche Vereinbarung getroffen, in welcher der Bauherr über die Wirkung der unterschiedlichen Schalldämmmaße aufgeklärt wird. Dann gilt diese vertragliche Vereinbarung unabhängig sonstiger Regelwerke oder dem Stand der Technik.
- Es wird keine weitere Vereinbarung getroffen; dann gilt der sog. Stand der Technik. Hier, wie auch in anderen Baubereichen wird der Stand der Technik von Sachverständigen, im Regelfall anlässlich gerichtlicher Auseinandersetzungen fixiert. Die Ansätze sind so vielfältig wie die Verfahren! Je höher die Kompetenz des Sachverständigen, desto höher im Gutachten auch der geschuldete Schallschutz.

Für den Trittschallschutz bei Geschossdecken im eigenen Wohnbereich reichen die Urteile von einem $TSM \geq 0$ dB ($L'_{n,w} * 63$ dB) bis $TSM \geq + 7$ dB ($L'_{n,w} * 56$ dB).

Die Qualität des Trittschallschutzes ist stets ein Spagat zwischen Baukosten und Bauqualität. Wird allerdings ein Qualitätsniveau unter dem sog. Stand der Technik vertraglich vereinbart, besteht die Beratungspflicht durch den Vertragspartner bzw. den Architekten.

5.2. Anforderungen an den Luftschallschutz

Wohnungstrenndecken oder Geschossdecken haben, neben den Anforderungen an den Trittschallschutz, auch Mindestanforderungen an den Luftschallschutz gem. DIN 4109, zu erfüllen. Die Anforderungen an den Luftschallschutz R'_w bewegen sich zwischen 52 dB, z.B. über Kellern, bis hin zu 55 dB bei Wohnungstrenndecken.

Der Höreindruck im gestörten Raum bei einem vorliegenden Bauschalldämmmaß von $R'_w = 52$ dB ist so definiert, dass Sprache nicht mehr hörbar, normal lautes Radio schwach zu hören ist. Bei einem R'_w von 55 dB bis 57 dB ist lediglich noch ein lautes Radio schwach hörbar.

Ähnliche Anforderungen stellt die DIN 4109 auch an Wohnungs- und Gebäudetrennwände. Ein derartiges Luftschalldämmmaß wird von nahezu allen für den Trittschall geeigneten Decken unproblematisch erreicht und weit übertroffen. Der „Schallschutzpapst“ Prof. a. D. Gösele hat dazu gesagt:

„Ist der Trittschallschutz einer Decke erreicht, braucht man sich um den Luftschallschutz keine Gedanken mehr machen.“

Aus diesem Grund wird bei den weiteren Betrachtungen zum Luftschallschutz nicht weiter ausgeführt.

Für den Trittschallschutz gelten die Anforderungen und Empfehlungen der Tabelle 1 DIN 4109

Tabelle 1: Trittschallschutz: max. zu. Normtrittschallpegel $L'_{n,w}$ von Decken

	Mindestanforderung nach DIN 4109	Empfehlung für norm. Trittschallschutz DIN 4109	Empfehlung für erhöhten Schallschutz	Stand der Technik (Gutachten / Urteile)
Eigener Wohnbereich	-/-	56 ¹⁾	46 ¹⁾	63-56
Bis zwei Wohnungen	53 ¹⁾	-/-	46 ¹⁾	Ca. 50-53
Ab zwei Wohnungen	53	-/-	46 ¹⁾	Ca. 48-53
Unter Terrassen, Loggien, Laubengängen, Hausfluren	53	-/-	46	???
Unter oder über Spiel- oder ähnlichen Gemeinschaftsräumen, auch Unterrichtsräumen	46	-/-	46	-/-

6. Nachweismethoden

Anders als z.B. beim Nachweis der Standsicherheit oder des Wärmeschutzes kann im Schallschutz nur äußerst begrenzt gerechnet werden. Ähnlich wie im Brandschutz müssen sich die Konstruktionen durch Prüfungen, d.h. durch Messungen bewähren. Eine Vielzahl von Einflussfaktoren sind sogar objektspezifisch, so dass Baustellenmessungen nicht einmal fehlerfrei zu reproduzieren bzw. zu übertragen sind.

Selbst kleinste, geringfügige Veränderungen an einer geprüften Konstruktion können beträchtliche Auswirkungen auf den Schallschutz haben.

Folgende Nachweismethoden sind grundsätzlich möglich:

- *Die Verwendung von Konstruktionen aus dem Beiblatt 1 zur DIN 4109.* Der Nachweis ist hier einfach – die Konstruktionen sind jedoch mit einer sehr hohen Sicherheit beaufschlagt, teilweise veraltet und wenig praxisgerecht und damit unwirtschaftlich. Darüber hinaus ist die Auswahl sehr begrenzt.
- *Prüfzeugnisse, geprüft auf geeigneten Prüfstandanordnungen.* Hierbei muss beachtet werden, dass es Prüfstände mit und ohne Nebenwegsübertragungen gibt. Die Nebenwegsübertragungen haben beim Trittschall zwar eine unter-geordnete Bedeutung, absolut vernachlässigbar sind sie jedoch nicht. Bei derartigen Prüfzeugnissen sollte ein „Vorhaltemaß“ von mind. 2 dB berücksichtigt werden.
- *Eignungsprüfung am Bau.* Dieses Verfahren ist das genaueste, da die geschuldeten Werte letztlich an der Baustelle, also im eingebauten Zustand nach Fertigstellung aller Gewerke erreicht werden müssen. Wird jedoch nach Fertigstellung des Objektes bei der Eignungsprüfung ein Mangel festgestellt, ist eine entsprechende Nachbesserung teuer.

Fazit: eine überschlägige Vorbemessung ist unumgänglich. Da Mängel im Schallschutzbereich erhebliche Kosten, sowohl im Verfahren wie auch bei einer Nachbesserung, verursachen, ist stets anzuraten, eine ausreichende Sicherheit bei der Konzeption vorzusehen. Dies umso mehr, da bekanntermaßen auf den Baustellen keine Techniker und Ingenieure arbeiten, sondern Handwerker, zum Teil unter hohem Zeit- und Kostendruck! Gerade Holzbalkendecken verzeihen Ausführungsfehler nur sehr schwer! Sie machen auf Ausführungsfehler im Regelfall „geräuschvoll“ aufmerksam.

6.1. Sicherheitsabschläge

Die Werte berücksichtigen unterschiedliche Literaturangaben und Prüfzeugnisse, sowie einen äußerst geringen Sicherheitsabschlag von etwa 2 dB auf die im Labor unter optimalen Bedingungen ermittelten Werte. Für die Praxis sollen die ungünstigsten Werte in Ansatz gebracht werden. Auch diese setzen alsdann noch eine sorgfältige und qualitativ hochwertige Ausführung voraus. Ist diese nicht sichergestellt, empfiehlt sich ein zusätzlicher Abschlag von mind. 2 dB bis 4 dB der so ermittelten Werte.

6.2. Achtung Nebenwege

Neuere Forschungsergebnisse zeigen, dass einer der wesentlichen Nebenwege der Trittschallübertragung darin besteht, dass die in die Decke eingeleitete Anregung bzw. die daraus resultierenden Schwingungen sich in die darunter befindliche Wand im Auflagerbereich übertragen und „membranenartig“ durch die Wandbeplankung in den darunter liegenden Raum wieder abgestrahlt werden.

Eine akustisch wirksame Entkopplung dieses Problembereichs ist aus Gründen der Standsicherheit schwierig zu erreichen.

7. Was wirkt sich wie aus?

In den Grafiken 2 und 3 wurde von üblichen Konstruktionen ausgegangen. Die Rohdecken tragen eine Holzwerkstoffplatte oder auch alternativ eine Brettschalung mit einer zusätzlichen Plattenbekleidung. Die Deckenbalken sind getrocknet, gehobelt und haben eine Breite zwischen 60 mm und 100 mm und eine Höhe zwischen 200 mm und 240 mm. Die obere Beplankung ist mechanisch befestigt.

7.1. Balkenabstand

Wird der Balkenabstand auf ca. 40 cm verringert, verschlechtert sich der Schallschutz um etwa 3 dB (analog wird sich der Schallschutz bei einem vergrößerten Balkenabstand verbessern).

Sind aus Gründen der Materialstandardisierung einheitliche Querschnitte zu verwenden, empfiehlt es sich immer, zwei Balken zusammenzufügen und das Raster nicht zu verringern.

7.2. Befestigung der oberen Holzwerkstoffplatte

Wird die obere Beplankung verleimt statt nur mechanisch Befestigt, verschlechtert sich der Schallschutz um etwa 2 dB bis 4 dB.

7.3. Qualität der Trittschallmatten

Mineralfasermatten haben gegenüber Polystyrolschaumplatten günstigere akustische Eigenschaften, unter anderem auch eine deutlich geringere dynamische Steifigkeit. Bei Verwendung von Polystyrol-Trittschallschutzmatten verschlechtert sich der Schallschutz gegenüber Mineralfaser um etwa 4 dB bis 6 dB.

7.4. Federschienen oder Federbügel

Wird die untere Deckenbekleidung, üblicherweise aus Gipskartonplatten, an Federschienen oder an Lattung mit Federbügeln befestigt, verbessert sich der Schallschutz gegenüber der starren Befestigung der Lattung um etwa 10 dB bis 12 dB.

7.5. Zweite Platte an der Unterdecke

Wird an der Unterdecke statt einer Gipskartonplatte eine zusätzliche Platte montiert, verbessert sich der Schallschutz bei weitgehend starrer Befestigung um etwa 1-2 dB, bei federnder Abhängung um bis zu 3 dB.

7.6. Deckenbeschwerung

Eine auf der Rohdecke aufgebrachte Deckenbeschwerung aus kleinformatischen Beschwerungsplatten (z.B. Beton-Gehwegplatten oder Pflastersteinen) mit ca. 120 kg/m², alternativ hochwirksame, elastisch gebundene Schüttung oder Sand im Rieselschutz mit 40 kg/m² verbessern den Trittschallschutz um ca. 11 dB.

7.7. Hohlraumdämmung

Die Hohlraumdämmung aus Mineralfaser im Gefachbereich verbessert den Trittschallschutz lediglich um etwa 2 dB bis 4 dB.

7.8. Weich federnder Bodenbelag

Bei Bodenbelägen, hier insbesondere bei Teppichen wird ein Trittschallschutzverbesserungsmaß *L_w im Regelfall vom Lieferanten angegeben. Dieses Verbesserungsmaß bezieht sich jedoch auf Massivdecken aus Beton!

Verbesserungsmaße von 20 dB bis ca. 26 dB sind im Handel erhältlich. Die verbessernde Wirkung auf einer mit Estrich versehenen Holzbalkendecke mittlerer Qualität ist jedoch drastisch geringer. Das Verbesserungsmaß auf Holzbalkendecken *L_{w,H} liegt nur zwischen 2 dB und 7 dB.

Es kann grundsätzlich nicht empfohlen werden, weich federnde Bodenbeläge bereits in der Planung zu berücksichtigen. Sie nehmen die Möglichkeit des späteren Austausches der Bodenbeläge! Sie gestatten auch nicht einen andersartigen Bodenbelag in Teilbereichen.

7.9. Typische Einbaufehler und deren Auswirkungen auf den Schallschutz

Das Holzbalkendecken beim Schallschutz gegenüber massiven Konstruktionen kein Defizit haben, ist unter denjenigen, die sich ernsthaft mit der Physik des Holzbaus beschäftigen bekannt. Wenn aber trotz optimierter Bauteilschichtung das Ergebnis am ausgeführten Objekt nicht befriedigt, sind es regelmäßig die „kleinen Schweinereien“, bei der Ausfüh-

rung. Zu einer im akustischen Sinne hochwertigen Bauteilschichtung gehört auch eine hochwertige Ausführung, wenn das Ergebnis nicht enttäuschen soll.

Mit relativ einfachen Konstruktionen sind durchaus recht hohe Schalldämmwerte bzw. ausgesprochen geringe Normtrittschallpegel bei Holzbalkendecken realisierbar.

Holzbalkendecken mit einem Normtrittschallpegel $L'_{n,w}$ um die 30 dB und auch drunter sind möglich und auch bereits realisiert worden. Das Ammenmärchen von schlechten Schallschutzwerten bei Holzkonstruktionen ist anschaulich widerlegt.

In der Praxis wird jedoch immer wieder festgestellt, dass die theoretisch guten Werte am Objekt nicht erreicht werden. Grund hierfür sind eine Vielzahl von „kleinen Schweinereien“, bei der Fertigstellung des gesamten Objektes.

Zugegeben, der Holzbau erreicht seine guten Schallschutzwerte vorrangig durch intelligente Bauteilschichtungen. Diese sind im Gegensatz zur massiven Betonbauweise wesentlich empfindlicher gegen Ausführungsfehler. Egal ob Trockenbauer, Estrichleger, Fußbodenleger, Fliesenleger oder Installateure – sie alle haben im Umgang mit Holzkonstruktionen bedauerlicherweise zu wenig Erfahrung.

Die Auswirkungen geringer Ausführungsfehler auf den Schallschutz sind vielfach den Handwerkern und auch den Architekten und Ingenieuren nur ungenügend bekannt.

Bei Holzbalkendecken mangelt es heute weniger an der Entwicklung neuerer und besserer Konstruktionen, es mangelt vielmehr an der Erforschung über die Auswirkung von Einbaufehlern und Schallnebenwegen und Aufklärung zu dieser Thematik.

Eine gezielte Forschung zur Quantifizierung der Auswirkungen unterschiedlicher Einbaufehler ist in der Literatur nur ungenügend bekannt.

Will man Rückschlüsse aus Untersuchungen an beanstandeten Objekten ziehen, so stößt man auch hier an Grenzen, da die baulichen Umstände und auch die schwere des Einbaufehlers kaum übertragbar sind. Darüber hinaus kommt es im Regelfall zur Addition unterschiedlicher Einbaufehler, die wiederum eine Quantifizierung einzelner Fehler unmöglich machen.

Kurzum: die negativen Auswirkungen typischer Einbaufehler sind wenig – zu wenig erforscht. Je besser die Qualität der Deckenkonstruktionen wird, desto wichtiger ist es, sich dieser Probleme anzunehmen. Die Erforschung möglicher Nebenwege insgesamt sowie die Erforschung typischer Einbaufehler müssen an Priorität gewinnen.

Aufklärungsarbeit bei Architekten, Bauleitern und Bauschaffenden muß dazu führen, dass gute Konstruktionen bei Holzbalkendecken durch fehlerfreien Einbau letztendlich auch die gewünschten Resultate zeigen und das Image des Holzbaus verbessern.

Wie bereits ausgeführt, sind zahlenmäßige Angaben aus Messungen beanstandeter Konstruktionen kaum möglich, da oft mehrere Einflüsse gleichzeitig und unterschiedlich in ihrer Auswirkung beteiligt sind.

In der Auseinandersetzung mit schlechten Baustellenmessungen und mit den Erfahrungen aus der Überwachung diverser Baustellen zeichnet sich eine Gruppe typischer und in der Praxis sehr oft anzutreffender Schwachstellen bzw. Einbaufehler ab.

Wie bereits erwähnt, sind wissenschaftliche Aussagen hierzu nur in äußerst geringem Umfange möglich.

Auch sich stetig ändernde Techniken im Innenausbau führen zu einer Veränderung bei typischen Schwachstellen. Ein Teil dieser Schwachstellen wurde im Rahmen einer Diplomarbeit behandelt. Die Studenten J. Ridder und K. Gümmer von der Fachhochschule Hildesheim – Holzminden, hatten die Möglichkeit die erforderlichen Untersuchungen und Messungen an einem praxisnahen Prüfstand bei einem renommierten deutschen Fertighaushersteller durchzuführen. Die dort gewonnenen Erkenntnisse, sowie die in der Praxis allgemein bei Beanstandungen gewonnenen Erkenntnisse sind die Grundlage der im folgenden vorgenommenen Bewertungen einzelner typischer Ausführungsmängel.

7.10. Spachtelung des Estrichs

In dieser Skizze ist einer der am häufigsten anzutreffenden Einbaufehler dargestellt. Auf der Holzbalkendecke ist ein schwimmender Zementestrich verlegt, der allgemein vor Verlegung des Bodenbelags gespachtelt wird. Sehr oft wird vor den Spachtelarbeiten der Randdämmstreifen zurückgeschnitten, so dass die Spachtelmasse eine Schallbrücke zwischen dem schwimmenden Zementestrich und der Holzkonstruktion herstellt.

Die Verluste bei der Trittschalldämmung betragen in etwa bis – 6 dB. Führen wir uns vor Augen, wie viel Aufwand zur Erlangung einer Verbesserung von 6 dB erforderlich ist, zeigt es, wie dringend hier Aufklärung Not tut.

7.11. Fliesen / Sockelfliesen

Noch krasser wirkt sich die starre Anbindung zwischen schwimmendem Estrich und Wand in befliesenen Bereichen aus. Hier wird nahezu regelmäßig durch das Ausfügen des Fliesenbelages durch den Fugmörtel Kontakt bzw. eine Schallbrücke hergestellt. Die Trittschalldämmung wird hier um bis zu 8 dB verschlechtert. Nur am Rande sei erwähnt, dass eine derartige Fugenausbildung auch nicht geeignet ist, die Verformungen des schwimmenden Estrichs schadfrei aufzunehmen, auch nicht, wenn vor diese starre Eckverbindung Silikon aufgebracht wird.

Die dargestellte Situation ist nicht nur in häuslichen Bädern anzutreffen, sondern auch bei Bodenbefliesungen mit einer Sockelfliese anstelle einer Fußleiste.

7.12. Fließestrich

Insbesondere beim Einsatz von Fließestrich kommt es gelegentlich bei nicht dicht schließender, wannenartiger Folienauskleidung zum Durchtritt des flüssigen Materials durch die Dämmschicht bis auf die Rohdecke. Seltener sind derartige Brücken bei üblichem Zementestrich.

Bei einer Kontaktfläche von ca. 40 cm² bis 50 cm² verschlechtert sich die Trittschalldämmung der Decke über den gesamten Raum gemessen bis zu – 9 dB, punktuell gemessen bis – 15 dB.

Auch im Bereich von Einfassungen, im Türschwellerbereich bei bodentiefen Fensterelementen, wird ein derartiger Einbaufehler recht oft angetroffen.

7.13. Installationsleitungen

Auch hier ein recht oft anzutreffender Ausführungsfehler. Dieser Fehler liegt jedoch sehr oft bereits in der Planung begründet.

Die Höhe der Trittschallschutzmatte wird im Regelfall nach dem dicken Rohr plus ca. 10 mm bemessen.

In der Praxis kommt es jedoch zu unvermeidbaren Rohrkreuzungen, die Höhe der Trittschallmatte reicht nicht mehr aus und eine Schallbrücke zwischen Estrich und Rohdecke entsteht.

Die bereits zitierten Messungen auf einem Prüfstand haben gezeigt, dass bei einer fachgerechten Umhüllung der Rohre mit einem Dämmstoff kaum Beeinträchtigungen im Trittschall zu erwarten sind.

Auch Kunststoffrohre bzw. Schläuche, die in einem Leerrohr geführt werden, ergeben nur geringe Beeinträchtigungen. Je nach Rohrsystem sind bei Kunststoffrohren Beeinträchtigungen der Trittschalldämmung bis zu 4 dB zu erwarten.

Es ist davon auszugehen, dass die Beeinträchtigung bei nicht isolierten Metallrohren, z.B. Kupferrohren, deutlich größer ist. Exakte Zahlen unter labortechnischen Bedingungen sind hier bisher nicht ermittelt.

Durch Messungen an ausgeführten Bauwerken, ist jedoch zu vermuten, dass die Beeinträchtigung mindestens bei – 6 dB im ungünstigen Fall zu erwarten ist.

7.14. Heizkörperanschlussleitungen

Der am häufigsten anzutreffende Ausführungsfehler bei der Heizungsinstallation in Holzgebäuden. Die Heizkörperanschlussleitung ist im Bereich der Durchdringung des Estrichs nicht isoliert. Das Anschlussrohr ist fest im Estrich eingebunden. Das Rohr ist jedoch ebenfalls mit der Rohdecke verbunden.

Der Umfang der Beeinträchtigung ist entsprechend den praktischen Erfahrungen überwiegend abhängig vom gewählten Installationsmaterial.

Sofern Kunststoffrohre in Leerrohren verwandt werden, ist die Beeinträchtigung ausgesprochen gering, max. in den Bereichen von ca. – 1 dB, sofern eine Vielzahl von Anschlüssen vorliegt.

Kunststoffrohrsysteme, die ohne Leerrohr geführt werden, zeigen jedoch bereits Verschlechterungen in einer Größenordnung von – 2 dB bis – 4 dB.

Die größten Beeinträchtigungen sind dann zu erwarten, wenn Metallrohre bzw. Kupferrohre verwendet werden, die nicht isoliert sind. Hier können Beeinträchtigungen in beachtlichen Größenordnungen auftreten.

Gebäude mit akustischen Mängeln in diesem Bereich zeigen nach der durchgeführten Sanierung durch freilegen der Rohrleitungen Verbesserungen zwischen 4 dB und 6 dB.

Ungeklärt scheint noch die Frage, ob durch eine Verbindung der Heizkörper oberhalb und unterhalb der Decke durch ein Kupferrohr nicht ggf. erhebliche Auswirkungen auf den Schallschutz haben.

Der Heizkörper als Sender bzw. Empfänger, die Rohrleitung als Verbindung zwischen diesen Elementen.

Primitive Untersuchungen an entsprechenden Gebäuden, z.B. mittels eines Stethoskops, lassen den Verdacht aufkommen, dass auch dadurch eine Beeinträchtigung der Gesamtschalldämmung nicht auszuschließen ist.

7.15. Konsolen bei der Heizkörperanbindung

Mehr und mehr werden heute Heizungsinstallationen mit Kunststoffleitungen ausgeführt. Um diese formgerecht von der Rohdecke an den Heizkörper zu führen, werden spezielle Konsolen eingesetzt. Es handelt sich hier überwiegend um Kunststoffkonsolen, durch welche die Kunststoffschläuche zur Heizkörperanbindung geführt werden.

Auf den ersten Blick zeigen sich diese Gehäuse als harmlos, da das durchgeführte Rohr mit dem Estrich nicht mehr in Verbindung kommt.

Da diese Konsolen jedoch aus hartem Kunststoff bestehen und nahezu regelmäßig fest im Estrich eingebunden werden und sich auf der Rohdecke abstützen, ist hier zumindest aus praktischer Erfahrung mit einer extremen Beeinflussung der Schalldämmung zu rechnen.

Diese Kunststoffteile verbergen sich bedauerlicherweise unter dem Estrich und sind so bei einer Überprüfung kaum auszumachen.

Am oberen sichtbaren Ende erwecken diese Bauteile zunächst den Anschein, dass eine saubere Trennung zwischen Rohr und Umhüllung im Estrichdurchdringungsbereich vorliegt. Man muß hier deutlich feststellen, dass diese Konsolfüße für den Holzbau schlichtweg ungeeignet sind, sofern sie nicht in akustischer Hinsicht verbessert werden.

7.16. Einbaustrahler

In jüngster Zeit eine Modeerscheinung. Mehr und mehr kommen auch bei Holzkonstruktionen Einbaustrahler zum Einsatz.

In der Praxis werden Geschossdecken registriert, die von der Untersicht an einen Schweizer Käse erinnern.

In der Praxis wird das Hauptaugenmerk bei der Montage dieser Leuchten nicht auf den Schallschutz sondern mehr auf den Brandschutz gerichtet. An den Lampen entstehen u.U. Temperaturen von mehr als 500°C. Der Kontakt mit brennbaren Materialien muß natürlich vermieden werden.

Auch aus Gründen der Luftdichtigkeit der Gebäudehülle sind Einbaustrahler in Holzkonstruktionen eigentlich abzulehnen. Da Geschossdecken im Allgemeinen mit anderen Lufthohlräumen der Konstruktion in Verbindung stehen, ist auch hier für eine ausreichende Luftdichtigkeit zu sorgen.

Wo Luft durchtreten kann, können auch Schallwellen durchtreten. Zunächst wird durch derartige Einbaustrahler ein erheblicher Qualitätsverlust im Bereich des Schallschutzes der Geschossdecken vermutet.

In einer labormäßigen Messung stellte der Diplomand K. Gümmer im Bereich der Trittschalldämmung lediglich einen Abfall bis max. – 2 dB bei einer Lampenöffnung mit 110 mm Durchmesser fest. In diesen Fall konnte man sicher davon ausgehen, dass die Oberseite der Rohdecke dicht verschlossen war. Sofern im Bereich der oberen Beplankung in der Nähe der Einbauleuchten ebenfalls Öffnungen vorliegen, ist davon auszugehen, dass die Verluste bei der Schalldämmung deutlich höher liegen.

7.17. Holzbalkendecken mit sichtbaren Balken

Akustisch äußerst sensibel verhalten sich in der Praxis Holzbalkendecken mit sichtbaren Balken. Ein brauchbarer Schallschutz ist bei derartigen Decken ohnehin nur mit zusätzlichen Maßnahmen, im Regelfall mit einer Beschwerung auf der oberen Beplankung, zu erreichen. Diese Deckenkonstruktionen verzeihen noch weniger Fehler als unterseitig geschlossene Holzbalkendecken.

Insbesondere bei Gebäuden mit Installationsebenen werden an derartigen Decken in der Praxis sehr oft Werte festgestellt, die deutlich unter den zu erwartenden Werten liegen. Sehr oft werden die Beschwerung und der Estrich nicht in dem Hohlraum im Bereich der Installationsebene weitergeführt.

Es ist zu vermuten, daß hier eine Schallübertragung insbesondere auch durch den nicht ausgedämmten Hohlraum einer Installationsebene erfolgen kann, insbesondere dann wenn durch die Estrichschrumpfung auch noch ein geringer Luftspalt im Bereich des Randdämmstreifens wirksam wird.

Wie bereits ausgeführt, sind hier bisher kaum detaillierte Untersuchungen vorgenommen worden. Es kann lediglich festgestellt werden, daß derartige Deckenkonstruktionen - insbesondere bei Gebäuden mit Installationsebenen - fast regelmäßig schlechtere Werte erbringen als nach Prüfstandmessungen zu vermuten.

Ein weiterer Schwachpunkt ist der oft fehlende Estrich bzw. bei sichtbaren Balkenlagen auch die fehlende Beschwerung der Deckenkonstruktion unterhalb der Badewannen bzw. Duschtassen. Auch hier ist zu vermuten, dass insbesondere bei Fugen durch schrumpfenden Estrich im Bereich des Randdämmstreifens eine deutliche Verschlechterung herbeigeführt werden kann.

Sofern die Wannen bzw. Duschtassen auf der Rohdecke aufgestellt sind, ist zusätzlich mit Nutzergeräuschen zu rechnen.

Extreme Auswirkungen sind auch dann zu erwarten, wenn unter den Duschtassen bzw. Wannen die Decke um die Abwasserleitungen herum geöffnet wurde und eine feste, dichte Bekleidung bzw. Abmauerung der Wannenschürzen nicht vorhanden ist.

Insbesondere die Tatsache, dass bei der Messung der Trittschalldämmung ein sehr hoher Luftschall entsteht, ist in der Praxis bezüglich evtl. Nebenwege zu beachten!

7.18. Installationsführung

Eine weitere Fehlstelle, die sich durch Veränderungen der Installationstechnik in den letzten Jahren mehr und mehr zeigt, ist auf der nächsten Skizze dargestellt.

Die Installationen, hier maßgeblich im Bereich der Heizungsinstallation, werden vertikal durch in den Wänden befindliche Schächte geführt. Im Regelfall befinden sich dann in den einzelnen Geschossen sog. Heizkreisverteiler in den Wänden. Zum Raum hin sind sie durch eine dünne Blechtür verschlossen, die darüber hinaus sehr oft auch über entsprechende Fugen verfügt. Oft liegen dann auch gerade an diesen Stellen Fehlstellen im Bereich des Randdämmstreifens vor.

Sowohl die Blechtür wie auch der oft nicht dichtende Randdämmstreifen lassen den Schall in den Installationsschacht bzw. in den Deckenhohlraum eintreten.

Praktische Erfahrungen liegen hier lediglich an einem Mehrfamilienwohnhaus vor, an dem jedoch eine Vielzahl von Unzulänglichkeiten vorhanden waren und beseitigt wurden, so daß der Einfluß dieses Schwachpunktes isoliert nicht festgestellt werden konnte. Hier wären weitere Messungen wünschenswert.

7.19. Installationsschächte / Rohrschächte

Die Auswirkungen eines Installationsschachtes wurden praxisgerecht auf einem Prüfstand nachgestellt.

Dass hier mit erheblichen Beeinträchtigungen zu rechnen ist, zeigen die konkreten Untersuchungen an den durch die Trenndecke geführten Rohrschacht.

Dieser Rohrschacht bestand aus einer 19 mm dicken Spanplatte.

Eine Beeinträchtigung des Schallschutzes findet hier auf drei Wegen statt.

Erster Weg: Luftschalldurchgang durch den Schacht. Im Bereich der Luftschalldämmung wurden hier Verluste bis zu 11 dB gemessen. Auch bei der Trittschalldämmung wurden

noch Einbußen bis 4 dB ermittelt. Bei diesem Versuch war die Anschlußfuge der Decke an den Schacht sorgfältig gedichtet.

Der zweite Weg ist die Schalllängsleitung durch die Spanplatte. Hierzu gibt es mittlerweile eine Menge Untersuchungen, insbesondere für Wandbauteile, die aber übertragbar sind. Die Berechnung des resultierenden Schalldämmmaßes ist damit möglich.

Der dritte Weg ist der Durchgang von Luftschall durch die in diesem Bereich oft vorhandene Fuge.

In der Untersuchung wurde die Andichtung der Decke an den Schacht entfernt. Es wurde eine definierte Fuge von 2 mm hergestellt.

Der Schacht wurde gleichzeitig mit einem Schott verschlossen.

Der Einfluß dieser 2 mm starken Fuge stellte sich mit einem Verlust bei der Luftschalldämmung von 11 dB dar.

Auch bei der reinen Trittschallmessung wurde noch ein Verlust von 6 dB festgestellt.

Die Fugen führen zu Einbußen im Frequenzbereich zwischen 800 Hz und 1.000 Hz. Hier ist der Bezug zur Fugenlänge entsprechend der halben Wellenlänge sichtbar.

7.20. Estrichverwölbungen

Noch nicht untersucht sind die Auswirkungen von Estrichverwölbungen durch ein unegales Komprimieren der darunter befindlichen Trittschallmatten.

7.21. Befestigung von Treppen und anderen Gegenständen.

Immer wieder werden Treppenwangen unmittelbar an die Holztafelelemente geschraubt. Es besteht innerhalb des Wandhohlraums ein Resonanzkörper durch die Anregung aus der Treppe sind extreme akustische Belästigungen die Folge.

Treppen sollten stets akustisch entkoppelt befestigt werden. Auch Heizaggregaten, Dunsthauben und ähnlichen Teilen ist hier Aufmerksamkeit zu schenken! Hochwirksame punktförmige Neoprenlager haben sich bewährt.

7.22. Estrich unter Wannen

Um eine optimale Einbauhöhe zu erreichen, wird oft der Estrich unter Duschtassen und Wannen weggelassen. Die Schalldämmung der Geschossdecke ist dadurch deutlich verschlechtert, die Wahrnehmung von Einlaufgeräuschen und Bäckergeräuschen in den darunter liegenden Wohnungen ist die Konsequenz.

8. Zusammenfassung

Die bis hierhin aufgezählten Schwachstellen erheben sicherlich nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Es stellt eine Auswahl, der in der Praxis immer wieder anzutreffenden und insofern typischen Schwachstellen dar. Wie bereits erwähnt setzt die zunehmende qualitative Verbesserung von Holzbalkendecken voraus, dass den Einbaufehlern weit mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird als bisher. Die technische Weiterentwicklung zur Verbesserung der Akustik bei Holzkonstruktionen ergibt nur dann einen Sinn, wenn eine fehlerfreie Umsetzung in der Praxis sichergestellt werden kann.

Weitere Forschungen sind ebenso wichtig wie entsprechende Aufklärung bei den Bau-schaffenden.

Eine Vielzahl typischer Einbaufehler lassen Beeinträchtigungen der Schalldämmung vermuten, entsprechende wissenschaftliche Beweise hierfür fehlen noch bis heute. Insbesondere die Thematik schüsselnder oder bombierender Estriche und deren Auswirkung auf die Trittschalldämmung sind zumindest nach Kenntnissen des Autors bisher überhaupt noch nicht untersucht worden.

Untersucht wurden in jüngster Zeit die Auswirkungen der Einleitung von Schwingungen aus Holzbalkendecken-Konstruktionen in die darunter befindlichen Wandelemente. Am Labor für Schallmesstechnik, Prof. Fritz Holz, Stephanskirchen wurden erste Grundlegende Erkenntnisse hierzu gewonnen, welche die Grenzen üblicher Konstruktion aufzeigen.

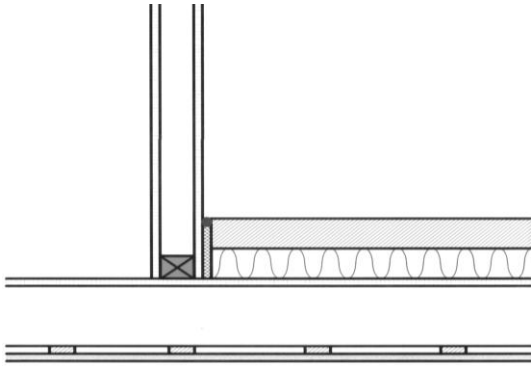


Abbildung 1: Spachtelmasse zwischen Estrich und Wand gelaufen, weil Randdämmstreifen zu früh abgeschnitten. Verlust bei Trittschalldämmung bis ca. -6dB

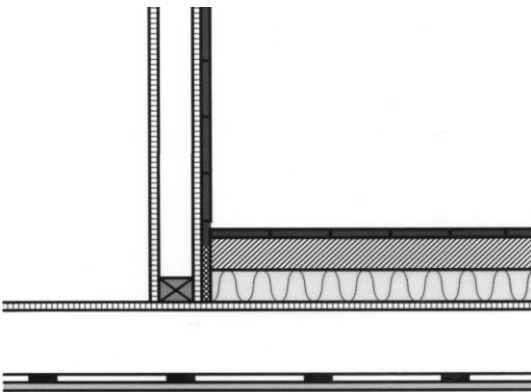


Abbildung 2: Fugmörtel zwischen Wand- und Bodenfliesen bzw. Sockelfliesen. Verlust bei Trittschalldämmung bis ca. - 8 dB

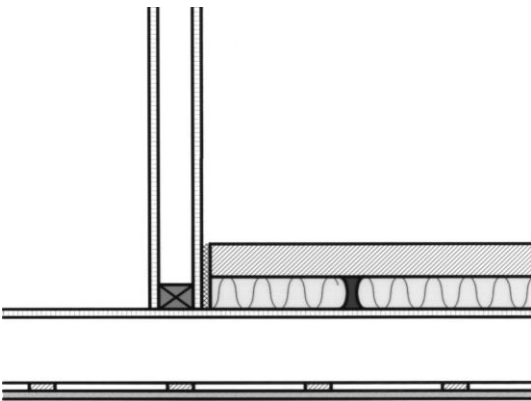


Abbildung 3: Fließestrich (auch normaler Estrich) ist durchgelaufen, bei ca. 40 – 50 cm² Verlust bei Trittschalldämmung bei ca. -9 bis -15 dB

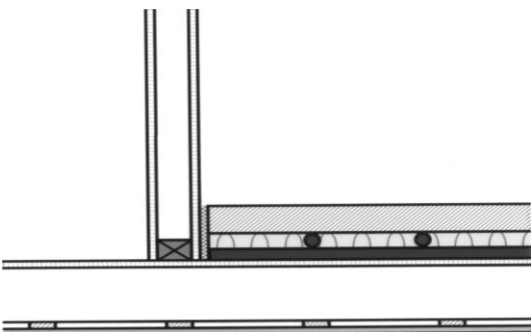


Abbildung 4: Rohrleitungen, 2 – 3 kreuzen und stellen Kontakt her. Verlust bei Trittschalldämmung:

- bei Kunststoffrohr bis -4 dB
- bei Kupfer, nicht isoliert ???

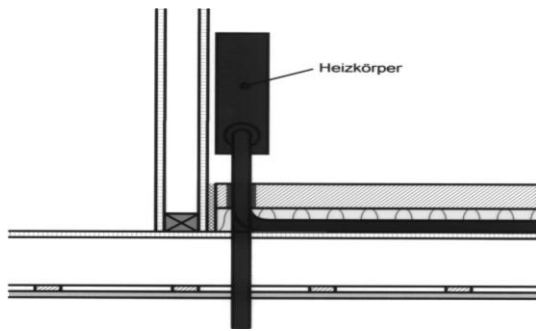


Abbildung 5: Heizkörperanschlussleitungen im Estrich fest eingebunden (wenn Leitungen fest auf Rohdecke liegen.)

Verlust bei Trittschalldämmung:

- Kunststoffrohre in Leerrohr: -1 dB
- Kunststoffrohre ohne Leerrohr: -2 bis -4 dB
- Metallrohre (Kupfer) nicht isoliert: -4 bis -6 dB

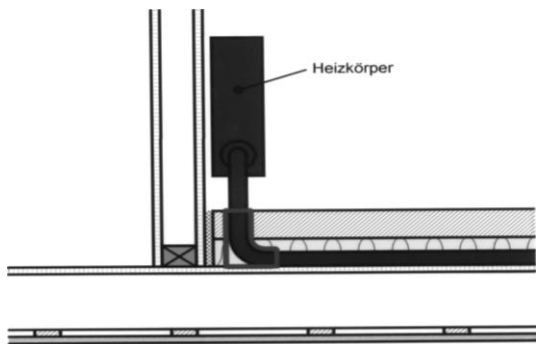


Abbildung 6: Konsolfüße für Anschluss der Heizkörper mit Kunststoffrohr.

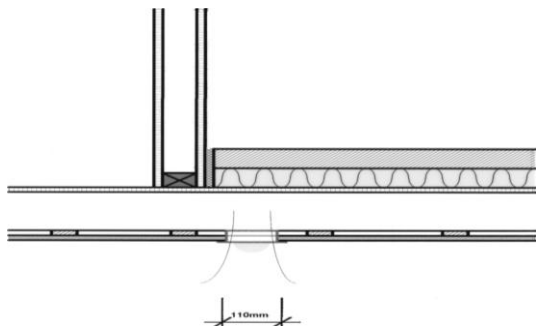


Abbildung 7: Einbaustrahler in Decke, 1 Stück:
Verlust bei Trittschalldämmung bis -2 dB

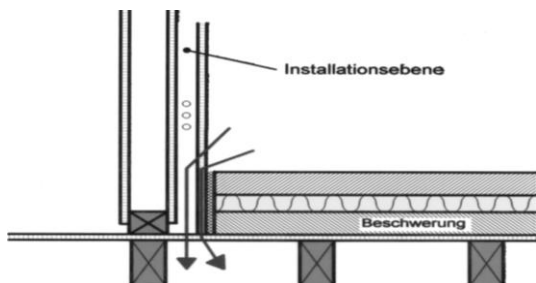


Abbildung 8: Decke mit sichtbarer Balkenlage und Wänden mit Installationsebene.
- Erheblicher Einfluss ist zu vermuten - genauere Werte fehlen.
- Ähnlicher Einfluss bei fehlendem Estrich unter Wannen / Duschtassen.

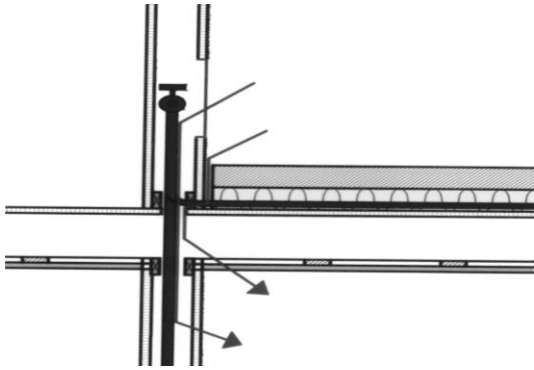


Abbildung 9: Heizkreisverteiler mit einfacher Blechtür über dem Installationsschacht.
Verlust bei Schalldämmung?

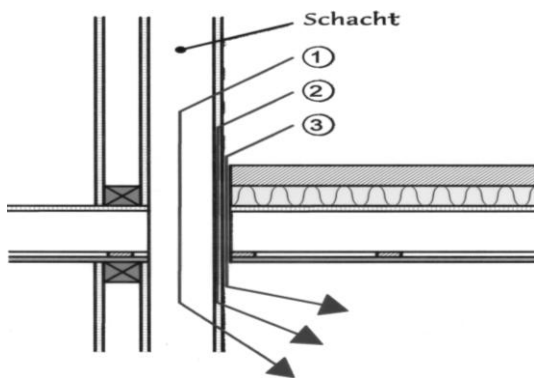


Abbildung 10: Rohrschacht durch Trenndecke (19 mm FPY)

- Luftschall durch Schacht: bis -11 dB
Einfluss bei Trittschall noch: bis -4 dB
- Schall- Längsleitung durch Platte: ??
- Luftschall durch Fuge bei 2 mm Fuge:
-11 dB Einfluss auf Trittschall: -6 dB