

In 10 m Entfernung von einer Schallquelle beträgt der Schalldruckpegel 94dB.

- Wie hoch ist er in 1 m Entfernung?114 dBSPL
 - Wie hoch ist die abgestrahlte Schalleistung (Kugelschallquelle)?
 $N = 4\pi r^2 p^2 / \rho_0 c = 12,5 \times 100 \times 1 / 414 = 3,03 \text{ W}$
 - In welcher Entfernung wird der Pegel als halb so laut empfunden?
-10 dB ... ~30 m
-

Die rel. Luftfeuchtigkeit beträgt ~30 %

Wie hoch ist der Schallpegel bei 10 kHz in 120 m Entfernung von einer Schallquelle gegenüber dem Pegel in 1 m Entfernung?

Dämpfung wegen der Luftfeuchtigkeit:

30 % r.H.: Dämpfung bei 10 kHz: -200 dB /km.....-20 dB /100 m... -24 dB /120 m

Dämpfung wegen der Entfernung:

$1 / r : -> 120 \text{ m} \sim -42 \text{ dB}$

Dämpfung insgesamt: - 24 dB - 42 dB = - 66 dB

Welchem Wert der Lautheit entspricht eine Lautstärke

von 40 phon bei 100 Hz1 sone

von 50 phon bei 300 Hz2 sone

Wie hoch ist der Pegel eines 2 kHz - Tons, der durch weißes Rauschen mit 30 dB Pegel gerade noch verdeckt wird?

47 (Abb.14) + 4 dBSPL (Abb.15) = 51 dBSPL

Wie hoch ist die Schwingungsamplitude des Trommelfells bei der Hörschwelle bei 500 Hz? (Die Impedanz des Trommelfells ist etwa dreimal so hoch wie die der Luft; frontaler Schalleinfall, ebenes Schallfeld)

- Die Hörschwelle liegt bei 500 Hz bei 6 dBSPL (Abb.16) == -88 dBPa == $4 \times 10^{-5} \text{ Pa}$.

- Der Schallpegel am Ohreingang kann Abb.6 entnommen werden und ist bei 500 Hz etwa gleich dem Pegel im Schallfeld.

- Wegen der im Vergleich zur Wellenlänge kurzen Länge des äußeren Gehörgangs ist keine weitere Korrektur notwendig.

$p = 3\rho c v = 3\rho c \omega x \quad \text{--->} x = 10 \times 10^{-12} \text{ m (Effektivwert!)}$

1) Welche akustische Leistung strahlt ein Lautsprecher mit einer kugelförmigen Richtcharakteristik und einer Empfindlichkeit von 94 dB SPL / 1 W / 1 m ab bei einer elektrischen Leistung von 1 W ab?

$$N_{AK} = 4\pi r^2 \frac{p_{eff}^2}{\rho_0 c}$$

94 dB SPL = 1 Pa, ---> $4 \times 3,14 / 414 = 30,3$ mW
also etwa 3 % elektroakustischer Wirkungsgrad.

2) Lautsprecher mit Richtcharakteristik - Bündelungsmaß = 9 dB, gleicher 0° - Pegel

abgestrahlte Schalleistung?

$$9 \text{ dB} = 6 \text{ dB} + 3 \text{ dB} \rightarrow 4 \times 2 = 8 \gg \gg \gg 30,3 / 8 \sim 3,8 \text{ mW}$$

Der von einer (kleinen) Schallquelle erzeugte Schalldruck (bei 1 kHz) soll in einer Entfernung von 50 cm gemessen werden. Da kein schalltoter Raum zur Verfügung steht, soll aus den akustischen Eigenschaften des vorhandenen Raums (5 x 4 x 3 m) der Messfehler durch das diffuse Schallfeld abgeschätzt werden.

Die Nachhallzeit des Raums beträgt bei 1 kHz 0,5 sec.

- Es kann zunächst die Gleichung nach SABINE verwendet werden; ist das hier zulässig?

- Unter den oben genannten Bedingungen wurde ein Schallpegel von 80 dB SPL gemessen, wie hoch ist die akustische Leistung der Schallquelle?

$$P_{AK} = 4\pi r^2 \frac{p_{eff}^2}{\rho_0 c} \quad P_{AK} = 0,3 \text{ mW}$$

Diese Schalleistung erzeugt ein diffuses Schallfeld mit dem Pegel::

$$T = 0,161 \text{ V / aA}$$

$$V = 60 \text{ m}^3$$

$$aA = 19,3 \text{ m}^2$$

$$A = 40 + 30 + 24 = 94 \text{ m}^2$$

$$a = 0,2 \quad \ln(1 - a) = 0,23 \text{ - kein großer Unterschied!}$$

$$P = \frac{\alpha A}{4\rho_0 c} p_{eff}^2$$

$P_{eff} = 0,16 \text{ Pa}$ -> daher muss die Messentfernung reduziert werden

In 25 cm Entfernung wäre der Messfehler etwa

$$\sqrt{(0,4^2 + 0,16^2)} = 0,43 \gg 0,43/0,4 = 1,077 \rightarrow 0,64 \text{ dB}$$

Zum gleichen Ergebnis kommt man einfacher mit:

$$h = \sqrt{\frac{\alpha A}{16\pi}} \quad h = 0,63 \text{ m}$$

$$\sqrt{((0,63/0,25)^2 + 1)} = 2,71 \rightarrow 2,71/2,52 = 1,075$$

-> 0,63 dB

Die Rechnung mit dem Hallradius ist vorzuziehen, da sie ein exaktes Ergebnis liefert!

Ein Raum soll mit 2 Lautsprechern mit kugelförmiger Richtcharakteristik mit einem minimalen Schallpegel von 88 dBSPL beschallt werden. (Abmessungen: 6 x 8 x 3 m, Nachhallzeit: 1 sec, Lautsprecherempfindlichkeit: 88 dBSPL /1W /1m)

- Welche elektrische Leistung ist dazu notwendig?
- In welcher Entfernung von einem Lautsprecher werden dabei 91 dB überschritten?
- Ist das der Nachhallradius?

$$T = 0,161 \frac{V}{A\alpha} \quad A\alpha = 0,161 \times 144 = 23,18$$

$$P_{akust} = \frac{\alpha A}{4\rho_0 c} p_{eff}^2 = \frac{23,18}{4 \times 414} \times 0,25 = 3,5 \text{ mW}_{akust}$$

$$P_{1W/1m} = 4\pi r^2 \frac{p_{eff}^2}{\rho_0 c} = 7,6 \text{ mW}_{akust}$$

notwendige elektrische Leistung = 0,46 W, d.i. 0,23 W pro Lautsprecher

$$88 \text{ dBSPL} / 1W / 1m \equiv 88 \text{ dBSPL} / 0,23 W / 0,48 m$$

$$\text{Nein! } h = \sqrt{\frac{\alpha A}{16\pi}} = 0,68 \text{ m}$$