

Verbesserung der Schalldämmung eines gekippten Fensters durch schallabsorbierende Laibungsverkleidung

Thomas Ahlefeldt, André Jakob, Michael Möser, Joachim Feldmann

Institut für Strömungsmechanik und Technische Akustik, TU-Berlin, 10587 Berlin, Email: thomasahlefeldt@gmx.de

Einleitung

Fenster in Kippstellung besitzen im Allgemeinen nur ein Schalldämmmaß von ca. 10 dB. In der Vergangenheit sind durch Verkleidungsmaßnahmen an der oberen und seitlichen Laibung Verbesserungen des Schalldämmmaßes von ca. 3 dB bei angekippten Fenstern (Schlitzbreiten ab 12 cm) erreicht worden. Zur Verkleidung wurden z.B. Holzspan-Akustikplatten von 40 mm Dicke eingesetzt [1],[2]. In der hier vorgestellten Arbeit wurden Messungen zur Maßnahme schallabsorbierender Laibungsverkleidungen unter Verwendung verschiedener Absorbentypen durchgeführt. Hierbei wurden als verbessernde Maßnahmen sowohl einfache Absorbentmaterialien als auch $\lambda/4$ -Resonatoren und Lochplattenabsorber eingesetzt. Insbesondere mit den Lochplattenabsorbentern wurde eine Verbesserung des bewerteten Schalldämmmaßes von 4 dB für eine Schlitzöffnung von 155 mm erreicht, wobei sich in den "besten" Terzbändern Verbesserungen von ca. 10 dB ergaben. Auch eine Betrachtung verschiedener Abstände des Fenstersturzes zum Fenster wurde vorgenommen um die notwendige Referenz für die jeweilige Maßnahme zu erhalten sowie deren generellen Einfluss zu untersuchen [3].

Messungen

Je nach eingesetzter Maßnahme ergab sich ein unterschiedlicher Abstand d_{SL} des Fenstersturzes zum Fenster (siehe auch Abbildung 1). Um die Einflüsse der unterschiedlichen Abstände zum Fenstersturz zu berücksichtigen, wurden alle Messungen jeweils auch für die schallharte Laibung vorgenommen. Gemessen wurde der Schalldämmverlauf für die Schlitzbreiten β von 0, 10, 40, 80, 120 und 155 mm. Auch Messungen mit verschlossener seitlicher Laibung wurden vorgenommen [3]. In den Ergebnissen zeigte sich bei Anbringung einfacher Absorbentmaterialien eine Übereinstimmung im Vergleich zu vorhergehenden Messungen [1]. Im Weiteren werden zwei Ergebnisse mit Resonanzabsorbentern näher vorgestellt.

$\lambda/4$ -Resonatoren Der Einsatz von $\lambda/4$ -Resonatoren im Fenstersturz wurde auf den Frequenzbereich von 630 Hz ausgelegt und sowohl ohne als auch mit zusätzlichem Absorbentmaterial im Resonatorhals realisiert (Abbildung 1).

In Abbildung 2 ist das Ergebnis einer kombinierten Maßnahme zu sehen. Hier wurde zu den Resonatoren mit Absorbentmaterial im Fenstersturz zusätzlich auch

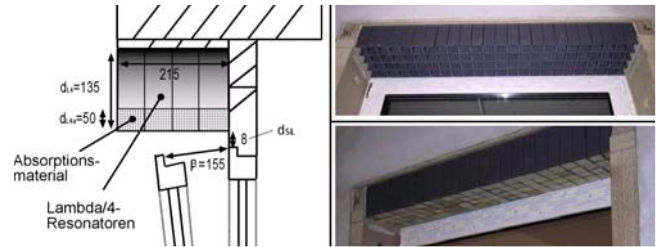


Abbildung 1: Links: Darstellung des Messaufbaus für den $\lambda/4$ -Resonator; Rechts: Aufbau ohne bzw. mit zusätzlichem Absorbentmaterial.

Teppichmaterial an der seitlichen Laibung angebracht. Damit ist neben der Verbesserung im Resonatorbereich bei 630 Hz eine sehr deutliche Verbesserung ansteigend zu den höheren Frequenzbändern zu sehen. Da ein größerer Anteil außerhalb der Bewertungsgrenzen für das bewertete Schalldämmmaß liegt, hat diese Maßnahme nur einen eingeschränkten Einfluss auf den R_w -Wert. Weitere Verbesserungen auch im tieffrequenten Bereich sind durch die verkleinerte Schlitzfläche an der Seite verursacht. Das bewertete Schalldämmmaß beträgt $R_w = 14$ dB, was einer Verbesserung von $\Delta R_w = 3$ dB entspricht.

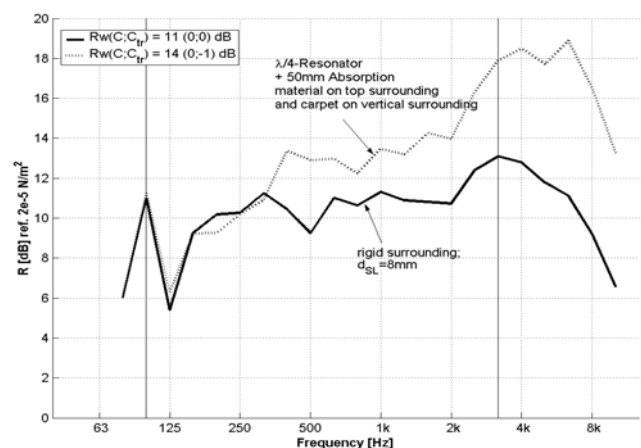


Abbildung 2: Verbesserung von R eines gekippten Fensters ($\beta=155$ mm) durch $\lambda/4$ -Resonatoren mit Absorbentmaterial und zusätzlich Teppich an der seitlichen Laibung

Lochplattenabsorbent Die Auskleidung mit Lochplattenabsorbentern wurde jeweils nach dem zur Verfügung stehenden Raum an der seitlichen und oberen Laibung dimensioniert. Es ergaben sich Absorbentmaxima bei $f_{res} = 516$ Hz an der oberen Laibung und $f_{res} = 730$ Hz an der seitlichen Laibung. Abbildung 3 stellt die

Konstruktion sowie den zugehörigen theoretischen Absorptionsverlauf dar.

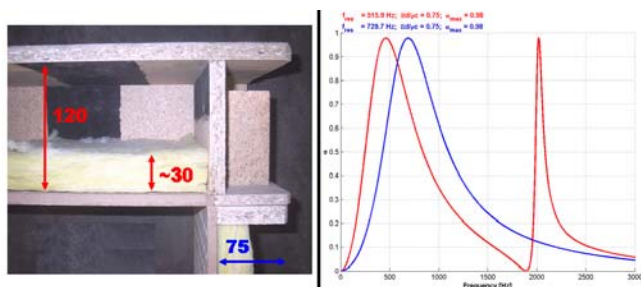


Abbildung 3: Links: offene Darstellung des Lochplattenabsorbers; Rechts: Verlauf von α für die obere (rot) und seitliche (blau) Konfiguration.

In Abbildung 4 ist das Ergebnis der Maßnahme zu sehen. In den Terzbändern von 500 Hz bis 800 Hz ist jeweils eine Verbesserung von 10 dB zu erkennen. Hier zeigt sich deutlich die Wirkung der auf diesen Bereich abgestimmten Konfiguration. Nach einem Abfall des Verbesserungsmaßes von ca. 2-4 dB/Oktave zeigt sich ab dem Terzband von 2 kHz eine Verbesserung von konstant ca. 2 dB. Dies lässt sich auf die Wirkung des im System verwendeten porösen Absorbers allein zurückführen. Das bewertete Schalldämmmaß beträgt $R_w = 14$ dB.

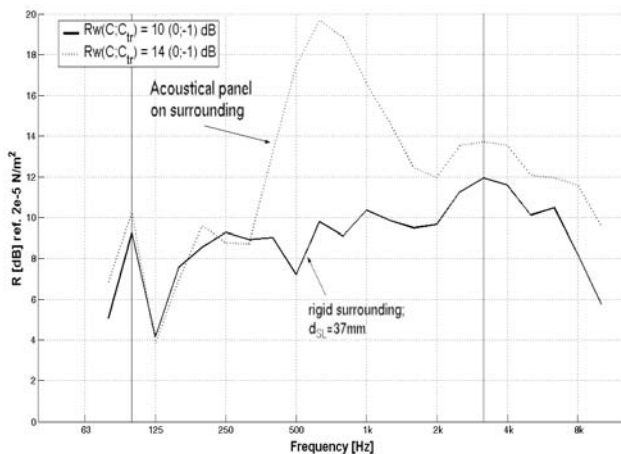


Abbildung 4: Verbesserung von R eines gekippten Fensters ($\beta = 155$ mm) durch Lochplattenabsorber.

Spaltöffnungswinkel Abbildung 5 zeigt den R_w -Wert ausgewählter Messungen über der Spaltöffnung β . Aus Gründen einer übersichtlicheren Darstellung wurde hier eine lineare Interpolation zwischen den einzelnen Messwerten gewählt. Die schwarze gestrichelte Linie stellt den theoretischen Verlauf des Schalldämmmaßes ohne Maßnahme nach [4] dar.

Ausgehend vom theoretischen Verlauf bilden die gemessenen Werte (schallharter Fall) das Verhalten des bewerteten Schalldämmmaßes gut nach. Die Abweichung wird in diesem Fall tendenziell für größere Schlitzbreiten höher, wobei bei einer Schlitzöffnung von $\beta = 155$ mm ein um

$\Delta R_w = 4$ dB größerer Wert zu erkennen ist. Die Differenz zwischen den einzelnen Maßnahmen steigt bis $\beta = 40$ mm an und bleibt ab hier etwa konstant. Die Maßnahmen bewirken oberhalb von $\beta = 40$ mm eine generelle Niveauanhebung des bewerteten Schalldämmmaßes, wobei die Konfiguration "Lochplattenabsorber" die höchsten Werte aufweist.

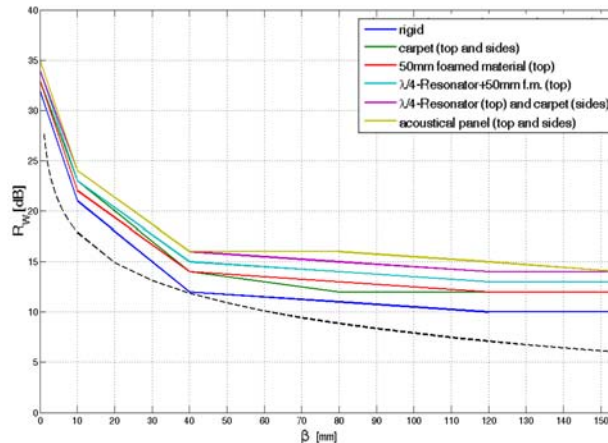


Abbildung 5: Bewertete Schalldämmmaße des Fensters mit ausgewählten Maßnahmen im Vergleich zur Theorie.

Zusammenfassung

Die besten Ergebnisse zeigten sich jeweils bei Berücksichtigung auch der seitlichen Laibung, wobei dort insbesondere die Öffnungsfläche bedeutsam ist. Die Verkleidung mit abgestimmten Lochplattenresonatoren wies die Verbesserung von $\Delta R_w = 4$ dB auf. Weitergehende Überlegungen auf Grundlage der Messergebnisse des Lochplattenabsorbers lassen die Realisierbarkeit eines Schalldämmmaßes von $R_w = 16$ dB möglich erscheinen [3].

Eine Anhebung des R_w im tieffrequenten Bereich kann z.B. durch Maßnahmen mit *active noise control* realisiert werden [5].

Literatur

- [1] Sälzer E; Einfluß schallabsorbierender Laibungsverkleidungen auf die Schalldämmung von Fenstern in Kippstellung. Bauphysik **10**, Heft **3** (1988)
- [2] Bönninghausen G; Kögel B; Kötz WD; Ortscheid J; Popp C; Wende H; Nutzung von Gewerbe- und Industriebrachen für Wohnzwecke - Die Hamburger Hafencity. Zeitschrift für Lärmbekämpfung **51** (2004), 176-179
- [3] Ahlefeldt T; Verbesserung der Schalldämmung eines gekippten Fensters durch schallabsorbierende Laibungsverkleidung. Studienarbeit, TU-Berlin (2006)
- [4] Kötz WD; Zur Frage der effektiven Schalldämmung von geöffneten Fenstern. Zeitschrift für Lärmbekämpfung **51** (2004), 21-26
- [5] Ohly C; Jakob A; Möser M; Aktive Lärminderung am Schlitz eines gekippten Fensters, DAGA 2003