

MayTec[®]

Noise Resist

Ihre Ausgangssituation

- Sie benötigen einen Schallschutz für Ihre Maschine
- Sie benötigen einen effektiveren Schallschutz, als Sie dies bisher mit Akustikschäumen oder Faserstoffmatten (Steinwolle) erreicht haben
- Sie wollen keine empfindliche Schaumstoffoberfläche in der Maschinenumhausung
- Sie wollen einen ästhetischen und faserstofffreien Schallschutz
- Sie wollen Ihre Maschinenumhausung mit dem funktionellsten und stabilsten Aluminium-Profilsystem bauen, welches Ihnen die größtmögliche Freiheit in der Gestaltung bietet.
- Sie wollen die allgemeine Lautstärke (Diffusschall) in einem Raum reduzieren

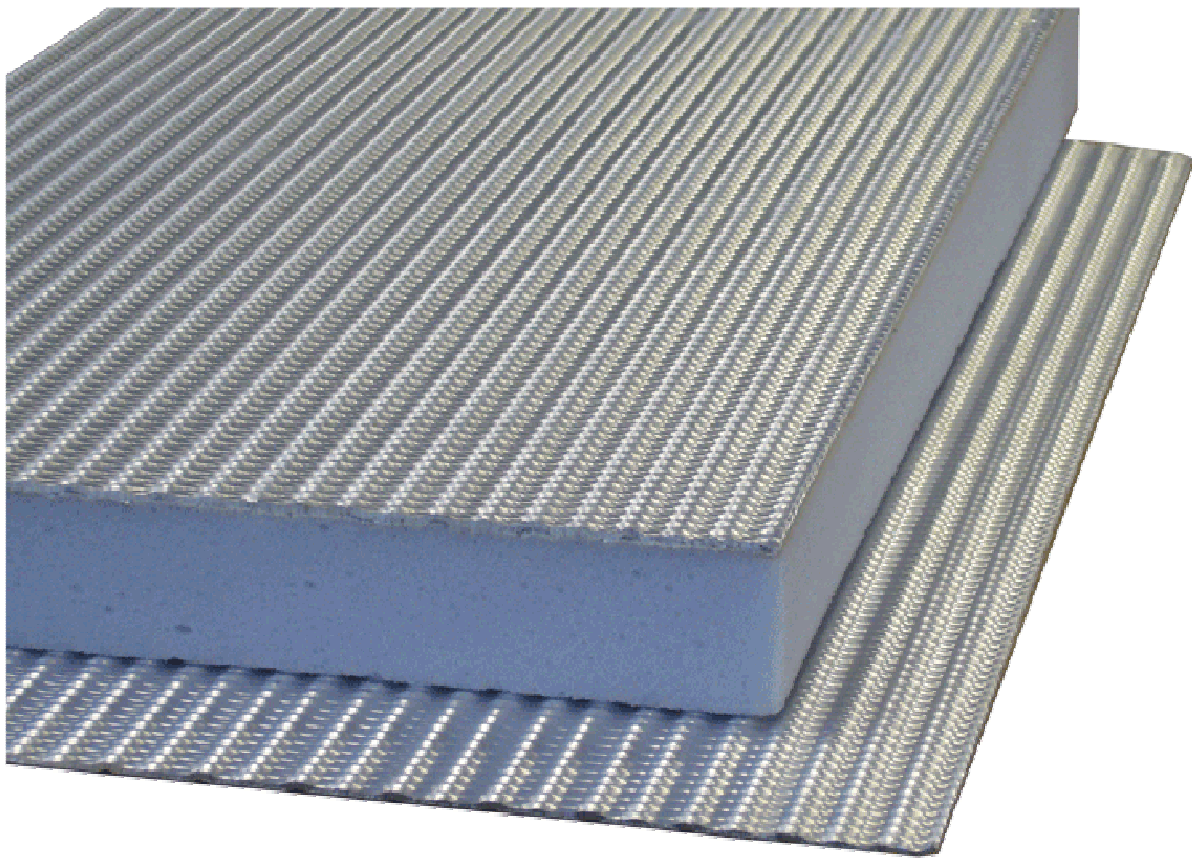
=> Genau das bieten wir!

MayTec „Noise Resist“

Der patentierte MayTec „Noise Resist“ Absorber vereint die Vorteile eines porösen Absorbers mit den Vorteilen von Resonatoren. (Details zu Absorbern und Resonatoren finden Sie auf den Seiten 19 und 20).

Der MayTec „Noise Resist“ Absorber wirkt breitbandig wie ein poröser Absorber und besitzt gleichzeitig die geringe Dicke von Resonatoren.

Der MayTec „Noise Resist“ Absorber kann aus 1,2 oder 3 unterschiedlichen Materialschichten bestehen:



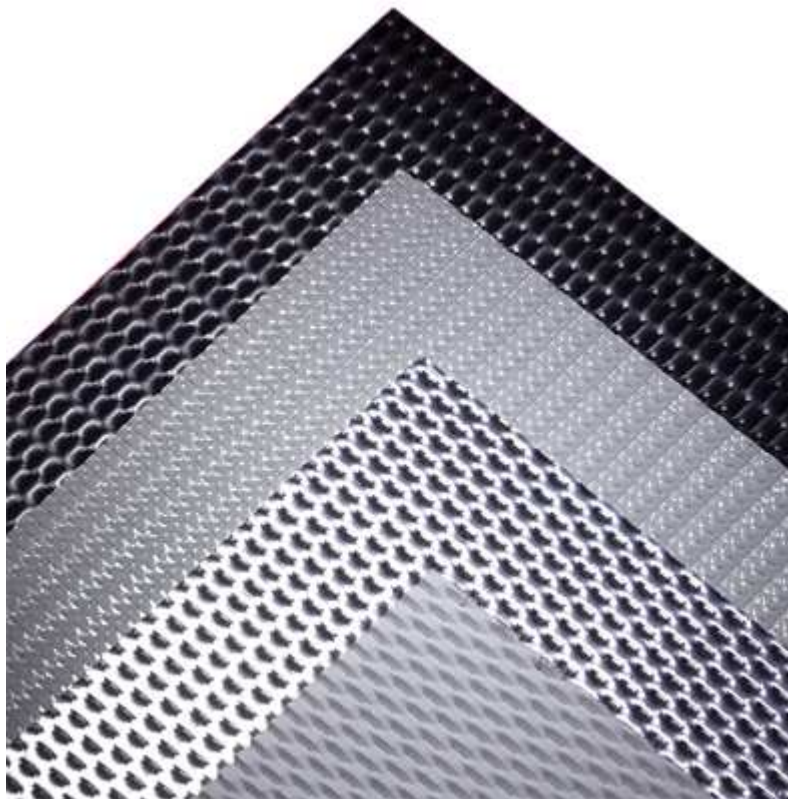
1) MayTec „Noise Resist“ 1-Schicht, aus 1mm Aluminium

Diese Aluminiumplatte mit Mikroperforationen besitzt einen optimierten Luftströmungswiderstand, welcher hochgradig schallabsorbierend wirkt.

Um die Effektivität des MayTec „Noise Resist“ Absorbers zu optimieren, wird die Aluminiumplatte vorzugsweise mit einem kleinen Abstand an die Wand montiert.

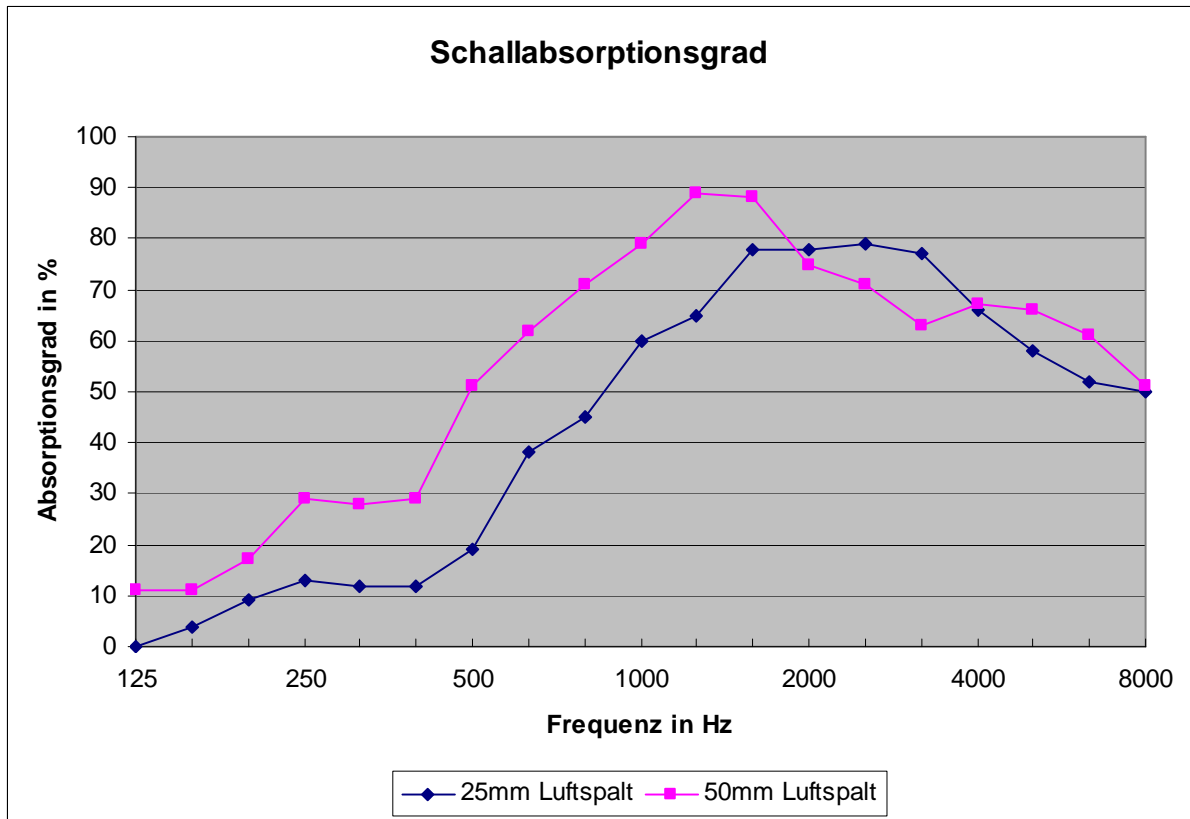
Die Vorteile des MayTec „Noise Resist“ Absorbers sind:

- sehr robust
- nimmt keine Flüssigkeiten oder Verschmutzungen auf
- kann leicht gereinigt werden, auch mit Hochdruckreinigern
- auch für hohe Temperaturen geeignet
- nicht entflammbar
- chemisch stabil
- nicht verschleißend
- recyclebar
- optisch ansprechend
- kann in beliebigen Farben lackiert werden.



Das 1-schichtige MayTec „Noise Resist“ erreicht den höchsten Schallabsorptionsgrad im Frequenzbereich zwischen 1000Hz und 3000Hz. Dies entspricht auch dem Frequenzspektrum der meisten technischen Anlagen (Motoren, Pumpen, Kompressoren, Ventilatoren usw.)

Durch eine Vergrößerung des Abstands des 1-schichtigen MayTec „Noise Resist“ Absorbers zur Wand erreicht man einen höheren Schallabsorptionsgrad bei den tieferen Frequenzen bis ca. 1700Hz (siehe folgende Grafik).



Anwendungsbeispiel:

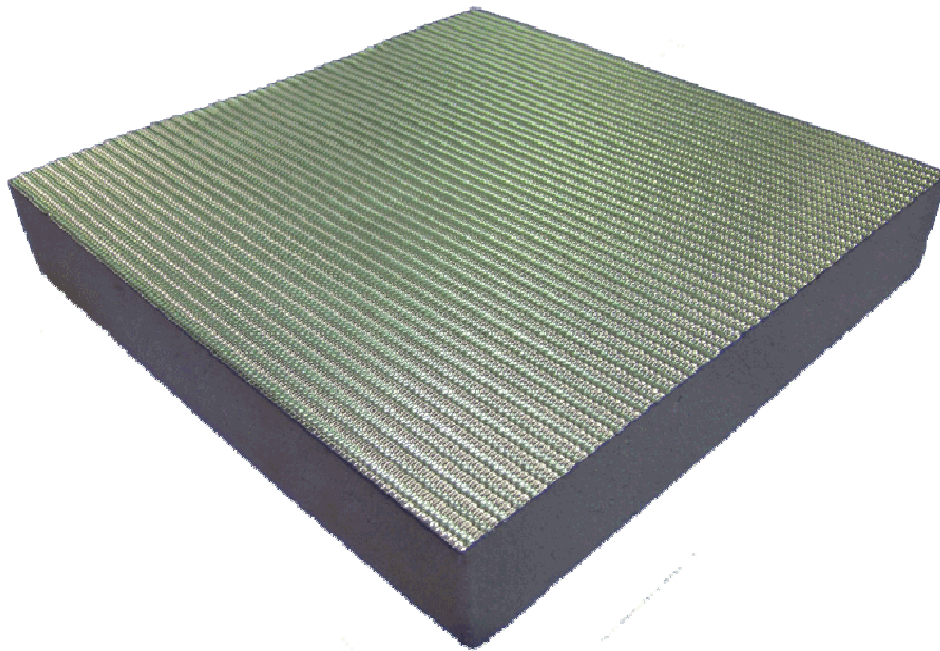
Die Lebensmittelproduktion ist gewöhnlich ein Bereich, der auf Grund der hygienischen Vorschriften kaum Möglichkeiten zur Schalldämmung bietet, da alle Oberflächen Schmutz abweisend und leicht zu reinigen sein müssen. Eine typische Fabrik zur Lebensmittelproduktion weist somit einen hohen, diffusen Schalldruckpegel auf, da schallabsorbierende Oberflächen kaum vorhanden sind. Die Bilder zeigen eine Installation bei Fa. Dafgårds in Schweden. In diesem Fall wurden lediglich 10% der Wandfläche mit dem 1-Schicht MayTec „Noise Resist“ Absorbern verkleidet. Durch diese Maßnahme konnte der Schalldruckpegel in der ganzen Fabrikationshalle um durchschnittlich 5 dB verringert werden.



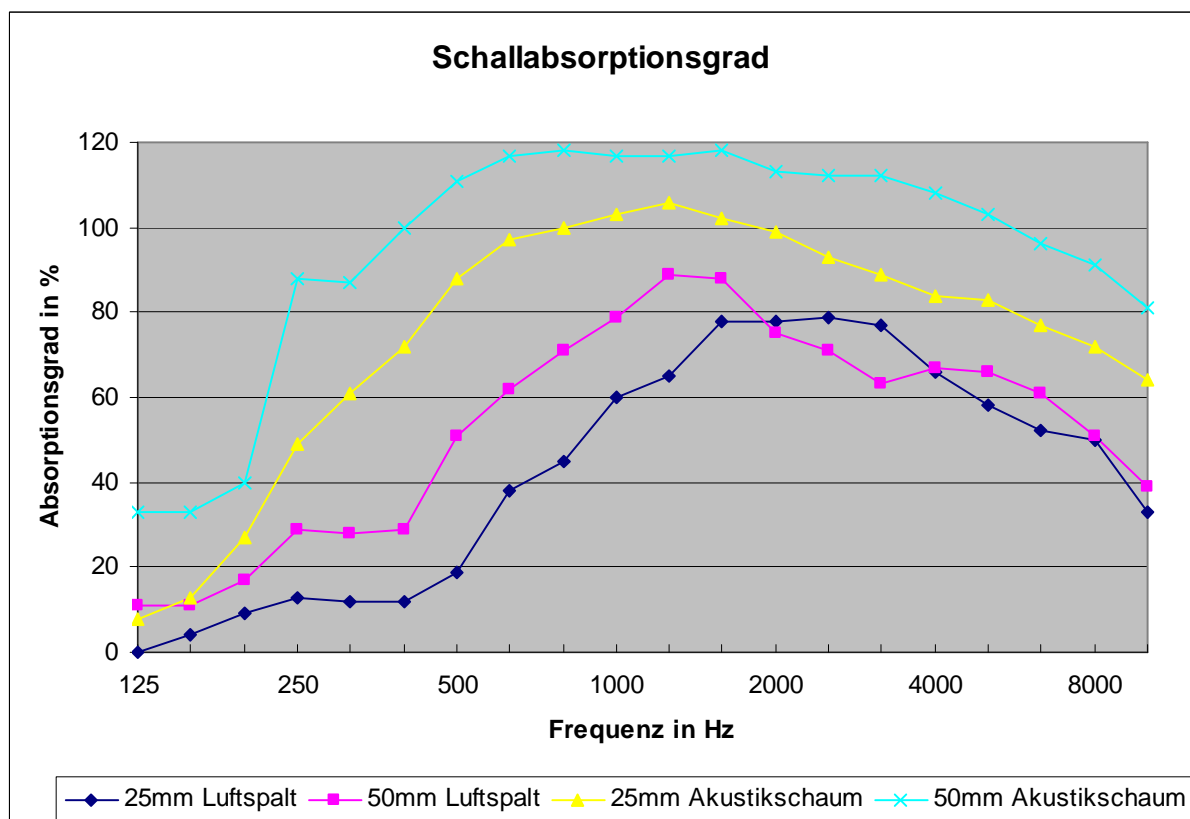
Die gebogenen „Noise Resist“ Absorber wurden mit klappbaren Rahmen an die Wand montiert, so dass sie beidseitig mit einem Dampfstrahler gereinigt werden können.

2) MayTec „Noise Resist“ 2-Schicht aus 1mm Aluminium mit Akustikschaum

Der 2-Schicht „Noise Resist“ Absorber besteht aus der Aluminiumplatte mit Mikroperforationen, welche mit einem speziellen Akustikschaum verklebt ist. Der 2-Schicht „Noise Resist“ Absorber ist mit 2 unterschiedlichen Dicken des Akustikschaums verfügbar: 25mm und 50mm Dicke.



Der Akustikschaum bewirkt eine deutliche Erhöhung des Schallabsorptionsgrads speziell bei tiefen Frequenzen im Vergleich zum 1-Schicht „Noise Resist“ Absorber (siehe nachfolgende Grafik).



Zur leichteren Montage an Wänden oder Maschinenverkleidungen ist der Akustikschaum auf der Rückseite mit einer abziehbaren Klebeschicht versehen.

Nach der Montage ist die Aluminiumplatte nach innen zur Schallquelle gerichtet.



Die Vorteile der MayTec „Noise Resist“ 2-Schicht Absorbers sind:

- höherer Schallabsorptionsgrad bei tieferen Frequenzen
- Eliminieren der Eigenfrequenzen des Absorbers durch die Kombination von 2 unterschiedlichen Materialien („Double Glazing“- Effekt)
- der Akustikschaum ist schwer entflammbar, hitzebeständig und nimmt keine Flüssigkeiten auf
- durch die nach innen gerichtete Aluminiumplatte ist die Akustikschaumschicht des Absorbers gut vor mechanischen Beschädigungen geschützt.
- Der Absorber ist mit 2 unterschiedlichen Dicken des Akustikschaums lieferbar (25mm und 50mm)
- Einfache Montage durch abziehbare Selbstklebeschicht auf der Rückseite des Akustikschaums.

Anwendungsbeispiele:

Typische, industrielle Anwendungen sind Schallschutzumhausungen für Pumpen, Generatoren, Kompressoren oder Motoren.



Hinweis:

Wenn der MayTec „Noise Resist“ Absorber auf das Flächenelement einer Umhausung aufgeklebt wird, ist darauf zu achten, dass das Flächenelement eine hohe Eigensteifigkeit besitzt. Bei tiefen Frequenzen kann sonst das gesamte Flächenelement zum Schwingen angeregt werden. Somit würde das Flächenelement selbst wieder zum „Lautsprecher“ und dadurch den tieffrequenten Schall quasi akustisch transparent.

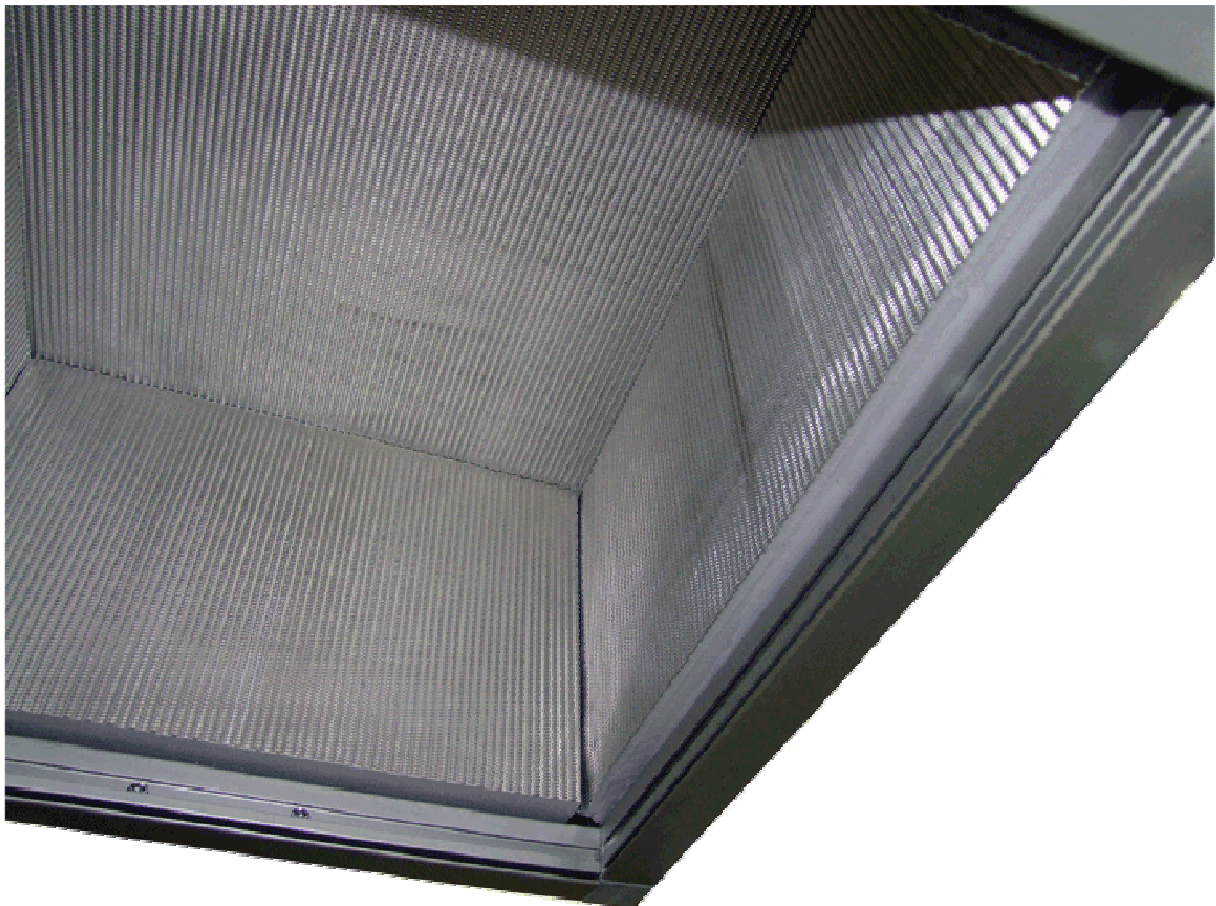
Aus diesem Grund ist es empfehlenswert, ein Flächenelement mit großer Masse (z.B. 2mm Stahlblech) einzusetzen.

3) MayTec „Noise Resist“ 3-Schicht Schallschutzwände

Zum Bau von Schallschutzräumen und größeren Schallschutzumhausungen bietet MayTec ein modulares Wand- und Deckensystem mit einem „Noise Resist“ 3-Schicht Absorber an.

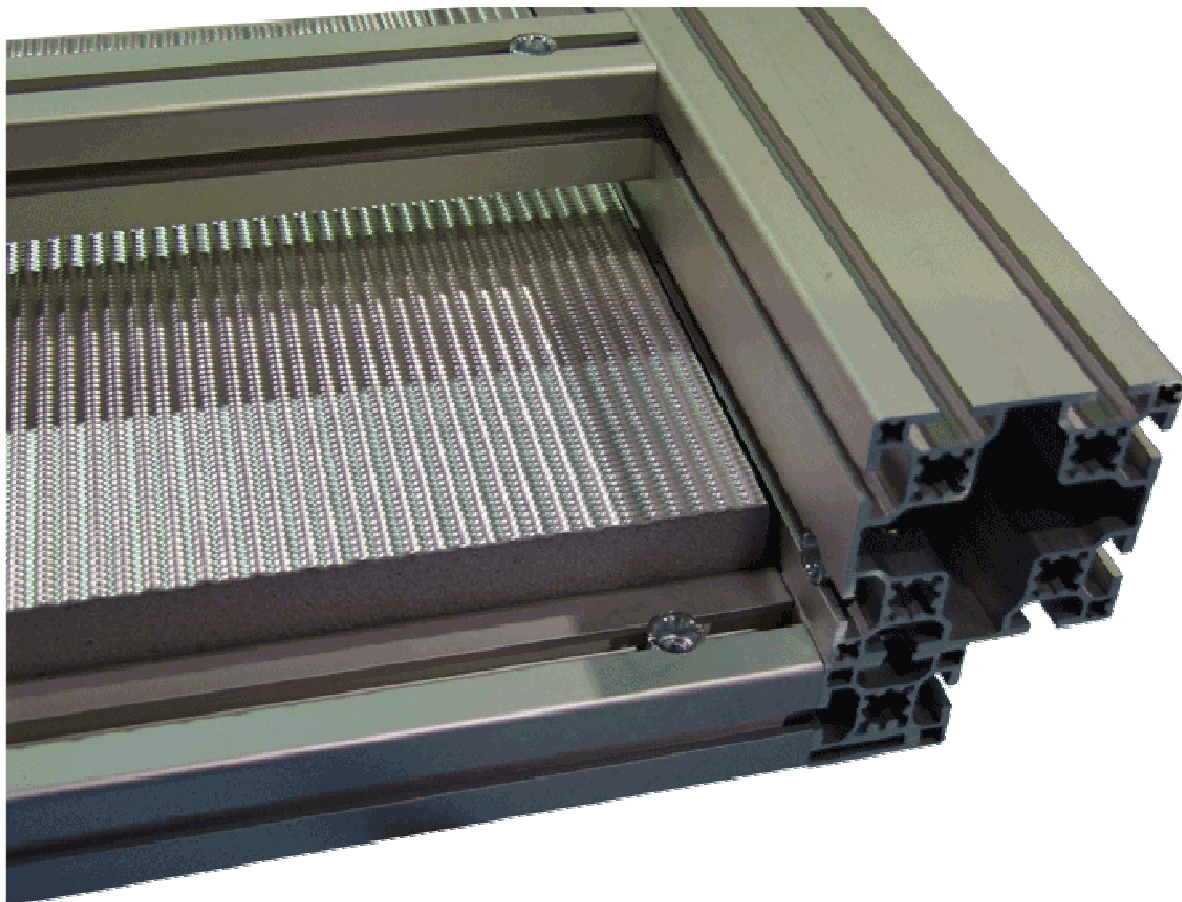
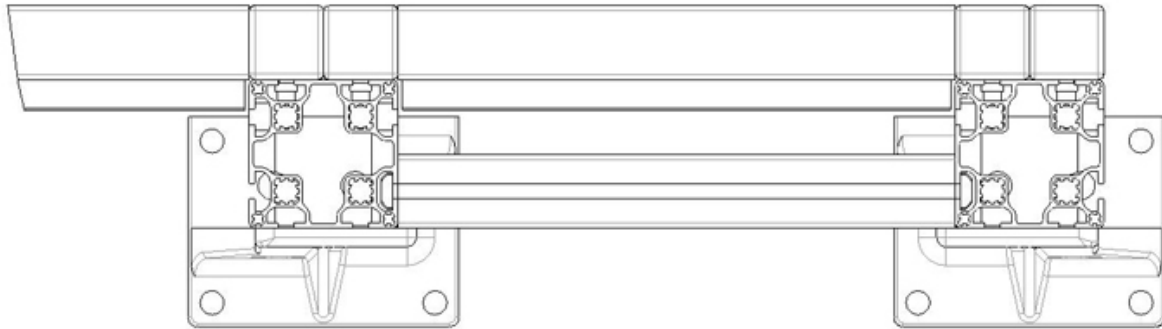
Die Außenhülle der Wand besteht aus einem 2mm-Stahlblech. Als Zwischenschicht fungiert ein 50mm dicker Akustikschaum. Die innerste Absorberschicht besteht aus der 1mm dicken, microperforierten Aluminiumplatte.

Das 3-schichtige MayTec „Noise Resist“ Flächenelement wird von einem Rahmen aus 40 x 40 Profilen eingefasst und bildet somit ein kompaktes und stabiles Wand- bzw. Deckenelement.



Beim Bau von Schallschutrzäumen werden zunächst die Wandpfosten aus 80 x 80 Profilen ausgerichtet und am Boden verankert.

Danach werden die MayTec „Noise Resist“ Flächenelemente mit den Verbinderköpfen in die Nuten der Pfosten eingehängt und die Verbinder angezogen.



Der modulare Aufbau der Schallschutzwände ermöglicht somit einen einfachen und raschen Aufbau von Schallschutrzäumen und Umhausungen.

Abschätzung der möglichen Reduktion des Schalldruckpegels

Beim Bau einer Schallschutzumhausung mit den MayTec „Noise Resist“ Elementen können Sie die erreichbare Reduktion des Schalldruckpegels wie folgt grob abschätzen:

Geräusch- art Art der Schutz- umhausung	Grollen Rattern (Tiefton)	Heulen (Mittelton)	Kreischn (Hochton)
Ohne Öffnungen	15 dB	25 dB	35 dB
2 oder mehr Öffnungen	10 dB	15 dB	20 dB
Ohne Dach	4 dB	10 dB	15 dB

Fragebogen für die Ausarbeitung von Schallschutzumhausungen

1) Wie ist der aktuelle Schalldruckpegel ohne MayTec „Noise Resist“
..... dB

2) Was ist der hauptsächlichliche Frequenzbereich des Schalls?

125 Hz 250 Hz 500 Hz 1 kHz 2 kHz 4 kHz 8 kHz

Falls diese Werte nicht bekannt sind, spezifizieren Sie bitte die Geräuschart:

Grollen/Rattern Heulen Kreischn
(Tiefton) (Mittelton) (Hochton)

3) Haben Sie eine Vorgabe für den zu erzielenden Schalldruckpegel?

4) Welche Vorgaben haben Sie für Öffnungen an die Schallschutzumhausung?

- Entnahme des Produkts
- Nachführen von Rohmaterial
- Stromkabel, Leitungen, Rohre, Schläuche
- Visuelle Überwachung
- Zugang oder Zugriff für Wartungstätigkeiten

5) Kühlung (nur notwendig bei kompletten Schallschutzräumen mit Dach)

- welche Art von Motoren werden eingesetzt
- wie groß ist die Gesamtleistung aller Motoren
..... kW
- Gibt es Heizungs- oder Kühlungsgeräte?
Welche Wärmemenge wird von diesen abgegeben?

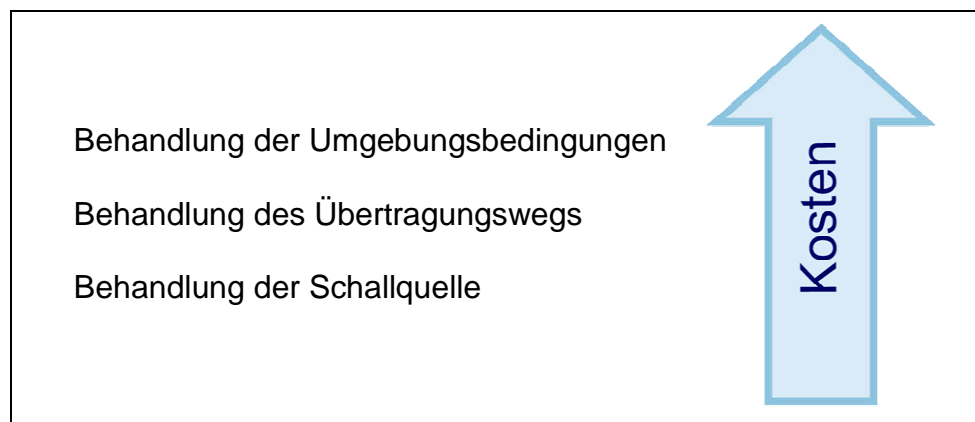
6) Skizze der Schallschutzumhausung

Methoden zur Schallreduktion

Die Methoden zur Schallreduktion können grundlegend in 3 Bereiche eingeteilt werden:

- 1) Behandlung der Schallquelle
- 2) Behandlung des Übertragungsweges des Schalls
- 3) Behandlung der Umgebungsbedingungen

Dabei steigen die Kosten für die Schallreduktion von Punkt 1 bis 3 an:



1) Behandlung der Schallquellen

Typische Schallquellen sind:

- Ventilatoren
- Motoren / Generatoren
- Schläge / Stoßbewegungen
- Schneidvorgänge
- Druckluft
- Ketten- und Zahnriemenantriebe

Die Behandlung der Schallquellen ist normalerweise langfristig die günstigste Möglichkeit, da jede Quelle gleichzeitig auf mehreren Übertragungswegen Schall abstrahlt.

Bei Ventilatoren bringt eine Reduzierung der Drehzahl extreme Unterschiede in der Schallemission:

$$\text{Schalldruck } P \propto \text{Drehzahl } N^6$$

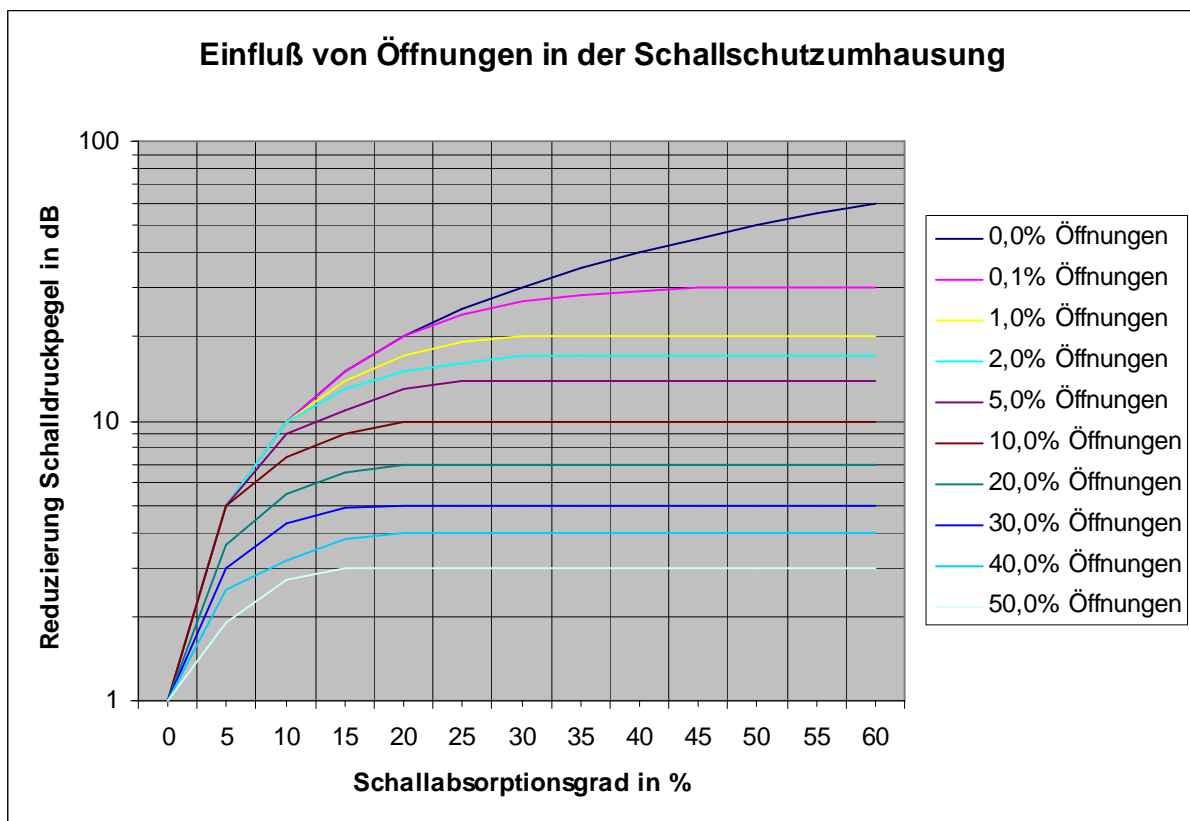
Außerdem sollten Stäbe vor den Ventilatorblättern vermieden werden.

2) Behandlung der Übertragungswege

Zur Optimierung der Übertragungswege stehen vorrangig die folgenden Maßnahmen im Vordergrund:

- Minimierung der Öffnungen der Schallschutzumhausung
- Erhöhung der Masse der Schallschutzumhausung (speziell bei tiefen Frequenzen)
- Entkopplung von Vibrationen
- Reduzierung von Vibrationen

Die mit großem Abstand wichtigste Maßnahme ist die Minimierung der Öffnungen in der Schallschutzumhausung. Aus der nachfolgenden Grafik ist ersichtlich, wie gravierend der realisierbare Schallabsorptionsgrad vom prozentualen Anteil der Öffnungen an der Schallschutzumhausung abhängt.



Aus der Grafik ist zu erkennen, dass eine Schallschutzumhausung mit einem theoretischen Schallabsorptionsgrad von 50%

- bei 0,1% Öffnungen eine Schallpegelreduktion von 30 dB ermöglicht
- bei 1% Öffnungen eine Schallpegelreduktion von 20 dB ermöglicht
- bei 10% Öffnungen eine Schallpegelreduktion von 10 dB ermöglicht

3) Behandlung der Umgebungsbedingungen

In diesem Zusammenhang kann sowohl der Direktschall von der Schallquelle als auch der Diffusschall generiert durch Reflexionen vermindert werden.

- Installation von zusätzlichen Absorbern und Schallabschirmungen in der Nähe der Person
- Installation von Absorbern an den Wänden und Decken

In Räumen mit geringem Absorptionsflächenanteil bewirken schon geringe zusätzliche Absorptionsflächen erhebliche Schallpegelminderungen.

In Räumen mit hohem Absorptionsflächenanteil sind z.T. erheblich größere zusätzliche Absorptionsflächen erforderlich, um den Schallpegel weiter zu vermindern. Das 1-schichtige MayTec „Noise Resist“ ist eine perfekte Lösung für diese Problematik. In dem auf **Seite XX** beschriebenen Anwendungsbeispiel bei Fa. Dafgård wurden lediglich 10% der Wandfläche mit dem 1-Schicht MayTec „Noise Resist“ Absorbern verkleidet und damit eine Reduktion des Schalldruckpegels von durchschnittlich 5 dB erreicht.

Grundlagen und schalltechnische Begriffe

1) Schallgeschwindigkeit

Ist die Geschwindigkeit, mit der sich Schwingungen in einem Medium fortbewegen

$$c = \lambda \cdot f$$

Zeichen	Größe	SI-Einheit
c	Schallgeschwindigkeit	m/s
l	Wellenlänge	m
f	Frequenz	Hz

Beispiele für Schallgeschwindigkeit in verschiedenen Medien:

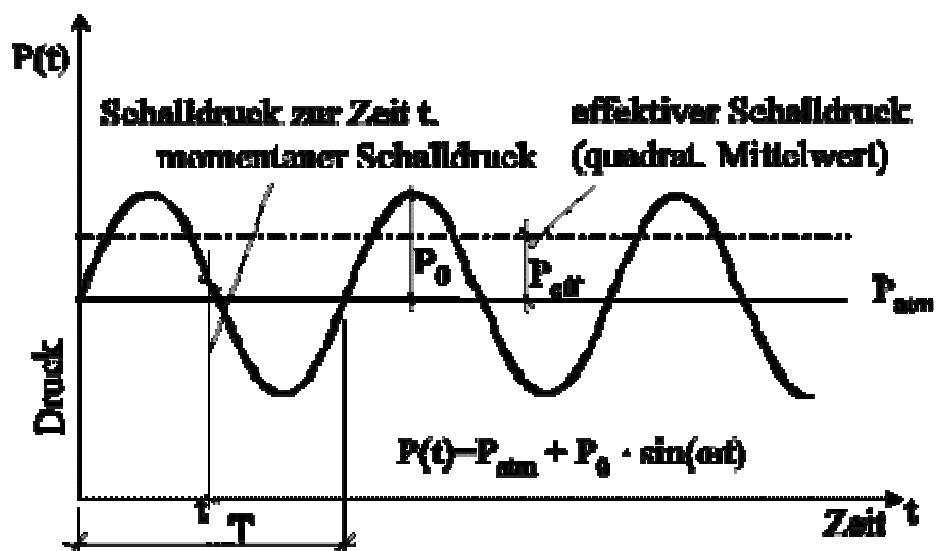
Luft	344 m/s
Wasser	1480 m/s
Eisen	5000 m/s
Stahl	5050 m/s
Aluminium	5200 m/s
Beton	3100 m/s
Polystyrol	1800 m/s
PVC weich	80 m/s
Plexiglas	1840 m/s
Quarzglas	5400 m/s

2) Schalldruck

Der Schalldruck p ist ein Wechseldruck, der durch die Schallwelle erzeugt wird und sich mit dem statischen Druck (z.B. atmosphärischer Luftdruck) überlagert.

Bestimmt wird allerdings nicht der momentane, sondern der effektive Schalldruck als zeitlicher, quadratischer Mittelwert des normalen Schalldrucks $p(t)$.

$$p_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{\tau} \cdot \int_0^{\tau} p^2(t) dt}$$



3) Schalldruckpegel

Um Messergebnisse, die sich um Zehnerpotenzen unterscheiden, einfacher darzustellen, wurde der Schalldruckpegel L eingeführt.

Dazu wird der dekadische Logarithmus aus dem Quotienten des Schalldrucks p zu einem Bezugsschalldruck P_0 gebildet.

Der Bezugsschalldruck P_0 ist der Schalldruck an der Hörschwelle bei 1 kHz.

Obwohl der Schalldruckpegel L dimensionslos ist, wird die Einheit Bel (1B) zugeordnet. In der Praxis ist das Dezibel (1 dB = 0,1 B) gebräuchlicher.

Durch die logarithmische Skala (dB-Skala) wird erreicht, dass aus dem großen Schalldruckbereich von 1 (Hörschwelle) bis zu 1 Million (Schmerzschwelle) eine übersichtliche Zahlenreihe von 0 dB (Hörschwelle) bis 102 dB (Schmerzschwelle) wird.

$$L = 10 \cdot \lg \left(\frac{p^2}{p_0^2} \right)$$

L	Schalldruckpegel	dB
P	Schalldruck (Effektivwert)	Pa
P ₀	Bezugsschalldruck	Pa

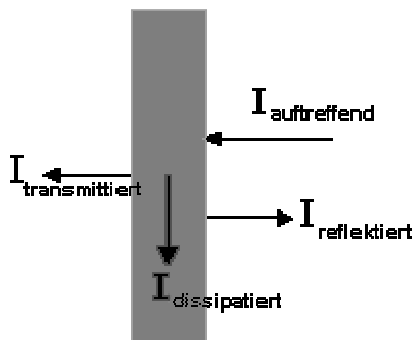
Schalldruckpegel verschiedener Geräusche:

0	dB	Hörschwelle
10	dB	gerade hörbarer Schall
15 - 20	dB	leises Blätterrauschen
30 - 40	dB	ruhige Wohnlage
40 - 50	dB	leise Unterhaltung, ruhiges Büro
50 - 60	dB	normale Unterhaltung
70 - 80	dB	starker Straßenverkehr
80 - 85	dB	Rufen, Schreien
80 - 90	dB	vorbeifahrender LKW, Rasenmäher in 10m Entfernung
90	dB	maximale Stimmleistung
90 - 100	dB	Presslufthammer in 10m Entfernung
100 - 110	dB	vorbeifahrender Eilzug
115	dB	Trompete (Fortissimo)
110 - 120	dB	Kesselschmiede
120 - 130	dB	Propellerflugzeug in 3m Abstand, schmerzhaftes Geräusch

4) Schallabsorption

Die auf ein Bauteil auftreffende Schallenergie wird zum Teil reflektiert (Schallreflexion), z.T. transmittiert (Schalltransmission) und z.T. im Bauteil in Wärme umgewandelt (Schalldissipation).

Die Summe aus transmittiertem und dissipiertem Anteil wird als absorbierte Schallenergie (Schallabsorption) bezeichnet.



Die Erhöhung der Schallabsorption in einem Raum führt zur Minderung des Schalldruckpegels im Raum.

Die Pegelminderung stellt sich aber nur im diffusen Schallfeld ein. Innerhalb des Hallradius (d.h. in unmittelbarer Nähe von einer Schallquelle) überwiegt der Direktschallanteil. Dieser wird durch Absorption nicht reduziert.

In Räumen mit geringem Absorptionsflächenanteil bewirken schon geringe zusätzliche Absorptionsflächen erhebliche Schallpegelminderungen.

In Räumen mit hohem Absorptionsflächenanteil sind z.T. erheblich größere zusätzliche Absorptionsflächen erforderlich, um den Schallpegel zu mindern.

5) Schallabsorptionsgrad

Der Schallabsorptionsgrad α beschreibt das Absorptionsvermögen eines Materials. Er gibt das Verhältnis von absorbierte Schallenergie zur auftreffenden Schallenergie an:

$$\alpha = \frac{I_{\alpha \text{ absorbiert}}}{I_{e \text{ auftreffend}}}$$

Der Schallabsorptionsgrad α ist immer frequenzabhängig.

$\alpha = 0$ vollständige Reflexion der Schallenergie

$\alpha = 1$ vollständige Absorption der Schallenergie

6) Nachhallzeit

Die Nachhallzeit T ist die Zeit in Sekunden, in der nach Abschalten einer Schallquelle der Schallpegel um 60 dB abfällt, d.h. in der sich die Schallenergie auf 1/1.000.000stel der Schallenergie vor dem Abschalten verringert.

Die Nachhallzeit T ist immer frequenzabhängig.

7) Schallausbreitung in Räumen

Bei der Schallausbreitung in Räumen bildet sich neben dem durch die Schallquelle abgestrahlten gerichteten Schall (Direktschallfeld) durch Reflexion an den Wänden, der Decke, dem Boden und den Einrichtungsgegenständen ein diffuses Schallfeld aus. Der diffuse Schall ist im Raum gleichmäßig verteilt.

Nahe der Schallquelle, innerhalb des Hallradius, überwiegt der Direktschallanteil, der mit der Entfernung von der Schallquelle rasch abnimmt.

In einiger Entfernung von der Schallquelle überwiegt der diffuse Schallanteil.

Absorber und Resonatoren

1) Poröser Absorber

Als poröser Absorber werden Bauteile bezeichnet, die eine offenporige Oberfläche aufweisen. Die Wirkung von porösen Absorbern beruht darauf, dass die auftreffenden Schallwellen in die Poren und Kanäle des Absorbers eindringen und die Luft in den Poren hin und her schwingen lassen. Reibung und Strömungswiderstand in den Poren führen zu einer Umwandlung der Schallenergie in Wärme.

Die größte Schallabsorption tritt auf, wenn der poröse Absorber in einem Abstand von $\lambda/4$ von der reflektierenden Wand liegt (im Schallschnellenmaximum).

Die niedrigste Frequenz für ein Dämpfungsmaximum liegt bei

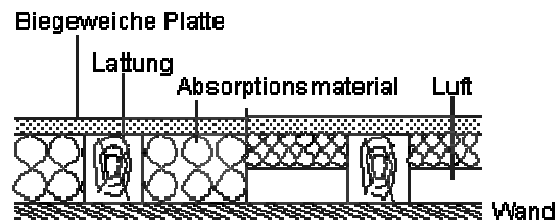
$$f_1 = \frac{85}{a}$$

f_1	Frequenz des ersten Dämpfungsmaximums	Hz
a	Abstand zwischen Wandoberfläche und Systemmitte des porösen Absorbers	m

Eine Vergrößerung des Wandabstandes des porösen Absorbers führt zu einer Verschiebung des Dämpfungsmaximums zu tieferen Frequenzen.

2) Plattenresonator

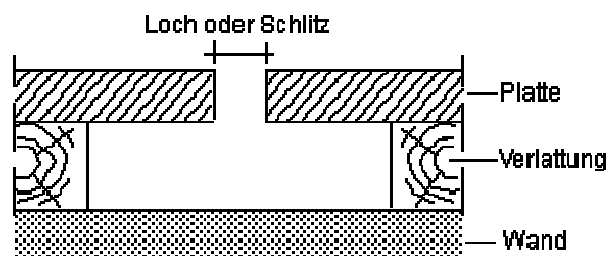
Als Plattenresonator bezeichnet man eine biegeweiße Platte, die mit Abstand vor der Wand angeordnet ist. Ein Plattenresonator ist ein selektives Feder-Masse-System, das durch die auftreffenden Schallwellen zur Schwingung angeregt wird.



Die Wirkung des Plattenresonators beruht darauf, dass bei Schwingungen erhöhte innere Verluste auftreten. Somit wirkt ein Plattenresonator nur schmalbandig im Bereich seiner Resonanzfrequenz.

3) Helmholtzresonator

Als Helmholtzresonator bezeichnet man eine Lochplatte, die mit Abstand vor der Wand angeordnet ist. Ein Helmholtzresonator ist, wie der Plattenresonator, ein selektives Feder-Masse-System, das durch die auftreffenden Schallwellen zur Schwingung angeregt wird.



Der Luftpfropfen in den Löchern wird durch die auftreffenden Schallwellen zum Mitschwingen angeregt.

Wie ein Plattenresonator wirkt auch der Helmholtzresonator nur schmalbandig im Bereich seiner Resonanzfrequenz.