

# Schallabsorber

## TEIL 2

Unser Akustik-Experte Professor Ivar Veit erklärt im zweiten Teil seines Berichts zum Thema Schallabsorber weitere Absorberarten sowie deren Funktion und erläutert Beispiele für deren Ausführung in der Praxis.

Im ersten Teil dieses Beitrags zum Thema Schallabsorber (siehe Ausgabe 1/08) wurden Resonanzabsorber behandelt, insbesondere solche, die im Prinzip Helmholtz'sche Hohlraumresonatoren sowie  $\lambda/4$ -Rohrresonatoren darstellen. In diesem zweiten Teil werden zunächst noch zwei weitere Absorbertypen vorgestellt, deren Absorptionseigenschaften ebenfalls auf dem Resonatorprinzip beruhen. Dies sind zum einen **mikroperforierte Absorber (MPA)** und zum anderen **Plattenabsorber**. Abschließend wird der bekannteste breitbandig wirksame Schallabsorber behandelt, nämlich der **poröse Absorber**.

Allgemein bekannt und in der Praxis bewährt sind **Lochplatten** mit grober Perforation, die in einem gewissen Abstand vor einer schallharten Decke angebracht werden, wobei der Zwischenraum oft mit faserigem oder porösem Absorptionsmaterial ausgefüllt ist. Die Perforation besteht im Allgemeinen aus Löchern mit einem Durchmesser von  $\geq 6$  mm, während die Lochabstände  $\geq 18$  mm sind. Solchen Lochplatten begegnet man sehr häufig an Decken von Büros oder anderen (Arbeits-)Räumen.

Anders sieht es bei den **mikroperforierten Absorbieren (MPA)** aus. Hier sind die Lochdurchmesser sehr klein, d.h.  $\leq 1$  mm (siehe dazu Abbildung 1). Auch die Lochabstände sind hier wesentlich kleiner (ca. 2 mm) als bei üblichen Lochplatten. Von der Funktion her bilden die vielen dünnen Bohrungen des MPA ebenfalls Masse-Feder-Systeme, wie das auch beim Helmholtz'schen Resonanzab-

sorber der Fall ist, aber in den extrem dünnen Löchern der Lochplatte tritt eine sehr hohe Dämpfung auf, und zwar infolge *viskoser Reibung*, die von der dynamischen Viskosität  $\eta$  der Luft bestimmt wird. Den ersten Absorber dieser Art schuf 1975 Prof. Maa Dah-You in China [1]. Von ihm stammen auch die ersten theoretischen Grundlagen zur Berechnung solcher Absorber.

Das Absorptionsprinzip ist, wie schon erwähnt, sehr ähnlich dem des Helmholtz'schen Resonanzabsorbers: Die in den dünnen Bohrungen mitschwingende Luft wirkt wie eine *Masse*, während das Luftpolster zwischen Lochplatte und schallharter Wand wie eine *Feder* wirkt. Die **Resonanzfrequenz  $f_0$  eines MPA** [2] ist proportional dem Wurzelausdruck aus dem Lochflächenverhältnis  $\sigma$  [in %], dividiert durch die Plattendicke bzw. Lochlänge  $t$  und den Abstand  $D$  zwischen der Platte und der harten Wand oder Decke dahinter (siehe Abbildung 2):

$$f_0 = \sqrt{\frac{\sigma}{t \cdot D}} \quad (1)$$

Mikroperforierte Absorber kamen in Deutschland erstmals 1993 zum Einsatz im Plenarsaal des Deutschen Bundestages (siehe auch Abbildung 1) und eignen sich besonders gut zum Einsatz im Frequenzbereich zwischen 125 und  $< 1000$  Hz.

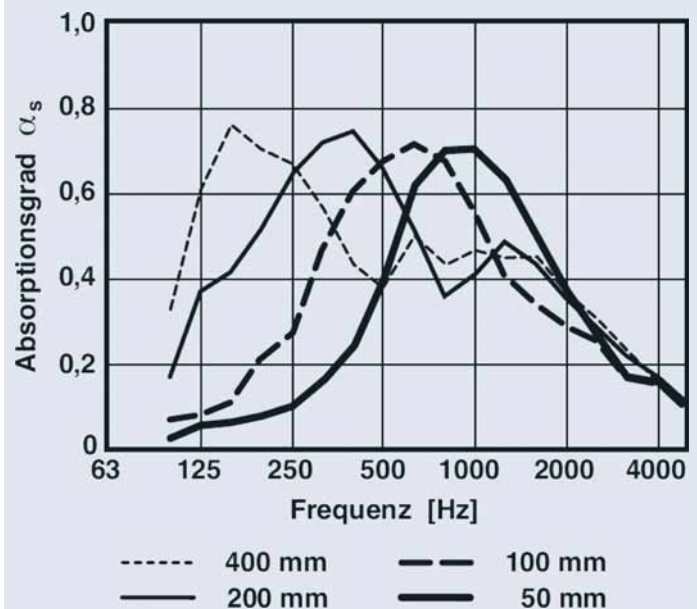
### „Plattenabsorber“ gibt es auch als Folienabsorber

Auch bei Plattenabsorbieren handelt es sich um Resonanzabsorber, bestehend aus *Masse* und

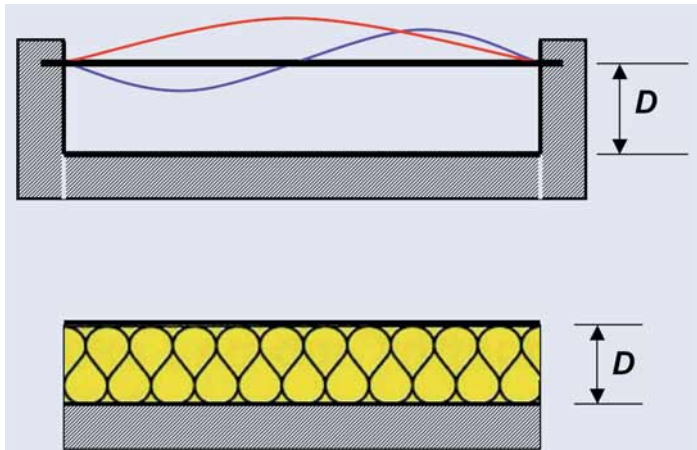


**Abbildung 1:** Mikroperforierter Absorber (MPA), bestehend aus einer 5 mm dicken Acrylglas-Platte mit einer Vielzahl sehr feiner Bohrungen, montiert in einem bestimmten Abstand vor einem schallharten Hintergrund. In Deutschland kam ein transparenter Schallabsorber dieser Art erstmals 1993 zum Einsatz im Plenarsaal des Deutschen Bundestages, und zwar unter der wissenschaftlichen Regie des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik (IBP), Stuttgart.

**Abbildung 2:** Absorptionsgrad  $\alpha_s$  eines mikroperforierten Absorbers (MPA) in Abhängigkeit von der Frequenz und von verschiedenen Abständen  $D$  (von 50 ... 400 mm) der Lochplatte von einer schallharten Wand oder Decke dahinter (aus [2]).



AKUSTIK



**Abbildung 3:** Grundsätzlicher Aufbau eines Plattenabsorbers, oben mit seitlich fest eingespannter Platte (ingezeichnet die beiden untersten Eigenschwingungen, als Prinzipdarstellung), und unten mit einer nicht (ein)gespannten Platte, die ganzflächig auf einer meist porösen Absorberschicht aufliegt oder mit dieser verklebt sein kann. D bedeutet die Dicke des Luftvolumens (oder -polsters), das sich in beiden Ausführungsmöglichkeiten hinter der Platte befindet.

*Feder.* Ihr Einsatzbereich liegt im mittleren, insbesondere aber im tiefen Frequenzbereich, d. h. zwischen etwa 70 und 300 Hz. Die Masse besteht vornehmlich aus einer Platte (z. B. aus Holz, Gipskarton, Metall etc.), während die Feder durch das hinter der Platte befindliche bzw. eingeschlossene Luftpolster (Luftvolumen) gebildet wird. Dieses Volumen ist im Allgemeinen ganz oder teilweise mit absorbierendem Material gefüllt. Die **Resonanzfrequenz  $f_0$  des Plattenabsorbers** gehorcht grundsätzlich der folgenden Beziehung:

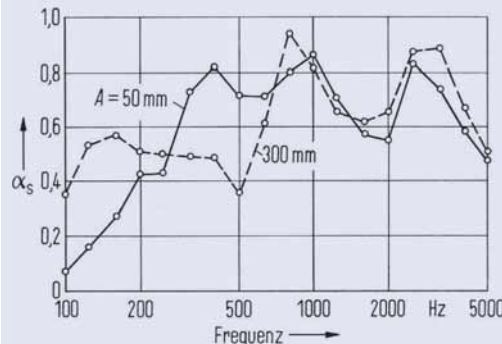
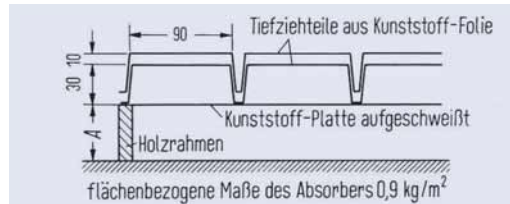
$$f_0 \approx \frac{c}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{m' \cdot D}} \quad (2)$$

$c$  = Schallgeschwindigkeit in Luft  
 $\rho$  = Luftdichte  
 $m'$  = flächenbezogene Masse der Platte  
 $D$  = Dicke des Luftpolsters bzw. Abstand zwischen Platte und Rückwand

Die Platte kann entweder am Rande eingespannt sein und hinter sich ein Luftvolumen einschließen (siehe auch Abbildung 3 oben), oder aber sie kann ganzflächig auf einer schallabsorbierenden Schicht aufliegen oder mit dieser sogar fest verbunden bzw. verklebt sein (siehe Abbildung 3 unten). Im letzteren Falle

geht auch die Federeigenschaft des Absorbermaterials auf die Resonanzfrequenz ein.

Eine sehr interessante und heute vielerorts verwendete Art des Plattenabsorbers bildet der **Folien-Absorber** [3][4], siehe Abbildung 4. Es handelt sich dabei um eine tiefgezogene PVC-



**Abbildung 4:** Aufbau und Absorptionskurve eines Folien-Schallabsorbers, bestehend (in der hier dargestellten Ausführung) aus zwei Folien mit becherförmigen Vertiefungen und einer ebenen, rückseitigen Abschlussfolie. Alle Maße sind in mm angegeben, (aus: [4]).

Folie, die durch thermoplastische Verformung in einzelne, becherförmige Teilflächen untergliedert und mit einer glatten Rückenplatte dicht verschweißt ist. Die Funktion ist folgende: Fällt eine Schallwelle schräg auf eine zunächst große Folienfläche, so wird diese zu erzwungenen Bie-

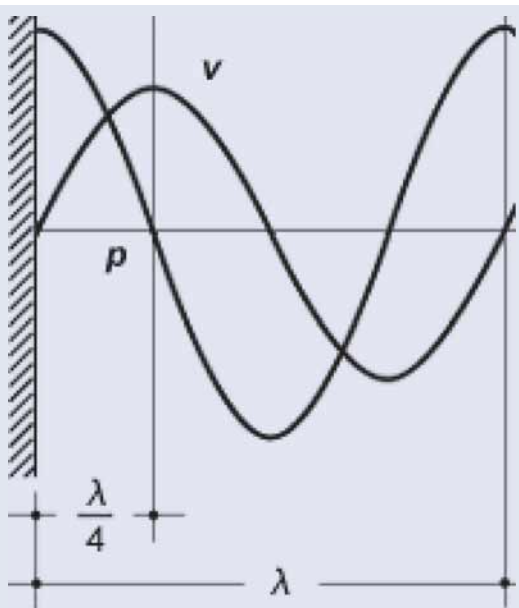
geschwingungen angeregt, deren Wellenlänge  $\lambda_B$  mit der Spurwellenlänge des einfallenden Schalls überstimmt.

Die Biegewellenlänge ist in diesem Falle somit relativ groß. Da aber die Energiedissipation und damit auch der Schallschluckgrad umgekehrt proportional mit der vierten Potenz (!) der Biegewellenlänge ansteigen, hat man die Folie in lauter kleine Teilflächen unterteilt. Den grundsätzlichen Aufbau eines Folien-Absorbers und dessen Schallabsorptionsgrad  $\alpha_s$  in Abhängigkeit von der Frequenz zeigt die Abbildung 4. Dort wird ein aus zwei Folien mit becherförmigen Einschnürungen versehener Absorber gezeigt, dessen Absorptionsvermögen bis in den tieferen Frequenzbereich hinunterreicht.

**Zwei breitbandig wirkende poröse Schallabsorber**

Poröse Materialien wie z. B. Glas- und Mineralfasern, Textilien, offenporige Schaumstoffe, Filze, spezielle Akustikputze etc. sind gute Schallabsorber. Sie sind sehr breitbandig wirksam. Bei den tieferen Frequenzen müssen sie allerdings wegen der großen Wellenlängen entsprechend dick sein. Das Absorptionsvermögen poröser Materialien hängt unter

**Abbildung 5:** Stehende Schallwelle vor einer schallharten Wand. Darin sind  $p$  = Schalldruck,  $v$  = Schallschnelle,  $\lambda$  = Wellenlänge. Poröse Absorber können überall dort besonders wirksam werden, wo die Schallschnelle sehr groß ist. Dort können sie die Bewegung der Luftteilchen am stärksten bremsen. Das kann z. B. durch Anbringung eines porösen Materials/Vorhangs in einem Abstand von  $\lambda/4$  vor einer Wand geschehen. Bei einer Frequenz von beispielsweise 1 000 Hz sind das ca. 8,6 cm.



anderem sehr stark vom längenspezifischen Strömungswiderstand ab:

$$\bar{\eta} = - \frac{\Delta p}{v_x \cdot \Delta x} \quad [\text{in: Ns/m}^4] \quad (3)$$

Darin sind  $\Delta p/\Delta x$  der Druckgradient (oder genauer: der Druckdifferenzquotient) zwischen beiden Seiten eines  $\Delta x$  dicken Absorbers;  $v_x$  ist die Strömungsgeschwindigkeit in  $x$ -Richtung. Die Energie einer Schallwelle, die in ein poröses Material eindringt, wird bei der Luftsoszillation in den Absorberporen durch Reibungsverluste in Wärme umgesetzt und somit „vernichtet“. Da fast alle porösen Materialien eine andere Schallkennimpedanz  $Z_o = \rho \cdot c$  [in: Ns/m<sup>3</sup>] besitzen als Luft, tritt an der Grenzfläche zwischen beiden Medien auch noch eine mehr oder weniger große Reflexion auf, so dass nur ein Teil der auf-

treffenden Schalleistung in das Absorbermaterial eindringt. Der Rest wird reflektiert.

Abschließend sei auf einen genauso einfachen wie effektiven Anwendungsfall porösen Absorptionsmaterials hingewiesen. Nehmen wir z. B. einen Raum an, in dem ständig ein sehr störender Ton mit einer Frequenz  $f_T$  zu hören ist, den man mit anderen Mitteln, aus welchen Gründen auch immer, nicht beseitigen kann. In solchen Fällen kann man mit Hilfe von porösem Absorbermaterial, z. B. mittels eines sehr großflächigen porösen Vorhangs, den Pegel des Tones im Raum merklich absenken, wenn man diesen in einer Entfernung von genau  $\lambda/4$ , bezogen auf die Tonfrequenz  $f_T$ , vor einer möglichst großen, ebenen und schallharten Wand aufhängt. Dort ist die Schallschnelle  $v$  besonders groß (siehe Abbildung 5). Die Bewe-

gung der schwingenden Luftteilchen kann dort somit am stärksten gebremst werden.

#### Literatur

- [1] Maa, D.-Y.: Theory and design of microperforated panel sound absorbing constructions. *Scientia Sinica* 18 (1975), H. 1, Seiten 55–71.
- [2] Fuchs, H. V., Zha, X., Späh, M. und Häusler, C.: Akustik-Decke aus mikroperforierten Metall-Kassetten. *IBP-Mitteilung* 307, 24 (1997)
- [3] Kiesewetter, N., Lakatos, B. und Mechel, F.P.: Schallabsorber aus Kunststoff-Folie. *IBP-Mitteilung* 39, 7 (1979)
- [4] Mechel, F. und Kiesewetter, N.: Schallabsorber aus Kunststoff-Folie. *Acustica*, 47 (1981), Nr. 2, Seiten 83–88.

#### Autor

Prof. Dr.-Ing. Ivar Veit ist Akustiker und Sachverständiger mit Büros in Nauheim (Groß Gerau) und Riga (Lettland). An der FH Wiesbaden/Rüsselsheim hat er einen Lehrauftrag für Akustik.



[i.veits@t-online.de](mailto:i.veits@t-online.de)

Frühere Beiträge unserer Serie „Akustik kompakt“ können Sie auf unserer Website unter der Rubrik „Akustik“ nachlesen.



[www.trockenbau-akustik.de](http://www.trockenbau-akustik.de)



[www.trockenbau-akustik.de](http://www.trockenbau-akustik.de)

**Archiv**

- ▶ Absorber
- ▶ Nachhallzeit
- ▶ Schalldämmung