

Grundlagen der Raumakustik

Es existieren 3 Normschallfelder:

1. Raum groß gegenüber der Wellenlänge → kugelförmige Ausbreitung der Schallwellen im Raum, Reflexionen und diffuses Schallfeld
2. Raum in etwa gleich groß wie die Wellenlänge → stehende Wellen (Eigenmoden) → eher problematisch bei kleinen Räumen (Eigenfrequenzen weit aus einander)
3. Raum klein gegenüber der Wellenlänge → Feder und Massewirkung, keine Schallausbreitung → elektroakustische Analogien (→ Heimholtz Resonatoren)

Das Schallfeld:

- Schallleistung: $P = F \cdot v$ (mit F = Kraft auf Mikrofonmembran, v = Schnelle der Membran)

- Schallintensität: $J = \frac{P_{ak}}{S} = p \cdot v$

- Schallenergie-dichte: $E (= w) = \frac{\text{Energie}}{\text{Volumen}} = \frac{J \cdot S \cdot t}{S \cdot c \cdot t} = \frac{J}{c} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{s}}{\text{m}} = \frac{\text{Ws}}{\text{m}^3} \right]$

($P_{ak} = J \cdot S$, $l = c \cdot t$, l ist die Länge eines Zylinders, der als Betrachtungsgrundlage dient)

→ $E \sim J$ → Energiedichte im Diffusschallfeld ist konstant!

- Wellengleichung: $\Delta p = \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 p}{\partial t^2}$

→ Lösung im Zeitbereich (stehende Welle): $p(t, x) = \hat{p}_1 \cdot \cos(\omega t - kx) + \hat{p}_2 \cdot \cos(\omega t + kx)$

→ Lösung im Frequenzbereich: $P(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} p(t) \cdot e^{-i\omega t} dt \rightarrow \Delta P(\omega) = \frac{-\omega^2}{c^2} \cdot P(\omega)$

→ Schallgeschwindigkeit ist frequenzabhängig (weitestgehend) → es können Modellmessungen gemacht werden

→ Es gilt das Superpositions-gesetz (Einzelbetrachtung der Quellen und Summation der Wirkung)

→ Es gilt das Reziprozitäts-gesetz (Vertauschen von Standorten führt zum selben Ergebnis)

Echo (Bsp. Das Theater von Epidauros):

Im Reflektogramm sind 3 Reflexionen in 15 ms zu sehen. Daraus kann man errechnen, dass es in einer Sekunde 200 Reflexionen geben würde, also eine Frequenz von 200 Hz erzeugt würde. Man spricht daher auch von einem Klangecho.