



Ein angenommener Raum zur Vorausberechnung der äquivalenten Absorptionsfläche A und damit auch der zu erwartenden Nachhallzeit T .

AKUSTIK KOMPAKT (38)

Die äquivalente Absorptionsfläche A

Nachhallzeit | Die Berechnung der Nachhallzeit von geschlossenen Räumen hängt ganz wesentlich von der äquivalenten Absorptionsfläche A ab. Ihre rechnerische Abschätzung erläutert unser Akustik-Experte Prof. Dr. Veit in kompakter Form.

Die wichtigste Kenngröße zur Beschreibung der akustischen Eigenschaften von geschlossenen Räumen ist deren Nachhallzeit T [in s]. In früheren Beiträgen [1] [2][3] dieser Serie wurde darüber bereits berichtet. Neben dem Raumvolumen V [in m^3] hängt die Nachhallzeit nur noch von der äquivalenten Absorptionsfläche A [in m^2] ab:

$$T = 0,16 \cdot \frac{V}{A} \quad (1)$$

Je größer diese Fläche mit ihrer gedachten hundertprozentigen Schallabsorption ist, umso kürzer wird die Nachhallzeit.

In bereits existierenden Räumen oder Gebäuden wird die Nachhallzeit in aller Regel messtechnisch bestimmt. Anders dagegen verhält es sich mit Räumen, die sich noch im Entwurfsstadium beim Architekten befinden. Auch dann kann es bereits wünschenswert sein, die später zu erwartende Nachhallzeit über eine rechnerische Abschätzung der äquivalenten

Absorptionsflächen sämtlicher Raumbegrenzungen zu berechnen. In diesem Stadium besteht noch die Möglichkeit, durch geeignete bauliche Maßnahmen eine Korrektur in der einen oder anderen Richtung vorzunehmen.

Zum rechnerischen Ansatz: Ausgehend von der allgemein gültigen Formel für die äquivalente Absorptionsfläche A

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot S_i \quad (2)$$

worin S_i die i -te Raumbegrenzungsfläche, z. B. Wände, Decke, Fußboden, Tür, Fenster, und α_i den Schallabsorptionsgrad der dazugehörigen Begrenzungsfläche bedeuten, besteht die Aufgabe darin, zu den einzelnen Flächen die entsprechenden, frequenzabhängigen Absorptionsgrade zu finden und in die Gleichung (2) einzusetzen. Dafür gibt es umfangreiche Tabellen, in denen man für nahezu alle gängigen Baumaterialien die dazugehörigen α -Werte findet, und zwar für Frequenzen

zwischen 125 Hz und 4 kHz; im Allgemeinen in Oktavabständen, siehe **Tabelle 1**. Einige der hier aufgelisteten Werte sind auch in einer kleineren Tabelle zu finden, die bereits in einem früheren Beitrag [2] veröffentlicht wurde.

Wie die Tabelle 1 sehr deutlich zeigt, hat 10 mm Gipsputz auf einer massiven Wand so gut wie überhaupt keine schallabsorbierende Wirkung. Das Gleiche gilt im Übrigen auch für Kalkputz. Allein schon geeignete Tapeten oder gar Textilien (z. B. Vorhänge) davor bringen eine deutliche Verbesserung. Die allermeisten Baumaterialien zeigen ein mit wachsender Frequenz ansteigendes Schallschluckvermögen.

Ein – zumindest im Prinzip – umgekehrtes Verhalten zeigen dagegen Holz und Glas. Bei diesen Materialien wächst der Absorptionsgrad nach tiefen Frequenzen hin. Bringt man Holzpaneele in einem größeren Abstand vor einer (schall-)harten Wand an (in der Tabelle sind es z. B.

TABELLE 1: DER SCHALLABSORPTIONSGRAD α IN ABHÄNGIGKEIT VON DER FREQUENZ FÜR VERSCHIEDENE MATERIALIEN UND PERSONEN BZW. PUBLIKUM

Material/Frequenz (Hz)	125	250	500	1.000	2.000	4.000
Dünner Teppich (Auslegware) auf Beton	0,03	0,04	0,07	0,19	0,40	0,47
Dicker Veloursteppich (Auslegware)	0,04	0,07	0,12	0,44	0,40	0,64
Vorhangstoff, 300 g/m ²	0,06	0,10	0,38	0,63	0,70	0,73
Person sitzend auf einem Holzstuhl	0,15	0,30	0,44	0,45	0,46	0,46
Person sitzend auf weicher Bestuhlung	0,68	0,75	0,82	0,85	0,86	0,86
Dichtes Publikum (pro m ²)	0,60	0,74	0,88	0,96	0,93	0,85
Holzpaneele	0,12	0,04	0,06	0,03	0,07	0,01
Holzpaneele mit 8 cm Luft dahinter	0,30	0,25	0,20	0,17	0,15	0,10
Leichte Tür	0,25	0,20	0,15	0,10	0,08	0,07
GKP (Gipskartonplatte) 12,5 mm	0,08	0,11	0,05	0,03	0,02	0,03
GKP, gelocht (20 % Lochanteil)	0,18	0,68	0,90	0,86	0,56	0,43
GKP, 10 cm Dämmstoff dahinter	0,30	0,12	0,08	0,06	0,06	0,05
Gipsputz, 10 mm auf Massivwand	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Isolierglasfenster	0,20	0,15	0,10	0,05	0,03	0,02
15 mm PU-Schaum mit Alu-kaschiertem Textilgewebe	0,06	0,21	0,53	0,70	0,91	0,93

8 cm), so kommt dieses Frequenzverhalten sehr deutlich zum Vorschein.

Menschen im Raum sind eine beachtliche Absorptionsquelle

Bemerkenswert ist in dem Zusammenhang auch die Zunahme des Schallabsorptionsvermögens durch Personen, die sich in einem Raum befinden. In der Raumakustik, aber auch in der Bauakustik, wird dieser Tatsache nicht immer gebührend Beachtung geschenkt. Eine größere Anzahl von dicht nebeneinander stehenden oder sitzenden Personen kann die äquivalente Absorptionsfläche eines Raumes erheblich vergrößern. Dementsprechend verringert sich auch die Nachhallzeit. Bei der Planung und Konzipierung von Vortrags- und Konzertsälen wird das nicht selten außer Acht gelassen.

Hierzu ein praktisches Beispiel: Zur Durchrechnung eines praktischen Zah-

lenbeispiels sei ein Raum angenommen, wie er in der Abbildung 1 dargestellt ist. Es handelt sich dabei um ein normales Wohnzimmer mit einer leichten Holztür ($S_{\text{Tür}} = 2 \text{ m}^2$) und einem zweischaligen Isolierglasfenster ($S_{\text{Fenster}} = 2,25 \text{ m}^2$). Mit den in der Abbildung 1 angegebenen Abmessungen ergibt sich für den Raum ein Volumen von $V = 38 \text{ m}^3$. Nachfolgend die Beschaffenheit der einzelnen Raumbegrenzungen:

- › Die Flächen der beiden mit 10 mm Gipsputz versehenen massiven und ohne Unterbrechung durchgehenden Seitenwände betragen: $S_{\text{SW}} = 10 \text{ m}^2$.
- › Die Fläche der mit einer 10 mm Gipsputz versehenen massiven Frontwand beträgt abzüglich der Fensterfläche: $S_{\text{FW}} = 9,5 \text{ m}^2 - 2,25 \text{ m}^2 = 7,25 \text{ m}^2$.
- › Die Fläche der mit einer 10 mm Gipsputz versehenen massiven hinteren Wandfläche beträgt abzüglich der Türfläche: $S_{\text{HW}} = 9,5 \text{ m}^2 - 2,0 \text{ m}^2 = 7,5 \text{ m}^2$.

- › Die Decke mit einer Fläche von $S_{\text{D}} = 15,2 \text{ m}^2$ besteht aus einer abgehängten Gipskartondecke mit 10 cm Dämmstoff dahinter.
- › Der Fußboden letztlich mit einer Fläche von $S_{\text{F}} = 15,2 \text{ m}^2$, besteht aus einer Betondecke, die mit einem dicken Veloursteppich (Auslegware) belegt ist.

Für diese Raumbegrenzungs-Materialien kann man aus der Tabelle 1 die dazugehörigen α -Werte für die Frequenzen 125 Hz bis 4.000 Hz entnehmen, diese anschließend mit den oben angegebenen Teilflächen [in m²] ($S_{\text{Tür}}$, S_{Fenster} , $2 \times S_{\text{SW}}$, S_{FW} , S_{HW} , S_{D} und S_{F}) multiplizieren und auf diese Weise die dazugehörigen äquivalenten Teil-Absorptionsflächen A_i berechnen. Die Summe aller dieser Teilflächen A_i ergibt schließlich nach Gleichung (2) die gesamte Schallschluckfläche A für die jeweilige Frequenz.

Führt man alle diese Teilrechnungen im Einzelnen durch, was man natürlich auch einem Rechenprogramm überlassen kann, so erhält man das in der Tabelle 2 dargestellte Ergebnis. Die hier, für einen völlig leeren Raum ohne Vorhänge etc., errechneten Nachhallzeiten verringern sich sehr deutlich, sobald das Rauminnere gefüllt ist, z. B. mit Möbeln, Bücherregalen, Vorhängen und/oder Personen (sitzend, stehend). □

Literatur

- [1] Veit, I.: Die Nachhallzeit T". In: Trockenbau-Akustik 07/2006, S. 37
- [2] Veit, I.: Der Schallabsorptionsgrad α . In: Trockenbau-Akustik 02/2007, S. 34–35
- [3] Veit, I.: Die Nachhallzeiten RT60, RT30 und EDT. In: Trockenbau-Akustik 07/2009, S. 38–39

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. E-Mail: i.veits@gmx.net

www.trockenbau-akustik.de

- › Archiv
 - Schallabsorption
 - Nachhallzeit

TABELLE 2: ÄQUIVALENTE ABSORPTIONSFLÄCHE A UND NACHHALLZEIT T*

Frequenz (Hz):	125	250	500	1.000	2.000	4.000
Äquivalente Absorptionsfläche A [in m ²]:	6,81	4,32	4,61	9,30	8,96	12,41
Nachhallzeit T [in s]:	0,89	1,41	1,32	0,65	0,68	0,49

(bei einem Raumvolumen $V = 38 \text{ m}^3$) in Abhängigkeit von der Frequenz, als Resultat der vorausgegangenen Berechnung für einen gedachten Raum