

14 (1987) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

H.M. Fischer und A. Jacobs

Untersuchungen an einer Schallschutzkapsel

1. Einleitung

In einer größeren Versuchsreihe *) [1] wurde für eine Schallschutzkapsel in Elementbauweise ($V = 22 \text{ m}^3$) gezeigt, wie sich ihre Dämmwirkung verhält, wenn wesentliche Parameter variiert werden. Als derartige Einflußgrößen wurden das Flächengewicht der Kapselwände, das Wandmaterial, die Dicke einer absorbierenden Schicht innerhalb der Kapsel, Verstreubungen der Wandbleche, Undichtigkeiten, der Abstand zwischen Maschine und Kapselwänden, die Art der Anregung und die Aufstellung der Kapsel untersucht. Aus den drei zuletzt genannten Größen lassen sich Hinweise zur Meßtechnik und zur Aussagefähigkeit von Meßergebnissen herleiten, auf die in einer früheren IBP-Mitteilung [2] eingegangen wurde. Dort finden sich auch nähere Angaben zum verwendeten Meßverfahren. Einige der zuerst genannten konstruktionsbedingten Größen sollen im folgenden erläutert werden.

2. Einfluß des Materials

Holzspanplatte (19 mm dick) und Stahlblech (1,5 mm dick) besitzen bei den angegebenen Materialstärken gleiches Flächengewicht (ca. 12 kg/m^2), ansonsten jedoch völlig unterschiedliche Materialeigenschaften, die auch zu unterschiedlichem akustischem Verhalten führen. So liegt die Koinzidenzfrequenz f_c bei der Spanplatte bei ca. 2 kHz, bei der Blechplatte dagegen bei ca. 8 kHz. Ein vollständiges Kapselenelement, dessen Wand aus einer Span- bzw. Blechplatte bestand, wurde im Türenprüfstand eingebaut und sein Schalldämmmaß nach DIN 52 210 bestimmt. Beide Varianten unterscheiden sich im Bereich der Koinzidenzfrequenz deutlich in ihrer Dämmwirkung. Andere Verhältnisse liegen vor, wenn diese Materialien die Wände der gesamten Kapsel bilden. Nur andeutungsweise lassen sich im Bereich der Koinzidenzfrequenz Unterschiede in der Einfügungsdämmung erkennen, ansonsten kann festgestellt werden, daß beide Materialien bei gleichem Flächengewicht im ganzen Frequenzbereich auch zur gleichen Schalldämmung führen. Diese für die praktische Anwendung wesentliche Aussage beweist natürlich nicht die Ungültigkeit der aus der Bauakustik bekannten Gesetze. Eine mögliche Erklärung ergibt sich, wenn man davon ausgeht, daß selbst bei sehr sorgfältiger Konstruktion und Herstellung einer Kapsel bei vertretbarem Aufwand gewisse kleine Undichtigkeiten wohl nicht vermeidbar sind, so daß bei mittleren und hohen Frequenzen die Schalldämmung der Gesamtkonstruktion u. U. nicht mehr von demjenigen Schallanteil bestimmt wird, der von den Wänden abgestrahlt wird, sondern von demjenigen, der durch die Undichtigkeiten dringt. Wie auch in Abschnitt 3 und 4 erwähnt wird, können derartige Öffnungen die maximal erreichbare Einfügungsdämmung begrenzen. Liegt nun, wie im vorlie-

genden Fall, die Koinzidenzfrequenz in diesem Bereich, kann das bedeuten, daß der Koinzidenzeinbruch nur noch schwach ausgeprägt erscheint, da er von dem durch Undichtigkeiten verursachten Dämmeinbruch überlagert wird.

3. Einfluß der Absorptionsschicht

Wird eine Schallquelle gekapselt, so wird der von der Quelle abgestrahlte Schall an den Kapselwänden teilweise reflektiert. Es tritt dadurch eine Pegelerhöhung im Kapselinneren auf, die im Einzelfall 15 ... 20 dB betragen kann und die Einfügungsdämmung der Kapsel stark vermindert. Diese Pegelerhöhung kann jedoch durch eine absorbierende Verkleidung der Kapselinnenwände reduziert werden, so daß diese Maßnahme von großer praktischer Bedeutung ist.

Einfügungsdämmungen, die bei gleichbleibendem Wandmaterial (Stahlblech 1,5 mm) und unterschiedlichen Dicken der Absorptionsschicht gemessen wurden, zeigt Bild 1.

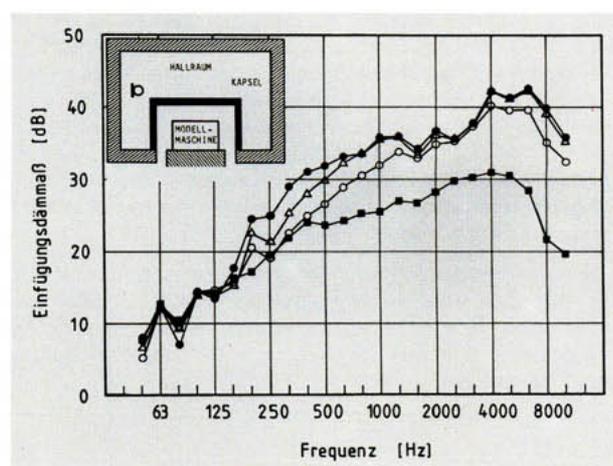


Bild 1: Einfügungsdämmung bei unterschiedlicher Dicke a des Absorptionsmaterials
 ■—■ ohne Absorptionsmaterial
 ○—○ a = 20 mm
 △—△ a = 40 mm
 ●—● a = 70 mm
 (Kapsel: Stahlblech 1,5 mm; Absorptionsschicht a; Modellmaschine mittig; Tür abgedichtet)

*) Als Teil eines Forschungsvorhabens im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Dortmund

Erwartungsgemäß ist bei tiefen Frequenzen durch die vorliegenden Schichtdicken keine Verbesserung zu erzielen, wogegen bei mittleren und hohen Frequenzen schon eine Schichtdicke von 20 mm zu einer deutlichen Verbesserung gegenüber der völlig nackten Blechwand führt. Bei mittleren Frequenzen kann durch noch größere Schichtdicken (40 mm oder 70 mm) die Dämmwirkung noch gesteigert werden, während bei höheren Frequenzen diese Maßnahme wider Erwarten keinen weiteren Gewinn mehr bringt. Diese Ergebnisse widersprechen qualitativ und quantitativ den Meßergebnissen des Schalldämmmaßes, die für Einzelelemente gleicher Ausstattung im Türenprüfstand ermittelt wurden (Bild 2). Dort läßt sich, abgesehen von tiefen Frequenzen im gesamten Frequenzbereich eine stetige Zunahme der Schalldämmung bei wachsender Schichtdicke feststellen. Es zeigt sich damit, daß bei Kapseln durch das Absorptionsmaterial nicht nur der Innenpegel gesenkt wird, sondern daß auch die Schalldämmung der Kapselwände erheblich erhöht werden kann. Größere Schichtdicken können somit selbst dann noch sinnvoll sein, wenn keine zusätzliche Innenpegelsenkung mehr erreichbar ist. Während die quantitativen Unterschiede zwischen Kapsel- und Türenprüfstandsmessungen nicht weiter verwundern, sind die qualitativen Unterschiede erklärungsbedürftig. Wie in Abschnitt 2 liefert eine mögliche Erklärung auch hier der Einfluß von kleinen Undichtigkeiten, die schon bei mittleren Frequenzen die erreichbare Einfügungsdämmung begrenzen können, so daß sich erhöhter Absorptionsaufwand ab einer gewissen Grenze nicht mehr verbessernd auswirken kann.

4. Einfluß von Undichtigkeiten

Der starke Einfluß von Undichtigkeiten soll im folgenden weiter belegt werden. Wird an der Tür der Kapsel durch Verhindern des völligen Schließens ein kleiner Spalt erzeugt, der sich bei eingerasteter Tür von Türklinkenhöhe bis zum Fußboden keilförmig auf ca. 4,5 mm weitet, so ergibt sich dadurch eine Undichtigkeit, wie sie im praktischen Einsatz unter rauen Betriebsbedingungen sicherlich immer wieder anzutreffen ist. Ein derartiger "kleiner" Schalldurchlaß wirkt sich derart auf die Einfügungsdämmung D_e der Kapsel aus, daß oberhalb 250 Hz eine starke Verminderung von D_e auftritt, die pro Terz bis zu 8 dB betragen kann und typisch ist für schlitzförmige Öffnungen [3]. Das Beispiel beweist, wie schädlich sich selbst "kleine", oft unbemerkte Undichtigkeiten einer Kapselkonstruktion auf das erreichbare D_e auswirken können. Weitere Versuche ergaben, daß diese Undichtigkeit zu einer deutlichen Begrenzung der Einfügungsdämmung führt, so daß schon ab 500 Hz aufwärts größere Absorptionsdicken als 20 mm zu keiner bzw. nur noch geringfügiger zusätzlicher Verbesserung führen. Es läßt sich auch zeigen, daß trotz hochwertiger absorbierender Verkleidung (Schichtdicke 70 mm) bei Anwesenheit des Türspalts die erreichbare Einfügungsdämmung nicht wesentlich besser ist, als wenn man auf jegliches Absorptionsmaterial verzichtet und lediglich dafür sorgt, daß sich die Kapseltür in normal abgedichtetem Zustand befindet. Als weiteres Ergebnis läßt sich festhalten, daß die Undichtigkeit umso schädlicher ist, je hochwertiger die gewählte Absorptionsschicht der Kapsel ist.

Insgesamt folgt aus den durchgeführten Untersuchungen, daß an die Abdichtung einer Kapsel größere Anforderungen gestellt werden müssen als an die absorbierende Auskleidung, wenn bei hohen Ansprüchen an die Dämmwirkung ein befriedigendes Resultat erzielt werden soll.

5. Zusammenfassung

Grundsätzlich ist bekannt, daß die schalldämmende Wirkung einer Kapsel von den Materialparametern der Wände und den absorbierenden Eigenschaften der Innenverkleidung abhängt. Wie sich diese Einflußgrößen in einer real ausgeführten Kapselkonstruktion auf die Einfügungsdämmung auswirken, konnte in den vorliegenden Versuchsreihen gezeigt werden. Es wurde dabei deutlich, daß bei einer vernünftigen Auslegung dieser Parameter verstärkt der Einfluß von kleinen, ungewollten Undichtigkeiten zu berücksichtigen ist.

Für die konstruktive Auslegung einer Schallschutzkapsel folgt aus den vorliegenden Untersuchungen auch, daß Messungen des Schalldämmmaßes an einzelnen Elementen oder Bauteilen einer Kapselanordnung kein hinreichendes Kriterium zur Bestimmung der erreichbaren Einfügungsdämmung des kompletten Aufbaus sind. (Auf die entsprechenden Zusammenhänge wird in [1] näher eingegangen.) Angaben des Schalldämmmaßes sind somit eher nur als Orientierungshilfe zu betrachten.

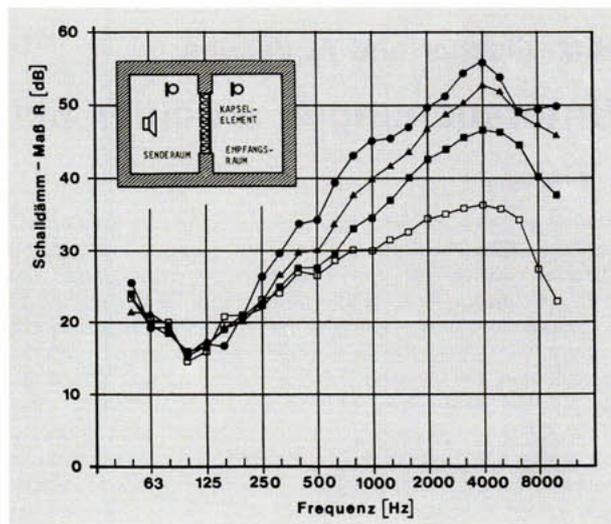


Bild 2: Schalldämmmaß bei unterschiedlicher Dicke a des Absorptionsmaterials

- ohne Füllung, $R_W = 31$ dB
- $a = 20$ mm, $R_W = 33$ dB
- ▲—▲ $a = 40$ mm, $R_W = 35$ dB
- $a = 70$ mm, $R_W = 37$ dB

(Kapsel-element mit Stahlblech 1,5 mm, im Türenprüfstand eingebaut)

Literatur

- [1] Fischer, H.M.; Veres, E.: Schallschutz durch Kapselung. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb 508, Dortmund 1987.
 - [2] Fischer, H.M.; Jacobs, A.: Bestimmung der Einfügungsdämmung von Maschinenkapseln. IBP-Mitteilung 119 (1987).
 - [3] Mechel, F.P.: The Acoustic Sealing of Holes and Slits in Walls. J. Sound Vib. 111 (1988) 297-336.
- Schalldurchgang durch Löcher und Schlitze mit Absorberfüllung. Acustica 61 (1986) 88-104.



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK
 Leiter: o.Prof. Dr. Dr. h.c. Karl Gertis
 7000 Stuttgart 80, Nobelstraße 12, Tel.(0711)970-00
 8150 Holzkirchen, Postfach 1180, Tel. (08024)643-0
 O-1092 Berlin, Plauener Str. 163-165, Tel. (030)9783-3115

Herstellung und Druck:
 SDSC, Informationszentrum RAUM und BAU
 der Fraunhofer-Gesellschaft, Stuttgart

Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des
 Fraunhofer-Instituts für Bauphysik