

# A R C H

## Lösung 05

Bauakustik V: Raumakustik

Online: Fr 30.05.08

### Lösung zu Aufgabe 1

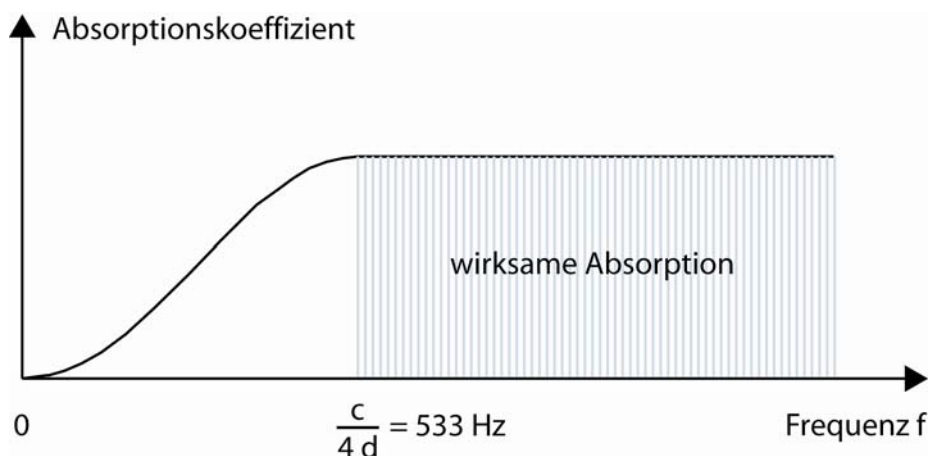
Eine wirksame Absorption findet gemäss Skript BTII S.132/133 in dem Frequenzbereich statt, in dem gilt:

$$0 < \frac{\lambda}{4} \leq d.$$

Setzt man  $\lambda = \frac{c}{f}$  ein, ergibt sich folgende Ungleichung für den Frequenzbereich der "wirksamen"

Absorption:  $\frac{c}{4d} \leq f < \infty$

Die Absorptionscharakteristik dieser Absorberplatte ist in der untenstehenden Figur aufgetragen.



Für die 16 cm dicke Mineralfaserplatte gilt  $\frac{c}{4d} = \frac{341 \text{ m/s}}{4 \cdot 0.16 \text{ m}} = 533 \text{ Hz}$ .

Der Frequenzbereich der wirksamen Absorption ist also bei  $f > 533 \text{ Hz}$ .

### Lösung zu Aufgabe 2

Objekt: Konzertsaal mit Raumvolumen  $3600 \text{ m}^3$  und 480 Plätzen.

Die äquivalente Schallabsorptionsfläche des Raumes wird anhand der Formel im Skript BTII S.121

berechnet:  $A = \sum_i S_i \cdot \alpha_i$  bzw.  $A_i = S_i \cdot \alpha_i$

Die Nachhallzeit wird mit der Formel von Sabine berechnet (BTII S.122):

$$T = 0.163 \cdot \frac{V}{A}$$

A = äquivalente Schallabsorptionsfläche

V = Raumvolumen

Materialien	S [m <sup>2</sup> ]	500 Hz		4000 Hz	
		$\alpha_i$ [-]	$A_i$ [m <sup>2</sup> ]	$\alpha_i$ [-]	$A_i$ [m <sup>2</sup> ]
Gipsdecke	600	0.1	60	0.1	60
Glatter Verputz (Wände)	220	0.02	4.4	0.04	8.8
Holzverkleidung (Wände)	200	0.2	40	0.2	40
Akustikplatten (Wände)	180	0.6	108	0.7	126
Harter Boden	300	0.04	12	0.1	30
Teppich	300	0.2	60	0.4	120
Vorhänge	60	0.3	18	0.6	36
$\sum A$ [m <sup>2</sup> ] ohne Stühle und ohne Publikum			302.4		420.8
<b>Saal unbesetzt</b>					
	Anzahl	$A_{\text{Stuhl}}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{\text{tot}}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{\text{Stuhl}}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{\text{tot}}$ [m <sup>2</sup> ]
Holzstühle	480	0.05	24	0.05	24
$\sum A_{\text{unbesetzt}}$ [m <sup>2</sup> ]			326.4		444.8
Nachhallzeit $T$ [s]		$T_{500,\text{unbesetzt}}$	1.80	$T_{4000,\text{unbesetzt}}$	1.32
<b>Saal besetzt</b>					
	Anzahl	$A_{\text{Stuhl}}$ [m <sup>2</sup> ]*	$A_{\text{tot}}$ [m <sup>2</sup> ]	$A_{\text{Stuhl}}$ [m <sup>2</sup> ]*	$A_{\text{tot}}$ [m <sup>2</sup> ]
Personen auf Holzstühlen	480	0.5	240	0.5	240
$\sum A_{\text{besetzt}}$ [m <sup>2</sup> ]			542.4		660.8
Nachhallzeit $T$ [s]		$T_{500,\text{besetzt}}$	1.08	$T_{4000,\text{besetzt}}$	0.89

Gemäss Figur 2.81 (BTII S.124) liegen die Nachhallzeiten von 1.80 s und 1.32 s für den unbesetzten Saal ausserhalb des Tolarenzbereiches der Sollwerte für Musikdarbietungen. Es besteht also die Gefahr, dass der Sollwert bei nicht gut besuchten Konzerten nicht erreicht wird. Um die Nachhallzeit herunterzusetzen braucht es im Saal mehr Absorptionsfläche. Dies ist mit einer Polsterbestuhlung ( $A = 0.25$  bei 500 Hz /  $0.30$  bei 4000 Hz) anstelle der Holzstühle ( $A = 0.05$ ) erreichbar.

**Lösung zu Aufgabe 3**

- a) Boden:  $432 \cdot 0.04 = 17.28 \text{ m}^2$   
Wand:  $500 \cdot 0.04 = 20.00 \text{ m}^2$   
Decke:  $432 \cdot 0.03 = 12.96 \text{ m}^2$   
Türen:  $16 \cdot 0.06 = 0.96 \text{ m}^2$

Äquivalente Schallabsorptionsfläche des leeren Raumes:  $51.20 \text{ m}^2$

- b) Die Nachhallzeit T nach Sabine berechnet sich wie folgt:

$$T = 0.163 \cdot \frac{V}{A}$$

A = äquivalente Schallabsorptionsfläche

V = Raumvolumen

Aufgelöst nach A ergibt sich folgende notwendige äquivalente Schallabsorptionsfläche:

$$A = 0.163 \cdot \frac{V}{T} = 0.163 \frac{\text{s}}{\text{m}} \cdot \frac{2592 \text{ m}^3}{1.1 \text{ s}} = 384.09 \text{ m}^2$$

- c) notwendige äquivalente Schallabsorptionsfläche:  $384.09 \text{ m}^2$   
äquivalente Schallabsorptionsfläche des leeren Raumes:  $51.20 \text{ m}^2$   
äquivalente Schallabsorptionsfläche durch Personen:  $110.00 \text{ m}^2$   
Noch zu installierende äquivalente Schallabsorptionsfläche:

$$384.09 \text{ m}^2 - (51.2 \text{ m}^2 + 110 \text{ m}^2) = 222.89 \text{ m}^2$$