

Schalldämpfer für Niedrigenergiehäuser

Ulrich Ackermann

Labor für Lärmbekämpfung der Fachhochschule Südwestfalen(Fh-Swf), Email: ackermann@fh-swf.de

Einleitung:

Eine weitere Reduzierung der CO₂ – Emission ist nur möglich, wenn auch die für die Beheizung von Wohnungen benötigte Energie deutlich verringert wird. In Altbauten werden dazu die Energieverluste minimiert, moderne Gebäude werden als Niedrigenergiehäuser gebaut. Durch die gute Wärmeisolierung bleibt der Wasserdampf im Gebäude, und es bildet sich Schimmel [1]. Das Schimmeln lässt sich durch Be- und Entlüftung mit einer Klimaanlage verhindern. Die flachen Strömungskanäle werden im Estrich verlegt. Da die Kanäle alle Räume des Hauses miteinander verbinden, ist in jedem Raum zu hören, was in den anderen geschieht. Zur Vermeidung dieser sog. Telefonie werden in die Kanäle Schalldämpfer eingebaut. Die Schalldämpfer sollen zwischen 1kHz und 5kHz besonders gut wirken, da in diesem Frequenzbereich das menschliche Gehör am empfindlichsten ist. Eine Dämpfung von maximal 30dB ist wegen der geringen Schalldämmung der Innenwände und Türen ausreichend. Eine Erhöhung der Brandlast durch das Schalldämpfermaterial in den Strömungskanälen spielt in Niedrigenergiehäusern keine Rolle. Deshalb wurden nur Schaumstoffe untersucht. Die Kanäle bestehen aus ovalen Wickelfälzrohren. Der Schalldämpfer ist 260mm breit und die Strömungskanäle 195mm. Beide Kanäle sind 50mm hoch. Der Schalldämpfer ist im Estrich eingegossen, um eine genügend hohe Grenzdämmung zu erreichen.

Druckverlust

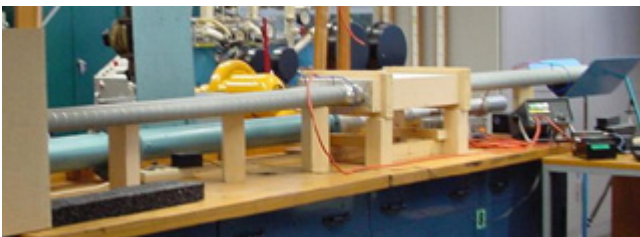


Abbildung 1: Aufbau zur Bestimmung des Druckverlustes

Der Druckverlust Δp der Schalldämpfer muss bei der Auswahl des Ventilators berücksichtigt werden, um den geforderten Volumenstrom zu erreichen. Nach [2] können die zusätzlichen Energiekosten durch Schalldämpfer mit hohem Δp für das gesamte Haus über 500€ pro Jahr liegen. Zur Messung von Δp wurde der Schalldämpfer mit den Kanälen an eine Beruhigungskammer angeschlossen. Die Differenz der Mittelwerte der statischen Drücke an den Kanalwänden 10cm vor und 50cm hinter dem Schalldämpfer ergibt Δp , woraus der Gesamtdruckverlustkoeffizient ζ bestimmt wird. Ist ζ bekannt, errechnet sich Δp aus:

$$\Delta p = \zeta \frac{\rho}{2} U^2$$

Mit: U Strömungsgeschwindigkeit im Kanal, ρ Luftdichte

Dämpfung

Bei den Untersuchungen wurde die Einfügungsdämpfung D_e nach DIN EN ISO 7235 ohne Strömung bestimmt. Der Schalldämpfer wird mit Hilfe von Übergangsstücken in die Messstrecke des Rohrschalldämpfer-Prüfstands des LfL [3] dicht eingebaut, wie das Foto in **Abbildung 2** zeigt. Bei Messungen ohne Strömung haben die beiden Querschnittssprünge keinen Einfluss auf die Ergebnisse [4].



Abbildung 2: Einbau des Schalldämpfers in die Messstrecke des Rohrschalldämpfer-Prüfstands

In **Abbildung 3** ist die Einfügungsdämpfung eines Schalldämpfers aus verhäutetem Kunststoff mit 30mm breiten und 600mm langen Kulissen abgebildet, die in das 700mm lange Schalldämpfergehäuse eingebaut wurden.

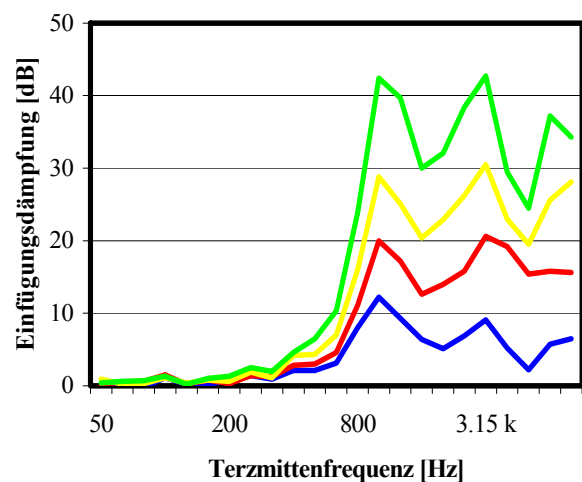


Abbildung 3: Einfügungsdämpfung in Abhängigkeit von der Kulissenanzahl

Kulissenlänge: 600mm Kulissenbreite: 30mm

— 2 Kulissen, $\zeta = 1,75$ — 3 Kulissen, $\zeta = 3,2$
 — 4 Kulissen, $\zeta = 6,2$ — 5 Kulissen

Auffällig im Dämpfungsverlauf sind Spitzen, die immer bei der gleichen Frequenz liegen. Spitzen im Dämpfungsverlauf weisen auf Resonatoren hin, poröse Absorber haben einen glatten Dämpfungsverlauf. Die Spitzen werden auch im Hallraum gemessen, wie **Abbildung 4** zeigt. Die dort abgebildeten Schallabsorptionsgrade in Abhängigkeit von der Absorberschichtdicke wurden der Produktinformation des Herstellers entnommen. Beim Vergleich muss berücksichtigt werden, dass ein auf dem Boden liegender Absorber nur halb so dick sein darf, wie eine Mittelkulissee, d.h. die beiden roten Kurven in **Abbildung 4** und **5** sind vergleichbar. Darüber hinaus wird im Hallraum bei diffusem Schalleinfall gemessen, im Schalldämpferprüfstand ist der Schalleinfall streifend.

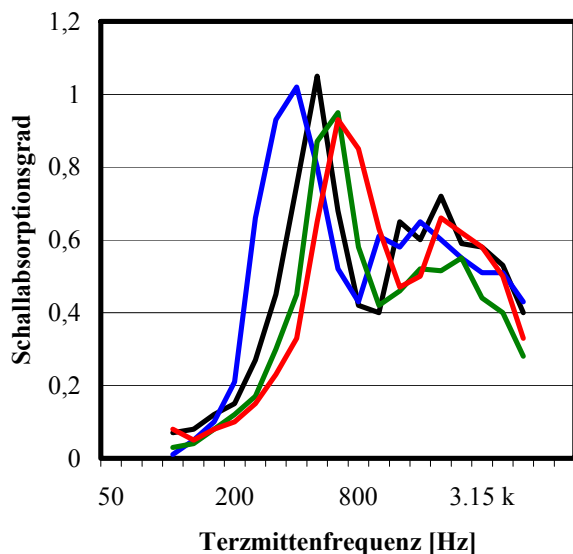


Abbildung 4: Schallabsorptionsgrad des Schaumstoffs im Hallraum in Abhängigkeit von der Schaumstoffdicke d

— d = 60mm — d = 50mm
 — d = 40mm — d = 30mm

Abbildung 4 zeigt, dass sich die Frequenz der Spitzen mit ansteigender Dicke zu tiefen Frequenzen verschiebt. Dieses Verhalten lässt sich ausnutzen, um das Dämpfungsminimum des Schalldämpfers zwischen den Spitzen aufzufüllen, in dem z.B. unterschiedlich dicke Mittelkulisseen eingesetzt werden. Eine andere Möglichkeit einen möglichst glatten Dämpfungsverlauf zu erreichen, ist die Variation des Wandabstandes der Randkulisseen, wie **Abbildung 5** zeigt. Werden zwei 60mm dicke Mittelkulisseen eingesetzt (oberes Foto in **Abbildung 5**), ergeben sich 2 deutliche Spitzen bei 800Hz und 3150Hz. Bei 1 Mittelkulissee und 2 Randkulisseen dagegen verschwindet das Minimum zwischen den Spitzen, obwohl in beiden Fällen die Menge des Dämpfungsmaterials nahezu gleich ist. Wie das untere Foto in **Abbildung 5** zeigt, liegt zwischen den Randkulisseen und der Wand ein Hohlraum. Ohne Hohlraum bleibt das Minimum zwischen den Spitzen bestehen. Darüber hinaus schließen mit Hohlraum die strömungsseitigen Oberflächen der Randkulisseen dicht mit den Wänden der Strömungskanäle ab, was zu einer Erniedrigung des Druckverlustes führt.

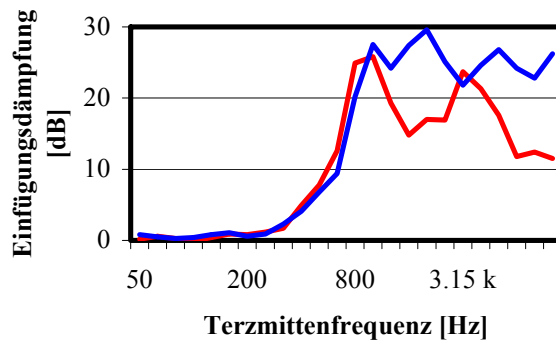
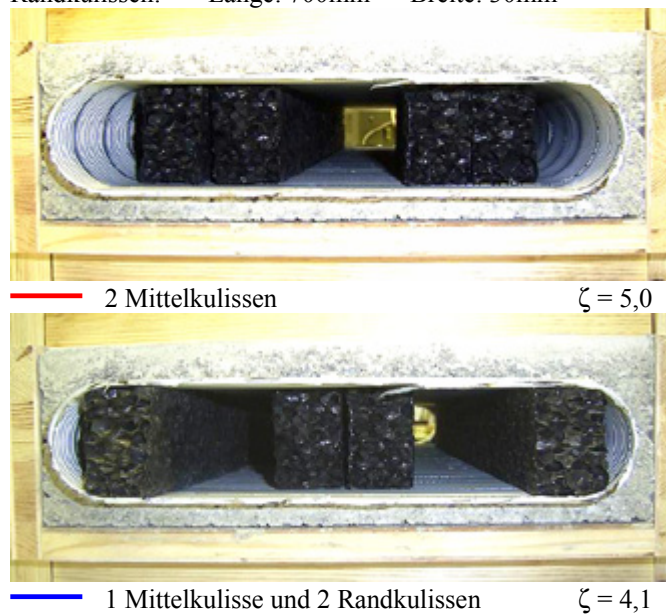


Abbildung 5: Vergleich der Einfügungsdämpfung von 2 unterschiedlich aufgebauten Schalldämpfern

Mittelkulisseen: Länge: 600mm Breite: 60mm
 Randkulisseen: Länge: 700mm Breite: 30mm



Zusammenfassung

In 3 Diplomarbeiten an der Fh-Swf wurde zusammen mit dem Hersteller ein Telefoneschalldämpfer aus Kulissen für Niedrigenergiehäuser bis zur Produktreife entwickelt. Der Schalldämpfer genügt den Anforderungen und ist einfach und damit kostengünstig zu fertigen. Ein geringer Druckverlust hält die zusätzlichen Energiekosten durch die Einfügung der Schalldämpfer in die Strömungskanäle der Klimaanlage so niedrig wie möglich. Durch seinen Aufbau aus verhautetem Schaumstoff ist der Schalldämpfer optimal gegen Verschmutzung geschützt.

Literatur

[1] K. Sedlbauer: Schimmelgefahr bei offenen Luftkreisläufen. gi 119 (1998), Heft 5, S. 240 – 247
 [2] H.V. Fuchs, U. Ackermann: Auch Schalldämpfer verbrauchen Energie. TAB 9 (1992), S. 711 – 718
 [3] U. Ackermann, G. Heringhaus, J.U. Nennstiel, F. Werner, T. Wilde: Schalltechnische Optimierung von Rohrschalldämpfern. HLH Bd 45, Nr. 8 (1994), S. 387 – 394
 [4] U. Ackermann, M. Donner, H.J. Weinheimer: Lärminderung im PKW-Innenraum durch Kunststoffschläuche mit Innenwendel. DAGA '01, Hamburg