E-92/1 d

Prof. Dr.-Ing. habil. Karl Gösele
Schallschutz und Lärmabwehr

Beratung - Entwicklung - Forschung

Schalltechnische Untersuchungen an einem Mehrfamilienhaus in Holzbauart in Stuttgart

Untersuchungen durchgeführt mit Unterstützung des Forstabsatzfonds und der Entwicklungsgemeinschaft Holzbau

8 Seiten
8 Seiten Anhang
17 Bilder

Leinfelden-Echterdingen,
den 16.12.92

K. Gösele

7022 Leinfelden-Echterdingen 3 (Stetten a. F.), Grundstraße 32

Prof. Dr.-Ing. habil. Karl Gösele
Schallschutz und Lärmabwehr
Beratung - Entwicklung - Forschung

385/92

Schalltechnische Untersuchungen an einem Mehrfamilienhaus in Holzbauart in Stuttgart

(Auftrag E-92/1)

Auftraggeber: Entwicklungsgemeinschaft Holzbau
Schwanthalerstr. 79
W-8000 München 2

1. Aufgabenstellung

In Stuttgart-Sillenbuch, Gorch-Fockstr. 5 ist ein Mehrfamilienhaus (Architekt Dipl. Ing. C. Mader, Stuttgart) errichtet worden. Dabei sollten verschiedene Bauteile schalltechnisch überprüft werden, von denen bisher keine schalltechnischen Meßergebnisse vorliegen. Die Ergebnisse sollen als Unterlage für zukünftige Planungen dienen.

2. Aufbau des Hauses

Das Haus umfaßt drei Wohngeschosse, ein Untergeschoß, ein Erdgeschoß und ein Dachgeschoß mit insgesamt 6 Wohnungen. Der Wohnungsgrundriß des Erdgeschosses ist in Bild 1 dargestellt. Das Haus ist in Ständerbauart errichtet. Die Decken sind mit unterseitig sichtbaren Balken und einem schwimmend verlegten Asphalt-Estrich und einem Parkettbelag versehen. Die Zwischen-Wände waren jeweils mit Gipskartonplatten beplankt, der Hohlraum mit ISOFLOC gefüllt. Die Wohnungstrennwände waren mit getrennten Ständern ausgeführt und mit Gipskartonplatten auf Bausperrplatten beplankt. Der Hohlraum war mit Mine-

ralwolle gefüllt. Auf der Höhe der Wohnungstrennwand war eine durchgehende Trennfuge angeordnet. Da die Grundrisse im Erd- und Dachgeschoß verschieden waren, mußte diese Trennfuge zwischen diesen beiden Geschossen versetzt werden.

3. Durchführung der Messungen

Die Luft- und Trittschall-Messungen sind nach DIN 52 210, Teil 1 kurz vor dem Bezug durch die Bewohner ausgeführt worden. Ein Teil der Messungen in Abhängigkeit von der Frequenz mußte dabei in Oktaven statt in Terzen vorgenommen werden, weil für Terzmessungen zum Teil nicht die erforderliche Zeit zur Verfügung stand (Messungen nur in Pausen von Baulärm möglich, zeitliche Begrenzung durch Bewohner). Dies beeinträchtigt jedoch nicht die Aussagekraft der Meßergebnisse.

4. Schalldämmung der Wohnungstrenndecken

Es ist wohl das erste Mal, daß Holzbalkendecken mit unterseitig sichtbaren Balken in einem Mehrfamilienhaus eingebaut und schalltechnisch untersucht worden sind. Für derartige Decken lagen bisher lediglich Ergebnisse aus dem Laboratorium in einem Prüfstand mit unterdrückten Schall-Nebenwegen vor. Die Decken waren folgendermaßen aufgebaut:

20 mm Parkettbelag
25 mm Asphaltestrich
Rohfilzpappe
6 mm Holzfaserdämmplatten
30 mm Kokosfaserplatten (in 2 Lagen)
60 mm Betonsteine, lose verlegt
5 mm Bitumenfilz, lose
28 mm Baufurnierplatten
120/160 mm sichtbare Balken

Die Wände standen auf den Baufurnierplatten auf.

4.1 Luftschalldämmung

Sie wurde an zwei Decken überprüft, einmal ohne und zum zweiten mit einem Parkettbelag. Das Luftschalldämm-Maß R'_w ist in Abhängigkeit von der Frequenz in Bild 2 dargestellt. Das bewertete Luftschalldämm-Maß R'_w ergab sich in beiden Fällen zu

$$R'_w = 51 \text{ dB}.$$

Das Ergebnis war enttäuschend niedrig. Es genügte auch nicht den Anforderungen von DIN 4109, wofür ein Mindestwert von $R'_w = 54$ dB vorgeschrieben ist. Erst wenn die etwa 5 mm breite Fuge zwischen Estrich und Wänden mit plastischer Masse gedichtet wurde - siehe Anhang A2 - wurde ein

$$R'_w = 54 \text{ dB}$$

erreicht, was den Anforderungen von DIN 4109 genügt.

4.2 Trittschalldämmung

Ohne Gehbelag ergab die Decke ein

$$\text{TSM} = 13 \text{ dB}$$
$$L'_{nw} = 50 \text{ dB}.$$

Dies würde den Anforderungen von DIN 4109 voll genügen. Zusammen mit einem Parkettbelag ergaben sich jedoch folgende zum Teil wesentlich ungünstigere Werte:

3 dB, 4 dB, 5 dB, 8 dB, 8 dB, 14 dB

Die durch den Parkettbelag verursachte Verschlechterung ist wahrscheinlich durch Schallbrücken bei den Wandanschlüssen entstanden. Diese Verschlechterung müßte an anderer Stelle noch geklärt werden.

5. Holztreppen

Für den Trittschallschutz von Holztreppen gibt es in der Beispielsammlung in DIN 4109, Beiblatt 1 keinerlei Angaben. Deshalb wurde die Trittschall-Übertragung von den Holztreppen in die Wohnräume überprüft. Dabei war zu unterscheiden zwischen normalen Wohnräumen, bei denen ein Flur (oder Wohnraum) zwischen Treppe und Wohnraum geschaltet ist und solchen, bei denen die Wohnungseingangstür unmittelbar in einen Wohnraum führt. Die Werte des bewerteten Norm-Trittschallpegels sind in Bild 4 und der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 1

Trittschallgeräusche von Treppe in Wohnräume

	Lage des Wohnraums zur Treppe	Trittschall-schutzmaß TSM in dB	bewerteter Norm-trittschallpegel L'_{nw} in dB
A	Wohnraum über Wohnungseingangstür an Treppenraum angrenzend	- 4	67
B	Zwischen Wohnraum und Treppenraum weiterer Raum dazwischen	15 und 19	48 und 44

In DIN 4109 wird ein TSM von mindestens 5 dB verlangt. Dies ist bei dem Normalfall (Fall B), mit einem zwischengeschalteten Flur o.ä., leicht erreichbar. Bei dem Sonderfall des unmittelbar an die Wohnungseingangstür grenzenden Wohnraums hängt dies von der Schalldämmung der genannten Tür ab. Bei den Messungen war diese Tür noch nicht endgültig fertig (fehlende Schwellendichtung), weshalb die Dämmung nicht ausreichend war.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß Holztreppen bei einem Normalgrundriß in einem Holzhaus in schalltechnischer Hinsicht problemlos sind.

Wendeltreppe

Zwei Wohnungen waren mit Stahl-Wendeltreppen mit Holzstufen versehen. Die Trittschalldämmung dieser Treppen gegenüber darunter liegenden Wohnungen war unbefriedigend:

$$TSM = 3 \text{ dB}$$
$$L'_{nw} = 60 \text{ dB}$$

Die Anforderungen von DIN 4109 - ein TSM ≥ 10 dB - wurden nicht erreicht. Dabei war das Hohlrohr aus Stahl mit Sand gefüllt. Die Halterung der Treppe auf der Decke war jedoch durch einen Ausführungsfehler des Handwerkers mit starken Schallbrücken versehen.

6. Balkon

Balkone waren als Bretterbelag (mit offenen Fugen) auf Lagerhölzern ausgeführt, die ihrerseits wieder über einen weichfedernden Dämmstreifen aus Kunstschaumstoff (SYLOMER) auf den herausgeführten Balken auflagen. Die Trittschalldämmung zwischen Balkon und den schräg darunter liegenden Räumen war nicht ausreichend, siehe Bild 5 und folgende Werte:

	Raum A	Raum B
Trittschallschutzmaß TSM	- 4 dB	-10 dB
bewerteter Norm-Trittschallpegel L'_{nw}	67 dB	73 dB

Es erscheint jedoch möglich, derartige Balkone bezüglich ihres Trittschallschutzes noch wesentlich zu verbessern und zwar auch nachträglich.

7. Installationsgeräusche

Darüber liegen bei Holzbauten kaum Ergebnisse vor. Deshalb wurden hier zwei Messungen vorgenommen, einmal die Geräusche die beim Betätigen der Armaturen in einem schräg unter dem Bad liegenden Wohn-

raum auftraten, zum anderen wurde die Körperschall-Empfindlichkeit der Einrichtungsgegenstände überprüft.

7.1 Armaturengeräusche

Die Geräusche, die in einem Raum schräg unter dem Bad auftreten, wenn die Armaturen im Bad betätigt werden, wiesen folgende Installationsgeräuschpegel L_{IN} auf:

Tabelle 2

Installationsgeräuschpegel L_{IN} von Armaturen im Bad im schräg darunter liegenden Wohnraum

betätigte Armatur	Installationsgeräuschpegel L_{IN} dB(A)
WC-Betätigung	
Spitze	29
Füllgeräusch	22
Kaltwasser-Einlauf in Badewanne	21
Waschbecken	21

Der zeitliche Verlauf der Geräuschpegel ist in Bild 6 wiedergegeben. Nach DIN 4109 sollen diese Geräusche nicht größer als 35 dB(A) sein. Die gemessenen Geräusche sind wesentlich niedriger. Sie liegen unter dem Schwerpunkt der entsprechenden Geräusche in Massivbauten. Sie stellen praktisch keine Störung mehr dar.

7.2 Körperschall-Empfindlichkeit der Einrichtungsgegenstände

Zur Überprüfung ist vom Verfasser ein neues Verfahren entwickelt worden, bei dem die Einrichtungsgegenstände mit einem kleinen Körperschallsender zu Schwingungen angeregt werden und der entstehende Schallpegel in einem schräg unter dem Bad liegenden Raum gemessen

wird. Der Schallpegel wird dann umgerechnet auf eine Körperschallpegel-Anregung eines Norm-Trittschallhammerwerks, das 21 dB lauter wäre. Aus den Meßwerten wird ein Körperschallschutzmaß KSM berechnet, das bei einer Decke zahlenmäßig einem Trittschallschutzmaß TSM entspricht. Die in dem Holzhaus ermittelten Werte betrugen:

Einrichtungsgegenstand	Körperschall-Schutzmaß KSM dB
Badewanne	+ 6
Duschtasse	- 3
WC-Schüssel	18
Badewanne über Flur hinweg	15

Diese Schutzmaße sind durchweg höher (günstiger) als bei Massivbauten (ausgenommen Duschtasse).

Zusammenfassend:
Die Installationsgeräusche und die Übertragung von Körperschallgeräuschen (z.B. Plätschern in Badewanne, WC-Deckel fallen lassen) sind in dem untersuchten Haus geringer als in üblichen Massivbauten.

8. Zusammenfassung

8.1 Decken

Die Holzbalkendecke mit unten sichtbaren Balken hat eine den Anforderungen von DIN 4109 genügende Schalldämmung:

$$TSM = 14 \text{ dB}$$
$$L'_{nw} = 49 \text{ dB}$$
$$R'_{w} = 54 \text{ dB}$$

sofern zwei Bedingungen erfüllt werden:

a. Schallbrückenfreie Verlegung des Parkettbelags
b. Dichtung der Anschlußfuge des verwendeten Asphaltestrichs an die Wände mit plastischer Masse.

Die Beschwerungssteine sind auf einer 5 mm dicken Bitumenfilzmatte verlegt worden, damit auf das Ankleben der Steine verzichtet werden konnte. Der Trittschallschutz der Decke wäre noch günstiger, wenn die Steine angeklebt worden wären.

Grundsätzlich sind solche Holzbalkendecken für Mehrfamilienhäuser brauchbar. Allerdings müßten die manchmal auftretenden schalltechnischen Mängel der Parkettbeläge in Form von Schallbrücken vermieden werden.

8.2 Treppen

Die Trittschallgeräusche von Holztreppen in Holzhäusern genügen den Anforderungen von DIN 4109 gut, sofern die Wohnungen einen Eingangsflur aufweisen oder eine schalldämmende Wohnungseingangstür vorhanden ist.

8.3 Balkone

Die Trittschalldämmung der Holzbalkone war nicht befriedigend (TSM = -4 und -10 dB). Einfache Verbesserungsmaßnahmen erscheinen möglich.

8.4 Installationsgeräusche

Sie waren trotz der leichten Bauweise deutlich geringer als im Durchschnitt in Massivbauten. Sie genügten den Anforderungen von DIN 4109 in vollem Umfang. Dies hängt mit der geringen Längsleitung entlang von Holzbauteilen und zum anderen mit der weichfedernden Befestigung der Rohrleitungen zwischen Rohdecke und schwimmendem Estrich zusammen.

Anhang

A 1: Zur Wirkungsweise der Holzbalkendecke mit unterseitig sichtbaren Balken

Der verwendete Aufbau beruht auf einer Beschwerung der Rohdecke mit 60 mm dicken Betonsteinen. Sie sollten ursprünglich auf den Sperrholz-Bauplatten aufgeklebt werden, um einen festen mechanischen Kontakt zwischen den Steinen und den Platten zu gewährleisten. Auf Vorschlag des Verfassers wurde - wegen des Widerstandes des ausführenden Handwerkers - als Alternativlösung auf das Aufkleben verzichtet und ein ca. 5 mm dicker Bitumenfilz auf die Bauplatten aufgelegt und darauf die Betonsteine, jeweils lose, verlegt. Durch Körperschall-Messungen wurde nach Fertigstellung überprüft, ob sich dadurch ein ausreichender mechanischer Kontakt zwischen Steinen und Platten ergeben hat. Dazu wurden zwei Versuche gemacht. Beim ersten Versuch wurde die fertige Decke von ihrer Unterseite her mit Luftschall beschallt und die Schwingungen der Deckenunterseite an den Bauplatten gemessen, siehe Bild 7. Daraus konnte ein Schalldämm-Maß R_V der Platten bestimmt werden, siehe Diagramm, Kurve a in Bild 7. Dazu sind zwei Vergleichswerte eingetragen und zwar Kurve b, die etwa zu erwartenden Werte für unbeschwerte Bau-Sperrplatten und Kurve c für die Bau-Sperrplatten bei geklebter Verbindung mit den Steinen. Der Vergleich ergibt, daß die nur über den Bitumenfilz aufgelegten Steine bis zu Frequenzen von etwa 400 Hz schalltechnisch voll wirksam waren, darüber ab etwa 800 Hz völlig unwirksam.

Bei einem zweiten Versuch wurde die Decke unterseitig mit einem kleinen Körperschall-Sender angeregt und der abstrahlende Luftschallpegel gemessen. Bei der Auswertung wurde auf die Anregekräfte eines Trittschall-Hammerwerks umgerechnet, sodaß sich ein "Norm-Trittschallpegel" ergab, siehe Bild 8. Dort ist der Frequenzverlauf dieser Werte eingetragen (Kurve a). Bei tiefen Frequenzen, unter 400 Hz, verhielt sich die Deckenunterseite etwa so wie eine schwere Betonplatte von 350 kg/m², siehe Linie b. Bei höheren Frequenzen

war dagegen nur noch die Holzplatte wirksam. Die Steine hatten akustisch keine Verbindung mehr.

Beide Versuche hatten somit zum selben Ergebnis geführt. Trotz der fehlenden Wirkung der Steine bei höheren Frequenzen, bedingt durch die (mäßige) Federung des Bitumenfilzes, wurde eine gute Schalldämmung der Decke als solcher erreicht. Dies ist darauf zurückzuführen, daß Holzbalken ihren schalltechnischen Schwachpunkt bei tiefen Frequenzen haben. Dort hat jedoch die Beschwerung sehr gut gewirkt.

Allerdings zeigt der Verlauf des Norm-Trittschallpegels der Decke bei mittleren Frequenzen (oberhalb 400 Hz) infolge des dort nicht mehr vorhandenen mechanischen Kontakts zwischen Steinen und Platte eine Anhebung der Norm-Trittschallpegelwerte an, siehe Bild 9, die verhinderten, daß sich bezüglich des Trittschallschutzes ein "erhöhter Trittschallschutz" ergeben hat.

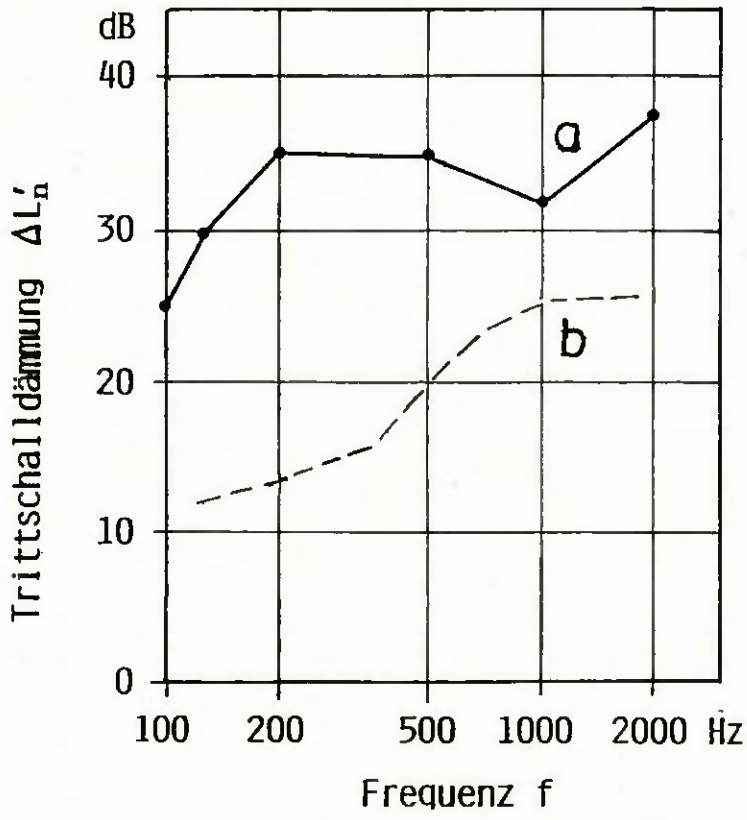
Man kann dagegen alternativ zweierlei tun:

a. Steine ankleben (was die Handwerker nicht schätzen)
b. Unter den Gehbelag eine dünne trittschalldämmende Schicht zu legen, die bei den höheren Frequenzen die Trittschalldämmung verbessert z.B. unter einem Parkettbelag einen Bitumenfilz oder eine Gummischrotmatte.

Ob diese Verbesserung jedoch bezüglich der Gehgeräusche auch nötig ist, ist nach vorgenommenen Gehgeräusch-Messungen an dieser Decke - siehe Anhang A-5 - jedoch zweifelhaft. Diese mittleren Frequenzen störten bei den Gehgeräuschen nicht mehr. Wünschenswert wäre eine solche Verbesserung im Hinblick auf die Beurteilung nach DIN 4109, wo sich ein "erhöhter Trittschallschutz" ergeben würde.

Trittschall-Dämmwirkung des Fußbodenaufbaus

Sie kann ermittelt werden, wenn der Norm-Trittschallpegel L'_n der wohnfertigen Decke mit dem einer Rohdecke, die nur aus Balken und den Baufurnierplatten besteht, verglichen wird. Derartige Werte konnten im Rohbau wegen der fehlenden Türen und z.T. Wände nicht gemessen werden. Ersatzweise wurden dafür Werte von anderen Decken mit Holzspanplatten auf Balken verwendet. Die sich so ergebende Trittschalldämmung des Asphalt-Estrichs + Beschwerungssteinen ist in dem beigefügten Diagramm als Kurve a eingetragen, zum Vergleich dazu die Mittelwerte für einen 50 mm dicken Zement-Estrich auf 30 mm Mineralfaserplatten. Der hier verwendete Asphalt-Estrich mit der 60 mm Betonsteinbeschwerung ist bei den entscheidenden tiefen Frequenzen um etwa 20 dB besser als der normale schwimmende Estrich. Lediglich bei Frequenzen um 500 - 2000 Hz sollte der Aufbau noch etwas besser sein, was allerdings beim Gehbelag nachgeholt werden kann.



A 2: Zur Luftschalldämmung der Holzbalkendecke

Für das bewertete Schalldämm-Maß R'_w der verwendeten Decke war ein Wert von etwa 57 dB erwartet worden. Tatsächlich ergab sich bei den ersten Messungen ein

$$R'_w = 51 \text{ dB}.$$

Die Ursachensuche war sehr mühselig. Zuletzt ergaben sich zwei Gründe:

a. Übertragung über die offene Fuge zwischen Asphalt-Estrich und den Wänden.

b. Zu starke Übertragung über die Wände.

Diese beiden Übertragungswege werden im folgenden besprochen.

1. Übertragung über Estrichfuge

Die Asphalt-Estriche waren durch Wellpappestreifen von den Wänden in üblicher Weise getrennt, wobei diese Streifen vor dem Verlegen der Beläge entfernt worden sind. Vor weiteren eingehenden Untersuchungen wurde zunächst die Übertragung über die Decke allein durch Körperschall-Messungen überprüft. Dazu wurde die Decke unterseitig mit Luftschall angeregt, der Luftschallpegel L_1 im Senderaum und der Körperschallpegel L_V des Asphalt-Estrichs (noch ohne Gehbelag) gemessen und daraus nach folgender Beziehung

$$R_V = L_1 - L_V - 7 \text{ dB}$$

bestimmt*). Die Meßwerte sind in Bild 10 eingetragen. Sie waren sehr hoch (R_{Vw} etwa 62 dB), weit höher als die Meßwerte der Luftschalldämmung zwischen den beiden Räumen. Bei 500 Hz betrug die Differenz 23 dB.

Bei der Suche nach weiteren Übertragungswegen wurde eine Übertragung über die etwa 5 mm breite, offene Estrichfuge vermutet. Dazu

---

*) dabei das Abstrahlmaß des Estrichs zu +1 dB gesetzt

wurde der Luftschallpegel L_F in etwa 20 mm Abstand von der Fuge gemessen und mit dem im Raum L_R verglichen. Diese Differenz ist in Bild 11 aufgetragen. Sie sollte theoretisch 6 dB betragen, wenn keine Übertragung über die offene Fuge erfolgt. Gemessen wurden unterhalb 500 Hz jedoch 8 dB. Dieser Unterschied ist relativ klein, reicht jedoch rechnerisch aus, um die starke Luftschall-Übertragung als von der Fuge herrührend erklären zu können.

Der überzeugende, quantitative Nachweis wurde dadurch geführt, daß die offene Fuge mit plastischer Dichtungsmasse verschlossen wurde. Dadurch nahm, siehe Bild 12, die Luftschalldämmung bei Frequenzen unter 500 Hz erheblich zu, sodaß sich das bewertete Schalldämm-Maß R'_w nunmehr zu

$$R'_w = 54 \text{ dB}$$

ergab. Die Anforderungen von DIN 4109 waren nunmehr erfüllt.

Deutung des Übertragungsweges

Der Lufthohlraum zwischen Rohdecke und Asphalt-Estrich (+ 6 mm Holzfaserdämmplatte) ist mit 30 mm Kokosfasermatten gefüllt. Diese weisen wegen ihrer groben und vor allem weit auseinander liegenden Fasern nur einen geringen Strömungswiderstand auf. Dadurch entsteht in dem Hohlraum ein sehr hoher Luftschallpegel, der über die Fuge in den Raum abstrahlt.

Wären statt Kokosfasermatten (von Bewohnern gewünscht) Mineralfaserplatten verwendet worden, wäre dieser Mangel nicht aufgetreten, da die letztgenannten einen hohen Strömungswiderstand haben.

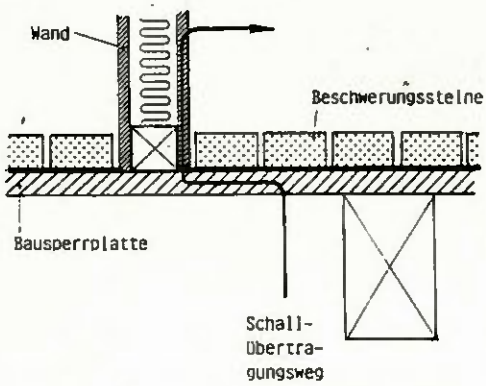
Es wurde gehoffft, daß die Abdeckung der Trennfuge mit der Fußbodenleiste aus Holz die Übertragung verringern würde. Dies war nicht der Fall. Ohne und mit Parkett samt Holz-Abdeckleisten ergab sich praktisch dieselbe Schalldämmung, siehe Bild 2. In beiden Fällen ergab sich ein bewertetes Schalldämm-Maß von

$$R'_w = 51 \text{ dB}.$$

Das ist verständlich, da die Fußbodenleisten ebenfalls einen kleinen Spalt zum Parkettbelag aufweisen.

2. Übertragung über die Wände

Oberhalb 500 Hz erfolgt die Übertragung offensichtlich über die Wände. Diese Übertragung ist im vorliegenden Fall aus folgenden Gründen vorhanden. Die Wände stehen unmittelbar auf den Holztafeln der Decke.



Dies wäre nun nicht so gravierend, wenn nicht gleichzeitig oberhalb etwa 500 Hz die Beschwerung durch die Betonsteine - bedingt durch die Federung des Bitumenfilzes - nicht mehr wirksam wäre. Dadurch wird von der Wandschale unmittelbar auf die Deckenschale übertragen. Bei tiefen Frequenzen tritt dieser Einfluß nicht auf, weil die Beschwerungssteine hier noch wirksam sind.

Zusammenfassend ist daraus zu schließen, daß die Zwischenwände, wenn irgend möglich, auf die Steine gesetzt werden oder aber die Steine angeklebt werden sollten.

A 3: Zur Wirkung des Asphalt-Estrichs

Bei einer vereinfachten Betrachtung der Trittschalldämmung von schwimmenden Estrichen wird nur die flächenbezogene Masse des Estrichs und die dynamische Steifigkeit der Dämmschicht berücksichtigt. Danach wird die Dämmwirkung eines Asphalt-Estrichs, weil er leichter ist als z.B. ein Zement-Estrich geringer eingeschätzt. Dabei wird die schon von L. Cremer festgestellte Materialdämpfung des Asphalt-Estrichs nicht berücksichtigt. Sie wurde im Rahmen der hier vorgenommenen Untersuchungen überprüft, siehe Bild 13. Dabei wurde die Körperschall-Ausbreitung über die Estrichfläche hinweg

gemessen, wenn der Estrich mit einem Trittschall-Hammerwerk angeregt war. Die Abnahme beträgt etwa 7 dB/m. Der Asphalt-Estrich ist deshalb bei der Abstrahlung des Trittschallgeräusches nach oben auch wesentlich leiser als ein Zement-Estrich. Da diese Abstrahlung auch für die Abstrahlung nach unten, zur Rohdecke hin, maßgeblich ist, ist die Übertragung auf die Rohdecke bei gleicher Dämmschicht auch geringer. Diesen Vorzügen eines Asphalt-Estrichs steht als akustischer Nachteil entgegen, daß er bevorzugt auf steiferen Dämmschichten wie Kokosfaserplatten oder steiferen Mineralfaserplatten verlegt wird, damit die Eindruckfestigkeit ausreichend groß ist. Damit hängt mittelbar ein Nachteil von Asphalt-Estrichen zusammen, der im Rahmen dieser Untersuchungen erstmals festgestellt worden ist, die Übertragung des Luftschalls über die Anschlußfugen des Estrichs an die Wände. Näheres ist in Abschnitt A 2 und Bild 12 zu entnehmen.
Nach der zugrunde gelegten Erklärung tritt der Effekt nur bei Kokosfasermatten wegen ihres geringen Strömungswiderstandes auf. Andererseits lehnen viele Bauherren Mineralfaserplatten als Dämmschicht wegen vermuteter Gesundheitsgefahren ab.

Zusammenfassend verhalten sich Asphalt-Estriche auf Kokosfasermatten zusammen mit einer Beschwerung der Rohdecke mit Steinen sehr gut. Dies geht aus Bild 9 hervor, wo der Trittschallpegel der Rohdecke und der Decke mit Asphalt-Estrich (+ Beschwerungssteinen) dargestellt ist. Die Verbesserung beträgt etwa 30 - 35 dB.

Allerdings müssen wegen der Luftschalldämmung die Wandanschluß-Fugen mit plastischer Masse verschlossen werden.

A 4: Schallbrücken beim Verlegen der Parkettbeläge

Die Decken ohne Parkettbelag wiesen ein Trittschallschutzmaß TSM von 13 dB auf. Nach dem Verlegen der Parkettbeläge ergaben sich die in Abschnitt 4.2 genannten Werte zwischen 3 und 14 dB. Dabei wurden die Werte des Norm-Trittschallpegels gegenüber der Decke ohne Parkettbelag bei allen Frequenzen etwa gleich verschlechtert, siehe Bild 14.

Die Schwingungspegel des Parkettbelags waren in etwa dieselben wie beim Asphalt-Estrich. Etwaige Resonanz-Effekte scheiden danach aus. Die Verschlechterung durch die Parkettbeläge konnte nur auf Schallbrücken mit den Wänden beruhen, wobei die Verbindung durch den Parkettkleber bei der Überbrückung der offenen Fuge des Asphalt-Estrichs nach Bild 15 als Ursache ausreichte.

Was nicht verständlich ist, ist daß die Übertragung so stark ist, obwohl ja die Körperschallpegel des Estrichs am Rande um etwa 20 dB kleiner sind als bei einem Zement-Estrich, siehe Bild 13. Trotzdem wirken sich die Parkettbeläge zum Teil so ungünstig aus. Es erscheint dringend nötig, dieser Verschlechterung im Hinblick auf die Zukunft nachzugehen.

A 5: Gehgeräusche unter der Holzbalkendecke

Da die Ergebnisse von Trittschall-Messungen mit dem Normhammerwerk und die Geräusche beim Begehen der Decken nicht immer übereinstimmen müssen, wurden vorsichtshalber auch die Gehgeräusche unmittelbar unter einer Decke (mit Parkettbelag, TSM = 14 dB) registriert, siehe Bild 16. Im Mittel ergab sich für die Geräuschspitzen ein A-bewereter Schallpegel von etwa

35 dB(A).

Dieser Wert entspricht etwa dem Gehgeräuschverhalten von üblichen Massivdecken für ein Trittschallschutzmaß von 14 dB, siehe Bild 17. Aus dem Diagramm in Bild 16 ist zu entnehmen, daß der Schwerpunkt der Trittschallgeräusche bei etwa 100 - 200 Hz liegt. Die nach der Bewertung nach dem Norm-Hammerverfahren sich ergebende Schwachstelle bei etwa 500 - 1000 Hz tritt dabei nicht auf.

Zusammenfassend ist danach zu sagen, daß die überprüfte Holzbalkendecke nicht nur nach der Messung mit dem Norm-Hammerwerk sondern auch bei der Messung unmittelbar mit Gehgeräuschen sich etwa so verhält wie eine übliche Massivdecke auf schwimmendem Estrich. Dabei ist vorausgesetzt, daß die Parkettbeläge schallbrückenfrei sind.

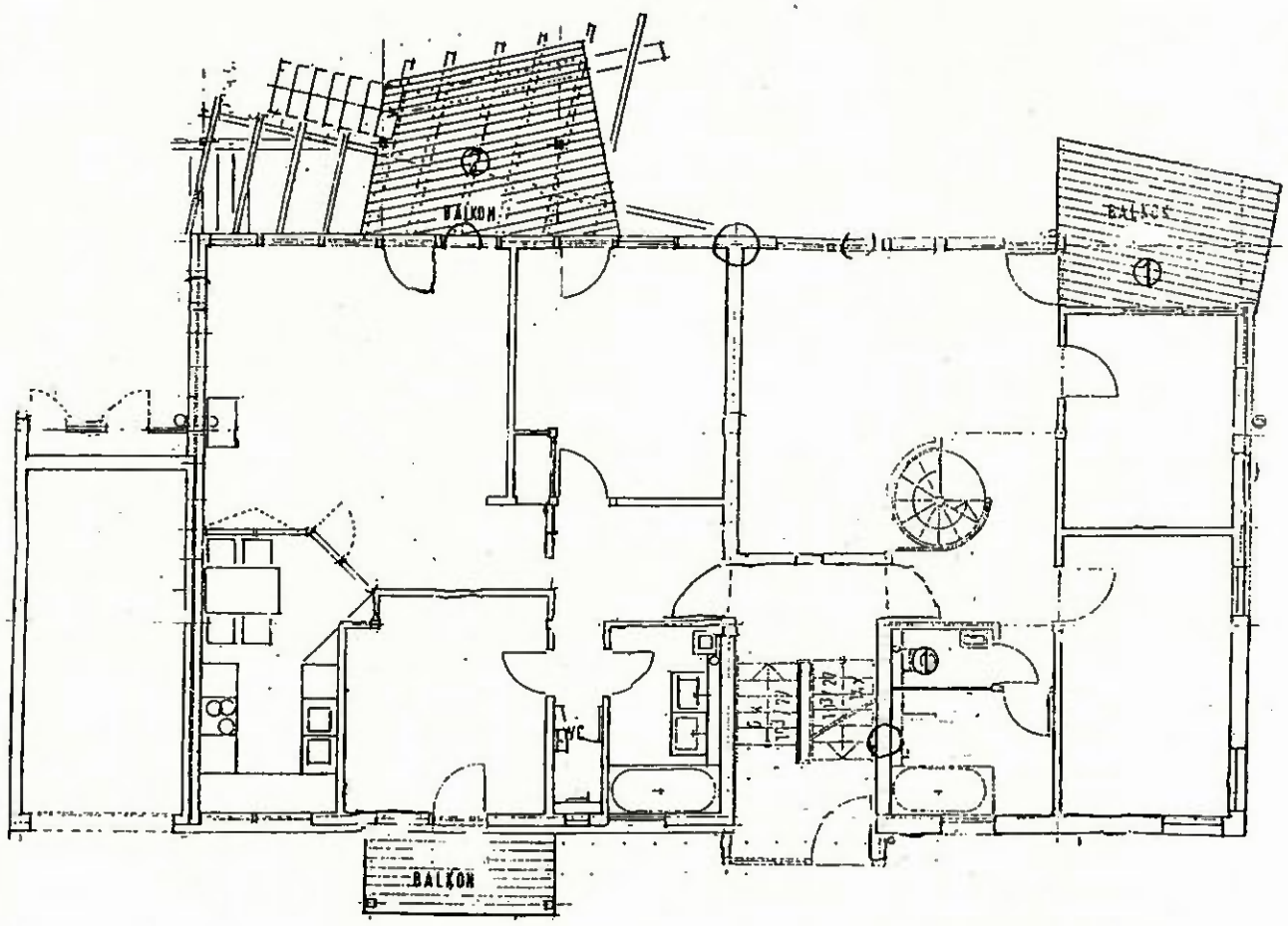


Bild 1: Hausgrundriß des untersuchten Hauses im Erdgeschoß

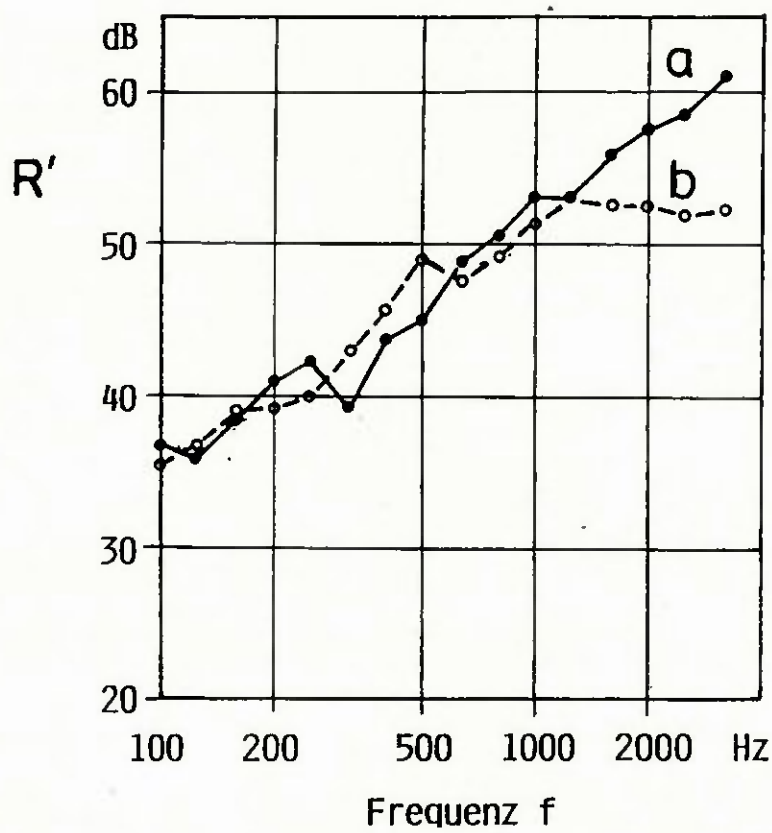
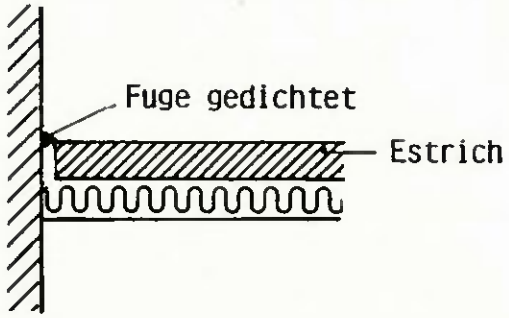


Bild 2 : Einfluß eines Parkettbelages (mit Fußleisten) auf die Schalldämmung einer Holzbalkendecke mit Asphaltestrich

a: nur Asphaltestrich, Fuge offen (R'_w = 51 dB)

b: mit Parkettbelag, Fuge mit Fußleisten abgedeckt (R'_w = 51 dB)

Die Fußleiste verhindert die Luftschall-Übertragung über die Fuge zur Wand praktisch nicht



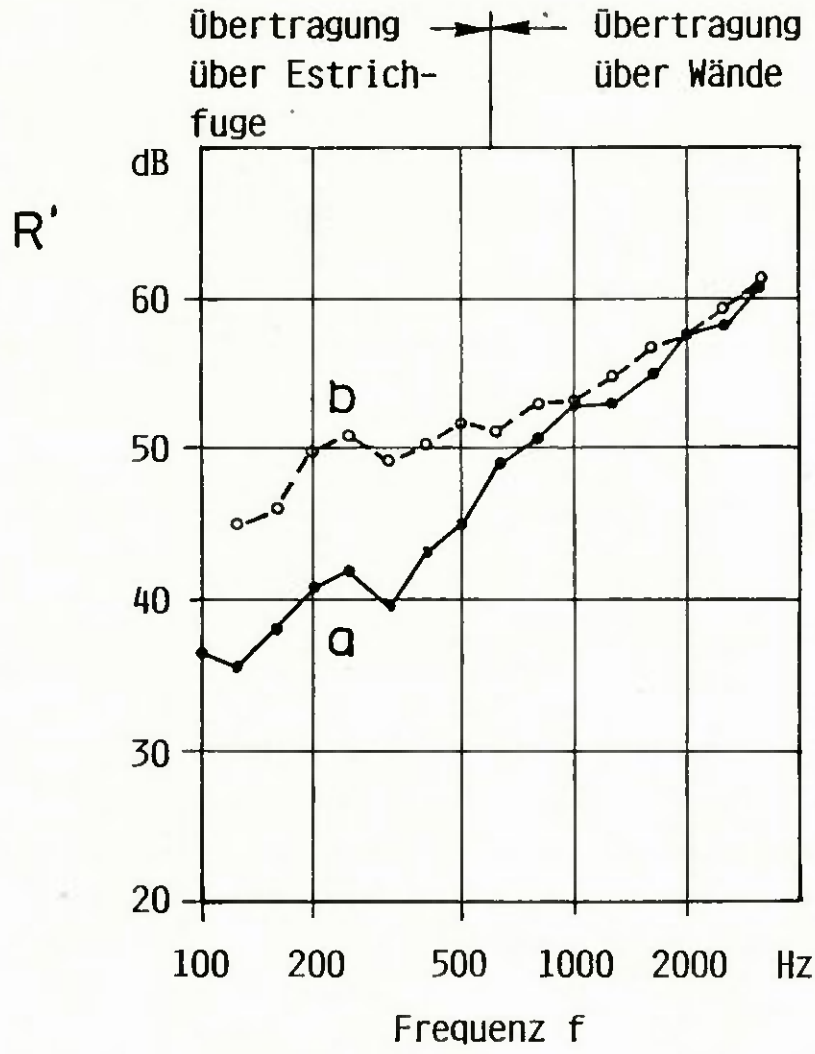
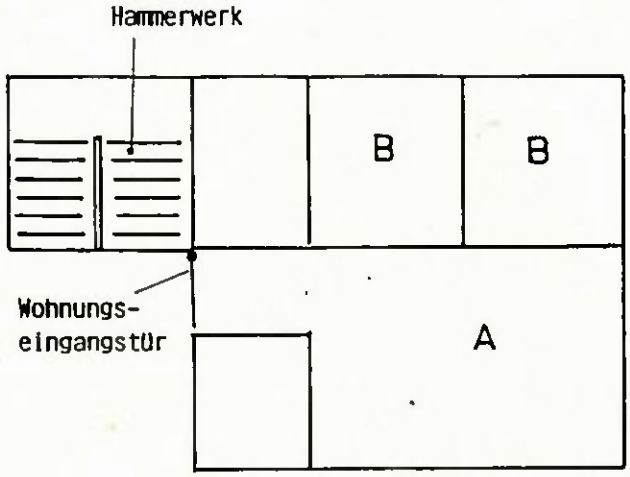


Bild 3 : Luft-Schalldämm-Maß R' einer Holzbalkendecke mit Asphalt-Estrich auf Kokosfasermatten

a: etwa 5 mm Trennfuge zu den Wänden offen

b: Fugen mit plastischer Masse verschlossen



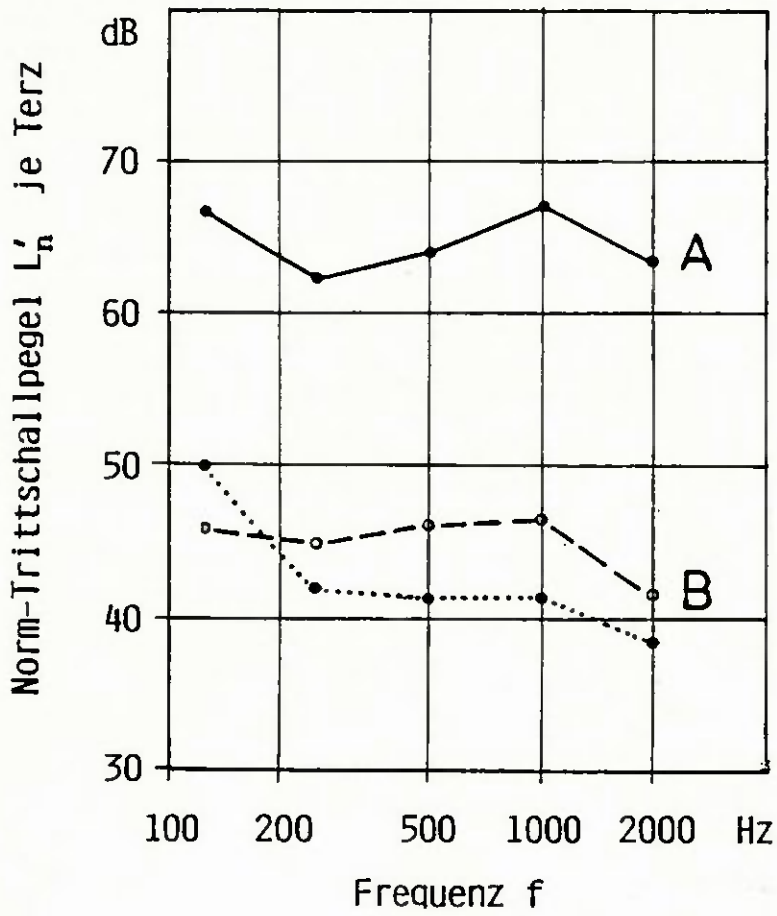
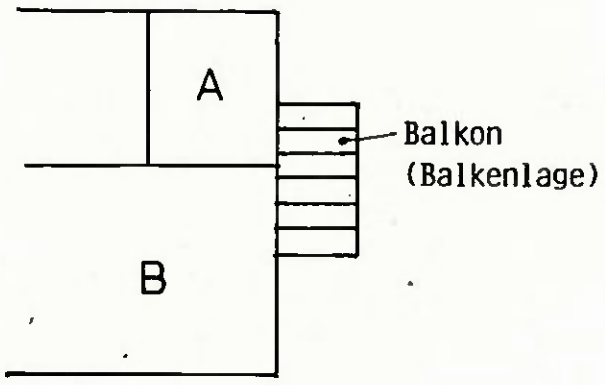


Bild 4: Trittschall-Übertragung von Treppe im Treppenraum zu den Räumen A, die nur durch eine Tür vom Treppenraum getrennt sind und den Räumen B, die über zwei Türen getrennt sind



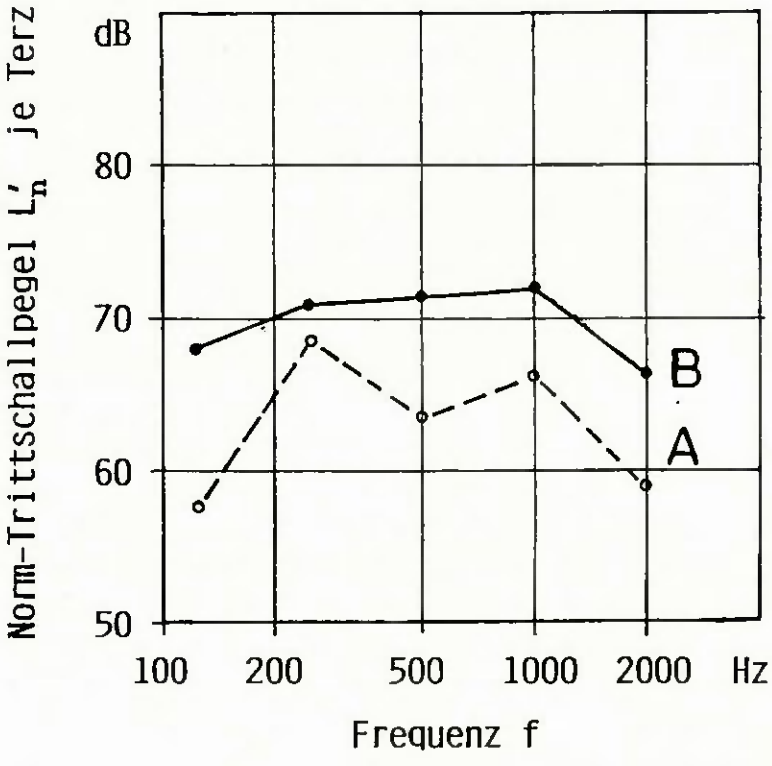
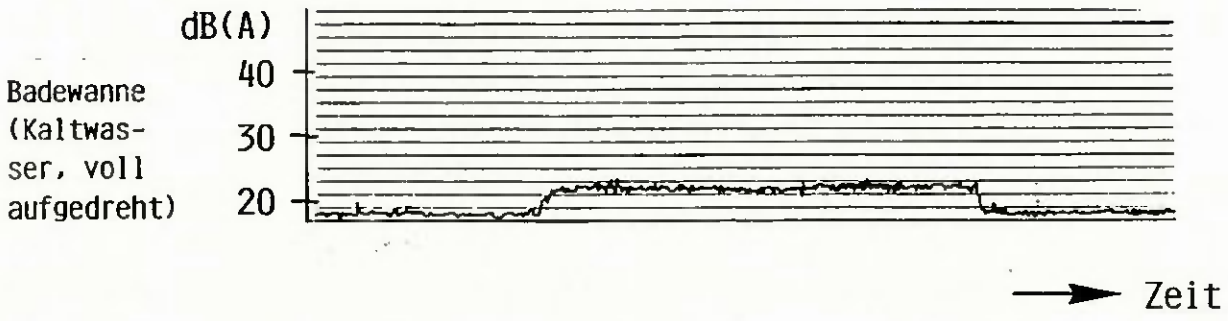


Bild 5: Trittschall-Übertragung von Balkon in schräg darunter liegende Wohnräume A und B



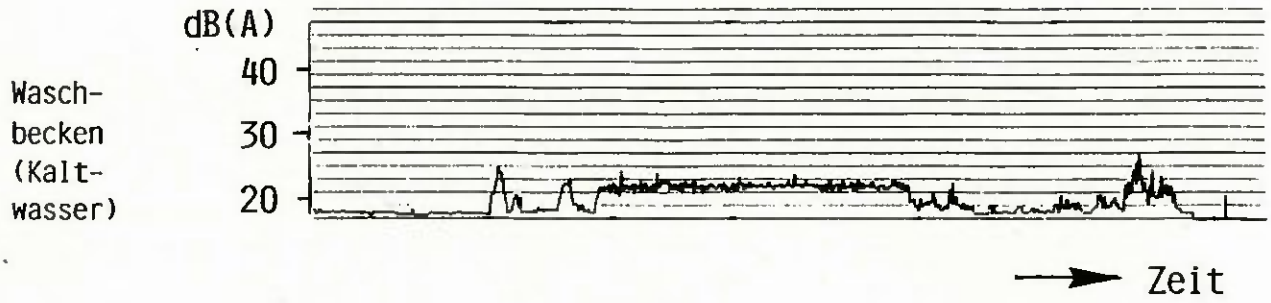
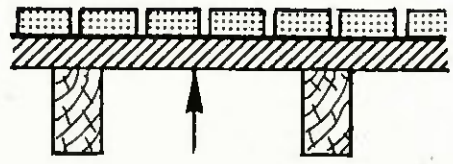


Bild 6: Installationsgeräusche aus Bad in einen schräg darunter liegenden fremden Wohnraum



Körperschall- Pegel L_V

Luftschall

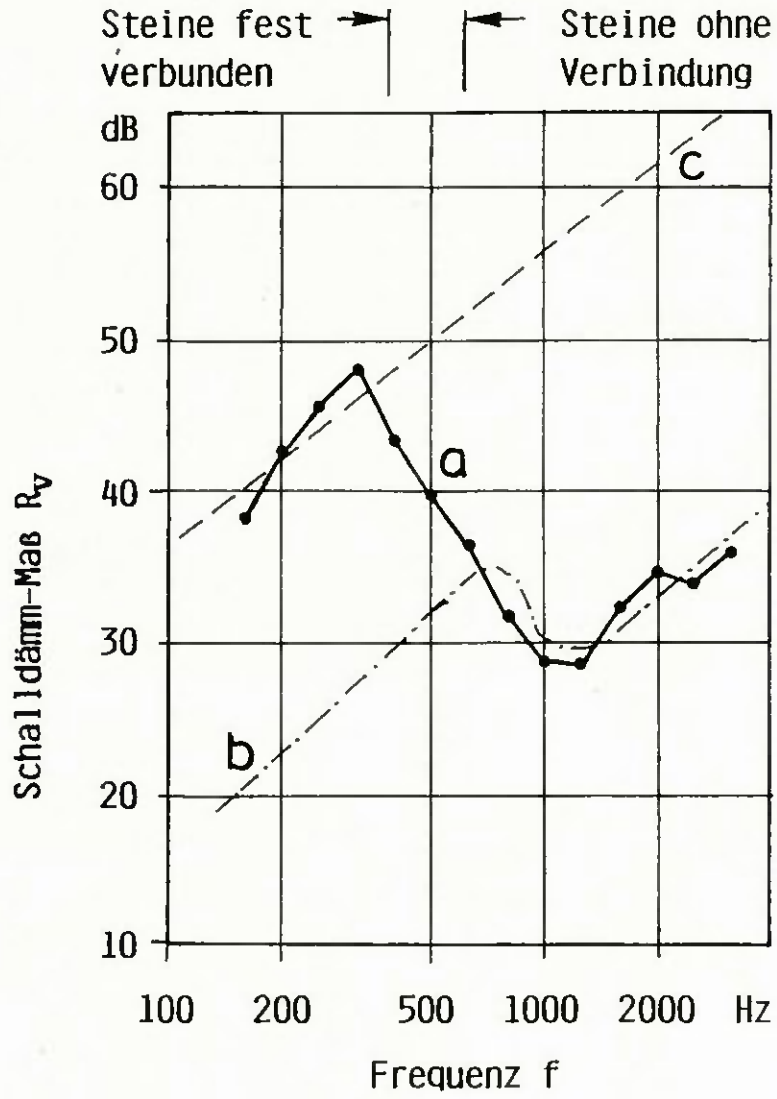
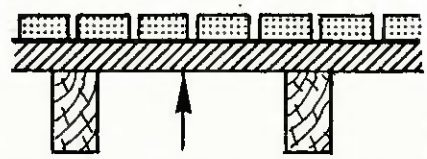


Bild 7 : Überprüfung der Luftschalldämmung (R_V) der unteren Deckenschale mit Beschwerungssteinen

a: Meßwerte

b: rechnerische Werte, für Platte, wenn keine Steine vorhanden

c: rechnerische Werte, wenn Steine mit Platten fest verbunden



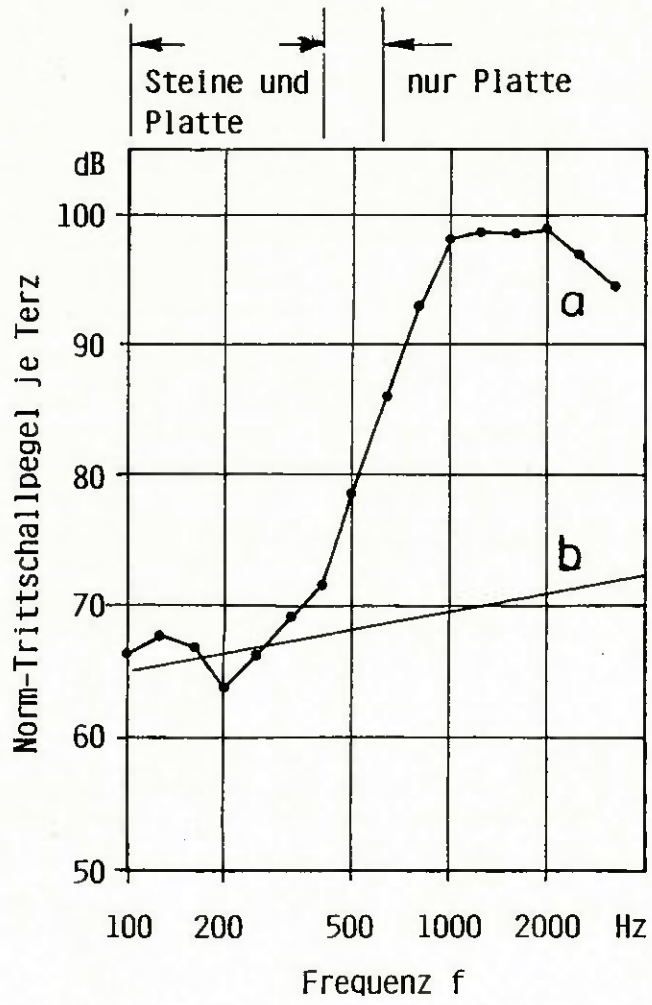


Bild 8 : Körperschall-Anregung der Decken-Unterseite, Messung des abgestrahlten Luftschalls

a: Meßwerte

b: Vergleichswerte für Massivdecke von 350 kg/m²

Unterhalb 400 Hz verhalten sich Deckenplatte und Steine wie fest verbunden.

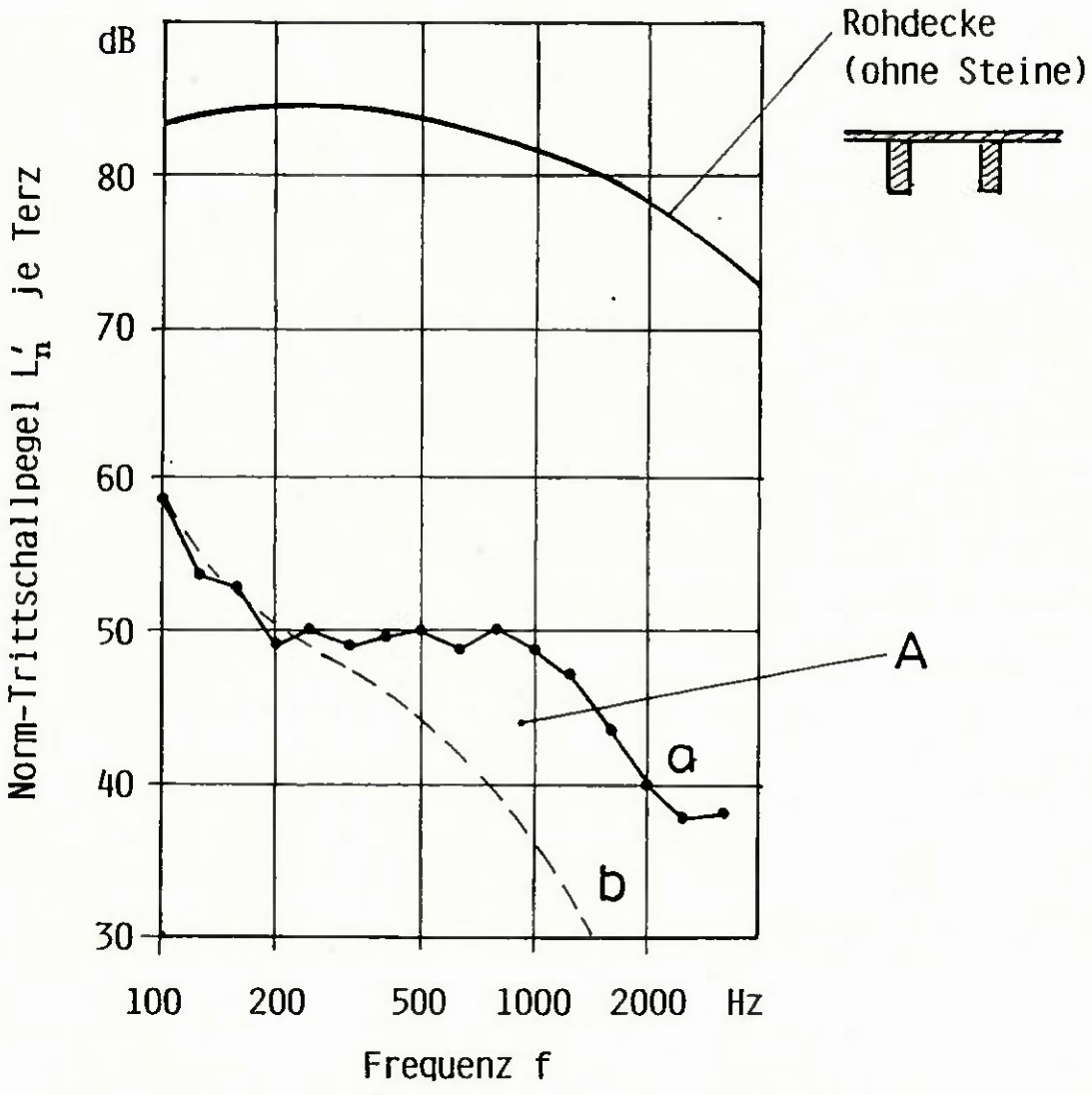


Bild 9 : Zur Auswirkung (A) des fehlenden schalltechnischen Kontakts der Beschwerungssteine mit der Rohdecke über den Bitumenfilz beim Trittschallschutz

a: gemessene Trittschallpegelwerte

b: zu erwartender Verlauf bei gutem Kontakt der Steine

Das Diagramm verdeutlicht außerdem, wie groß die Trittschalldämmung der Anordnung: "schwimmender Estrich + Betonsteine" ist, wenn man mit der "Rohdecke vergleicht.

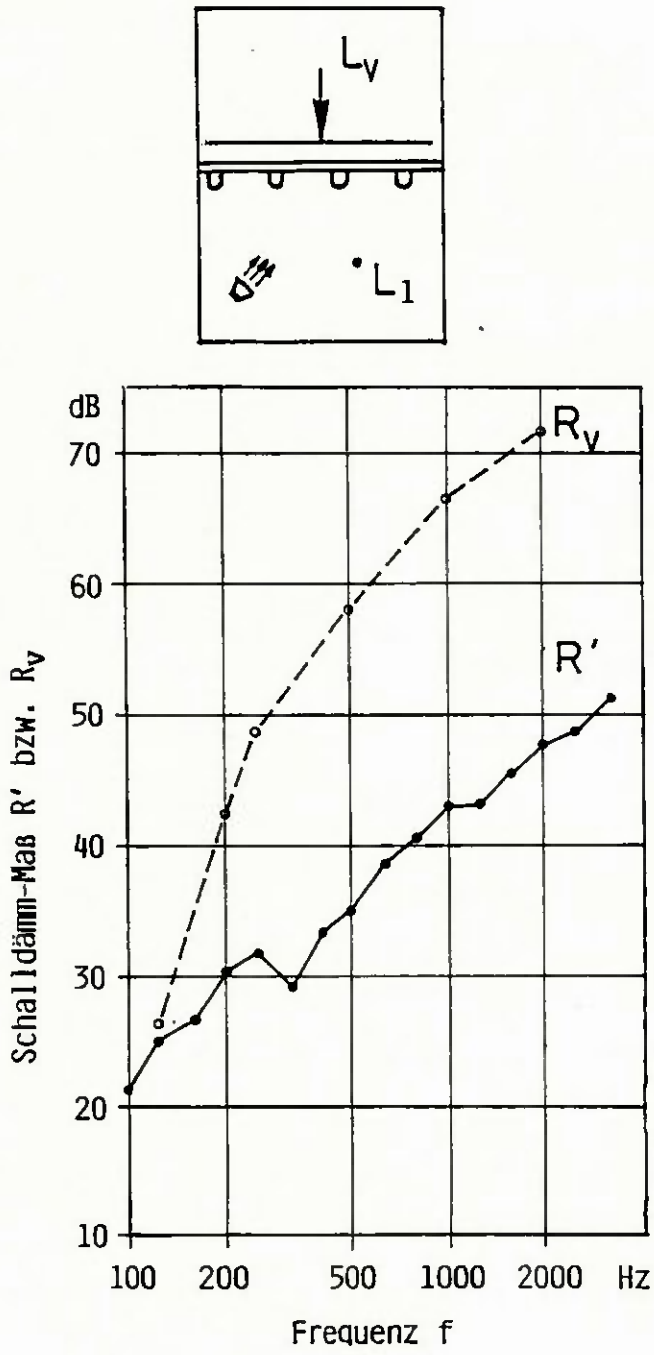
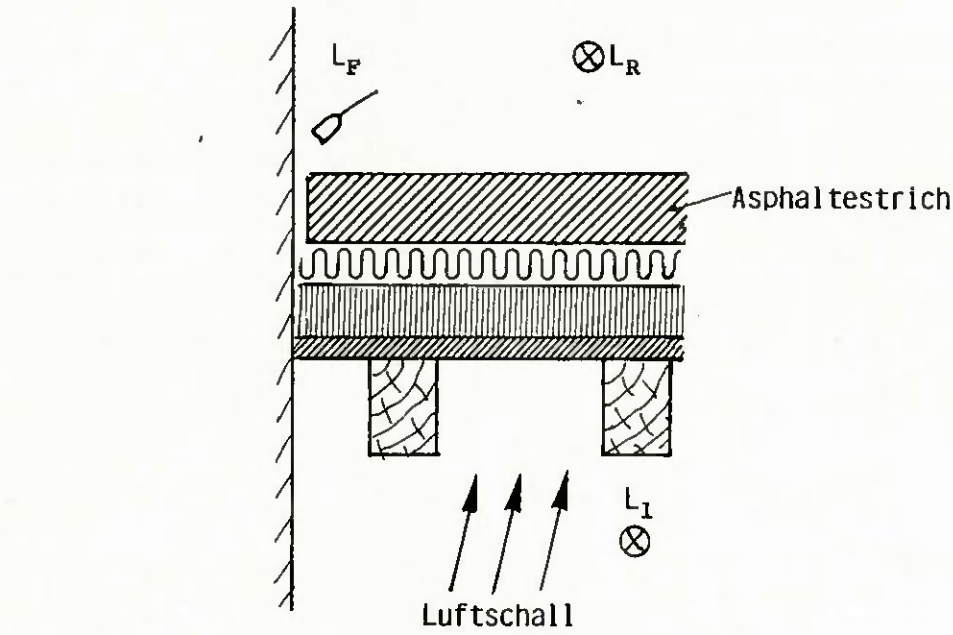


Bild 10: Vergleich des unmittelbar gemessenen Luftschalldämm-Maßes R' mit dem Schalldämm-Maß R_V (durch Messung von L_V, siehe oben)

R_V stellt die Dämmung bei alleiniger Übertragung über die Deckenfläche dar
zu geringe Dämmung somit nicht auf die Übertragung über eigentliche Decke zurückzuführen



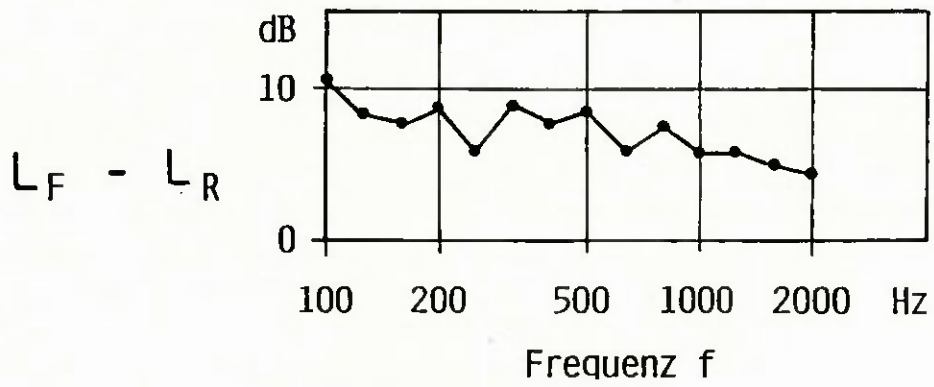


Bild 11: Aus der höheren Differenz $L_F - L_R$ als normal (6 dB) konnte geschlossen werden, daß die Luftschall-Übertragung bis ca. 500 Hz über die offene Estrichfuge erfolgt

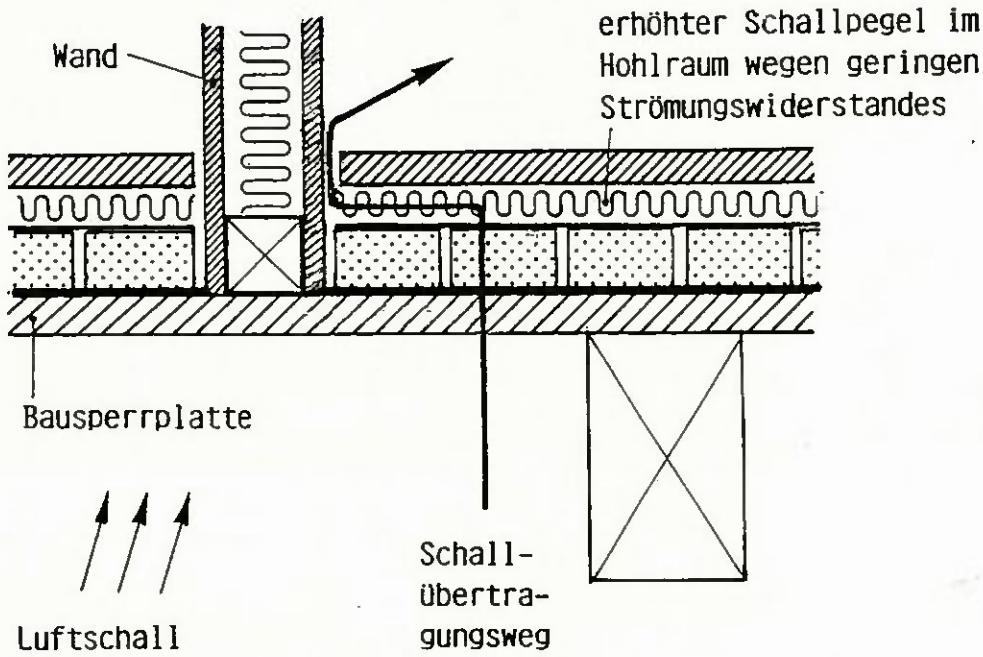


Bild 12: Erhöhte Luftschall-Übertragung über den Hohlraum unter dem Asphalt-Estrich und die offene Fuge des Estrichs zur Wand hin

Dieser Mangel trat wegen der Verwendung von Kokosfasermatten unter dem Estrich auf.

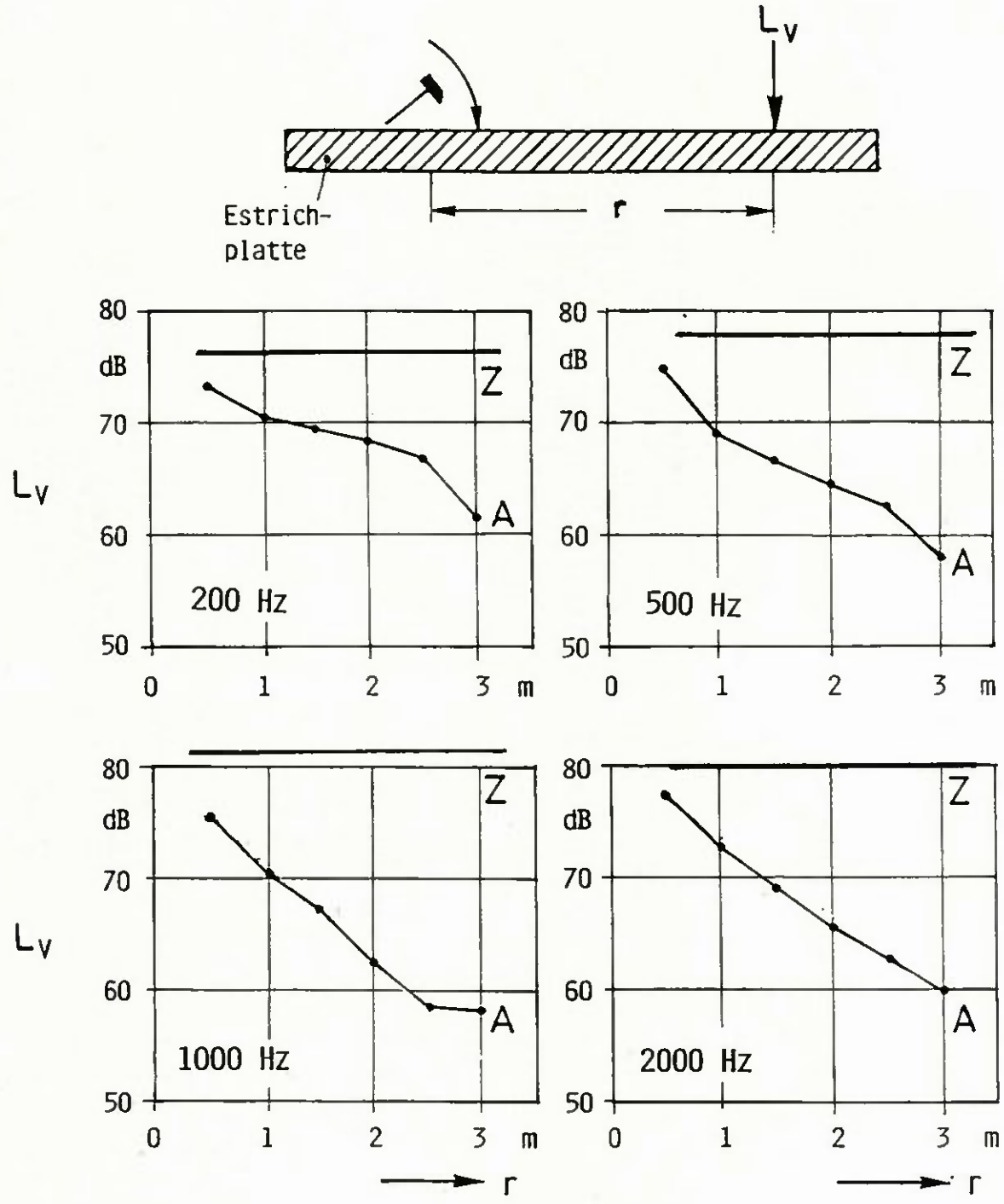


Bild 13: Ausbreitung des Körperschallpegels auf einem schwimmend verlegtem Asphaltestrich bei Anregung mit einem Trittschallhammerwerk

A: auf Asphaltestrich Z: auf Zementestrich

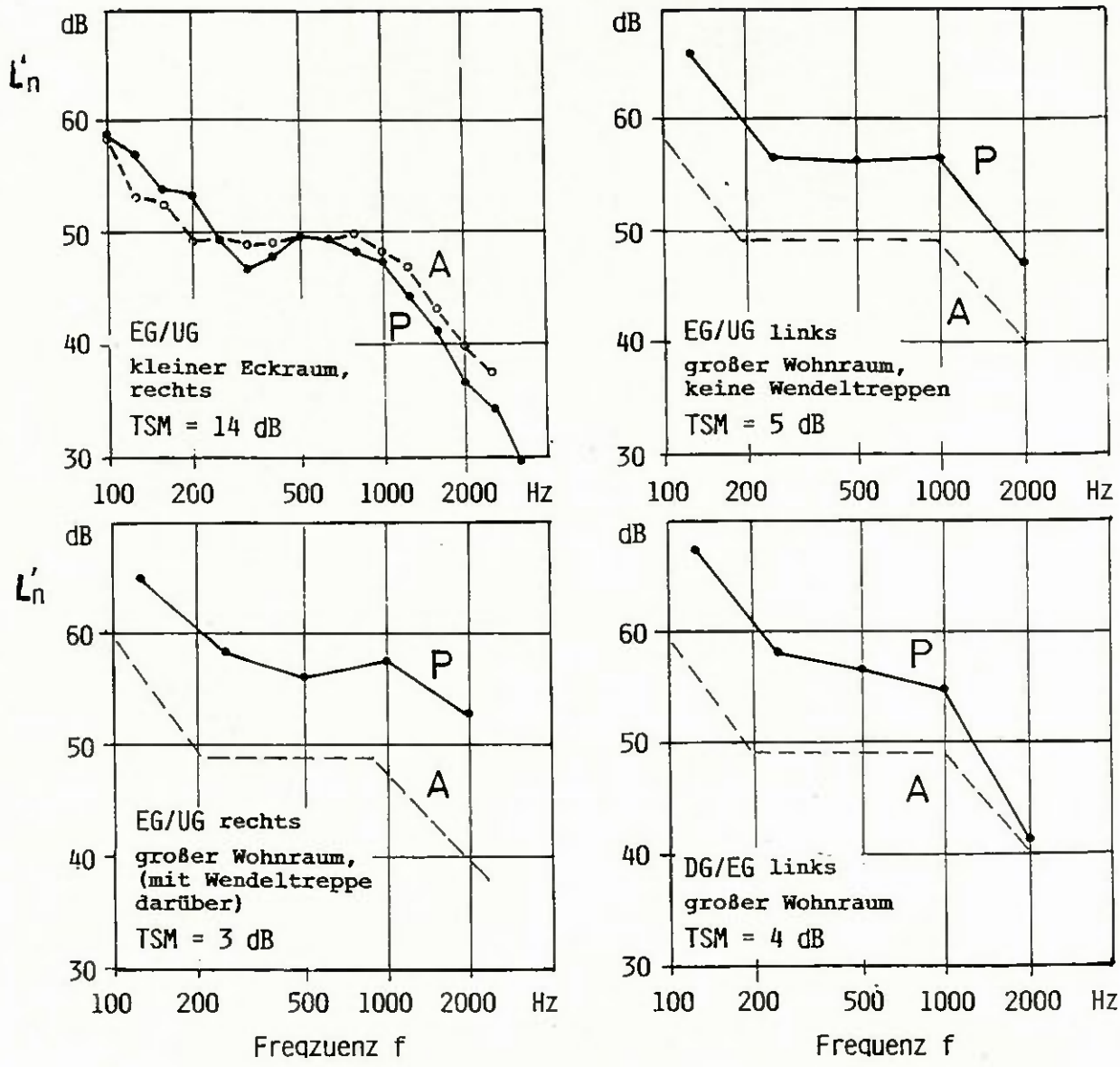


Bild 14: Verlauf des Norm-Trittschallpegels L'_n (je Terz) der Holzbalkendecke mit Asphaltestrich und Parkettbelag (P), zum Vergleich dazu nur Asphaltestrich A (in anderem Raum).

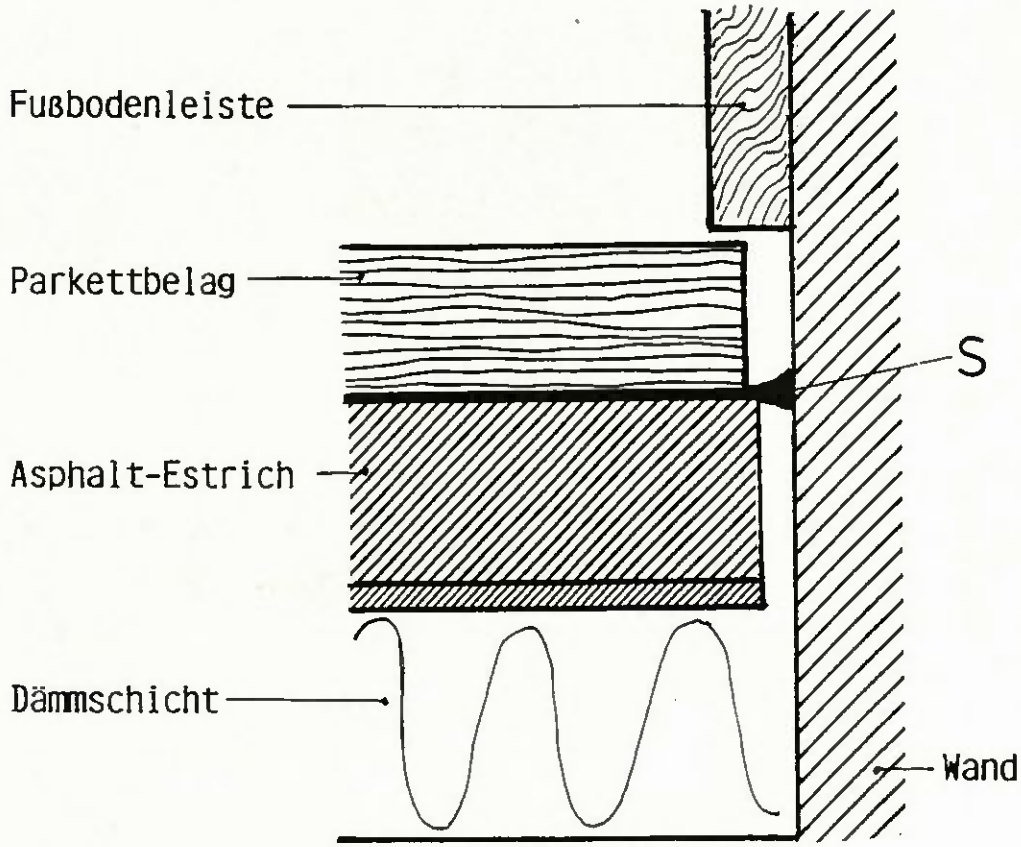
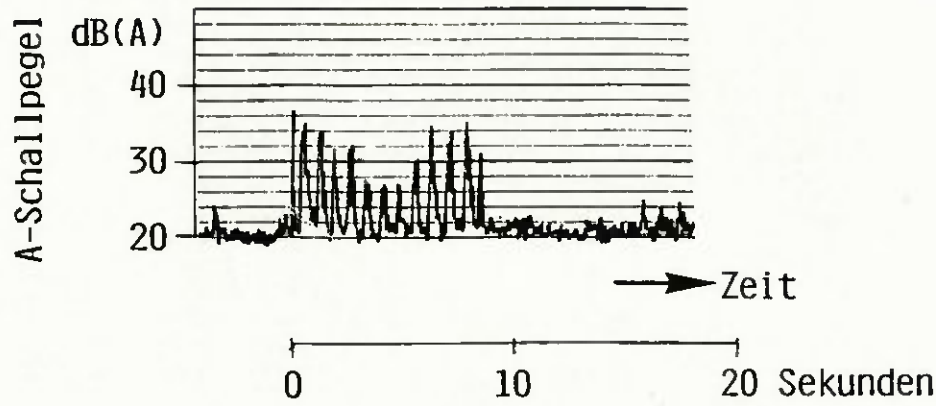


Bild 15: Vermutete Ursache der Verschlechterung der Trittschalldämmung durch Parkettbeläge

durch Schallbrücke S,
von Parkettkleber herrührend



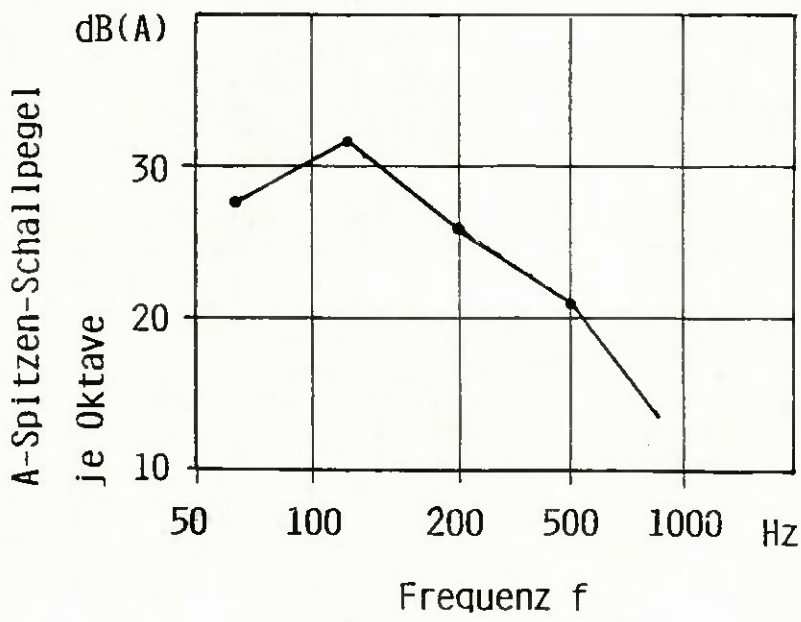


Bild 16: Zeitlicher Verlauf von Gehgeräuschen unter einer Holzbalkendecke in dB(A), Registrierstreifen oben

unteres Diagramm: Frequenzverteilung des Gehgeräusches

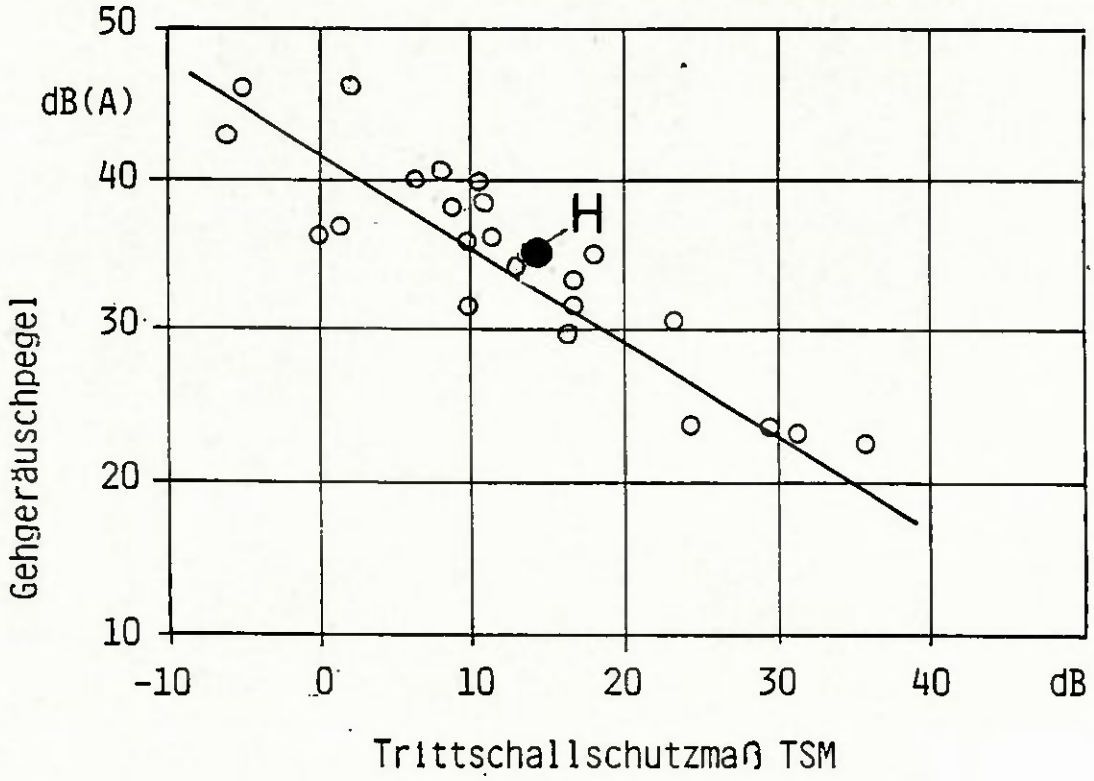


Bild 17: Vergleich der Gehgeräusche der überprüften Holzbalkendecke (H) mit den Meßwerten bei üblichen Massivdecken (o), aufgetragen in Abhängigkeit vom Trittschallschutzmaß TSM

Die Werte der Holzbalkendecke liegen im Rahmen der Werte von Massivdecken mit etwa demselben Trittschallschutzmaß-