

Raumakustik bei AVWS

Dr. Hannes Seidler

Hör- & Umweltakustik Dresden
Ahornstraße 12, 01097 Dresden

Tel. 0351 / 56340822
Fax 0351 / 56340823
mobil 0178 / 6354706
e-Mail: seidler@hoer-umweltakustik.de
Internet: www.hoer-umweltakustik.de



Akustische Wahrnehmung

Änderungen der Wahrnehmung durch

Raum & Hörtechnik & eingeschränkte Hörverarbeitung:

-Verwechselln klangähnlicher Laute

-übermäßige Geräuschempfindlichkeit

-Individuelle Ansprache nötig

-Reduziertes Verstehen bei Lärm

-> **schlechte Bedingungen fördern AVWS !**

AVWS & Akustik

Schwerpunkte der akustischen Darbietung:

- Richtige Lautstärke
- Tonhöhenverteilung
- Klare zeitliche Struktur
- Lokalisationsmöglichkeit
- Deutliche Musikwiedergabe
- Sprache mit hoher Verständlichkeit

-> gutes Hörvermögen & gute Umgebungsbedingungen

Forderungen an Räume



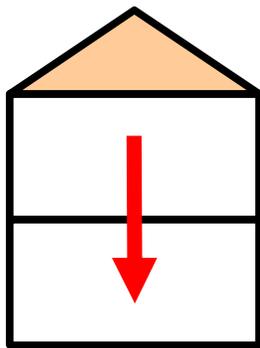
Baulich technische Anforderungen

- **Störlärm reduzieren**
- möglichst **kurze Nachhallzeit** (absorbierende Decken; Orientierung: DIN 18041) -> maximale **Sprachverständlichkeit**
- Vermeidung horizontaler Schallreflexionen der Rückwand
- gute **Sichtbeziehung** zu Tafel / Projektion / Gesprächspartner
- gute **Beleuchtung**, keine Blendung
- Nutzung von **Höranlagen** für Hörtechniknutzer (möglichst induktiv, sonst Infrarot- oder Funkübertragung)
- **2-Sinne-Prinzip** beachten

Akustik am Bauwerk

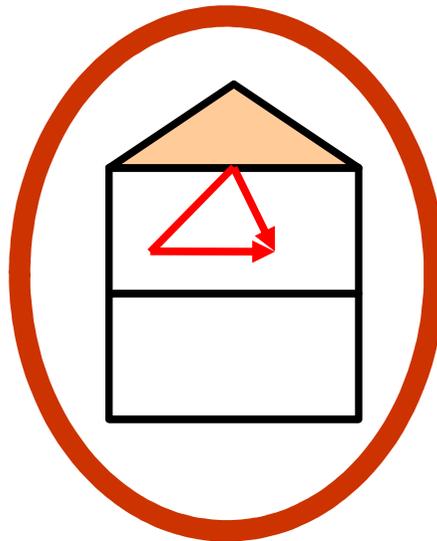
Bauakustik

Luftschall
Trittschall
Installationen



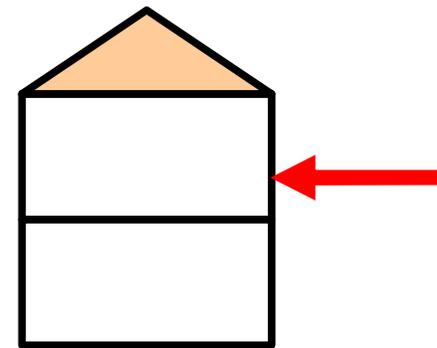
Raumakustik

Schallausbreitung
Elektroakustik



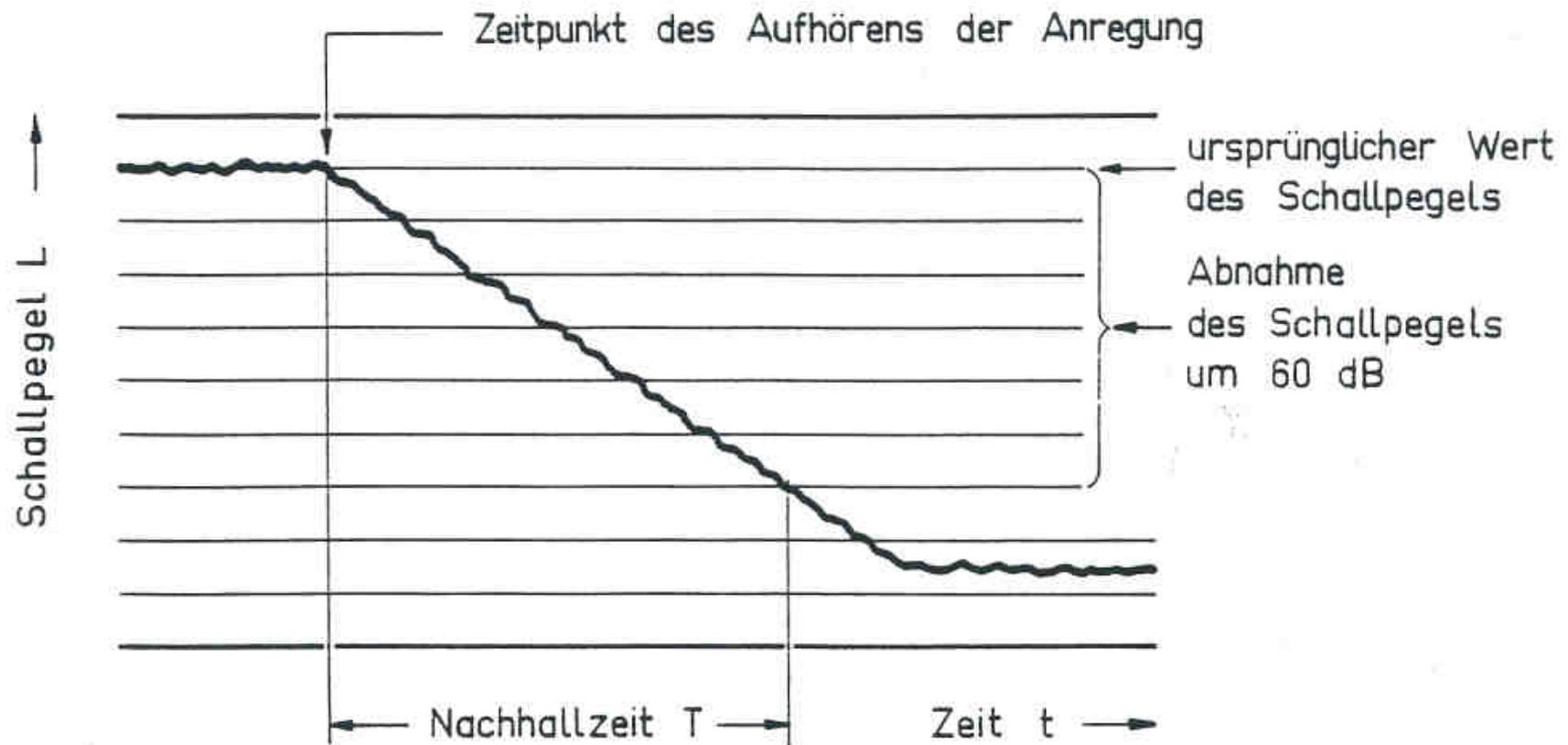
Schallschutz

Luftschall
Erschütterungen



Nachhallzeit

Nachhallzeit: Zeitdauer vom Abschalten bis Unhörbar



Definition und Messung der Nachhallzeit T

Nachhallzeit

Berechnung der Nachhallzeit T nach W. C. Sabine:

$$T(f) = \frac{0,163 \cdot V}{\sum \alpha_i(f) \cdot S_i + A_{diss}(f)}$$

- T = Nachhallzeit
- V = Raumvolumen
- α = Schallabsorptionsgrad
- S = Auskleidungsfläche
- A_{diss} = Absorption in Luft (Dissipation)

Raumakustik

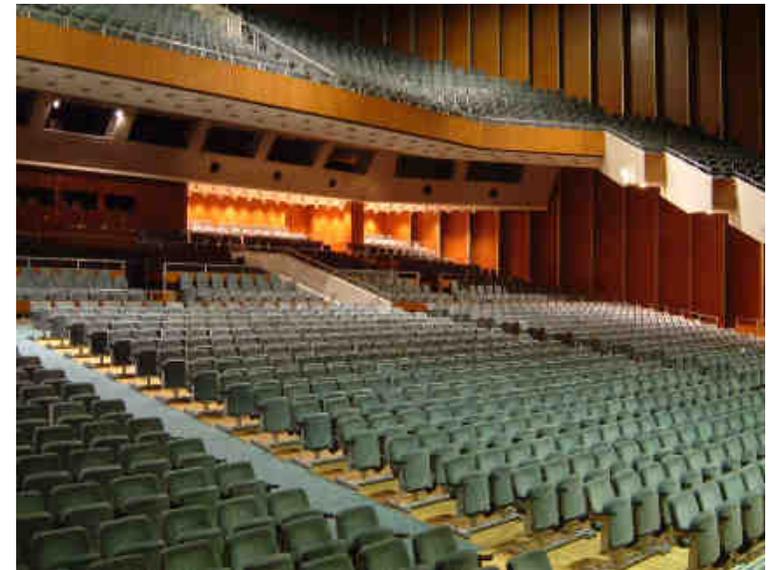
Grundsatz: der Schall im Raum soll die vorgesehene Nutzung maximal unterstützen

- > **Schulräume / Vortragssäle: bestes Sprachverständnis**
- > **Konzerträume: Musik und Stimmen transparent und klar**

- Einfluss von schalllenkenden, -streuenden und -absorbierenden Raumboflächen
- Vermeiden von Kuppeln, kreisförmigen Grundrissen etc.

wichtige Orientierung:

DIN 18041 „Hörsamkeit“ (1968/2004)



Raumakustik

DIN 18041 Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen (2004)

- gültig für Räume bis 5000 m³, bei Sport-/Schwimmhallen bis 8500 m³
- akustische Anforderungen und Planungsrichtlinien zur Sicherung der Hörsamkeit vorrangig für die Sprachkommunikation

mittlere und größere Entfernungen

(z. B. Konferenzräume, Unterrichtsräume, Hörsäle, Tagungsräume, Kindergärten)

Vorgaben Störgeräusche und Schallabsorption

geringe Entfernungen

(z. B. Verkaufsräume, Gaststätten, Sprechzimmer, Büroräume, Öffentlichkeitsbereiche, Bibliotheken)

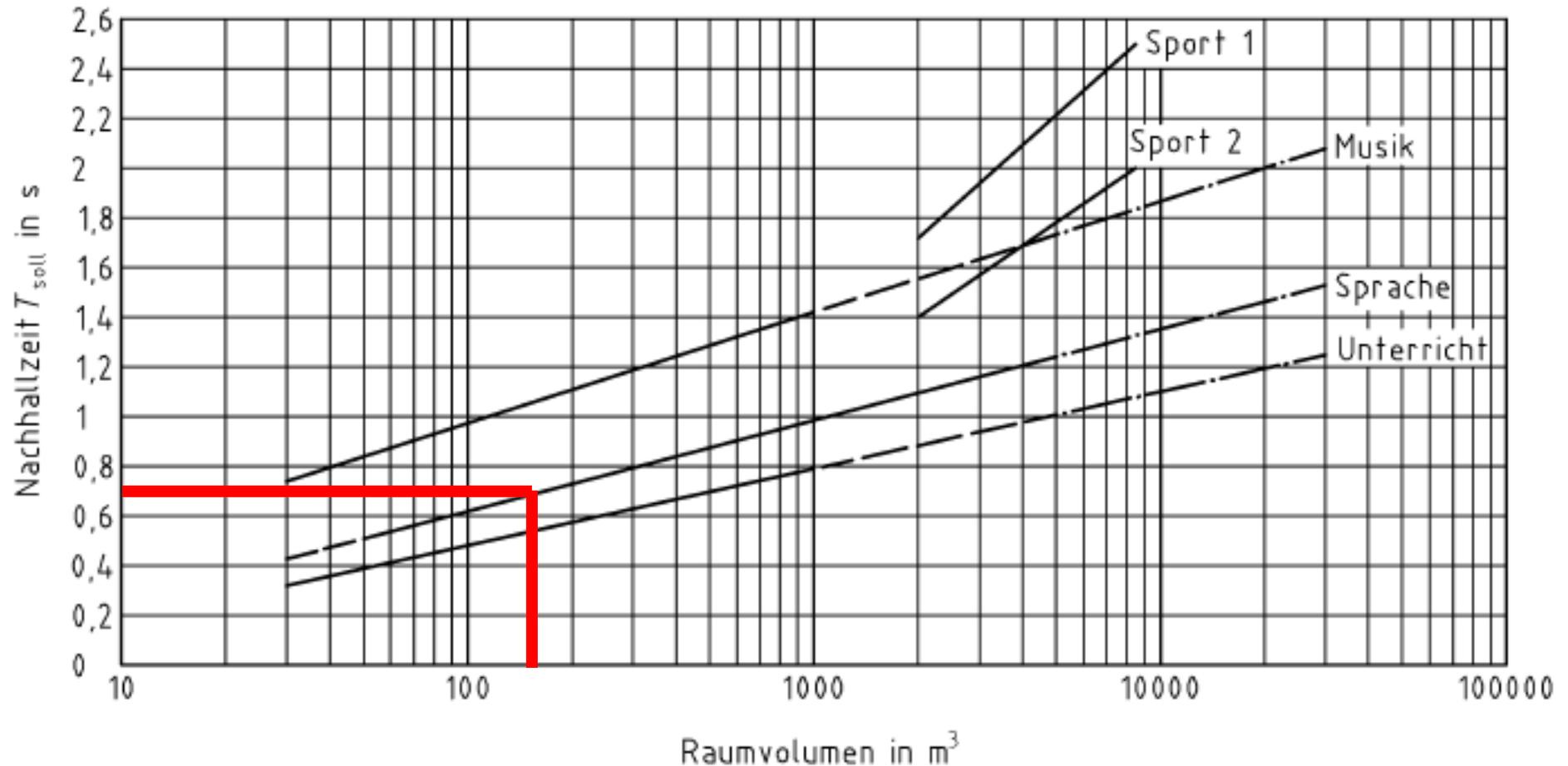
Vorgaben Schallabsorption



Raumakustik

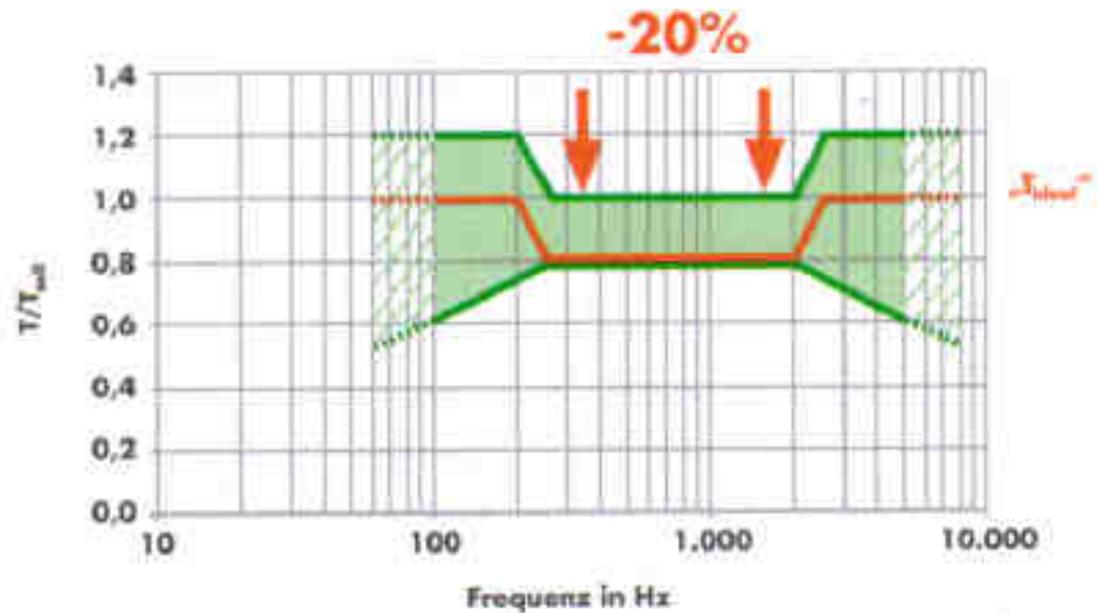
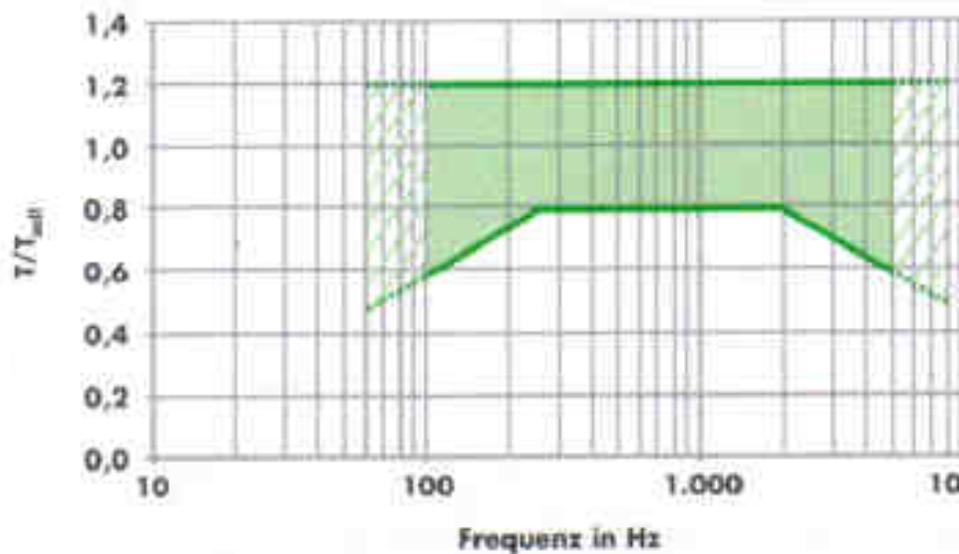
1. Nutzungsabhängige Bestimmung der Nachhallzeit:

Beispiel Besprechungsraum 52 m², Höhe 2,80 m = 150 m³



Raumakustik

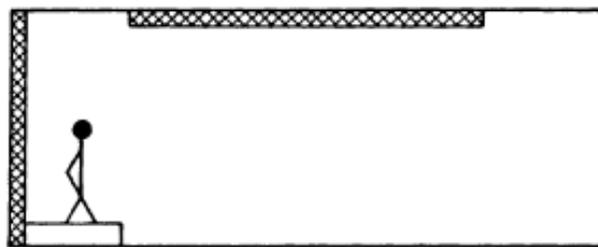
2. Festlegung der Frequenzbandtoleranzen 100 Hz – 5 kHz
3. Korrektur für Schwerhörige (und Nicht-Muttersprachler)



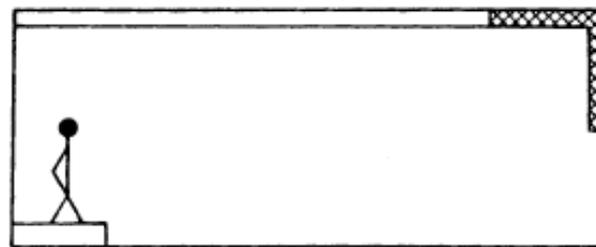
Besprechungsraum 52 m² -> Nachhallzeit <= 0,55 s

Raumakustik

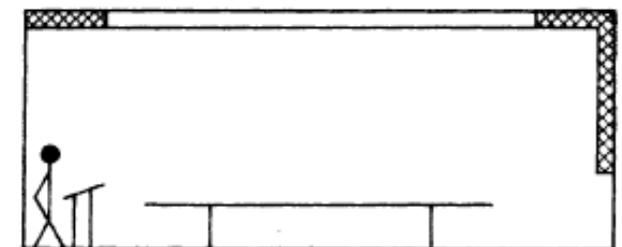
4. Planung der Schallfeldverteilung



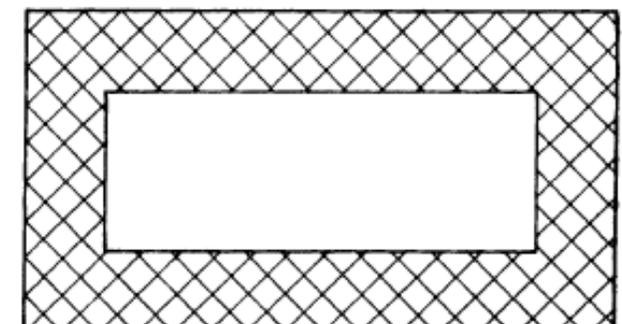
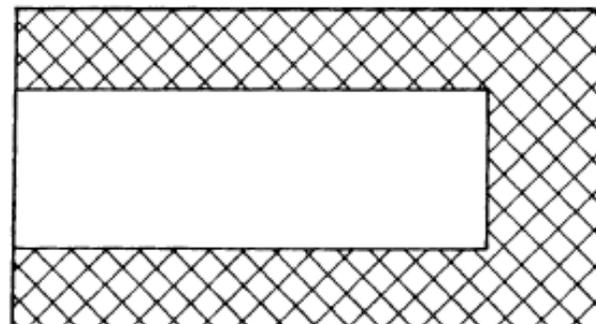
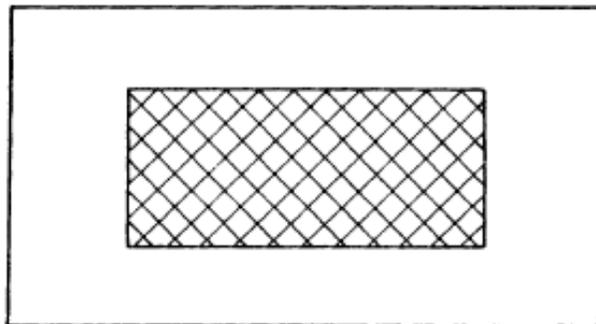
a ungünstig



b günstig



c günstig



Raumakustik

5. Sicherung des maximalen, bauseitigen Störschallpegels:

$L_{NA,Bau} \leq 30 \text{ dB}$ geeignet für größere Entfernungen
geeignet für **Personen mit Hörverlust**
geeignet für fremdsprachige Texte

$L_{NA,Bau} \leq 35 \text{ dB}$ nur bedingt noch geeignet

$L_{NA,Bau} \leq 40 \text{ dB}$ geeignet für geringe Entfernungen,
nicht für **Personen mit Hörverlust**

Absorbertypen

Strömungsabsorber

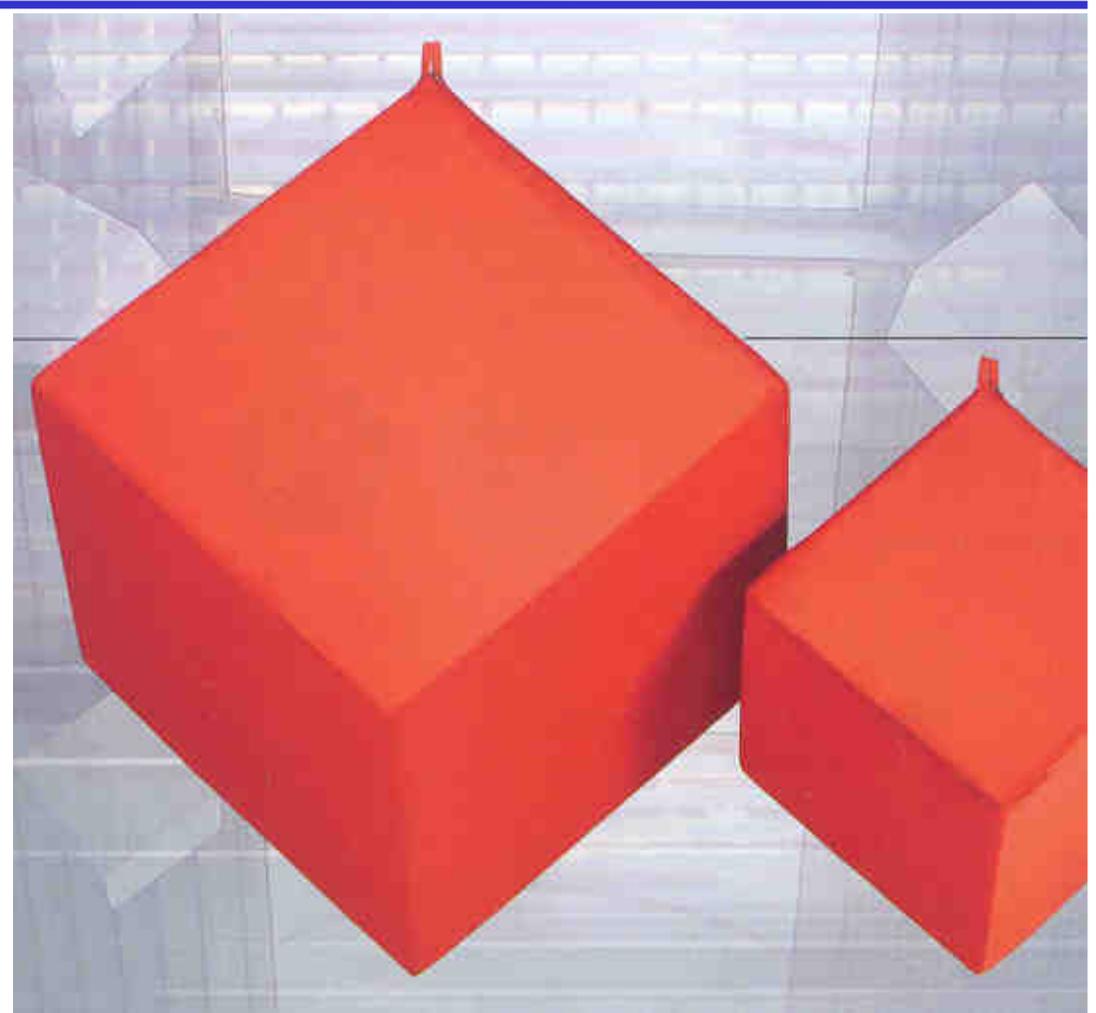
Schallwelle wird in Wärme umgewandelt



Absorbentypen



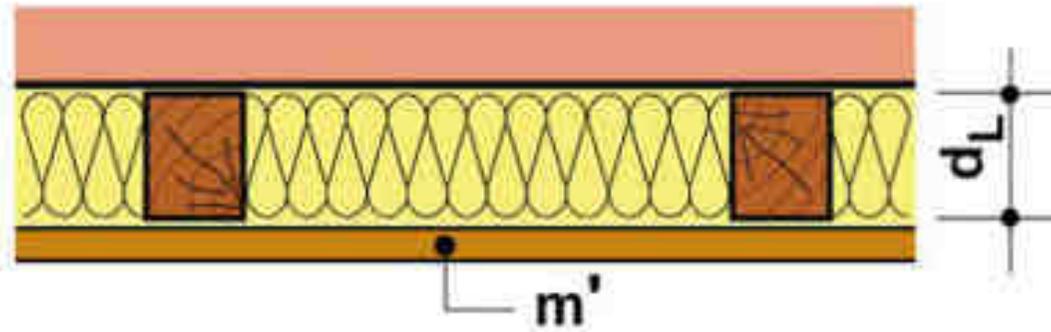
Absorbentypen



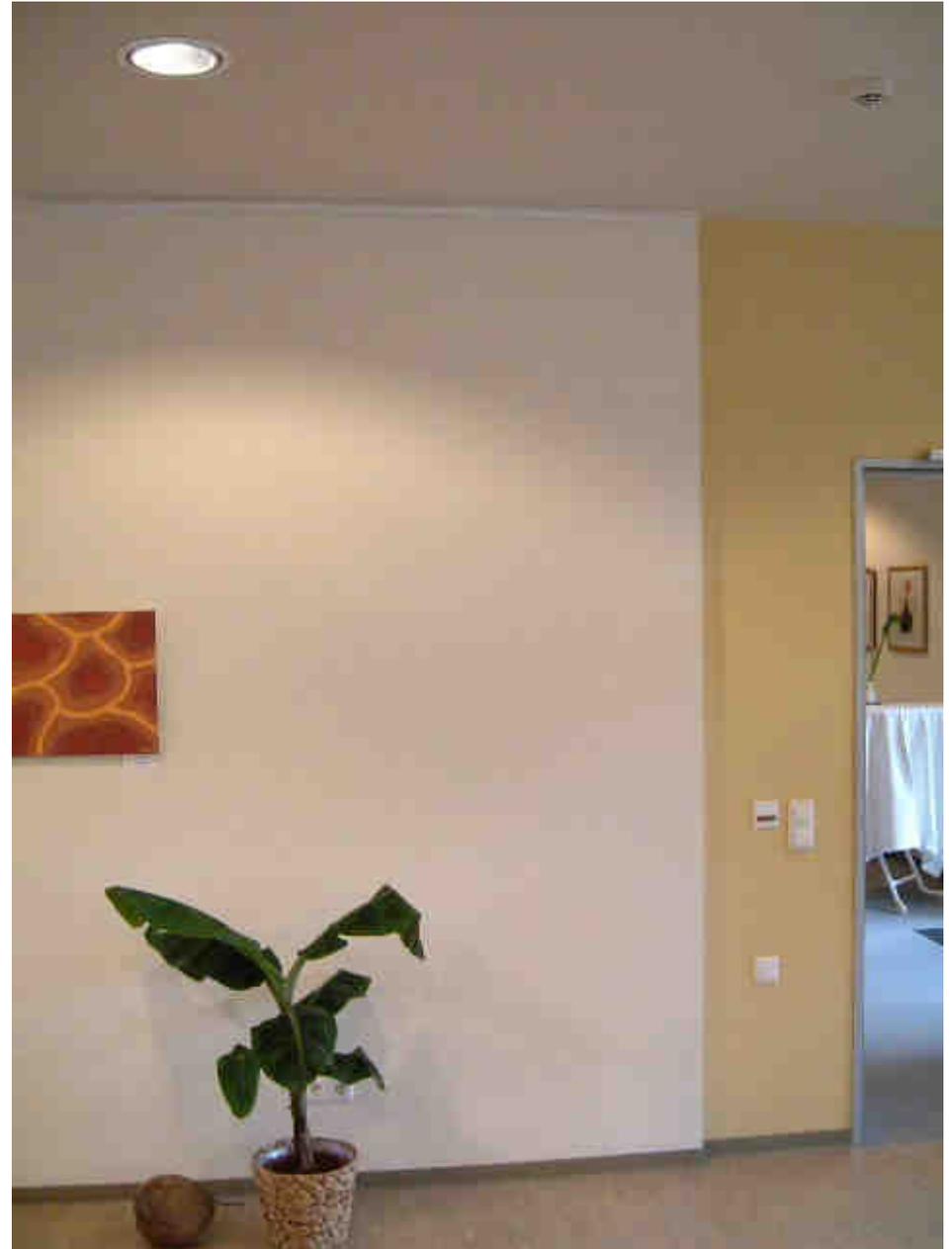
Absorbertypen

Plattenresonator

Tiefe Töne bringen Platten mit Dämpfung zum Schwingen



Absorbertypen



Absorbertypen

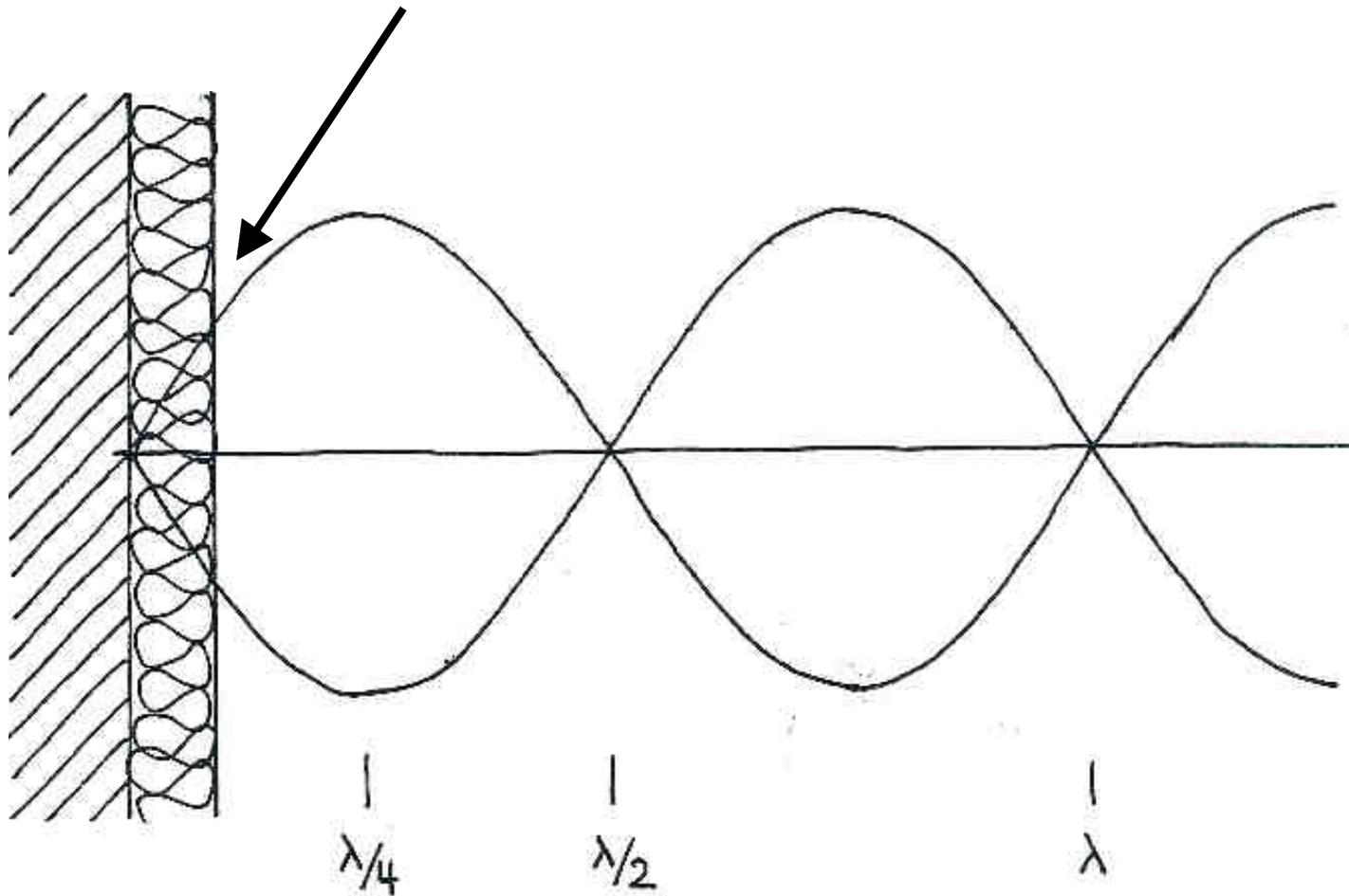
Helmholtzresonator

Hohlraumresonanz wirkt der Schallquelle entgegen



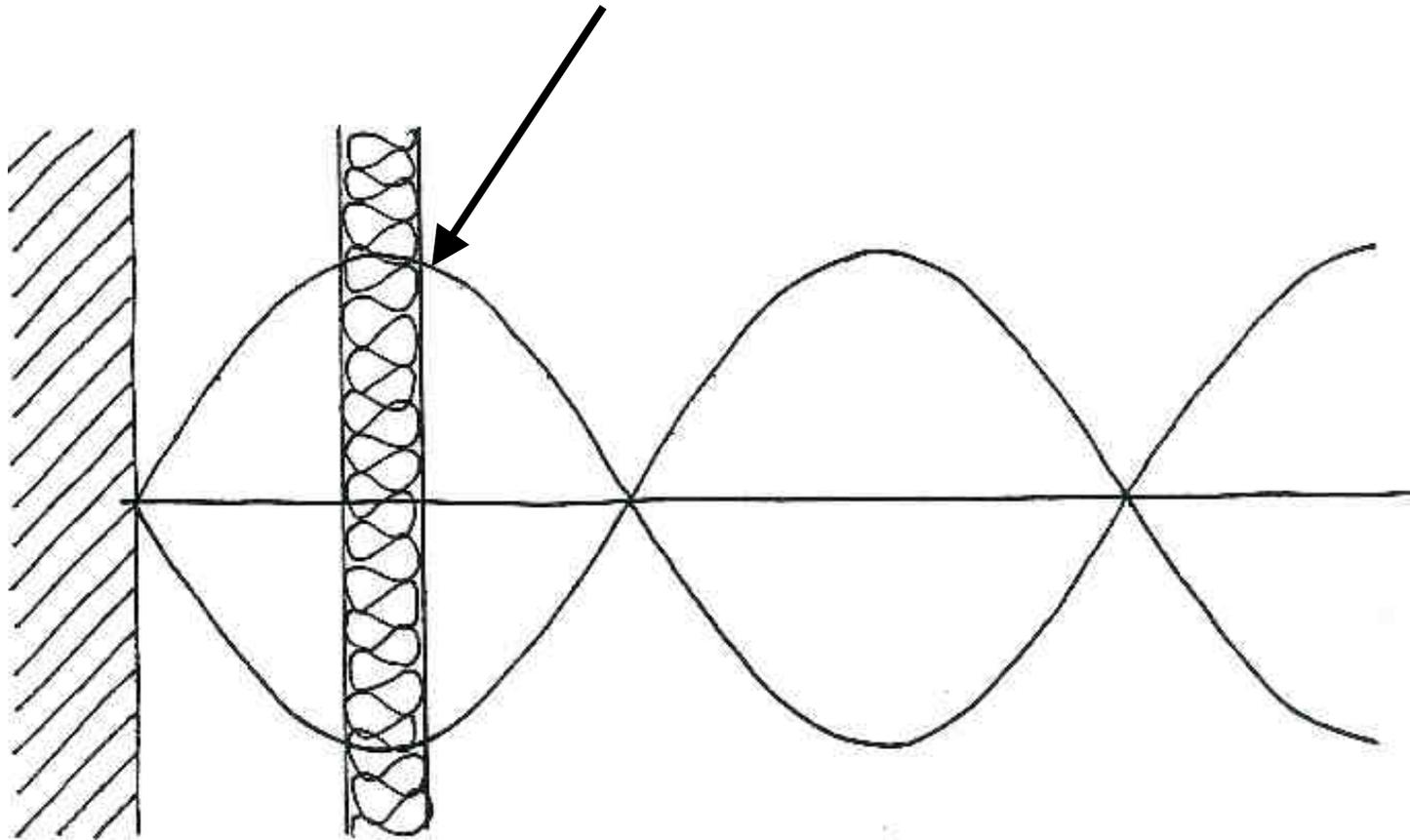
Raumakustik – Schallabsorber-Physik

Wenig Wirkung bei diesem Ton



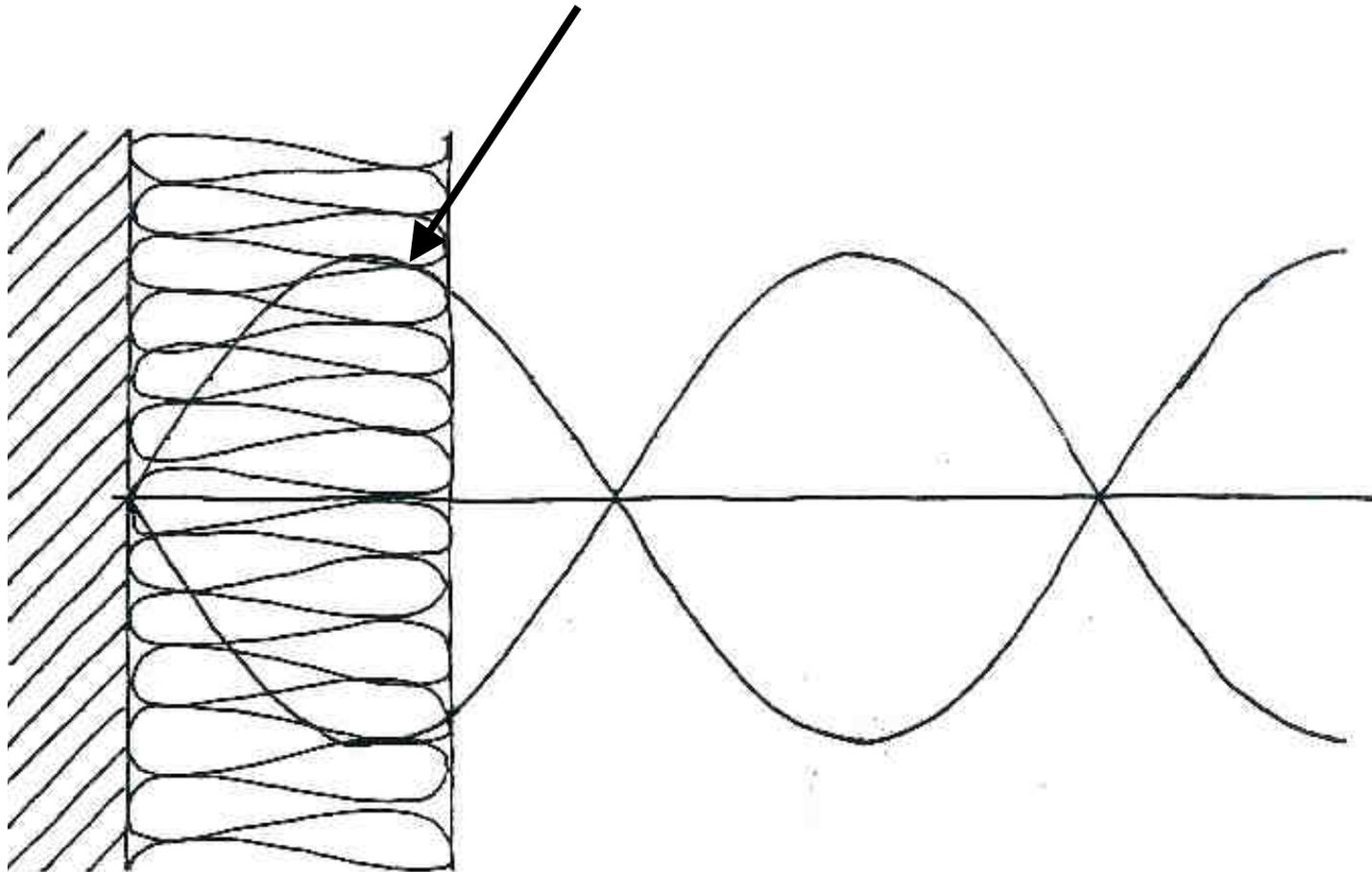
Raumakustik – Schallabsorber-Physik

Hohe Wirkung bei diesem Ton



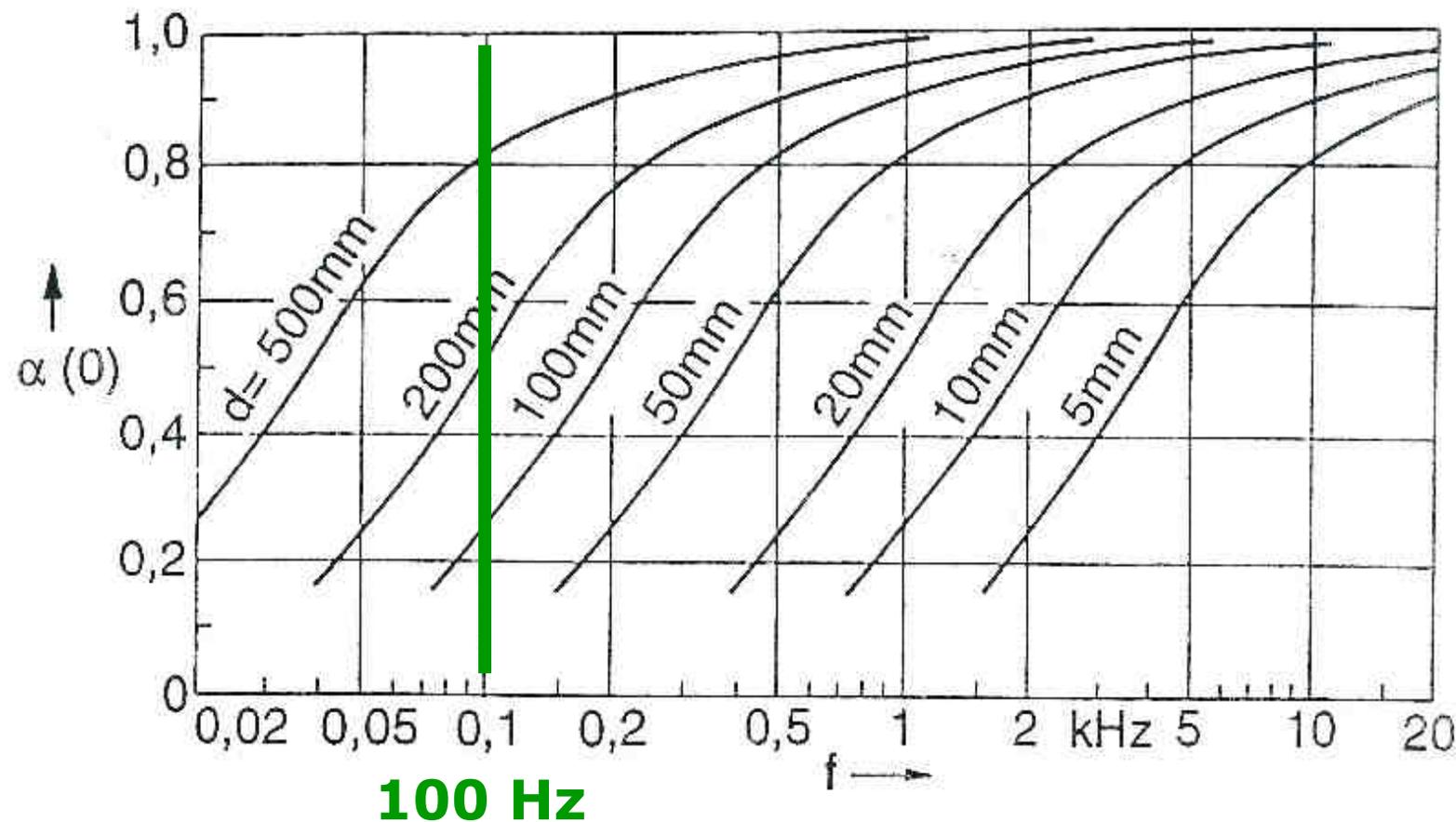
Raumakustik – Schallabsorber-Physik

Hohe Wirkung bei diesem Ton und **allen höheren**



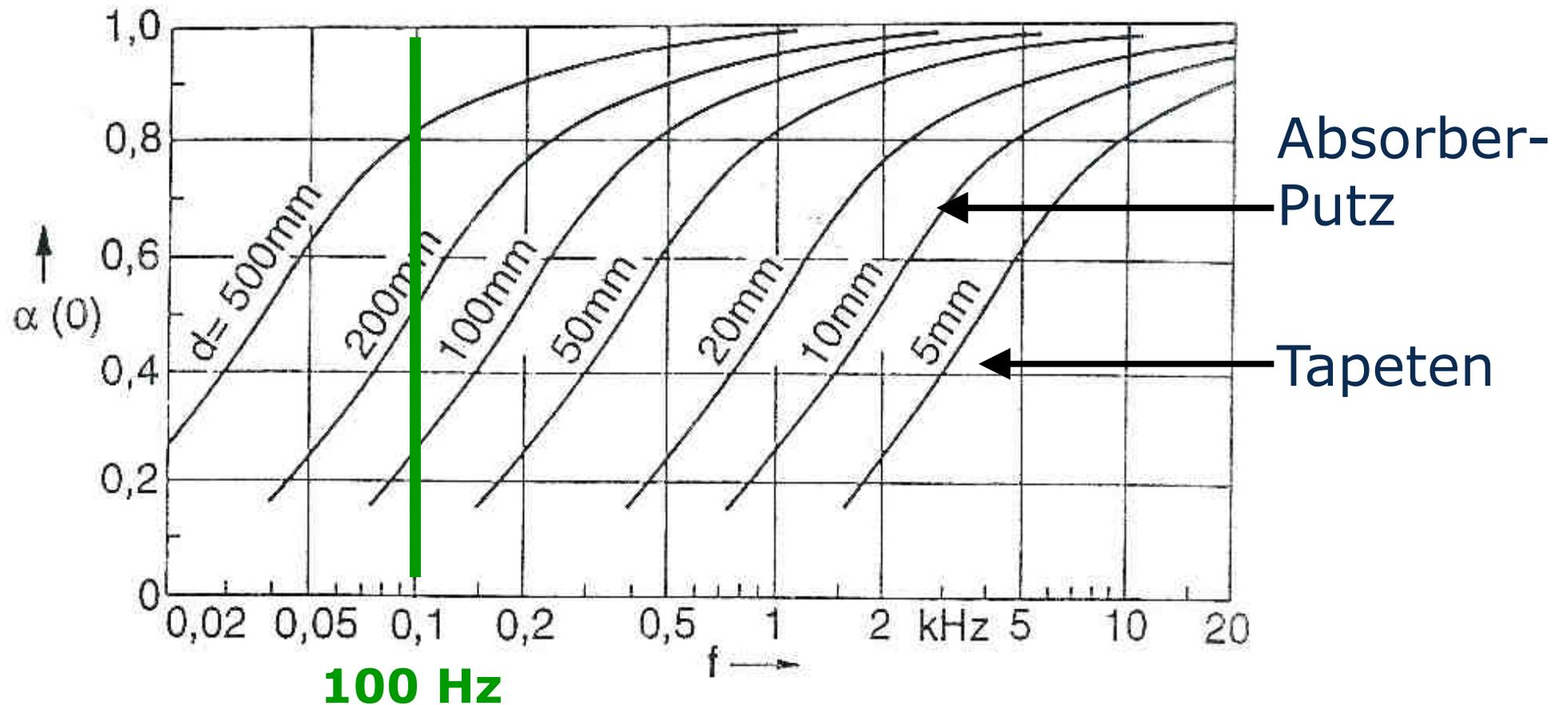
Raumakustik – Schallabsorber-Physik

Wandabstand & Absorberdicke bestimmen die untere absorbierte Frequenz



Raumakustik – Schallabsorber-Physik

Wandabstand & Absorberdicke bestimmen die untere absorbierte Frequenz



Raumakustik – Kindertagesstätte



Nachhallzeit 3,2 s
bei 414 m³ Raumvolumen



Ziel: Nachhallzeit 0,8 s
(breitbandig)

Maßnahmen

Was:

- Schallabsorptionsgrad
- Lichtreflexion
- Mechanische Stabilität
- Brandschutz
- Preis
- ggf. schnelle Verfügbarkeit
- ggf. Verarbeitung auch in Selbsthilfe möglich?

Wo:

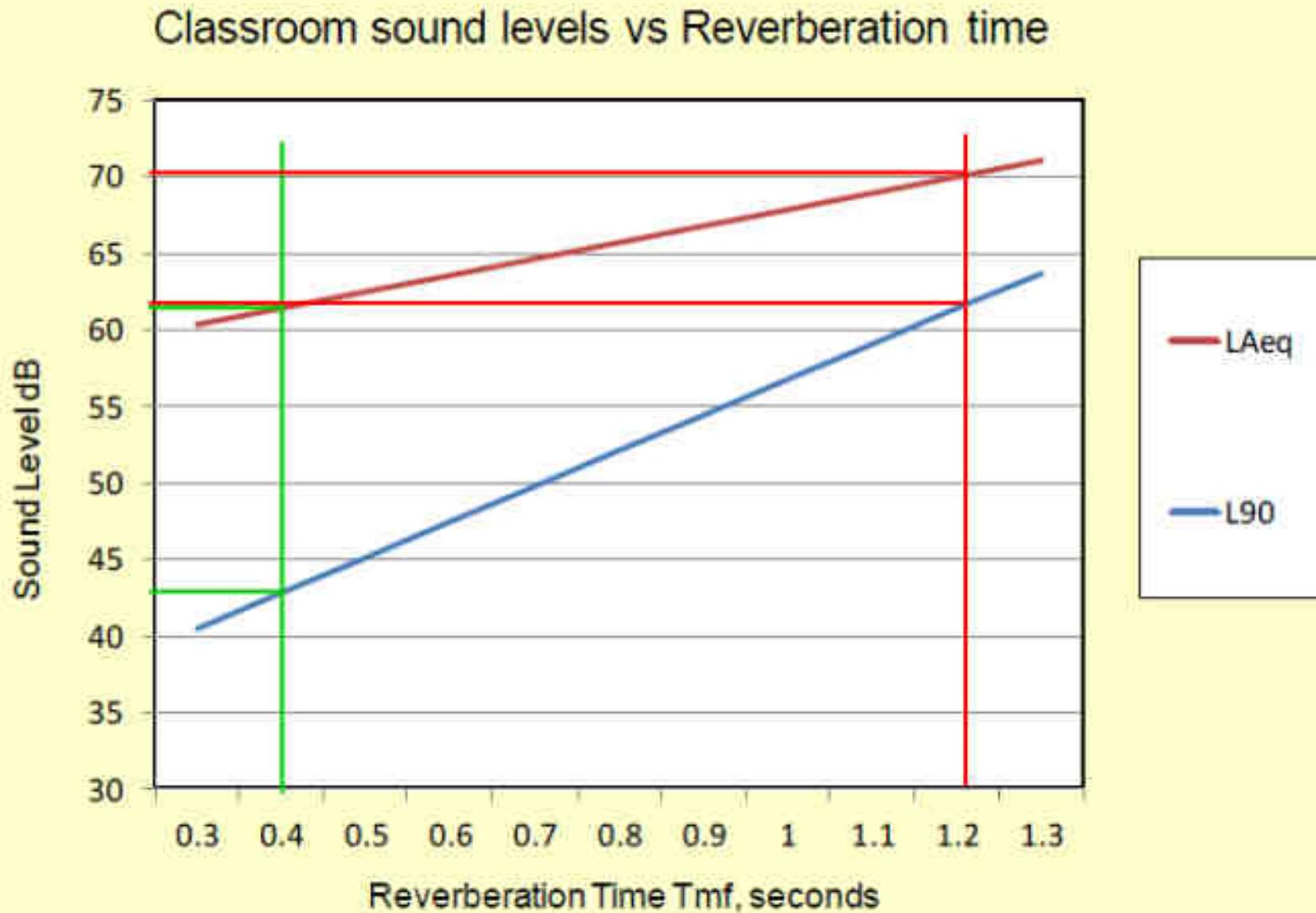
Schulräume

Essenraum

Flure, Treppenhäuser

Werkräume, Pädagogenräume

Essex-Studie



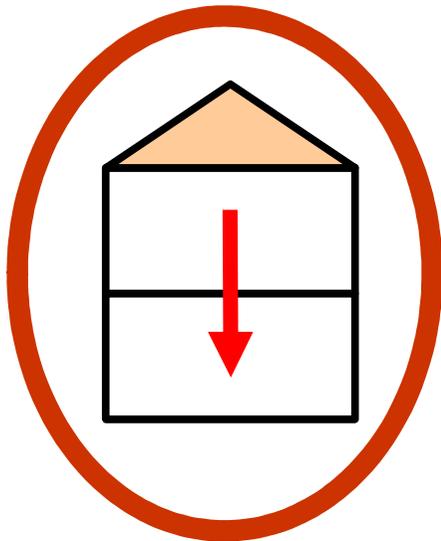
Akustik am Gebäude



Akustik am Bauwerk

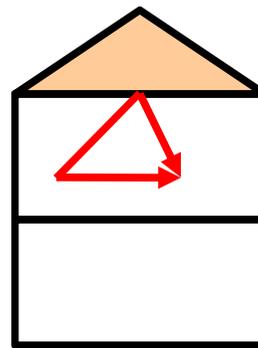
Bauakustik

Luftschall
Trittschall
Installationen



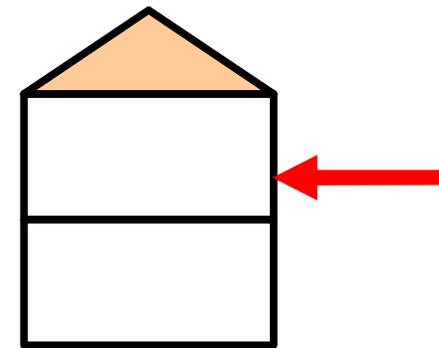
Raumakustik

Schallausbreitung
Elektroakustik



Schallschutz

Luftschall
Erschütterungen



Störgeräusch

Vermeiden von Störgeräuschen:

- Lüftungen, Projektoren
- Offene Fenster
- Teppichböden
- Undichte Türen
- Ungeeignete Wände & Decken

Bauakustik (Schalldämmung)

| Sprachverständlichkeit | erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß R'_w [dB] | |
|-------------------------------------|--|--|
| | Grundgeräuschpegel $L_A = 20 \text{ dB(A)}$ | Grundgeräuschpegel $L_A = 30 \text{ dB(A)}$ |
| nicht zu hören | 67 | 57 |
| zu hören, jedoch nicht zu verstehen | 57 | 47 |
| teilweise zu verstehen | 52 | 42 |
| gut zu verstehen | 42 | 32 |

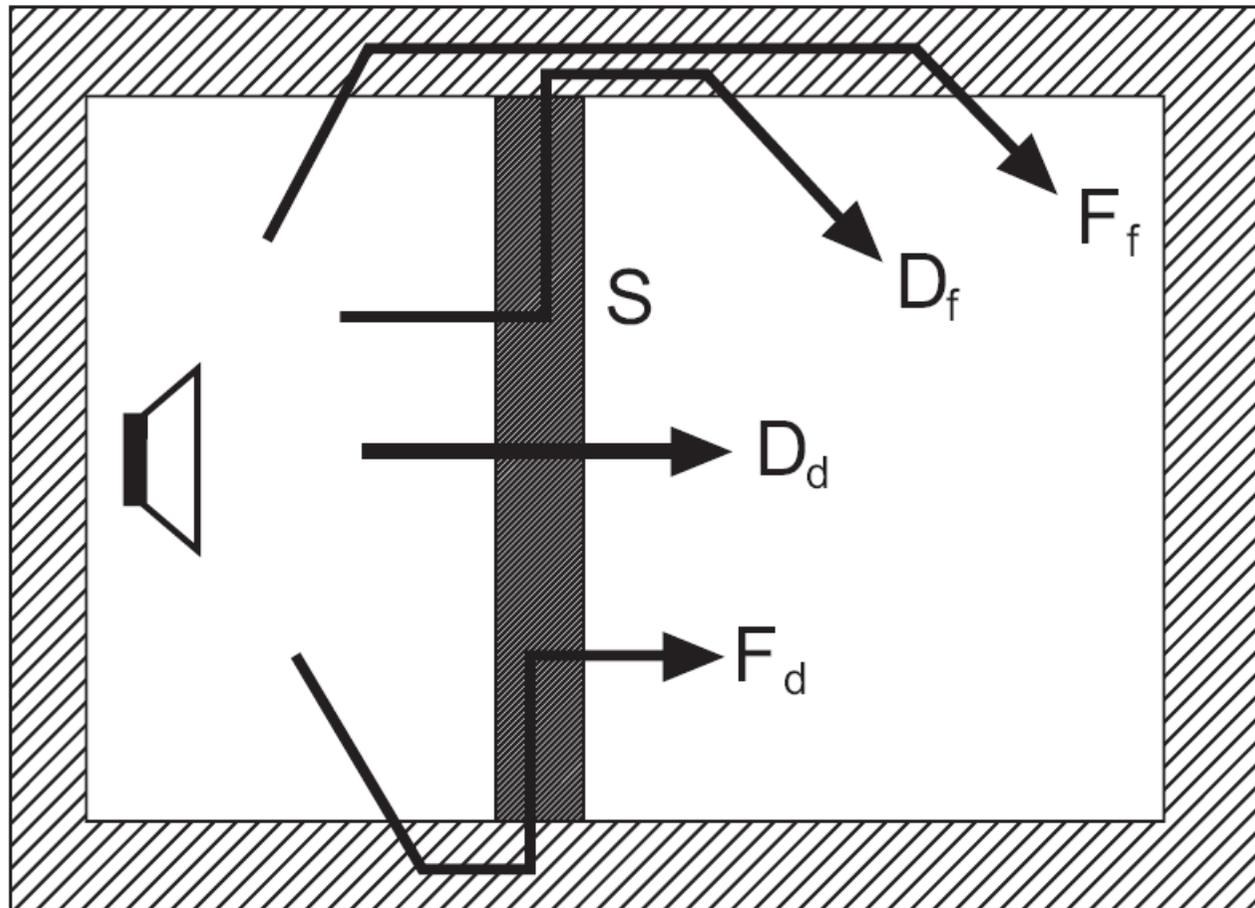
| $L_{n,w}$ [dB] | Gehen | Möbelrücken |
|----------------|----------------|----------------|
| 75 | gut hörbar | gut hörbar |
| 65 | hörbar | gut hörbar |
| 55 | schwach hörbar | hörbar |
| 45 | unhörbar | schwach hörbar |

Bauakustik (Schalldämmung)

| Sprachverständlichkeit | erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß R'_w [dB] | |
|-------------------------------------|--|--|
| | Grundgeräuschpegel $L_A = 20 \text{ dB(A)}$ | Grundgeräuschpegel $L_A = 30 \text{ dB(A)}$ |
| nicht zu hören | 67 | 57 |
| zu hören, jedoch nicht zu verstehen | 57 | 47 |
| teilweise zu verstehen | 52 | 42 |
| gut zu verstehen | 42 | 32 |

| $L_{n,w}$ [dB] | Gehen | Möbelrücken |
|----------------|----------------|----------------|
| 75 | gut hörbar | gut hörbar |
| 65 | hörbar | gut hörbar |
| 55 53 | schwach hörbar | hörbar |
| 45 | unhörbar | schwach hörbar |

Bauakustik - Übertragungswege Luftschall



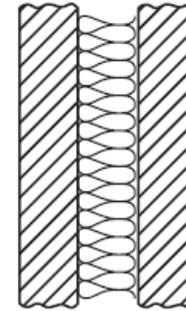
Gute Schalldämmung von Trennwand & Flanken

Bauakustik: Wände einschalig / zweischalig

Einschalige Wände:

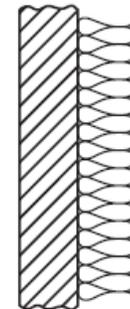
hauptsächlich Flächemasse
und Fugendichtigkeit
entscheiden über
Schalldämmung

a) zwei biegesteife Schalen



z.B. Haustrennwand

b) biegesteife Schale mit
biegeweicher Vorsatzschale



z.B. Decke mit abgehängter
Unterdecke, Vorsatzschalen
vor Massivwänden

Zweischalige Wände:

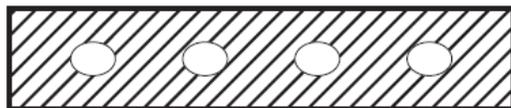
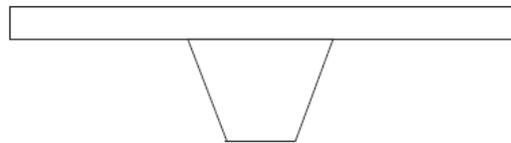
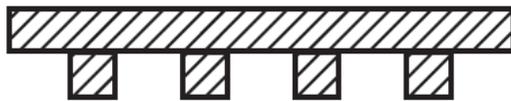
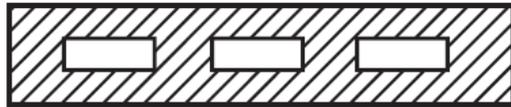
Konstruktion und
Baustoffauswahl
entscheiden über
Schalldämmung

c) zwei biegeweiche Schalen

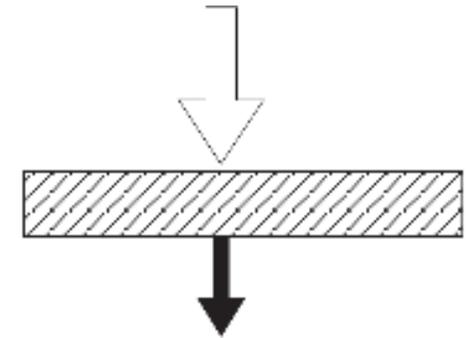


z.B. Ständerwände
(Leichter Innenausbau,
Fertigbau, ...)

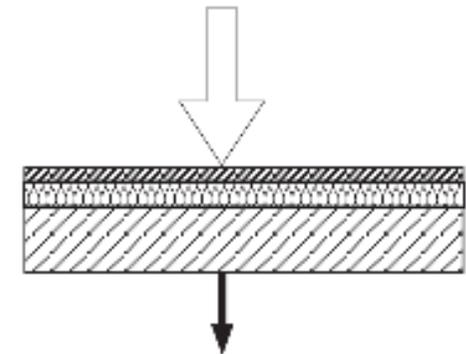
Bauakustik: Decken einschalig / zweischalig



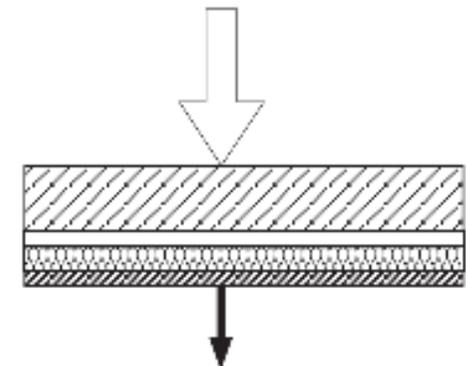
1. massive Rohdecke
ohne Maßnahmen



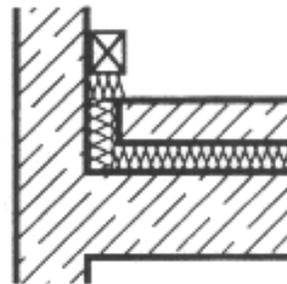
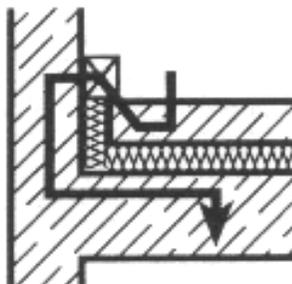
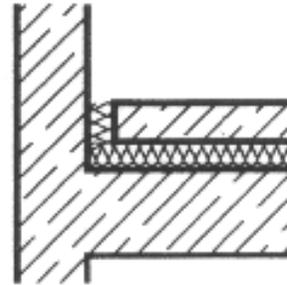
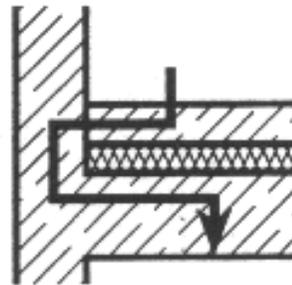
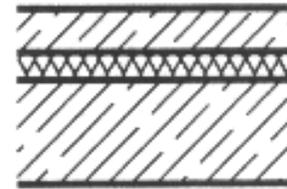
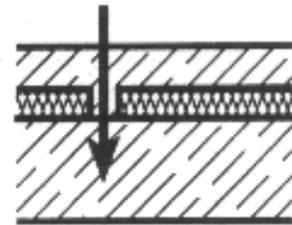
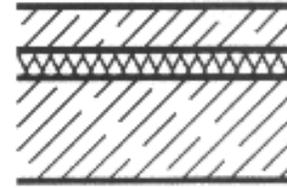
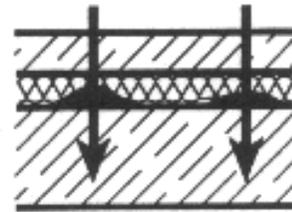
2. massive Decke
mit schwimmendem
Estrich (Estrich von
Dämmung durch Folie
getrennt)



3. massive Decke
mit abgehängter
Unterdecke



Bauakustik: Schallbrücken bei schwimmendem Estrich

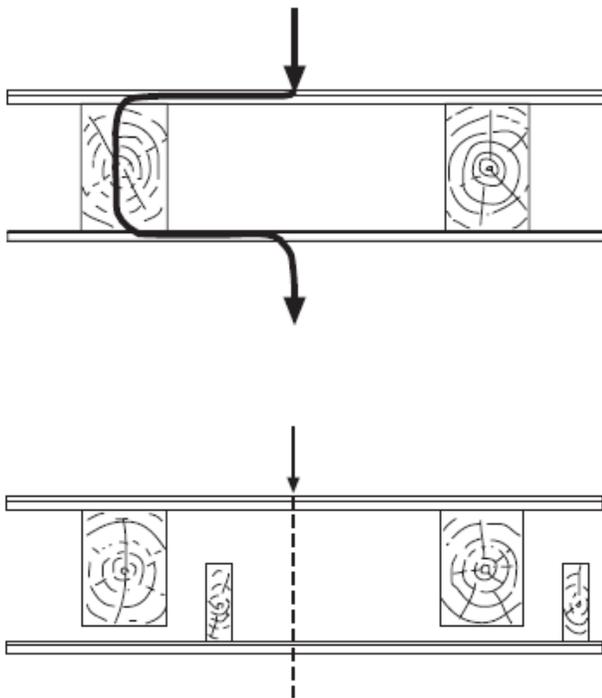


Mit Schallbrücken

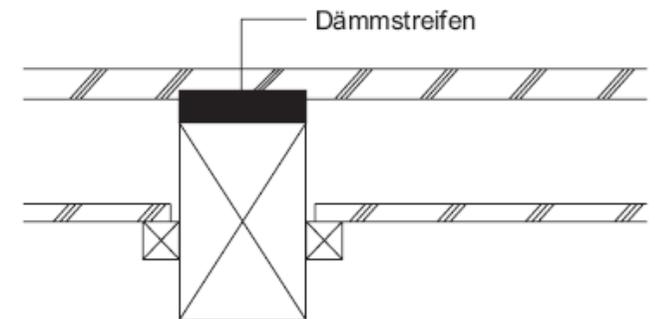
Ohne Schallbrücken

Bauakustik: Maßnahmen an Holzbalkendecken

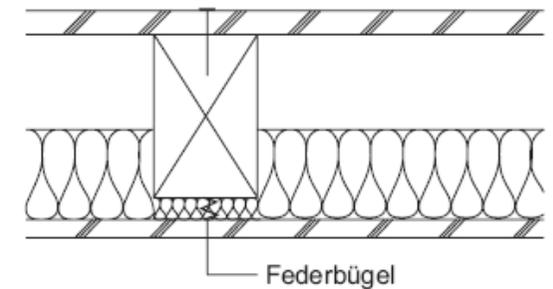
Vorrangige Maßnahme: Trennung von Ober- und Unterseite



Entkopplung an der Oberseite



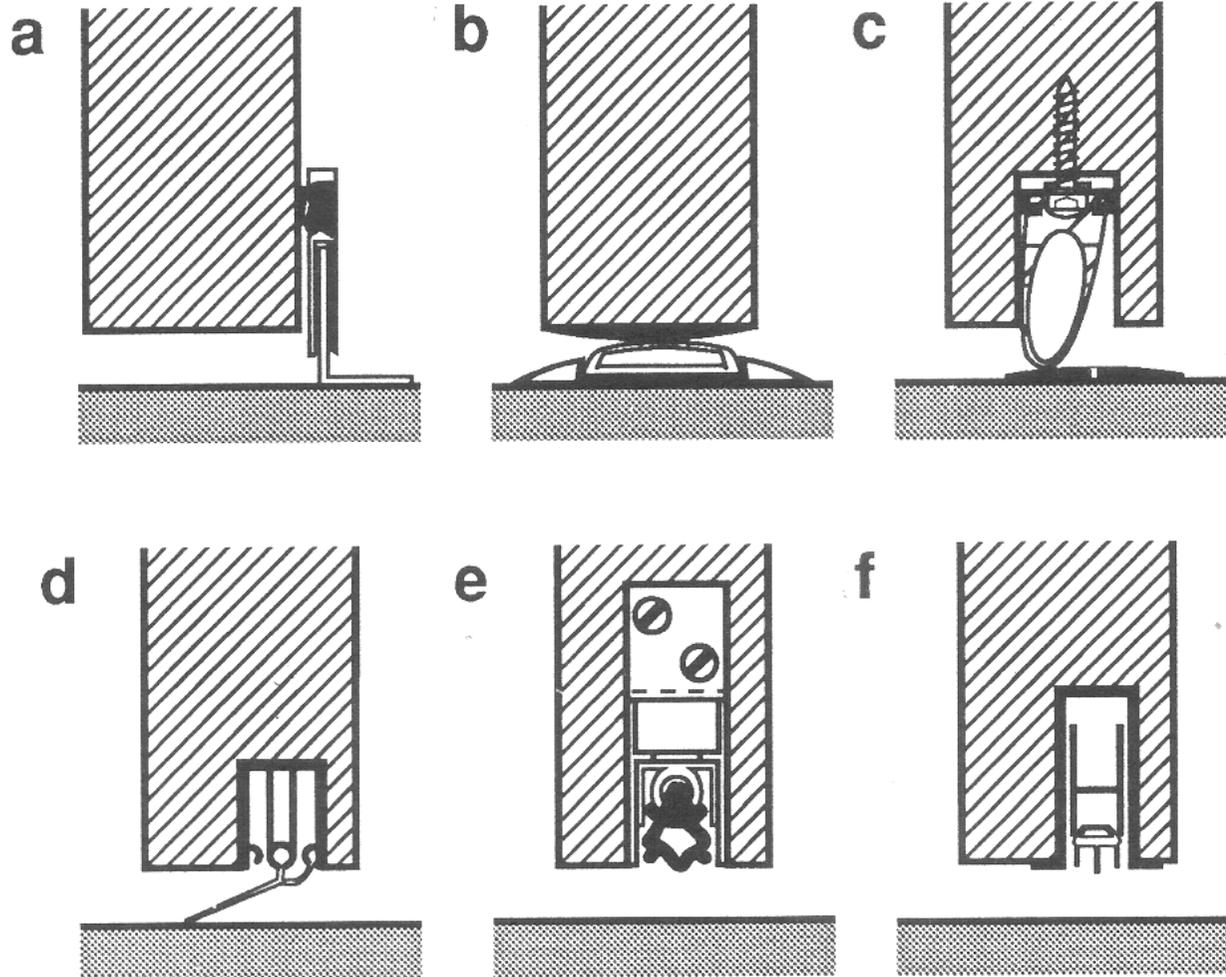
Entkopplung an der Unterseite



Bauakustik: Schalldämmung Türen

| Türausführung | Bewertetes Schalldämm-Maß [dB] |
|--|--------------------------------------|
| Einfache, leichte Zimmertüren, ohne besondere Dichtungsmaßnahmen | 17 – 25 |
| Schwer ausgeführte Zimmertüren mit zusätzlichen Falzdichtungen | 25 – 32 |
| Schalldämmende Türen, Spezialausführungen | 32 – 40 |
| Hochschalldämmende Türen (doppelschalige Stahlblechtüren für Rundfunk u.ä.) | 40 – 50 |
| Zwei einfache Einzeltüren, hintereinander geschaltet | 40 |

Bauakustik: Türschwellendichtung



a Anschlagsschwelle

b,c Höckerschwelle

d Schleifdichtung

e,f Absenktdichtung

Normen zur Gebäudeakustik

| | | |
|------------------|------------------|-------------------------------------|
| Bauakustik | DIN 4109 | baurechtlich eingeführt |
| Raumakustik | DIN 18041 | gültig seit 1968 (a.a.R.d.T.) |
| Barrierefreiheit | DIN 18040-1 / -2 | tlw. baurechtlich eingeführt |

- verweist auf DIN 18041
- Akustische Informationen müssen auch für Menschen mit eingeschränktem Hörvermögen **hörbar und verstehbar** sein
- Die wichtigsten Einflussfaktoren auf das Hören/Verstehen sind:
 - das Verhältnis zwischen **Nutzsignal und Störgeräusch**;
 - die **Nachhallzeit** und die **Lenkung** der Schallenergie zum Hörer.

DIN

Zusammenfassung

Raumakustik hat erheblichen Einfluss auf die Sprachverständlichkeit

-> Schwerpunkte: Hallige Umgebung vermeiden
 Störlärm verringern

Basis sind Normen DIN 18041 (Raumakustik)
 DIN 4109 (Bauakustik)

Raum- und Bauakustik sind die **baulichen**
Maßnahmen (nicht nur) eine
gute und sichere Kommunikation

