

applica

3/2017

**Applica-Thema:
Akustik und
Schallschutz**

**Korrosionsschutz:
Beschichtung
eines Schiffes** Seite 22

**Grundbildung:
Lerndoku jetzt
online machen** Seite 32

Raumakustik bei tiefen Frequenzen

Text und Grafiken Markus Ringger
und Tom Herzog*

Faserabsorber sind das übliche Mittel, um die Nachhallzeit in Räumen zu vermindern. Sie müssen die richtige Dicke haben und im richtigen Abstand von der Decke oder Wand montiert sein. Die engen Raumverhältnisse lassen dies jedoch manchmal nicht zu. Dann braucht es andere Materialien wie Ständerwände, Gipskartonplatten, Plattenschwinger oder Verbundresonatoren.

Üblicherweise werden zur Reduktion der Nachhallzeit in Räumen Faserabsorber eingesetzt. Diese entziehen dem Raum Schallenergie, indem sich die Luftmoleküle, die durch die Schallwelle in Vorwärts- und Rückwärtsbewegung gesetzt werden, an den Fasern reiben. Je heftiger die Bewegung der Moleküle ist, desto grösser ist die Reibung und desto wirksamer ist der Faserabsorber.

Vor einer starren Decke oder Wand tritt aber eine sogenannte stehende Welle auf, ähnlich einer schwingenden Saite: An der Decke ist die Bewegung Null, da die Moleküle durch die Decke selbst in der Bewegung behindert sind. Aber $\frac{1}{4}$ Wellenlänge von der Decke entfernt ist die Bewegung maximal. Ein Faserabsorber beginnt deshalb erst richtig zu

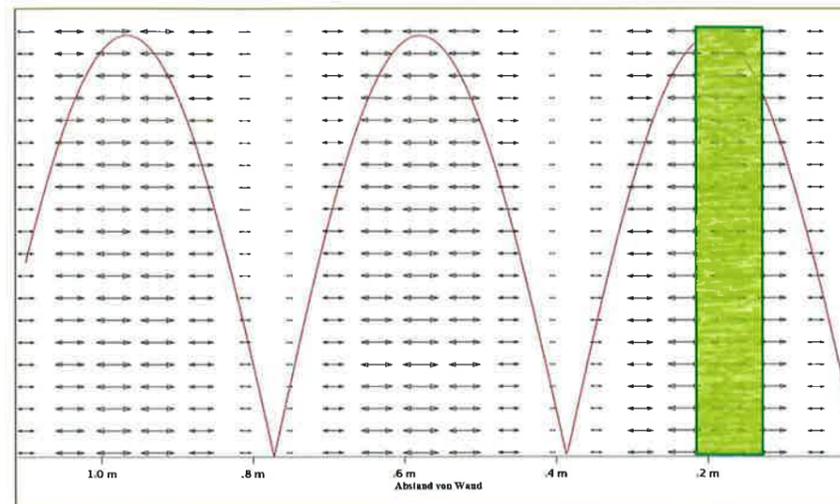
wirken, wenn seine Dicke mindestens $\frac{1}{4}$ Wellenlänge entspricht. Ein Beispiel: Die Wellenlänge eines 440-Hz-Tones, was dem Ton a^1 entspricht, beträgt $(340 \text{ m/s}) / (440 \text{ Hz}) = 77 \text{ cm}$. $\frac{1}{4}$ davon sind 19 cm. Damit muss ein Faserabsorber mindestens 19 cm dick sein, um ab dieser Frequenz wirken zu können, wobei es in der Praxis genügt, wenn der Faserabsorber von einigen cm Dicke $\frac{1}{4}$ Wellenlänge von der Decke weg montiert ist. Er muss nicht den ganzen Hohlraum dahinter ausfüllen.

Fehlender Platz

In den meisten Fällen ist aber eine Wirkung schon ab 100 Hz (dem Brummen eines Transformators) oder sogar 50 Hz erwünscht, also etwa 2 oder 3 Oktaven tiefer als im obigen Beispiel. Dies bedeutet, dass der Abstand des Faserabsorbers mindestens 76 cm oder sogar 1,5 m betragen müsste. Mit abgehäng-

* Senior Projektleiter und Projektleiter Bauphysik/Akustik bei der Gruner AG Basel

Bewegung der Moleküle (Pfeile) einer von links einfallenden Schallwelle mit 440 Hz vor einer Wand (rechts). Zur Verdeutlichung ist noch die Kurve mit der Stärke der Bewegung überlagert. Die beste Absorption erhält man dort, wo die Bewegung am stärksten ist, was $\frac{1}{4}$ Wellenlänge von der Wand entfernt ist, in diesem Fall bei 19 cm (grüner Bereich).



ten Decken wäre das noch möglich, aber sonst ist der Platz für solche Massnahmen schlicht nicht vorhanden. Man mag einwenden, dass eine Dämpfung des Schalls bei diesen tiefen Frequenzen nicht so wichtig sei. Leider kommt ein anderer Effekt hinzu: stehende Wellen, ähnlich einer Orgelpfeife. Sie entstehen im Raum zwischen parallelen Wänden, und zwar bei den Frequenzen, für die ein ganzzahliges Vielfaches ihrer halben Wellenlänge genau dem Abstand der Wände entspricht. Diese stehenden Wellen sind sehr dominant und störend.

Für einen Raum mit beispielsweise einer Breite von 3,4 m ergeben sich stehende Wellen bei 50 Hz, 100 Hz, 150 Hz usw. Wir betrachten hier der Einfachheit halber nur stehende Wellen in einer Richtung. In Wirklichkeit gibt es stehende Wellen in allen drei Raumrichtungen und Kombinationen von Raumrichtungen, jede mit ihrer eigenen Frequenz.

Der Badezimmertest

Jeder kann solche stehenden Wellen in seinem Badezimmer finden, indem er so tief wie möglich beginnend einen langsam ansteigenden Ton singt. Er wird bemerken, dass es bei einigen Tonhöhen im Raum besonders laut wird; dann werden stehende Wellen im Raum erzeugt. Verheerend können solche stehenden Wellen sein, wenn deren Frequenz zufällig mit der Frequenz eines Störgeräusches, zum Beispiel eines Blockheizkraftwerkes, zusammenfällt.

Was kann man gegen solche stehenden Wellen tun? Sehr weit von der Wand entfernte Absorber wären eine Lösung, aber wie erwähnt, reicht der Platz üblicherweise nicht aus. Eine andere Lösung sind besondere Materialien, die vom Schall des Raumes zum Schwin-

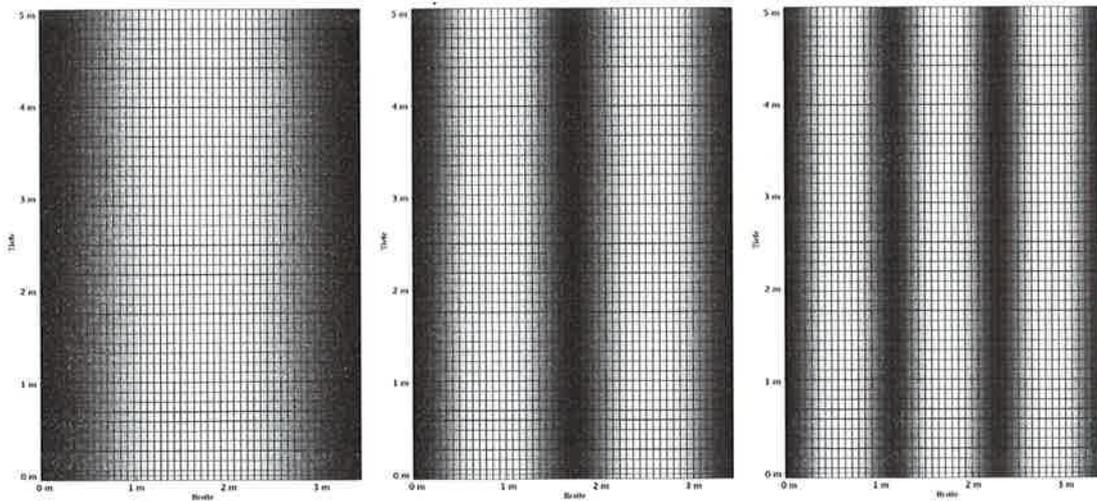


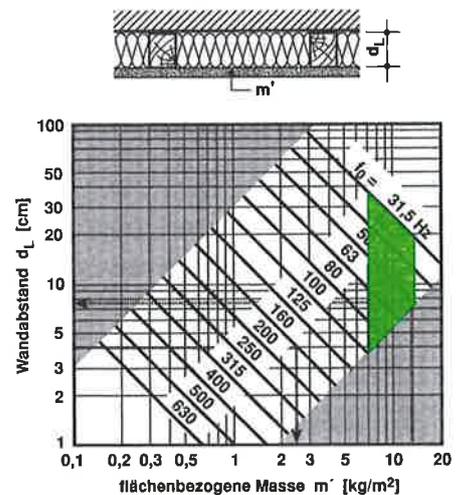
Bild der ersten drei stehenden Wellen in der Breite für einen Raum der Grösse 5 x 3,4 m². Die Frequenzen sind 50 Hz, 100 Hz und 150 Hz.

gen angeregt werden und so dem Raum Schallenergie entziehen. Dazu gehören Plattenschwinger (4 bis 8 mm dicke Sperrholzplatten mit dahinterliegendem Hohlraum, die leicht zum Schwingen angeregt werden und so dem Raum Energie entziehen) oder Verbundplatten-Resonatoren (1 mm Stahlplatten mit dahinterliegender Faserabsorberauflage, die ebenfalls dem Raum Energie entziehen).

Gipskarton-Wände geeignet

Vergessen sollte man keinesfalls gewöhnliche Gipskarton-Ständerwände. Auch diese können zum Schwingen angeregt werden und so dem Raum Energie entziehen. Im Gegensatz zum Schall-

schutz gilt dabei: Je leichter, desto besser; je einfacher sie zum Schwingen angeregt werden, desto grösser ist ihre Wirksamkeit. Wo es aus Gründen des Schallschutzes möglich ist, sollte man die Beplankung so leicht wie möglich wählen. Ebenfalls wichtig ist, dass der Absorber in der Wand die Beplankung nicht berührt, damit er frei schwingen kann. Mit Ständerwänden kann eine Absorption bei tiefen Frequenzen je nach Plattenmasse, Wandaufbau und Wanddicke von bis zu 30 Prozent erreicht werden. Das heisst, 30 Prozent der Schallenergie, die auf eine Wand trifft, wird vernichtet. Ein Spezialist muss die genaue Auslegung der Wand bestimmen.



Resonanzfrequenz von Plattenschwingern fo in Abhängigkeit von Wandabstand d_L und flächenbezogene Masse m' der Platten für Plattenschwinger. Grün eingezeichnet ist der für Gipskartonplatten relevante Bereich. (Quelle: W. Fasold und E. Veres, Schallschutz und Raumakustik in der Praxis, Verlag für Bauwesen, Berlin, 1998)

Frequenzspitzen stehender Wellen in einem Raum der Dimension 2,36 x 4,08 x 2,46 m³.

