

*Silence
for your
Music*

Fortissimo-Vertrieb Inh. Dietmar Carle (Didi)
www.sound-install-products.de



Warum Fahrzeugdämmung ?

- Weniger Fahrgeräusche (Wind, Motor, Reifen...)
- Verringerung von Klapper- und Dröhn Geräuschen
- Weniger Musik außerhalb des Fahrzeugs
- Präzisere, klarere Musikwiedergabe
- Allgemein angenehmere Innenraumakustik (Transporter)

Was ist Fahrzeugdämmung?

Luftschall
Dämpfung

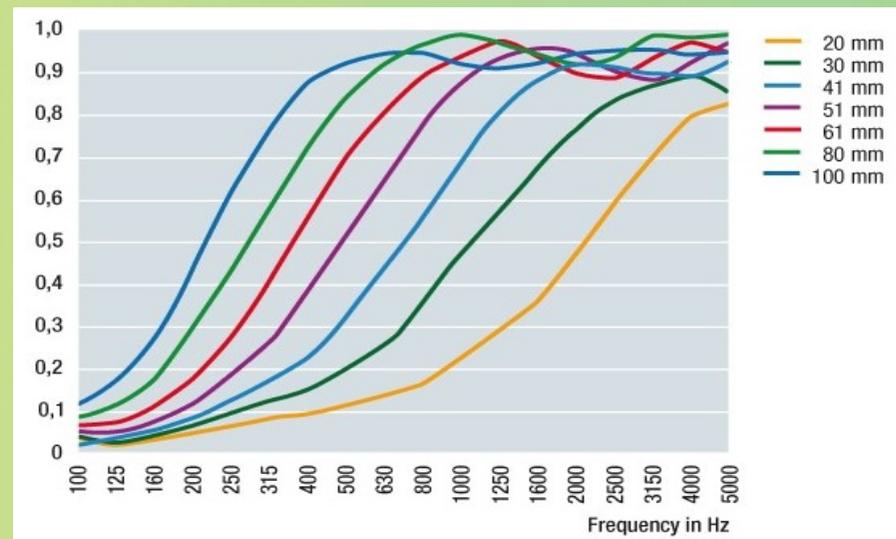
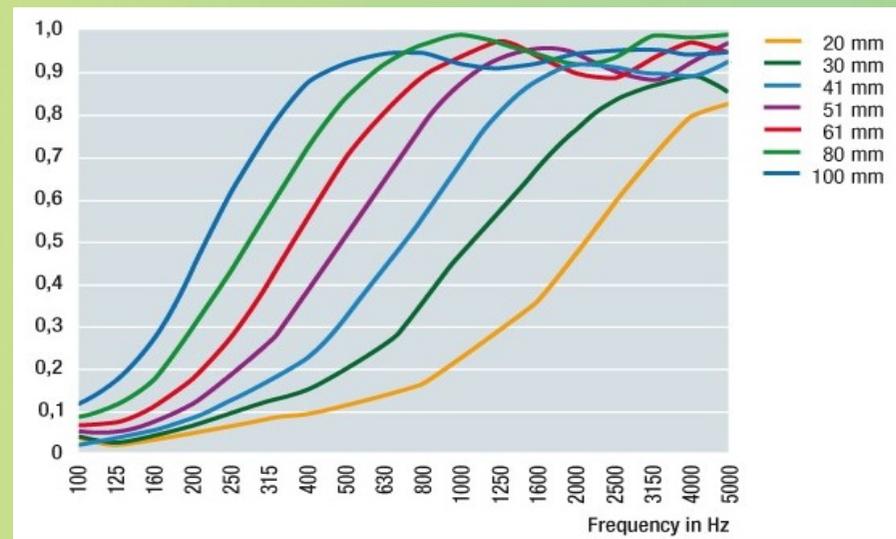
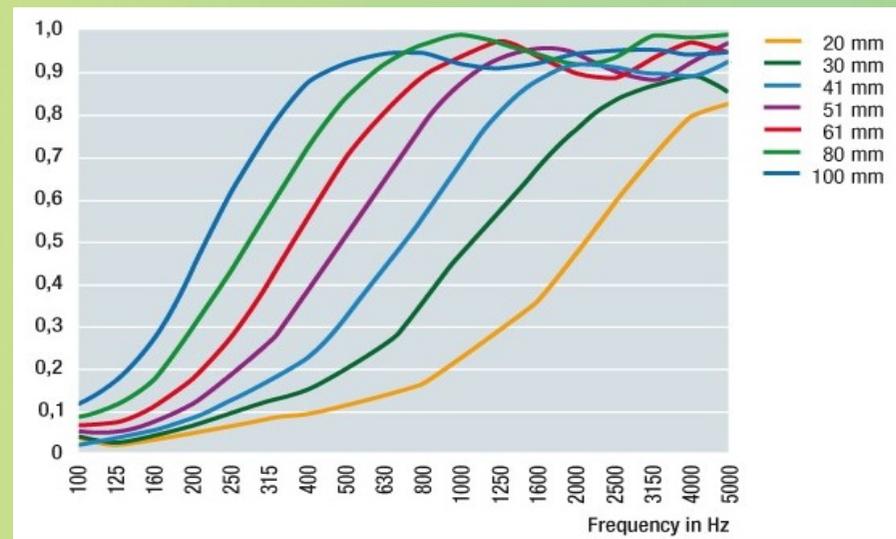
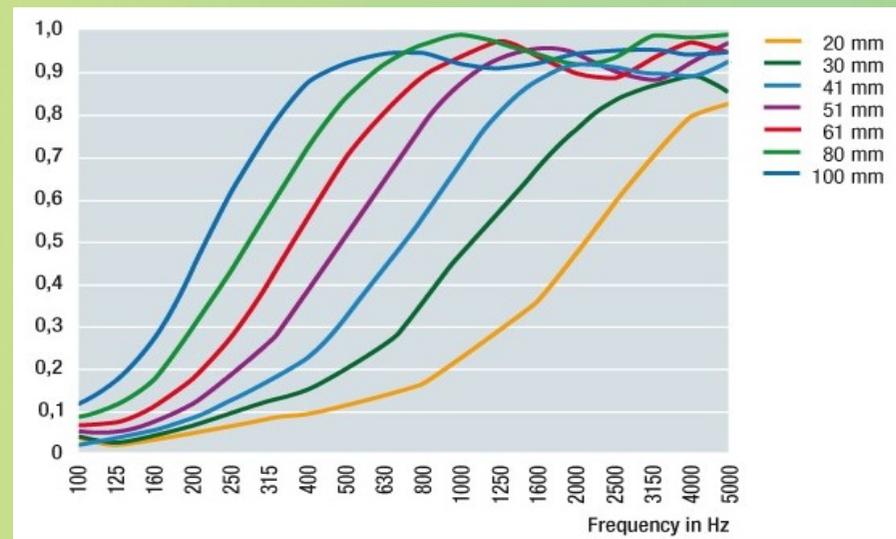
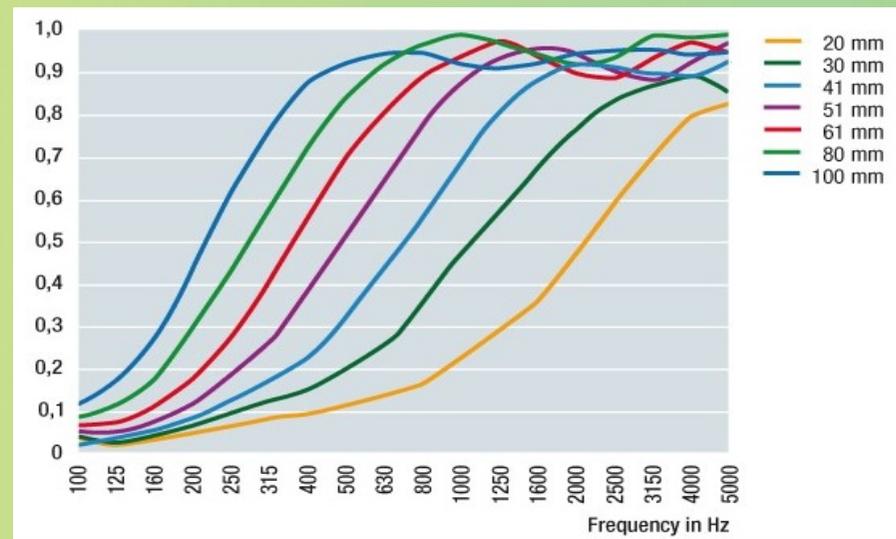
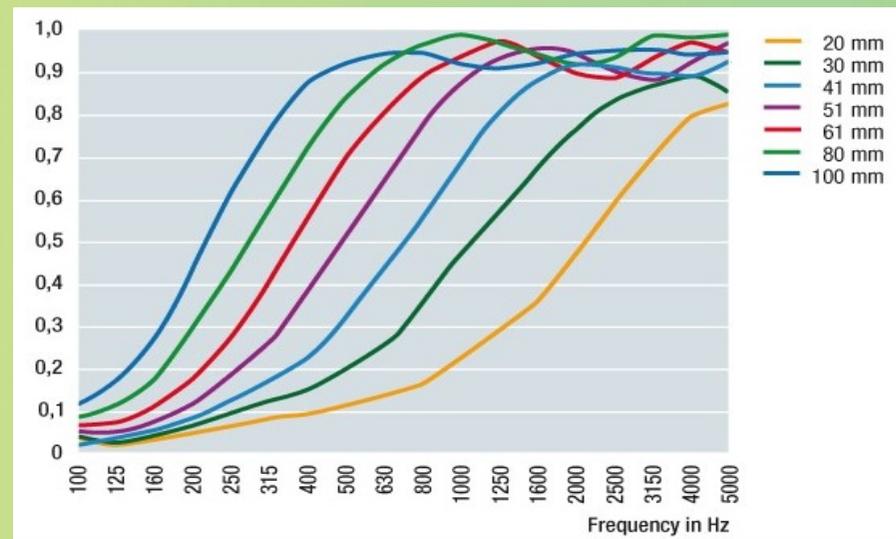
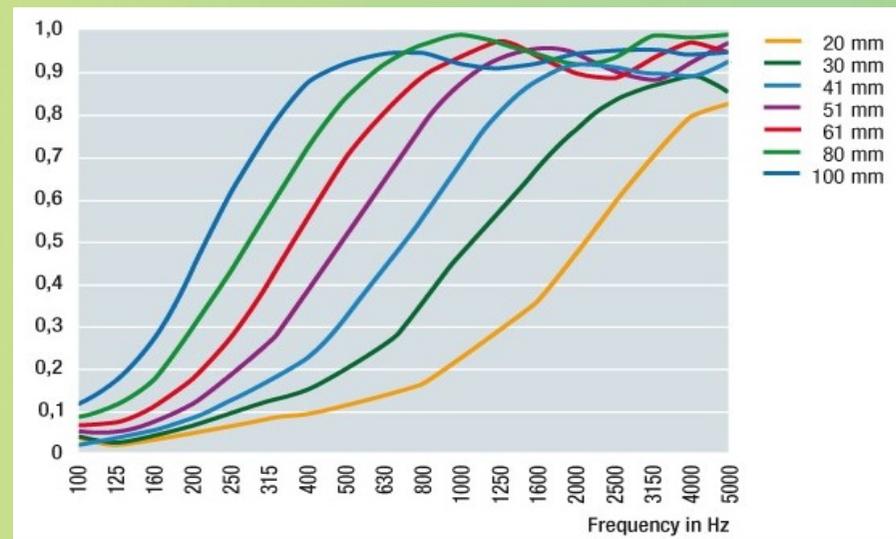
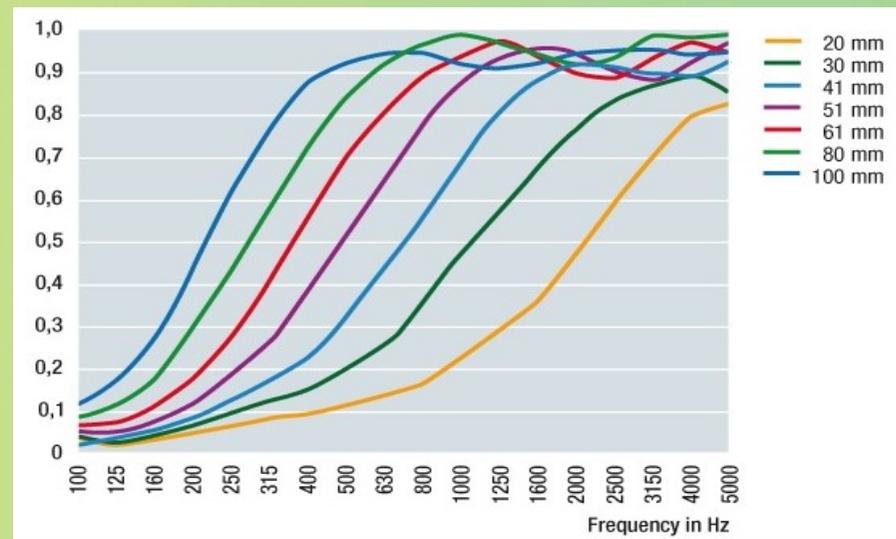
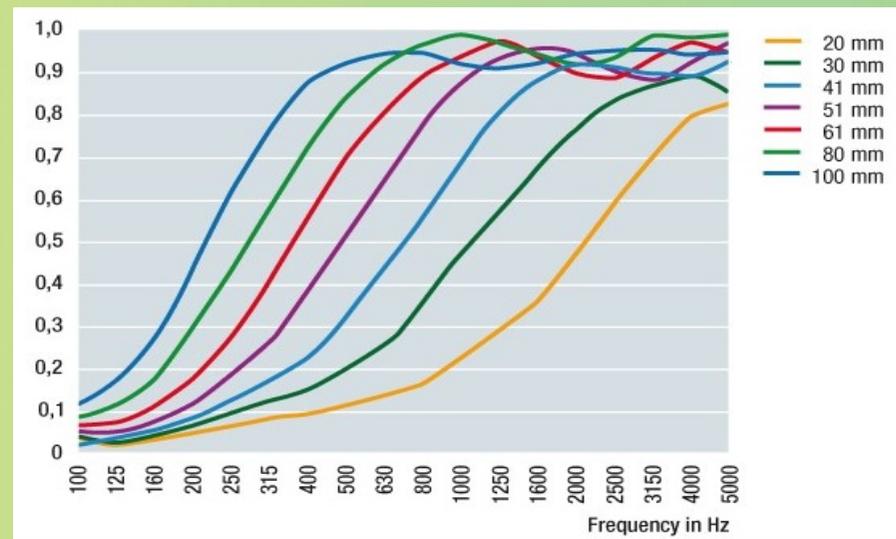
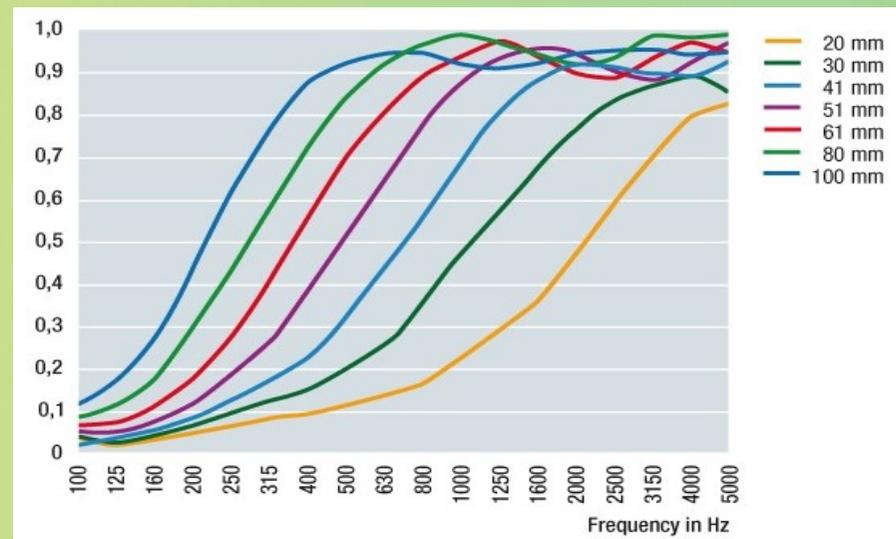
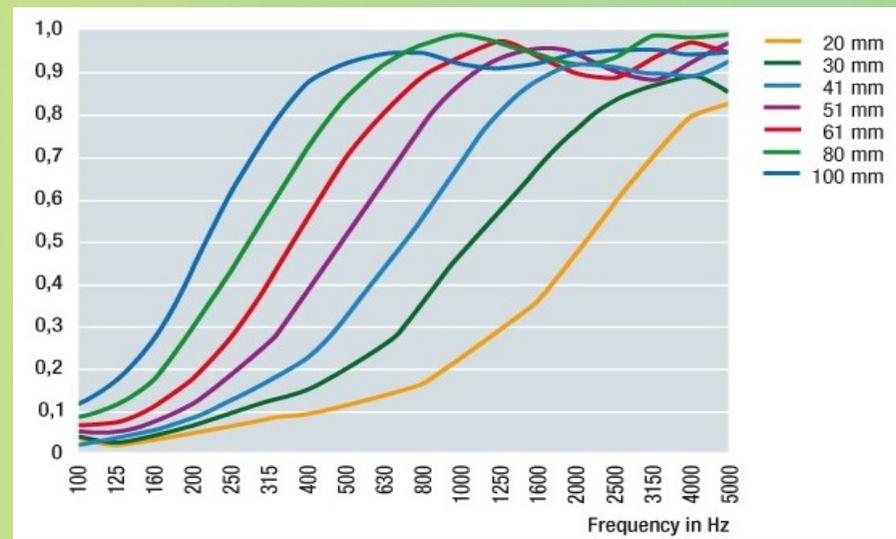
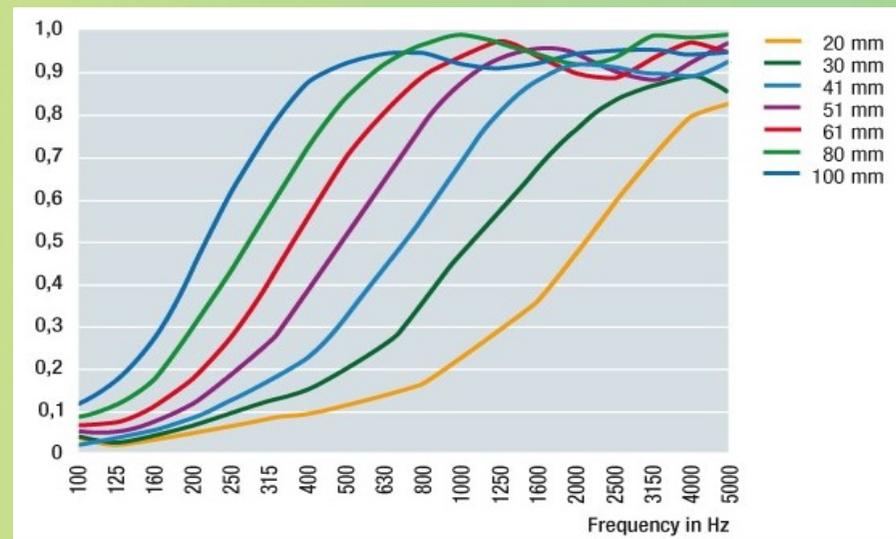
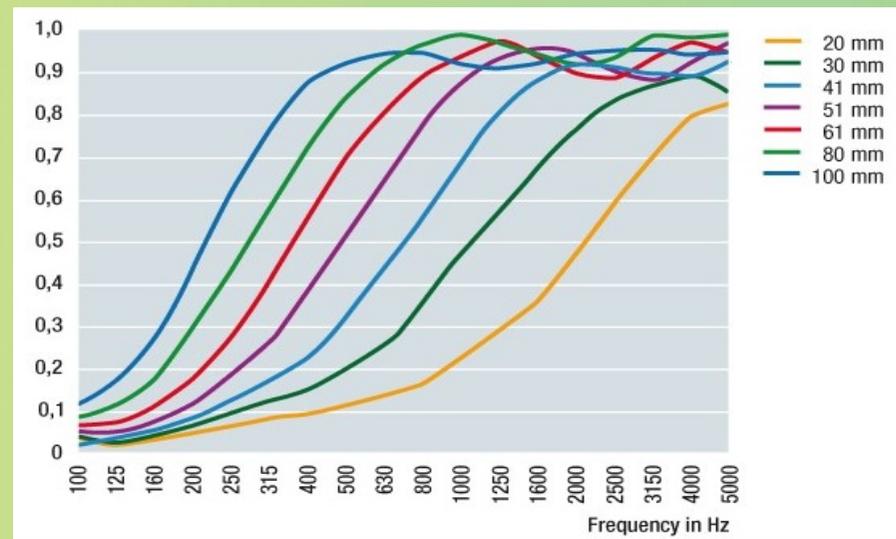
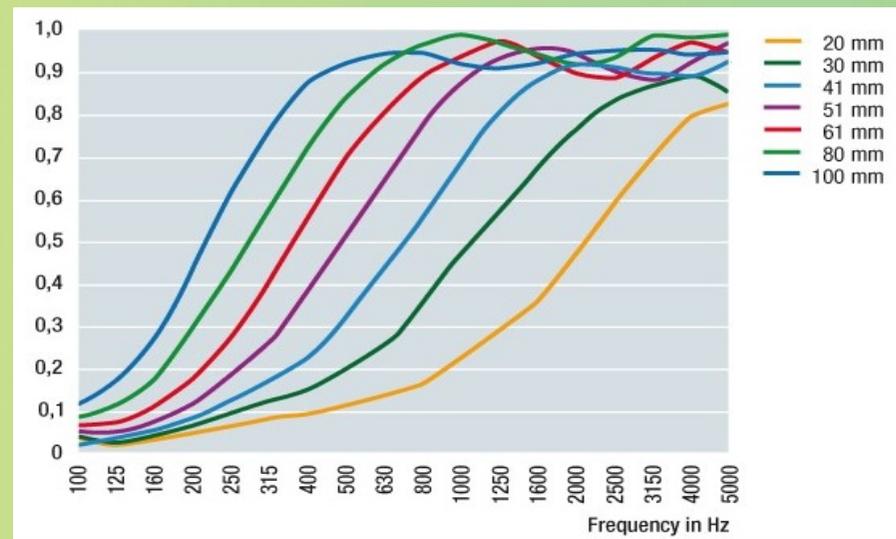
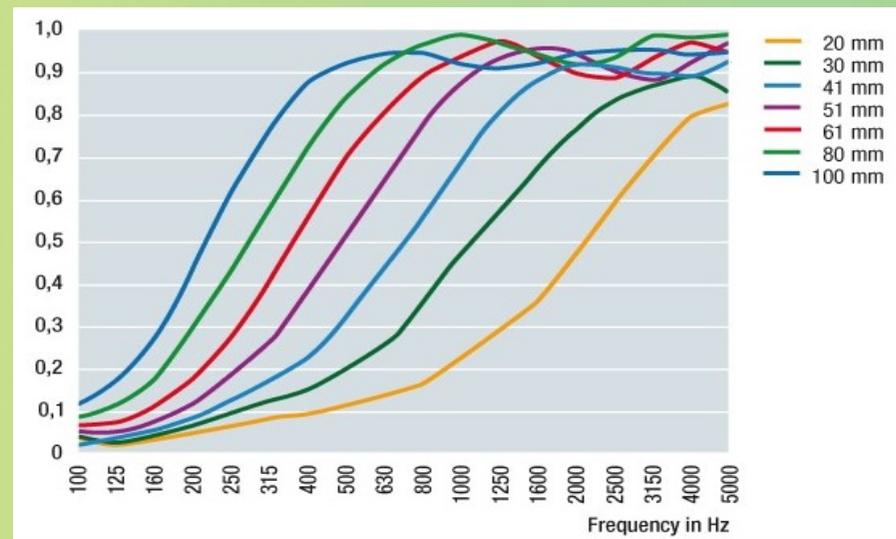
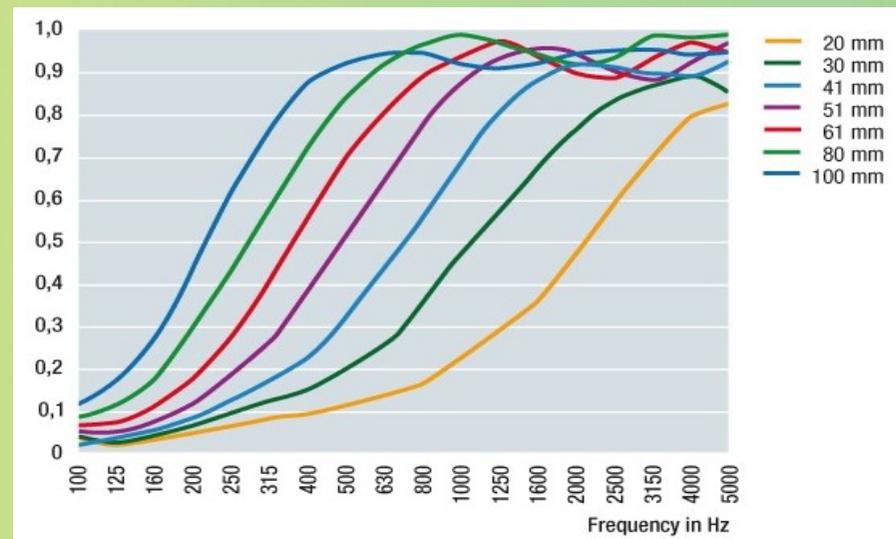
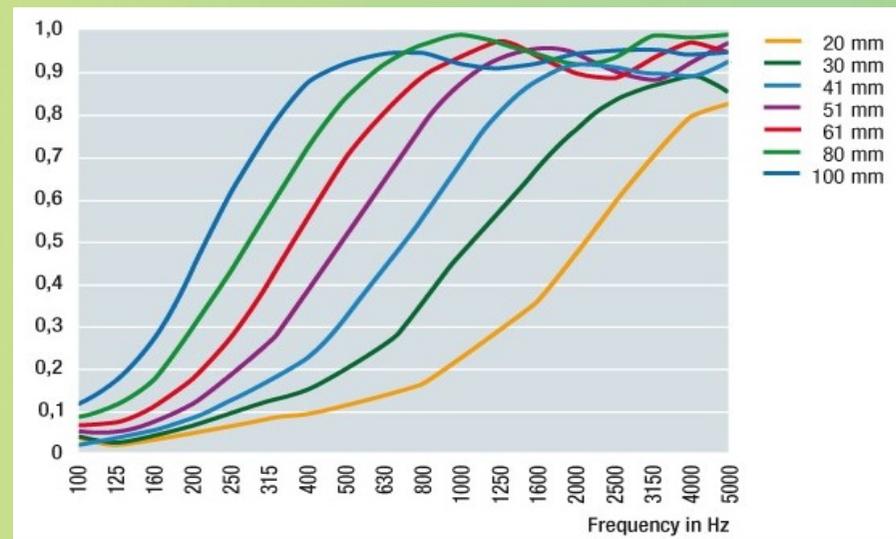
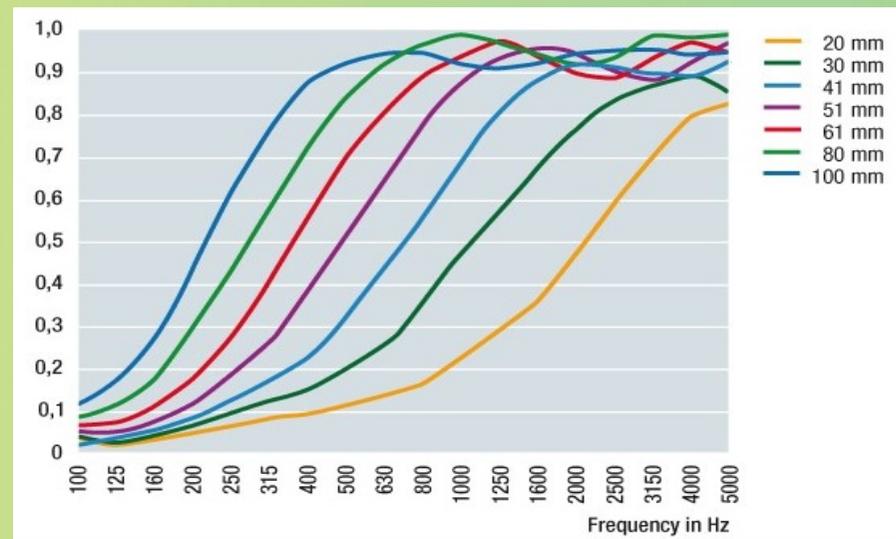
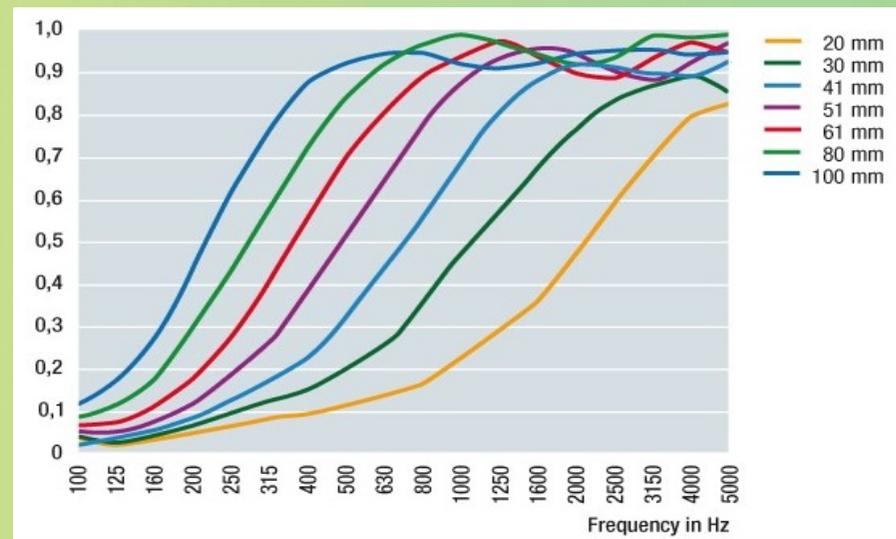
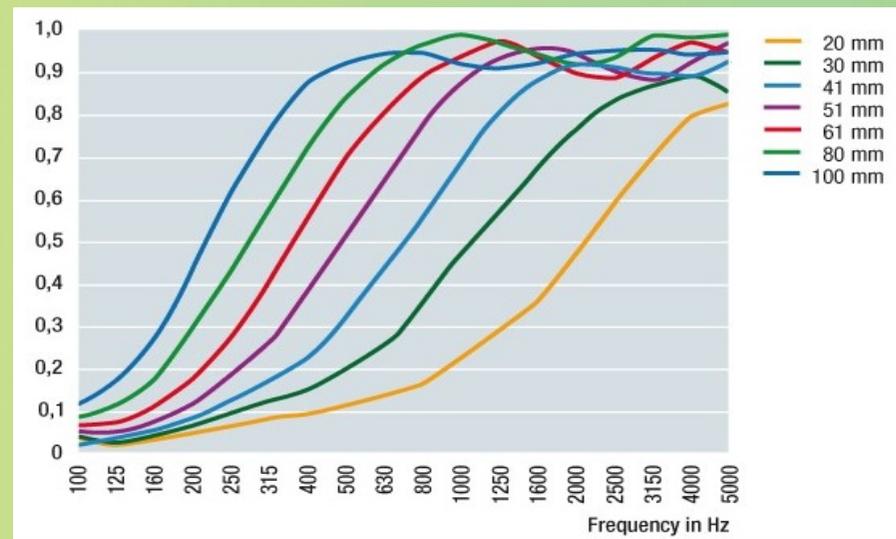
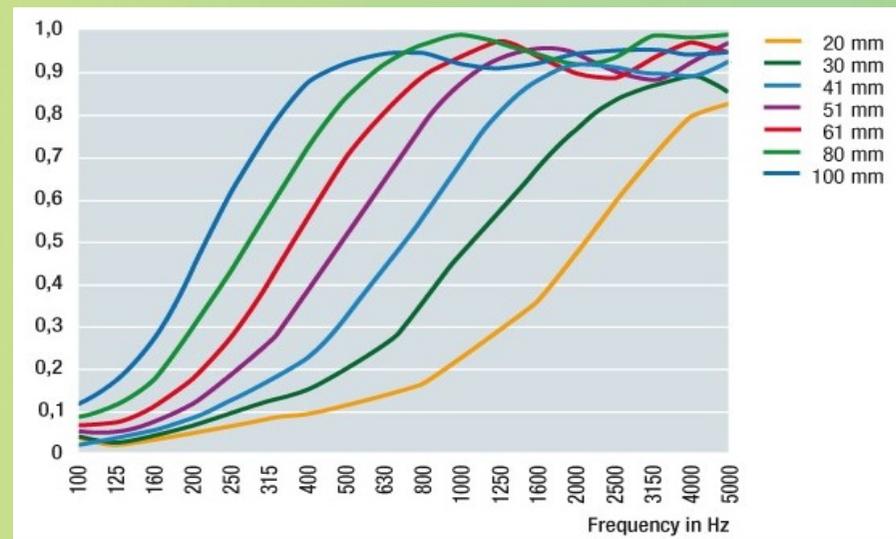
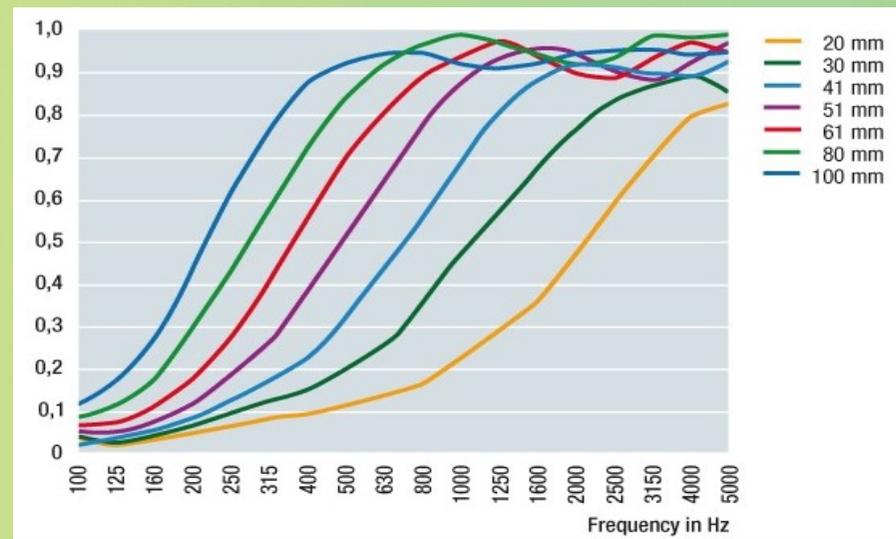
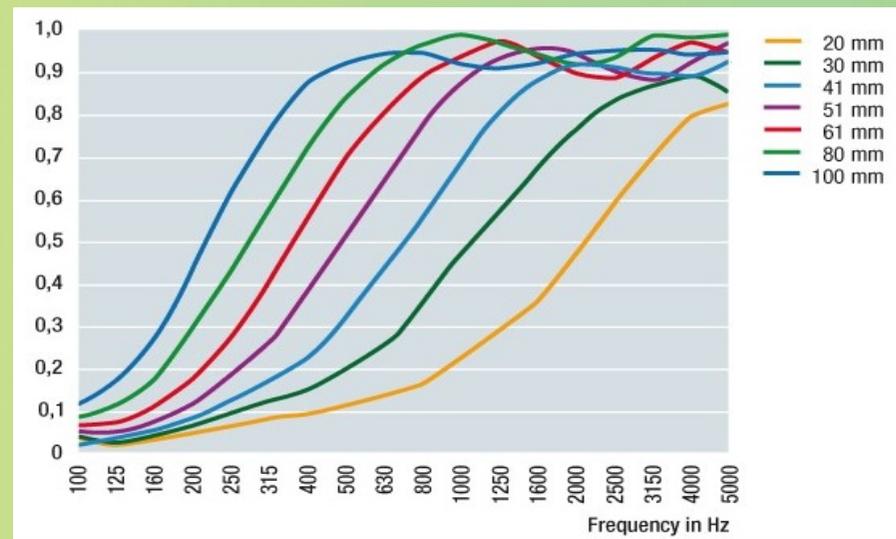
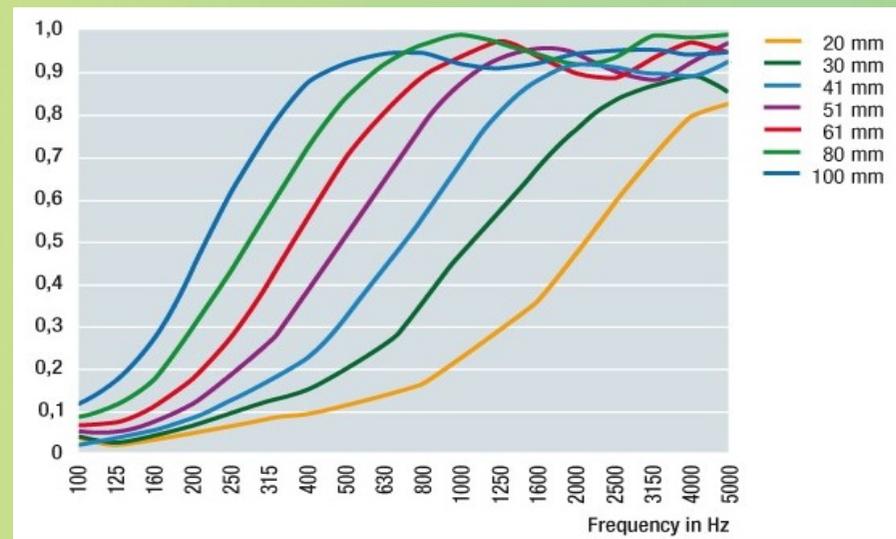
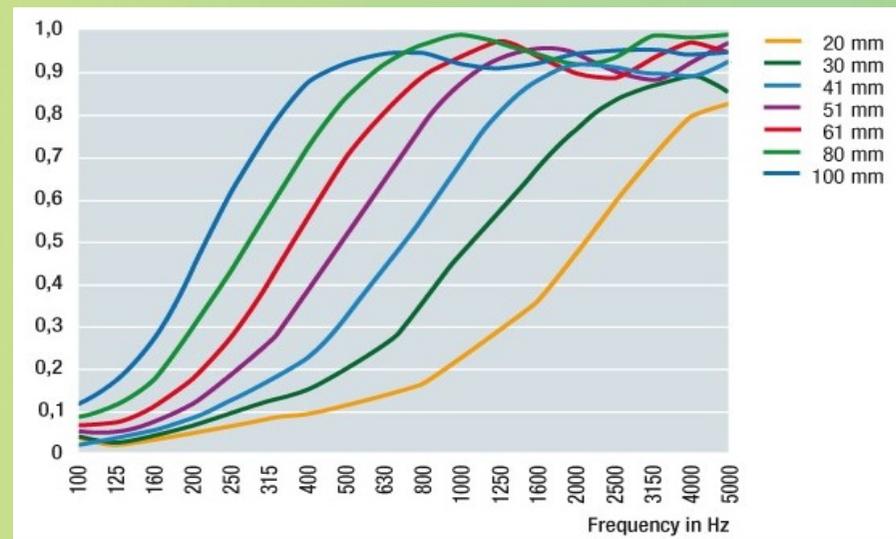
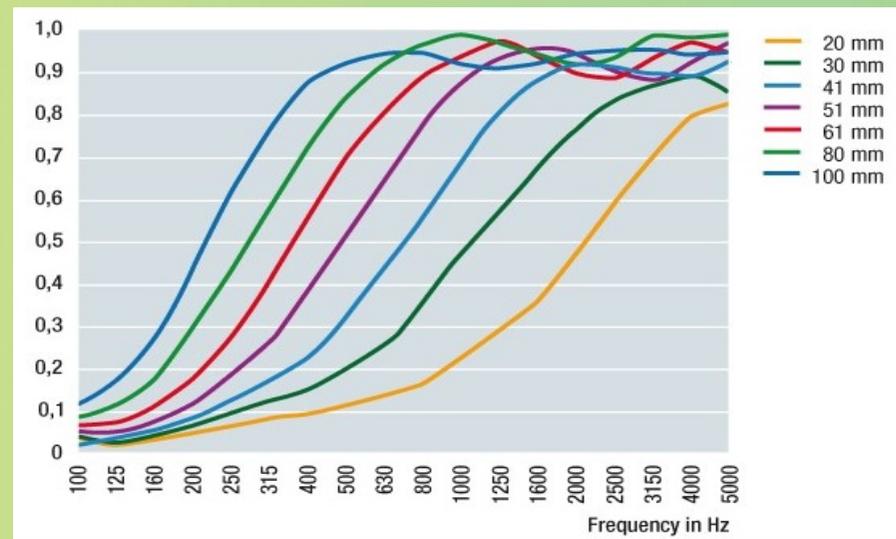
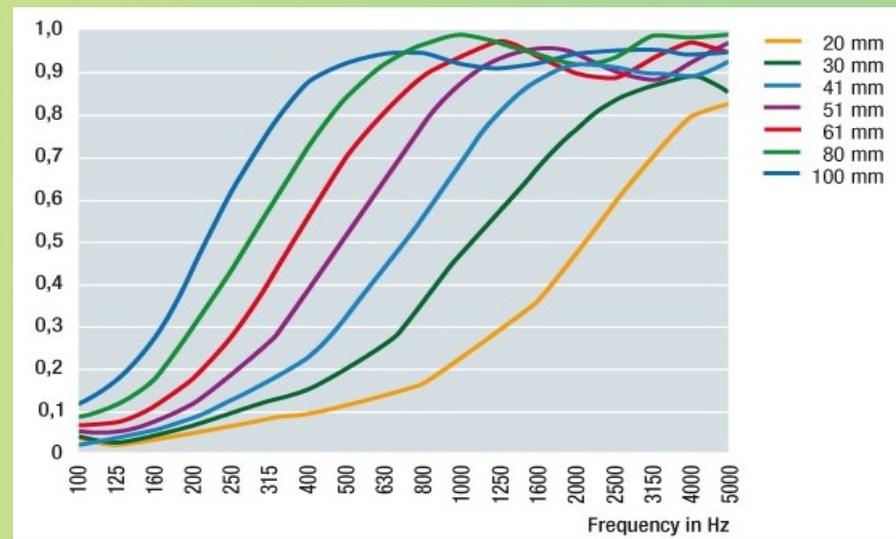
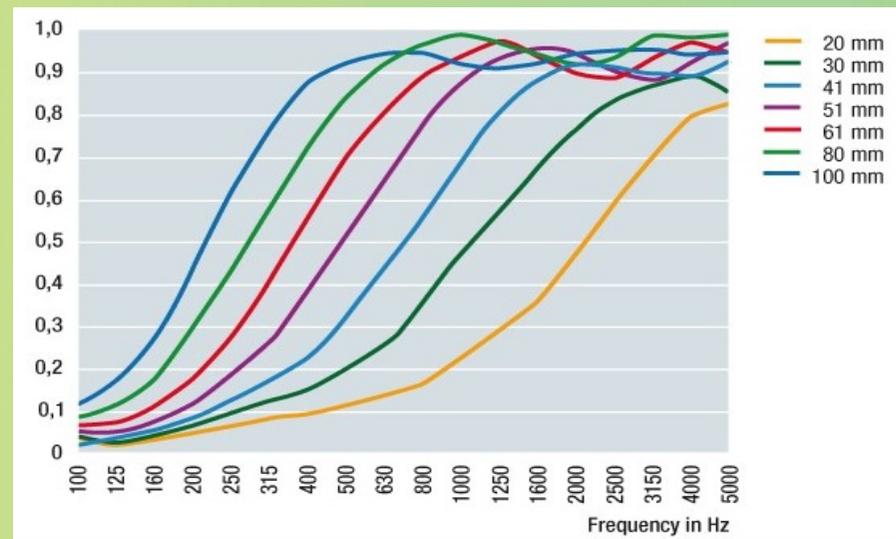
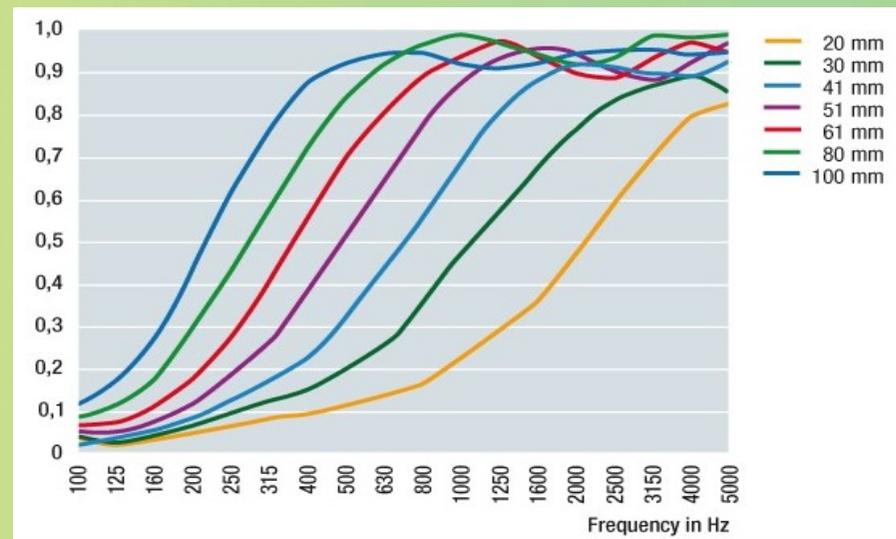
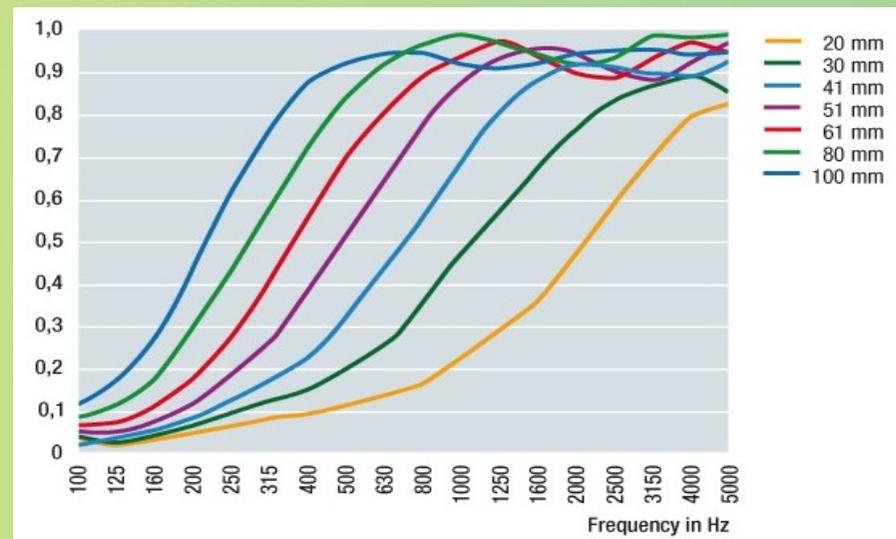
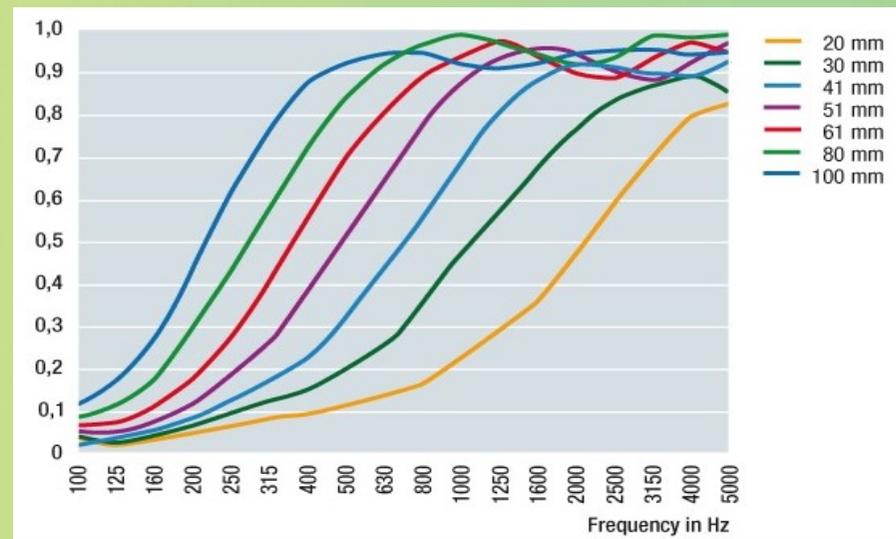
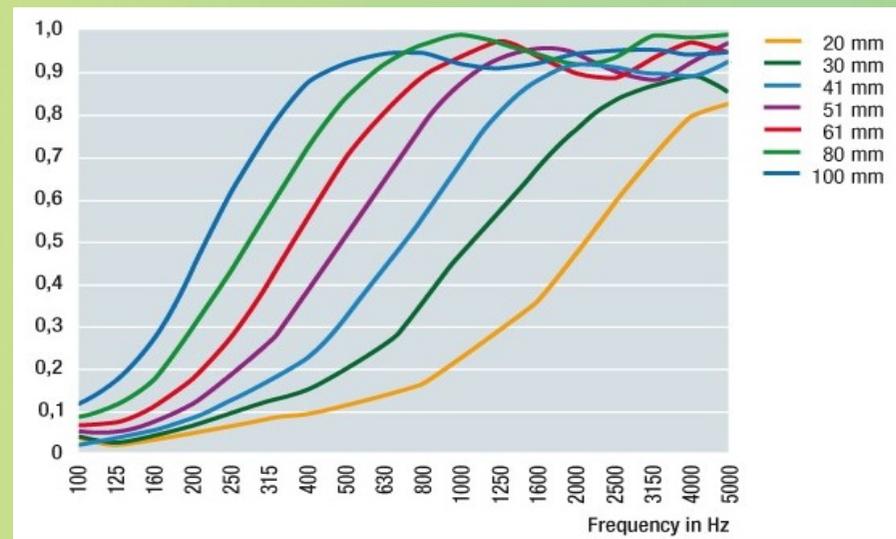
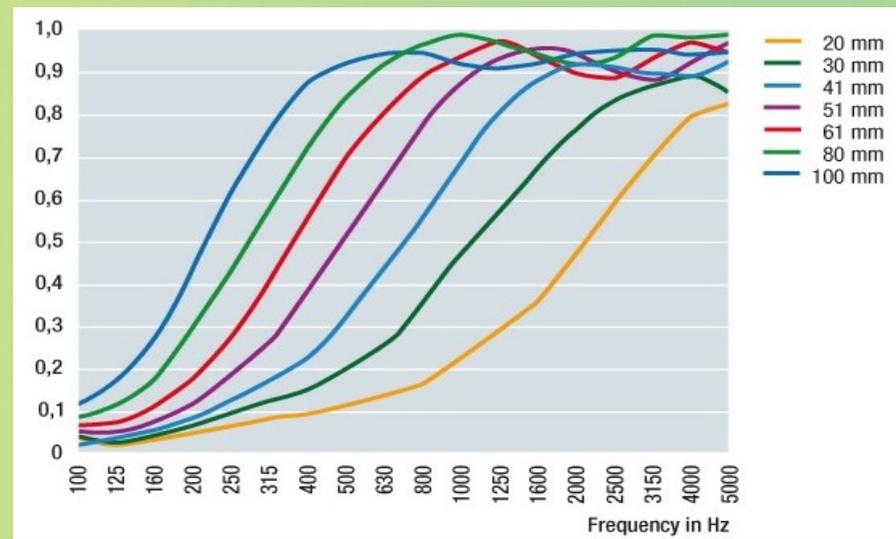
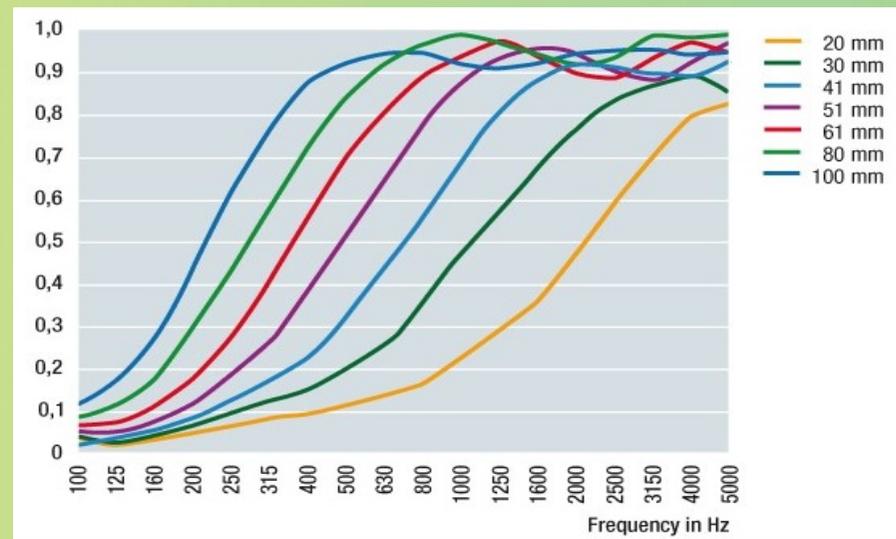
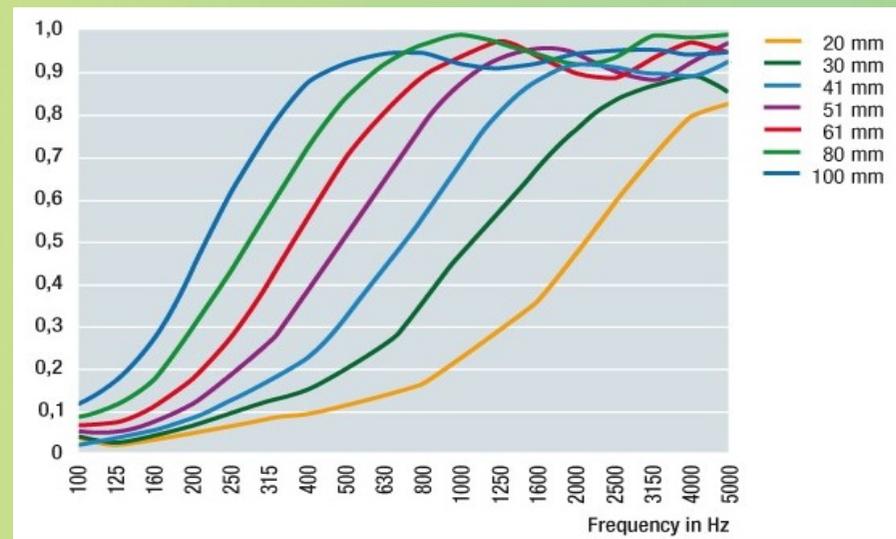
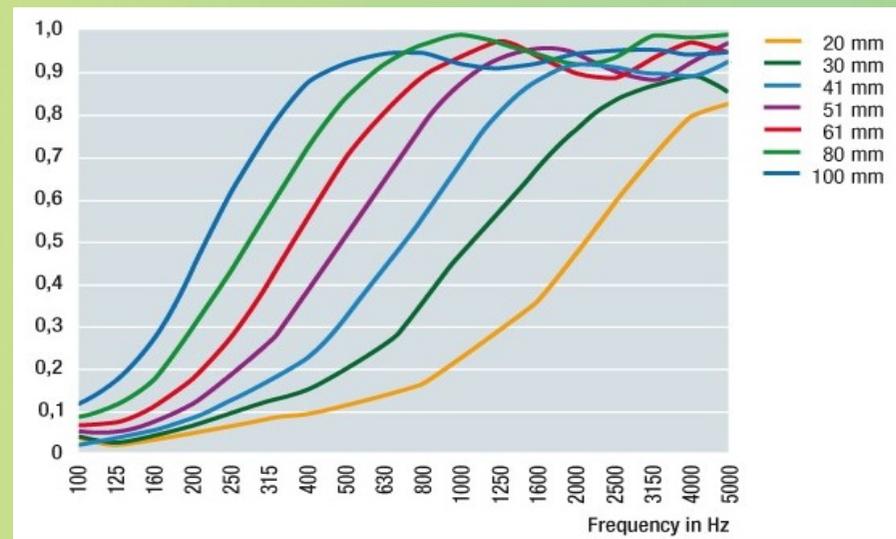
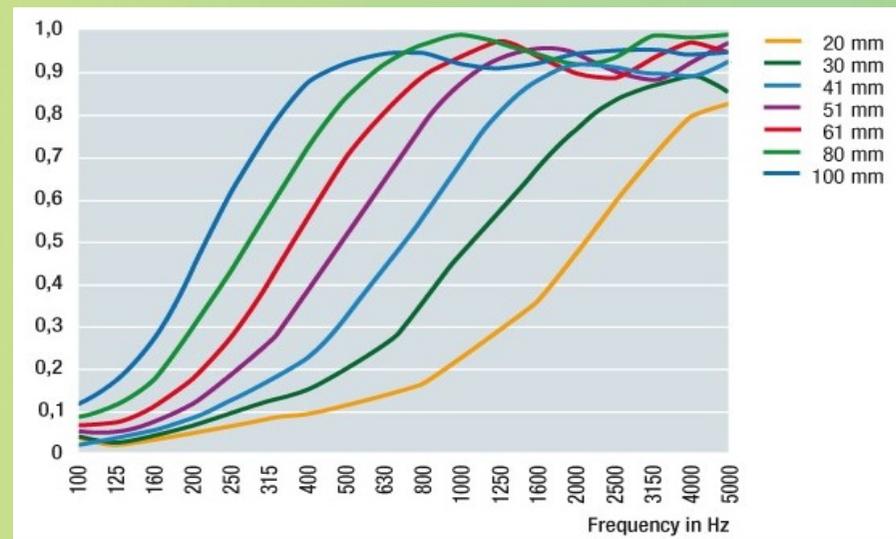
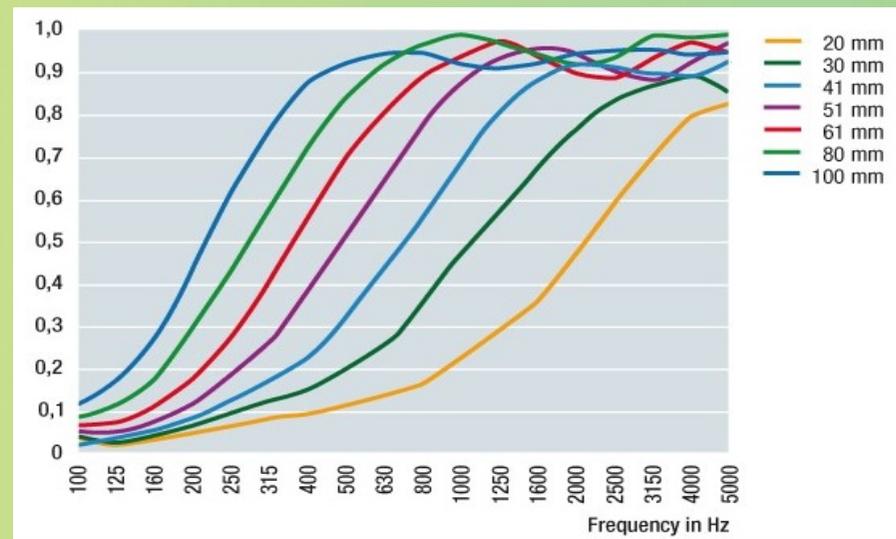
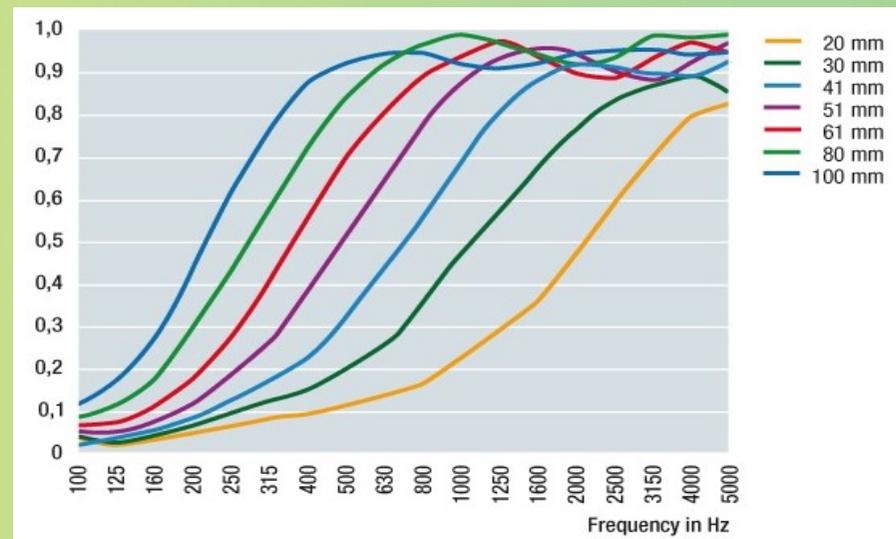
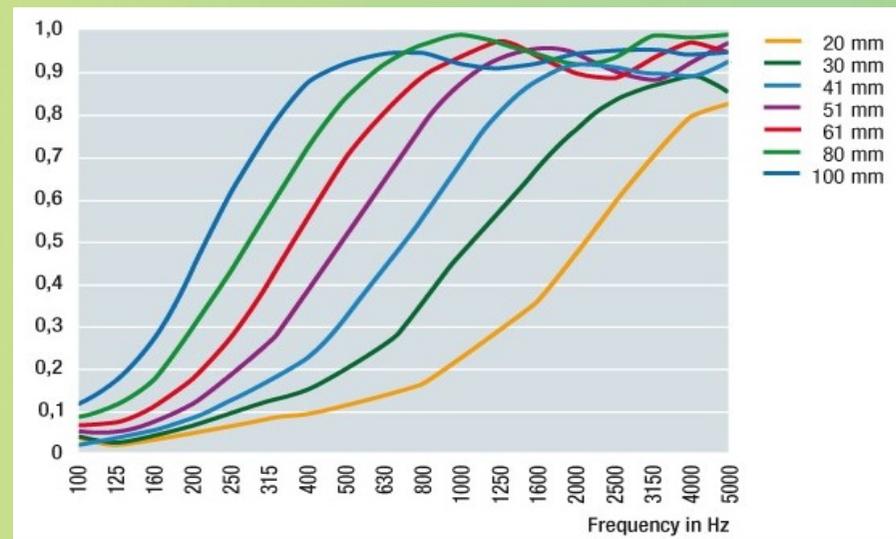
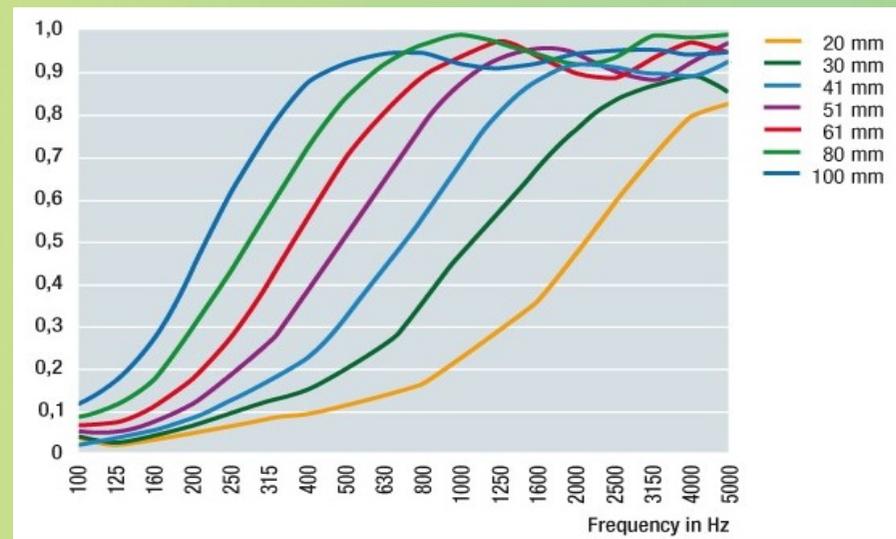
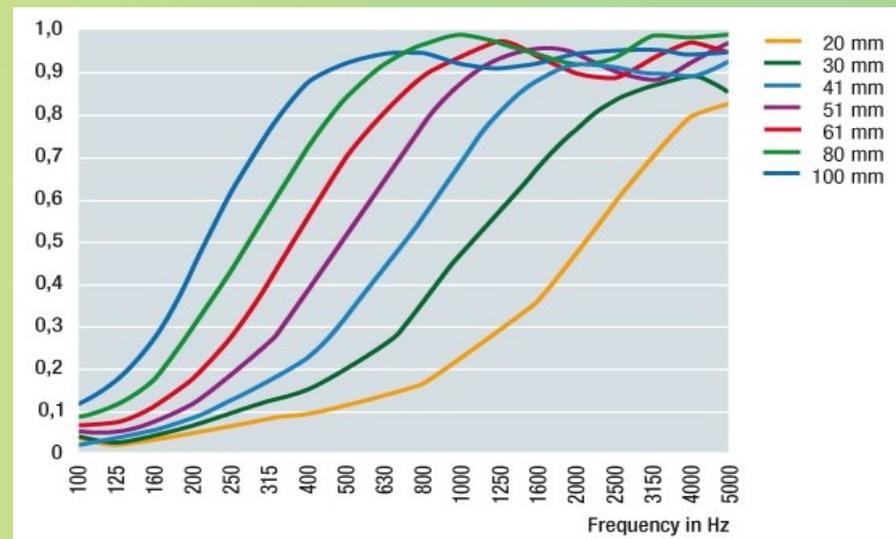
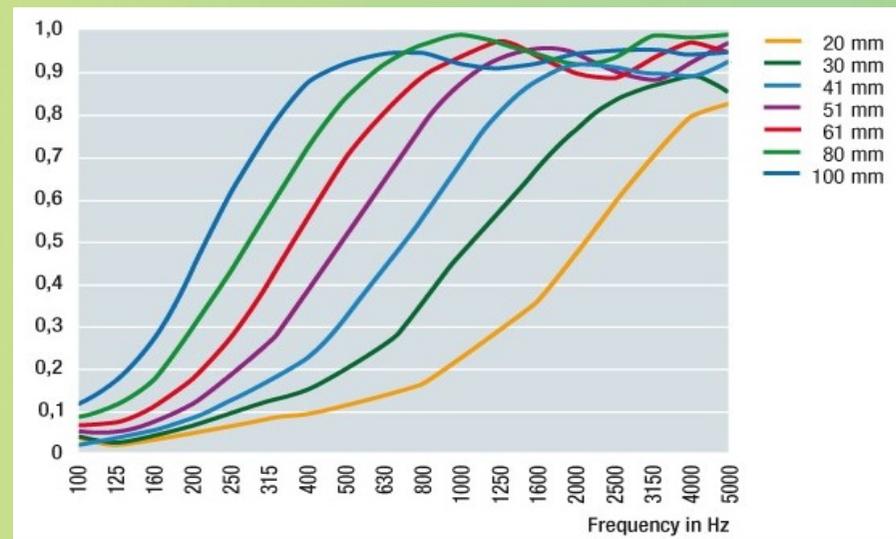
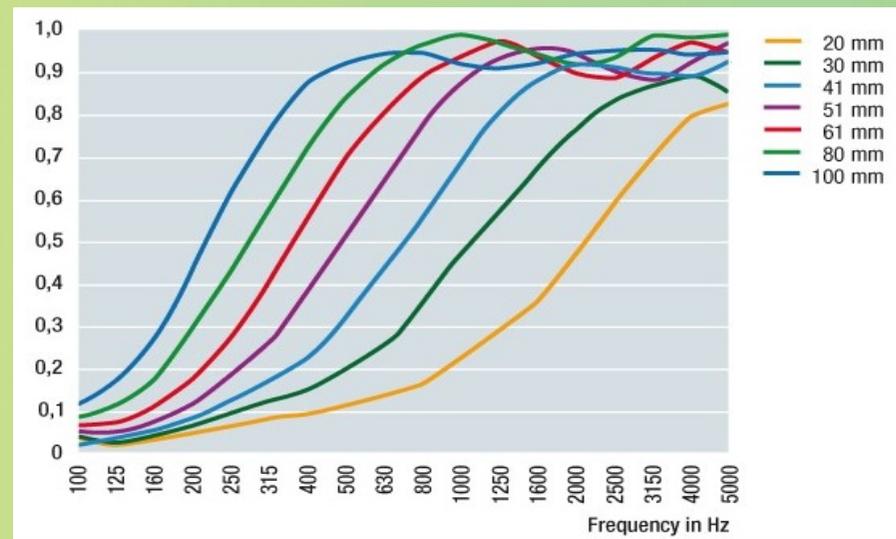
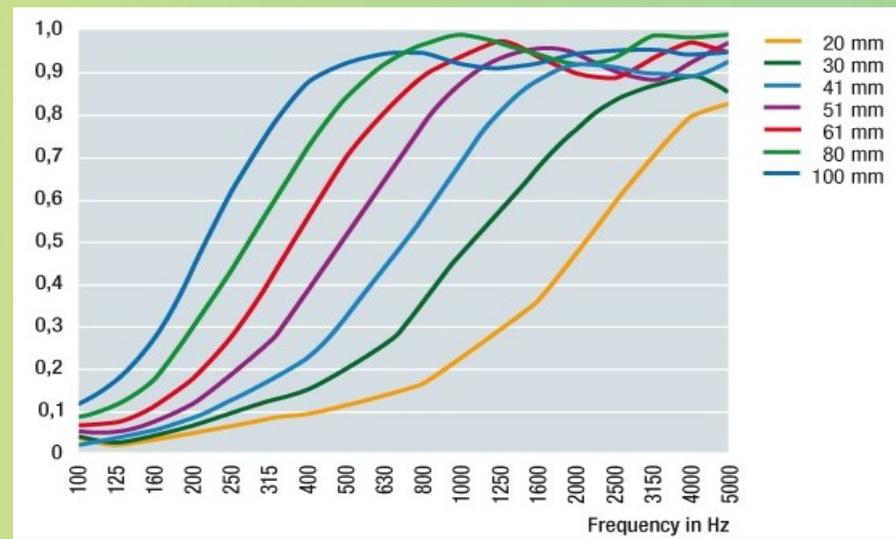
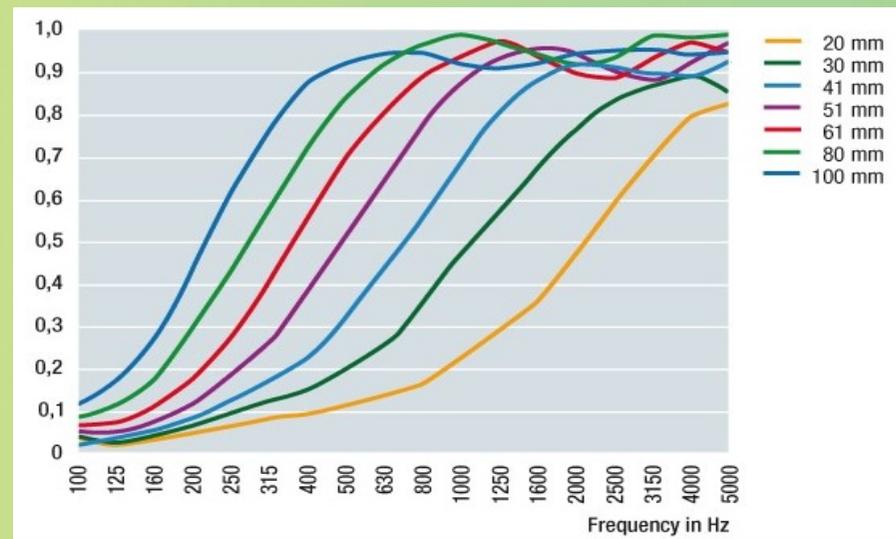
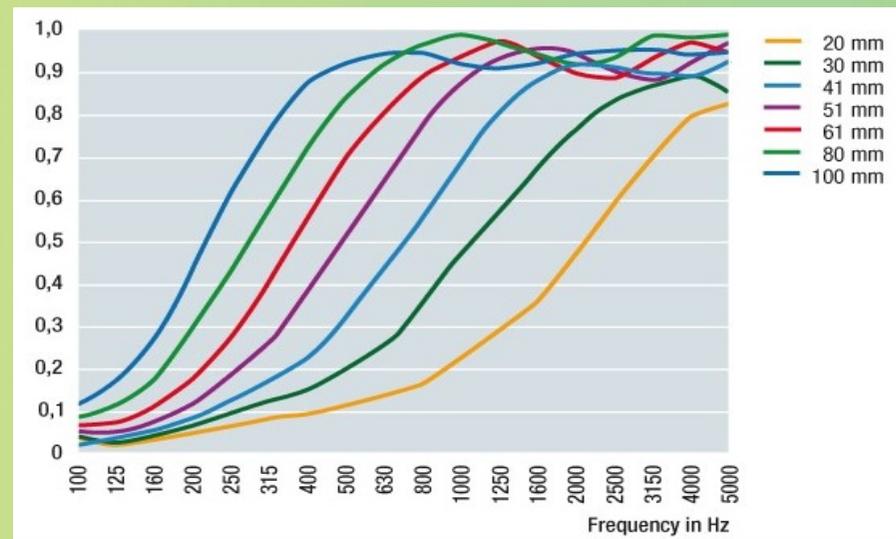
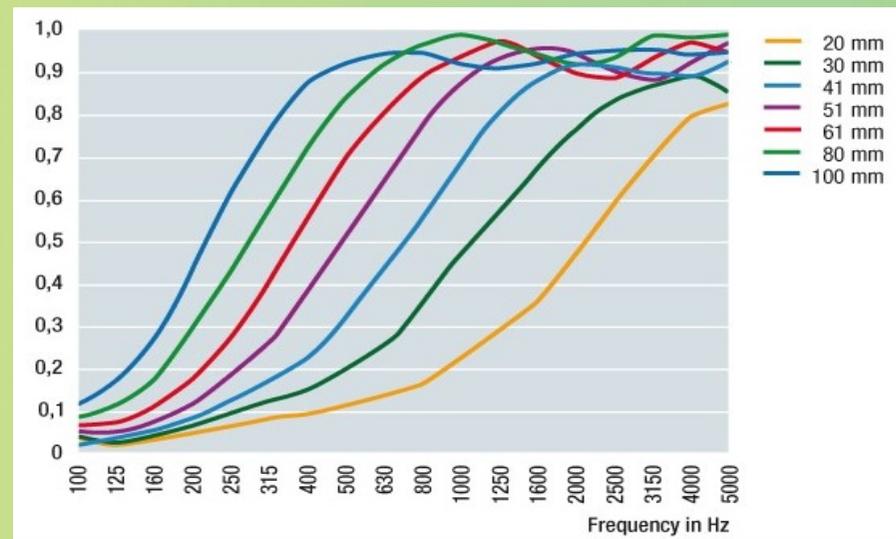
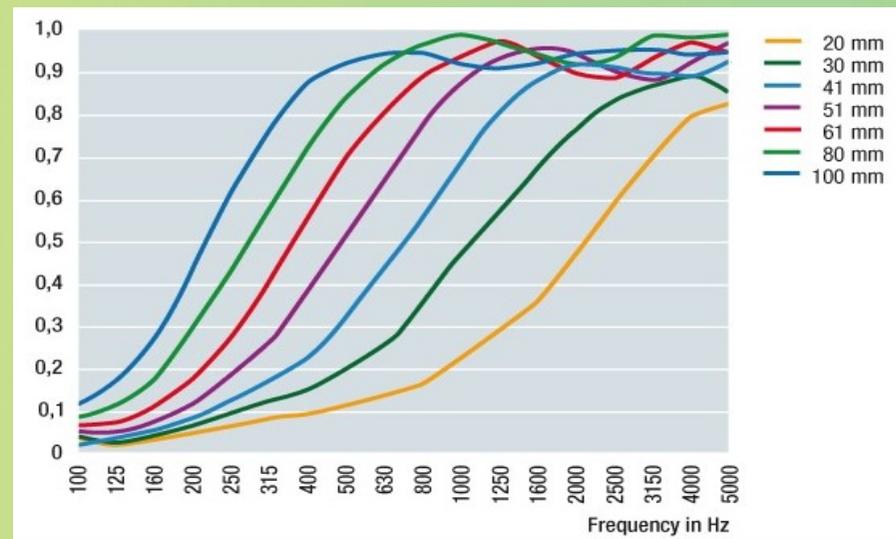
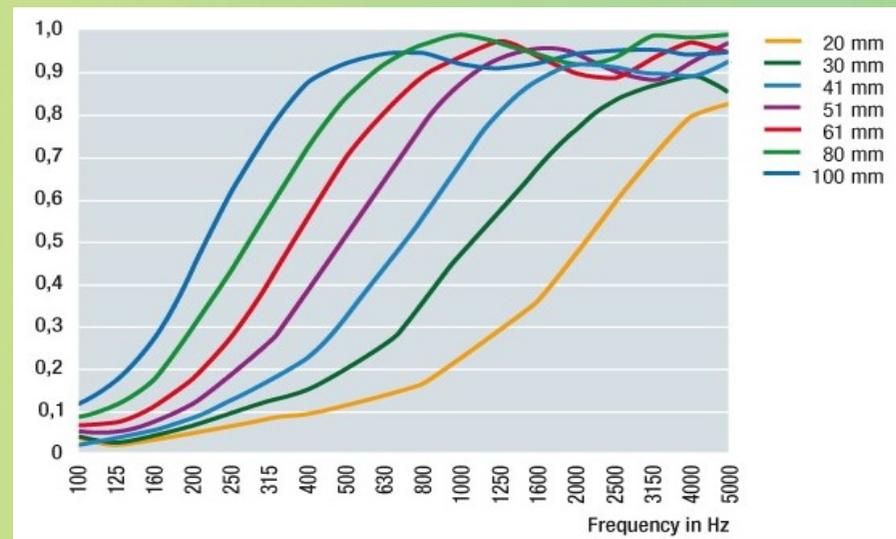
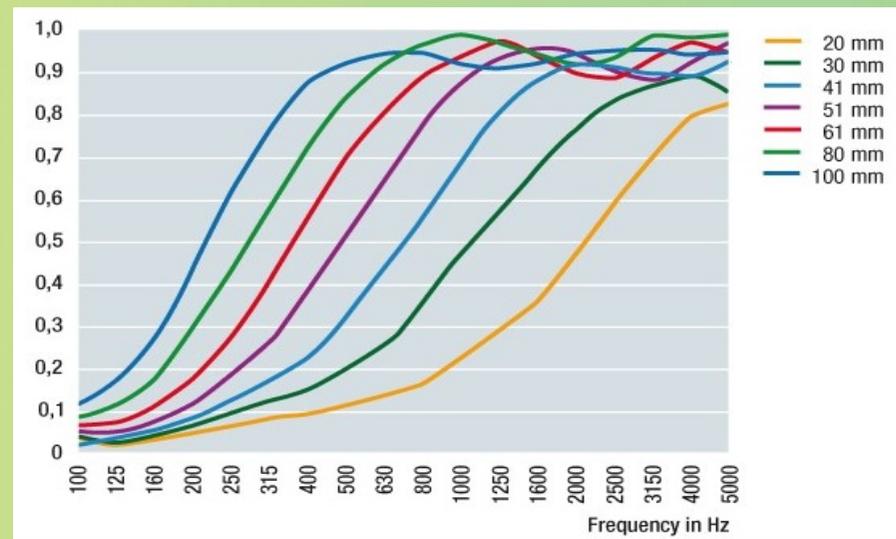
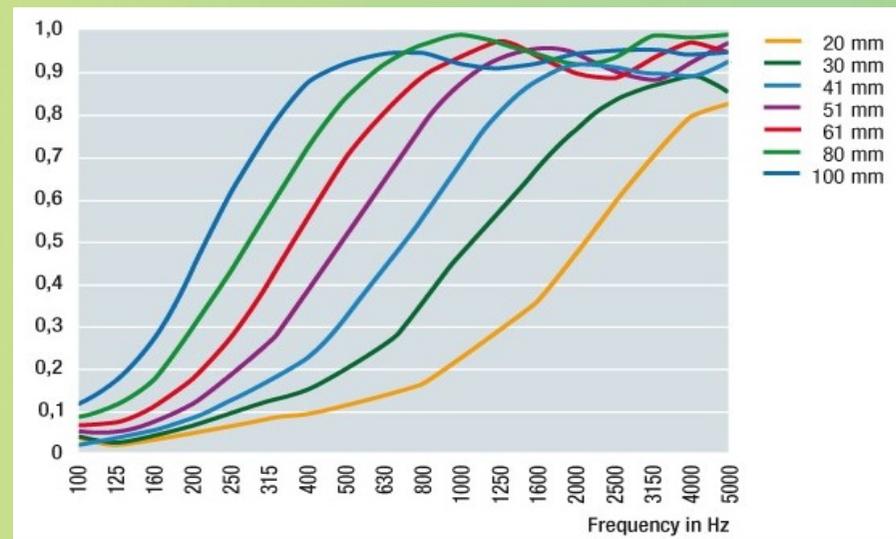
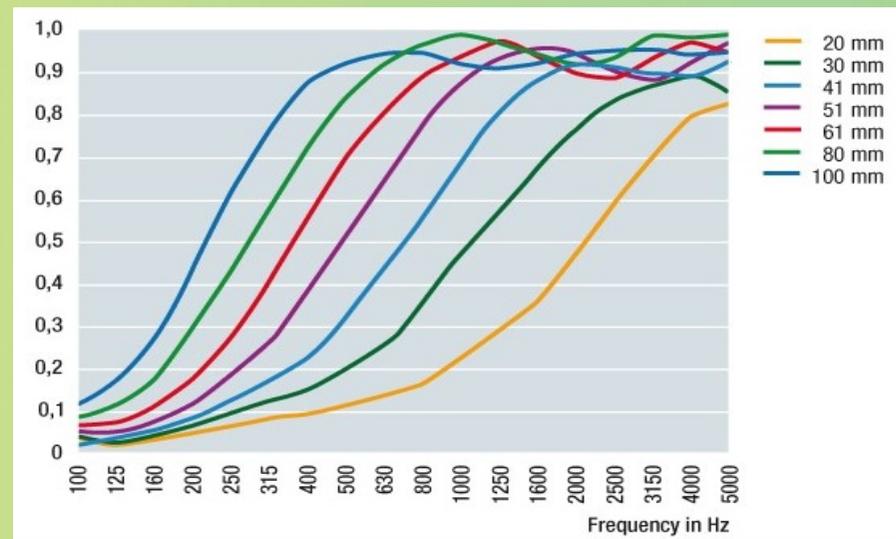
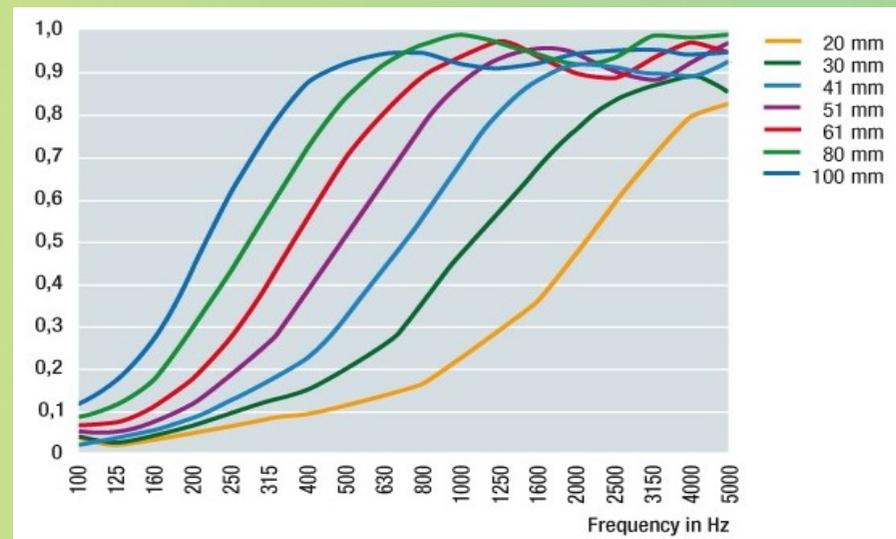
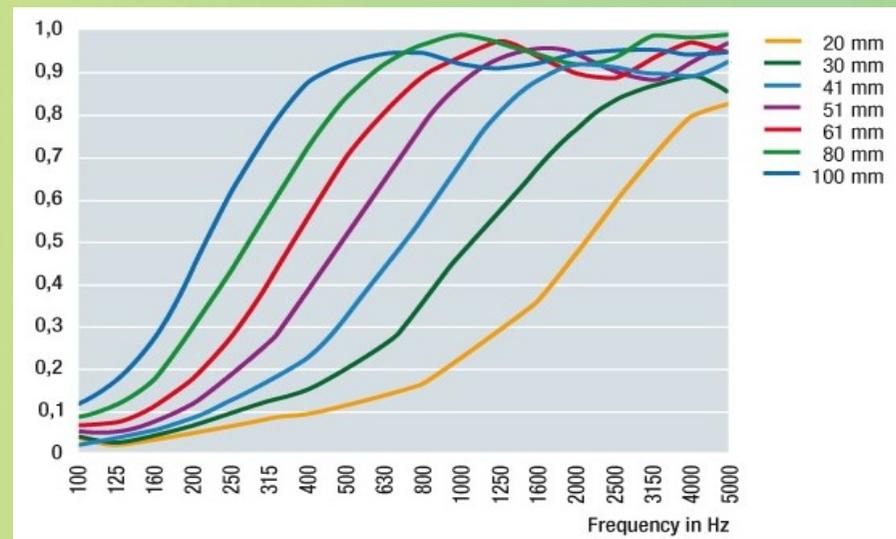
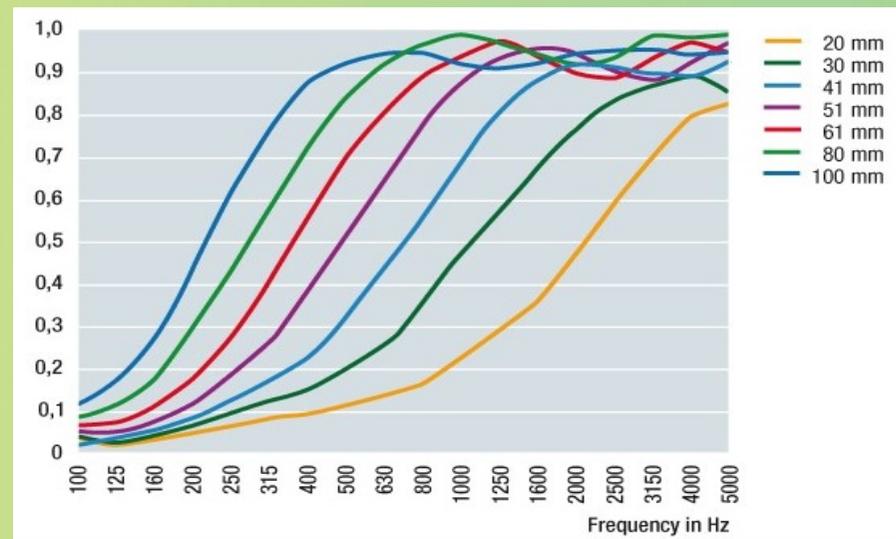
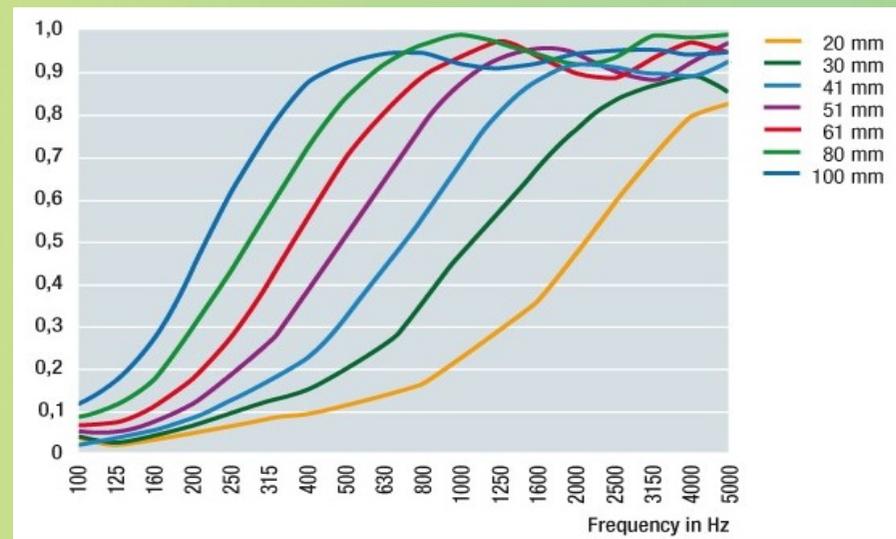
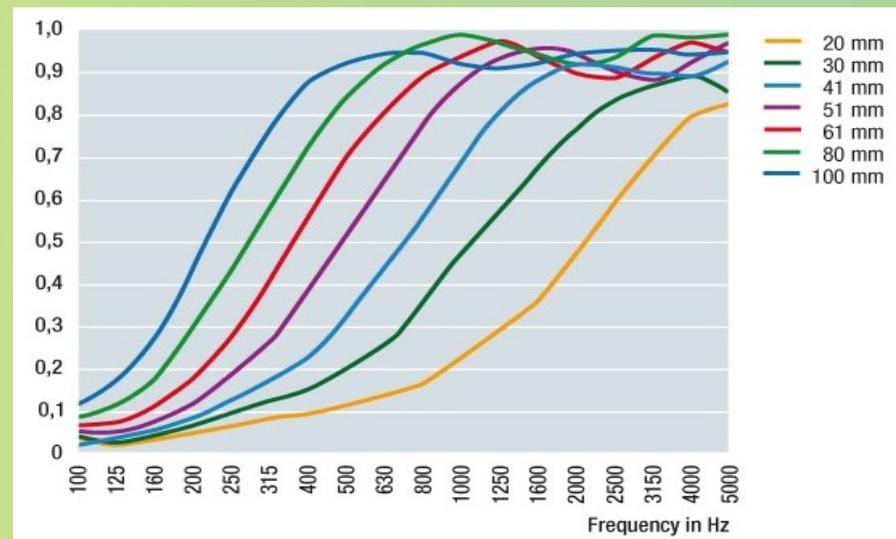
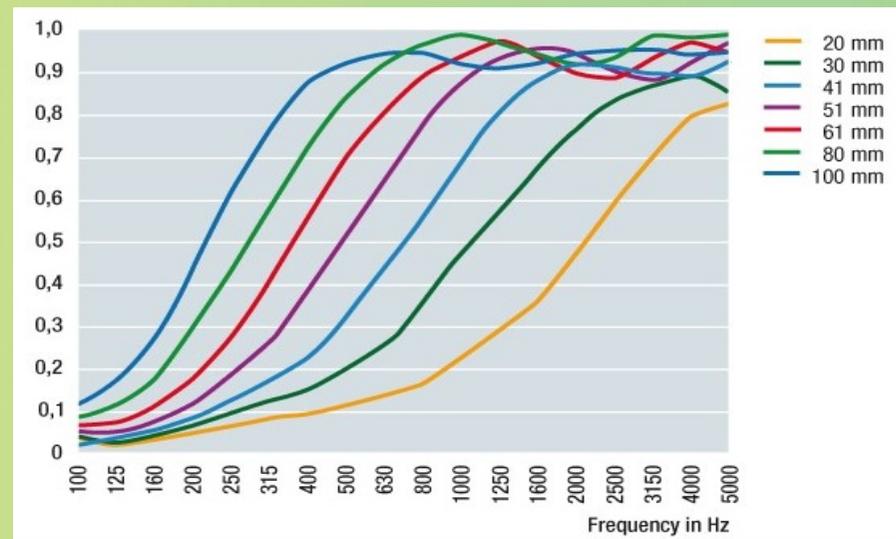
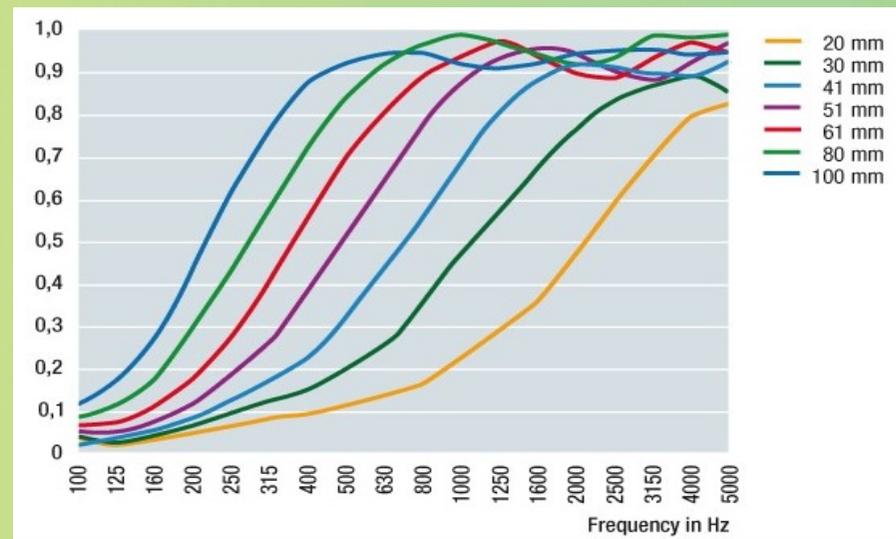
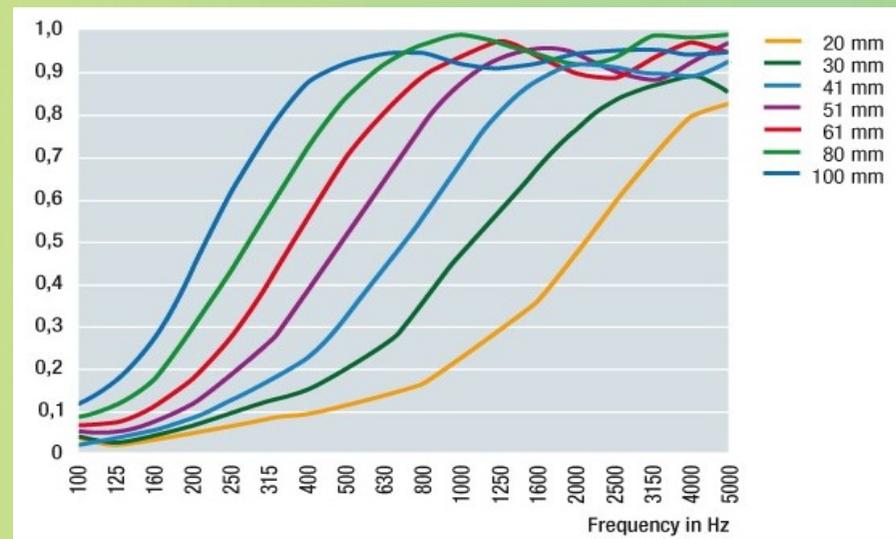
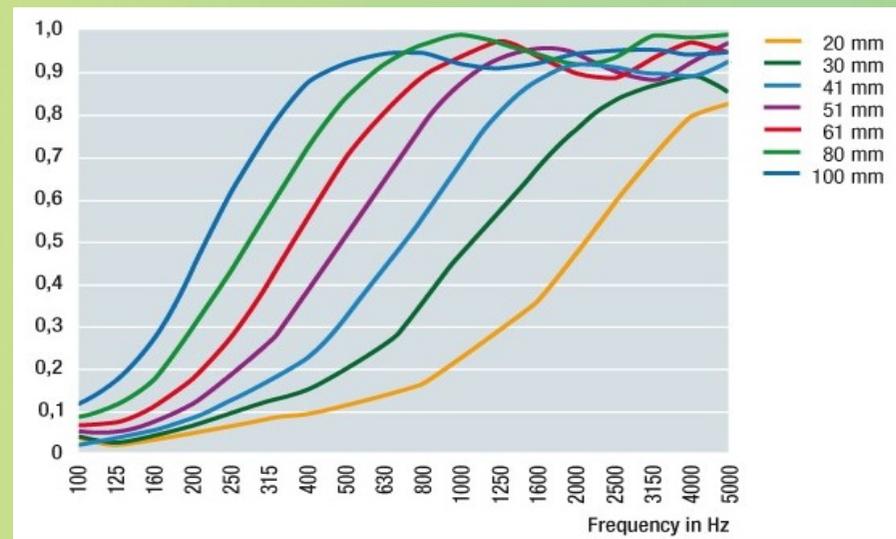
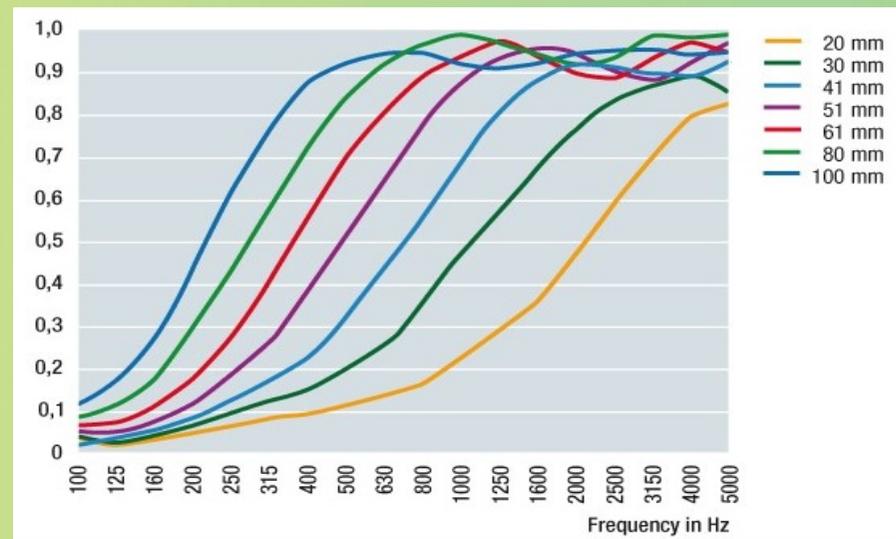
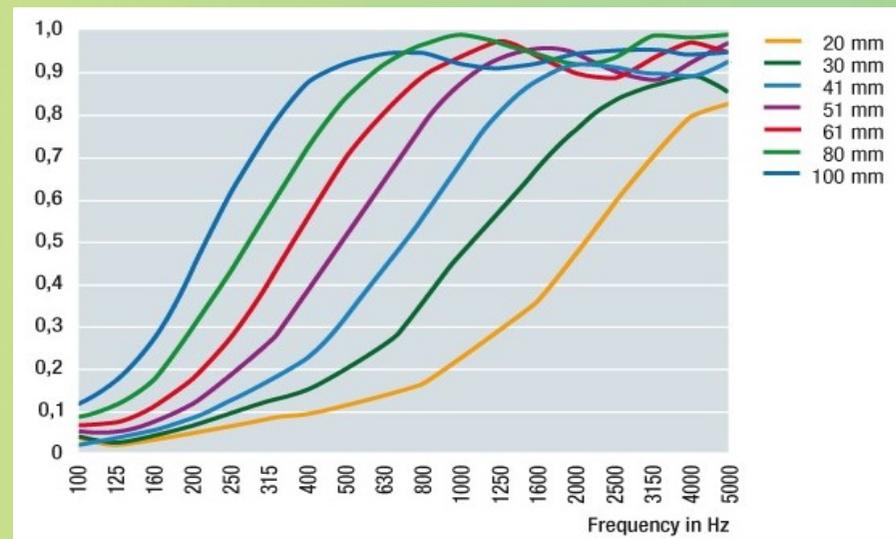
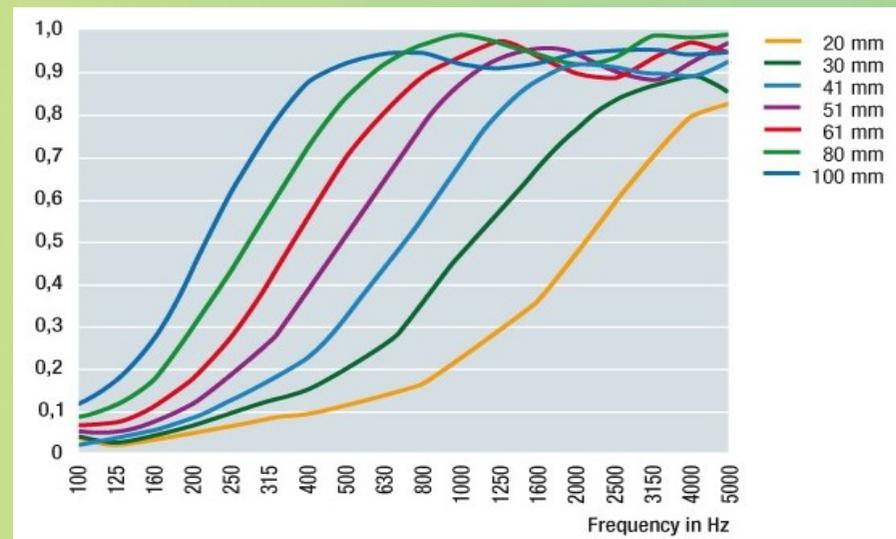
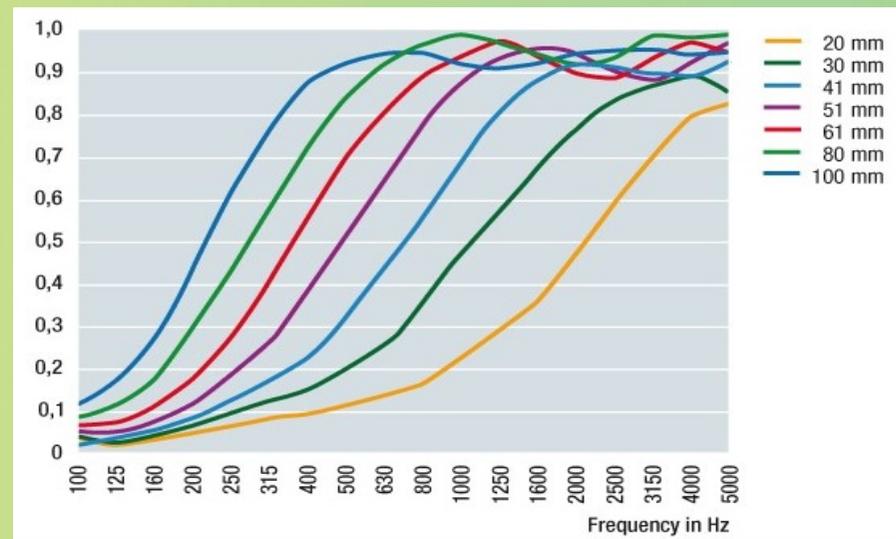
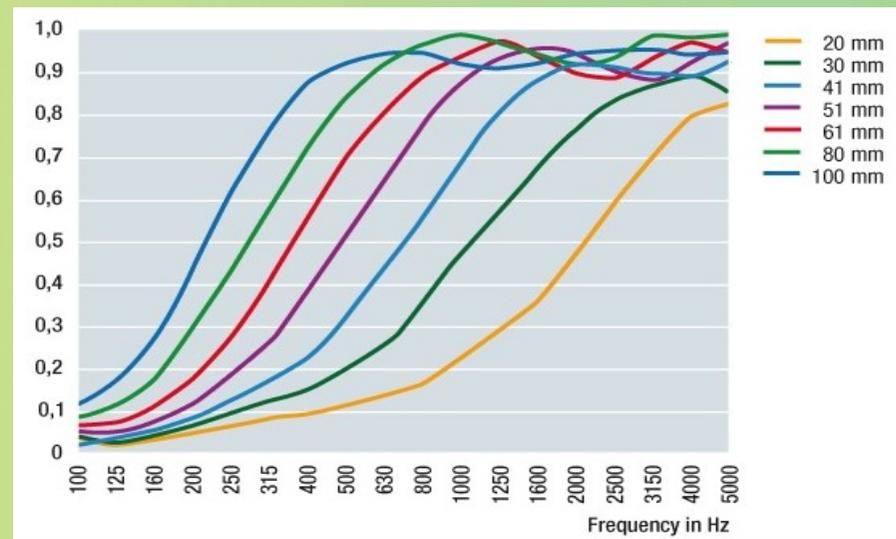
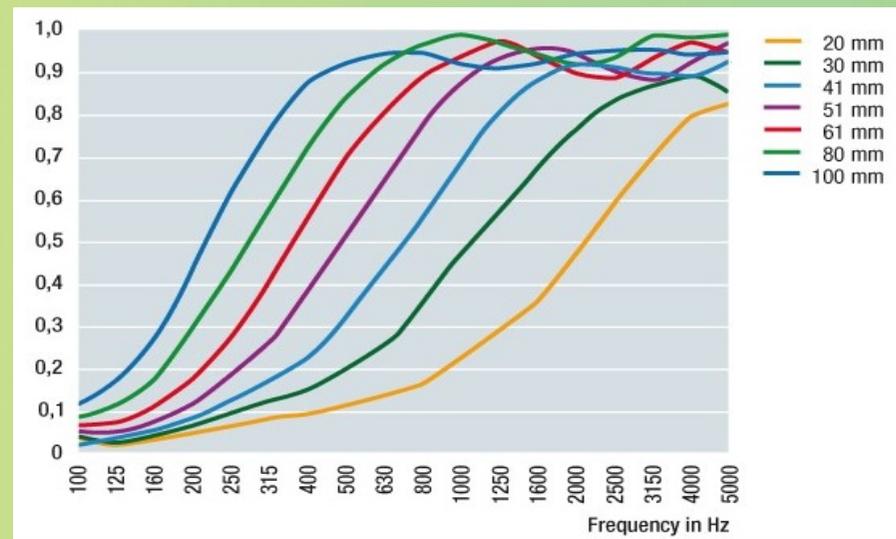
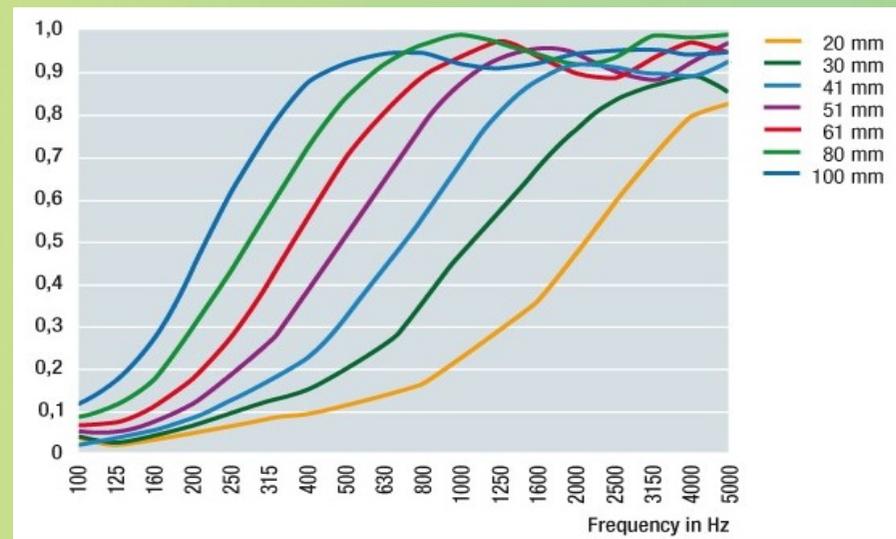
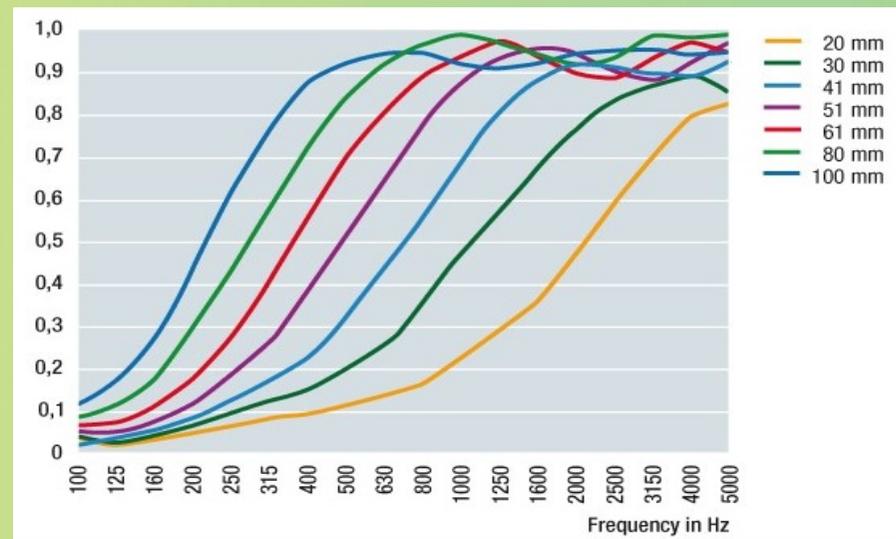
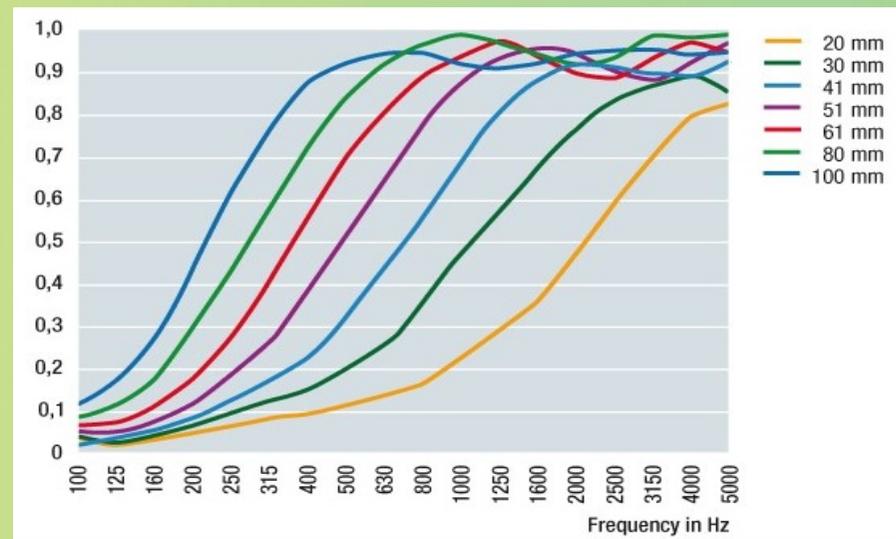
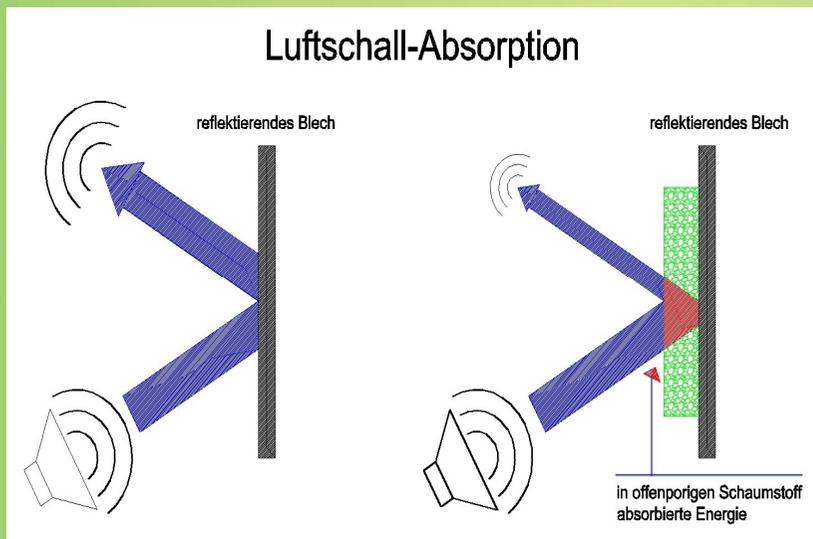
Luftschall
Dämmung

Körperschall
Dämpfung

Versteifung
Stabilisierung

Luftschall - Dämpfung

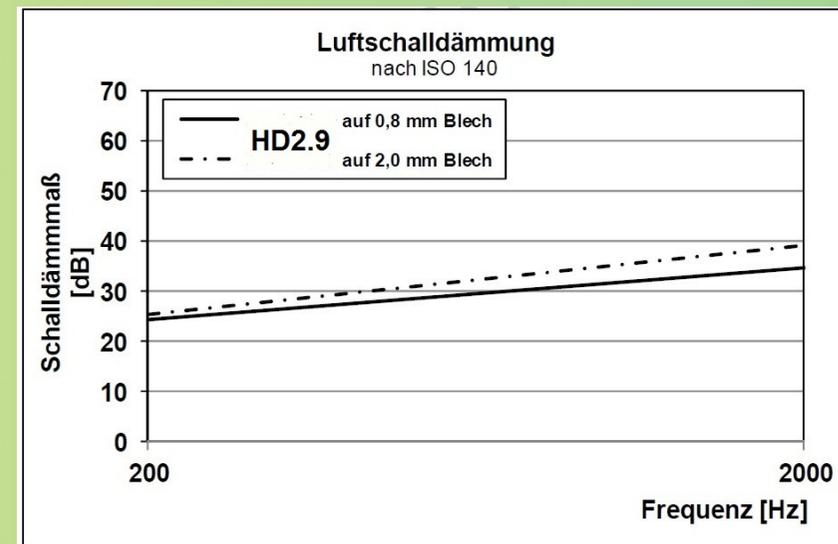
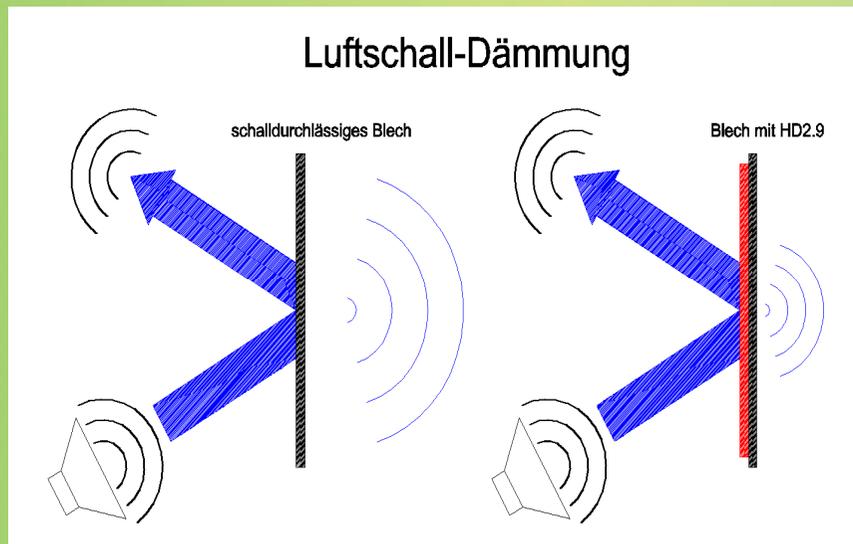
Luftschalldämpfung (Luftschallabsorption) wird dadurch erreicht, dass ein Teil der Bewegungsenergie der Luftmoleküle in Wärme gewandelt wird. Dies geschieht durch Reibung an Grenzflächen von faserigen oder offenporig geschäumten Materialien, in die Schallwellen eindringen können. Die Absorption ist stark frequenzabhängig. Allgemein gilt, je tiefer die zu dämpfenden Frequenzen, desto dicker muss das Absorptionsmaterial sein. Ein Maß für die Wirksamkeit schallabsorbierender Materialien ist der Absorptionsgrad α , dem Verhältnis von absorbiertem Schallanteil zur auftreffenden Schallintensität.



Luftschall - Dämmung

Man versteht unter Luftschalldämmung (auch Schallisolation genannt) die Verringerung des Schalldurchtritts durch eine Trennfläche (Blech). Bei einer harten Oberfläche werden dabei die Schallwellen vorwiegend reflektiert, so dass der Schallpegel im Fahrgastraum bzw. in der Türe ansteigt. Um diesem Effekt entgegenzuwirken, werden oft Kombinationsmaterialien aus Schalldämmung und -absorption eingesetzt.

Erreicht wird eine Schalldämmung durch Erhöhung des Flächengewichts von z.B. Blechen durch biegeeweiche Dämmmatten. Die Luftschalldämmung ist frequenzabhängig, je tiefer die Frequenz, desto höher muss das Flächengewicht sein. Die Wirksamkeit der Luftschalldämmung wird beschrieben durch das Schalldämmmaß R , dem Unterschied des Schallpegels in dB vor und hinter der Trennfläche.



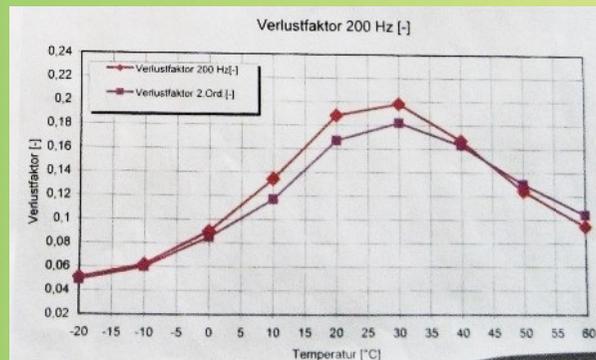
Körperschall - Dämpfung

Körperschalldämpfung (Entdröhnung) wird immer dann eingesetzt, wenn schwingende Flächen aus Blech oder anderen Materialien Luftschall abstrahlen. Die Schwingungsenergie wird dabei durch spezielle viskoelastische Eigenschaften des Dämpfungsmaterials in Wärme umgewandelt.

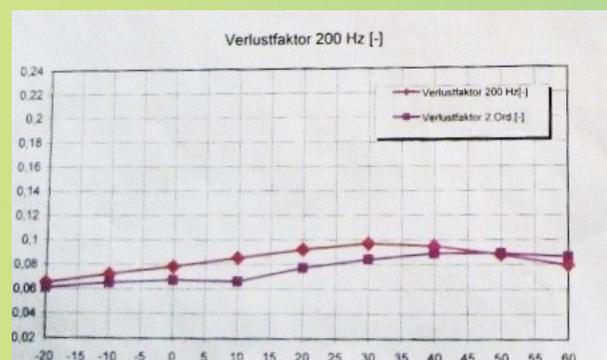
Sandwichaufbauten sind dabei besonders wirkungsvoll, bedürfen aber einer sorgfältigen Auslegung. (Vergleichbar wie Feder und Dämpfer beim Fahrwerk)

Kenngröße für die Absorption von Körperschall ist der Verlustfaktor d , der die Fähigkeit des betreffenden Materials beschreibt, bei dynamischer Beanspruchung (Biegeschwingung) Energie zu absorbieren. Der Verlustfaktor ist frequenz- und stark temperaturabhängig, deshalb ist bei der Materialauswahl unbedingt die Dauereinsatztemperatur zu beachten.

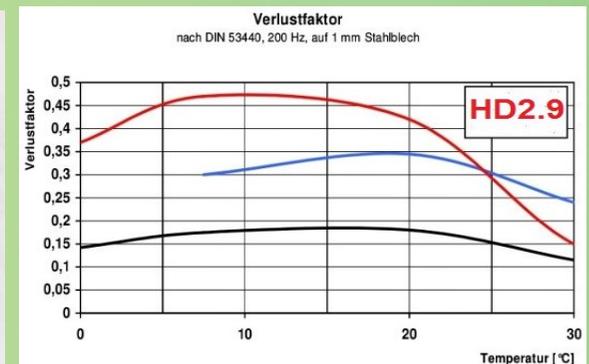
Alubutyl mit steifer, glatter Alufolie
Flächengewicht 2,76 kg/m²



Alubutyl mit Wabenstruktur Alufolie
Flächengewicht 3,79 kg/m²



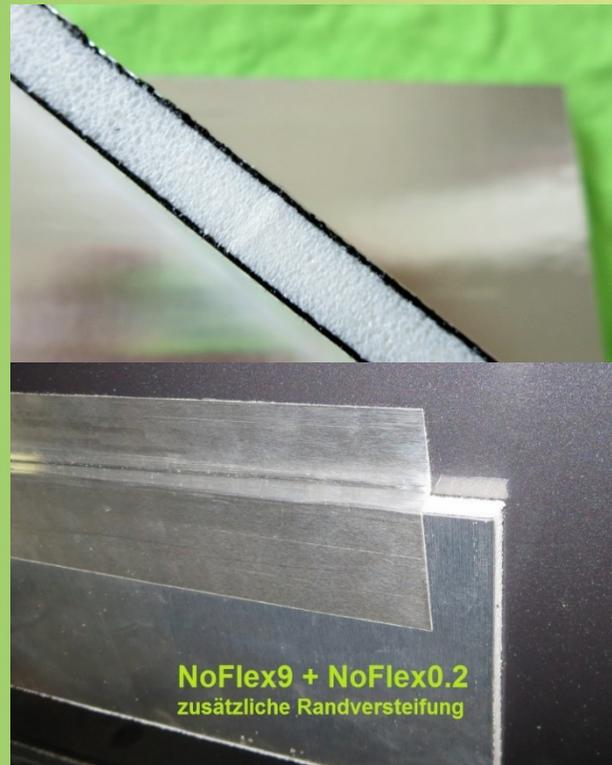
Spezielle Schwerfolie HD2.9
Flächengewicht 5,6 kg/m²



Versteifung

Bei moderneren und auch „billigeren“ Fahrzeugen ist oft erstmal eine Versteifung der großen Tür- und Dachflächen notwendig.
Dafür gibt es spezielle leichte Sandwichelemente: NoFlex9 und Noflex0.2

Eine stabile und massive Lautsprechaufnahme ist Voraussetzung für einen präzisen Klang. Im Idealfall aus Stahl oder Aluminium. Ein Kunststoffadapter kann aber auch einfach verstärkt werden. Bei Holz ist die Feuchtigkeit immer ein Problem in den Türen, daher muss auf eine richtige Versiegelung geachtet werden. Multiplex ist da noch recht unempfindlich, MDF würde ich niemals in den Türen einsetzen.



Materialien für Fahrzeugdämmung

Luftschall
Dämpfung

- Open Cell Absorber OCA4i, OCA10i, OCA20
- Semi Closed Cell Absorber SCCA9
- SWA Schafwolle Absorber
- BWA Baumwolle Absorber

Luftschall
Dämmung

- Alubutyl Ultra 2.1
- Schwerfolie HD2.9

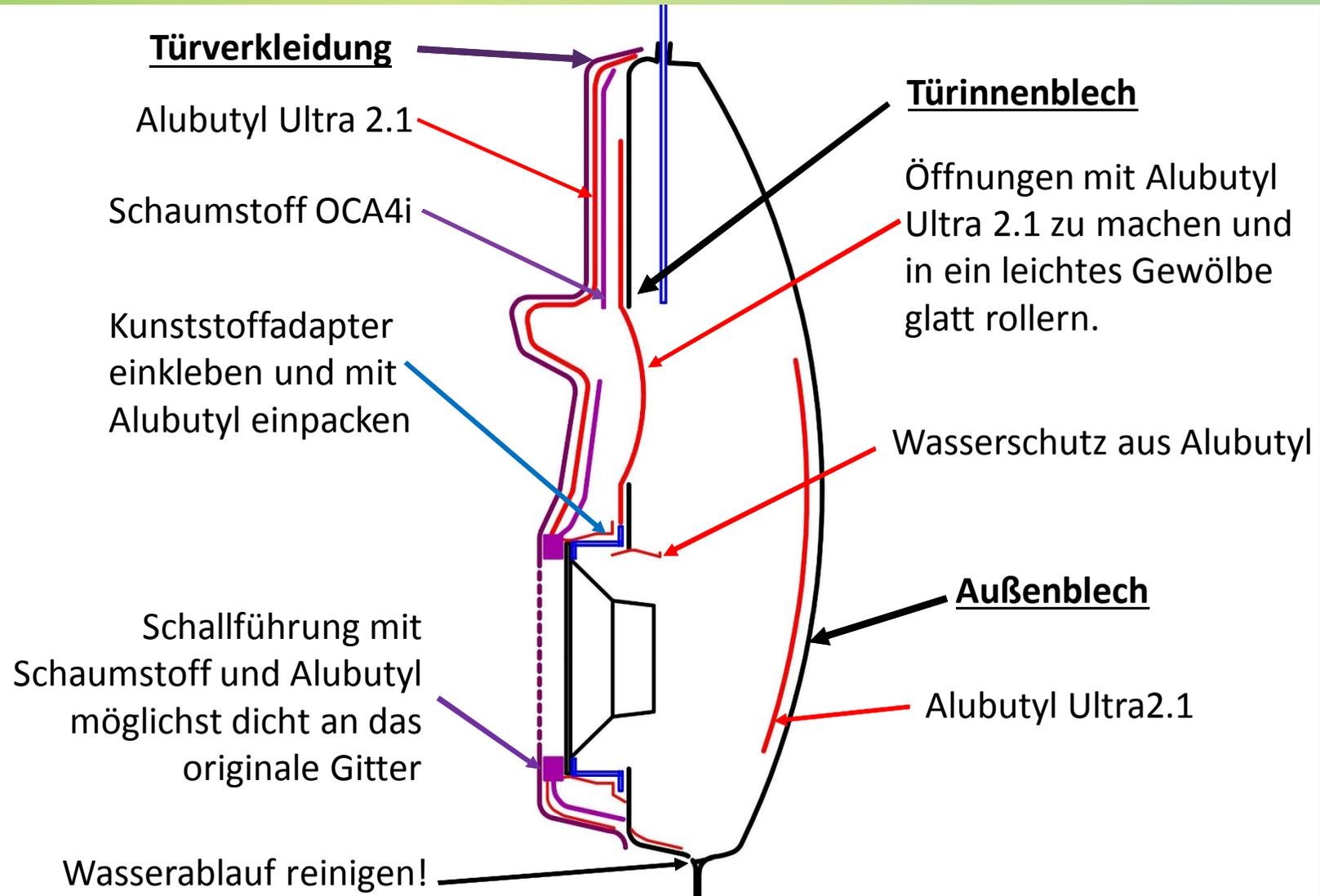
Körperschall
Dämpfung

- Alubutyl Ultra 2.1
- Schwerfolie HD2.9
- Semi Closed Cell Absorber SCCA9

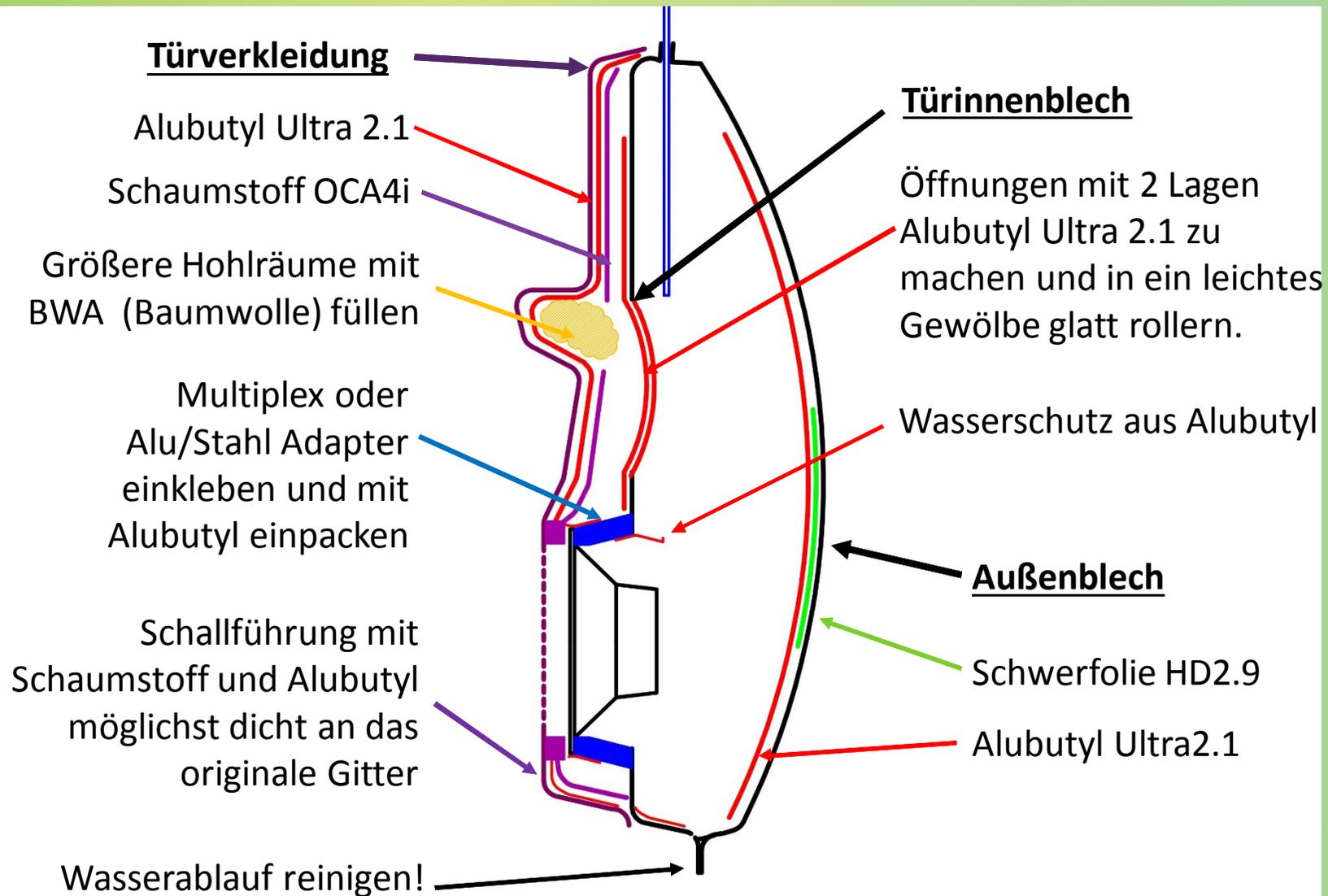
Versteifung

- Noflex9 + Noflex0.2
- Alubutyl Ultra2.1

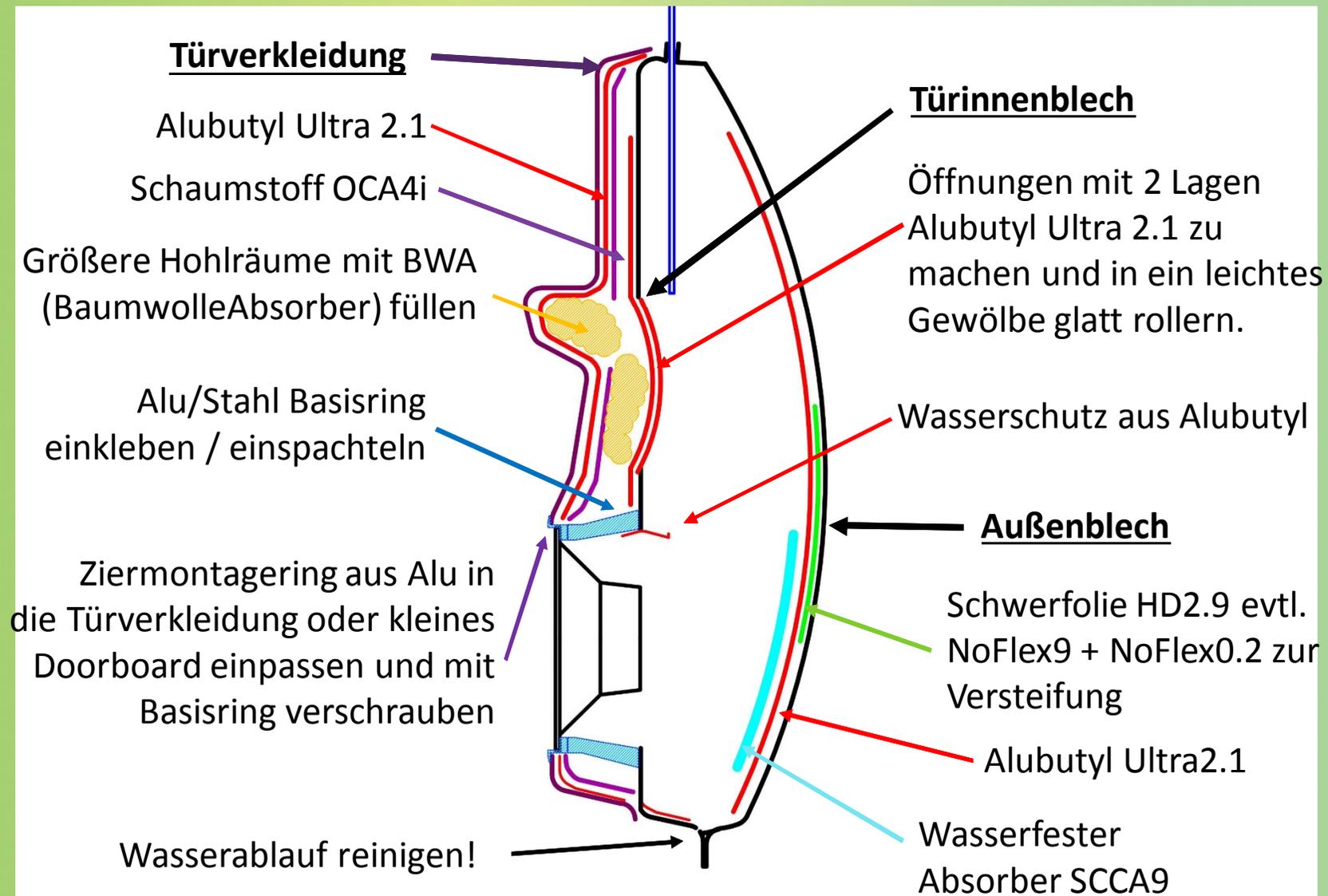
Low Budget Türdämmung in der Praxis



Medium Türdämmung in der Praxis



Premium Türdämmung in der Praxis



Kalkulation? Wieviel kostet Türdämmung?

Low Budget: 100,- Euro Material und ca. 1-2 Stunde je Türe mit Montage Lautsprecher

1 x DoorSilence Kit für 100,- Euro

=> 8 Platten Alubutyl Ultra2.1 und 4 Platten OCA4i mit je 33x50cm

- minimale Bedämpfung vom Außenblech und Türinnenblech
- entklappern und dämmen der Türverkleidung
- richtige Lautsprechermontage und Ankopplung ans Lautsprechergitter

Medium Budget: 200,- Euro Material und ca. 2-3 Stunden je Türe mit Montage Lautsprecher

=> 12 x Alubutyl Ultra2.1, 4 x HD2.9, 4 x OCA4i, 2 x OCA10i, etwas BWA60

- gute Bedämpfung vom Außenblech
- evtl. Nässechutzfolie beim Türinneblech mit Alubutyl ersetzen
- entklappern und großzügige Dämmung der Türverkleidung
- richtige Lautsprechermontage und Ankopplung ans Lautsprechergitter

Premium Budget: ab 350,- Euro Material und ca. 3-xx Stunden je Türe mit Montage Lautsprecher.

Zusätzlich zum Medium Budget:

- Türversteifung mit NoFlex9 + NoFlex0.2
- Lautsprecheraufnahme aus Stahl/Aluminium Basisring
- evtl. Einbau von Ziermontagering mit Hexagonalgitter
- evtl. Umbau der Türverkleidung

Bilder Türdämmung in der Praxis

Türaußenblech (natürlich gründlich reinigen):

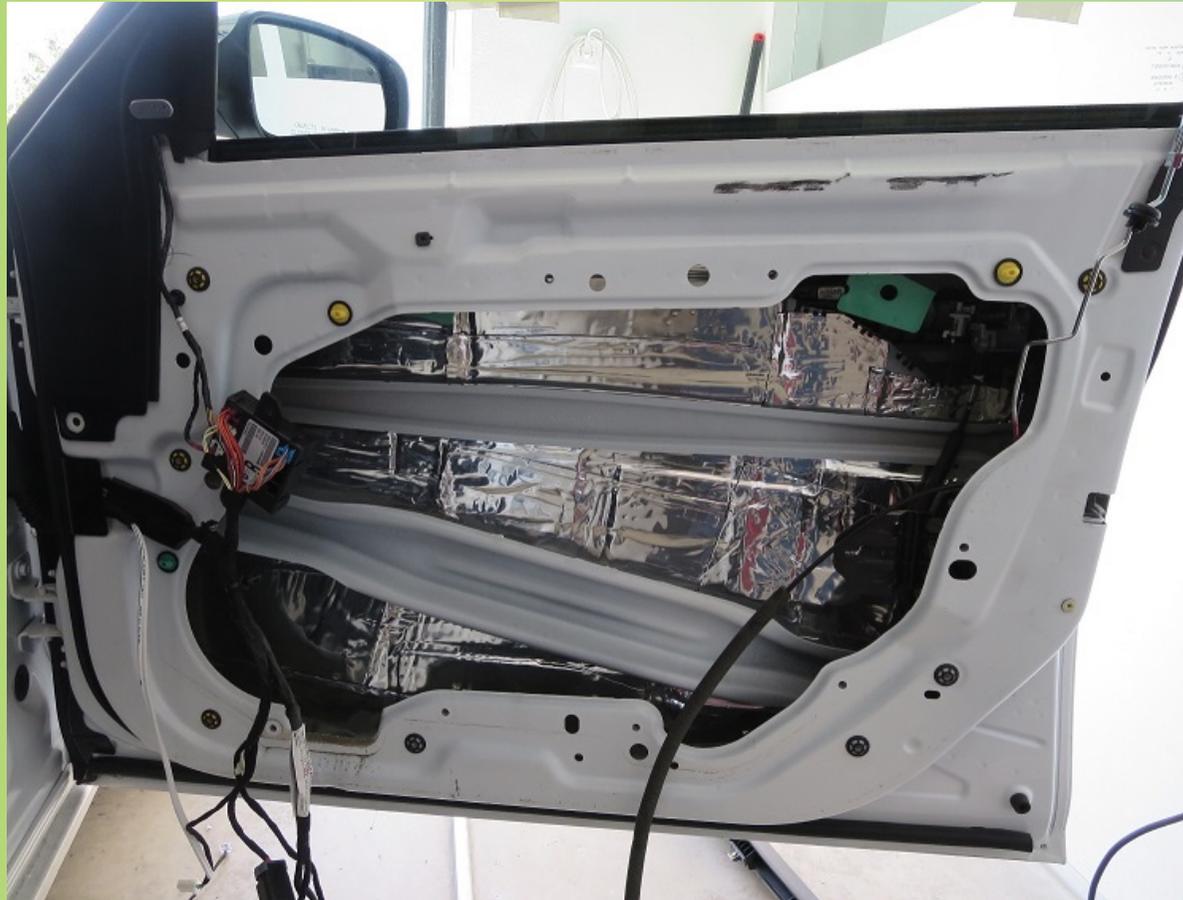
1. Schwerfolie HD2.9 auf die großen ebenen Flächen



Bilder Türdämmung in der Praxis

Türaußenblech:

2. Alubutyl großflächig einkleben. Wichtig ist fest und ohne Lufteinschluss anzudrücken.
3. Bei 2-Wege Systemen ist eine Matte wasserfester Schaumstoff (SCCA9) hinter dem Lautsprecher sinnvoll.



Bilder Türdämmung in der Praxis

Türinnenblech:

Wenn kein stabiler AGT vorhanden ist, sollte die Nässeschutzfolie durch steifes Alubutyl (Ultra2.1) ersetzt werden. Bei größeren Öffnungen 2-lagig und kleben und eine kleines stabilisierendes Gewölbe in die Tür formen. So hat der Lautsprecher ein vernünftiges Volumen und der rückseitig abgestrahlte Schall wird von der Türverkleidung abgeschottet.

Ist ein AGT vorhanden, muss dieser mit Alubutyl bedämpft werden. Zumindest auf den größeren ebenen Flächen.

Lose Kabel, Stecker, Gestänge und Bowdenzüge mit Schaumstoff einpacken und fixieren!



Bilder Türdämmung in der Praxis

Türverkleidung:

Die richtige Dämmung der Türverkleidung hat den größten Effekt für die Klangverbesserung. Diese muss absolut rassel/klapperfrei sein und sollte möglichst wenig mitschwingen.

1. Lose Teile und knarrende Kunststoffverschweißungen mit Würth klebt&dichtet fixieren.
2. TVK mit Alubutyl bekleben
3. Auf das Alubutyl Schaumstoff OCA4i bzw. OCA10i
4. Hohlräume mit Baumwolleabsorber (BWA) füllen
5. Auf richtige Schallführung des Tieftöners achten. Es darf kein Schall zwischen Türverkleidung und Türinnenblech.



Lautsprechermontage in der Tür

Neben einer richtigen Türdämmung ist die richtige Lautsprechermontage in der Türe auch Grundvoraussetzungen für guten Klang:

- Stabile Lautsprecheraufnahme
- Möglichst viel Freiraum hinter dem Lautsprecher (leider oft nicht wirtschaftlich machbar)
- Regenschutzdach aus Alubutyl über dem Lautsprecher in der Tür
- Schalldichte Ankopplung der Lautsprechermembran ans Türgitter, bzw.
- besser noch einen Ziermontagering in die Türverkleidung einsetzen und diesen mit dem Basisring verschrauben.



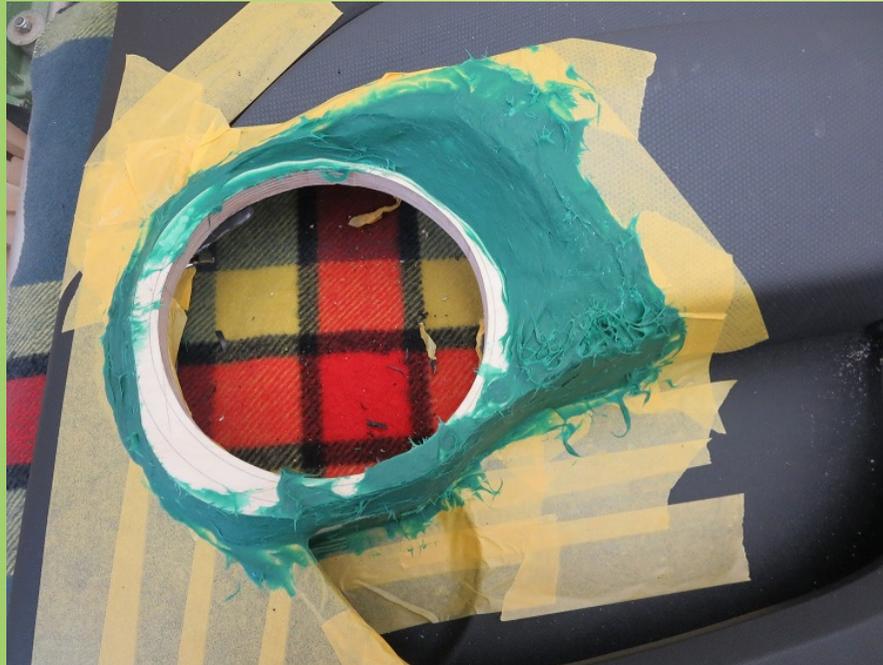
Lautsprechermontage Fiat Doblo

Türe original:



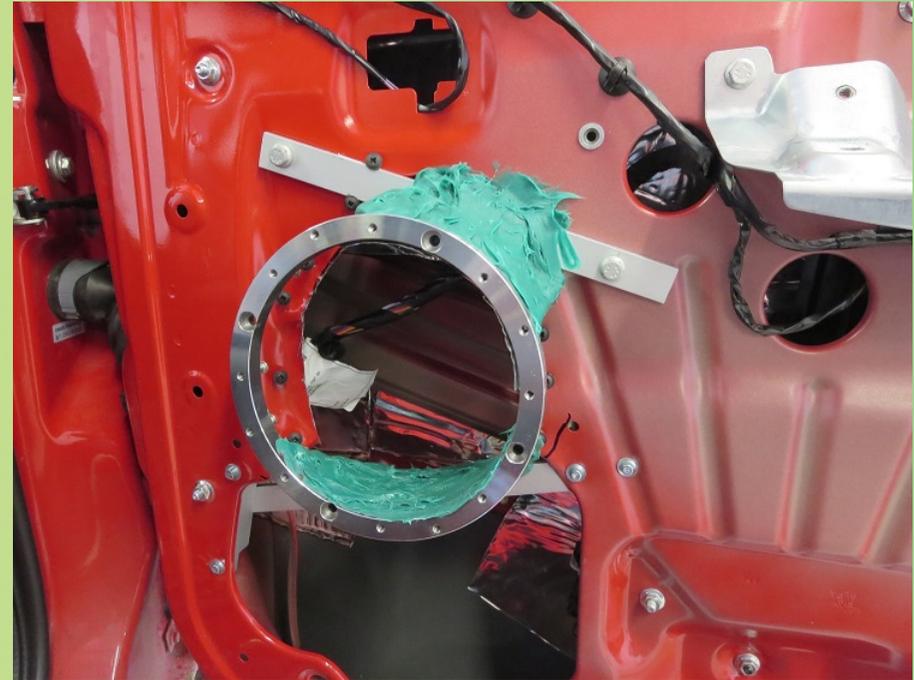
Lautsprechermontage Fiat Doblo

Türverkleidung leicht umgebaut:



Lautsprechermontage Fiat Doblo

- Ziermontagering mit Basisring provisorisch verschraubt
- (mit ca. 3-4mm Distanzhülsen, z.B. M5 Muttern, um bei der Endmontage etwas Vorspannung zu haben)
- dann wird der Basisring an der richtigen Position mit dem bereits geöffneten Innenblech verspachtelt.



Lautsprechermontage Fiat Doblo

Basisring fertig inspachteln und Türinnenblech mit Alubutyl dämmen.
!! Nur inspachteln hält nicht auf dem Blech, immer zusätzlich fixieren !!
!! Stahlringe und Schnittkanten immer mit Rostschutz behandeln !!



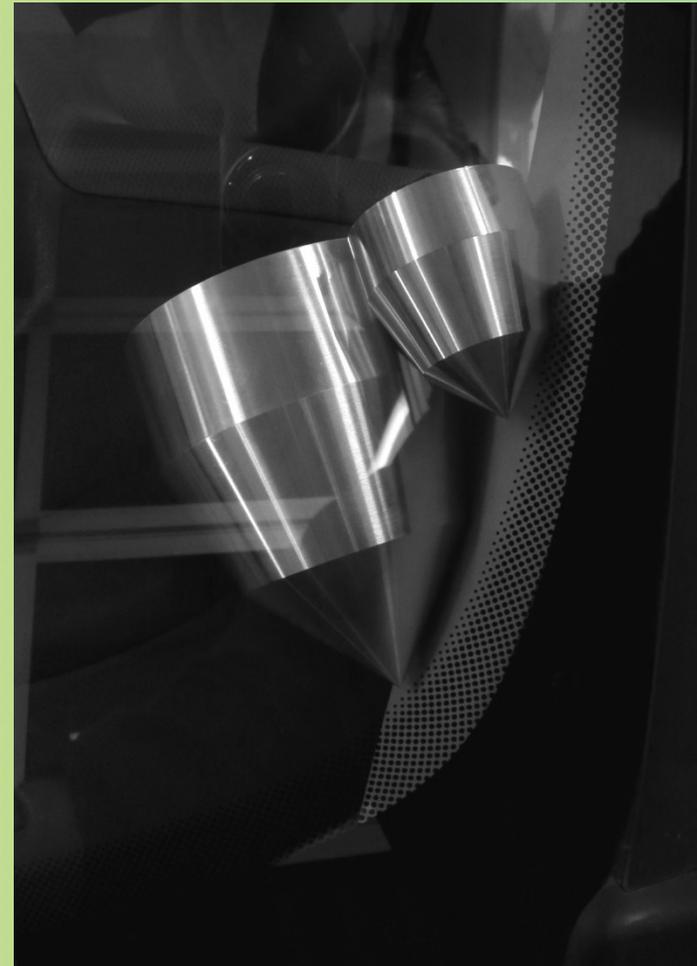
Lautsprechermontage Fiat Doblo

Kleines Doorboard beledert, Türverkleidung gedämmt und montiert, Ziermontagering mit dem Basisring verschraubt, Lautsprecher montiert.



Hochtönermontage mit Alukapseln

Direkte Ausrichtung der Hochtöner ohne störende Reflexionen.
Wir haben zig verschiedene Alukapseln und Kugeln für die gängigsten Hochtöner und auch Mitteltöner.



Fahrgeräusch Dämmung Dach

Alubutyl Ultra2.1 aufs Blech



Schaumstoff OCA4i und OCA10i auf Verkleidung



Fahrgeräusch Dämmung Boden

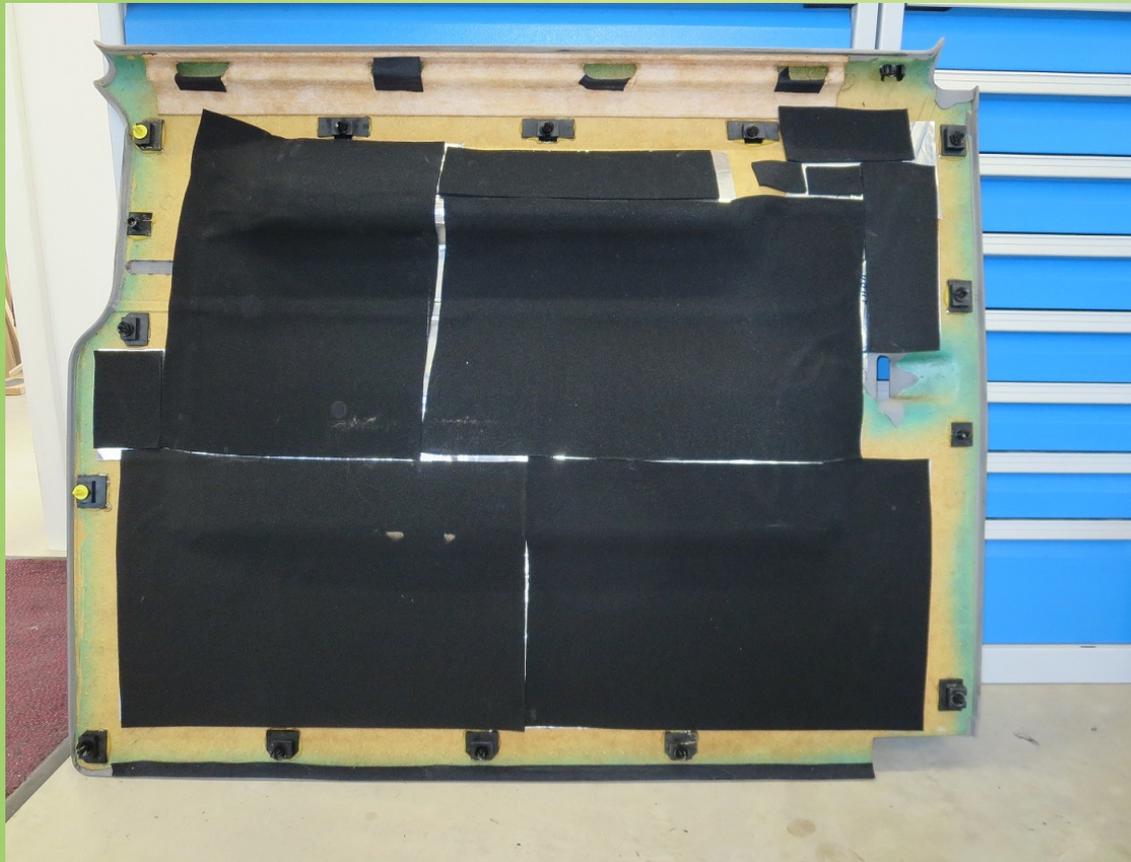
Schwerfolie HD2.9 erwärmen und ohne Luftschluß verkleben.

- Gegen Motorgeräusche möglichst weit vorne die Stirnwand hoch.
- Gegen Straßengeräusche und Geräusche von Abgasanlage den Fahrzeugboden bekleben.
- Gegen Abrollgeräusche die Radläufe bekleben.



Fahrgeräusch Dämmung Seitenteile

Seitenverkleidungen und Heckklappe die nicht direkter Feuchtigkeit ausgesetzt sind werden mit Alubutyl Ultra2.1 + OCA10i beklebt. Größere Hohlräume können mit BWA60 bedämpt werden.



Endstufen ...warum Class-H ?

Class-A/B

- + sehr guter Klang
- + unkritisch für Radioempfang
- schlechter Wirkungsgrad
- große Gehäuse
- Temperaturprobleme

Class-G/H

- + sehr guter Klang
- + unkritisch für Radioempfang
- + sehr guter Wirkungsgrad
- + noch kleine Gehäuse
- + keine Temperaturprobleme

Class-D:

- +/- guter Klang
- + sehr guter Wirkungsgrad
- + kleine Gehäuse
- + keine Temperaturprobleme
- kritisch für Radioempfang

Wichtige Regeln für den Einbau von Class-D Endstufen:

- Nur eng verdrillte Lautsprecherkabel verwenden
- Massekabel zur Karosserie möglichst kurz
- Ferritkern über Stromversorgungskabel möglichst nah an Endstufe
- Möglichst großer Abstand der Endstufe und Kabel zu Radioempfangseinheit und Antennenkabeln.