

10 (1982) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

H. Ertel, M. Finkenberger\*, F. P. Mechel

## Zum Einfluß von Gasfüllungen auf die Schalldämmung von Isolierglasscheiben im Resonanzbereich

### Aufgabenstellung

Aus früheren Untersuchungen [1, 2] ist bekannt, daß die Füllung von Isolierglasscheiben mit Leicht- und Schwergasen im Vergleich zu Füllungen mit trockener Luft zur Verbesserung der Schalldämmung im mittleren Frequenzbereich führt. Dieser Verbesserung steht andererseits bei Schwergasfüllungen wie z. B. Schwefelhexafluorid ( $\text{SF}_6$ ) im Bereich der Resonanzfrequenz des zweischalig aufgebauten Scheibensystems eine z. T. erhebliche Verschlechterung der Schalldämmung durch tiefe Dämmungseinbrüche gegenüber. Zur Klärung der Ursachen für diese unterschiedlichen Dämmungsverläufe im Resonanzbereich wurden Untersuchungen durchgeführt.

### Vorüberlegungen

Eine mögliche Erklärung der Beobachtungen kann über die Abhängigkeit der Steife des Gaspolsters im Scheibenhohlraum vom Winkel  $\vartheta$  des einfallenden Schalls gegeben werden.

Für die Steife des Gaspolsters gilt:

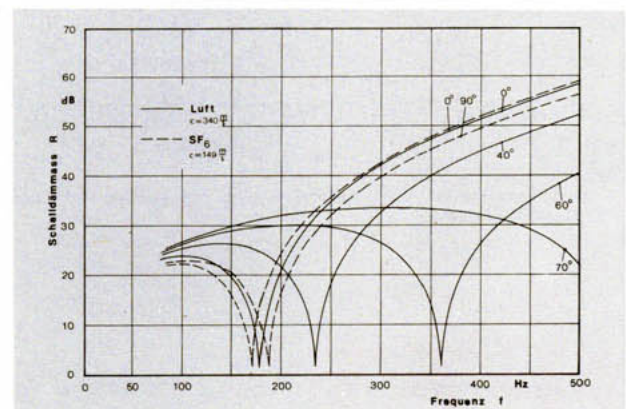
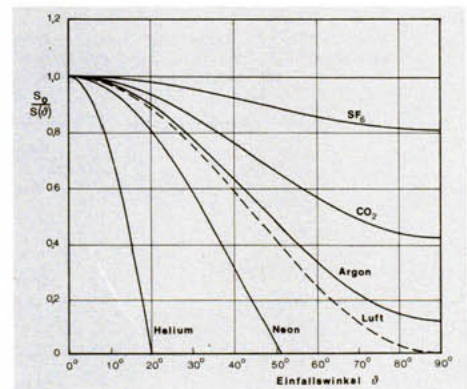
$$s = s(\vartheta) = s_0 \cdot \frac{1}{1 - \left(\frac{c_G}{c_L}\right)^2 \sin^2 \vartheta} \quad (1)$$

mit  $s_0 = \frac{\rho_G \cdot c_G^2}{d}$

Darin sind  $d$  - Scheibenabstand,  $\rho_G$  - Dichte des Füllgases,  $c_G$ ,  $c_L$  - Schallgeschwindigkeit im Füllgas und in der Luft. Die Steife  $s_0 = s(\vartheta = 0^\circ)$  ist wegen  $\rho_G c_G^2 = p \chi_G$  ( $\chi$  - Adiabatenexponent,  $p$  - atmosphärischer Luftdruck) nahezu unabhängig von den Eigenschaften der Füllgase, so daß im wesentlichen der Nenner in Gleichung (1) die Abhängigkeit der Steife vom Füllgas und vom Einfallswinkel beschreibt. In Bild 1 sind die entsprechenden Kurvenverläufe für unterschiedliche Gase wiedergegeben. Die Winkelabhängigkeit der Steife wird mit dem Faktor  $(c_G/c_L)^2$  bewertet, wodurch es für schwere Gase mit

niedrigen Schallgeschwindigkeiten zu geringerer und für leichte Gase mit hohen Schallgeschwindigkeiten zu größerer Abhängigkeit der Steife vom Einfallswinkel als bei Luft kommt. Dementsprechend winkelabhängig verhält sich auch die Resonanzfrequenz des Scheibensystems. Für das Schwergas  $\text{SF}_6$  sind die Resonanzfrequenzen in einem engen, für Luft dagegen in einem breit gefächerten Frequenzbereich zu erwarten (Bild 2).

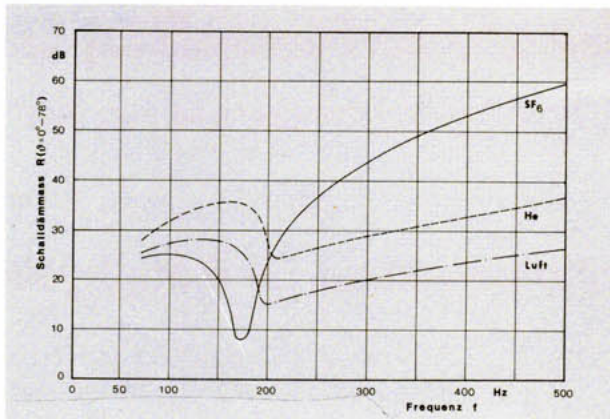
**Bild 1**  
Abhängigkeit der Steife des Scheibenzwischenraumes vom Einfallswinkel und vom Füllgas



**Bild 2**  
Einfluß der Gasfüllung und des Einfallswinkels auf die Lage der Resonanzfrequenz im Dämmungsverlauf (Rechnung für ein Scheibensystem 8/16/4)

\*) Mitarbeit im Rahmen einer Diplomarbeit an der Fachhochschule für Technik, Stuttgart

Der rechnerisch für Feld-Schalleinfallbedingungen ( $\vartheta = 0^\circ - 78^\circ$ ) ermittelte Verlauf der Dämmung für verschiedene Gasfüllungen ist in Bild 3 wiedergegeben. Für Schwer- gasfüllungen fallen die Resonanzfrequenzen für alle Einfallswinkel in einem schmalen Frequenzbereich



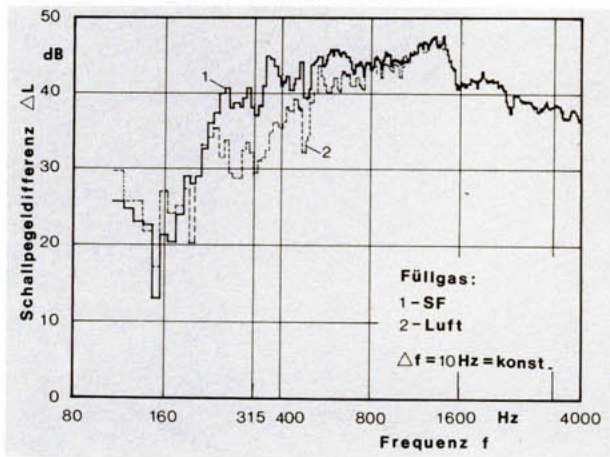
**Bild 3**  
Berechneter Dämmungsverlauf für Isolierglasscheiben 8/16/4 mit unterschiedlichen Gasfüllungen

## Experimente und Diskussion

Zur Prüfung der o. g. Überlegungen wurden Untersuchungen der Schalldämmung von Isolierglasscheiben bei diffusem und gerichtetem Schalleinfall durchgeführt. Dazu erfolgte der Einbau der Scheiben einmal zwischen zwei Hallräumen und zum anderen in einer Außenwand, die unter verschiedenen Winkeln beschallt werden konnte. Die Füllgase Luft, SF<sub>6</sub> und He wurden gewechselt, ohne daß die Einbaubedingungen der Scheiben verändert werden mußten. Die Ergebnisse der Messungen sind in den Bildern 4a, 5 und 6 dargestellt. Die Schmalbandanalyse zeigt grundsätzlich den erwarteten Dämmungsverlauf mit geringer ausgebildetem

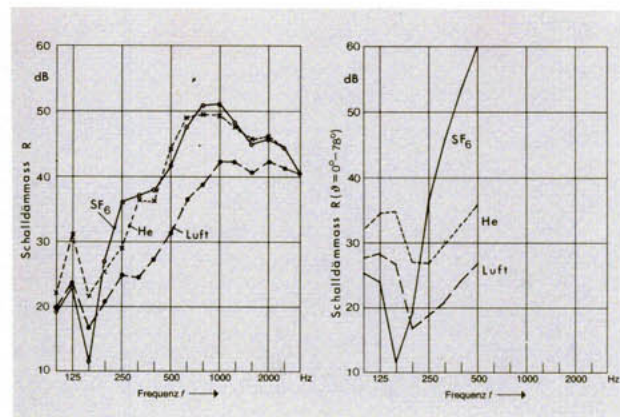
### Literatur

- [1] P. Derner: „Einfluß von Gasfüllungen auf die Schall- und Wärmedämmung von Isoliergläsern“. Ber., 48. Jahrg., Heft 5, (1975), S. 84–90
- [2] Gösele, K. u. a.: „Einfluß von Gasfüllungen auf die Schalldämmung von Isolierglasscheiben“. Acustica, Vol. 38 (1977), No. 3, S. 167–174



**Bild 5**  
Schmalbandanalyse der Schallpegeldifferenz einer Isolierglasscheibe (8/16/4) für diffusen Schalleinfall

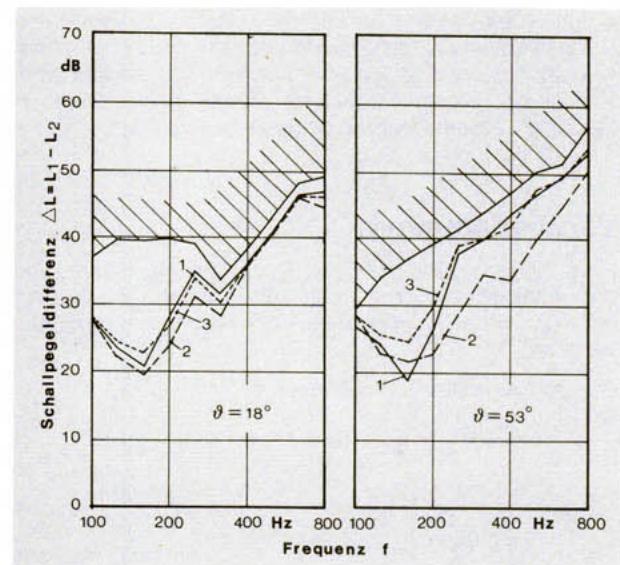
zusammen, so daß bei Terzbanduntersuchungen tiefe Dämmungseinbrüche gemessen werden. In den Bildern 4a und 4b sind Meßergebnisse und Rechnung vergleichend gegenübergestellt.



**Bild 4a (links), 4b (rechts)**  
Terzbandanalyse der Schalldämmung von Isolierglasscheiben (8/16/4) mit unterschiedlichen Füllgasen  
a) Messung, b) Rechnung

Resonanzbereich und flacherem Dämmungsanstieg von luftgefüllten gegenüber SF<sub>6</sub>-gefüllten Scheiben. Erwartungsgemäß verschlechtert sich auch die Schalldämmung luftgefüllter Scheiben mit zunehmendem Einfallswinkel.

Die Ergebnisse bestätigen zumindest für Schwergas- und Luftfüllungen die Vorüberlegungen. Bei Leichtgasfüllungen ergibt sich jedoch keine befriedigende Übereinstimmung zwischen Meßergebnis und Voraussage. Weitere Untersuchungen hierzu werden im Auftrag der Forschungsgemeinschaft Bauen und Wohnen, Stuttgart, durchgeführt.



**Bild 6**  
Schallpegeldifferenz einer Isolierglasscheibe (8/16/4) im Resonanzbereich bei gerichtetem Schalleinfall