

Lärmschutzelemente aus Folien und Membranen

Philip Leistner¹, Schew-Ram Mehra², Ivo Haltenorth¹, Lutz Weber¹,

¹ Fraunhofer-Institut für Bauphysik, 70569 Stuttgart, Deutschland, Email: philip.leistner@ibp.fraunhofer.de

² Universität Stuttgart, 70569 Stuttgart, Deutschland, Email: bauphysik@lbp.uni-stuttgart.de

Bedarf an Lärminderung auf Zeit

Sportveranstaltungen, Volksfeste und Open-Air-Konzerte sind Beispiele für potenzielle Konflikte zwischen den Wünschen der Initiatoren nach mehr, lauterem und längeren Veranstaltungen einerseits sowie dem berechtigten Ruhebedürfnis der unbeteiligten aber betroffenen Anwohner in der Nachbarschaft [1]. Temporär auftretender Lärm führt also zweifellos zu akustischen Belastungen und Belästigungen. Ähnliches gilt für Baustellen, wobei hier mitunter bereits primäre Minderungsmaßnahmen wie leisere Baumaschinen oder eine geschickte Logistik eingeplant und umgesetzt werden. Sekundäre Schutzmaßnahmen kommen aus technischen oder Kostengründen überaus selten in Betracht. In dieser problematischen Situation stellen Lärmschutzelemente aus Folien und Membranen, wie z.B. in Abb. 1 dargestellt, eine Alternative zu den bekannten Wänden aus Beton, Holz oder Metall dar.

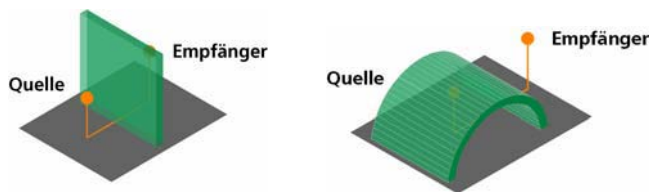


Abbildung 1: Ausgestaltungen von aufblasbaren Lärmschutz-Elementen als Stellwand oder Teilkapsel (Skizze)

Schallbeugung und Schalldämmung

Der Stand der Technik zu Lärmschutzbarrieren berücksichtigt derzeit überwiegend den Parameter Schallbeugung. Die zugehörigen Normen und Richtlinien [2,3] beinhalten Hinweise und Rechenmethoden und greifen dabei auf die geometrische Konstellation von Sender, Übertragungsweg und Empfänger zurück. Die Schalldämmung der Wandelemente wird lediglich mit Verweisen auf Mindestwerte eingebunden, die experimentell oder rechnerisch nachzuweisen sind. Diese Mindestwerte liegen jedoch für leichte Abschirmungen im Allgemeinen zu hoch, um überhaupt in Betracht zu kommen. Die Schalldämmung leichter, einlagiger Folien folgt dem Massegesetz und erreicht demnach vergleichsweise geringe Werte. Die in Abb. 2 illustrierte Abhängigkeit zwischen flächenbezogener Masse und bewertetem Schalldämm-Maß verdeutlicht dies im Vergleich zur "Idealkurve". Es stellt sich nun die Frage, ob etwa ein R_w von 15 dB für eine 1 kg/m² leichte Membran für Schallschirme unter üblichen Einsatzbedingungen bereits ausreichend sein können.

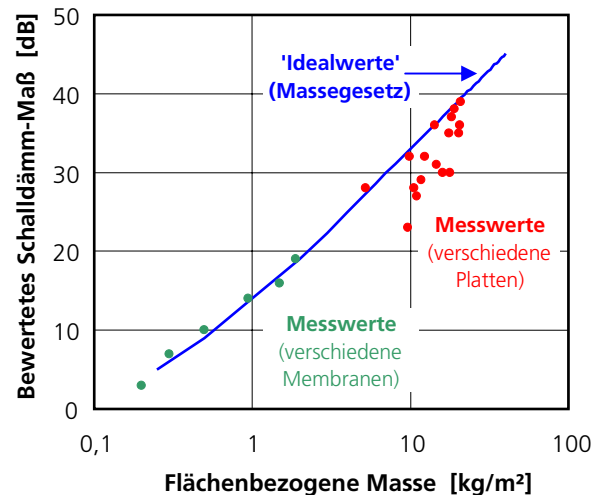


Abbildung 2: Messtechnisch bestimmte Relation zwischen flächenbezogener Masse und bewertetem Schalldämm-Maß für verschiedene Membran- und Plattenmaterialien.

Eine Antwort ist nur im Kontext mit der o.g. geometrischen Konstellation (Anteil der Schallbeugung) möglich. Andererseits geht es aus praktischer Sicht darum, für den temporären Lärmschutz möglichst einfache Konstruktionen hinsichtlich Aufbau, Montage usw. anzubieten, da sie nur dann eine nutzbare Alternative darstellen. Eine Variante, die beide Ansprüche berücksichtigt, bilden zweischalige und damit aufblasbare Membran-Elemente. Deren Schalldämmung (ohne und mit Hohlraum-Füllung) ist beispielhaft in Abb. 3 wiedergegeben.

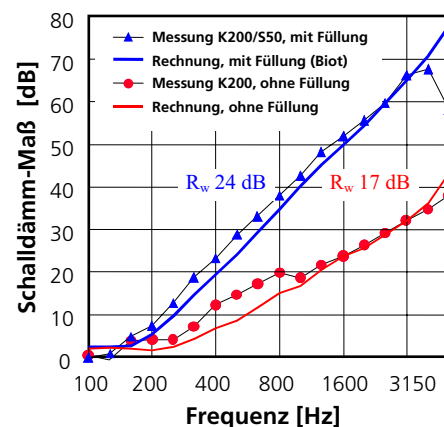


Abbildung 3: Gemessene und berechnete Schalldämmung eines zweischaligen Membranelementes (2 Membranen mit je 0,95 kg/m², 200 mm Schalenabstand, fallweise poröse Absorberfüllung), [4].

Die Kurven zeigen, dass auch diese Elemente nur wenig gegen die Bässe zeitgemäßer Musikereignisse ausrichten können. Allerdings steigt die Schalldämmung erwartungsgemäß mit der Frequenz an und lässt damit für viele praktische Lärmsituationen Linderung erwarten. Auch die Berechnungsgenauigkeit der Kombination von Beugung und Dämmung ist brauchbar, wie der Vergleich von Messung (in einem Halbfreiefeldraum) und Rechnung mit und ohne Abschirmung in Abb. 4 belegt.

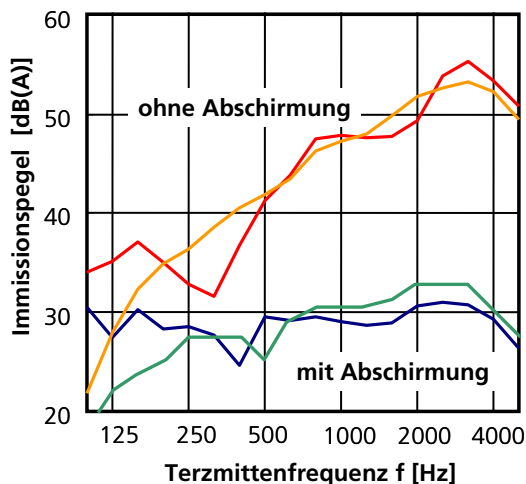


Abbildung 4: Gemessene (rot, blau) und berechnete (orange, grün) Schalldruckpegel mit und ohne eine im Halbfreiefeld eingebaute zweischalige Membrankonstruktion mit 2 m Höhe.

Zur Ermittlung der Immissionspegel in Bild 4 mit und ohne Abschirmung wurden für zwei Anregungspositionen an jeweils 11 Mikrofonpositionen die Schalldruckpegel im Halbfreiefeldraum ohne und mit Abschirmung bestimmt. Alle Anrege- und Mikrofonpositionen lagen dabei in einer Ebene senkrecht zur Abschirmung in unterschiedlicher Höhe über dem Boden. Emittent war eine Vergleichsschallquelle. Für die zweischalige, unbedämpfte Membrankonstruktion wurde ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R_w = 22$ dB ermittelt.

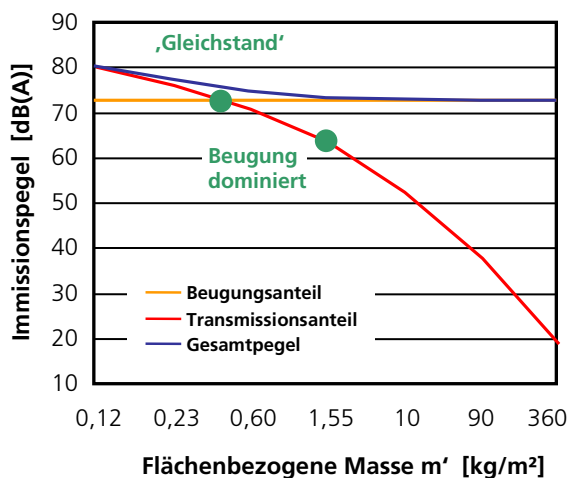


Abbildung 5: Separate Darstellung der rechnerisch bestimmten Immissionspegel infolge Schallbeugung und Schalldämmung (Transmission) sowie als kombinierte Wirkung beider Anteile.

Das verwendete Berechnungsprogramm dient auch der Erläuterung des Zusammenhangs von Beugung und Dämmung nach Abb. 5 (Beispiel: 3 m hohe Membran-Stellwand). Zu beachten ist hier die besondere Skalierung der x-Achse, um einen großen Wertebereich der flächenbezogenen Masse einzubeziehen. Der Beugungsanteil bleibt dabei konstant, während der transmittierte Anteil und natürlich auch das resultierende Gesamtergebnis von der flächenbezogenen Masse abhängen. Zwei Punkte sind auf der roten Kurve, die den theoretischen Fall vernachlässigbarer Schallbeugung wiedergibt, markiert. Bei dem mit ‚Gleichstand‘ beschrifteten Punkt sind Beugungs- und Transmissionsanteil gleich groß. Bei der hier vorhandenen Geometrie tritt dieser Fall bereits bei ca. $0,5 \text{ kg/m}^2$ ein. An der mit ‚Beugung dominiert‘ bezeichneten Markierung liegt der transmittierte Anteil bereits 10 dB unter dem Anteil infolge Schallbeugung, so dass also die Transmission ab einer flächenbezogenen Masse von ca. 1 kg/m^2 für die gesamte Abschirmwirkung unerheblich ist. In Erinnerung an die ‚empfohlenen Mindestwerte‘ erweist sich eine starre Festlegung von unteren Grenzwerten für die flächenbezogene Masse als unnötig und unbegründet. Selbst wenn für andere, z.B. höhere Lärmschutzelemente das Verhältnis von Schallbeugung und daher erforderlicher Schalldämmung resp. Flächenmasse anders ausfällt, bleibt das Resümee, besser fallspezifisch eine Auswahl und Optimierung vorzunehmen, bestehen.

Zusammenfassung

Um durch Abschirmmaßnahmen eine möglichst hohe Wirkung bei kleinem Aufwand zu erreichen, ist eine individuelle Konzeptionierung des Schallschutzes für jede Baustelle notwendig. So sollten Lärmszenarien schon im Planungsstadium abschätzbar sein, um sich für bestimmte Abschirmkonstruktionen und -variationen zwischen Stellwand und Kapsel, sowie zwischen globalem oder lokalem Konzept zu entscheiden. Zur verfügbaren Palette an Möglichkeiten zählen insbesondere leichte aufblasbare Abschirmelemente.

Danksagung

Die hier präsentierten Ergebnisse entstanden in einem Projekt, gefördert durch das Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg. Herzlicher Dank gilt dem Hochbauamt Stuttgart für die engagierte Unterstützung.

Literatur

- [1] Schock, J.: Bedarf und Anwendungsgebiete aufblasbarer Schallschutzelemente. DAGA 2007.
- [2] VDI 2720: Schallschutz durch Abschirmung im Freien, 1970.
- [3] DIN 9613-2: Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Allgemeines Berechnungsverfahren, 1999.
- [4] Mehra, S. R.; Maysenhölder, W.; Leistner, P.; Teller, P.: Akustisches Verhalten von Hüllkonstruktionen aus Folien und Membranen - AHAFUM. Projektbericht, Universität Stuttgart, 2004.