

# Schallschutz mit Span- und Faserplatten

Referat am Pavatex-Seminar «Schallschutz» von B. Kühn, Kühn + Blickle, Bauakustik, Unterägeri

In den Monaten März und April dieses Jahres führte die Pavatex AG, Cham, in den dafür ausgezeichnet geeigneten Räumlichkeiten des neuen Gemeindezentrums von Hünenberg drei Halbtags-Seminare durch. Diese Veranstaltungen widmeten sich den Themenkreisen Materialkenntnis, Schallschutz und Brandschutz und hatten zum Ziel, Bauplaner und Architekten, aber auch Schreiner, Zimmerleute usw. mit teils bekannten, teils neuen Entwicklungen und Anwendungstechniken auf dem Gebiet der Holz- und Mineralfaser-Werkstoffe bekanntzumachen.

Neben etwas Werbung für die Produkte des Konzerns erhielten die recht zahlreichen Teilnehmer einen anspruchsvollen Fortbildungskurs vorgesetzt, an dem firmeneigene und neutrale Experten eine Fülle von Informationen vermittelten und selbst dem gewieften Praktiker einige neue Tips und Ideen mit nach Hause gaben.

Den umfangreichen Wissensstoff auch nur annähernd wiederzugeben, würde den Rahmen einer Berichterstattung bei weitem sprengen. Wir werden uns deshalb darauf beschränken, in dieser und in der nächsten Nummer unserer Zeitung Auszüge aus dem Seminar «Schallschutz» zu veröffentlichen, und danken dem Veranstalter für die uns zur Verfügung gestellten Unterlagen.

Die Redaktion

## Luftschalldämmung

Unter dem Begriff «Dämmung» versteht man die Eigenschaft eines Bauteils, die auf seine Oberfläche auftreffende Schalleistung mehr oder weniger zu reflektieren. Physikalisch drückt man die Schalldämmung durch den zehnfachen Logarithmus des Verhältnisses der auf einen Bauteil auftreffenden Schalleistung zu der von ihm durchgelassenen, nicht reflektierenden Schalleistung aus:

$$R = 10 \log \frac{P_a}{P_d}$$

Um eine hohe Schalldämmung  $R$  zu erzielen, ist ein möglichst grosser Quotient  $\frac{P_a}{P_d}$  notwendig, d.h. die von einem Bauteil übertragene Leistung muss möglichst klein sein im Vergleich zur auftreffenden Leistung. Im wesentlichen gibt es drei Arten von «Widerständen», die man dem Schall in den Weg stellen kann, nämlich einschalige Bauteile, mehrschalige Bauteile und sandwichartige Bauteile.

Im folgenden wird gezeigt, welche Ei-

genschaften notwendig sind, um einen möglichst grossen Quotienten bzw. eine hohe Luftschalldämmung erreichen zu können. Weiter wird dargetan, welche Eigenschaften Konstruktionen aus Span- und Faserplatten aufweisen sollten, damit hohe Schalldämm-Werte erreicht werden. Der letzte Teil befasst sich mit den Problemen der «Trittschalldämmung». Anhand einiger Beispiele soll gezeigt werden, wie mit relativ einfachen Konstruktionen hohe Dämmungen erzielt werden können.

## Luftschalldämmung einschaliger Bauteile

Bei einschaligen Bauteilen im akustischen Sinne handelt es sich um solche, deren Vorder- und Rückseite bei Anregung mit Schallenergie mit gleicher Amplitude und gleicher Phase schwingen. Trifft nun irgendein Schall auf die Vorderseite eines Bauteils, so schwingt dieser mit gleicher Phase wie der erregende Schall. Die Amplitude, mit welcher der Bauteil schwingt bzw. die Stärke des abgestrahlten Schalls, hängt pri-

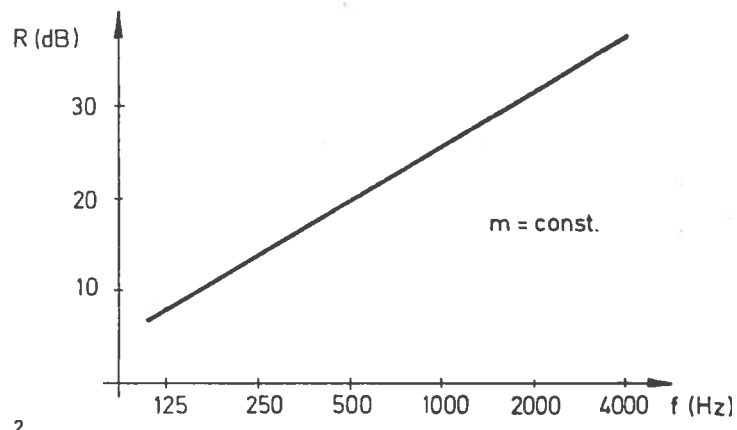
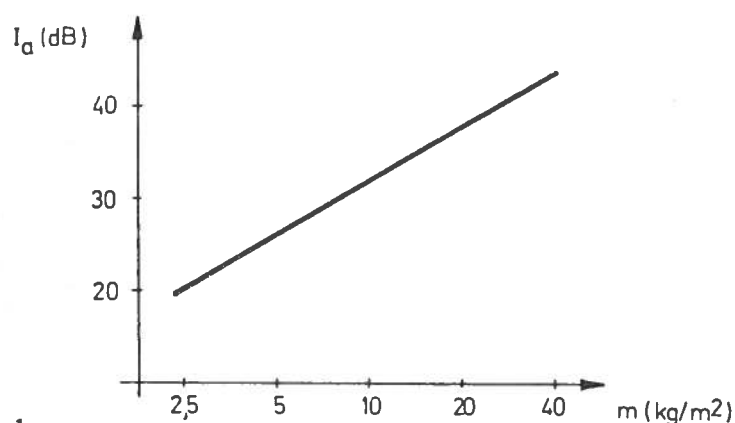
mär von seiner Masse, den dynamischen Eigenschaften, den Reibungsverlusten und der Messfrequenz ab. Bei Materialien mit idealen dynamischen Eigenschaften – das sind solche, deren Grenzfrequenz weit oberhalb des bauakustischen Bereichs liegt – muss man bei der Berechnung der Luftschalldämmung nur noch deren Masse und Frequenz berücksichtigen.

Das Diagramm der Abbildung 1 stellt die Luftschalldämmung einschaliger Bauteile in Funktion der spezifischen Masse dar. Man ersieht daraus, dass die Luftschalldämmung mit zunehmender Masse des Bauteils ansteigt. Die Zunahme beträgt 6 dB bei Verdoppelung der Masse: Während mit  $10 \text{ kg/m}^2$  zirka 32 dB erzielt werden, erreicht man mit  $20 \text{ kg/m}^2$  38 dB und mit  $40 \text{ kg/m}^2$  rund 44 dB. Bei beiden Platten sind ideale dynamische Eigenschaften, eine hohe Grenzfrequenz vorausgesetzt.

Im weiteren soll gezeigt werden, dass die Luftschalldämmung eines Bauteils mit zunehmender Frequenz zunimmt. Das Diagramm der Abbildung 2 stellt die Luftschalldämmung in Funktion der Frequenz für ein Bauteil der Masse  $m$  dar. Wiederum werden ideale dynamische Eigenschaften vorausgesetzt.

Berücksichtigt man die realen Eigenschaften der zur Verfügung stehenden Baumaterialien, so stellt man fest, dass ihre Schalldämmung mehr oder weniger von den aus den Diagrammen sich ergebenden Werten abweicht. Um sich ein genaues Bild von dem tatsächlichen Schalldämm-Verlauf eines einschaligen Bauteils machen zu können, muss man den dynamischen Elastizitätsmodul kennen. Mit dieser Grösse lässt sich dann vorherberechnen, wie ein Bauteil dimensioniert werden muss, damit seine Schalldämmung möglichst wenig von den in den Diagrammen 1 und 2 abzulesenden Werten abweicht.

Wie schon erwähnt, ist die Abweichung von den genannten Kurven um so geringer, je höher die Grenzfrequenz des Bauteils liegt. Der Zusammenhang zwischen der Grenzfrequenz und dem dynamischen E-Modul lässt sich folgendermassen darstellen:



$$f_g = \frac{6,4 \cdot 10^5}{d} \sqrt{\frac{\gamma}{E_d}} \quad (\text{Hz})$$

Nachfolgende Tabelle enthält die Grenzfrequenzen einiger Baumaterialien in Funktion ihrer Dicke:

Dicke d	5	10	20	30	(mm)
Gips	6200	3100	1550	1050	(Hz)
Spanplatte	4600	2300	1150	770	(Hz)
Faserplatte (hart)	6000	3000	1500	1000	(Hz)
Beton	3300	1650	830	550	(Hz)
Alu	2500	1250	630	420	(Hz)

Die Dicke einschaliger Bauteile muss nun derart gewählt werden, dass ihre Grenzfrequenz möglichst ausserhalb des bauakustischen Frequenzbereichs liegt, d. h. oberhalb von zirka 3000 Hz. Lässt sich eine solche Dimensionierung nicht realisieren, so muss man mit einem mehr oder weniger ausgeprägten Einbruch der Luftschalldämmung in der Umgebung der Grenzfrequenzen rechnen. Das Diagramm der Abbildung 3 soll es veranschaulichen.

Die Kurve A stellt den Luftschalldämmverlauf eines ideal biegeweichen einschaligen Bauteils dar, wie ihn bereits Abbildung 2 zeigt. Die Kurve B repräsentiert den Schalldämmverlauf eines Bauteils, dessen Grenzfrequenz im bauakustischen Messbereich liegt. Die Abweichung von der Kurve A bzw. der Schalldämm-Einbruch in der Umgebung der Grenzfrequenz ist auf die Energie-Abstrahlung der sogenannten freien Biege-Wellen zurückzuführen, die durch den angreifenden Schallwechseldruck ausgelöst werden. Wie schon erwähnt, lässt sich diese zusätzliche Schallabstrahlung durch eine richtige Dimensionierung des Bauteils weitgehend vermeiden.

Grundsätzlich verändert sich die Lage der Grenzfrequenz mit zunehmender Dicke des Bauteils gegen tiefere Frequenzen und wirkt sich folglich immer ungünstiger auf die Luftschalldämmung aus. Das Diagramm der Abbildung 4, bei dem der Luftschall-Isolationsindex  $I_a$  in Funktion der spezifischen Masse dargestellt wird, macht dies deutlich. Bei Bauteilen, deren spezifische Masse im

Bereich A liegt, nimmt die Schalldämmung um 6 dB pro Massenverdoppelung zu. Bei diesen Bauteilen liegt die Grenzfrequenz oberhalb des bauakustischen Messbereichs. Anders verhält es sich bei Bauteilen, deren Masse im Bereich B liegt. Trotz zunehmender Masse des Bauteils steigt die Luftschalldämmung nicht an. Der Grund dafür ist die Grenzfrequenz, welche sich mit zunehmender Masse bzw. Dicke des Bauteils gegen tiefere Frequenzen hin verlagert. Es wäre folglich wenig sinnvoll, die Masse eines einschaligen Bauteils von 8 kg/m<sup>2</sup> auf beispielsweise 24 kg/m<sup>2</sup> zu erhöhen, es sei denn, man würde den Bauteil aus einzelnen, miteinander verbundenen Schichten aufbauen. Bauteile, deren Masse sich im Bereich C befindet, weisen eine im unteren bauakustischen Messbereich liegende Grenzfrequenz auf. In diesem Bereich erhöht sich die Luftschalldämmung bei Verdoppelung der spezifischen Masse um 7,5 dB.

Übliche, in Leichtbauweise hergestellte einschalige Bauteile aus anorganischen Materialien haben eine spezifische Masse zwischen etwa 8 und 60 kg/m<sup>2</sup>. Sie liegen gemäss Abbildung 4 im Bereich B. Ihre Schalldämmung ist nahezu unabhängig von ihrer Masse. Um nun ihre Schalldämmung trotzdem erhöhen zu können – theoretisch sind Werte erreichbar, wie sie die Kurve A in Abbildung 4 zeigt –, muss man ihre Grenzfrequenz auf irgendeine Art und Weise erhöhen.

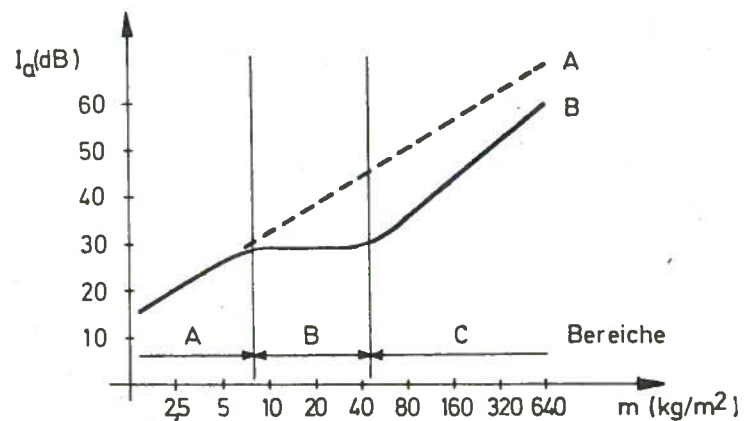
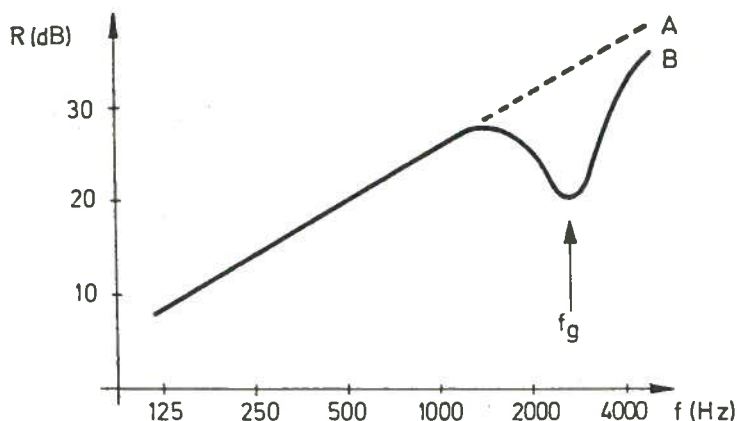
Wie bereits erwähnt, hängt die Grenzfrequenz von der Dicke des Bauteils ab. Durch kreuzweise Nuten bzw. durch Aufsetzen von Punktmassen kann man die Grenzfrequenz von einschaligen Bauteilen wesentlich erhöhen. Da sich diese Möglichkeit nicht immer bietet, behilft man sich mit einer (Bedämpfung) des Bauteils in Form einer punktwise aufgetragenen Gips- oder Holzplatte. Diese hat die Aufgabe, den Schalldämmeinbruch in der Umgebung der Grenzfrequenz auszuglätten. Durch eine ausreichend schubweiche Verbindung der beiden Schichten erzielt man eine Luftschalldämmung, die annähernd der einer ideal biegeweichen Platte dersel-

ben Masse entspricht. Solche Bedämpfungsmassnahmen finden vor allem bei doppelschaligen Wänden Anwendung.

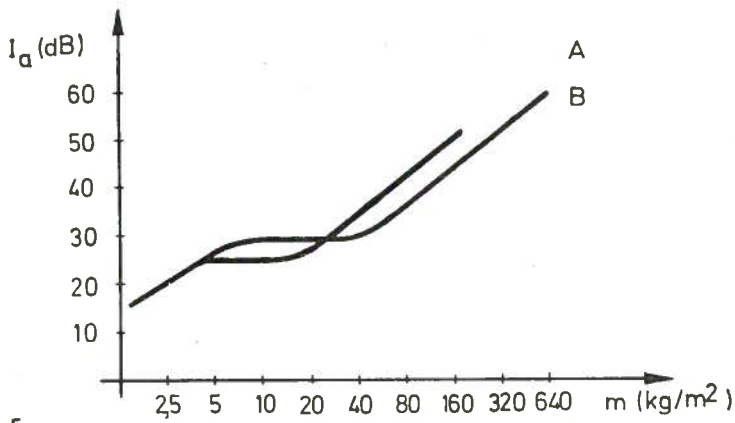
*Vor- und Nachteile von Holzbauplatten*

Wie bereits festgestellt, hängt die Lage der Grenzfrequenz nicht nur vom dynamischen E-Modul, sondern auch vom spezifischen Gewicht bzw. der Masse eines Baumaterials ab. Da nun die üblichen Holzwerkstoffe ein kleineres spezifisches Gewicht aufweisen als anorganische Stoffe, liegt ihre Grenzfrequenz stets tiefer. Das hat zur Folge, dass der Schalldämmeinbruch in der Umgebung der Grenzfrequenz bei Holzwerkstoffen im bauakustischen Bereich liegt. Diese ungünstige Eigenschaft ersieht man aus dem Diagramm der Abbildung 5, wo der Luftschall-Isolationsindex  $I_a$  über die Masse des Bauteils aufgetragen ist. Die beiden Kurven stehen für die Parameter organische (Kurve A) und anorganische (Kurve B) Materialien.

Ein organischer Baustoff mit einer spezifischen Masse von 10 kg/m<sup>2</sup> weist somit eine um etwa 5 dB schlechtere Luftschalldämmung auf als ein anorganisches Material gleicher Masse. Dieser ungünstigen Eigenschaft leichter Platten aus Holzwerkstoffen kann entgegen gewirkt werden, indem die Grenzfrequenz einschaliger Bauplatten durch Schichten derselben erhöht wird. Sodann besteht die Möglichkeit, die Plat-



- 1 Luftschall-Isolationsindex  $I_a$  einschaliger Bauteile in Funktion der spezifischen Masse bei idealen dynamischen Eigenschaften
- 2 Abhängigkeit der Luftschalldämmung eines Bauteils von der Frequenz bei Vernachlässigung der dynamischen Eigenschaften
- 3 Schalldämmverlauf eines einschaligen Bauteils bei Berücksichtigung der dynamischen Eigenschaften (Kurve B)
- 4 Luftschall-Isolationsindex  $I_a$  von einschaligen Bauteilen bei Berücksichtigung der dynamischen Eigenschaften (Kurve B); Schalldämmung bei Vernachlässigung der dynamischen Eigenschaften (Kurve A)



ten kreuzweise zu nutzen. Dadurch wird ihre wirksame Dicke reduziert und somit die Grenzfrequenz erhöht. Weiter ist aus Abbildung 5 zu entnehmen, dass organische Bauplatten, deren Masse grösser ist als etwa  $25 \text{ kg/m}^2$ , den Schall besser dämmen als gleich schwere anorganische Platten.

Holzwerkstoff, dessen Eigenschaften annähernd denjenigen des Gipskartons entsprechen, kennt man die Hartfaserplatten. Wegen ihres hohen spezifischen Gewichtes und ihrer günstigen dynamischen Eigenschaften sind sie für ein- und mehrschalige Konstruktionen sehr gut geeignet. Als Nachteil erweist sich vielleicht ihre geringe mechanische Festigkeit, deretwegen sie kaum als einschaliges Bauteil in Betracht fallen.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass sich der Luftschall-Isolationsindex von gewöhnlich dimensionierten homogenen Holzbauplatten mit Dicken zwischen etwa 5 und 25 mm zwischen 24 dB und 29 dB bewegt. Dies sind relativ niedere Schalldämmwerte, die z. B. von Türblättern im Minimum erbracht werden müssen. Für Trennwände reichen diese Werte nicht aus, da dort normaler-

weise Schalldämmungen in der Größenordnung zwischen 40 und 45 dB gefordert werden.

### Luftschalldämmung von Schichtplatten aus Span- und Faserplatten

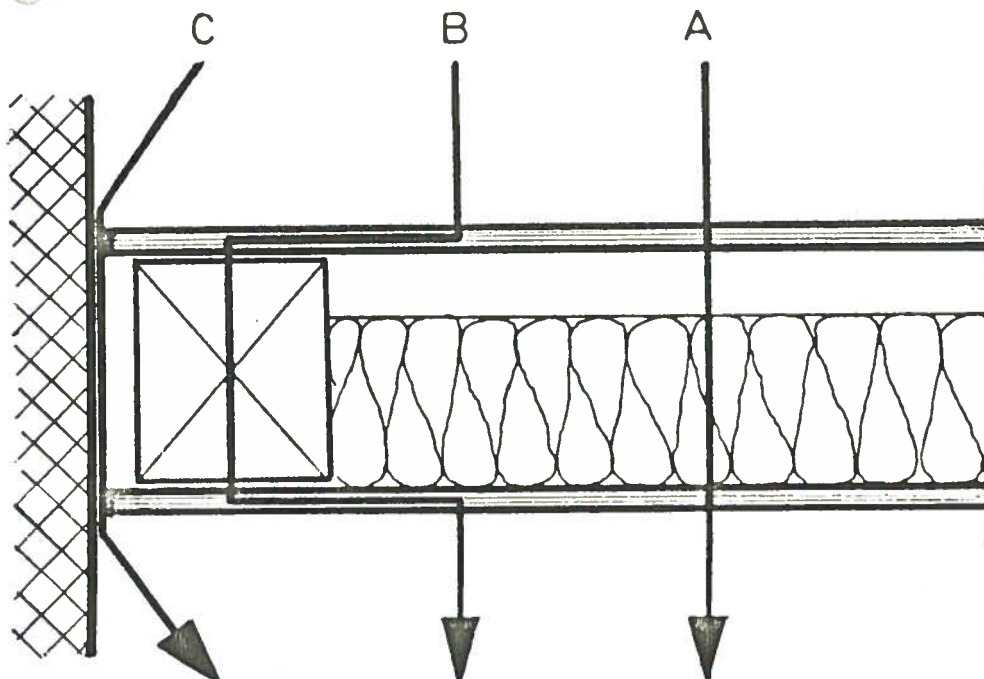
Wie bereits erläutert (siehe Abbildung 5, Kurve A), ist die Luftschalldämmung normal dimensionierter, homogener Holzplatten von der spezifischen Masse nahezu unabhängig. Wie kann diesem Phänomen entgegengewirkt werden?

Die Tabelle in Abschnitt 1 zeigt, dass die Grenzfrequenz mit abnehmender Dicke des Baumaterials zunimmt. Aus dieser Überlegung heraus entstanden die Schichtplatten, die aus einzelnen, miteinander verbundenen Platten bestehen. Die für die Grenzfrequenz massgebende Dicke bei dieser Konstruktionsart stellt nicht die Gesamtdicke der Platten dar, sondern die Dicke der einzelnen Schichten. Voraussetzung für das Funktionieren des Systems ist eine *schubweiche* Verbindung der einzelnen Schichten untereinander. Dies kann durch punktwises Verkleben oder Verschrauben bzw. Verklammern der ein-

zelnen Schichten geschehen. Ein vollflächiges Verkleben der einzelnen Schichten untereinander ergäbe eine schubsteife Verbindung und würde zu einer ungünstigen Schalldämmung führen. Durch diese Konstruktionsart können relativ dicke Platten hergestellt werden deren Grenzfrequenz aber durch die Dicke der einzelnen Schichten bestimmt wird. Als Schichten kommen Holzspan-, Holzfaser- und Gipsplatten, Bleche, Kunststoffolien usw. oder Kombinationen derselben in Frage.

Man kann auch sandwichartige aufgebaute Schichtplatten konstruieren, die einen Kern aus Weichfaserplatten aufweisen; wichtig ist dabei wiederum eine schubweiche Verbindung der einzelnen Schichten untereinander. Bei einer dynamisch allzuweichen Kernschicht treten Resonanzen auf, welche die Luftschalldämmung in erheblichem Masse vermindern.

Im Diagramm der Abbildung 6 sehen wir die Luftschalldämmung von Schichtplatten im Vergleich zu einschaligen Konstruktionen. Kurve A stellt die Schalldämmung ideal biegeeweiche Platten dar und Kurve B die Dämmung einschaliger, homogener Holzwerkstoffe. Mit Schichtplatten sind, wie ersichtlich, Verbesserungen der Luftschalldämmung bis zu 10 dB möglich, ohne ihre Masse bzw. Dicke erhöhen zu müssen



5 Luftschall-Isolationsindex von organischen (Kurve A) und anorganischen (Kurve B) Bauplatten in Abhängigkeit der spezifischen Masse

6 Luftschall-Isolationsindex von Schichtplatten in Funktion der spezifischen Masse (als Punkte eingezeichnet)

7 Schallübertragungswege bei einer doppelschaligen Wand

8 Einfluss der Verbindung Schalen-Ständerwerk auf die Luftschalldämmung

9 Schalldämmverlauf einer doppelschaligen Trennwand mit ungedämmten (Kurve A) und gedämmten (Kurve B) Wandschalen



Derartige Verbesserungen lassen sich aber, wie erwähnt, nur erzielen, wenn die einzelnen Schichten richtig dimensioniert und schubweich miteinander verbunden sind.

### Luftschalldämmung von zweischaligen Bauteilen

Ganz anders als bei einschaligen und geschichteten Bauteilen liegen die Verhältnisse bei zweischaligen Konstruktionen in Leichtbauweise. Hier werden zwei einzelne Schalen in einem bestimmten Abstand voneinander montiert. Das Luftpolster zwischen den Schalen wird mit Mineralwolle gefüllt. Dieses sogenannte Masse-Feder-Masse-System weist eine genau berechenbare Eigenfrequenz auf, oberhalb welcher die Luftschalldämmung wesentlich stärker ansteigt als die einer gleichschweren einschaligen Wand.

Um also einen Vorteil gegenüber einer Eichwand erzielen zu können, ist es wichtig, die Eigenfrequenz möglichst unter 100 Hz zu legen. Aus dieser Forderung resultiert ein Produkt von Masse je Schale  $\times$  Luftabstand von zirka 80 kg/cm. Beträgt zum Beispiel die Masse einer Schale 10 kg/m<sup>2</sup>, so sollte sich der Luftabstand zwischen den beiden Schalen auf mindestens 8 cm belaufen. Wichtig ist dabei, dass der Luftraum zwischen den beiden Schalen mit Mineralwolle bedämpft wird.

In Abbildung 7 werden die für die Luftschalldämmung verantwortlichen Übertragungswege dargestellt. Für die Schallübertragung über eine Doppelwand sind im wesentlichen drei Wege verantwortlich: Weg A stellt die Energieübertragung über den Hohlraum dar, Weg B die Körperschallübertragung von einer Schale zur anderen, über die gemeinsame Verbindung; Weg C ist wohl die Übertragung, die am meisten Kummer bereitet: Fugen und andere Undichtheiten.

Der Übertragungsweg A ist bestimmend für die Luftschalldämmung bei tiefen Frequenzen. Bei richtiger Dimensionierung der Schalen und des Luftabstandes zwischen den einzelnen Schalen kann er klein gehalten werden. Schwieriger liegen die Verhältnisse beim Übertragungsweg B, welcher für die Luftschalldämmung im Mittel- und Hochtonbereich massgebend ist. Die aus statischen Gründen geforderte Verbindung zwischen den beiden Schalen stellt im akustischen Sinne eine Schallbrücke dar, welche die auf die eine Wandschale eingespiesene Körperschallenergie mehr oder weniger stark auf die andere Wandschale überträgt. Es ist daher wichtig, diese Verbindung so weich bzw. lose wie möglich zu halten. Eine vollflächige Verklebung oder feste Verschraubung der einzelnen Schalen an das Ständerwerk erweist sich als äusserst ungünstig. Vielmehr sollten die Schalen nur punktwise oder über weiche, federnde Bleche usw. miteinander verbunden werden.

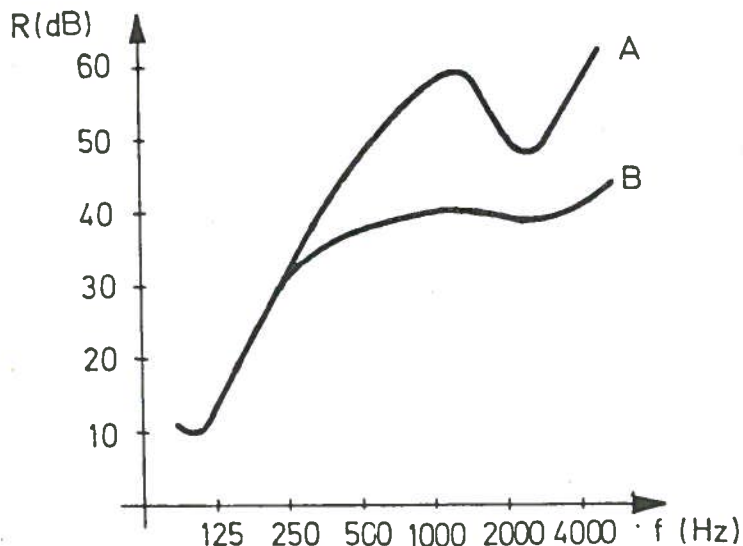
Bei Ständerwerken aus Holz oder Stahlrohrpfosten hat sich eine Verbindung bewährt, bei der die Schalen mittels weniger Haken am Ständerwerk eingehängt bzw. befestigt werden. Denkbar wäre auch eine Verbindung mit Schrauben, bei der zwischen Schalen und Ständerwerk Unterlagsscheiben gelegt werden, so dass die Schalen nicht vollflächig aufliegen. Noch besser ist ein Ständerwerk aus sehr dünnen Z-Stahlblechprofilpfosten, an welche die Schalen beidseitig festgeschraubt werden können. Das Diagramm der Abbildung 8 soll die Bedeutung der Körperschallübertragung bzw. der richtigen Verbindung der Schalen mit dem Ständerwerk darstellen. Daraus geht hervor, dass die Luftschalldämmung im Mittel- und Hochtonbereich durch die Verbindungsart der Schalen bestimmt wird. Bei gar keiner oder ausreichend weicher Verbindung (z.B. Schalen über Z-Stahlblechprofil

verbunden) gilt die Kurve A. Bei fester Verbindung, wenn z.B. die Schalen vollflächig auf ein gemeinsames Ständerwerk aus Holz oder Stahlrohrprofilen geschraubt oder geklebt werden, kann mit dem Schalldämmverlauf nach Kurve B gerechnet werden. Bei der üblichen Verbindungsart ist mit einem Schalldämmverlauf zu rechnen, der zwischen den beiden Kurven A und B liegt.

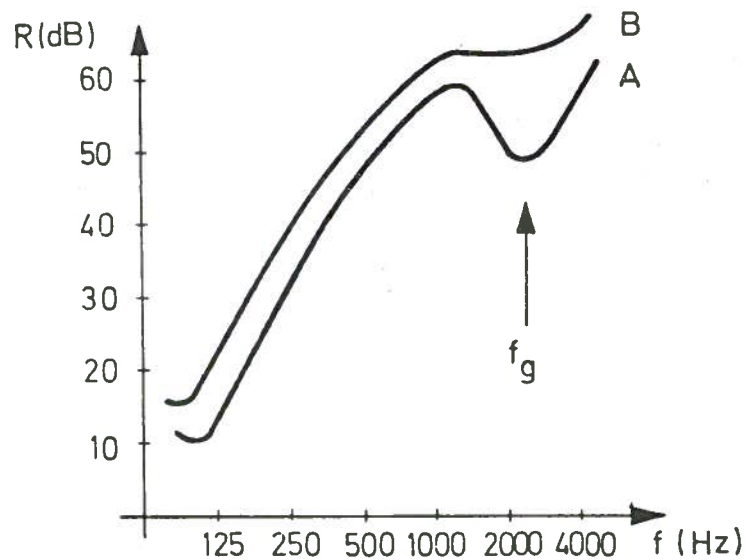
Da es nicht immer möglich ist, die Verbindung zwischen den Schalen und dem Ständerwerk genügend weich und lose zu machen, kann stattdessen die in die Schalen eingespiesene Körperschallenergie durch Bedämpfung bzw. Beschwerung der Schalen weitgehend in Wärme umgewandelt werden. Das Prinzip entspricht an sich dem in den vorhergehenden Abschnitten erläuterten Verfahren.

Die einzelnen Schalen der Trennwand werden je mit einer zusätzlichen, hohlraumseitig aufgetragenen Platte aus Gips oder Holz versehen. Dadurch wird ein Teil der Körperschallenergie durch Reibungseffekte zwischen den einzelnen Schichten vernichtet. Auch der in der Umgebung der Grenzfrequenz unvermeidliche Schalldämmeinbruch wird weitgehend ausgeglichen. Weiter wird durch das Aufbringen einer zusätzlichen Schicht die Masse der einzelnen Wandschalen erhöht, so dass sich die Luftschalldämmung nicht nur im Mittel- und Hochtonbereich, sondern auch im Tieftonbereich beträchtlich erhöht. Die Verbesserung der Luftschalldämmung durch diese Massnahme beträgt je nach Ausführung der Trennwand 4–6 dB.

Abschliessend sei noch der wohl kritischste Übertragungsweg C aufgeführt, nämlich die Übertragung über Fugen, Löcher und andere Undichtheiten. Diese begrenzen die Schalldämmung im Mittel- und besonders im Hochtonbereich. Sehr oft versucht man, diese Fugen, wie sie zwischen den einzelnen Platten einer Wandschale oder zwischen den flankie-



8



9

renden Bauteilen und den Wandschalen vorkommen, mit Schaumstoffstreifen abzudichten. Normalerweise befriedigt eine solche Lösung wenig, da für eine gute Fugen- bzw. Schlitzdämmung die Schaumstoffstreifen relativ stark komprimiert werden müssen. Am allerbesten hat sich das Abdichten mit einer plastischen Masse bewährt, welche eine 100%ige Dichtung darstellt. Bei beweglichen Teilen, z.B. Türen und Fenstern, empfiehlt sich die Verwendung einer Lippendichtung aus weichem PVC. Sie schmiegt sich unter geringem Kraftaufwand den Unebenheiten weitgehend an.

#### Luftschalldämmung von zweischaligen Wänden und Türen aus Span- und Faserplatten

Kurve A im Diagramm der Abbildung 9 stellt den Schalldämmverlauf einer zweischaligen Wand dar, deren Schalen aus 16-mm-Holzspanplatten aufgebaut sind. Der Luftabstand zwischen den einzelnen Schalen beträgt 60 mm und ist mit Mineralwolle gefüllt. Kurve B stellt dieselbe Wand dar, deren Schalen aber durch je eine zusätzlich aufgebrachte 4 mm dicke Hartfaserplatte beschwert sind. Durch diese Massnahme hat sich die Schalldämmung im ganzen Frequenzbereich um einige dB erhöht. Eine besonders grosse Verbesserung wurde in der Umgebung der Grenzfrequenz erzielt.

Im Diagramm der Abbildung 10 sehen wir den Einfluss der Körperschallübertragung über das gemeinsame Ständerwerk. Die Schalen der Trennwand bestehen wiederum aus 16-mm-Holzspanplatten. Der Luftraum zwischen den Schalen ist mit Mineralwolle gefüllt. Beim Beispiel A wurde die Verbindung Schale-Ständerwerk-Schale gut gelöst. Sie erfolgte durch einige wenige punktartige Verbindungen. Das Beispiel B zeigt eine erhebliche Abweichung von der Kurve A; sie hat ihren Ursprung in einer zu steifen und zu starren Verbindung mit dem Ständerwerk.

Bei der Konstruktion von Doppelwänden muss man auch den Abstand zwischen den einzelnen vertikalen Pfosten eines Ständerwerks beachten. Dieser Abstand sollte bei Verwendung üblicher biege-weicher Schalen mindestens 600 mm betragen. Bei kleineren Abständen wird die Körperschallübertragung über das Ständerwerk derart gross, dass die Schalldämmung der Doppelwand unter Umständen geringer wird als die einer gleichschweren Einfachwand. Doppelschalige Wände haben den Vorteil, dass man mit wenig Masse sehr hohe Schalldämmwerte zwischen 50 und 55 dB erreichen kann, sofern dem Übertragungsweg C besondere Beachtung geschenkt wird.

#### Erhöhung der Luftschalldämmung durch Vorsatzschalen aus Span- und Faserplatten

Oft stellt sich die Frage, wie die Luftschalldämmung einer bestehenden Wand oder Decke ohne allzu grossen Aufwand nachträglich verbessert werden kann. Die beste Lösung bietet sich hier in einer biegeweichen Schale an, die mit einem gewissen Luftabstand vor die bestehende Wand oder Decke montiert wird. Durch diese Massnahme kann man je nach baulicher Situation die Luftschalldämmung um 10–15 dB verbessern.

Als Vorsatzschalen sollte man möglichst biegeweiche Platten verwenden. Die Montage erfolgt über ein an der bestehenden Wand oder Decke punktweise befestigtes Ständerwerk aus Holz oder Stahlblech. Der Luftabstand zwischen der zu sanierenden Trennwand oder Decke und der Vorsatzschale muss mindestens 50 mm betragen und ist mit Mineralwolle zu füllen. Die spezifischen Masse der Vorsatzschale sollte mindestens  $10 \text{ kg/m}^2$  betragen.

Das Diagramm der Abbildung 11 stellt die Luftschalldämmung eines einseitig verkleideten 12 cm dicken Backsteinmauerwerks dar (Kurve B). Die Verklei-

dung besteht aus 19 mm dicken Holzspanplatten, die über ein Ständerwerk auf das rohe Mauerwerk befestigt ist. Der Luftabstand zwischen dem Mauerwerk und der Vorsatzschale beträgt 60 mm und ist mit Mineralwolle gefüllt. Die Verbesserung der Luftschalldämmung durch die Vorsatzschale beträgt in diesem Fall 14 dB. Noch höhere Werte erreicht man bei Verwendung von Schichtplatten oder durch Vergrösserung des Lufthohlraums.

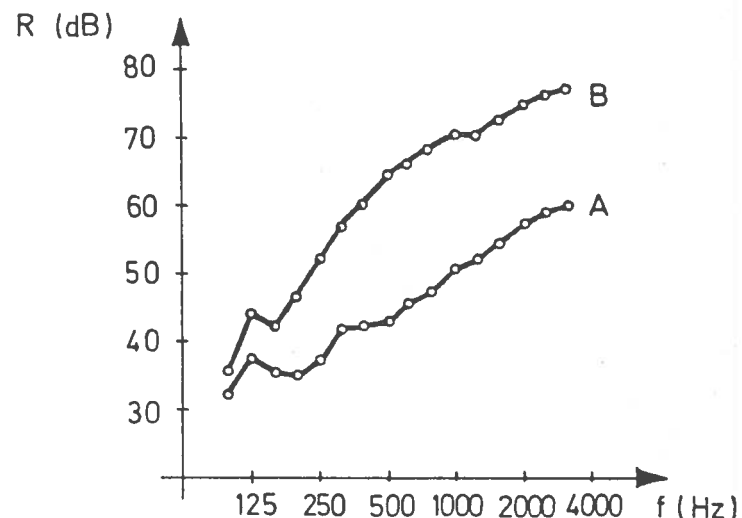
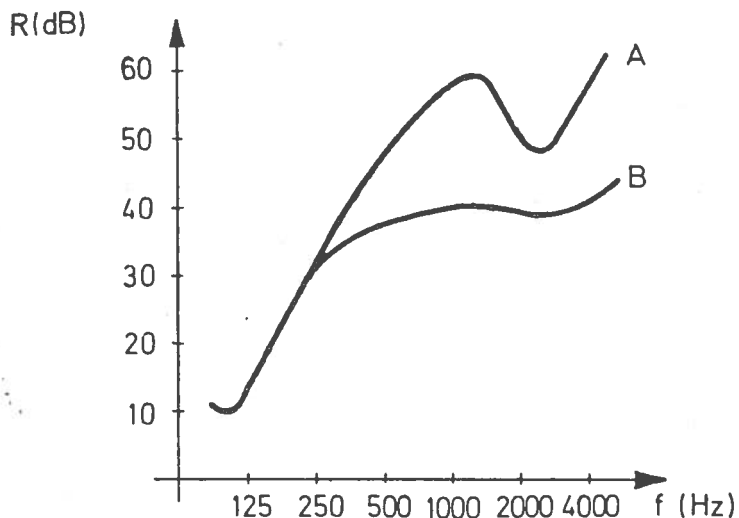
Ähnliche Verbesserungen erzielt man bei Decken, deren Trittschalldämmung nicht ausreicht. Bei Decken hat man darauf zu achten, dass die Abhängekonstruktion nur punktweise mit der Rohdecke in Berührung kommt. Noch besser wäre eine Abhängung der Vorsatzschale über einzelne Federelemente, welche eine kleine Körperschallübertragung vor der Rohdecke auf die Vorsatzschale gewährleisten.

Die Verbesserung, die aus einer Vorsatzschale resultiert, hängt von der Ausführung der flankierenden Bauteile ab. Überträgt zum Beispiel ein schwimmend verlegter Unterlagsboden sehr viel Schallenergie im Vergleich zu einer darauf aufgesetzten Trennwand, so bewirkt eine auf die Trennwand angebrachte Vorsatzschale keine nennenswerte Erhöhung der Luftschalldämmung.

Grundsätzlich hat man vor jeder Verbesserungsmaßnahme abzuklären, ob die Trennwand und/oder eines der flankierenden Bauteile (schwimmender Unterlagsboden, abgehängte Decke, Flurwand, Fassade, Kabelkanäle, Klimakanäle usw.) verkleidet werden muss. Nur in seltenen Fällen reicht eine Verkleidung der Trennwand oder Trenndecke für sich allein aus.

#### Trittschalldämmung

Die bei der Begehung einer Decke übertragenen Kraftstöße regen diese zu freien Biegeschwingungen an, welche je nach Ausführungsart mehr oder wenige



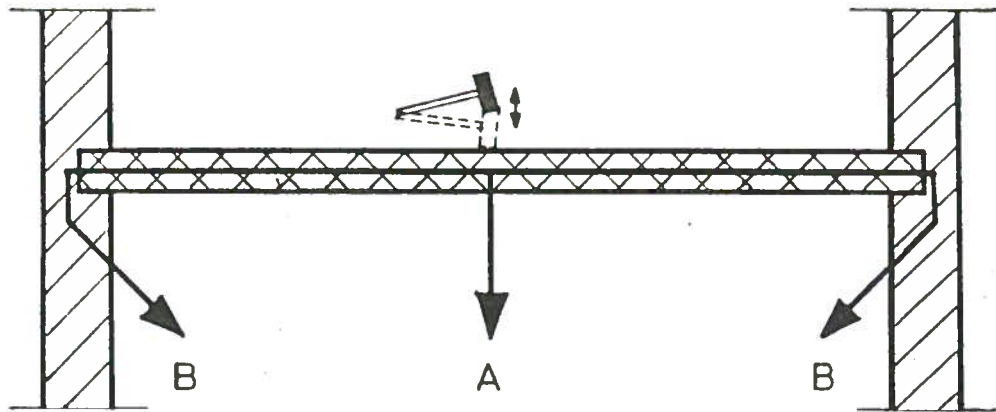
stark in den darunterliegenden Raum abgestrahlt und in die umgebenden Bauteile übertragen werden. Durch Auflegen eines federnden Belages (Teppiche, schwimmende Unterlagsböden) kann die auf die Rohdecke übertragene Kraft abgeschwächt werden, so dass das Gehen auf der Deckenkonstruktion unhörbar wird. Ebenfalls werden die von Haushaltgeräten, ungünstig platzierten Fernsehapparaten und beim Rücken von Stühlen erzeugten Kräfte durch einen weichfedernden Belag genügend gedämmt und somit unhörbar.

**Trittschalldämmung von Massivplattendecken und deren Verbesserung**

In Abbildung 12 werden die für die Trittschallübertragung verantwortlichen Übertragungswege A und B dargestellt. Daraus ersieht man, dass die Schallenergie nicht nur von der Deckenunterseite, sondern auch von den die Decken umgebenden Wänden in den Raum abgestrahlt wird. Die Stärke dieser Übertragung B hängt von der Verbindungsart Decke - Wände und von der Ausführungsart der Wände ab.

Bei Verbesserungsmassnahmen der Trittschalldämmung muss darauf geachtet werden, wie diese Verbindung ausgeführt ist. Eine unterseitige Verkleidung in Form einer abgehängten Decke hat wenig Sinn, solange der Übertragungsweg B gleich viel Schallenergie überträgt wie der Weg A. Einfacher und wirksamer sind Massnahmen, bei denen die Deckenoberflächenseite durch Teppiche oder schwimmende Unterlagsböden abgedeckt wird.

Das Diagramm der Abbildung 13 zeigt den Trittschalldämmverlauf einer 140 mm dicken Stahlbetondecke ohne Unterlagsboden (Kurve 1) und mit Unterlagsboden (Kurve 2). Der Unterlagsboden bestand aus 20 mm Mineralfaserfilzplatten (Dichte: zirka 50 kg/m<sup>3</sup>), die auf die Rohdecke verlegt wurden. Als Gehschicht wurden zwei miteinander verklebte Gipskartonplatten verwendet, welche schwimmend auf den Mineralfaserplatten verlegt wurden. Das Ver-



12

besserungsmass VM dieser (Trockenkonstruktion) beträgt 27 dB. Diese Konstruktion bietet die Möglichkeit, die Trittschalldämmung einer bestehenden Decke ohne grossen Aufwand beträchtlich zu verbessern. Anstelle von Gipskartonplatten können natürlich auch Holzfaserver- und Spanplatten verwendet werden. Auf die richtige Dimensionierung eines schwimmend verlegten Unterlagsbodens aus Beton oder Gussasphalt wird hier nicht eingegangen.

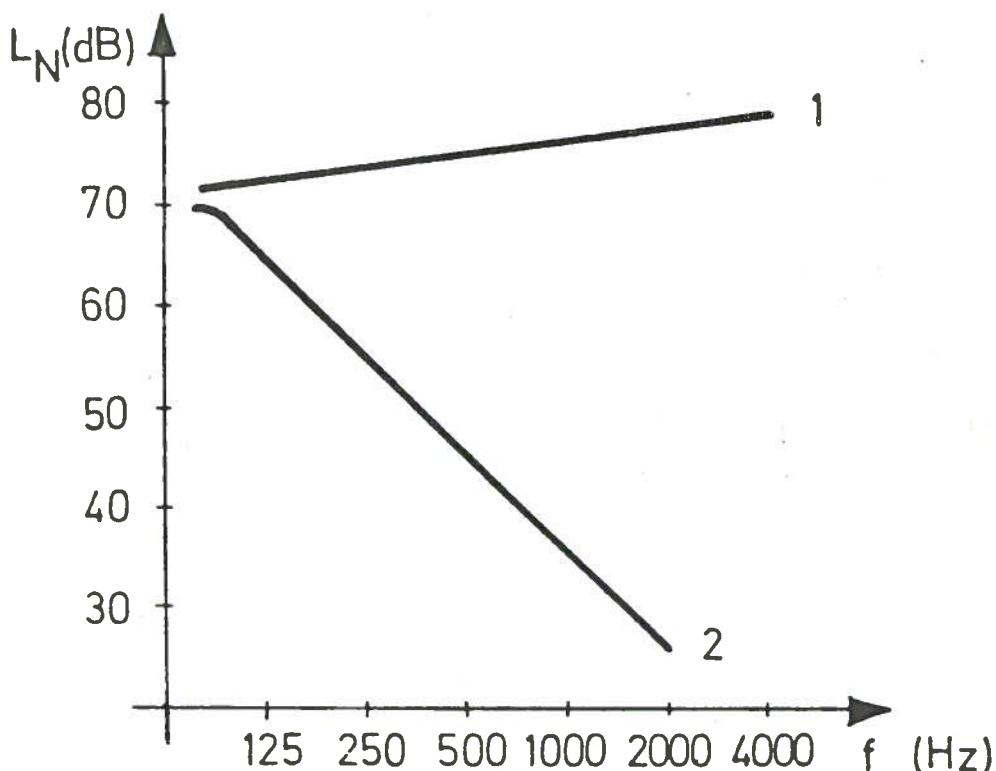
**Trittschalldämmung von Holzbalkendecken und deren Verbesserung**

Überraschen mag vielleicht die Tatsache, dass man mit relativ leichten Holzbalkendecken höhere Trittschalldämmungen erzielen kann als mit Schwerbetondecken mit einem aufgesetzten schwimmenden Unterlagsboden. Um eine Holzbalkendecke aber richtig konstruieren zu können, muss man die für die Dämmung verantwortlichen Übertragungswege kennen (Abb. 14).

Im wesentlichen handelt es sich hierbei

um die Luftschallübertragung über den Deckenhohlraum (Weg A) und die Körperschallübertragung von der oberen auf die untere Deckenschale über die gemeinsamen Tragbalken (Weg B). Relativ einfach sind die Schalldämm-Massnahmen bezüglich des Übertragungsweges A. Dort gelten im Prinzip die früher erwähnten Massnahmen. Problematischer ist der Übertragungsweg B, bei dem Körperschallenergie über die gemeinsamen Tragbalken übertragen wird. Auch dort gilt der Grundsatz, die obere und die untere Schale möglichst weich und lose miteinander zu verbinden.

Das Diagramm der Abbildung 15 veranschaulicht den Einfluss der Verbindungsart der unteren Schale an die Tragbalken auf die Trittschalldämmung. Kurve a stellt den Normaltrittschallpegel dar, wenn beide Schalen fest mit den Tragbalken verleimt sind. Eine Verbesserung um rund 10 dB wird erzielt, wenn die untere Schale über Querleisten an den Tragbalken befestigt ist (Kurve b). Eine weitere Verbesserung der Tritts-



13

10 Einfluss der Körperschall-Übertragung über das gemeinsame Ständerwerk auf die Luftschalldämmung von Doppelwänden

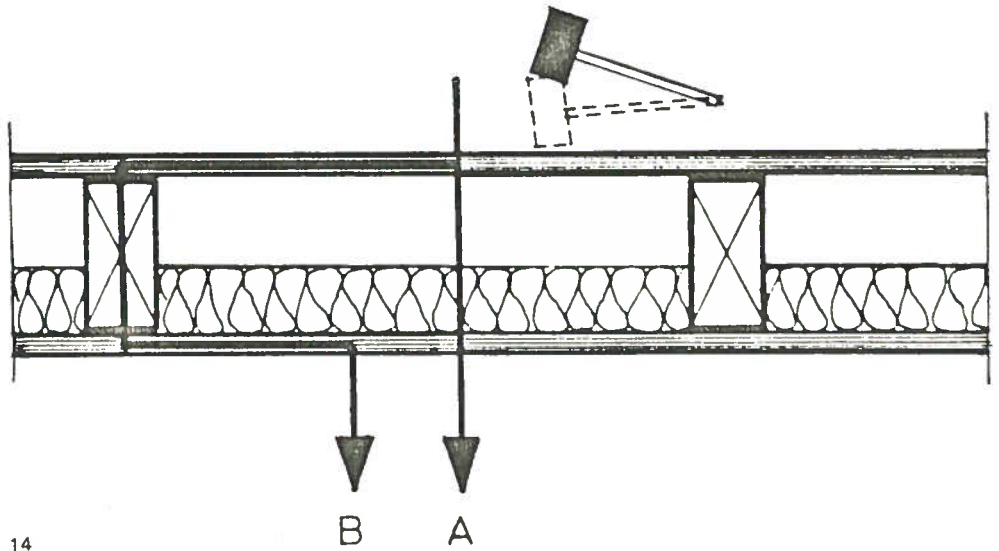
11 Verbesserung der Luftschalldämmung einer Backsteinwand durch eine Vorsatzschale (Kurve B); Kurve A: Schalldämmung ohne Verkleidung

12 Übertragungswege bei einer durch Trittschall angeregten Massivplattendecke

13 Trittschalldämmverlauf einer Decke mit (Kurve 2) und ohne (Kurve 1) schwimmendem Unterlagsboden



schalldämmung erhält man durch Abhängung der unteren Schale über sogenannte «Stahlfederbügel» (Kurve c). Bei vollkommener Trennung ergibt sich die Kurve d. Die erreichbare Verbesserung im Vergleich zur Konstruktion a macht rund 23 dB aus. Der Trittschall-Isolationsindex  $I_t$  beträgt zirka 65 dB. Die obere Schale dieser Konstruktion bestand jeweils aus 16 mm dicken Holzspanplatten und die untere Schale aus 12,5 mm dicken Gipskartonplatten. Um die Trittschalldämmung noch weiter zu verbessern, wurde die Deckenoberseite der Konstruktion c mit einem schwimmend verlegten «Trockenunterlagsboden» verkleidet. Er bestand aus 30/25 mm dicken Mineralfaserplatten (Dichte: zirka 80 kg/m<sup>3</sup>), welche mit lose verlegten 22 mm dicken Holzspanplatten abgedeckt wurden. Der Trittschall-Isolationsindex  $I_t$  ergab zirka 56 dB (ohne Bodenbelag). Der Luftschall-Isolationsindex dieser Deckenkonstruktion erreichte den hohen Wert von 64 dB. Diese hohen Dämmwerte können natürlich nur erzielt werden, wenn die Körperschallübertragung über die flankierenden Bauteile genügend klein gehalten wird. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in bezug auf die Trittschalldäm-



14

mung einer Holzbalkendecke der Erfolg davon abhängt, wie lose und wie weich die obere und die untere Schale über die gemeinsamen Tragbalken miteinander verbunden sind. Es hat keinen Sinn, den Deckenhohlraum mit Lehm, Sand und dergleichen zu füllen, da diese Massnahme höchstens den Übertragungsweg A, nicht aber den entscheidenden Weg B beeinflusst.

14 Übertragungswege bei einer durch Trittschall angeregten Holzbalkendecke

15 Einfluss der Verbindungsart Schalen-Tragbalken auf die Trittschalldämmung

