

Aufgabe

Gesucht: Gesamtlautheit und Lautstärkepegel

a) $f_1 = 125\text{Hz}, L_1 = 72\text{dB}; \quad f_2 = 4\text{kHz}, L_2 = 72\text{dB}$

b) $f_1 = f_2 = 4\text{kHz}, L_1 = L_2 = 72\text{dB}; \text{inkohärent}$

Lösung:

- a) Man liest zunächst aus den Kurven gleicher Lautheit die Lautstärken der beiden Schallquellen ab.

→ Nr.1: 55 Phon, Nr.2: 75 Phon

Aus der Lautstärke kann man nun die Lautheit der Schallquellen berechnen.

→ $N_1 = 2.83 \text{ sone}, N_2 = 11.31 \text{ sone}$

Durch addieren der beiden Einzellautheiten ergibt sich die Gesamtlautheit.

→ $N_{ges} = 14.14 \text{ sone}$

Aus der Gesamtlautheit kann nun der Gesamtlautstärkepegel berechnet werden.

→ $L_s = 78 \text{ Phon}$

- b) Hier muss man beachten, dass das Ohr, wenn zwei Töne gleicher Oktave gesendet werden, die Lautstärke des ersten Tons nur überlagert und nicht komplett verdoppelt. Es ergibt sich also:

$4\text{kHz bei } 72\text{dB} \rightarrow 70\text{Phon} \rightarrow 8\text{sone}$

$2 \cdot 4\text{kHz bei } 72\text{dB} \rightarrow +3\text{dB} \rightarrow 75\text{dB} \rightarrow L_s = 75\text{Phon} \rightarrow N_{ges} = 11,3\text{sone}$

Nach Daumenregel: $\Delta L_s = +3\text{Phon} \rightarrow L_s = 73\text{Phon}$

Bedeutung von „inkohärent“: keine feste Phasenlage der Signale, daher nutzt man die Anhebung um +3dB

Laufzeitunterschiede und Wahrnehmung:

$\Delta t \leq 1\text{ms}$ *Kammfiltereffekt*

$1\text{ms} < \Delta t \leq 10\text{ms}$ *höherer Lautstärkepegel*

$15\text{ms} \leq \Delta t < 30\text{ms}$

ab ca. 30ms *Verwischung*

ab ca. 100ms *Echo*

Gesetz der ersten Wellenfront:

- man nimmt bei Verzögerungen von bis zu 30ms den ersten eintreffenden Schall zur Lokalisierung der Schallquelle

Anwendung bei einer Großbeschallung mit Delay-Lines

- es werden zwei Lautsprechertürme aufgebaut: Direkt an der Bühne und die Delay Lines in z.B. 50m Entfernung
- das Signal über die Delay-Lines wird um den Laufzeitunterschied + eine Verzögerung von 15-20ms verzögert, um dem Zuschauer das Gefühl zu geben, dass der Schall von vorne kommt und nicht aus der Delay Line

Berechnung für 50m Abstand:

$$\text{Laufzeitunterschied } \Delta t = \frac{\Delta x}{c} = \frac{50m}{343 \frac{m}{s}} = 145ms$$

$$\text{Gesamt-Delayzeit: } 145ms + 15...20ms = 160...165ms$$

Aufgabenblatt Nr.2

a) s. vorherige Berechnung

b) gegeben: $P_{ak} = 7W, r = 51m$

Berechnung der Schallintensität J und des Schallpegels L:

$$J = \frac{P_{ak} \cdot \gamma}{S} = \frac{7W}{2\pi \cdot (51m)^2} = 4,28 \cdot 10^{-3} \frac{W}{m^2}$$

$$L_J = 10 \cdot \lg \left(\frac{4,28 \cdot 10^{-3} \frac{W}{m^2}}{10^{-12} \frac{W}{m^2}} \right) = 86dB$$

c) maximaler Schallpegel der Delay-Line: $L_J \leq 96dB$

Berechnung der Intensität und der Schallleistung der Delay-Line:

$$J = 3,98 \cdot 10^{-3} \frac{W}{m^2}$$

$$P_{ak} = 0,0125W \approx 13mW$$

d)

- jemand, der an der Bühne oder generell in der Nähe der Bühnenlautsprecher sitzt, bekommt ein recht lautes Echo aufs Ohr, welches auf Dauer sehr nervig sein kann
- Laufzeitunterschiede zwischen den Zuschauerreihen können minimiert werden, außerdem wird die Adsorption durch im Schallfeld sitzende Personen minimiert
- Bild und Ton sind nicht synchron, d.h. die Lippen des Sprechers bewegen sich auf der Leinwand, bevor man den gesprochenen Text hört. Minimiert werden kann dies durch Delay-Änderung bei Bild oder Ton