

Rohrschalldämpfer aus Aluminium-Membranen

Ulrich Ackermann

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

Einleitung:

Durch die gute Wärmeisolierung von Niedrigenergiehäusern bleibt der Wasserdampf im Gebäude, und es bildet sich Schimmel. Das Schimmeln wird durch Be- und Entlüftung mit einer Raumlufthechnischen Anlage verhindert. Die flachen Strömungskanäle werden im Estrich verlegt. Bei der Entwicklung von faserfreien Telefonie-Schalldämpfern für Niedrigenergiehäuser [1] wurden Schalldämpfergehäuse und Strömungskanäle eingesetzt, die aus ovalen Wickelfalzrohren bestanden. Bei den Untersuchungen wurde eine relativ große Dämpfung in der 315Hz-Terz gemessen, solange die Rohre frei schwingen konnten. Bei schwingenden Wickelfalzrohren wird die Schwingungsenergie durch Reibung in den Falzen vernichtet. Beim Einbau der Rohre in den Estrich verschwand die Dämpfung. Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Fh-Swf wurde untersucht, ob dieser Effekt zum Aufbau von faserfreien Resonanzschalldämpfern aus ovalen Wickelfalzrohren ausgenutzt werden kann.

Dämpfung

Bei den Untersuchungen wurde die Einfügungsdämpfung D_e nach DIN EN ISO 7235 ohne Strömung bestimmt. Das frei schwingende Rohr wird mit Hilfe von ovalen Übergangsstücken in die runde Messstrecke des Rohrschalldämpfer-Prüfstands des LfL [2] dicht eingebaut. Als Substitutionskanal diente bei allen Messungen ein 50cm langes Rohr mit dem gleichen Querschnitt, das im Estrich liegt. Bei Messungen ohne Strömung haben die beiden Querschnittsprünge und die Rohrlänge keinen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse [3]. Liegt das Rohr nicht im Estrich, ist die Grenzdämmung relativ niedrig, wie **Abbildung 1** zeigt.

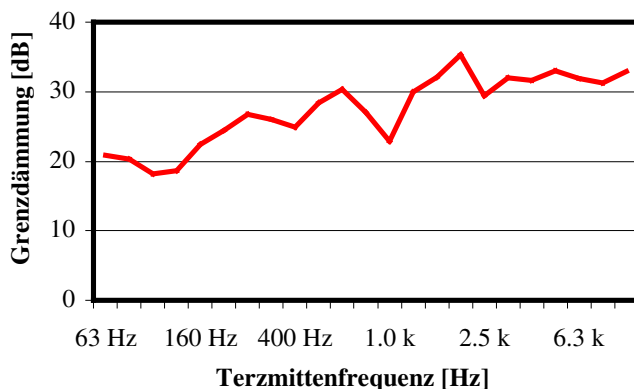


Abbildung 1: Grenzdämmung eines 20cm breiten und 50cm langen harten Wickelfalzrohres

Die Grenzdämmung ist die maximal messbare Einfügungsdämpfung. Bei der Messung wird das Rohr in der Mitte mit einem Schott akustisch dicht verschlossen.

Aufbau der Wickelfalzrohre

Das Foto in **Abbildung 2** zeigt die drei zur Verfügung stehenden unterschiedlichen ovalen Wickelfalzrohre.



Abbildung 2: ovale Wickelfalzrohre als Strömungskanäle

Alle Rohre sind 5cm hoch und aus 0,5mm dickem Aluminium gefertigt. Das rechte und das mittlere Rohr sind 20cm breit, das linke 27cm. Das rechte Rohr ist aus einer weichen Aluminiumlegierung gefertigt, die sich leicht eindrücken lässt. Das mittlere und das linke Rohr sind aus einer sehr viel härteren Legierung hergestellt. Die ovale Form entsteht durch Drücken von runden Rohren.

Messergebnisse

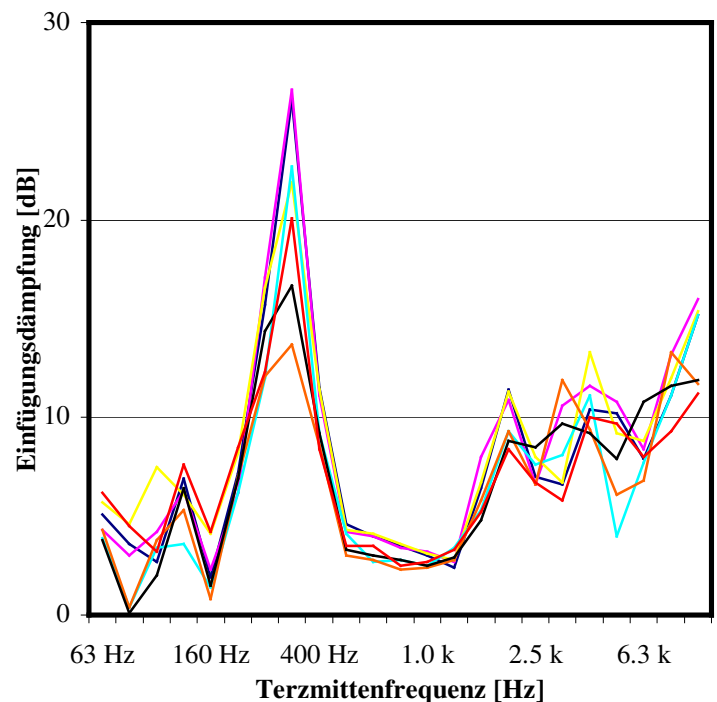


Abbildung 3: Einfluss der Länge L auf die Einfügungsdämpfung eines weichen Wickelfalzrohres

- $L = 0,5\text{m}$ — $L = 0,65\text{m}$ — $L = 0,8\text{m}$
- $L = 1\text{m}$ — $L = 1,2\text{m}$ — $L = 1,4\text{m}$
- $L = 1,58\text{m}$

Abbildung 3 zeigt, dass die Einfügungsdämpfung mit der Länge der Wickelfalzrohre zunimmt.

Bei allen 9 Rohrlängen liegt das Maximum der Einfügungsdämpfung in der 315Hz-Terz. Damit kann es sich nicht um einen $\lambda/2$ -Resonator in Längsrichtung handeln, der, wie zuerst vermutet wurde, durch Reflexion an den beiden Querschnittsprüngen entsteht. Die Dämpfung kann nur durch einen Platten-Resonator hervorgerufen werden. Nur beim Platten-Resonator nimmt die Dämpfung mit der Länge zu, und die Resonanz-Frequenz bleibt konstant. Im ovalen Wickelfalzrohr schwingen die Oberseite und die Unterseite gegeneinander. Die Schwingung ist mit der Hand deutlich zu spüren. Die Frequenz f des Maximums der Dämpfung von Platten-Resonatoren aus Aluminium lässt sich aus umfangreichen Erfahrungen mit dem ebenfalls faserfreien Membran-Absorber [4] mit einer einfachen Zahlenwertgleichung abschätzen:

$$f = \frac{110}{\sqrt{ds}} \quad [\text{Hz}]$$

f in Hz, wenn d und s in cm

Die Gleichung gilt für eine schwingende Platte vor einer starren Wand, für s muss deshalb der halbe Abstand Ober/Unterseite eingesetzt werden. Mit einer Plattendicke von $d = 0,05\text{cm}$ und $s = 2,5\text{cm}$ ergibt sich $f = 340\text{Hz}$. Diese Frequenz liegt in der 315Hz-Terz.

Das Maximum der Dämpfung wird nicht durch Schalldurchgang durch die Rohrwände bei der Plattenresonanz hervorgerufen. In diesem Fall müsste die Grenzdämpfung durch den Luftschallnebenweg bei dieser Frequenz einen Einbruch aufweisen. Darüber hinaus zeigen Messungen mit dem Mikrofon 5cm oberhalb des Deckels keine Spitze im Spektrum bei 315Hz.

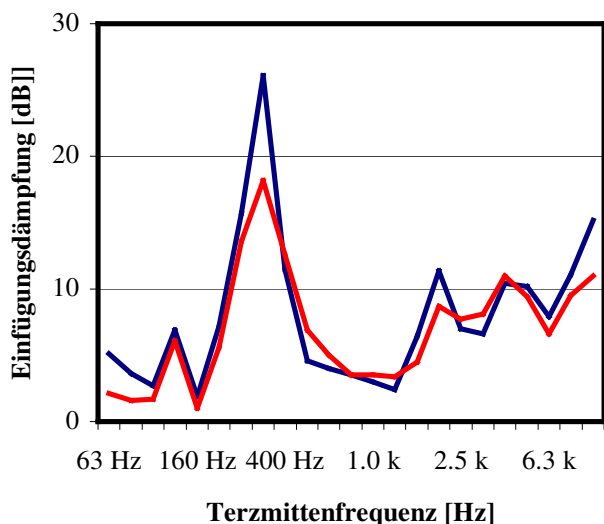


Abbildung 4: Einfluss der Aluminiumlegierung auf die Dämpfung eines 158cm langen und 20cm breiten, ovalen Wickelfalzrohres

— weiche Legierung — harte Legierung

Abbildung 4 zeigt, dass sich das Maximum der Dämpfung durch die Aluminiumlegierung beeinflussen lässt. Die Dämpfung des weichen Rohres erreicht die Grenzdämpfung, d.h. sie ist in Wirklichkeit noch etwas größer.

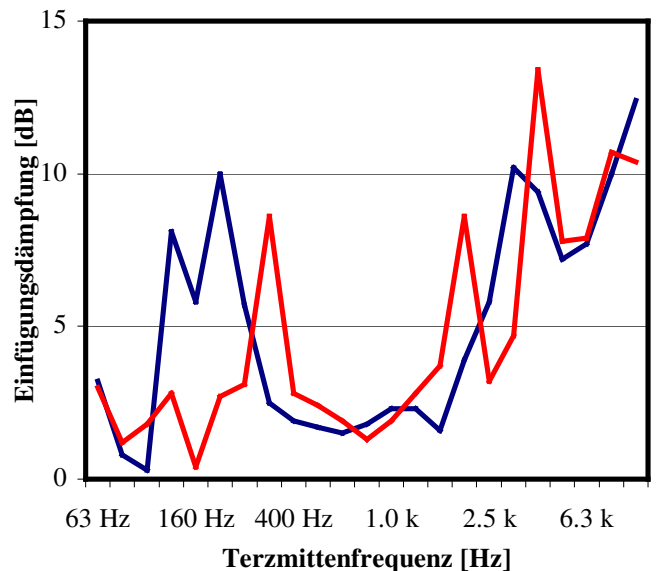


Abbildung 5: Einfluss der Breite B eines harten, 40cm langen Wickelfalzrohres auf die Dämpfung

— $B = 20\text{cm}$ — $B = 27\text{cm}$

In **Abbildung 5** fällt auf, dass die Dämpfung des breiteren Rohres einen anderen Frequenzverlauf hat, als die des schmaleren, obwohl beide Rohre aus dem gleichen Material gefertigt sind. Die Dämpfung des breiteren Rohres ist breitbandiger und zu tieferen Frequenzen verschoben. In **Abbildung 2** erkennt man, dass die Oberseite des breiteren Rohres ungleichmäßig mit Estrichpartikeln verschmutzt ist. Dadurch wird die Masse der Oberseite größer, und der Platten-Resonator verschiebt seine Resonanz zu tieferen Frequenzen und wird gleichzeitig breitbandiger.

Zusammenfassung

Die Untersuchungen zeigen, dass es prinzipiell möglich ist, einen Platten-Resonator aus ovalen Wickelfalzrohren zu bauen. Im Gegensatz zum klassischen Platten-Resonator kommt er ohne Einsatz von Mineralwolle aus. Ob sich der faserfreie Wickelfalz-Resonator so gut in die Praxis umsetzen lässt, wie der ebenfalls faserfreie Membran-Absorber [5], wird die Zukunft zeigen.

Literatur

- [1] U. Ackermann: Schalldämpfer für raumlufttechnische Anlagen in Niedrigenergiehäusern. Bauphysik 27 (2005), H. 4, S. 196 – 201
- [2] U. Ackermann, G. Heringhaus, J.U. Nennstiel, F. Werner, T. Wilde: Schalltechnische Optimierung von Rohrschalldämpfern. HLH Bd 45, Nr. 8 (1994), S. 387 – 394
- [3] U. Ackermann, M. Donner, H.J. Weinheimer: Lärminderung im PKW-Innenraum durch Kunststoffschläuche mit Innenwendel. DAGA'01, Hamburg
- [4] U. Ackermann, H.V. Fuchs, N. Rambauser: Neuartiger Schallabsorber aus Metall-Membranen. Gesundheits-Ingenieur gi 108 (1987), H. 2, S. 67 – 73
- [5] U. Ackermann, H.V. Fuchs: Noise Reduction in an Exhaust Stack of a Papermill. Noise Control Engineering Journal 33 (1989), N. 2, P. 57 – 60