

## Pegelrechnung – Antworten

1. Einfach in die gelernte Formel einsetzen. Wir verwenden die „Formel mit 10“, da es sich um eine Energiegröße handelt.

$$L_I = 10 \log \frac{I}{1 * 10^{-12}} \quad L_I = 10 \log \frac{5 * 10^{-3}}{1 * 10^{-12}} \quad L_I = 97 \text{ dB}_I$$

2. Eine Verdreifachung bedeutet, das Verhältnis der Schalldrücke ist 3x zu x. x kürzt sich und wir können gleich 3 in die Formel einsetzen. Wir verwenden die „Formel mit 20“, da es sich um eine Feldgröße handelt.

$$L_{SPL} = 20 \log 3 = 9,54 \text{ dB}$$

3. Wir setzen in die „Formel mit 20“ ein, da es sich um eine Feldgröße handelt, und formen diese um.

$$L_{SPL} = 20 \log \frac{P}{2 * 10^{-5}} \quad 100 = 20 \log \frac{P}{2 * 10^{-5}} \quad \frac{100}{20} = \log \frac{P}{2 * 10^{-5}}$$

$$10^{\frac{100}{20}} = \frac{P}{2 * 10^{-5}} \quad P = 2 * 10^{-5} * 10^{\frac{100}{20}} \quad P = 2 \text{ Pa}$$

4. Wenn wir die Spannung um 4 dB erhöhen, erhöht sich auch die elektrische Leistung um 4 dB. Wir rechnen aus, welchem Faktor +4dB bei Energiegrößen entsprechen (Formel mit 10 verwenden), und erhöhen die Wattzahl um diesen Faktor. Erhöhung um einen Faktor bedeutet immer Multiplikation. In der Antwort zu Frage Nummer 2 wurde erklärt, wieso statt dem Verhältnis zweier Größen auch gleich der Faktor eingesetzt werden

$$L = 10 \log x \quad 4 = 10 \log x \quad \frac{4}{10} = \log x \quad x = 10^{\frac{4}{10}} \quad x = 2,5119$$

$$P = 10 * 2,5119 \approx 25 \text{ W}$$

5. In der Luft können wir den Schallintensitätspegel dem Schalldruckpegel gleichsetzen. 80 dB<sub>SPL</sub> entsprechen also auch 80 dB<sub>I</sub>. Wir müssen nur die dB<sub>I</sub> in Watt pro Quadratmeter umrechnen.

$$L_I = 10 \log \frac{I}{1 * 10^{-12}} \quad \dots \quad I = 1 * 10^{-12} * 10^{\frac{80}{10}} \quad I = 0,0001 \text{ W / m}^2$$

6. Wir haben gelernt, dass +10dB in etwa einer Verdoppelung der wahrgenommenen Lautstärke entsprechen. D.h. eine Halbierung entspricht -10dB. Wir rechnen also aus, welchem Faktor -10dB entsprechen. Da es um Schalldruck geht, verwenden wir die „Formel mit 20“.

$$L = 20 \log x \quad -10 = 20 \log x \quad x = 10^{\frac{-10}{20}} \quad x = 10^{\frac{-10}{20}} \quad x = 0,3162$$

D.h. der Schalldruck muss mit 0,3162 multipliziert werden, eine Division mit 3,1623 ist natürlich gleichwertig.

7. Da im Mischpult um 6 dB erhöht wurde, erhöht sich auch der Schalldruckpegel um 6dB.  
 $100 \text{ dB}_{\text{SPL}} + 6 \text{ dB} = 106 \text{ dB}_{\text{SPL}}$
8. Da sich absolute Pegel in Dezibel nicht einfach so addieren lassen, müssen wir die Schalldruckpegel zuerst in Pascal umrechnen.

$$82 = 20 \log \frac{p_1}{2 * 10^{-5}} \quad \frac{82}{20} = \log \frac{p_1}{2 * 10^{-5}} \quad 10^{\frac{82}{20}} = \frac{p_1}{2 * 10^{-5}} \quad p_1 = 2 * 10^{-5} 10^{\frac{82}{20}}$$

$$p_1 = 0,2518 \text{ Pa}$$

$$79 = 20 \log \frac{p_2}{2 * 10^{-5}} \quad \dots \quad p_2 = 2 * 10^{-5} 10^{\frac{79}{20}} \quad p_2 = 0,1783 \text{ Pa}$$

Da der Weg vom Lautsprecher bis zum Messpunkt für beide Signale gleich groß ist, sind die Wellen in Phase. Es kommt zu konstruktiver Interferenz, was bedeutet, wir können die Schalldrücke addieren. Anschließend wandeln wir das Ergebnis wieder in  $\text{dB}_{\text{SPL}}$ .

$$p_{\text{ges}} = 0,2518 + 0,1783 = 0,4301 \text{ Pa} \quad L_{\text{SPL}} = 20 \log \frac{0,4301}{2 * 10^{-5}} = 86,65 \text{ dB}_{\text{SPL}}$$

9. Zuerst berechnen wir die Schallgeschwindigkeit bei  $10^\circ\text{C}$  und die Wellenlänge einer 50Hz-Welle bei dieser Schallgeschwindigkeit.

$$c = 332 + 0,6 * T = 332 + 0,6 * 10 = 338 \text{ m / sec} \quad \lambda = c / f = 338 / 50 = 6,76 \text{ m}$$

Es ist ein Phasenunterschied von 180 Grad gesucht, dies entspricht einer halben Wellenlänge. Die gesuchte Wegdifferenz beträgt also  $6,76 / 2 = 3,38$  Meter. Da wir bei 180 Grad Phasenunterschied destruktive Interferenz haben, müssen wir die beiden Pascal-Werte aus Beispiel 8 subtrahieren und dann wieder in  $\text{dB}_{\text{SPL}}$  umrechnen.

$$p_{\text{ges}} = 0,2518 - 0,1783 = 0,0735 \text{ Pa} \quad L_{\text{SPL}} = 20 \log \frac{0,0735}{2 * 10^{-5}} = 71,31 \text{ dB}_{\text{SPL}}$$

10.  $A_{\text{ges}} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \Delta\varphi}$   $A_{\text{ges}} = \sqrt{0,2528^2 + 0,1783^2 + 2 * 0,2528 * 0,1783 \cos 60}$
- $$A_{\text{ges}} = 0,3752 \text{ Pa} \quad L_{\text{SPL}} = 20 \log \frac{0,3752}{2 * 10^{-5}} = 85,46 \text{ dB}_{\text{SPL}}$$

In diesem Beispiel müssen wir einfach die Amplituden und den Phasenwinkel in die allgemeine Formel für die Überlagerung von Schwingungen einsetzen, die wir behandelt haben. Zu beachten ist, ob die Eingabe des Phasenwinkels in Radiant oder Grad zu erfolgen hat. Taschenrechner lassen sich meist zwischen DEG (degree) oder RAD (Radiant) umschalten. Die Taschenrechner stehen standardmäßig meist auf DEG und es ist eine Eingabe in „normalen“ Grad möglich. Excel und verschiedene andere Programme erwarten allerdings eine Eingabe in Radiant. Wir müssen also zuerst die Grad in Radiant umrechnen. Beim Radiant entsprechen  $2\pi$  360 Grad. Will man also Grad in Radiant umrechnen gilt die Formel  $\text{rad} = \pi / 180 * \text{Grad}$ .

