

Schalldämmung profilierter Platten

Rafael Piscoya¹, Martin Ochmann¹, Yohko Aoki², Waldemar Maysenhölder²

¹ Beuth Hochschule für Technik Berlin, 13353 Berlin, E-Mail: piscoya@beuth-hochschule.de

² Fraunhofer Institut für Bauphysik, 70569 Stuttgart, E-Mail: waldemar.maysenhoelder@ibp.fraunhofer.de

Einleitung

In einer früheren Arbeit wurde die Schalldämmung profilierter Platten unter Verwendung einer kombinierten BEM-FEM-Methode bestimmt. Um das Modell zu vereinfachen, wurden die Platten in einer schallharten Wand angebracht und die Wirkung von Sende- und Empfangsraum durch ein diffuses Feld bzw. Absorption modelliert. Damit vermeidet man, die Räume in das BE-Modell explizit einzufügen. Das diffuse einfallende Schallfeld wurde durch eine Reihe von unkorrelierten ebenen Wellen angenähert, und es wurden keine Reflexionen im Empfangsraum berücksichtigt. Die Rechnung wurde für jede einfallende Welle einzeln durchgeführt. Die gesamte einfallende bzw. übertragene Leistung ergibt sich dann als Summe der Beiträge der einzelnen Wellen.

Bei Messungen haben aber die Räume einen Einfluss auf das sich ausbildende Schallfeld, insbesondere bei tieferen Frequenzen. In der vorliegenden Arbeit werden die Sende- und Empfangsräume in den numerischen Simulationen berücksichtigt. Die Ergebnisse der Simulationen des gesamten Prüfstandes werden mit den Ergebnissen des vereinfachten Modells verglichen. Außerdem werden zwei Anordnungen der Räume untersucht: eine ohne Nische und eine zweite mit einer Nische, um den sogenannten "Nischen-Effekt" zu studieren. Schließlich werden die Simulationen mit Messungen, die im Fensterprüfstand am IBP in Stuttgart durchgeführt wurden, verglichen.

Definition des Schalldämmmaßes (R)

Das Schalldämmmaß (R) ist der logarithmierte Quotient aus einfallender und transmittierter Schalleistung.

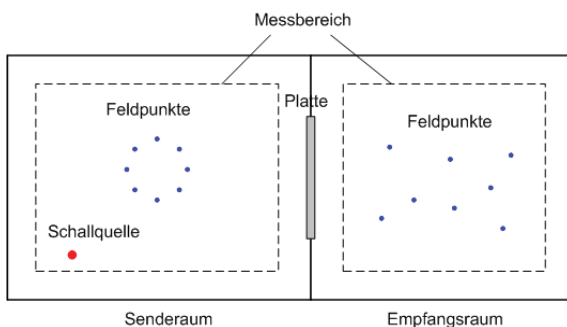


Abbildung 1: Bestimmung von R einer Platte im Prüfstand.

R wird üblicherweise aus Messungen in einem Prüfstand (siehe Abb. 1) durch die Formel [1]

$$R = L_S - L_E + 10 \lg(S/A) \quad (1)$$

bestimmt.

L_S und L_E sind die mittleren Pegel im Senderaum bzw. im Empfangsraum, S ist die Öffnungsfläche und A die äquivalente Absorptionsfläche im Empfangsraum.

Platte im Prüfstand

Zur numerischen Lösung des Problems verwenden wir ein gekoppeltes BEM-FEM-Verfahren. Die Schallausbreitung wird mit der BEM berechnet und die Bewegung der Platte mit der FEM bestimmt. Nur die Oberflächen müssen diskretisiert werden, daher wächst die Elementenzahl quadratisch mit der Frequenz f . Trotz der Reduktion um eine Dimension bleibt der Rechenbereich aufgrund der Größe des Prüfstandes auf tiefe und mittlere Frequenzen beschränkt.

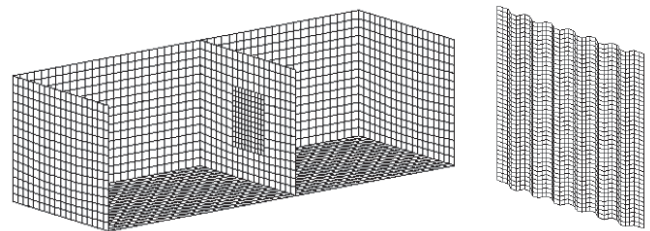


Abbildung 2: Diskretisiertes Modell.

Schallwand verglichen mit Prüfstand

Abb. 3 zeigt einen Vergleich der R -Kurven, die mit dem kompletten Modell und dem vereinfachten Modell für eine flache Platte und eine profilierte Platte ermittelt wurden. Der Einfluss der Räume kann bei tiefen Frequenzen in beiden Fällen beobachtet werden.

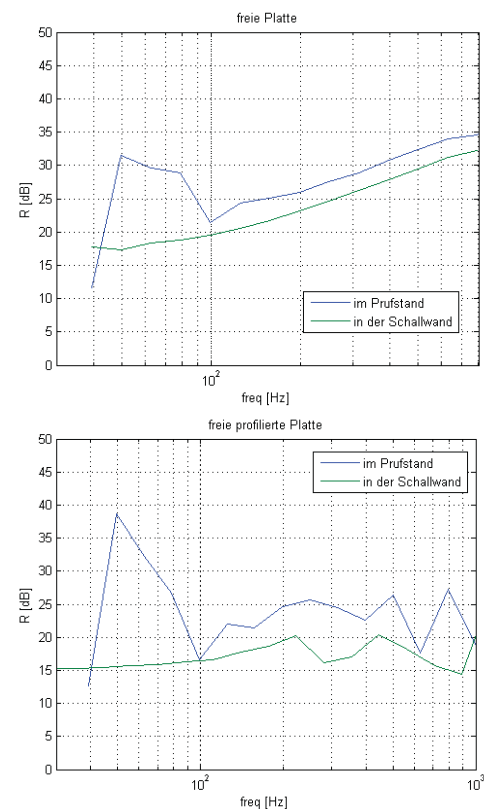


Abbildung 3: R Platten mit freien Randbedingungen.

Bei der flachen Platte zeigen beide Kurven ein ähnliches Verhalten mit einer fast konstanten Differenz von etwa 2 dB oberhalb von 100 Hz. Unterhalb von 100 Hz sind die Differenzen größer. Bei der profilierten Platte finden sich die größeren Differenzen erneut bei tiefen Frequenzen. Oberhalb von 100 Hz zeigen beide Kurven dagegen unterschiedliche Verläufe mit Differenzen zwischen 5 und 10 dB.

Nischen-Effekt

Der Nischen-Effekt bezeichnet die Empfindlichkeit des Schalldämmmaßes gegenüber der Position der Platte innerhalb der Nische.

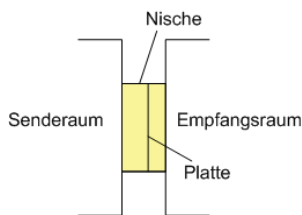


Abbildung 4: Prüfstand mit einer Nische.

Um den Nischen-Effekt zu untersuchen, wurden zwei Anordnungen des Prüfstands, mit Nische und ohne Nische, simuliert. Eine Öffnung von 1.5m×1.25m und eine Nische mit einer Länge von 0.5m wurden betrachtet. Abb. 5 zeigt einen Vergleich der R-Kurven mit und ohne Nische für eine flache Platte (oben) und eine profilierte Platte (unten).

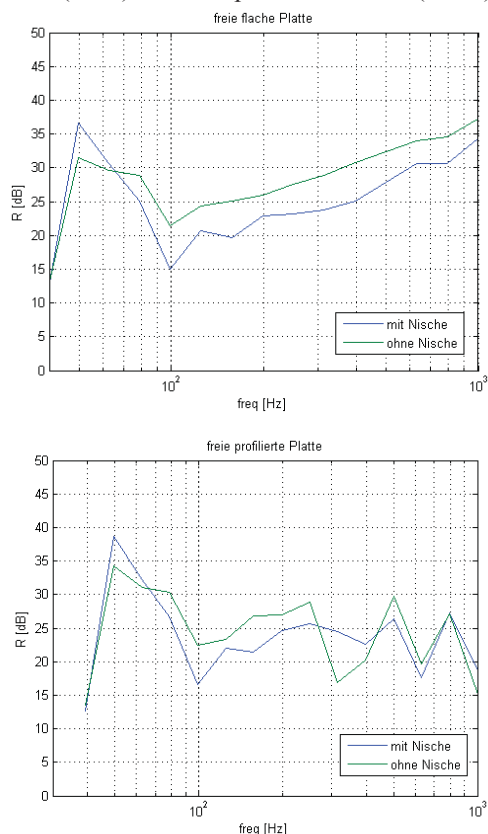


Abbildung 5: Nischen-Effekt dünner Platten.

Die Nische reduziert die Schalldämmung der flachen Platte um etwa 3-5 dB für alle Frequenzen oberhalb von 100 Hz. Der Einfluss der Nische auf eine profilierte Platte ist kleiner als bei der flachen Platte und ändert sich von Frequenz zu Frequenz.

Simulation verglichen mit Messung

Messungen von profilierten Platten wurden im Fenster-Prüfstand des Fraunhofer IBP in Stuttgart durchgeführt. Ein Klebstoff wurde zur Fixierung der Platte und zur Abdichtung aller Lücken verwendet. Für diese Art der Befestigung kann eine freie Randbedingung angenommen werden, insbesondere für mittlere und hohe Frequenzen. Der Prüfstand hat eine Nische, die in der Simulation berücksichtigt wurde. Abb. 6 zeigt einen Vergleich zwischen Simulation und Messung. Eine flache Platte wurde gleichfalls gemessen und simuliert.

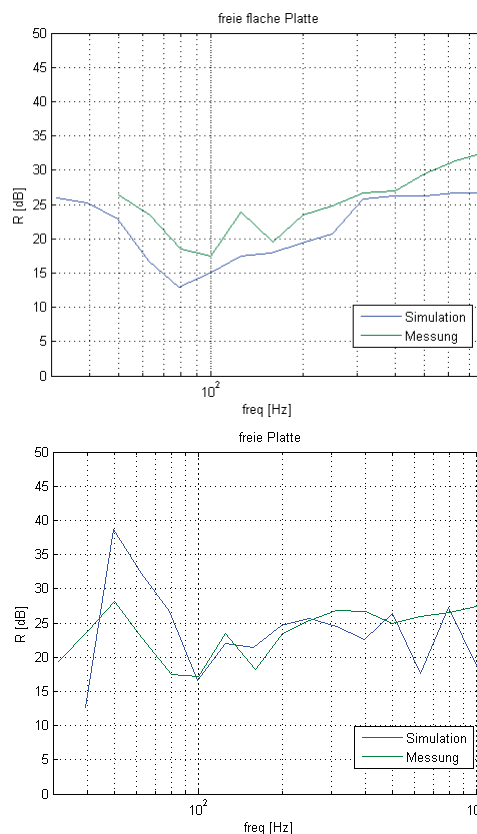


Abbildung 6: Vergleich Simulation mit Messung.

Zusammenfassung

Die Schalldämmung dünner Platten wurde mittels einer gekoppelten FEM-BEM-Methode ermittelt. Sende- und Empfangsraum werden explizit in das numerische Modell eingefügt. Das Modell erfasst den Effekt der Räume auf die Schalldämmung insbesondere bei tiefen Frequenzen mit wenig Diffusität. Die Untersuchung zeigt, dass der Nischen-Effekt geringer für eine profilierte Platte ausfällt, als für eine flache Platte. Die Ergebnisse der Simulationen zeigen eine gute Übereinstimmung mit den Messungen.

Das Forschungsvorhaben wurde durch die DFG (OC 16/5-2) gefördert.

Literatur

- [1] Piscoya R., Ochmann M., Berechnung der Schalldämmung von profilierten Platten, Fortschritte der Akustik - DAGA 2011
- [2] DIN EN ISO 10140-2, "Messung der Luftschalldämmung" (2010).