

# Schalldämmung – eine aktuelle Aufgabe

Bei vielen Innenausbauarbeiten geht es nicht allein um die Verkleidung der Raumbegrenzungsflächen. Sehr oft sind mit den Wand-, Boden- und Deckenverkleidungen – aber auch mit den Türen – noch Probleme in bezug auf Wärme- und/oder Schalldämmung zu lösen.

Die Wärmedämmung ist durchwegs gut zu realisieren; anders ist es oft bei der Schalldämmung. Hier können schon kleine Fehler bei der Konstruktion oder der Montage fatale und vor allem leicht feststellbare – und messbare – Auswirkungen haben. Für den Fachmann ist es deshalb wichtig, sich mit den Problemen, den geeigneten Werkstoffen und Konstruktionsmethoden immer wieder auseinanderzusetzen.

Im folgenden Beitrag des Instituts für Lärmschutz, Kühn + Blickle, Unterägeri, werden grundsätzliche Fragen zum Thema Schalldämmung behandelt und Konstruktionsbeispiele – unter spezieller Berücksichtigung der neuen Schalldämmplatten HAWA-phon – vorgestellt.

## 1. Was heisst Schallschutz?

Schalldämmen heisst, den an der Oberfläche eines Bauteiles auftreffenden Schall wieder in den Raum zu reflektieren. Die Grösse der mit einem einschaligen Bauteil erreichbaren Reflexion bzw. Schalldämmung hängt primär von dessen flächenbezogenen Masse ab. Diese einfache Beziehung gilt allerdings nur für «biegeweiche» Bauteile. Biegeweich sind solche Elemente, deren Grenzfrequenz (siehe dazu Erläuterung weiter unten) oberhalb etwa 2000 Hz liegt.

Neben der Masse eines Bauteiles spielen auch die elastischen Eigenschaften (Biegesteife) und die inneren Körperschallreibungsverluste eine ausschlaggebende Rolle.

Im Gebiet der Grenzfrequenz verschlechtert sich die Luftschalldämmung der meisten Bauteile ganz erheblich. Dieser sogenannte «Schalldämmeinbruch» ist auf eine Art Resonanz zurückzuführen, welche von der Masse und der Biegesteife des verwendeten Materials abhängig ist. Die Grösse des Einbruchs hängt dabei, wie bei jedem Resonanzsystem, in erster Linie von der vorhandenen Reibung ab. Die Lage dieser Resonanz bzw. der Grenzfrequenz wird, wie bereits erwähnt, durch die Biegesteife und die Masse des schalldämmenden Elementes bestimmt. Je dicker eine Platte eines bestimmten Materials ist, desto niedriger wird ihre Grenzfrequenz. Bauplatten aus Gips usw. dürfen daher nicht beliebig dick dimensioniert werden, da sich ja im Bereich der Grenzfrequenz ein mehr oder weniger ausgeprägter Schalldämmeinbruch einstellt. Die Grenzfrequenz der in der Baupraxis üblicherweise verwendeten Platten aus Holzwerkstoffen und Gips – Dicken zwischen 10 und 20 mm sind hier am häufigsten – liegt meistens zwischen 2000 Hz und 4000 Hz; sie sind also biegeweich. Die maximal erreichbare Luftschalldämmung solcher

biegeweichen Platten ergibt sich zu  $la = 30$  dB. Es liegt nun auf der Hand, die flächenbezogene Masse bzw. die Dicke einer Bauplatte zu vergrössern, um dadurch eine höhere Luftschalldämmung zu erreichen. Ein solches Vorgehen wird aber kaum zur erhofften Erhöhung der Luftschalldämmung führen. Der Grund dafür liegt wiederum bei der Grenzfrequenz und dem mit ihr verbundenen Schalldämmeinbruch, welcher sich bei einer Vergrösserung der Dicke bzw. der Masse einer Bauplatte zu tieferen Frequenzen verschiebt. Das Resultat ist lediglich ein schwereres, aber kaum besser schalldämmendes Element.

Alle diese Überlegungen führen nun zum Schluss, eine Beschwerung zu schaffen, welche nur die Masse, nicht aber die Biegesteife eines Trennelementes erhöht.

## 2. Wie hoch ist die Luftschalldämmung anzusetzen?

In der Tabelle (Abb. 1) ist angegeben, wie hoch der Luftschallisolationsindex  $la$  zwischen zwei Räumen angesetzt werden muss, um Beschwerden der Benutzer mit grosser Wahrscheinlichkeit auszuschliessen. Bei der Festlegung der erforderlichen Luftschalldämmung zwischen zwei Räumen sollte deren Nutzungsart unbedingt bekannt sein.

Die aufgeführten Luftschallisolationsindizes  $la$  in dieser Zusammenstellung entsprechen nicht in allen Teilen den in der SIA-Norm, Ausgaben 1976 und 1979, festgelegten Werten; sie sind teilweise höher angesetzt, da die entsprechenden Werte in der SIA-Norm erfahrungsgemäss zu wenig streng sind.

*Bauteile für erhöhte Ansprüche*  
Bauteile sollten überall dort den *erhöhten Ansprüchen* genügen, wo auf einen guten Immissionsschutz besonderer Wert gelegt wird. Das sind z. B.: Bautei-

le zwischen Büros und Praxen, in denen gewisse Diskretion bewahrt werden sollte; Bauteile zwischen lärmempfindlichen Räumen (Schlafzimmern) und lauten Betrieben (Restaurants, Dancings, Grossküchen, Werkstätten usw.); Bauteile zwischen lauten Werkstätten, Maschinenräumen usw. und Büros, in denen überwiegend geistige Arbeit verrichtet wird; Bauteile in Gebäuden, die in ruhigen Gegenden stehen.

## 3. Wie kann eine bestimmte Luftschalldämmung erreicht werden?

Bevor auf die eigentliche Besprechung der verschiedenen Bauteile eingegangen wird, sollen einige allgemeine Erläuterungen zum konstruktiven Aufbau der Schalen zweischaliger Bauteile gegeben werden.

Man hört in diesem Zusammenhang immer wieder die Äusserung, dass die Schalen bei zweischaligen Bauteilen wie Fenster, Trennwände, Mauerwerk usw. aus Gründen der Schalldämmung verschieden dick zu dimensionieren seien. Ob diese Behauptung zutrifft, kann nicht generell mit Ja oder Nein beantwortet werden. Es spielt nämlich eine entscheidende Rolle, wie das Spektrum des zu dämmenden Geräusches zusammengesetzt ist. Breitbandige Geräusche ohne Toncharakter (z. B.: Strassenverkehrslärm, übliche Haushaltgeräusche) stellen ganz andere Anforderungen an die notwendige Schalldämmung eines Bauteiles als Signale mit überwiegendem Tongehalt (z. B.: Sirenen, Pfeifen).

Aufgrund der im Abschnitt 1 gemachten Ausführungen hängt die Lage der Grenzfrequenz und des mit ihr verbundenen Schalldämmeinbruchs von der Dicke des verwendeten Schalenmaterials ab. Bei ungleich dicken Schalen liegt nun der Schalldämmeinbruch bei zwei verschiedenen Frequenzen, während er bei gleich dicken Schalen zusammenfällt und etwas ausgeprägter in Erscheinung tritt. Die Schalldämmeinbrüche liegen bei den in der Praxis eingesetzten zweischaligen Leichtbaukonstruktionen normalerweise im Bereich zwischen 1200 Hz und 4000 Hz. Bei den abzdämmenden Immissionen handelt es sich überwiegend um Sprache, Musik, Verkehrslärm usw., also um breitbandige Signale. Sie alle haben gemeinsam, dass ihr Schwerpunkt im Bereich zwischen 250 Hz und 1000 Hz und somit unterhalb der Grenzfrequenzen der üblich aufgebauten Leichtbauelemente (Fenster, Fassaden, Trennwände usw.) liegt. Für die subjektive Bewertung der Schalldämmung ist es nun nicht so bedeutend, ob die Trennwandschalen eines Elementes gleich dick oder verschieden dick aufgebaut sind, da ja die

Bauteil/Raumnutzungsart	normale Ansprüche Ia	erhöhte Ansprüche Ia
- Zwischen Büros	40 dB	48 dB
- Wände zwischen Büros und Gängen	40 dB	48 dB
- Wände innerhalb derselben Wohnung oder Einfamilienhaus	42 dB	48 dB
- Wände zwischen Schulzimmern	45 dB	52 dB
- Wände zwischen Hotelzimmern, Krankenzimmern	50 dB	55 dB
- Wände zwischen Wohnungen	55 dB	-
- Wände zwischen Wohnungen und Gewerbebetrieben, Restaurants usw.	65 dB	70 dB
- Wände zwischen Reiheneinfamilienhäusern	65 dB	70 dB
- Fassaden	35 dB	45 dB*
- Decken innerhalb derselben Wohnung oder Einfamilienhaus	50 dB	55 dB
- Decken zwischen Wohnungen	55 dB	60 dB
- Decken zwischen Schulzimmern	55 dB	-
- Decken zwischen Hotelzimmern, Krankenzimmern	55 dB	-
- Decken zwischen Wohnungen und Gewerbebetrieben, Restaurants usw.	65 dB	-
- Faltwände zwischen Speisesälen	35 dB	-
- Faltwände zwischen Veranstaltungssälen	40 dB	48 dB
- Türen zwischen Büroräumen	35 dB	42 dB
- Türen zwischen Büros und Gängen	35 dB	42 dB
- Wohnabschlusstüren	35 dB	42 dB

\* Hängt stark von den vorhandenen Verkehrslärmimmissionen usw. ab

für die empfundene Lautstärke massgebenden Komponenten unterhalb der Grenzfrequenzen bzw. des Schalldämmeinbruchs liegen.

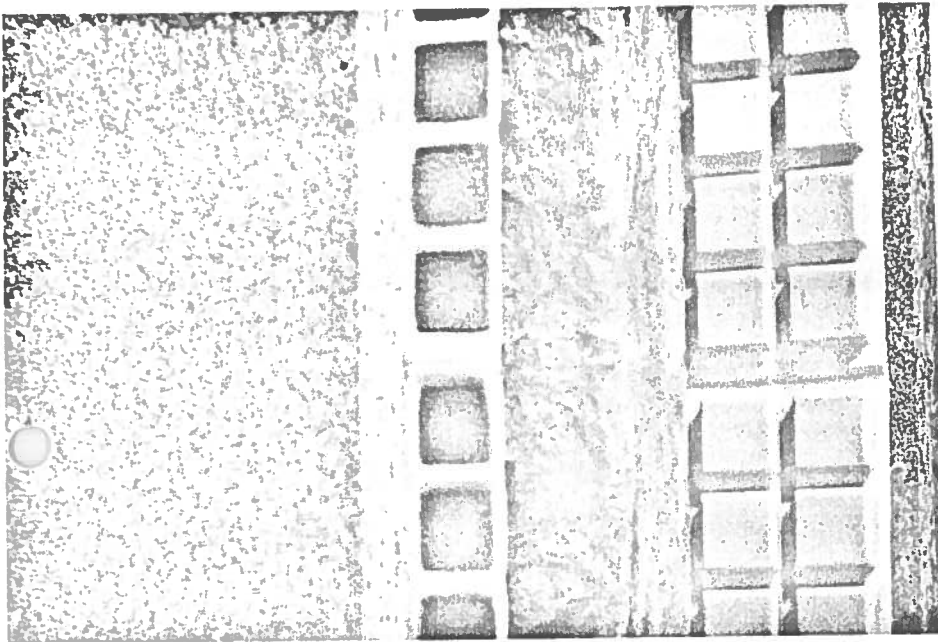
Anders liegen die Verhältnisse bei den eher selten auftretenden Immissionen mit tonhaltigen Geräuschanteilen im Frequenzbereich zwischen 1000 Hz und 4000 Hz. In solchen Fällen kann mit asymmetrisch aufgebauten Bauteilen eine etwas grössere subjektiv empfundene Dämmung erreicht werden, solange die Elementdämmung nicht durch Schallübertragungen über Nebenwege (Fugenundichtheiten) begrenzt wird. Dies ist jedoch eher selten. Eine allgemein anwendbare Regel kann wegen der sehr verschiedenartigen Geräuschspektren nicht angegeben werden.

Der Vollständigkeit halber soll noch erwähnt werden, dass in der Baupraxis die Grenzfrequenz bei doppelschaligen, biegesteifen Mauerwerken eine untergeordnete Rolle spielt. Dort fallen die vorhandenen Nebenwegübertragungen viel stärker ins Gewicht, so dass es völlig gleichgültig ist, ob die Mauerwerksschalen gleich dick ausgebildet sind oder nicht.

#### 4. Die HAWA-phon-Schalldämmplatte

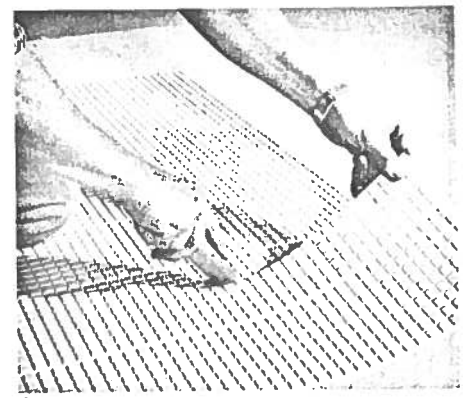
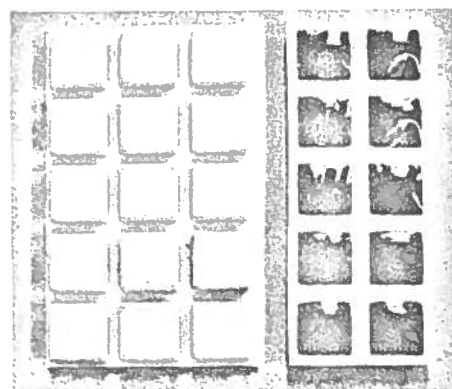
Die Überlegungen in Abschnitt 1 führten zum Schluss, zur Verbesserung der Schalldämmung eine Beschwerung zu schaffen, welche nur die Masse, nicht aber die Biegesteife eines Trennelementes erhöht.

Die HAWA-phon-Schalldämmplatte



1  
Tabelle mit Angaben über den erforderlichen Luftschallisolations-Index Ia zwischen zwei Räumen

2 und 2a  
Schnittmodell einer Trennwandkonstruktion bei Einsatz der HAWA-phon-Schalldämmplatte sowie Detail der Vorder- und Rückseite dieser Platte mit den Taschen und dem Eisengranulat



stellt eine solche Beschwerung dar, welche nachträglich auf alle Bauplatten usw. angebracht werden kann. Sie hat die Eigenschaft, die flächenbezogene Masse beliebiger Elemente um rund 11 kg/m<sup>2</sup> zu erhöhen, ohne dabei die Lage der Grenzfrequenz merklich zu verändern. Wegen der sehr hohen inneren Körperschallreibungsverluste wird mit HAWA-phon-Schalldämmplatten der im Bereich der Grenzfrequenz auftretende Schalldämmeinbruch weitgehend «geglättet».

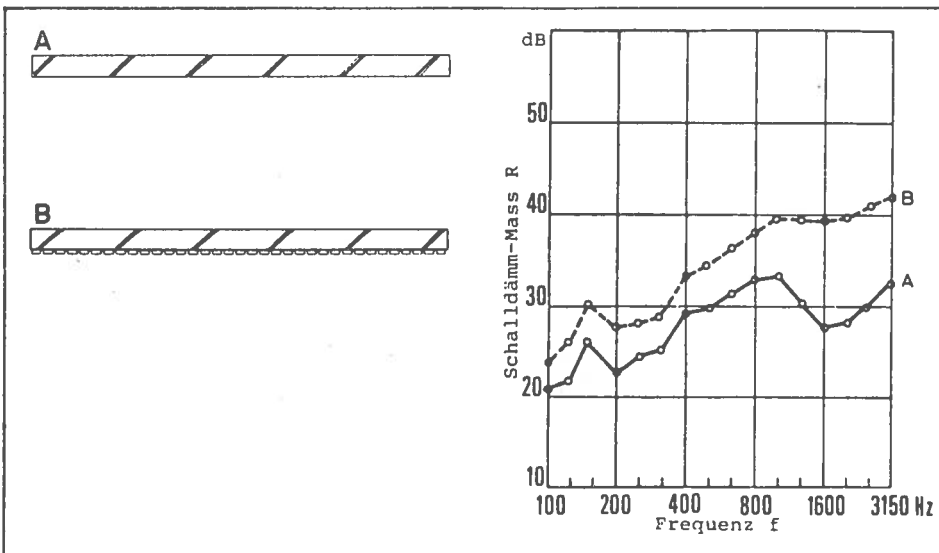
Diese Verluste entstehen im wesentlichen durch Reibungsvorgänge zwischen den einzelnen schwingenden Eisenkörnchen in den Taschen der Schalldämmplatte. Ein Ersetzen des Eisengranulats durch taschengrosse kompakte Massen hätte wohl eine Erhöhung der Luftschalldämmung im Tief- und Mitteltonbereich zur Folge. Ein dämpfungserhöhender Effekt bzw. zusätzliche Körperschallreibungsverluste einer solchen Beschwerung im Bereich der Grenzfrequenz wären aber kaum feststellbar.

Dank den schalltechnisch idealen Eigenschaften der Schalldämmplatten ist es ohne weiteres möglich, den Luftschalldämmungsindex herkömmlicher Bauplatten um 8 bis 10 dB anzuheben. HAWA-phon wird in Platten von 114 × 73 cm auf SBB-Paletten geliefert. Der Zuschnitt erfolgt mit einem Messer. Es ist darauf zu achten, dass die Schalldämmplatten kraftschlüssig, d.h. vollflächig mit der Holzbauplatte verklebt werden. Ein punktförmiges Aufbringen durch Klammern, Nageln usw. wäre ungenügend.

### 5. Konstruktionsbeispiele zur Erzielung einer besseren Luftschalldämmung

Die Beispiele zeigen verschiedene Konstruktionen mit den entsprechenden Schalldämmkurven und den Luftschalldämmwerten  $l_a$  nach ISO. Dabei sind folgende Grundlagen und Materialeigenschaften besonders zu berücksichtigen:

- Pfosten, Ständerwerk usw. aus Holz oder Metall werden überwiegend nach statischen Anforderungen dimensioniert.
- Bei der HAWA-phon-Schalldämmplatte muss die flächenbezogene Masse zirka 11 kg/m<sup>2</sup> betragen. Die Platten sind vollflächig auf die zu beschwerenden Holzbauplatten festzukleben; zusätzliche Befestigung mit Nägeln, Klammern usw. ist möglich.
- Die Dicke der Holzbauplatten (Spanplatten, Faserplatten oder auch Gipskartonplatten) hat sich im Bereich zwischen 16 und 22 mm zu bewegen.
- Die Dichte handelsüblicher Mineralwolleplatten aus anorganischen Fasern (Glaswolle, Steinwolle, Schlackenwolle) sollte 40 bis 80 kg/m<sup>3</sup> betragen; die Dicke des Isolierproduktes soll zirka  $\frac{1}{5}$  der Hohlraumdicke ausfüllen. Es ist zu empfehlen, die Platte oder Matte auf einer Holzbauplatte zu befestigen.
- Lippendichtungsprofile sollen weich und gut anschmiegsam sein.
- Bei den Kittungen muss es sich um elastisch-plastische Massen handeln.



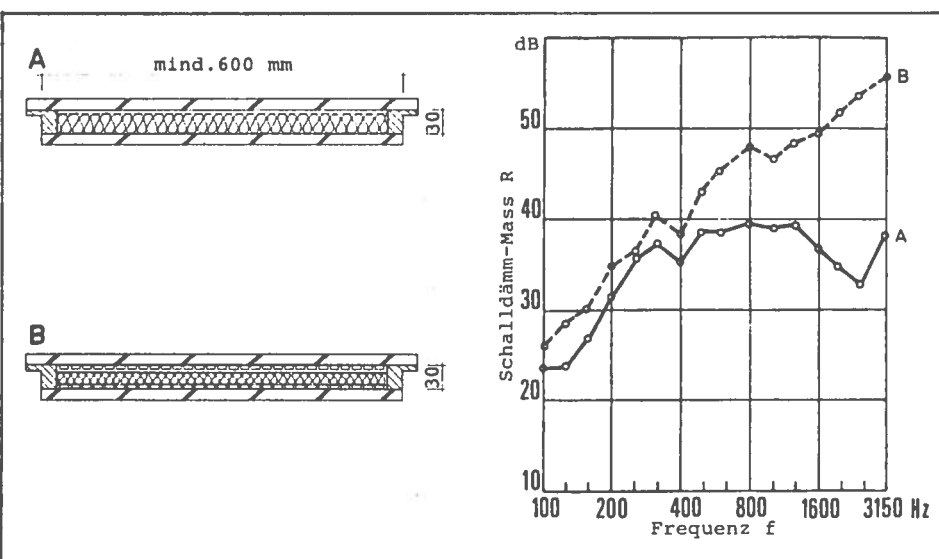
#### 5.1 Einzelne Holzbauplatten (Abb. 5)

Ausführung A  
Spanplatte 19 mm

$l_a$  nach ISO = 30 dB

Ausführung B  
Spanplatte 19 mm mit HAWA-phon-Schalldämmplatten

$l_a$  nach ISO = 38 dB



#### 5.2 Türblattkonstruktionen (Abb. 6)

Ausführung A  
Spanplatte 16 mm  
Mineralwolle  
Spanplatte 16 mm

$l_a$  nach ISO = 37 dB

Ausführung B  
Spanplatte 16 mm  
HAWA-phon-Schalldämmplatten  
Mineralwolle  
HAWA-phon-Schalldämmplatten  
Spanplatten 16 mm

$l_a$  nach ISO = 46 dB

**5.3 Wandkonstruktionen**

(Abb. 7 und 8)

Als Mindestbreite gilt bei allen zweischaligen Konstruktionen 600 mm.

**Ausführung A**  
 Spanplatte 16 mm  
 Mineralwolle  
 Spanplatte 16 mm

la nach ISO = 38 dB

**Ausführung B**  
 Spanplatte 16 mm  
 HAWA-phon-Schalldämmplatten  
 Mineralwolle  
 HAWA-phon-Schalldämmplatten  
 Spanplatten 16 mm

la nach ISO = 46 dB

**Ausführung C**  
 Spanplatte 16 mm  
 HAWA-phon-Schalldämmplatten  
 Mineralwolle  
 HAWA-phon-Schalldämmplatten  
 Spanplatte 16 mm

la nach ISO = 50 dB

Punkt förmige Befestigung der Spanplatten am Rahmen mit zirka 3 mm dicken Abstandhaltern aus Holz oder ähnlichem in mindestens 400 mm Distanz

**5.4 Holzbalkendecken**

(Abb. 9)

**Ausführung A**

- Balkenquerschnitt 120x200 mm: Achsabstand zirka 660 mm
- Füllung zwischen den Balken aus 50 mm dickem Mineralfaserfilz (Dichte: zirka 40 kg/m<sup>3</sup>, auf der unterseitigen Verkleidung aufgelegt)
- Unterseitige Verkleidung aus 12 mm dicken MDF-Holzfaserverplatten
- Befestigung auf quer zu den Holzbalken über einzelne Schwingungsdämpfer aus 0,6 mm dickem Stahlblech abgehängte Dachlatten

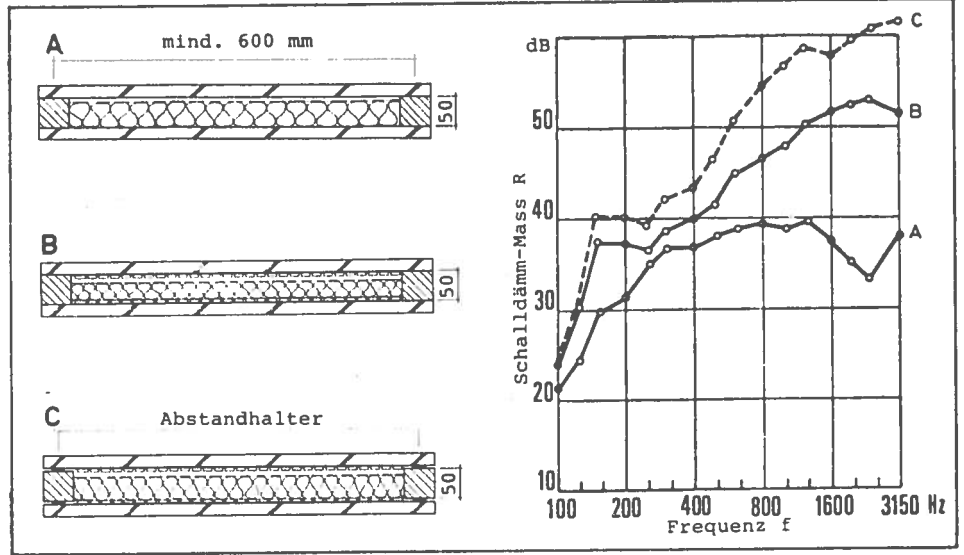
**Aufbau über den Balken**

- 22 mm dicke, umlaufend gefälzte MDF-Holzfaserverplatten
- 1 Lage HAWA-phon-Schalldämmplatten lose verlegt
- 22 mm dicke Holzverbundplatten des Typs Pavapor Duro, bestehend aus je einer 16 mm dicken Weichfaserplatte (Dichte: zirka 200 kg/m<sup>3</sup>) und einer oberseitig vollflächig aufgeleiteten 5,4 mm dicken Hartfaserplatte lose verlegt

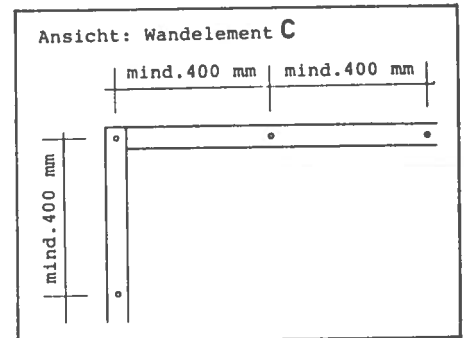
la nach ISO = 59 dB

**Ausführung B**

- Balkenquerschnitt: 120x200 mm: Achsabstand zirka 660 mm



7



8

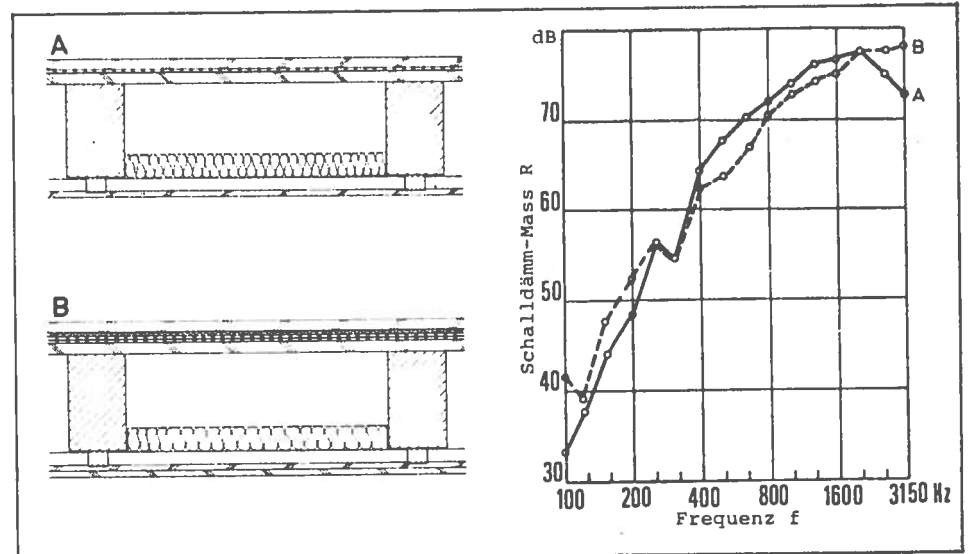
- Füllung zwischen den Balken aus 50 mm dickem Mineralfaserfilz (Dichte zirka 40 kg/m<sup>3</sup>, auf der unterseitigen Verkleidung aufgelegt)
- Unterseitige Verkleidung aus 2x12 mm dicken MDF-Holzfaserverplatten, punktweise miteinander verschraubt
- Befestigung an quer zu den Holzbalken über einzelne Schwingungsdämpfer aus 0,6 mm dickem Stahlblech abgehängte Dachlatten

**Aufbau über den Balken**

- 22 mm dicke, umlaufend gefälzte MDF-Holzfaserverplatten auf Holzbalken verlegt

- 2 Lagen HAWA-phon-Schalldämmplatten
- 10 mm dicke Mineralfaserfilzplatten (Dichte zirka 80 kg/m<sup>3</sup>)
- 22 mm dicke, umlaufend gefälzte MDF-Holzfaserverplatten (Plattengröße: 680x1800 mm, Plattendichte zirka 800 kg/m<sup>3</sup>) schwimmend verlegt, einzelne Platten miteinander verschraubt

la nach ISO = 63 dB



9

**5.5 Vorsatzschale vor bestehendes Mauerwerk**

(Abb. 10)

Ausführung A

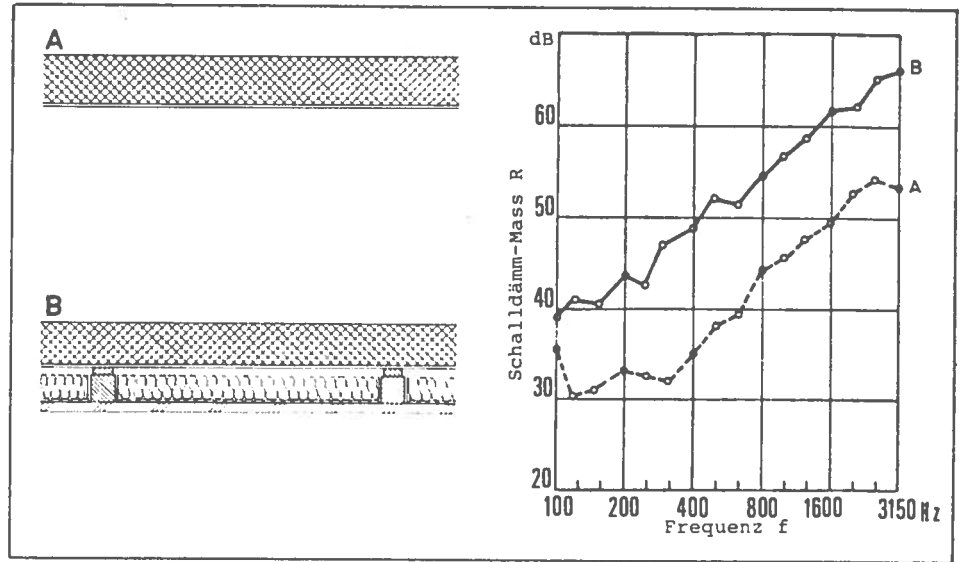
Mauerwerk allein (100 mm dicke Modulbacksteine)

la nach ISO = 43 dB

Ausführung B

- Mauerwerk aus 10 cm dickem Modulbackstein-Mauerwerk einseitig zur Vorsatzschale hin mit 0,5 cm Kalkverputz versehen
- Vorsatzschale aus 19 mm dicken Holzspanplatten auf die Unterkonstruktion geschraubt; die Spanplatten sind einseitig vollflächig mit HAWA-phon-Schalldämmplatten beklebt
- Unterkonstruktion aus Kanthölzern (5 cm x 5 cm) über Schifthölzer (Dicke: 1 cm, Fläche: je 10 m<sup>2</sup>) punktweise auf das Mauerwerk geschraubt, Schraubenabstand zirka 90 cm, Achsabstand der Kanthölzer zirka 60 cm
- Hohlraumfüllung mit 50 mm dickem Mineralfaserfilz (Dichte zirka 22 kg/m<sup>3</sup>)

la nach ISO = 55 dB



10

**5.6 Dächer**

(Abb. 11)

Ausführung A

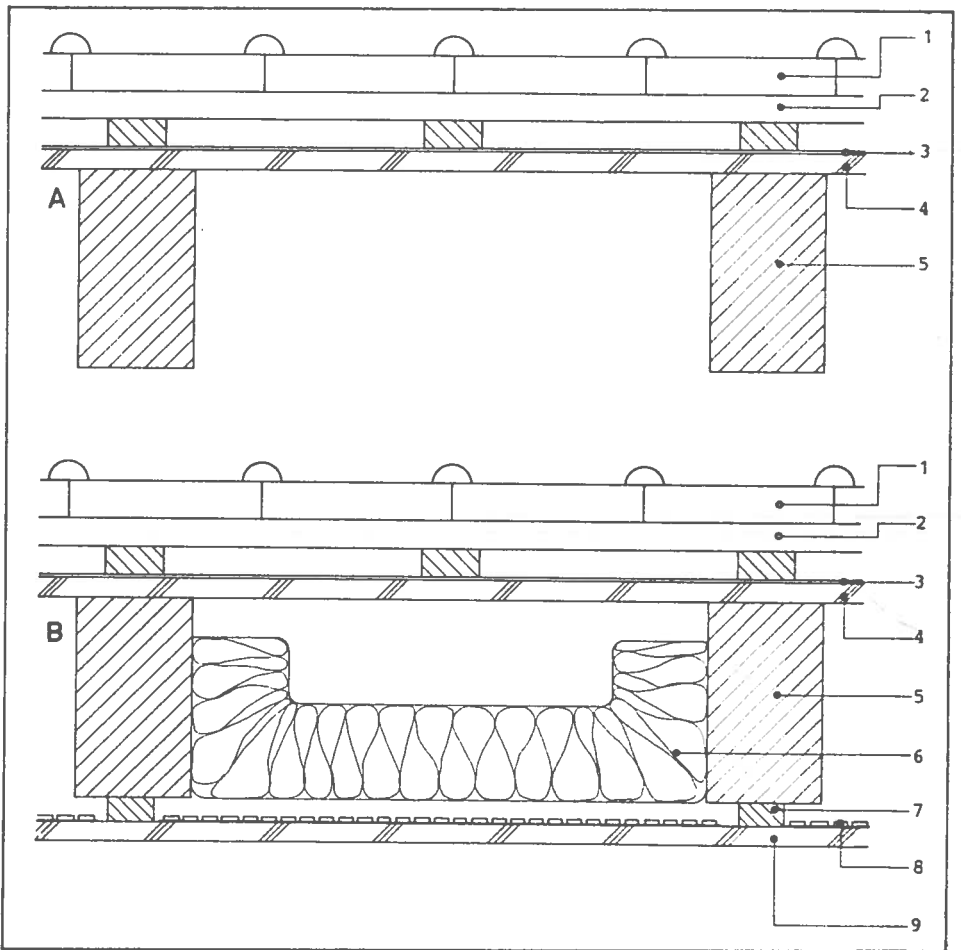
- 1 Dachziegel
- 2 Konter- und Ziegellattung
- 3 Dachpappe oder ähnliches
- 4 Schalung aus 16 bis 19 mm dicken Holzspanplatten
- 5 Sparren

la nach ISO = 33 dB

Ausführung B

- 1 Dachziegel
- 2 Konter- und Ziegellattung
- 3 Dachpappe oder ähnliches
- 4 Schalung aus 16 bis 19 mm dicken Holzspanplatten
- 5 Sparren
- 6 100 mm dicker Mineralfaserfilz mit unterseitiger Dampfbremse
- 7 Dachlattung
- 8 HAWA-phon-Schalldämmplatten
- 9 abgehängte 16 bis 19 mm dicke Holzspanplatten

la nach ISO = 55 dB



11

**6. Vermeidung von Nebenwegübertragungen**

Die im vorhergehenden Abschnitt angegebene Luftschalldämmung der verschiedenen Konstruktionen wurde nur erreicht, wenn den Nebenwegübertragungen besondere Beachtung ge-

schenkt wird. Unter Nebenwegen sollen in diesem Abschnitt diejenigen Schallübertragungen verstanden werden, die nicht unmittelbar über die schalldämmenden Konstruktionen selber stattfinden. Das sind z.B.: Schallübertragung über Wand-, Decken- und Bodenanschlussfugen; Übertragung über Elementstossfugen; Übertragung über flankierende Bauteile (Böden, Unterlagsböden, Decken usw.); Übertragung über Klima- und Elektrokanäle.

Die Bedeutung der Nebenwegübertragung nimmt mit zunehmender Dämmung der eingesetzten raumteilenden Bauelemente zu. Die maximal erreichbare Luftschalldämmung in üblich erstellten Massivbauten liegt nur in ganz seltenen Fällen über la = 55 bis 57 dB. In Holzskelettbauten liegt die maximal erzielbare Dämmung einige dB höher. Höhere Luftschalldämmungen lassen sich realisieren, wenn sämtliche Nebenwegübertragungen ausgeschaltet wer-

den. Das ist z.B. durch eine von OK Fundament bis OK Dach konsequent über die gesamte Hausbreite durchgezogene Dilatationsfuge möglich. Um Überraschungen zu vermeiden, sollte vor dem Einbau eines Trennelementes unbedingt überprüft werden, ob irgendwelche Nebenwegübertragungen zu erwarten sind. Anhand des folgenden Beispiels soll gezeigt werden, in welchem Ausmass sich eine nicht beachtete Nebenwegübertragung entlang einer Korridorwand auf die Luftschalldämmung zwischen zwei Räumen auswirken kann: Nehmen wir an, die Trennwand zwischen den beiden Räumen bestehe aus einer doppelschaligen

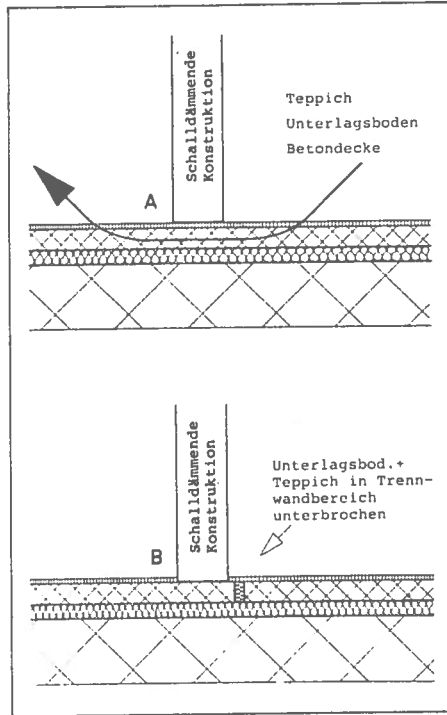
Leichtbaukonstruktion mit einem im Labor ermittelten Luftschalldämmungsindex von  $la = 48$  dB. Die Korridorwand, an die die Trennwand T-förmig anschliesst, sei aus 80 mm dicken Gipsplatten aufgebaut. Bei einer messtechnischen Überprüfung der Luftschalldämmung zwischen den beiden Räumen ergäbe sich nur noch ein  $la$  von lediglich 37 dB, was ungefähr der Schalllängsdämmung der 80 mm dicken Korridorwand entspricht. Die Skizzen der Abbildungen 12 bis 19 zeigen eine Anzahl typischer Situatio-

nen, welche schon oft die Ursache für eine mangelhafte Luftschalldämmung waren. Daneben sind jeweils Konstruktionsvorschläge dargestellt, die die Nebenwegübertragung auf unbedeutende Werte reduzieren.

Details dieser Art entscheiden oft über die Qualität einer Arbeit; ihnen ist deshalb besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

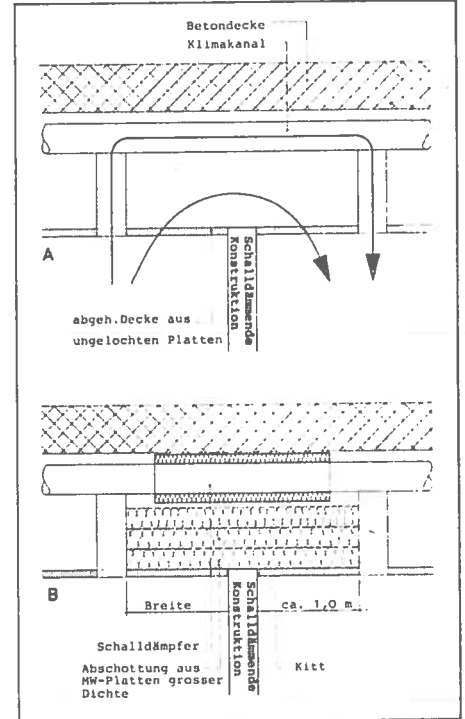
Herstellung und Vertrieb: Hawa AG, Abt. Schalldämmplatten, Untere Fischbachstrasse 4, 8932 Mettmenstetten, Tel. (01) 767 14 71.

12 Nebenwegübertragung über schwimmende Unterlagsböden  
A = starke Lärmübertragung  
B = unbedeutende Lärmübertragung, sofern Unterlagsboden und Teppich in Trennwandbereich unterbrochen sind.



12

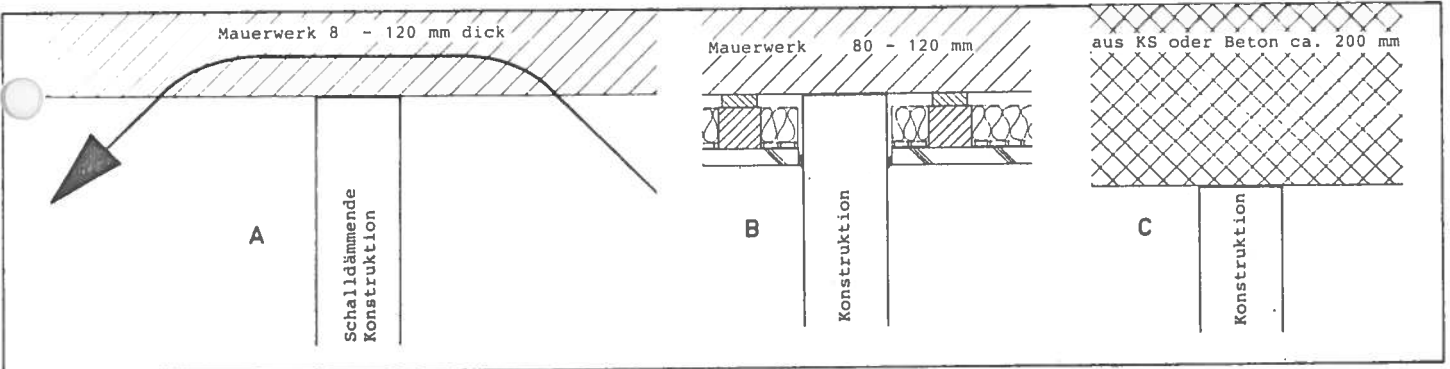
13 Nebenwegübertragung über abgehängte Decken mit eingebauten Klimakanälen  
A = starke Lärmübertragung  
B = unbedeutende Nebenwegübertragung beim Einbau einer Abschottung und eines Schalldämpfers beim Klimakanal



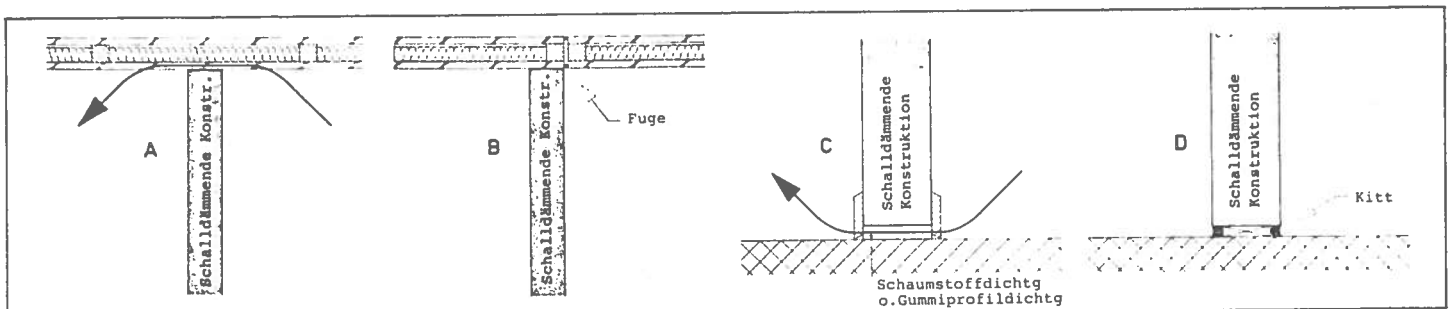
13

14 Nebenwegübertragung über Fassaden und Mauerwerk  
A = starke Lärmübertragung über das Mauerwerk  
B und C = unbedeutende Nebenwegübertragung beim Einbau einer Vorsatzschale (siehe auch Abb. 10) oder beim Anschluss an Kunststein oder Beton

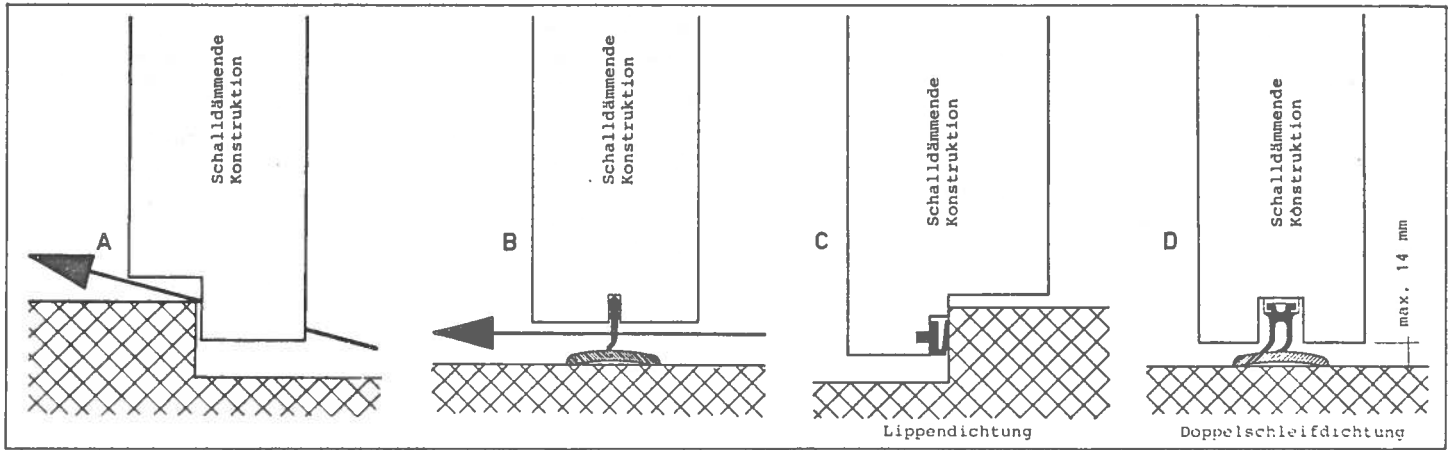
15 Nebenwegübertragung über Fassaden und Wände in Leichtbauweise  
A und C = starke Nebenwegübertragung  
B und D = unbedeutende Nebenwegübertragung



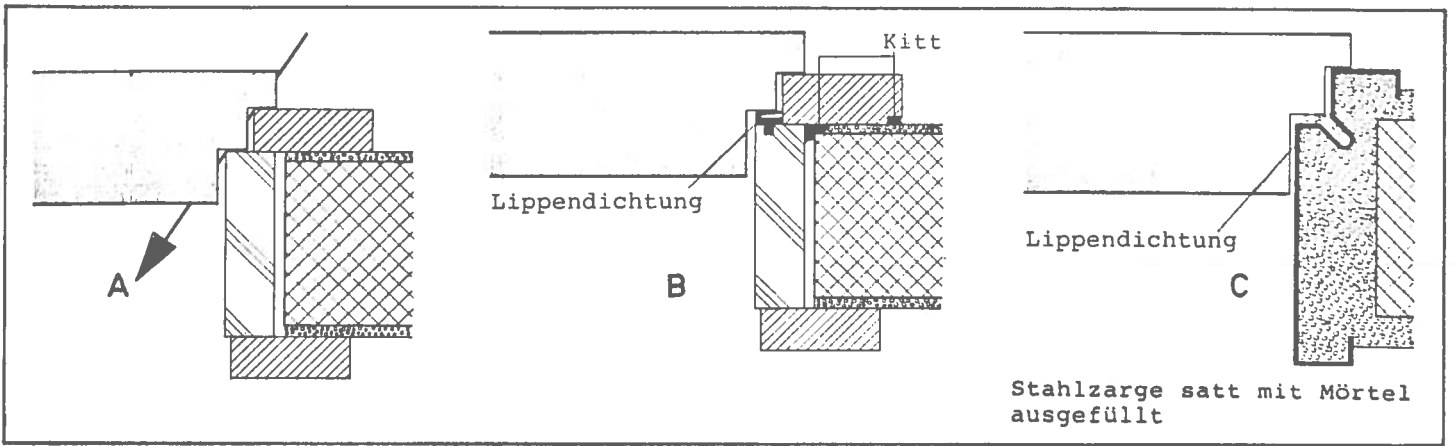
14



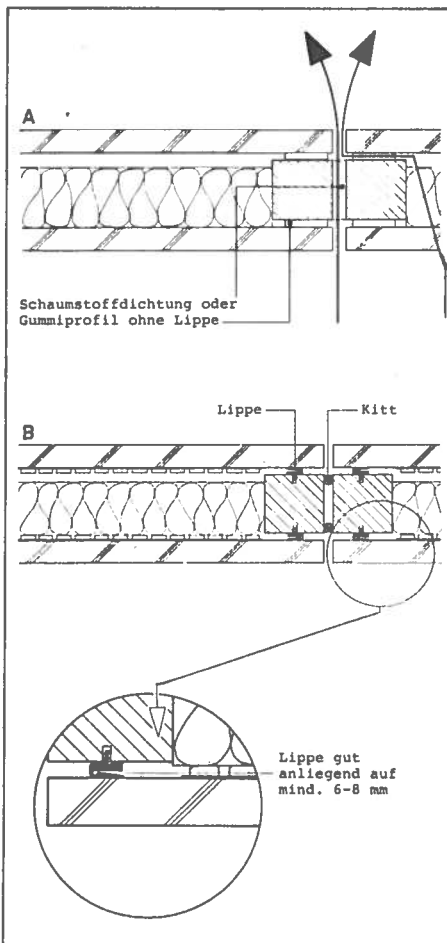
15



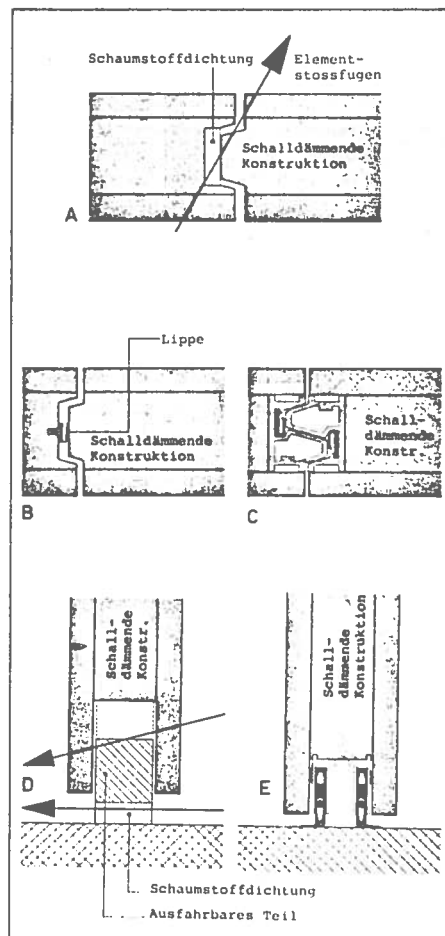
16



17



18



19

16  
Nebenwegübertragung bei Türfugen  
A und B = starke Lärmübertragung  
C und D = Lärmübertragung unbedeutend (bis zirka  $l_a = 42$  dB)

17  
Nebenwegübertragung bei Türfugen  
A = starke Lärmübertragung  
B und C = unbedeutende Nebenwegübertragung (bis zirka  $l_a = 42$  dB)

18  
Nebenwegübertragung bei Wandelementstossfugen  
A = starke Lärmübertragung  
B = unbedeutende Nebenwegübertragung

19  
Nebenwegübertragung bei Schiebewänden  
A und D = starke Lärmübertragung  
B, C und E = unbedeutende Nebenwegübertragung  
B = bis zirka  $l_a = 42$  dB  
C = bis zirka  $l_a = 52$  dB