

Grundlagen

Bauakustische Maßnahmen

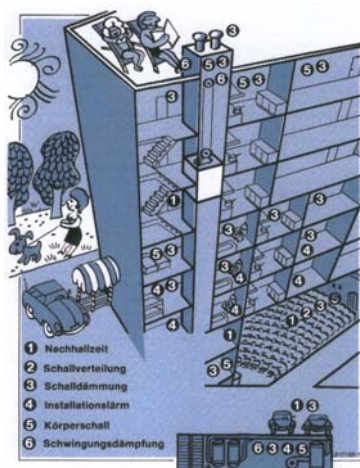
Betreffen Lärmausbreitung über den Baukörper (Wände, Decken, Fenster, Türen) in benachbarte Räume oder Gebäude. Mit eingeschlossen ist die Lärmausbreitung von außen in Gebäude (Problematik Außenlärm und insbesondere Verkehrslärm)

Raumakustische Maßnahmen

Mittel, mit deren Hilfe einerseits die Halligkeit eines Raumes verringert wird (und damit die Sprachverständlichkeit vergrößert wird) und andererseits die direkte Ausbreitung des Lärmes innerhalb des gleichen Raumes vermindert wird.

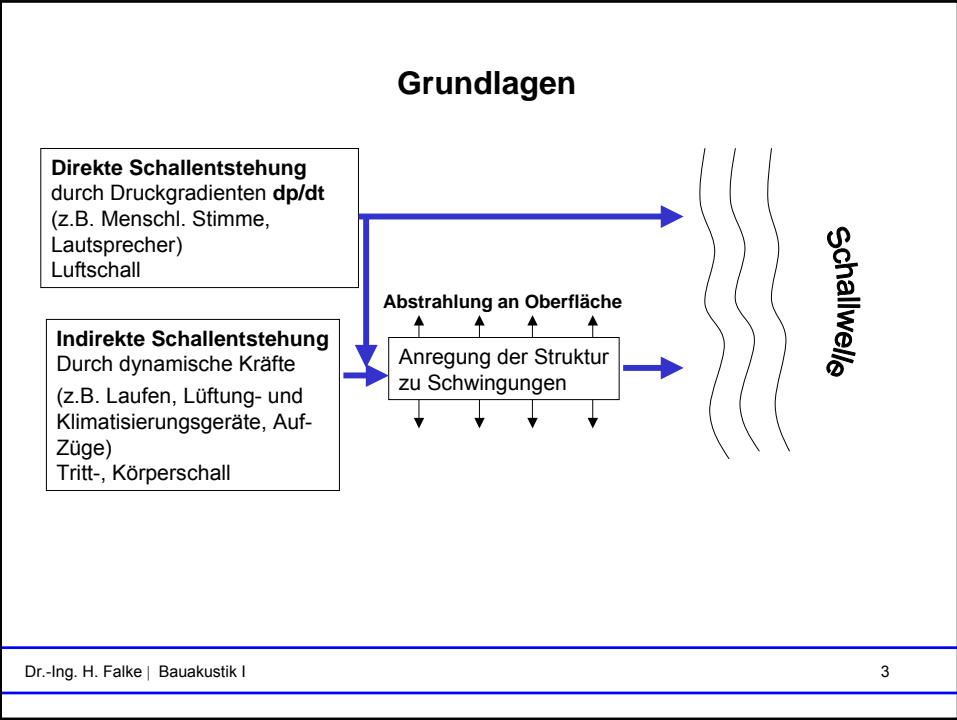
Bauakustik: Schwingungen im Baukörper, die als abgestrahlter Luftschall (Aufnahme über Ohren) wirken

Grundlagen



Quelle: Brüel&Kjaer

- Luft- und Trittschalldämmung (Körperschall) Wände, Decken, Türen, Fenster, Dächer, Treppen
- Installationsgeräusche Wasser- und Abwasserinstallationen, Lüftung
- Nachhallzeit für Sprachverständlichkeit, Lärminderung, Berücksichtigung bei Luftschall- und Trittschallgrößen
- Schallverteilung für Sprachverständlichkeit in Auditorien
- Schwingungsdämpfung/Körperschall bei haustechnischen Anlagen (Lüftung, Klimatisierung, Aufzüge)



Grundlagen

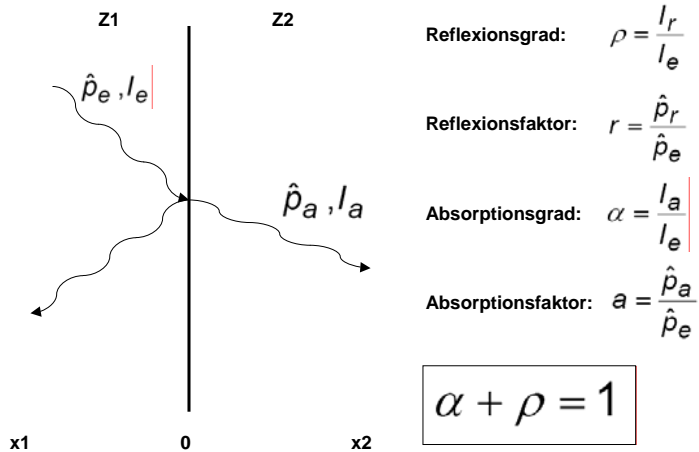
Schalldämmung (Sound Insulation)	Schalldämpfung (Sound Absorption)
<p>Einfügen von Hindernissen In den Schallweg.</p> <p>Reflexionen</p>	<p>Absorptionsmaterial Im Schallweg</p> <p>Umwandlung von Schallenergie in Wärme</p>

- **Schalldämmung und Schalldämpfung sind nicht trennbar**
- **Beide Effekte finden an Grenzflächen zwischen zwei akustisch unterschiedlichen Materialien statt Z_1 ungleich Z_2**

Dr.-Ing. H. Falke | Bauakustik I 4

Grundlagen

Verhalten ebener Schallwellen an einer Grenzfläche zwischen zwei unendlich ausgedehnten homogenen Medien



Schallabsorption

Verlust an Schallenergie bei der Reflexion an den Begrenzungsflächen eines Raumes bzw. an Gegenständen oder Personen in einem Raum

Verlust entsteht vorwiegend durch Umwandlung von Schall in Wärme.

Weiterer Verlust ist die Schallübertragung in benachbarte Räume oder in das Freie.

Schallabsorptionsgrad α : Verhältnis der nicht reflektierten zur auftreffenden Schallenergie

Vollständige Reflexion $\alpha=0$

Vollständige Absorption $\alpha=1$

Schallabsorption

Äquivalente Schallabsorptionsfläche A:

Diejenige Fläche eines Raumes mit dem Schallabsorptionsgrad $\alpha=1$, die den gleichen Anteil der Schallenergie absorbieren würde wie die gesamte Oberfläche des Raumes und der sich im Raum befindlichen Gegenstände und Personen.

Ist nur für einfache Raumtypen leicht berechenbar sowie messtechnisch zu bestimmen.

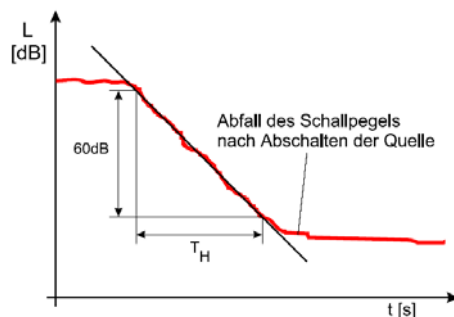
$$A = \alpha_{Raum} \cdot S_{ges}$$

S_{ges} gesamte Raumbofläche

α_{Raum} mittlerer Schallabsorptionsgrad

Schallabsorption

Sabine'sche Formel
experimentelle Bestimmung der äquivalenten Absorptionsfläche aus der Nachhallzeit



$$T_H [s] = 0,163 \cdot \frac{V [m^3]}{A'_{ges} [m^2]}$$

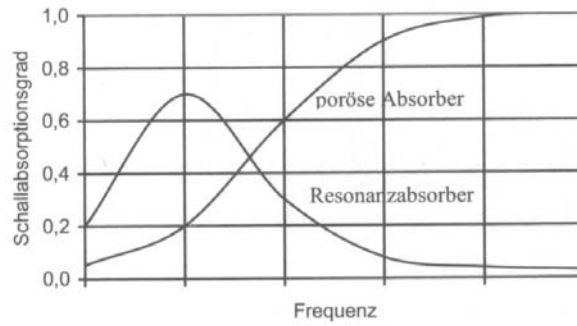
A'_{ges} – äquivalente Absorptionsfl.

V - Raumvolumen

Achtung: gilt nur für annähernd kubische Räume und Schallabsorption im Raum gleichmäßig verteilt

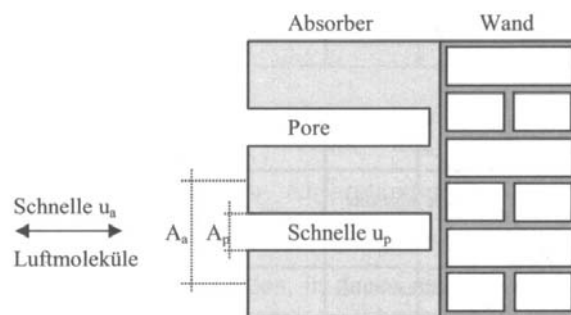
Schallabsorption

Typen der Schallabsorption



Schallabsorption

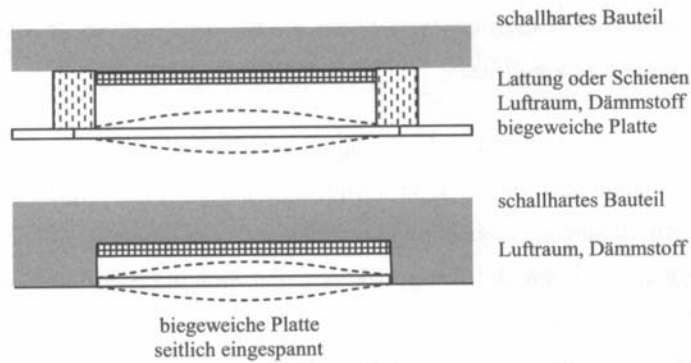
Poröse Absorber



Durch Reibung Umwandlung in Wärme

Schallabsorption

Resonanzabsorber - Plattenabsorber



Schallabsorption

Resonanzabsorber - Plattenabsorber

Resonanzfrequenz

$$f_0 \approx 510 \frac{1}{\sqrt{m' d_L}} \text{ Hz}$$

Mit

m' flächenbezogene Masse in kg/m^2

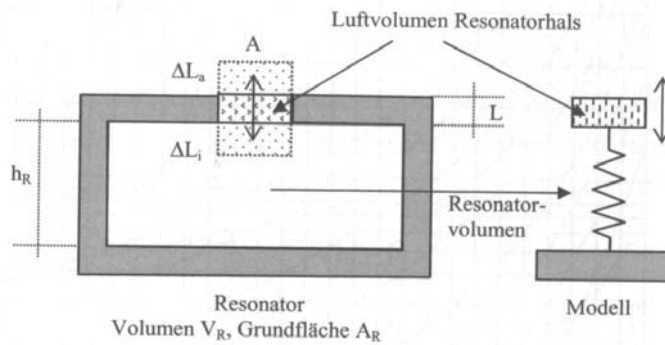
d_L Abstand Plattenrückseite zu Wand in cm

d_L begrenzt auf

$$d_L \leq \frac{2800}{f_0} \text{ cm}$$

Schallabsorption

Resonanzabsorber - Helmholtzresonator



Schallabsorption

Resonanzabsorber - Helmholtzresonator

$$f_0 \approx 170 \sqrt{\frac{A_G}{V_R (L + 2\Delta t)}} \text{ Hz}$$

Mit

A_G Fläche Resonatorhalsquerschnitt in cm

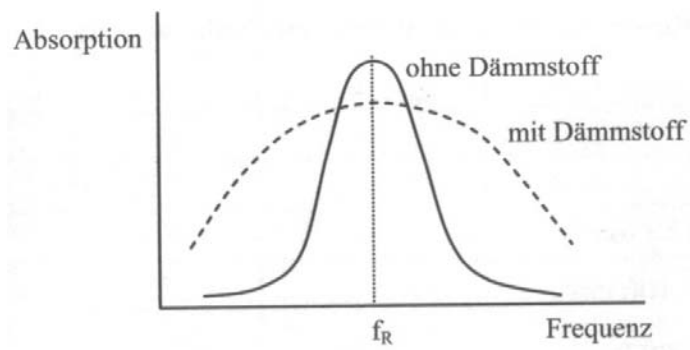
V_R Resonatorvolumen in dm³

L Resonatorhalslänge in cm

$2\Delta t$ Mündungskorrektur in cm

Schallabsorption

Resonanzabsorber - Helmholtzresonator



Schallabsorption

Beispiele natürliche poröse Absorber:

Teppichboden, Vorhänge, Polstergstuhl, Menschen

Beispiele natürliche Resonanzabsorber:

Glasscheiben, Ständerwände, schwimmend verlegtes Parkett

Schallabsorption

Raumbegrenzungsfläche	Oktav-Mittenfrequenz f_m [Hz]						
	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k
Schallabsorptionsgrad α							
Marmor, Fliesen, Klinker	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Beton, Stuckgips, Naturstein	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Kalkzementputz, Tapete, Gipskartonplatten	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08
Schaumstofftapete, etwa 8 mm dick	0,02	0,03	0,10	0,25	0,40	0,50	0,60
Dielen, Parkett, Spanplatten, festaufliegend	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
Dielen, Parkett, Holzboden hohlliegend (auf Leisten)	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,05	0,05
Linoleum, PVC-Belag, Gummibelag	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05
Linoleum, PVC-Belag auf Filzschicht	0,02	0,02	0,05	0,10	0,15	0,07	0,05
Spannteppich (PVC-Folie auf 5 mm Filz)	0,02	0,02	0,09	0,20	0,15	0,07	0,05
Teppichboden bis etwa 5 mm Dicke	0,02	0,03	0,04	0,06	0,20	0,30	0,40
Teppichboden bei mehr als etwa 5 mm Dicke	0,02	0,03	0,06	0,10	0,30	0,50	0,60

Dr.-Ing. H. Falke | Bauakustik I

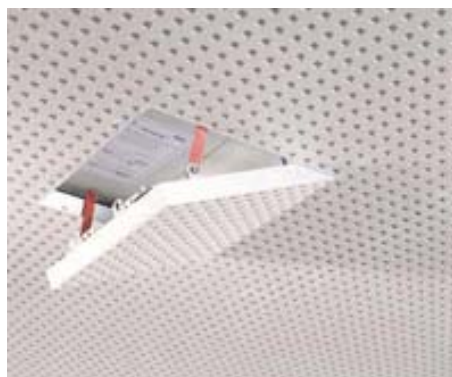
17

Schallabsorption



Poröser Absorber Decke

Quelle: OWA



Absorber Decke Kombination mit Helmholtzresonator

Quelle: Knauf

Dr.-Ing. H. Falke | Bauakustik I

18

Schallabsorption



Tiefenabsorber an Wand

Quelle: akustikundraum

Luftschalldämmung

Bauteileigenschaft Schalldämm-Maß

[Bauteileigenschaft –
nahezu in Prüfstandsmessungen](#)

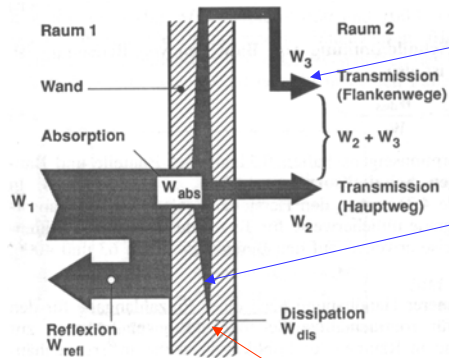
[Reale Situation am Bau
Messungen am Bau](#)

$$R=10 \lg W1/W2$$

$$R'=10 \lg W1/(W2+W3)$$

W1 auf Trennbauteil auftreffende Schalleistung
W2 durch das Trennbauteil übertragene Schalleistung
W3 durch flankierende oder andere Bauteile übertragene Schalleistung

Luftschalldämmung

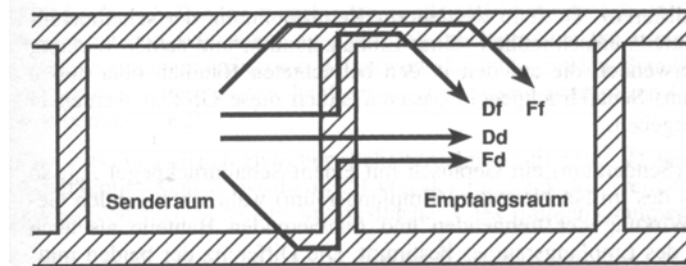


Abhängig von Ausführung des Stoßes und flächenbezogener Masse der Bauteile

Insbesondere Wirkung von Absorbern zur Verbesserung der Raumakustik Raum 1 (für Luftschalldämmung untergeordnete Bedeutung)

Körperschall

Luftschalldämmung



D und d Direktschall

F und f Flankenschallübertragung

Groß Anregungsseite, klein Abstrahlungsseite

Zusätzlich noch am Bau möglich bei Dd Schallnebenwege (z.B. Öffnungen bei Rohrdurchführungen!)

Luftschalldämmung einschalige Bauelemente

BERGERSches Massegesetz 1911

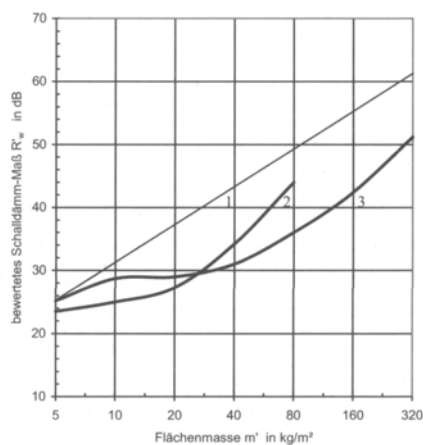
$$R = 20 \cdot \lg \frac{m' \cdot \omega}{2 \cdot Z} \text{ dB}$$

m' flächenbezogene Masse in kg/m^2

Weder Biegesteifigkeit der Bauteile noch Einfluss flankierender Bauteile, innere Materialdämpfung sowie Hohlräume im Bauteil berücksichtigt, nur für senkrechten Schalleinfall

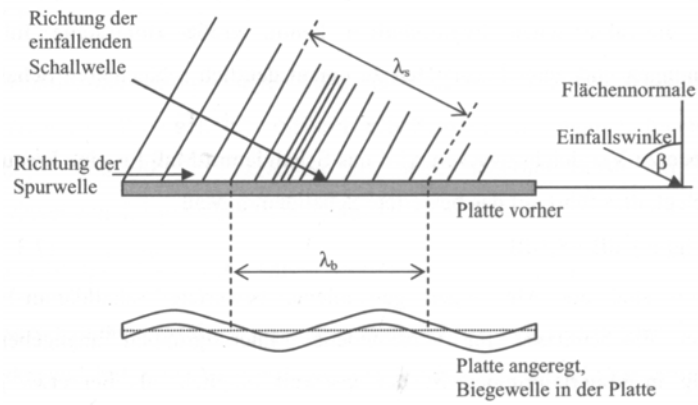
Das Massegesetz führt gegenüber real gemessenen Werten auf zu hohe Werte

Luftschalldämmung einschalige Bauelemente



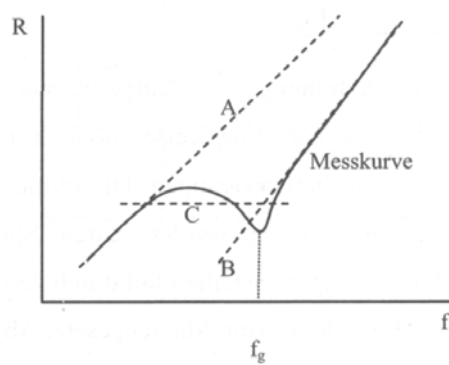
Kurve 1: Verlauf nach Massegesetz
Stahlblech bis 2 mm, Bleiblech, Gummi;
Kurve 2: Holz, Holzwerkstoffe;
Kurve 3: Glas, Beton, Ziegel, Gips
Schalldämm-Maß von Glas liegt im Bereich unter 40 kg/m^2
etwas über den angegebenen Zahlenwerten

Luftschalldämmung einschalige Bauelemente



Bei Spuranpassung Biegeschwingungen mit Wellenlänge einfallende Schallwellen Verringerung der Schalldämmung

Luftschalldämmung einschalige Bauelemente



Bei Spuranpassung Grenzfrequenz f_g Verringerung der Schalldämmung

Luftschalldämmung einschalige Bauelemente

Material	Dichte ρ kg/m ³	E-Modul E MN/m ²	Dicke a m	Grenzfrequenz f_G Hz
Beton	1.800	35.000	0,20	68 (73)
Leichtbeton	1.200	5.000	0,10	294 (317)
Gipskartonplatte	900	3.000	0,0125	2.629 (2.835)
Mineralfaser	100	0,20	0,10	13.416 (14.467)

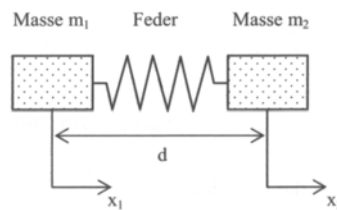
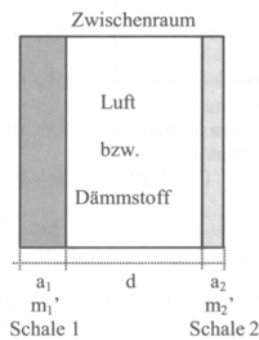
biegesteif $f_G \leq 100$ Hz

bauakustisch auffällig $100 \text{ Hz} < f_G < 2000$ Hz

biegeweich $2000 \text{ Hz} < f_G$

Biegeweiche Vorsatzschalen häufig zur Verbesserung der Schalldämmung eingesetzt.

Luftschalldämmung zweischalige Bauelemente



$$f_0 = \frac{10^3}{2\pi} \sqrt{s' \left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2} \right)}$$

s' dynamische Steifigkeit der Feder in MN/m³

$s' = E/d$ E Elastizitätsmodul

m'_1 Flächenbezogene Masse Schale 1 in kg/m²

m'_2 Flächenbezogene Masse Schale 2 in kg/m²

Luftschalldämmung zweischalige Bauelemente

