

21 (1994) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

H.V. Fuchs; X. Zha;

Schallabsorber aus Acrylglas im Plenarsaal des Bundestages

Akustik und Transparenz

In der Architektur ist ein Trend zu immer mehr Glas in den Außenbauteilen und Zwischenwänden zu beobachten. Bisher waren akustische Berater mehr oder weniger ratlos, wenn es darum ging, Beanstandungen wegen zu hoher Halligkeit, schlechter Sprachverständlichkeit oder Klangverfälschungen in glasbegrenzten Räumen nachträglich zu beheben [1]. Bei den seitlichen Begrenzungen blieb meist nicht mehr übrig, als vor diese Glas-Bauteile, zumindest bereichs-

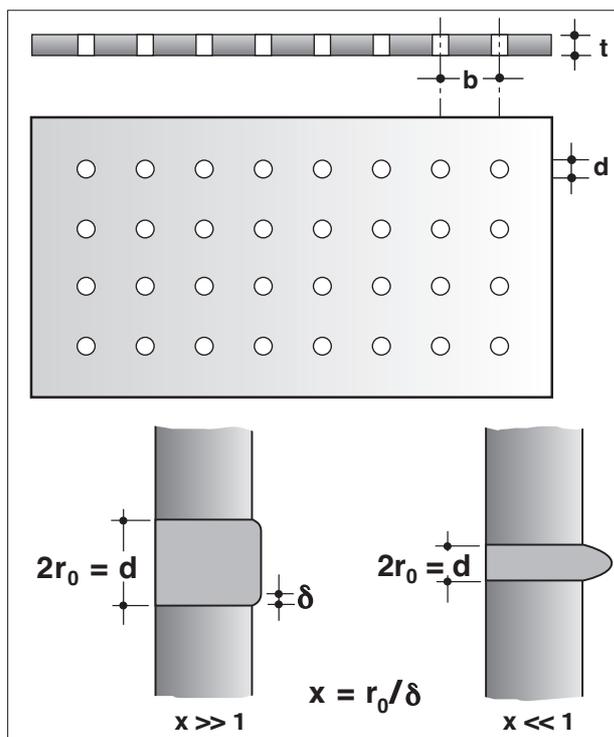
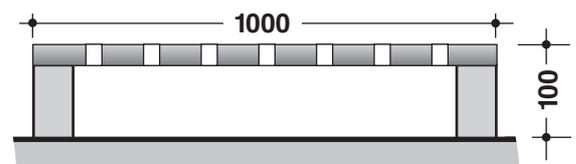
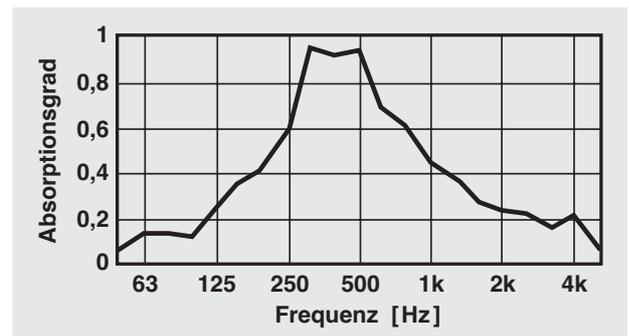


Bild 1: Zum Prinzip der mikro-perforierten Absorber (MPA)

oben: Ansicht einer perforierten Platte (schematisch)
unten: Geschwindigkeitsverteilung von Luftschichten in zylindrischen Öffnungen unterschiedlichen Durchmessers



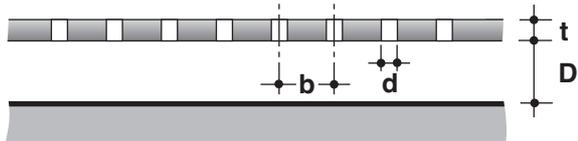
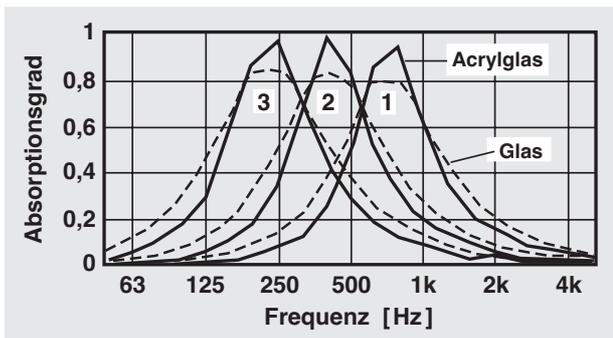
Plattendicke 5,00 mm
Lochdurchmesser 0,55 mm
Lochabstand 3,50 mm

Bild 2: Absorptionsgrad einer mikro-perforierten Vorsatzschale aus Acrylglas, gemessen im Hallraum

weise, einen möglichst schweren und porösen Vorhang zu ziehen. Daß es eine neuartige Alternative gibt, soll hier am Plenarsaal in Bonn illustriert werden

Mikro-perforierte Acrylglasplatten als alternative Schallabsorber

Initiiert durch die akustischen Probleme beim Plenarsaal des deutschen Bundestages [2] arbeitet eine chinesisch-deutsche Arbeitsgruppe an der Umsetzung eines Vorschlags von D.-Y. Maa, Schallenergie in winzigen Löchern in mikroperforierten Platten zu vernichten, die in einem gewissen Abstand vor einer schallharten Rückwand montiert von Schallwellen getroffen werden [3, 4].



	t [mm]	d [mm]	b [mm]	D [mm]	σ
Typ 1	5,00	0,50	2,50	25	0,0314
Typ 2	5,00	0,65	4,00	50	0,0207
Typ 3	5,00	0,80	6,00	100	0,0140

Bild 3: Absorptionsgrad unterschiedlich ausgelegter, nach [5] berechneter transparenter MPA

In mikroperforierten Absorbern (MPA) gemäß Bild 1 schwingt die Luft in vielen nebeneinander angeordneten Löchern als Masse zusammen mit der im Zwischenraum der Dicke D eingeschlossenen Luft als Feder nach Art eines Feder/Masse-Systems. Gegenüber ähnlich flächenhaft aufgebauten Helmholtz- oder Lochplatten-Resonatoren wird ein nur verhältnismäßig kleines Lochflächenverhältnis $\sigma \approx 0,005$ bis $0,05\%$ eingestellt. Vor allem wird aber die Lochgröße (bei zylindrischen Bohrungen der Durchmesser d) so klein gewählt, daß sie in die Größenordnung der akustischen Grenzschicht δ gerät. Dadurch wird gegenüber konventionellen Helmholtz-Resonatoren durch nicht-adiabate Zustandsänderungen in der unmittelbaren Nähe zu den Lochwänden und infolge der viskosen Reibungskräfte in den Strömungsschichtschichten (vgl. Bild 2 unten) eine den angeregten Luftschwingungen inhärente Dämpfung aktiviert. Diese Verluste lassen sich im Gegensatz zu denen in konventionellen Helmholtz-Resonatoren nicht nur durch Wahl der geometrischen Parameter variieren, sondern in allen Einzelheiten exakt berechnen [5].

Bild 2 zeigt, wie relativ breitbandig wirksam eine Vorsatzschale aus Acrylglas gemacht werden kann, ohne daß irgendein Dämpfungsmaterial in das Resonanzsystem additiv eingebracht werden mußte [6]. Genauso ließe sich das Dämpfungs-Maximum, je nach Bedarf, bei entsprechender Wahl der geometrischen Parameter, auch auf 250 oder 1000 Hz konzentrieren. Da die akustischen Kenndaten des MPA nur relativ wenig von den Materialeigenschaften der Platten selbst abhängen, kann der Werkstoff, entsprechend den jeweiligen Einsatzbedingungen ausgewählt werden [7].

Bild 3 macht deutlich, daß das besser wärmeleitende Glas gegenüber Acrylglas zu einem etwas niedrigeren maximalen Absorptionsgrad, aber dafür etwas größerer Bandbreite führt. Da zwischen dem „Hilferuf“ aus Bonn [2] und der be-

absichtigten Inbetriebnahme des akustisch sanierten Saales nur wenige Wochen für die Prototyp-Entwicklung blieben, entschied man sich für Acrylglas-Platten vom Typ 3. Ein schwäbisches Design-Unternehmen war in der Lage, die ca. 30.000 Löcher pro m^2 mit einem Laser-Verfahren zu bohren.

Aus schalltechnischer Sicht wurde zunächst eine konvex gewölbte Variante [6] als Vorsatzschale für die kritischen Glasflächen favorisiert. Sie zeigte bei Messungen im Hallraum eine den gesamten hier besonders interessierenden Hörbereich von 250 bis 2500 Hz recht gut überdeckende Wirksamkeit. Sie mußte aber verworfen werden, weil sie nachteilige optische Reflexionen gebracht hätte. Stattdessen kam eine ebene Variante aus ca. $1,2 m^2$ großen Elementen vor den Türen des Plenarbereiches zum Einsatz. Hier wurden die Absorber etwas schräg mit einem von ca. 20 auf 75 mm variierenden Abstand vor den vorhandenen Glasflächen angebracht.

Die hier erstmals erprobte Kombination aus transparenten Reflektoren und Absorbern trägt zur gewünschten Diffusität des Schallfeldes im Plenarbereich bei. Deswegen wurden hier nicht nur alle Türen, sondern auch einige feststehende Wandelemente mit den neuartigen mikro-perforierten Vorsatzschalen versehen. Außerdem wurde ein oberer Streifen der schräggestellten Glasflächen vor den Dolmetscher- und Regie-Kabinen mit demselben MPA ausgestattet, so daß auch hier die volle Transparenz zu allen Abläufen im Plenarsaal erhalten werden konnte [7]. Der Intention des Architekten zu mehr „Durchsichtigkeit“ im Parlament werden die neuen Absorber nicht im Wege stehen.

Der MPA stellt, nach der Markteinführung des Folien- und des Membran-Absorbers, einen weiteren Meilenstein dar auf dem Weg des IBP zu alternativen Schallabsorbern für einen breiten Anwendungsbereich der Raumakustik [8] und des technischen Schallschutzes [9].

Literatur

- [1] Fuchs, H.V.; Zha, X.: Transparenz und Akustik. Raumakustische Maßnahmen an Glasbauteilen. Vortrag 2. Fachkongreß „Innovatives Bauen mit Glas“, Bauzentrum München, 24. und 25. März 1994.
- [2] Müller, H.A.; Plenge, G.: Bonner Plenarsaal des Deutschen Bundestages; Akustische Probleme und ihre Lösung. VDI-Berichte Nr. 1121 (1994), S. 105-127.
- [3] Zha, X.; Zhou, X.; Kang, J.: Mikro-perforierte Platten-Absorber für raumakustische Anwendungen. IBP-Mitteilung 261 (1994).
- [4] Fuchs, H.V.; Zha, X.: Transparente Schallabsorber im Plenarsaal des neuen Bundestages. Bericht aus dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik B-TA 11 (1993).
- [5] Fuchs, H.V.; Zha, X.: Einsatz mikro-perforierter Platten als Schallabsorber mit inhärenter Dämpfung. Erscheint in Acustica
- [6] Fuchs, H.V.; Zha, X.: Transparente Schallabsorber verbessern die Raumakustik des gläsernen Plenarsaals im Bundestag. glasforum 43 (1993), H. 6; S. 37-42.
- [7] Fuchs, H.V.; Zha, X.: Transparente Schallabsorber im neuen Plenarsaal des Deutschen Bundestages. Bauen mit Kunststoffen und neuen Baustoffen - BmK (1994), H. 2, S. 15-20.
- [8] Fuchs, H.V.; Zha, X.: Transparente Vorsatzschalen als alternative Schallabsorber im Plenarsaal des Bundestages. Bauphysik 16 (1994), H. 3, S. 69-80.
- [9] Fuchs, H.V.: Perforierte Platten. Industrie Anzeiger 116 (1994), H. 9, S. 21-23.



Fraunhofer
Institut
Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis
D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00
D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0