

B M

Innenausbau / Möbel / Bauelemente

06/18

Schiebe- und Trennwandsysteme – ab Seite 14

Gekonnt geplant und umgesetzt

/ Fenster- und Türenfertigung – ab Seite 68
Maßgeschneiderte Konzepte

/ Montagetechnik – ab Seite 98
Marktübersicht Akku-Bohrhämmer

/ EDV-Magazin – ab Seite 110
Digitalisierung mit Augenmaß



Foto: kleinfotowerkstatt.de

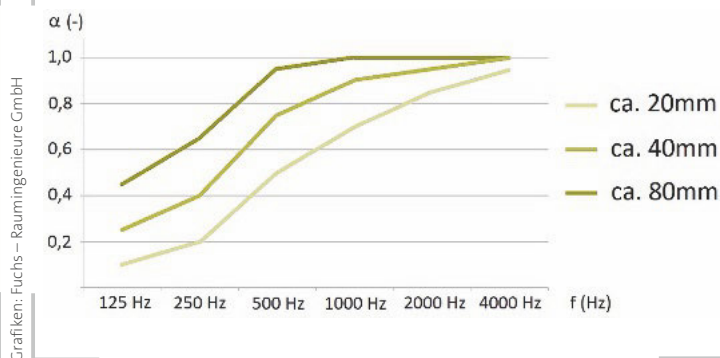
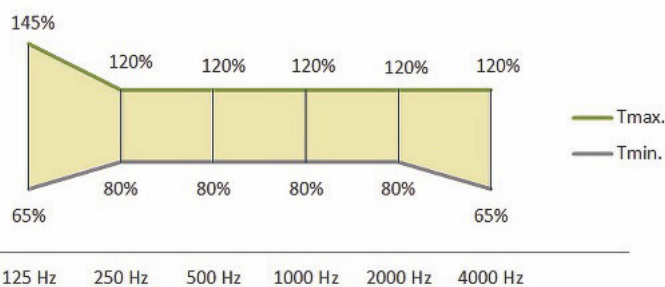
/ Michael Fuchs (l.) von Fuchs – Raumingenieure GmbH und Simon Holzer, Schreinerei Holzer, diskutieren anhand einer Materialcollage die Entwicklung eines leistungsstarken Schallabsorbers.

BM-Serie: Raumakustik – neue Märkte für das Handwerk, Teil 2

Das Produkt für gute Raumakustik

Räume dienen ihren Nutzern als Werkzeug – genauso wie ein Instrument einem Musiker. Nur ein gestimmtes Instrument schafft wahren Hörgenuss und verhilft seinem Spieler zu guten Leistungen. Auch ein Raum lässt sich stimmen. Dies erfolgt in aller Regel durch Schallabsorber. Welche Möglichkeiten bestehen und worauf zu achten ist, wird in dieser Folge detailliert beschrieben und dargestellt. MICHAEL FUCHS

Toleranzbereich DIN 18041:2016



Die Empfehlungen zur frequenzabhängigen Nachhallzeit (Quelle: DIN 18041:2016) lassen einen Rückschluss auf die Anforderungen eines Absorbers zu.

Schallabsorption eines porösen Absorbers in Abhängigkeit von seiner Dicke: Je dicker ein Absorber, desto höher ist seine Schallabsorption bei tiefen Frequenzen.

In der ersten Ausgabe der dreiteiligen BM-Akustikserie wurden die Grundbegriffe der Raumakustik und deren wichtigste Stellgrößen erörtert. Besonders die Nachhallzeit wurde als hervorragendes Werkzeug zur Beurteilung der Hörsamkeit eines Raumes dargestellt. Ohne raumakustische Planung weisen viele Räume zu lange Nachhallzeiten auf, die es zu verkürzen gilt. Besonders geeignet sind hierfür sogenannte Schallabsorber. Wann ist ein Absorber für einen Anwendungsfall geeignet, welche Materialien können eingesetzt und wie kann die Leistungsfähigkeit eines Absorbers beurteilt werden? Mit all diesen Fragen beschäftigt sich Teil 2 der dreiteiligen BM-Akustikserie und gibt Interessierten die notwendigen Werkzeuge an die Hand.

Relevanter Frequenzbereich

Wie in Teil 1 in BM 04/18 erläutert umfasst der raumakustisch relevante Frequenzbereich sechs Oktavfrequenzen von 125 bis 4000 Hz. Welchen Frequenzbereich ein Absorber idealerweise absorbiert, ist stark von Objekt und Einsatzzweck abhängig. Um einen Absorber universell einsetzen zu können, ist ein breites Absorptionsspektrum empfehlenswert. Dies bringt jedoch seine Tücken mit sich, denn gerade bei tiefen Frequenzen steigen die Anforderungen an Material, Aufbau und Ausführung zunehmend.

Hilfestellung geben aktuelle Normen, z. B. die Norm für die Bewertung der Schallabsorption DIN EN ISO 11654:1997 (Ermittlung des bewerteten Schallabsorptionsgrads α_w) bzw. die Norm für die Planung zur Hörsamkeit von Räumen DIN 18041:2016 (Empfehlungen zu

Nachhallzeiten von Räumen). Beide Normen gewähren bei tiefen Frequenzen (125 Hz,) aber auch bei hohen Frequenzen einen entsprechend großzügigeren Toleranzbereich. Dieser kann auf das Leistungsspektrum eines breitbandigen Absorbers übertragen werden. Bei üblichen Räumlichkeiten aus dem Objekt ausbau (z. B. Büros, Aufenthalts- und Besprechungsräume) sollten im Frequenzbereich zwischen 250 und 2000 Hz möglichst hohe Schallabsorptionsgrade erzielt werden. Unter- und oberhalb sind (in einem gewissen Maße) entsprechende Abweichungen tolerierbar.

Hochfrequente Absorber

Die Schallabsorption von hohen Frequenzen ist technisch deutlich leichter zu realisieren als von mittleren oder gar tiefen Frequenzen. Viele dünne, meist fasrige oder poröse Materialien eignen sich hierfür ganz besonders. Beispiele sind z. B. Textilbezüge, dünne Teppiche, Polstermöbel, leichte Vorhänge und die Kleidung von Personen. Diese Materialien sind oftmals auch ohne raumakustische Planung in vielen Räumen vorhanden.

Poröser Absorber

Der am häufigsten eingesetzte Absorber im Ausbaubereich ist der poröse Absorber. Poröse Absorber sind bei Herstellern sehr beliebt, besonders da ein großer Materialmix zur Verfügung steht. Geeignete Materialien sind u. a. Schaumstoffe, Vliese, Mineralwolle, Perlite, Textilien, aber auch natürliche Baustoffe wie Holzfasern, Jute, Hanf oder Schafwolle. Ein weiterer Vorteil eines porösen Absorbers ist die Eignung für eine breitbandige Schallab-

sorption. Welcher Frequenzbereich tatsächlich abgedeckt wird, ist von mehreren Faktoren wie z. B. dem Strömungswiderstand und maßgeblich von der Dicke des Absorbers abhängig. Absorber mit ca. 10 mm Dicke eignen sich für die Absorption von hohen Frequenzen ab ca. 2000 Hz. Absorber mit einer Dicke von ca. 30 bis 40 mm absorbieren neben hohen Frequenzen auch mittlere Frequenzen (im Bereich von 500 Hz). Um auch tiefe Frequenzen bis 125 Hz weitgehend zu absorbieren, ist ein rein poröser Absorber 100 mm und dicker auszuführen.

Absorber für tiefe Frequenzen

Sollen speziell tiefe Frequenzen absorbiert werden, so kommen in der Regel spezielle Absorber zum Einsatz. Dies sind z. B. Helmholtz-Resonatoren, Plattenschwinger oder auch mikroperforierte Absorber. Diese Absorber werden auf einen gezielten Frequenzbereich, also sehr schmalbandig ausgelegt. Der Nachteil dieser Absorber liegt in der Komplexität der Ausführung. Alle Materialien, Abmessungen, Haltepunkte wie auch die Position im Raum ist im Vorfeld sehr genau zu bestimmen. Aus diesem Grund erfolgt ihr Einsatz meist nur in Räumlichkeiten mit besonders hoher Anforderung an die Raumakustik, z. B. im Tonstudio, Aufnahmezimmer oder Theatersaal.

Tieffrequente Absorber – immer notwendig?

Wie zuvor dargestellt ist die Raumakustik bei tiefen Frequenzen entsprechend komplex. Somit stellt sich die Frage, ob bei allen Räumlichkeiten die Notwendigkeit der tieffrequenten Optimierung gegeben ist. Dies ist stark von



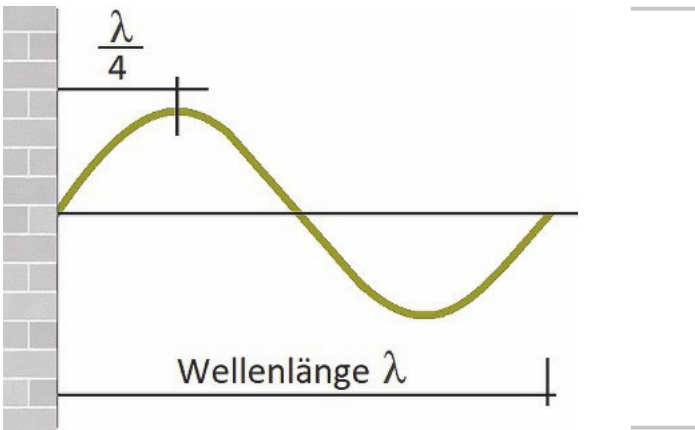
Foto: kleinfotowerkstatt.de

/ Poröse Absorber können aus einer Vielzahl an Materialien, wie Wolle, Schäume, Vliese, aber auch Holzfasern, Hanf und Jute hergestellt werden.



Quelle: www.dekaBel.de

/ Ein Lochplattenschwinger wird mit mehreren porösen Absorbieren kombiniert und erreicht dadurch eine sehr breitbandige Absorption (Quelle: www.dekaBel.de).



Grafik: Fuchs – Raumingenieure GmbH

/ Poröse Absorber direkt an einer Wand montiert: Die Leistungsfähigkeit ist am höchsten, wenn die Dicke des Absorbers ein Viertel der Wellenlänge beträgt.

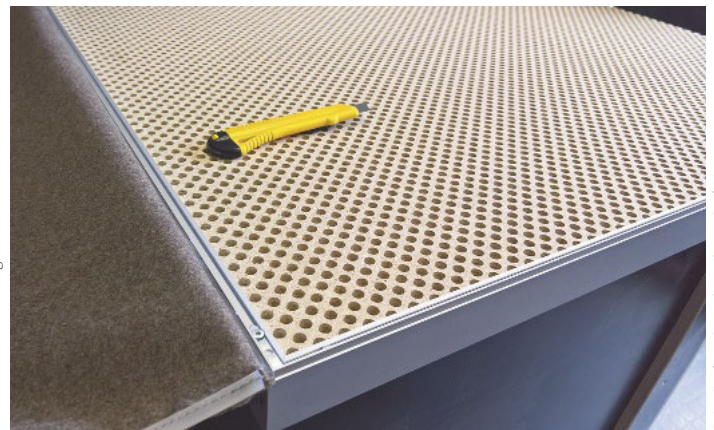


Foto: Fuchs – Raumingenieure GmbH

/ Besonders mit Holzwerkstoffen lassen sich hochwirksame Schallabsorber konzipieren – wichtig hierbei: ein entsprechend großer, offener Querschnitt zum Schalleintritt.

den Räumen und besonders von ihrer Bauart abhängig. Besteht ein Raum hauptsächlich aus massiven, einschalig ausgeführten Böden, Wand- und Deckenflächen, so kann davon ausgegangen werden, dass sich keine tief-frequent wirksamen Absorber im Raum befinden und in diesem Bereich entsprechend hohe Nachhallzeiten zu erwarten sind. Werden diese Bauteile bzw. Teile davon zweischalig ausgeführt (Leicht- und Trockenbau, Vorsatzschalen, Doppel- oder Hohlraumböden, Isolierverglasungen) verhalten sich diese wie ein Plattenschwinger. Die Resonanzfrequenz des Bauteils absorbiert den eintreffenden Schall. Bei Schalenabständen von ca. 50 bis 200 mm geschieht dies vor allem im tiefen Frequenzbereich zwischen ca. 50 und 250 Hz.

Kombination von Absorbieren

Um einen möglichst breitbandigen Absorber zu kreieren, ist es oftmals zielführend, verschiedene Absorber miteinander zu kombinieren, z. B. einen Lochplattenschwinger mit einem porö-

sen Absorber. Damit lassen sich die Vorteile verschiedener Absorber kombinieren und mit einem möglichst dünnen Aufbau ein maximal breites Frequenzspektrum absorbieren.

Die Position ist ausschlaggebend

Poröse Absorber sind besonders leistungsfähig, wenn sie in einem Schallschnelle-Maximum platziert werden. Örtlich beschrieben befinden sich Schallschnelle-Maxima eine viertel Wellenlänge von der Begrenzungsfläche (z. B. einer Wand) entfernt. Der genaue Abstand ist somit stark von der Wellenlänge und somit direkt von der jeweiligen Frequenz abhängig. Je tiefer die Frequenz, desto weiter entfernt liegt das Schallschnelle-Maximum:

- 2500 Hz Wellenlänge = ca. 137 mm Abstand Schallschnelle-Maximum ($\lambda/4$) = ca. 34 mm
- 250 Hz Wellenlänge = ca. 1374 mm Abstand Schallschnelle-Maximum ($\lambda/4$) = ca. 343 mm

Prinzip Vorsatzschale

Bei abgehängten Decken oder absorbierenden

Vorsatzschalen wird dies genutzt, indem ein relativ dünner, poröser Absorber in den Bereich des gewünschten Schallschnelle-Maximums platziert wird. So können auch mit relativ dünnen Materialien entsprechend tiefe Frequenzen absorbiert werden.

Nachweis der Schallabsorption

Die Basis einer aussagekräftigen raumakustischen Planung ist der genaue Nachweis der frequenzabhängigen Schallabsorption aller eingesetzten Produkte. Typische Oberflächen und Materialien können den Absorptionstabellen der DIN 18041:2016 entnommen werden. Ein Schallabsorber benötigt jedoch einen mittels Prüfung ermittelten Nachweis aus einem unabhängigen und zugelassenen Institut. Eine solche Messung wird in einem Hallraum durchgeführt. Ein geeigneter Hallraum verfügt über ein Volumen von ca. 150 bis 400 m³. Wie der Name bereits vermuten lässt, verfügt ein solcher Raum über sehr lange Nachhallzeiten (teilweise über 10 s). Neben der langen



Foto: leitex-system.de

/ Prüfaufbau in einem Hallraum: Ermittlung der Schallabsorption eines flächigen Absorbers – hier 12 m² eines Absorbers mit Textiloberfläche. (Quelle: leitex-system.de)

Nachhallzeit wird im Prüflabor darauf geachtet, dass ein diffuses Schallfeld herrscht – so kann die ermittelte schallabsorbierende Wirkung eines Absorbers direkt auf einen Raum übertragen werden.

Zusammenfassung

Ein aussagekräftiger Nachweis für einen Schallabsorber erfolgt über ein unabhängiges Prüfzeugnis nach den Richtlinien der DIN EN ISO 354:2009 und einer Bewertung nach den Richtlinien der DIN EN ISO 11654:1997. Die wichtigsten Kenngrößen für den Absorber sind:

Bei flächigen Absorbern:

- Der praktische Schallabsorptionsgrad α_p für die sechs Oktavfrequenzen von 125 bis 4000 Hz
- Der bewertete Schallabsorptionsgrad α_w als Einzahlwert (+ evtl. Klassen und Indikatoren)

Bei Absorbern als Objekt:

- Die äquivalente Schallabsorptionsfläche eines einzelnen Absorber-Objektes A_{obj} (m²) wiederum für sechs Oktavfrequenzen von 125 bis 4000 Hz

Das erwartet Sie in BM 09/18

Raumakustik – Planung und Umsetzung: Rechnerische Ermittlung notwendiger Absorberflächen. Tipps und Hinweise für die richtige Anwendung und Platzierung. ■

Der Autor

Michael Fuchs ist Schreiner, Dipl.-Ing. (FH), M.BP., Bauphysiker und Geschäftsführer der Fuchs Raumingenieure GmbH mit Spezialisierung auf bauphysikalische Herausforderungen im Bereich des Ausbaus sowie der Objekt- und Büroeinrichtung. www.raumingenieur.de



- **Schallschnelle:** Die Schallschnelle (m/s) ist die Wechselgeschwindigkeit, mit welcher Luftteilchen um ihre Ruhelage schwingen (nicht zu verwechseln mit der Schallgeschwindigkeit).
- **Diffuses Schallfeld:** Schall breitet sich frei und ungehindert in alle Richtungen aus.
- **DIN 18041:2016:** DIN-Norm für die Raumakustik: „Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung“
- **DIN EN ISO 11654:1997:** DIN-Norm für die Bewertung der Schallabsorption: „Akustik – Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden – Bewertung der Schallabsorption“
- **DIN EN ISO 354:2013:** DIN-Norm für den prüftechnischen Nachweis der Schallabsorption: „Akustik – Messung der Schallabsorption in Hallräumen“
- α_w : Bewerteter Schallabsorptionsgrad (Einzahlwert zur Angabe der Schallabsorption)
- α_p : Praktischer Schallabsorptionsgrad (Schallabsorptionsgrad für insg. sechs Oktavfrequenzen)
- **Flächiger Absorber:**

Ein Absorber, welcher eine Bauteiloberfläche bildet bzw. in eine Fläche (ohne Versatz) integriert ist z. B. eine geschlossene Akustikdecke, ein Absorber flächenbündig in einer Trennwand etc.

Die absorbierende Eigenschaft wird durch den Schallabsorptionsgrad α ausgedrückt. Sind die Fläche (S) sowie der Schallabsorptionsgrad (α) bekannt, so kann hieraus die äquivalente Schallabsorptionsfläche ($A_{eq} = \alpha \times S$) in m² berechnet werden.

- **Absorber als Objekt:** Ein Absorber, welcher z. B. frei in einem Raum platziert wird, bzw. ein Absorber welcher, sich von einer Begrenzungsfläche (z.B. durch einen Versatz) geometrisch abhebt. z. B.: ein Deckensegel, ein frei stehender Absorber, ein Akustikmöbel, etc.

Hier wird neben der schallabsorbierenden Sichtfläche auch der Einfluss durch z. B. Kanten oder weitere geometrische Einflüsse berücksichtigt. Ausgedrückt wird dies durch die äquivalente Schallabsorptionsfläche A_{obj} in m².