

aa-ae-cf acoustic design  
Pfaffenwiesenstrasse 6  
8404 Winterthur

Tel. +41 52 242 90 54  
Fax +41 52 242 90 48  
E-Mail: info@aa-ae-cf.ch

## Schallschutz-Probleme

Georg Stupp  
EMPA Dübendorf  
Abt. Akustik / Lärmbekämpfung

### Beurteilung des Schallschutzes im Hochbau

Die Beurteilung des Schallschutzes im Wohnungsbau erfolgt in der Schweiz aufgrund der Lärmschutzverordnung (LSV) des Bundes. Diese wiederum bezeichnet die Mindestanforderungen der SIA-Norm 181 «Schallschutz im Hochbau» als Stand der Technik. Ohne andersgeltende Abmachungen sind diese Anforderungen für alle Hochbauten (Neubau und Umbauten) verbindlich. Weitergehende Anforderungen (z.B. die erhöhten Anforderungen der SIA-Norm 181, oder noch weitergehende Anforderungen sind vertraglich zu vereinbaren. Die Einhaltung der Mindestanforderungen garantiert einen Schallschutz bei welchem sich der überwiegende Anteil der Bewohner ungestört fühlt. Für lärmempfindliche Personen ist dringend zu empfehlen, die erhöhten Anforderungen schriftlich zu vereinbaren.

In diesem Zusammenhang sei an die Architekten und Planer appelliert, dass sie die Bauherrschaften, wie dies unter Pt. 5.3 der Norm festgehalten ist, über die Möglichkeit der Verein-



barung weitergehender Anforderungen aufklären. Leider hat sich eine unschöne Praxis eingebürgert, welche vorsieht, dass zwar der erhöhte Schallschutz angestrebt wird, aber keine verbindlichen Vereinbarungen getroffen werden. Dies hat zur Folge, dass der Bauherr den erhöhten Schallschutz bezahlt, ihn aber nicht zugesichert bekommt.

Nach SIA 181 werden Schallschutzanforderungen hinsichtlich «Aussenlärm Luftschall», «Innenlärm Luftschall», «Innenlärm Trittschall» und den «haustechnischen Geräuschen» gestellt. Die Anforderungen sind abgestuft nach der Empfindlichkeit der Raumnutzung und nach dem Grad der Störung durch die entsprechende Lärmart (Beispiel Tabelle 1 und 2).

Lärmempfindlichkeit gemäss Ziffer 2 3	Grad der Störung durch Aussenlärm			
	$L_r = 60 \text{ dB (A)}$	$L_r = 65 \text{ dB (A)}$	$L_r = 70 \text{ dB (A)}$	
	klein	mässig	stark	sehr stark
	Ruhige Lage, abseits vom Durchgangsverkehr, keine störenden Betriebe, Mehrheit der Anwohner nicht gestört.	Lärmige Lage, im Nahbereich mässig belasteter Verkehrsträger oder mässig störender Betriebe, wesentlicher Anteil der Anwohner gestört.	Laute Lage, im Nahbereich stark belasteter Verkehrsträger oder stark störender Betriebe, Mehrheit der Anwohner erheblich gestört.	Sehr laute Lage, im Nahbereich sehr stark belasteter Verkehrsträger oder sehr stark störender Betriebe, Mehrheit der Anwohner stark gestört.
gering	25	30	35	40
mittel	30	35	40	45
hoch	35	40	45	50

Tabelle 1

Lärmempfindlichkeit	Beschreibung
gering	Räume für vorwiegend manuelle Tätigkeit. Räume, welche von vielen Personen oder nur kurzzeitig benützt werden. Beispiel: Werkstatt, Handarbeits-, Empfangs-, Warteraum, Grossraumbüro, Kantine, Küche, Verkaufsraum, Labor, Korridor usw.
mittel	Räume für geistige Arbeiten, Wohnen und Schlafen. Beispiel: Wohn-, Schlafzimmer, Studio, Schulzimmer, Singsaal, Büroräume, Hotel-, Spitalzimmer usw.
hoch	Räume für Benutzer mit besonders hohem Ruhebedürfnis. Beispiel: Ruheräume in Spitälern und Sanatorien, spezielle Therapieräume, Musik-, Lese-, Studierzimmer usw.

Tabelle 2

Dies erlaubt eine sehr differenzierte Beurteilung und Behandlung der einzelnen Situation. Die Erfahrungen mit der seit 1988 in Kraft stehenden Norm sind mehrheitlich gut. Die Integration der neuen CEN-Normen ist ebenfalls weitgehendst positiv verlaufen. Lücken sind bei der Beurteilung von tieffrequenten Lärmstörungen festzustellen. Der bauakustische Frequenzbereich umfasst nach wie vor die Terzen von 100 - 3150 Hz. Die Erfahrung zeigt aber, dass bei vielen Beanstandungen tieffrequente Störungen (40 - 80 Hz) im Spiel sind. Eine Beurteilung solcher Situationen ist darum so schwierig, weil sich der tieffrequente Anteil der Störung im Messergebnis (Einzahlwert über den definierten Frequenzbereich) nicht niederschlägt.

Ebenfalls nicht gerade glücklich ist man über die Vorgabe, wie nach SIA-181 ein Schallschutznachweis zu erfolgen hat. Die Nebenwegübertragungen, welche sich in der Praxis sehr stark im Ergebnis niederschlagen, bleiben im Schallschutznachweis unberücksichtigt. Es bleibt den Erfahrungen des Fachingenieurs vorbehalten entsprechende verantwortbare Reserven einzubauen.

Das Hauptaugenmerk in nachfolgenden Ausführungen ist deshalb hauptsächlich den Themen Flankenübertragung und tieffrequente Störungen gewidmet.

### Zusammenstellung häufig vorkommender Schadensfälle

#### Luftschall

Nachfolgende Übersicht über die im Schallschutz am häufigsten vorkommenden Schadenfälle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und es handelt sich auch nicht um eine nach der Häufigkeit geordnete Auflistung.

Der unzureichende Schallschutz im Bereich von Geschosstrennungen ist in den wenigsten Fällen auf einen mangelhaften Schallschutz im Bereich der Geschosstrenndecken zurückzuführen. Die Schallübertragung erfolgt, wie dies in Bild 1 dargestellt, über die übereinander angeordneten Wände. In diesem Zusammenhang wird auf die DIN-Norm 4109 «Schallschutz im Hochbau», Beiblatt 1 hingewiesen, in welcher ein vereinfachtes Rechenverfahren zur Berücksichtigung von Schallnebenwegübertragungen enthalten ist. Die Vornorm prEN 12354 mit dem Titel «Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften» schlägt ebenfalls ein Verfahren vor, welches allerdings wesentlich komplizierter ist als jenes nach DIN 4109.

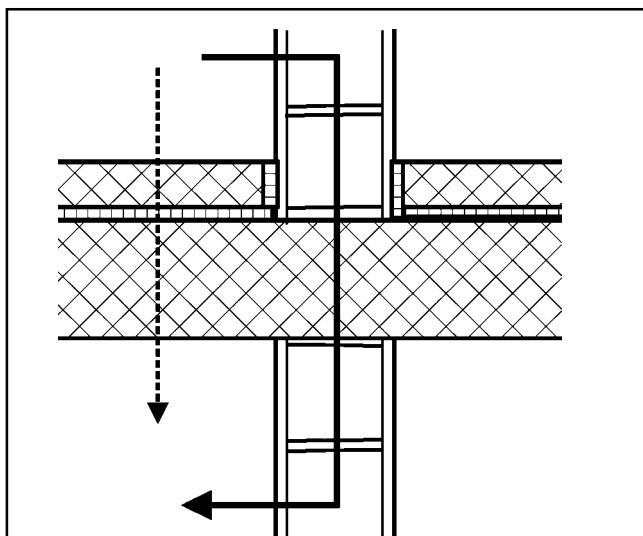


Bild 1  
Schallnebenwegübertragungen über Flankenbauteile

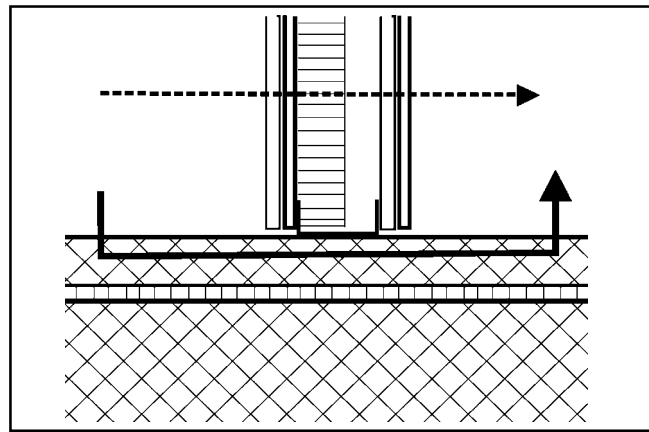


Bild 2

Ein weiterer häufig vorkommender Fall der Schallnebenwegübertragung von Flankenbauteilen betrifft diejenige von durchlaufenden Unterlagsböden, wie in Bild 2 dargestellt. Nach DIN 4109 muss bei durchlaufenden Unterlagsböden davon ausgegangen werden, dass der Schallschutz zwischen den durch den Unterlagsboden verbundenen Räumen mit  $D_{nT,w} \sim 45$  dB begrenzt ist. Die Nebenwegübertragung kann auch nicht durch eine besser dämmende Trennwand kompensiert werden.

Ein weiterer Schadenfall, unter dem Titel Schall-Längsleitung, betrifft denjenigen von Nebenwegübertragungen über Dachhohlräume oder über durchlaufende Pfetten und Sparrenlagen wie in Bild 3 dargestellt. Dass der Schallschutz zwischen Wohnungen im Dachgeschoss in sehr vielen Fällen deutlich schlechter ist als zwischen solchen in den Normalgeschossen, hat in der Regel nichts mit der Qualität der Trennwand zu tun, sondern ist auf die angesprochene Schall-Längsleitung über die Dachkonstruktion zurückzuführen.

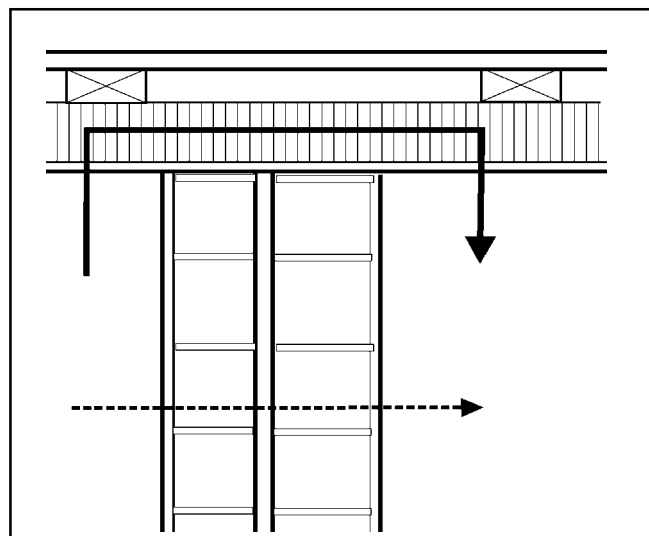


Bild 3

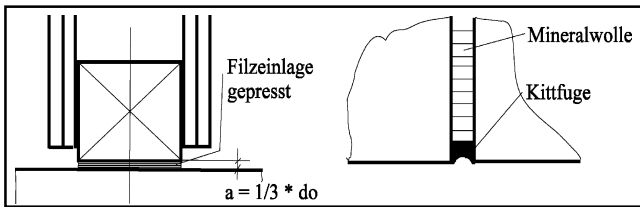


Bild 4

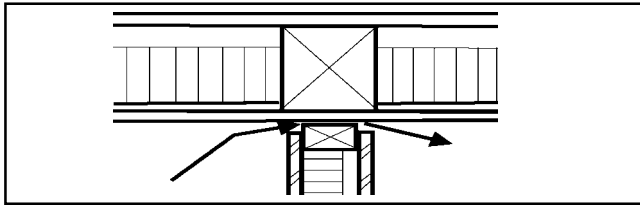


Bild 5

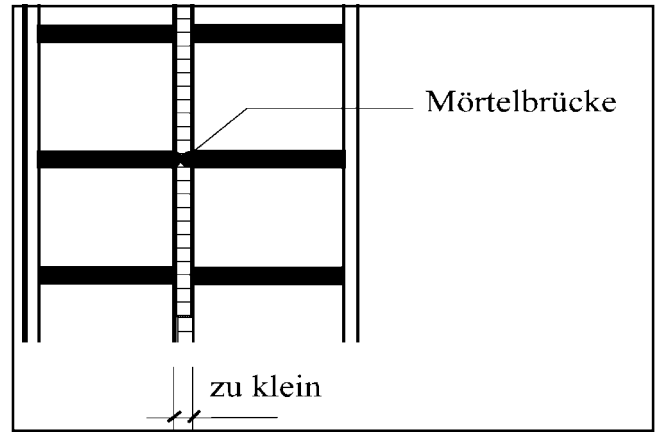


Bild 7

Besonders bei Leichtbaukonstruktionen in Holzbauweise muss der «akustisch» dichten Elementverbindung grosse Beachtung geschenkt werden. Undichte Elementverbindungen, wie z.B. in Bild 4 und 5 dargestellt, haben Einbrüche im Frequenzverlauf der Schalldämmung im Mittel- und Hochtonbereich zur Folge. Mit dicht im akustischen Sinn ist nicht unbedingt das Gleiche gemeint, wie mit dicht bei Winddichtungen. Grössere Spalte können nicht mit Folien oder Dachpappen akustisch abgedichtet werden. Entweder geschieht dies mit Filzstreifen, Schaumstoffbändern usw., welche im eingebauten Zustand komprimiert sein müssen oder mittels dauerelastischen Kittfugen, welche in der Lage sind temperatur- oder feuchtigkeitsbedingte Dehnungen aufzunehmen ohne dass sie abreißen und damit wieder undicht werden.

**Tritt- und Körperschallbrücken**

Während beim Luftschall Mängel mehrheitlich auf Planungsfehler zurückzuführen sind, handelt es sich beim Tritt und Körperschall sehr oft um Ausführungsfehler. Die Körperschalldämmung beruht vom Prinzip her gesehen auf einem Masse-Feder-Massesystem, dessen positive akustische Wirkung oberhalb seiner Resonanzfrequenz liegt. Das trifft z.B. bei schwimmenden Unterlagsböden, wie auch für körperschalldämmten Rohrschellen zu.

Der gravierendste und auch häufigste Fehler, welcher bei körperschalldämmten Systemen auftritt, sind Körperschallbrücken jeglicher Art. Diese führen zu einem «akustischen Kurzschluss» und schalten dadurch die Körperschall-

dämmung aus. Als Beispiel für eine solche Brücke ist in Bild 6 ein Heizungsrohr zu sehen, welches den schwimmenden Unterlagsboden mit der Massivdecke starr verbindet. Der gleiche Fehler kann auch im Zweischalenmauerwerk vorkommen, wenn die beiden Wandschalen, wie dies Bild 7 zeigt, durch Mörtelpatschen punktweise verbunden werden.

Die Ursachen für solche Mörtelbrücken im Zweischalenmauerwerk sind oft zu geringe Abstände zwischen beiden Wandschalen oder verschobene oder fehlende Dämmschichten. Im Bereich der Stoss- und Lagerfugen kann es in diesen Bereichen zu Mörtelbrücken kommen. Solche Körperschallbrücken haben in Bezug auf den Luftschall in der Regel geringe Auswirkungen, den Tritt- und Körperschallschutz verschlechtern häufig sehr stark.

**Erhöhte Trittschallübertragung infolge zu steifer Dämmschicht**

Die Steifigkeit der Trittschalldämmschicht hat einen direkten Einfluss auf die Lage der Resonanzfrequenz (Bild 8) und damit auf die frequenzabhängige Wirkung des Systems. Steife Dämmschichten (Unelastifizierte Kunststoffschäume, Schüttungen aus steifen Granulaten usw.) ergeben hoch abgestimmte Systeme, mit einer geringen oder gar negativen Wirkung im bauakustischen Bereich. Die Wirkung von weichen Dämmschichten (Glas- oder Mineralwolleplatten, elastifizierten Schaumstoffe usw.) hingegen erstreckt sich auf den ganzen bauakustischen Bereich.

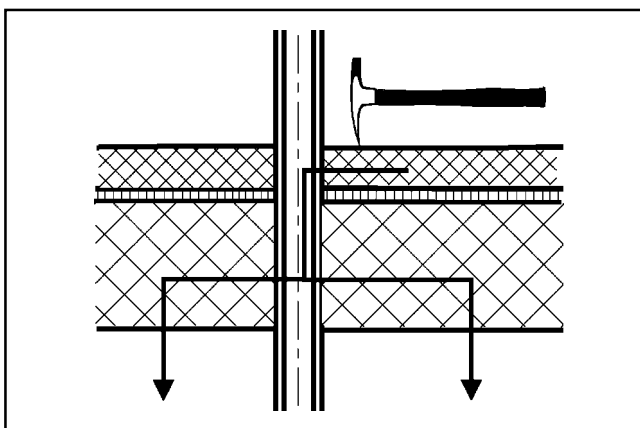


Bild 6

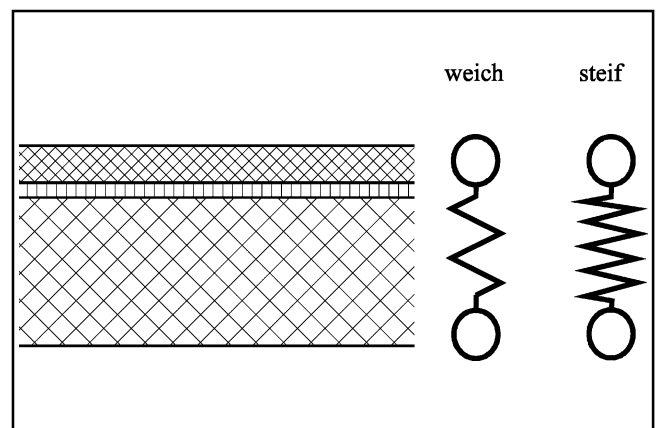


Bild 8

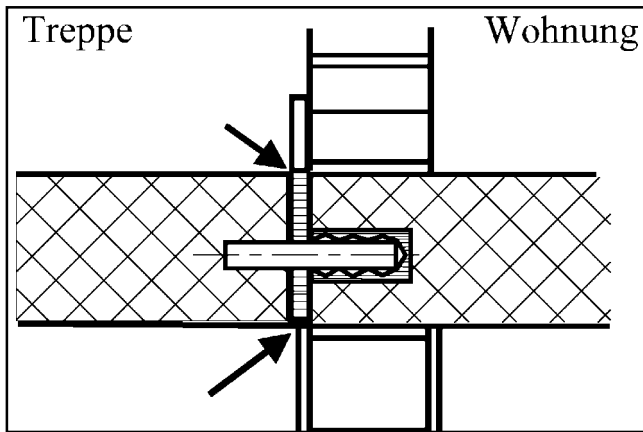


Bild 9

### Treppen- und Treppenpodestlagerungen

Bei einschaligen Treppenhauswänden ist eine körperschallgedämmte Lagerung der Treppenläufe und -podeste meist die einzige Möglichkeit die Trittschallanforderungen einzuhalten. Im Handel sind entsprechende Treppenlager erhältlich. Der Einbau setzt grosse Sachkenntnis voraus. Der ganze Treppenlauf, bzw. das ganze Treppenpodest ist elastisch vom Gebäude abzutrennen. Ausführungsfehler sind häufig, wie in Bild 9 dargestellt, im Bereiche von Wandanschlussfugen anzutreffen.

Sehr oft vernachlässigt wird der Trittschallschutz von Balkonen. An die thermische Abtrennung der Balkone vom Gebäude wird meistens noch gedacht. Der Trittschallschutz bleibt hingegen oft auf der Strecke, weil die Trittschallübertragung in horizontaler oder diagonaler Richtung unterschätzt wird. Von grossen Balkonen mit entsprechender Bewegungsfreiheit gehen aber unter Umständen ganz massive Störungen (Trittschall, Stühle rücken, spielende Kinder usw.) aus. Der in Bild 10 dargestellte Balkonanschluss, gewährleistet keinen ausreichenden Schallschutz, weil die durchlaufenden Armierungseisen als massive Körperschallbrücken wirken.

### Auswechseln von Gehbelägen

Immer häufiger passiert es, dass aus hygienischen oder gesundheitlichen Gründen textile Bodenbeläge durch Parkett- oder Plattenbeläge ersetzt werden. Solche Massnahmen können folgenschwere akustische Auswirkungen vor allem im Bereiche des Trittschallschutzes haben, sofern die Voraussetzungen vom schwimmenden Unterlagsboden her nicht gegeben sind.

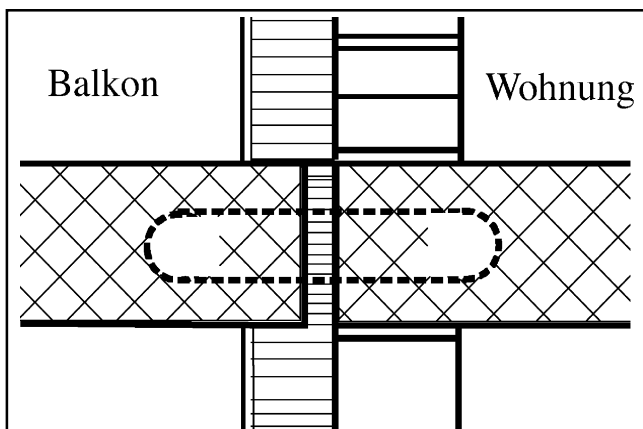


Bild 10

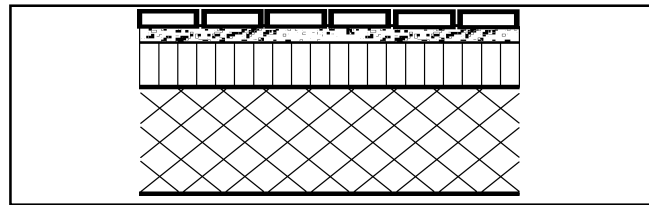


Bild 11

### Dachterrassen ohne Trittschallschutz

Die thermische Dämmung im Bereiche von Terrassendecken übernimmt nicht automatisch auch die Funktion des Trittschallschutzes. In Sand verlegte Formsteine (Bild 11) können zwar die Situation deutlich verbessern aber speziell dann, wenn erhöhte Anforderungen gestellt werden, sind zusätzliche Massnahmen, z.B. in Form einer Trittschalldämmschicht unter oder über der thermischen Dämmschicht erforderlich.

### Haustechnische Geräusche

Im Bereiche der Haustechnik führen nebst planerischen Fehlern (z.B. Nasszellen angrenzend an Schlafzimmer von Nachbarwohnungen) Mängel im Bereiche des Körperschallschutzes von Sanitärkörpern zu Beanstandungen.

Nachfolgende Auflistung von häufig vorkommenden und berechtigten Beanstandungen (Grenzwertüberschreitungen) soll zeigen, wo der Hebel bei der Planung und Ausführung anzusetzen ist.

- **WC-Deckel fallen lassen** (Absolut die meist beanstandete Störung!!)
- Brausenauszug (Küche)
- Gegenstände auf Lavabo abstellen
- Zahnglas- und Seifenschalenhalterung
- Schiebetüren von Duschen (Anschlag an den Endbegrenzungen)
- Quietsch- und Klopfgeräusche aus Badewanne und Dusche
- Cheminée (scheuern, Rauchklappe, Holz auflegen usw.)
- Garagentore, manuell betätigt (Anschlag oben und unten)
- Rolläden (kurbeln, Anschlag unten und oben, Kurbel einrasten)

Im Bereiche von Wasser- und Abwasseranlagen sind akustische Störungen eher selten und auf individuelle und nicht auf systematische Fehler zurückzuführen. Dieser kurze Abriss der heute häufig auftretenden Mängel im Bereiche des Schallschutzes soll in der Folge durch einige konkrete Fälle, mit welchen sich die EMPA in der letzten Zeit konfrontiert sah, untermauert werden.

### Fall 1: Mehrgeschossiger Holzbau, Schall-Nebenweg Übertragung über Holzständerwände

Bei bauakustischen Untersuchungen an einem Pilotprojekt ergab sich die Möglichkeit, den Einfluss der Schall-Längsleitung von Zimmertrennwänden in Ständerbauweise näher unter die Lupe zu nehmen. Bei Laborversuchen hat man bereits festgestellt, dass Holzständerwände, bei welchen die Befestigung der Beplankung aus statischen Gründen ohne elastische Zwischenlage erfolgte, eine deutlich kleinere Luftschalldämmung aufweisen, als solche mit elastischer

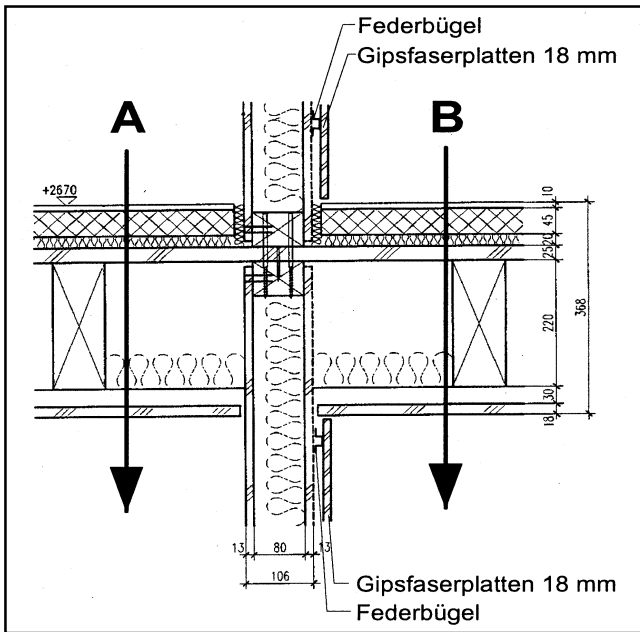


Bild 12

Montage. Diese Ergebnisse liessen vermuten, dass sich dies auch auf die Schall-Längsleitung ungünstig auswirken könnte. Die Versuchsanordnung, an welcher der Einfluss untersucht wurde, ist auf Bild 12 dargestellt. Auf der Raumseite B wurde mittels einer biegeweichen, an Federbügel montierten, Vorsatzschale versucht die Schall-Längsleitung zu unterdrücken. Wie die Ergebnisse, dargestellt in Bild 13 und 14 zeigen, ist beim Luftschall eine Verbesserung von 7 dB und beim Trittschall eine solche von 4 dB zu verzeichnen. Da diese Verbesserung schon durch die Massnahme an einer von vier raumbegrenzenden Wänden erzielt wurde, ist nur un schwer zu erahnen wie gross die Verbesserung sein könnte, wenn alle an der Schall-Längsleitung betroffenen Wandflächen mit Vorsatzschalen versehen wären. Die Massnahmen sind nur in jedem zweiten Geschoss nötig. Bei einem 3-geschossigen Bau müsste also lediglich das mittlere Geschoss mit Vorsatzschalen versehen werden.

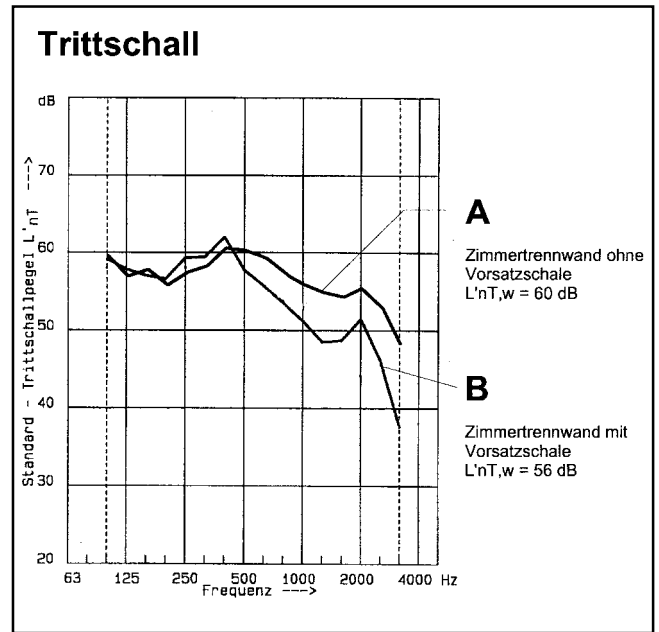


Bild 14

**Fall2: Mehrgeschossiger Holzbau mit Massivholzdecken und Zementunterlagsböden (Aufbau Bild 15)**

Die Messergebnisse aus dem Labor (hauptsächlich der Luftschallschutz) und damit auch die Schallschutzanforderungen nach SIA 181 wurden in einem Neubau bei den Geschosstrenndecken deutlich verfehlt.

Nichts lag näher als dem nicht gerade optimal ausgeführten schwimmenden Zementunterlagsboden (stellenweise sehr stark beschädigte Trittschalldämmschicht) die Schuld in die Schuhe zu schieben. Der schwimmende Unterlagsboden gehört ja auch beim Luftschall, quasi als Vorsatzschale, zum Schallschutzkonzept.

Erst die Ergebnisse von Sanierungsmassnahmen, welche für eine neue Überkonstruktion (schwimmende Verlegeplatten anstelle des U-Bodens) keine wesentliche Verbesserung erbrachte, hingegen für eine heruntergehängte Gipsdecke

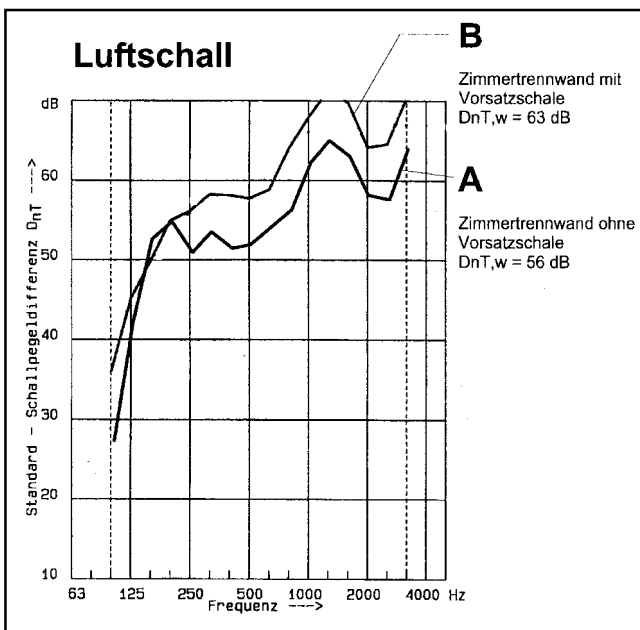


Bild 13

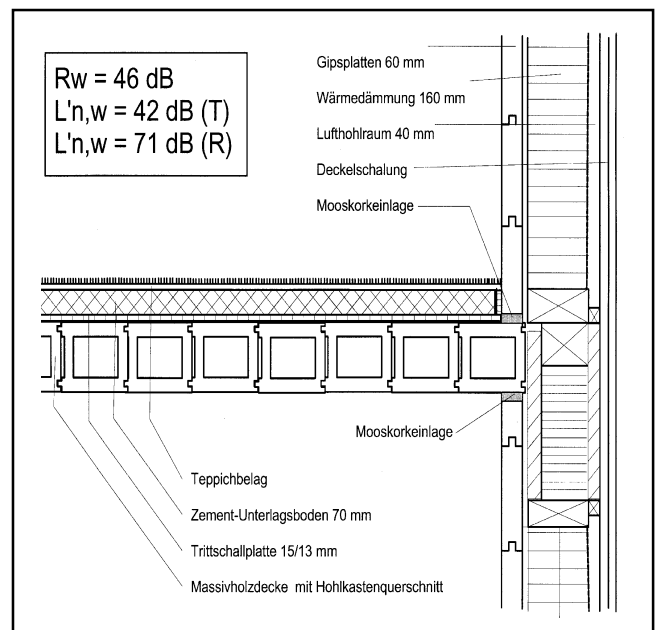


Bild 15

Originaleinbau

$R_w = 46 \text{ dB}$   
 $L'_{n,w} = 42 \text{ dB (T)}$   
 $L'_{n,w} = 71 \text{ dB (R)}$

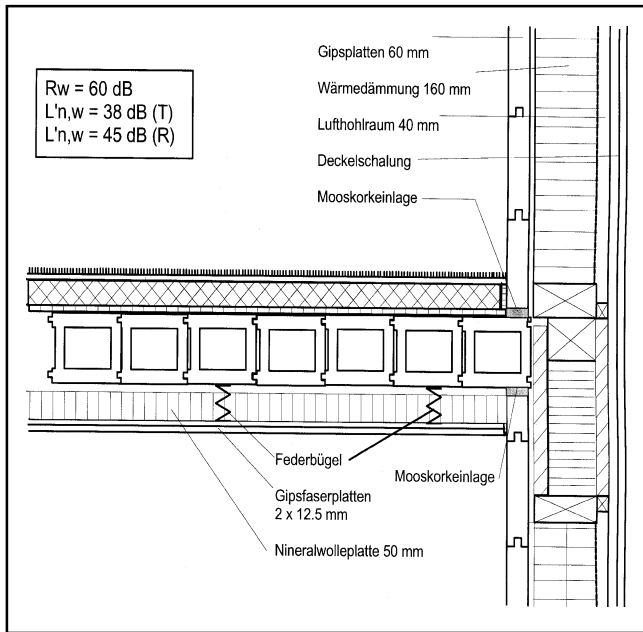


Bild 16 Sanierung mit heruntergehängter Decke

(Bild 16) eine deutliche Verbesserung (Bild 17) ergab, liess vermuten, dass der Fehler nicht allein beim schwimmenden Unterlagsboden liegen könnten. Das Analysieren der Ergebnisse nach den verschiedenen Übertragungswegen (Bild 18) gab Gewissheit, dass Flankenübertragungen über die 60 mm dicken Gipswände mit im Spiel sind. Mit der heruntergehängten Decke konnte vor allem der Weg f-D unterdrückt werden. Eigentlich hat man für diesen Übertragungsweg das Mooskorklager unter der Gipswand als Einfügungsdämmung vorgesehen. Diese Art der Lagerung von Gipswänden wird im Bereiche des Massivbaus seit Jahren mit Erfolg angewendet. Ausser acht gelassen hat man bei der Dimensionierung der Wandlager im vorliegenden Fall, dass sie für eine leichte Holzbalkendecke und nicht für eine schwere Betondecke bestimmt sind. Dies führte dazu, dass die Wandlager jetzt zu steif und damit im massgebenden Frequenzbereich unwirksam

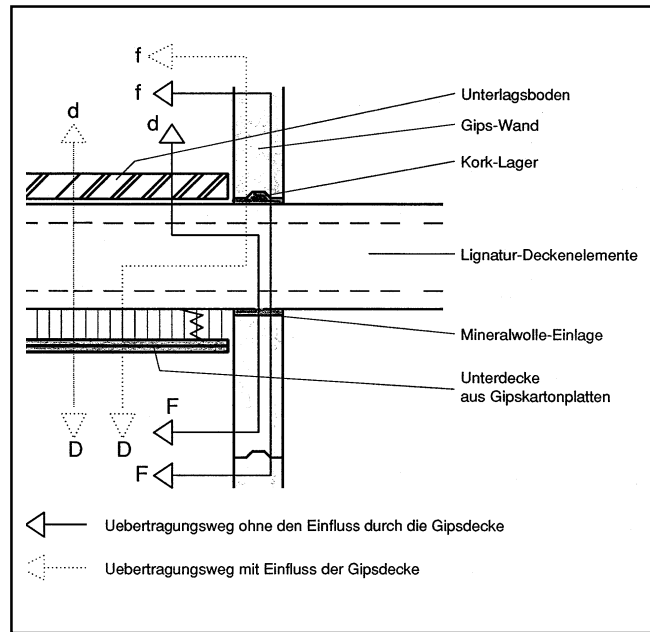


Bild 18 Sanierung mit heruntergehängter Decke

sind, ja z.T. sogar eine negative Wirkung haben. Ausser mit weicheren Wandlagern (z. B. Mineralwolledämmstreifen) hätte man die Angelegenheit auch in den Griff bekommen, wenn man anstelle der 60 - 80 mm dicken Gipswände Leichtbauwände mit Gipskartonplatten gemäss Bild 19 verwendet hätte.

**Fall 3: Trittschallschutz von unten nach oben**

Dass die Trittschallübertragung in allen Ausbreitungsrichtungen, mehr oder weniger stark erfolgen kann, scheint immer noch nicht bei allen Planern klar zu sein. In einem Mehrfamilienhaus beklagten sich die Bewohner der Wohnung im 1. OG über massive Störungen aus der darunterliegenden Wohnung im EG. (Übertragung T2, Bild 20). Messungen (Bild 21) bestätigten den subjektiven Eindruck. Erkundigungen beim Architekten über den Bodenaufbau im Erdgeschoss brachten zu Tage, dass der Boden trotz harter Gehbeläge lediglich

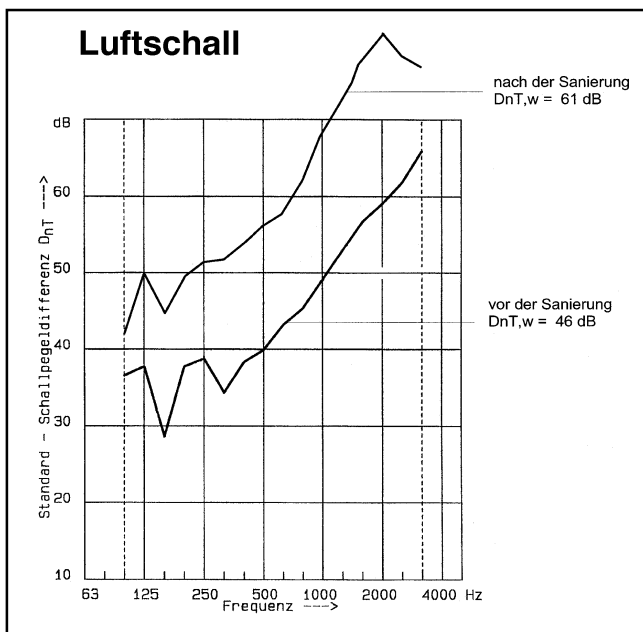


Bild 17

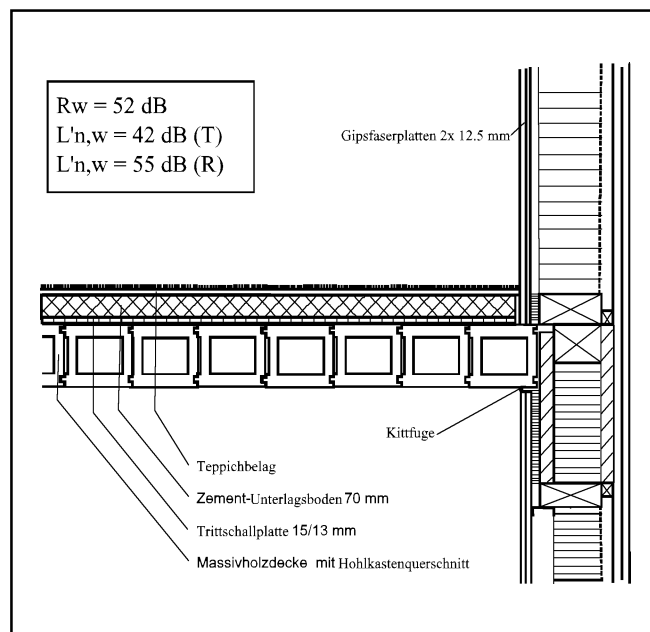


Bild 19

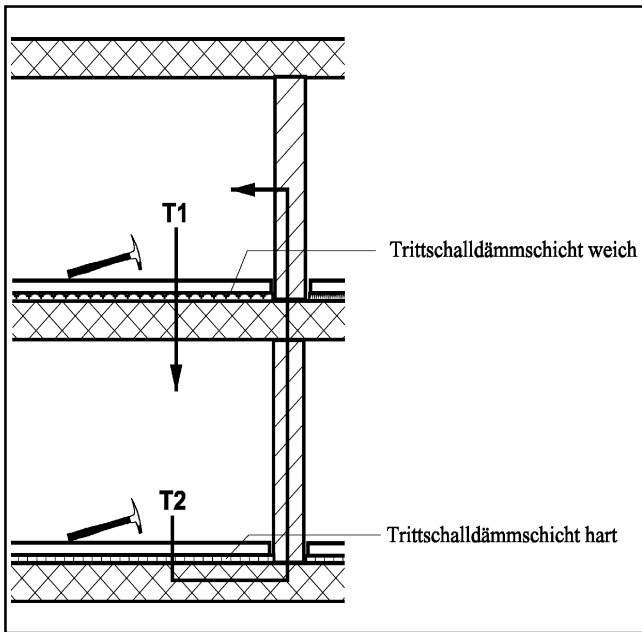


Bild 20

thermisch (mit sehr steifen Schaumstoffplatten) abgedämmt ist. Auf eine akustische Dämmung (Trittschall) hätte man bewusst verzichtet, weil ja unter dieser Decke keine bewohnten Räume existieren. Nach DIN 4109 ist zwar die Intensität der Trittschallübertragungen von unten nach oben etwa 10 dB geringer als jene von oben nach unten. Dies erlaubt aber immer noch nicht auf einen Trittschallschutz gänzlich zu verzichten. Wenn man annimmt, dass eine 20 cm dicke Rohdecke etwa einen bewerteten Standard-Trittschallpegel von  $L_{nT,w} = 70$  dB aufweist und die Mindestanforderungen  $L_{nT,w} \leq 50$  dB betragen, muss die Überkonstruktion bei Decken zwischen den Wohngeschossen eine Verbesserung von mind. 15 dB und bei der Decke über dem Keller mind. 5 dB aufweisen (Bild 21). Werden Teppiche als Gehbeläge verwendet, ist der Trittschallschutz gewährleistet, bei harten Gehbelägen bedingt es auch bei der Kellerdecke eine Trittschalldämmschicht im Unterlagsboden.

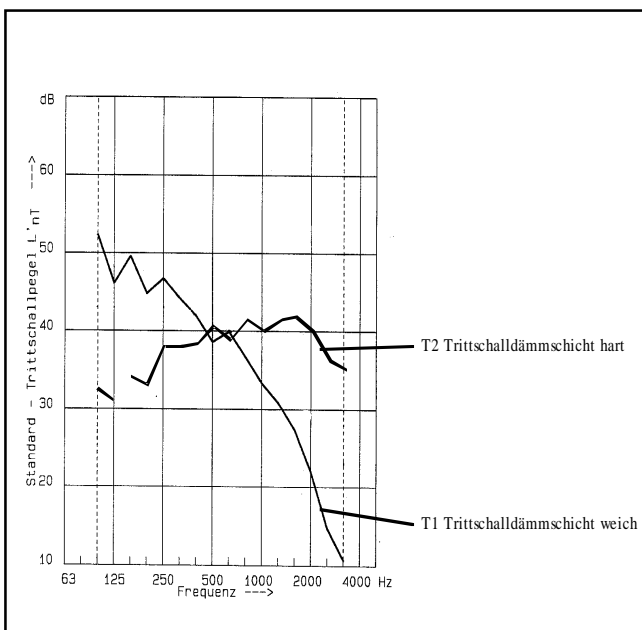


Bild 21

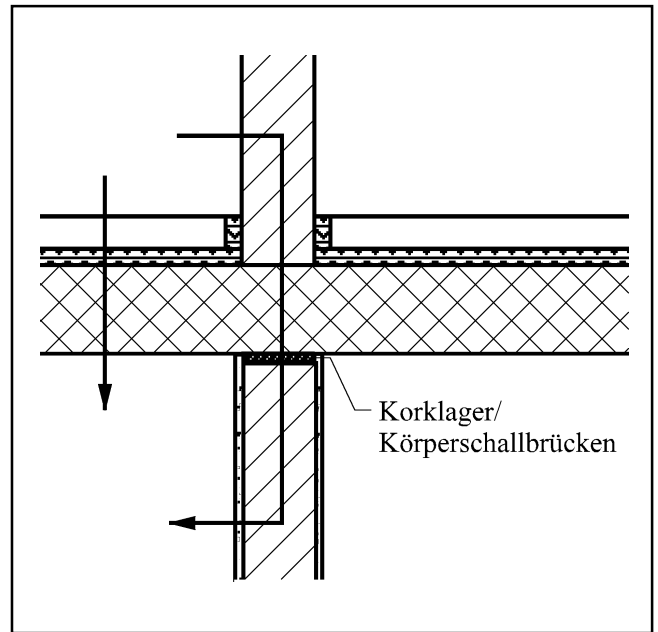


Bild 22

#### Fall 4 und 5: Wandlager bzw. Deckenabtrennung

Wandlager und elastische Deckenabtrennungen unterdrücken die Schall-Längsleitung im Bereiche von Geschosstrennungen massiv. Unabdingbare Voraussetzung ist eine einwandfreie Ausführung. Eine vorbildliche Gemeinde im Kanton Aargau schreibt in ihrer Bau- und Zonenordnung für alle Neubauten den erhöhten Schallschutz nach SIA 181 vor. Im zur Diskussion stehenden Fall waren diese Anforderungen massiv unterschritten. Dies trotz elastischer Abtrennung der Wände an der Deckenuntersicht (Bild 22). Eine Kontrolle am Bau hat dann ergeben, dass zwar die Dämmstreifen eingebaut, aber nachträglich wieder zugeputzt wurden. Das Durchtrennen der Putzschicht im Bereiche der Decke und die nachträgliche dauerelastische Versiegelung ergibt eine Verbesserung von rund 5 dB (Sprung von den Mindestanforderungen zu den erhöhten Anforderungen).

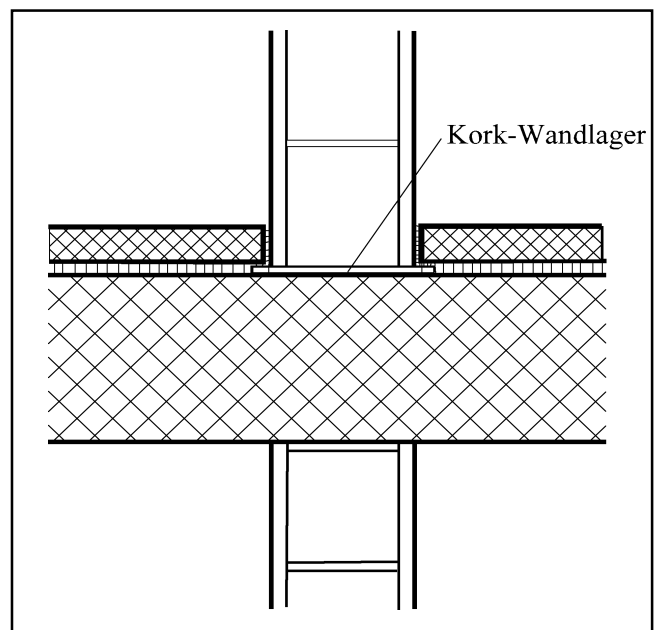


Bild 23

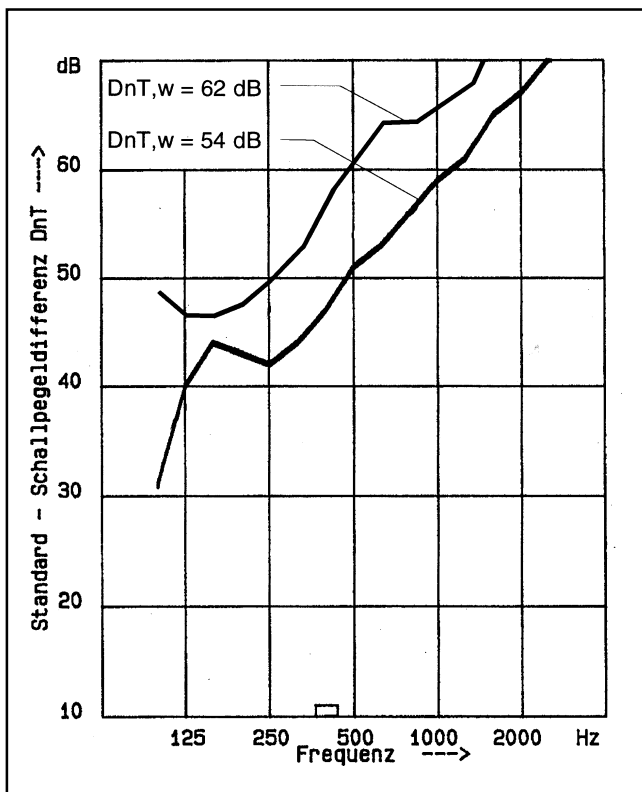


Bild 24

Die klassische Lösung bezüglich der Unterdrückung von Schall-Längsleitung ist unbestritten das Versetzen der Wände auf Wandlagern. Zusammen mit einem schwimmenden Unterlagsboden ergibt sich dadurch eine ganzheitliche vertikale Trennung der Geschosse. Die Anordnung und die Wirkung solcher Lager und zwar am Bau gemessen, geht aus den Bildern 24 und 25 hervor.

Bei Hochhäusern, wo aus statischen Gründen eine solche Trennung nicht möglich ist, ist zu empfehlen die tragenden, nicht auf Wandlagern stehenden Wände mit einem Flächengewicht  $m' \geq 300 \text{ kg/m}^2$  zu planen und die nichttragenden Wände auf Wandlager zu stellen.

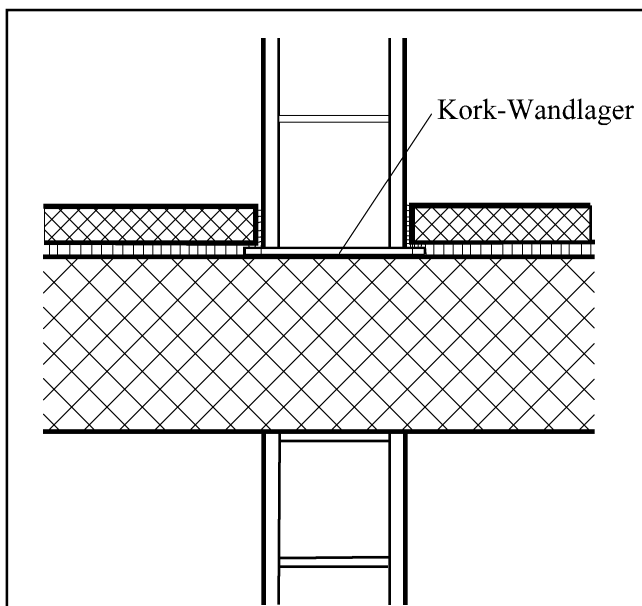


Bild 25

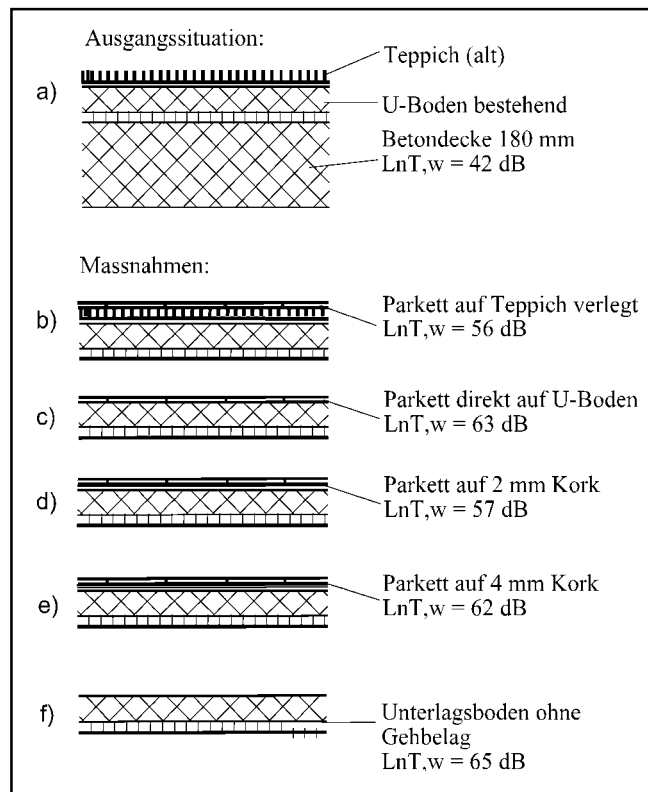


Bild 26

### Fall 5, 6: Ersetzen von weichen Gehbelägen durch harte

Ein vorausschauender Liegenschaftsverwalter hat anlässlich der Projektierung einer Totalrenovation von mehreren Mehrfamilienhäusern die Situation erfasst und vorgängig verschiedene Deckenaufbauten auf ihr Trittschallverhalten untersuchen lassen. Aus den Reihen der Wohnungseigentümer war der Wunsch an ihn herangetragen worden, die standardmässig in den Wohnungen vorhandenen textilen Bodenbeläge durch Parkett oder Plattenbeläge ersetzen zu dürfen. Er wollte die Zustimmung von Ergebnissen einer Versuchsreihe abhängig machen. Das Ziel war mit den harten Gehbelägen den erhöhten Schallschutz zu erreichen und so nahe als möglich an die Ergebnisse mit dem Teppich heranzukommen. Die untersuchten Deckenaufbauten gehen aus Bild 26 hervor, die Ergebnisse sind auf Bild 27 ersichtlich. Die Ausgangslage mit Unterlagsboden und Teppich ist ausgesprochen gut. Der Messwert ist um 8 dB besser als der erforderliche erhöhte Schallschutz von  $L_{nT,w} = 50 \text{ dB}$ . Das Verlegen des Parketts auf dem bestehenden Teppich führte zu einem Ergebnis mit welchem der Mindestschallschutz knapp verfehlt wurde. Am aussagekräftigsten in bezug auf die Frage, ob ein harter Gehbelag auf dem bestehenden Unterlagsboden aus schalltechnischen Gründen überhaupt möglich ist, ist die Messung direkt auf dem Unterlagsboden nachdem der Teppich entfernt wurde. Mit einem Messwert von  $L_{nT,w} = 65 \text{ dB}$  ist die Frage klar beantwortet. Der bestehende Unterlagsboden reicht nicht aus!!

Auch mit ein- oder zweischichtigen Korkunterlagen unter dem Parkett kann das gesteckte Ziel, zumindest den erhöhten Schallschutz zu erreichen, nicht erreicht werden. Logische Folge: Es wird der schwimmende Unterlagsboden durch eine mängelfreie Ausführung ersetzt oder man bleibt beim textilen Gehbelag.



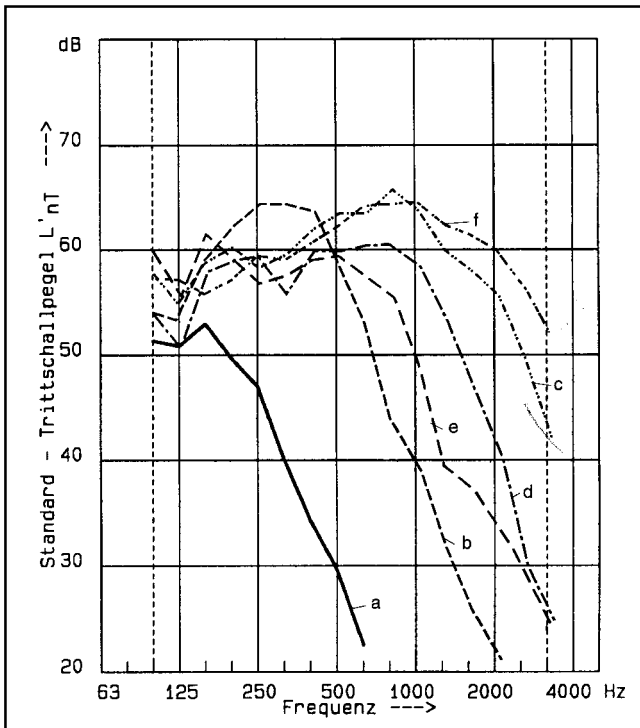


Bild 27

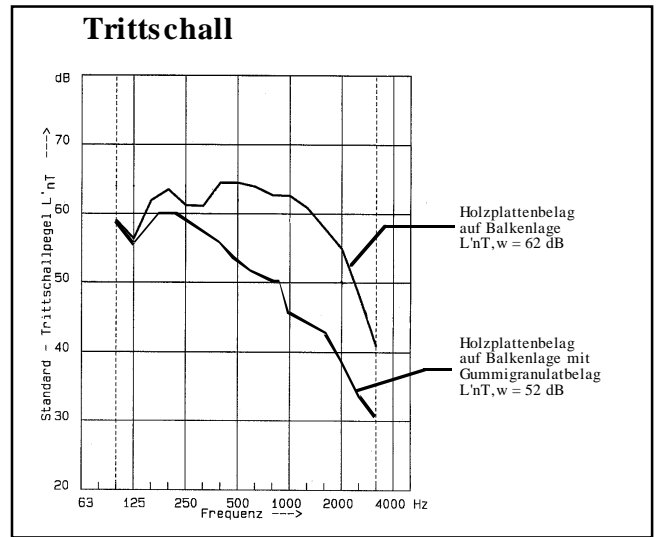


Bild 29

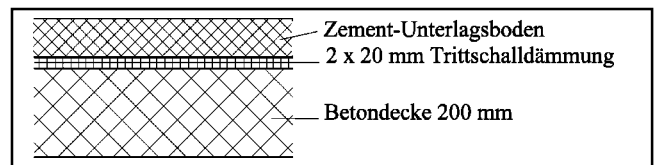


Bild 30

**Fall 7: Trittschallübertragung ab Balkon**

Im Rahmen einer akustischen Standortbestimmung bei mehrgeschossigen Holzhäusern wurde auch noch der Trittschallschutz zwischen den Balkonen und den darunterliegenden Wohneinheiten (Bild 28) untersucht. Der Auftraggeber sah eigentlich diesbezüglich keinen Fall für grossen Handlungsbedarf, stimmte einer Messung aber zu. Die Messergebnisse, dargestellt auf Bild 29, sahen dann aber alles andere als gut aus. Der ermittelte Trittschallschutz erfüllte nicht einmal den Mindestschallschutz nach SIA 181. Wenn man die ausgeführte Konstruktion etwas näher unter die Lupe nimmt, ist ersichtlich, dass trittschalldämmende Massnahmen gänzlich fehlen. Was hätte man tun können? Die einfachste, aber vielleicht mit dem Holzbau nicht gerade am besten harmonisierendste Massnahme, wäre das Verlegen eines trittschalldämmenden Belags auf den Holz-Bodenelementen gewesen. Der Mindestschallschutz hätte mit dieser Massnahme eingehalten werden können. Denkbar gewesen wäre auch eine elastische Auflage der Bodenelemente, z.B. auf Neoprenauflegern, auf der Balkenlage. Konstruktiv wären bei dieser Lösung allerdings noch einige Knacknüsse zu lösen gewesen, weil keine Verschraubungen bzw. Vernagelungen mit der Tragkonstruktion möglich gewesen wären.

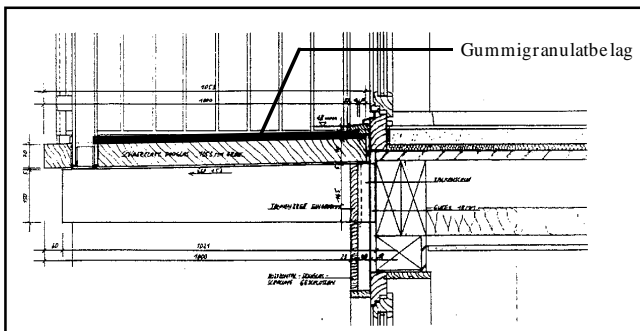


Bild 28

**Fall 8: Tieffrequente Trittschallstörungen**

«Alles nach bestem Wissen und Gewissen geplant (siehe Bild 30) und ausgeführt und trotzdem unbefriedigend herausgekommen» unter diesem Titel könnte man diesen recht häufig, vor allem im Zusammenhang mit den grossen Dämmstärken bei Bodenheizsystemen vorkommenden Schadenfall abhandeln. Es ist von Seiten der Beanstander keine übertriebene Äusserung, wenn sie zu Protokoll geben, dass aus der oberen Wohnung Schritt für Schritt gehört wird. Zwar sind die Messergebnisse (Bild 31) im bauakustischen Frequenzbereich

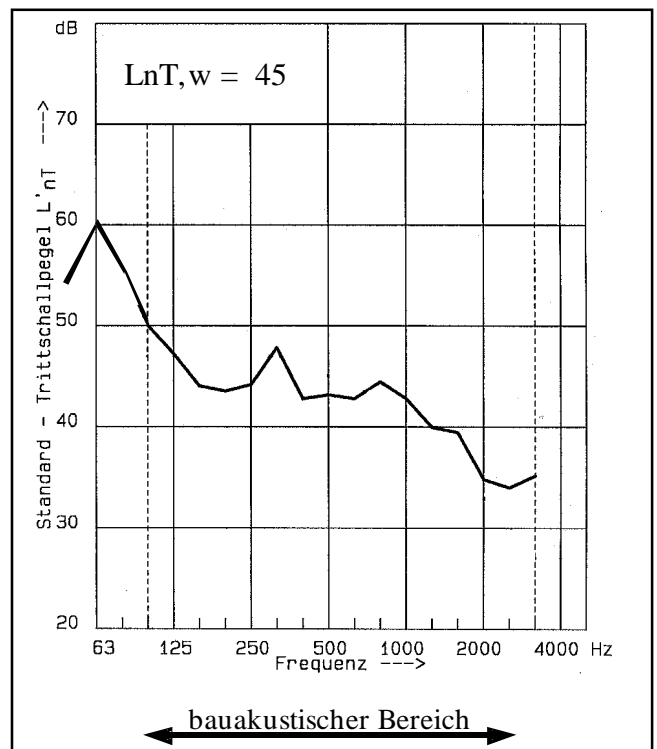


Bild 31

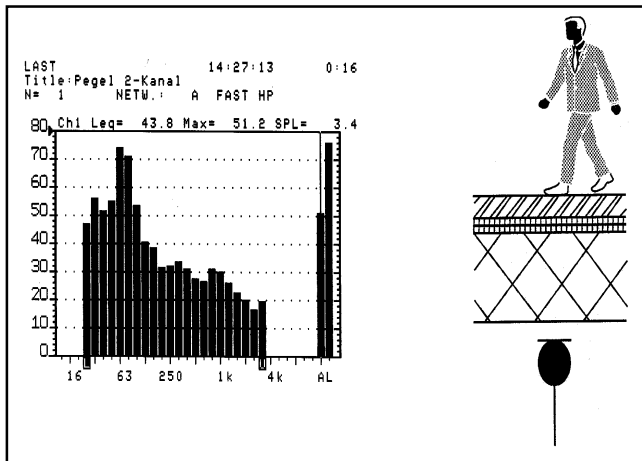


Bild 32

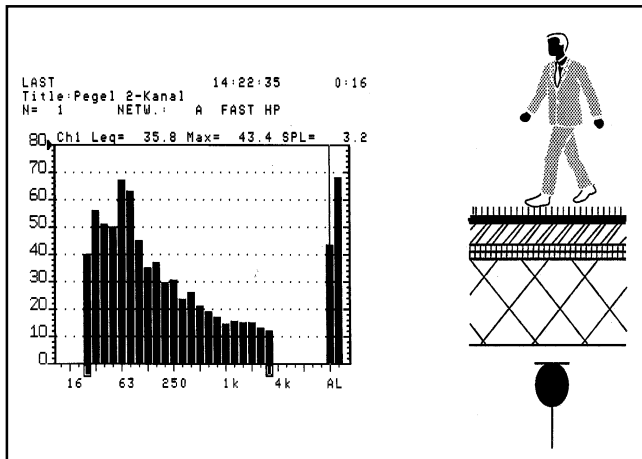


Bild 33

reich gut bis sehr gut (die erhöhten Schallschutzanforderungen sind erfüllt) und trotzdem dieser subjektive Eindruck. Warum diese Diskrepanz zwischen Messergebnis und subjektivem Eindruck? Eine Antwort gibt der gegen tiefen Frequenzen erweiterte Frequenzverlauf. Sowohl bei der Trittschallanregung mit dem normierten Hammerwerk, als beim Gehen mit Socken, treten Resonanzerscheinungen bei den Terzen 63 und 80 Hz, also unterhalb des Bauakustikbereichs auf (Bilder 32 und 33). Diese haben ihren Ursprung im «Masse-Feder-Masse»-System des schwimmenden Unterlagsbodens. Wenn die Resonanzfrequenz mit der Eigenfrequenz der Massivdecke oder mit Raumresonanzen im Empfangsraum übereinstimmt, wird die Situation besonders gravierend. Was kann man dagegen tun? Es ist anzustreben, das Resonanzsystem des Unterlagsbodens gegenüber Raumresonanzen und Deckeneigenfrequenzen zu verstimmen. In die Praxis umgesetzt heisst dies, entweder ein sehr tief abgestimmter Unterlagsboden  $f_r \leq 30$  Hz (Beispiel Bild 34 oben) oder eine deutlich über der Eigenfrequenz der Decke liegende Resonanzfrequenz  $f_r \geq 150$  Hz (Beispiel Bild 34 unten). Die Erfahrung zeigt, dass nachträgliche Korrekturen kaum mehr möglich sind, ausser durch Ersetzen des Unterlagsbodens durch höher oder tiefer abgestimmte Systeme. Was bei einer Sanierung ganz sicher nicht in Erwägung gezogen werden sollte, ist das Verlegen von weichen Gehbelägen. Diese Massnahme verschlechtert die Situation subjektiv gesehen in dem Sinne, dass der Frequenzbereich oberhalb der Resonanzfrequenz deutlich verbessert wird und ausgerechnet bei der störenden Trittschallübertragung im Bereiche der Resonanzfrequenz gibt es keine Verbesserung.

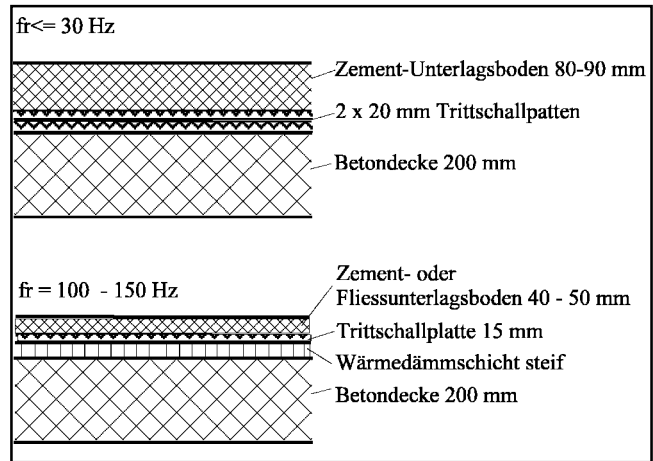


Bild 34

### Schlussbemerkungen

Die Reihe von bauakustischen Schadenfällen könnte natürlich x-beliebig fortgesetzt werden. Die haustechnischen Anlagen wurden bewusst nicht bearbeitet, was nicht heisst, dass dort keine Fehler auftreten. Sie könnten Gegenstand eines Referates anlässlich einer nächsten Tagung sein. Die angesprochenen Fälle sind selbstverständlich auch nicht abschliessend behandelt. Das Ziel des Verfassers war es, aufmerksam zu machen auf solche Fälle. Es wäre bereits ein grosser Schritt zur Schadensverhütung getan, wenn bei ähnlichen Situationen beim Sachbearbeiter eine Warnlampe aufleuchten würde.