

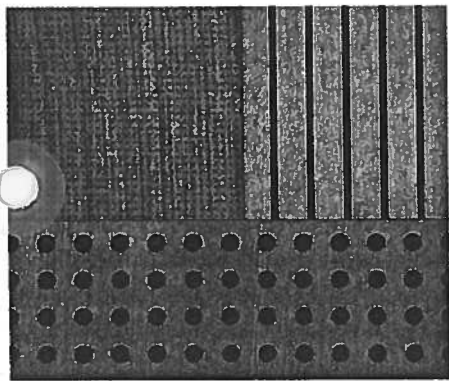
Von Beat Kühn und Rudolf Blickle, Institut für Lärm-schutz Kühn & Blickle, CH-63 14 Unterägeri

# Löcher und Schlitzze kontra Schall

Die in Neubauten angetroffene Innenausstattung hat in den letzten Jahren einen starken Wandel durchgemacht. Während früher Teppichböden, schwere Vorhänge, gut gepolsterte Möbel, offene Bücherregale etc. die Regel waren, findet man heute im Wohnungs- und Bürobau eher spärlich möblierte Räume mit harten bzw. schallreflektierenden Oberflächen (z.B. Glasvitrinen als Bücherregale, Parkettböden usw.). Dies führt nicht selten zu hallig wirkenden Räumen, in denen sich die Bewohner oft unbehaglich fühlen.

Der vorliegende Beitrag befaßt sich mit allen wesentlichen Punkten, die bei der Gestaltung raumakustisch angenehmer Räume zu beachten sind. Nach einer kurzen Darstellung einiger theoretischer Zusammenhänge folgen praktische Aus-

führungshinweise, wobei auch schallabsorbierende Konstruktionen und konfektionierte Verkleidungsplatten aus Holzwerkstoffen vorgestellt werden, die sich im Innenausbau bewährt haben.



Der Beitrag beschränkt sich auf normale Aufenthaltsräume wie Wohnräume, Büros, Besprechungszimmer und dergleichen, die ein Volumen zwischen 20 und 100 m<sup>3</sup> haben. Säle für Vorträge, Konzerte etc. mit größerem Rauminhalt werden hier nicht behandelt.

## Raumakustische Grundlagen und Anforderungen an Aufenthaltsräume

Um eine störende Halligkeit und andererseits eine Überdämpfung zu verhindern, sind Räume, die für den längeren Aufenthalt von Personen bestimmt sind, mit einem bestimmten Maß an Raumabsorption auszustatten. Ziel der raumakustischen Maßnahmen ist es, eine gute Hörsamkeit bzw. Sprachverständlichkeit zu

schaffen und den allgemeinen Geräuschpegel nieder zu halten.

Eine objektive Größe, mit welcher sich die raumakustischen Eigenschaften bezüglich der Raumbedämpfung bzw. Schallabsorption ausreichend gut erfassen lassen, stellt die relativ einfach meßbare Nachhallzeit dar, die als „T60“-Zeit bezeichnet wird. Sie ist die Zeit in Sekunden, welche der Schall benötigt, um sich von der ursprünglichen Energiedichte 1 auf 1/1 000 000 abzubauen. Sie ist mit der Schallabsorption A des betrachteten Raums über die Sabine'sche Nachhallzeitformel verknüpft:

$$T60 = 0,163 \cdot V / \Sigma A \text{ [s]}$$

Dabei bedeuten:

V: Raumvolumen in m<sup>3</sup>

ΣA: äquivalente Schallabsorptionsfläche in m<sup>2</sup>

= α<sub>1</sub> · S<sub>1</sub> + α<sub>2</sub> · S<sub>2</sub> + ... + α<sub>n</sub> · S<sub>n</sub>

α<sub>n</sub>: Schallabsorptionsgrad der n-ten Fläche

S<sub>n</sub>: Größe der n-ten Fläche in m<sup>2</sup>

## Raumakustische Auslegung von Aufenthaltsräumen

Geplant ist ein Wohnraum mit einem Volumen von 80 m<sup>3</sup>. Die Umfassungswände bestehen aus verputztem Mauerwerk. Die Decke besteht aus einer geschlossenen Holzverkleidung mit einem dahinter angeordneten Hohlraum. Die Ausstattung besteht aus zwei Teppichen mit je 10 m<sup>2</sup> Fläche. Auch Tische und Stühle stehen in diesem Raum, doch werden deren Schallabsorption vernachlässigt. Es interessiert nun die zu erwartende Nachhallzeit:

(siehe Tabelle 1 unten)

Mit Nachhallzeiten zwischen 1,3 und 2,2 Sekunden ergibt sich somit ein halliger Raum mit einer unangenehmen Atmosphäre. Die Anforderungen an die Nachhallzeit werden beileibe nicht erreicht (T60 = 0,4-0,6 s).

Frequenz f (in Hz)	250	500	1000	2000
Mauerwerk S = 40 m <sup>2</sup>				
α	0,02	0,03	0,03	0,04
A (in m <sup>2</sup> )	0,8	1,2	1,2	1,6
Holzverkleidung S = 32 m <sup>2</sup>				
α	0,20	0,08	0,06	0,06
A (in m <sup>2</sup> )	6,4	2,6	1,9	1,9
Teppiche S = 20 m <sup>2</sup>				
α	0,05	0,10	0,20	0,32
A (in m <sup>2</sup> )	1,0	2,0	4,0	6,4
ΣA (in m <sup>2</sup> )	8,2	5,8	7,1	9,9
Daraus errechnet sich die Nachhallzeit T60 (in s)	1,6	2,2	1,8	1,3

Tabelle 1: Die Nachhallzeiten des Wohnraums mit einer geschlossenen Deckenverkleidung sind zu lang

Die Berechnung der Nachhallzeit erfolgt dabei in Oktav- oder Terzbandschritten im für die Sprache wichtigen Frequenzbereich von 250 Hz bis 2000 Hz. Will man nun in einem geplanten Raum eine angenehme raumakustische Atmosphäre schaffen, muß dessen Raumbofläche ausreichend schallabsorbierend gestaltet bzw. verkleidet werden, so daß die daraus resultierende Nachhallzeit (T60) im Bereich von 0,4 bis 0,6 Sekunden liegt. Dieser Wertebereich ist empirisch und wird von der Mehrheit der Personen als gut empfunden.

Zur Erhöhung der Schallabsorption im Raum wird nun ein Teil der Holzverkleidung mit 15 - 18 mm breiten Schlitzze versehen. Die abermals durchgeführte Berechnung der Nachhallzeit ergibt nun:

Frequenz f (in Hz)	250	500	1000	2000
Mauerwerk S = 40 m <sup>2</sup>				
$\alpha$	0,02	0,03	0,03	0,04
A (in m <sup>2</sup> )	0,8	1,2	1,2	1,6
Holzverkleidung ohne Schlitz				
S = 12 m <sup>2</sup>				
$\alpha$	0,20	0,08	0,06	0,06
A (in m <sup>2</sup> )	2,4	1,0	0,7	0,7
Holzverkleidung mit Schlitz				
S = 20 m <sup>2</sup>				
$\alpha$	0,80	0,90	0,65	0,55
A (in m <sup>2</sup> )	16,0	18,0	13,0	11,0
Teppiche S = 20 m <sup>2</sup>				
$\alpha$	0,05	0,10	0,20	0,32
A (in m <sup>2</sup> )	1,0	2,0	4,0	6,4
$\Sigma A$ (in m <sup>2</sup> )	20,2	22,2	18,9	19,7
Daraus errechnet sich die Nachhallzeit T60 (in s)	0,6	0,6	0,7	0,7

Table 2: Durch Einbringen von Schlitz in der Deckenverkleidung werden optimale Nachhallzeiten erreicht

Durch die Einplanung der Schlitz in der Deckenholzverkleidung läßt sich die Nachhallzeit im Wohnraum sehr stark reduzieren. Der Raum wirkt nun gedämpft und weist eine gute Sprachverständlichkeit auf.

Die beiden durchgerechneten Beispiele bringen zum Ausdruck, daß sich unangenehme Überraschungen bezüglich der Nachhallzeit verhindern lassen, wenn die Räume im Planungsstadium rechnerisch überprüft werden. Die Durchführung der Berechnung ist relativ einfach und setzt im wesentlichen nur die Kenntnis der Schallabsorptionsgrade der verschiedenen Raumboflächen und Verkleidungen voraus. Anzumerken ist, daß der Schallabsorptionsgrad ( $\alpha$ ) mit Werte von 0,00 bis 1,00 definiert wird. Bei einem Wert von 0,00 wird der Schall vollkommen reflektiert; beim Wert 1,00 liegt eine 100 %ige Absorption (Schluckung) vor.

### Schallabsorbierende Decken- und Wandverkleidungen

Auf dem Markt sind einige konfektionierte Decken- und Wandverkleidungen aus Holz erhältlich, welche, bei richtiger Montage, die erforderliche Raumbedämpfung erbringen. Wichtig dabei ist, daß die einzelnen zu bedämpfenden Räume vorerst mittels der vom Materiallieferanten mitgeteilten Schallabsorptionsgrade – diese werden normalerweise in einem Hallraum gemäß der Norm DIN/EN 20354 meßtechnisch ermittelt – rechnerisch kontrolliert werden (siehe dazu den vorigen Abschnitt). Die Berechnung ergibt die erforderliche Decken- oder Wandfläche, welche schallabsorbierend auszubilden ist.

Im folgenden werden vier schallabsorbierende Verkleidungssysteme vorgestellt, von denen es sich bei drei um konfektionierte Produkte handelt:

#### Mikroperforierte Akustikplatten „Variantex Alpha“

Die „Variantex Alpha“-Platten der Firma Mäder AG, CH-4612 Wangen, bestehen bei diesem Verkleidungssystem im wesentlichen aus einer Trägerplatte aus Leichtspanplatten mit aufgeklebtem Furnier. Die Platte hat unzählige, viele kleine

Löcher – ist microfein perforiert. Der Lochdurchmesser beträgt 1 mm, der Achsabstand der Löcher 3 mm. Die Akustikplatte ist 19 mm dick und wiegt 13 kg/m<sup>2</sup>. Zur Erreichung einer breitbandigen Schallabsorption ist die Platte mit einem 30-50 mm dicken Luftzwischenraum vor die Decke oder Wand zu montieren. Die im Hallraum ermittelten Schallabsorptionsgrade bei verschiedenen Luftzwischenräumen LZR ergeben sich zu:

Frequenz f (in Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Schallabsorptionsgrad						
LZR: 0 mm $\alpha_s$	0,05	0,19	0,53	0,72	0,70	0,79
LZR: 30 mm $\alpha_s$	0,33	0,55	0,57	0,58	0,69	0,73
LZR: 200 mm $\alpha_s$	0,35	0,59	0,55	0,65	0,81	0,76

Table 3: Schallabsorptionsgrade der mikroperforierten Akustikplatte „Variantex Alpha“

Die Berechnung, die für den Frequenzbereich f = 250 Hz bis 2000 Hz vorgenommen wurde, ergibt, daß die Anforderungen bezüglich der Nachhallzeit ohne weiteres erfüllt werden können. Dabei wurde ein Luftzwischenraum von 30-50 mm angenommen.

Frequenz f (in Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Schallabsorptionsgrad						
Schlitzung vorne jede 2. Röhre, hinten jede 4. Röhre; LZR: 75 mm mit 50 mm MW versehen $\alpha_s$	0,26	0,75	0,45	0,36	0,62	0,59
Schlitzung vorne jede 2. Röhre, hinten jede 4. Röhre; LZR: 275 mm mit 30 mm MW versehen $\alpha_s$	0,50	0,53	0,36	0,39	0,65	0,65

Table 4: Schallabsorptionsgrade von Deweton-Platten in Abhängigkeit des Wandabstandes und der Dicke der Mineralwolle

#### Geschlitzte Röhrenspanplatten „Deweton“

Die Röhrenspanplatten sind rund 24 mm dick und in verschiedenen Ausführungen erhältlich, welche sich durch die Anzahl der Schlitz bzw. deren Achsabstände untereinander unterscheiden. Je nach Anordnung der Schlitz und der Dicke des vorgesehenen Luftzwischenraumes auf der Rückseite der Röhrenspanplatten ergeben sich etwas andere Schall-

absorptionsgrade. Diese lassen sich in einem weiten Frequenzbereich praktisch beliebig einstellen, so daß die raumakustischen Anforderungen problemlos zu erfüllen sind.

In Tabelle 4 sind die Schallabsorptionsgrade von zwei gängigen geschlitzten Röhrenspanplatten zusammengefaßt.

#### Leichtspanplatten „Wilhelmi“

Dabei handelt es sich um ca. 18 mm dicke Leichtspanplatten mit geringem Strömungswiderstand. Die Platten weisen eine flächenbezogene Masse von 7 bis 8 kg/m<sup>2</sup> auf und sollten, zur Erreichung einer genügenden Schallabsorption im Tieftonbereich, über einen Luft- ▶

Fortsetzung von Seite 27

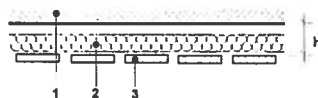
Frequenz f (in Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Schallabsorptionsgrad „Wilhelmi“-Leichtspanplatten mit LZR = 50 mm: $\alpha_s$	0,08	0,43	0,64	0,53	0,54	0,62
Schallabsorptionsgrad „Wilhelmi“-Leichtspanplatten mit LZR = 200 mm: $\alpha_s$	0,31	0,54	0,52	0,54	0,63	0,61

Tabelle 5: Schallabsorptionsgrade von Wilhelmi-Leichtspanplatten bei verschiedenen Wandabständen

zwischenraum von mindestens 50 mm vor der Wand oder Decke montiert werden. Gemäß Hallraummessungen ergeben sich für die „Wilhelmi“-Leichtspanplatten die folgenden Schallabsorptionsgrade: Aufgrund der obigen Zahlenwerte wird offensichtlich, welche Rolle ein genügend großer Luftabstand zwischen Wand/Decke und der schallabsorbierenden Verkleidung spielt. Grundsätzlich sollte der Abstand nie kleiner als 50 mm gewählt werden, um auch im Tieftonbereich eine ausreichende Schallschluckung zu erhalten.

## Verkleidung aus Holztafeln

Eine sehr wirksame schallabsorbierende Maßnahme im Innenausbau stellt die Wand- und Deckenverkleidung aus Holztafeln dar. Sie kann dabei mit oder



Schnitt durch schallabsorbierende Holztafelverkleidung

- 1: zu verkleidende Wand oder Decke
- 2: Hohlraum H = 50-60 mm dick, mit 30-40 mm dicken Mineralwolleplatten (Dichte: 30-50 kg/m³) versehen, Glasfaservlies als Rieselschutz
- 3: Holztafel mit einer Dicke von 13-15 mm und einer Breite von 90-120 mm, Schlitze zwischen den Tafeln mit einer Breite von 15 - 18 mm

ohne Schlitze, zur Steuerung des Schallabsorptionsgrads, ausgeführt werden. Der grundsätzliche Aufbau einer Holztafelverkleidung ist im folgenden dargestellt.

Untersuchungen im Hallraum ergeben für die obige Verkleidung den Schallabsorptionsgrad in Tabelle 6.

Tabelle 6 Schallabsorptionsgrade einer einfachen Verkleidung mit und ohne Schlitzung

Frequenz f (in Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Schallabsorptionsgrad Holztafelverkleidung mit offenen Schlitzen $\alpha_s$	0,25	0,95	0,80	0,65	0,45	0,35
Schallabsorptionsgrad Holztafelverkleidung mit verschlossenen Schlitzen $\alpha_s$	0,60	0,30	0,08	0,05	0,05	0,06

## Resümee

Wie der Betrag zeigt, ist es grundsätzlich möglich, mit entsprechenden Wand- und/oder Deckenverkleidungen die Schallabsorption zu verbessern. Dabei ist darauf zu achten, daß ein möglichst großer Abstand (mind. 30 bis 50 mm) zur Wand bzw. Decke empfohlen wird, um auch im Tieftonbereich wirksam zu sein. Bei allen Konstruktionen ist das Einbringen von Mineralfasermatten zu empfehlen; bei offenen Konstruktionen (beispielsweise Tafeln mit Schlitzen) unabdingbar. Dem interessierten Leser empfehlen wir die BM-Broschüre „Bauphysik“, wo in den Lektionen 16 und 17 auf das Thema Schallabsorption weiter eingegangen wird und Rechenbeispiele die Materie vertiefen.

## Schallschutznachweis per Software

Eine neue Software zum Schallschutznachweis für Gebäude stellen der Fraunhofer IRB Verlag und die BMZ Software GmbH vor.

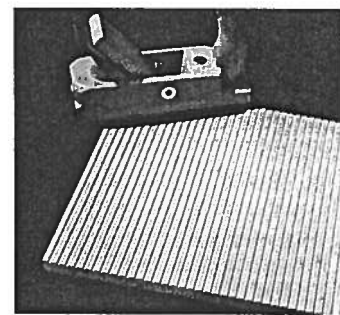
Die Software „Bauschall 99“ berücksichtigt alle Anforderungen und Grenzwerte der DIN 4109 und der maßgeblichen Teile der DIN 18005 (Außenlärm). Die Ergebnisse des Schallschutznachweises sowie eigene Ergänzungen können komplett am Drucker ausgegeben und so für Präsentationen verwendet werden. Die klare Oberflächengestaltung führt den Anwender durch die komplexe Aufgabe des Schallschutznachweises.

Mit „Bauschall 99“ kann der vollständige Schallschutznachweis nach DIN 4109, für alle Gebäudetypen beliebig einstellbar, geführt werden. Für Holzbauten kann alternativ der vereinfachte Schallschutznachweis erfolgen. Alle Arten der Schallübertragung (Luftschall, Trittschall, haustechnische Anlagen) werden berücksichtigt; die flankierenden Bauteile voll mit einbezogen. Auch zusätzliche Schallschutzanforderungen können individuell definiert und entsprechende Nachweise geführt werden.

Eine Demoversion ist im Internet unter [www.irb.fhg.de/bmz](http://www.irb.fhg.de/bmz) abrufbar. „Bauschall 99“ kann zum Preis von 916,- DM, eine Demo-CD-ROM kostenlos angefordert werden bei: Fraunhofer IRB Verlag, Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart, Tel. 07 11/ 970-26 25, Fax ~/970-25 08 ■

## Dekorativ

Mit witzigen, interessanten, nicht alltäglichen Mustern und Designs überrascht die Schnizer GmbH, 72531 Hohenstein, den Möbel- und Innenausbauer, der pfiffige Möbel, Laden- oder Innenausbauten konzipieren will. Gemeint sind 4 mm dicke MDF-Platten in so genannten „S-Design“. Diese Platten werden in insgesamt 14 Designs – vom einfachen, strengen Muster bis zu ausgefallenen Ausfräsungen – und in dem Format 2800 x 1030 mm angeboten. Die S-Design-Platten, die auch in beliebigen Fixmaßen und mit Rand lieferbar sind, eignen sich für peppige Decken- und Wandverkleidungen, für Heizkörperverkleidungen, Füllungen von Möbelfronten, Raumteiler und Paravents.



Ein dekoratives Element: Die einseitig geschlitzte „S-Dekor“-Platte

Die S-Dekor-Platte – eine einseitig geschlitzte MDF-Platte – rundet das Programm von Schnizer ab. Diese 19 mm dicke Platte hat eine Nutbild mit 3 mm breiten Nuten (1 mm tief) im Achsabstand von 10 oder 20 mm und eignet sich als dekoratives Element bei Möbelfronten, Paneele und Verkleidungen. Derzeit werden diese Elemente nur als rohe MDF-Platten geliefert, die dann deckend zu lackieren sind. Der Vertrieb erfolgt über den Fachhandel. ■

Strenge oder peppige Muster kennzeichnen die 4 mm dicken „S-Design“-Platten, die auch als Fixmaße geliefert werden

