

INSTITUT FÜR BAUPHYSIK DER FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

K. und U. Gösele, B. Lakatos

Verbesserung der Schalldämmung von Isolierglasscheiben durch Gasfüllungen

Im Jahre 1974 ist über Versuche berichtet worden, bei denen die Wärmedämmung von Isolierglasscheiben (Aufbau siehe Bild 1) dadurch verbessert wurde, daß der Scheibenhohlraum

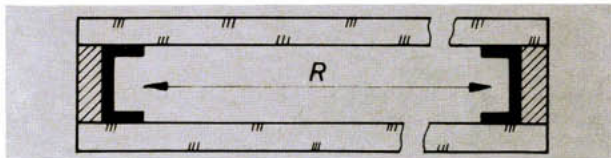


Bild 1
Aufbau einer Isolierglasscheibe und auftretende Resonanzerscheinungen R.

statt mit trockener Luft mit einem Gas gefüllt wurde. Es lag nahe zu prüfen, ob man mit einer derartigen Gasfüllung nicht auch die Schalldämmung verbessern könne. Dies ist in der Tat der Fall [1] [2]. Ein Beispiel für eine Verbesserung der Schalldämmung einer doppelschaligen Scheibe durch eine Gasfüllung mit einem schweren Gas ist in Bild 2 gegeben. Über die physikalischen Hintergründe dieser Verbesserung lagen keine überzeugenden Deutungen vor. Im Auftrag der Forschungsgemeinschaft Bauen und Wohnen sind deshalb entsprechende Untersuchungen vorgenommen worden, über deren Ergebnisse in Kurzform berichtet wird.

1. Physikalische Wirkungsweise

Es ist bekannt, daß die Schalldämmung doppelschaliger Scheiben — dasselbe gilt auch für Wände — bei leerem Hohlraum um etwa 10 dB geringer ist als wenn dieser mit einem dämpfenden Material (z. B. Mineralwolle) gefüllt ist. Die Ursache liegt vor allem in Resonanzen des Lufthohlraumes parallel zur Scheibenfläche, siehe Bild 1. Dadurch wird die Steifigkeit der Luftschicht weit größer, als wenn diese mit Mineralwolle o. ä. gefüllt ist. Wenn andere Gase als Luft die Schalldämmung verbessern, kann dies nur daran liegen, daß diese Steifigkeit durch die Gasfüllung verringert wird. Eine theoretische Behandlung [3] ergab, daß dies der Fall ist. In Bild 2 ist die relative Steifigkeit von gasgefüllten Hohlräumen — bezogen auf die Steifigkeit einer Luftschicht ohne Resonanzen parallel zur Scheibenfläche, mit Strömungswiderstand ($= 1$) — für zwei Fälle, nämlich für ein schweres und ein sehr leichtes Gas aufgrund der Theorie aufgetragen. Danach wird etwa dieselbe Wirkung sowohl mit schweren als auch mit leichten Gasen erzielt, wobei zwei grundsätzlich verschiedene Effekte wirksam werden, die im folgenden und in Bild 4 verdeutlicht werden:

bei schweren Gasen: infolge der geringeren Schallgeschwindigkeit (bei SF_6 : 145 m/s) und der damit verbundenen kleineren Wellenlänge gegenüber Luft (340 m/s) werden die Re-

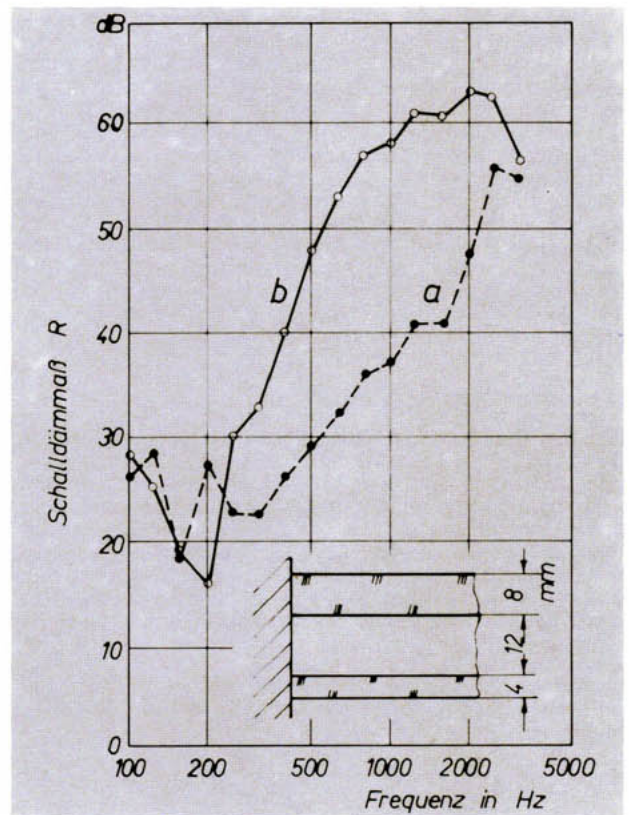


Bild 2
Verbesserung des Schalldämmmaßes einer Doppelscheibe durch eine Füllung des Hohlraumes mit einem schweren Gas (Schwefelhexafluorid SF_6).
a: mit Luft
b: mit Gas

flexionen an der Hohlraumbegrenzung und damit die Resonanzen viel schwächer ausgebildet als bei Luft, siehe Bild 4, oben;

bei sehr leichten Gasen: die Schwingungen der Gassäule im Hohlraum werden aufgrund eines schon länger bekannten Effekts (Abstrahleffekt) wesentlich geringer angeregt als bei Luft; die Reflexionen an der Hohlraumbegrenzung sind jedoch normal ausgebildet, bezogen auf die geringe Anregung. Schwere und leichte Gase sind somit schalltechnisch etwa gleich wirksam, wenn auch aus völlig verschiedenen Gründen.

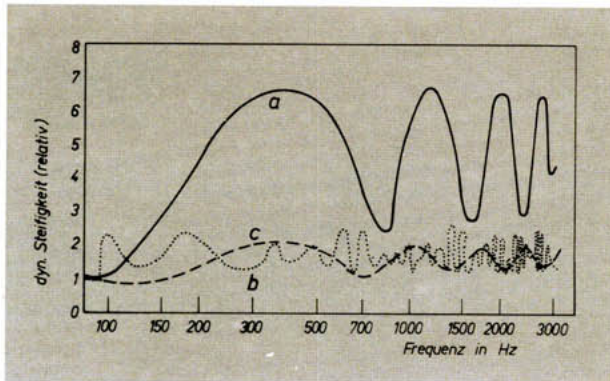


Bild 3
 Nach der Theorie [3] sich ergebende dynamische Steifigkeit einer Gasschicht in einer Isolierglasscheibe
 a: bei Luft
 b: bei schwerem Gas (SF_6)
 c: bei leichtem Gas (He)
 Steifigkeit in relativem Maß aufgetragen, bezogen auf Luftschicht mit Mineralwollefüllung (= 1).

2. Größe der erreichbaren Verbesserung

Die Verbesserung tritt nur bei mittleren und hohen Frequenzen auf, siehe Bild 2. Bei tiefen Frequenzen fällt der Effekt weg, weil die Abmessungen der Scheiben wesentlich kleiner als die Wellenlänge des Luftschalls sind.

Die im Mittel erreichbare Verbesserung ist aus Bild 5 aufgrund zahlreicher überprüfter Scheiben zu ersehen. Sie ist dort in Abhängigkeit von der Gesamtglasdicke der Scheiben aufgetragen. Für relativ leichte Scheiben beträgt die Verbesserung etwa 4–7 dB. Zum Vergleich sei angegeben, daß eine Verdoppelung der Glasscheibendicke eine Verbesserung um rund 7 dB ergibt. Im günstigsten Fall wirkt somit eine Gasfüllung so, als ob die Glasscheiben doppelt so dick ausgeführt wären. Mit schwerer werdenden Scheiben nimmt die Verbesserung ab. Dies ist auf den größeren Einfluß der Körperschallübertragung von der ersten zur zweiten Scheibe über die Randverbindung zurückzuführen. Diese Übertragung ist um so stärker, je dicker die Scheiben sind.

3. Praktische Folgerungen

Bei geeigneter Dimensionierung stellen Gasfüllungen gerade bei leichten Scheiben eine Möglichkeit zur Steigerung der Schalldämmung dar. Die Wahl zwischen einer Füllung mit leichten oder schweren Gasen besteht praktisch nicht. Sehr leichte Gase führen zu einer Verringerung der Wärmedämmung und lassen sich auf die Dauer wegen ihrer stärkeren Diffusion kaum im Hohlraum halten. Deshalb kommen nur schwere Gase in Frage. Dabei ist es nicht nötig, die allerschwersten Gase zu wählen, da die Verbesserung der Dämmung nur noch wenig zunimmt, sobald man eine bestimmte Grenze überschritten hat.

Voraussetzung für einen praktischen Vorteil von Gasfüllungen ist, daß das Gas auch nach Jahren noch in den Scheiben vorhanden ist.

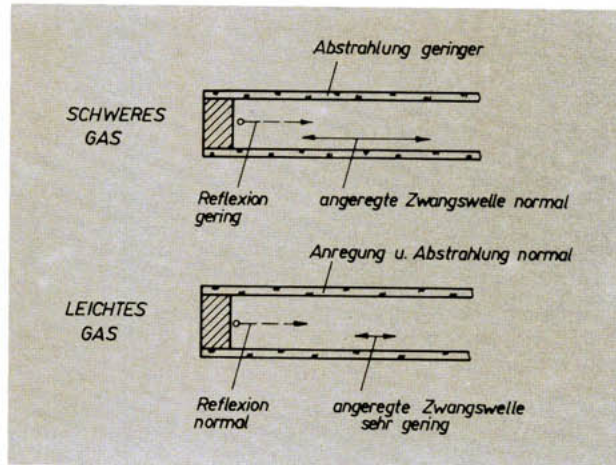


Bild 4
 Zur physikalisch unterschiedlichen Wirkung von schweren und leichten Gasen in Isolierglasscheiben.

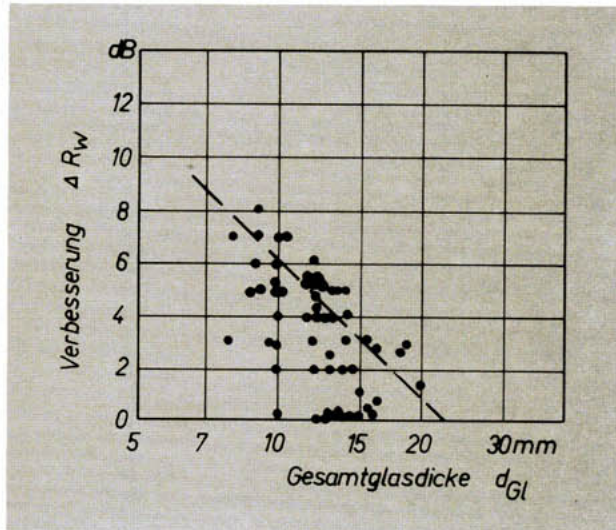


Bild 5
 Verbesserung ΔR_w des bewerteten Schalldämmmaßes von handelsüblichen Isolierglasscheiben, wenn sie statt mit Luft mit einem Gas gefüllt sind, dargestellt in Abhängigkeit von der Gesamtglasdicke der Scheibe.

- [1] Derner, P.: „Einfluß der Gasfüllung auf die Schall- und Wärmedämmung von Isolierglas“, *Glastechnische Berichte* 48 (1975), S. 84.
- [2] Gösele K. und B. Lakatos: „Verbesserung der Schalldämmung von Isolierglasscheiben durch Gasfüllung“, *Glastechnische Berichte* 48 (1975), S. 91.
- [3] Gösele, K. und U. Gösele, B. Lakatos: „Einfluß einer Gasfüllung auf die Schalldämmung von Isolierglasscheiben“, *Acustica* 38 (1977), S. 167.