1.1 Boden schallhart + Halbraum

$\Omega = 2\pi$: $L_p = L_W - 8\,dB - 20\lg\frac{r}{m}\,dB$

$r = 35m$: $= 89\,dB - 8\,dB - 31\,dB = 50\,dB$

$r = 50m$: $= 89\,dB - 8\,dB - 34\,dB = 47\,dB$

1.2 $L_W = 10\lg\frac{P}{P_0}\,dB$ $\quad P = 10^{-12}\,W$

a) $7\,\mu W \mathrel{\hat{=}} 68{,}5\,dB$

b) $70\,W \mathrel{\hat{=}} 138{,}5\,dB$

c) $1\,kW = 150\,dB$

$\Omega = 4\pi$: $L_p = L_W - 11\,dB - 20\lg\frac{r}{m}\,dB$

a) $= 68{,}5\,dB - 31\,dB = 37{,}5\,dB$

b) $= 107{,}5\,dB$

c) $= 119\,dB$

HEAD acoustics

Date: Project:

1.3

$$\Delta L_p = 20 \cdot \lg \frac{r_1}{r_2} \, dB$$

$$= 20 \lg 20 \, dB = 26 \, dB$$

$$\Rightarrow L_{p\,20m} = L_{p\,1m} - \Delta L_p = 44 \, dB$$

$$L_{p\,stör} = L_{p\,20m} - 10 \, dB$$
$$= \underline{\underline{34 \, dB}}$$

1.4 $\Omega = 4\pi$ : $L_p = L_W - 11 \, dB - 20 \lg \frac{r}{m} \, dB$

a) $L_W = L_p + 11 \, dB + 20 \lg \frac{r}{m} \, dB$

$\underline{L_W = 75 \, dB}$ $(P = 31{,}6 \, \mu W)$

b) $$\frac{P_{Ohr}}{P_{ges}} = \frac{\cancel{\pi} \cdot r_{Ohr}^2}{4\cancel{\pi} \cdot r^2} = \frac{d_{Ohr}^2}{4 \cdot 4 \cdot r^2}$$

$$L_{W\,Ohr} = L_{W\,ges} + 10 \lg \frac{d_{Ohr}^2}{16 \cdot r^2} \, dB$$

$$= 75 \, dB + 10 \lg \frac{(8 \cdot 10^{-3} \, m)^2}{16 \cdot 1 m^2} \, dB$$

$$\underline{\underline{L_{W\,Ohr} = 21 \, dB}}$$

HEAD acoustics GmbH
Ebertstraße 30a • 52134 Herzogenrath, Germany • Phone: +49 2407 577-0 • Fax: +49 2407 577-99
E-mail: info@head-acoustics.de • Internet: www.head-acoustics.de

c) 1) $\Delta L_p = 64\,dB - 4{,}5\,dB$

2) $\Delta L_p = 20 \lg \frac{r_1}{r_2}\,dB = 20 \lg \frac{r}{1m}\,dB$

$64\,dB - 4{,}5\,dB = 20 \lg \frac{r}{1m}\,dB$

$r = 1m \cdot 10^{\frac{(64-4{,}5)\,dB}{20\,dB}}$

$\underline{r = 944\,m}$

Begründung: Warum schon lauter unverständlich ⇒ bu.

1.5 a) $L_p = L_w - 11\,dB - 20 \lg \frac{r}{m}\,dB$

für $L_p = L_w$: $0 = -11\,dB - 20 \lg \frac{r}{m}\,dB$

$20 \lg \left(\frac{r}{m}\right) dB = -11\,dB$

$r = 10^{-\frac{11\,dB}{20\,dB}}\,m$

$\underline{r = 0{,}28\,m}$

b) $L_p = L_w - 8\,dB - 20 \lg \frac{r}{m}\,dB$

$\underline{r = 0{,}4\,m}$

zu (1.4) Warum schon vorher unverständlich:

1) Steigerungsschalle, Luftdissipation u. Luftbewegung vernachlässigt
2) Sprachpegel ist Mittelungspegel über ein nichtstationäres Signal. Dabei sind Vokale erheblich energiereicher als die Konsonanten. Für Sprachverständlichkeit sind jedoch Konsonanten erheblich wichtiger als Vokale.

(1.6) Halbraum

a) $L_W = L_p + 8\,dB + 20\lg\frac{r}{m}\,dB$

$= 60\,dB + 8\,dB + 20\lg\left[\frac{1\cdot 10^3\,m}{m}\right]dB$

$L_W = 128\,dB \hat{=} 6{,}3\,kW$

b) $\eta_{LSP} \approx 0{,}01 - 0{,}005$

$\eta_{LSP} = \frac{P}{P_{el}} \Rightarrow P_{el} = \frac{P}{\eta} \approx 0{,}6 .. 1{,}3\,kW$

2.1

$$A = \sum_i \alpha_i \cdot S_i = 306\,m^2$$

$$\bar{\alpha} = \frac{A}{S} = \frac{\sum \alpha_i \cdot S_i}{S} = 0{,}204$$

$$T = 0{,}163 \frac{V}{A} = 2\,s$$

$$r_H = \sqrt{\frac{A}{50}} = 2{,}5\,m$$

2.2 13.4

| $T_B$ | $T_H$ | $T_0$ |
|---|---|---|
| $A_0 + A_B$ | $A_0 + \frac{A_B}{2}$ | $A_0$ |

$$A_0 + A_B = 0{,}163 \tfrac{s}{m} \left[\frac{V}{T_B}\right] \quad (I)$$

$$A_0 + \frac{A_B}{2} = 0{,}163 \tfrac{s}{m} \left[\frac{V}{T_H}\right] \quad (II)$$

$$\Rightarrow A_B = 2\left[0{,}163 \tfrac{s}{m} \frac{V}{T_H}\right] - 2A_0$$

(II) in (I)

$$A_0 - 2A_0 + 2\left[0{,}163 \tfrac{s}{m} \frac{V}{T_H}\right] = 0{,}163 \tfrac{s}{m} \frac{V}{T_B}$$

zu 2.2

$$-A_0 = 0{,}163\,\tfrac{s}{m}\left[\frac{V}{T_B} - \frac{2V}{T_H}\right]$$

$$A_0 = 0{,}163\,\tfrac{s}{m}\cdot V\left[\frac{2}{T_H} - \frac{1}{T_B}\right]$$

mit $T_0 = 0{,}163\,\frac{s}{m}\,\frac{V}{A_0}$

$$= \frac{0{,}163\,\frac{s}{m}\,V}{0{,}163\,\frac{s}{m}\cdot V\left[\frac{2}{T_H} - \frac{1}{T_B}\right]}$$

$$T_0 = \frac{1}{\left(\frac{2}{T_H} - \frac{1}{T_B}\right)} = \frac{1}{\frac{2}{1{,}95\,s} - \frac{1}{1{,}8\,s}}$$

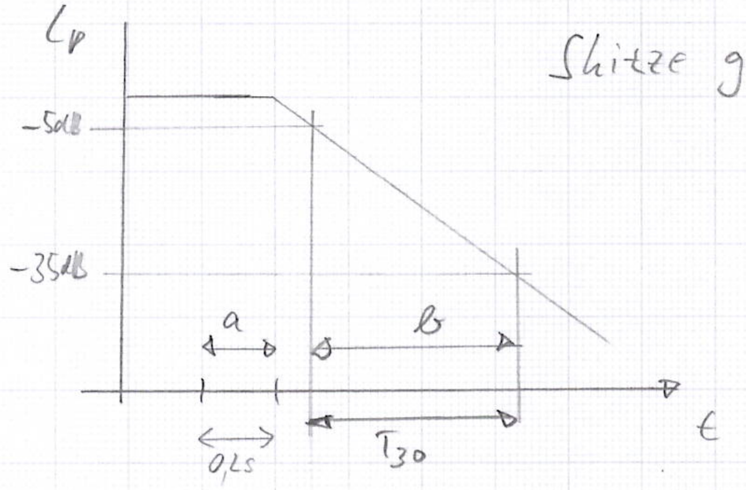
$$\underline{T_0 = 2{,}13\,s}$$

HEAD acoustics

Date: Project:

2.3

Skitze gilt allgemein




$$\frac{T_{30}}{0{,}2s} = \frac{b}{a} \quad \Rightarrow \quad T_{30} = 0{,}2s\,\frac{b}{a}$$

$$= 0{,}2s\,\frac{1{,}3cm}{0{,}8cm}$$

$$= 0{,}325s$$

$$\Rightarrow T_{60} = 2T_{30} = \underline{\underline{0{,}65s}}$$


HEAD acoustics GmbH
Ebertstraße 30a • 52134 Herzogenrath, Germany • Phone: +49 2407 577-0 • Fax: +49 2407 577-99
E-mail: info@head-acoustics.de • Internet: www.head-acoustics.de

2.4

$$A / m^2 = 0{,}163 \frac{V / m^3}{T / s} = \frac{30{,}97}{T / s}$$

Damit : $A_1$, $A_2$

Weiterhin gilt :

$$A_1 = \overline{\alpha}_1 \, S_0$$

$$A_2 = \overline{\alpha}_1 \, (S_0 - S_{\mathrm{Pr}}) + \alpha_{\mathrm{Pr}} \, S_{\mathrm{Pr}} = A_1 + S_{\mathrm{Pr}} \, (\alpha_{\mathrm{Pr}} - \overline{\alpha}_1) \approx A_1 + \alpha_{\mathrm{Pr}} \, S_{\mathrm{Pr}}$$

$$\alpha_{\mathrm{Pr}} = \frac{A_2 - A_1}{S_{\mathrm{Pr}}}$$

Ergebnisse :

| Oktavband - Mittenfrequenzen in Hz | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $T_1$ in s | 8,0 | 7,0 | 6,5 | 6,0 | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,0 |
| $A_1$ in $m^2$ | 3,87 | 4,42 | 4.76 | 5,16 | 5,16 | 5,63 | 6,19 | 7,74 |
| $T_2$ in s | 4,4 | 3,5 | 2,9 | 2,5 | 2,3 | 2,2 | 2,0 | 2,0 |
| $A_2$ in $m^2$ | 7,04 | 8,85 | 10,68 | 12,39 | 13,46 | 14,08 | 15,48 | 15,48 |
| $\alpha_{Pr}$ | 0,32 | 0,44 | 0,59 | 0,72 | 0,83 | 0,84 | 0,93 | 0,77 |

2.5

**2.5**

a) Kriterium : Nachhallzeit $T = 0{,}163\ \mathrm{s}\ (V / \mathrm{m}^3)\ /\ (A / \mathrm{m}^2)$

Würfel : $S = 6\ S_i = 6\ a^2 \qquad V = a^3 \qquad S_i = V^{2/3} = 196\ \mathrm{m}^2 \qquad (a = 14\ \mathrm{m})$

$$A_R = \Sigma\, \alpha_i\ S_i = A_{\text{Fußb.}} + A_{\text{Wand+Decke}} = \alpha_{\text{Holz}}\, S_i + 5\, \alpha_{\text{Putz}}\, S_i$$
$$= (0{,}061 + 5 * 0{,}033)\ 196\ \mathrm{m}^2 = 44{,}3\ \mathrm{m}^2$$
$$T_R = \underline{10{,}1\ \mathrm{s}}$$

Raum mit 100 Personen :

$A = A_R + 100\ A_P = 88{,}3\ \mathrm{m}^2 \approx 2\ A_R$

$T_{R,P} = T_R / 2 = \underline{5\ \mathrm{s}}$

Vergleich : Nachhallzeiten von ca. 4 - 7 s sind typisch für Kirchen !

Anmerkung : Wenn sich die Raummaße wie l : b : h = 2 : 2 : 1 verhalten würden, hätte bei gleichem Volumen der leere Raum eine Nachhallzeit von 5,7 s, der besetzte eine von 3,6 s.

c) $t_{\text{hör,neu}} = 0{,}75\ \mathrm{s} \quad \Rightarrow \quad T_{R,\text{neu}} = t_{\text{hör,neu}} / 0{,}29 = 2{,}6\ \mathrm{s}$

$T_{R,\text{neu}} / T_R = A_R / A_{R,\text{neu}} \quad \Rightarrow \quad A_{R,\text{neu}} = (10{,}1 / 2{,}6)\ A_R = 3{,}9\ A_R$

Besetzter Hörsaal : $A_{\text{neu}} = A_{R,\text{neu}} + 100\ A_P = 3{,}9\ A_R + 44\ \mathrm{m}^2 = \cancel{261{,}8\ \mathrm{m}^2}$ $216{,}8\ \mathrm{m}^2$

$\underline{T_{RP,\text{neu}}} = (88{,}3 / \cancel{261{,}8}\ 296{,}8)\ T_{R,P} = \cancel{0{,}34}\ 0{,}41\ T_{R,P} = \cancel{1{,}7\ \mathrm{s}}$ $2{,}1\ \mathrm{s}$

Anmerkung : Für einen Hörsaal der gegebenen Größe geht man von einer optimalen Nachhallzeit von etwa 1 s aus. T = ~~1,7~~ 2,1 s entspricht etwa dem Wert für einen Konzertsaal.

b) 1,13 s

d) $f_s = 2000 \sqrt{\frac{T}{V}} = 2000 \sqrt{\frac{5\ \mathrm{s}}{2740\ \mathrm{m}^3}\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{s}}} = \underline{85\ \mathrm{Hz}}$

HEAD acoustics

Date: Project:

2.6 a) $T_{opt} = 0{,}91\,s$

$\Rightarrow \quad A_{opt} = 0{,}163 \frac{V}{T} = 122{,}25\,m^2$

b) $f = 100\,Hz$ $\rightarrow$ [AA2-14] $\quad T_{min} = 0{,}65\,T_{opt}$

$T_{max} = 1{,}45\,T_{opt}$

$$\frac{A_{max}}{A_{opt}} = \frac{T_{opt}}{T_{min}}$$

$$\Rightarrow \quad A_{max} = \frac{T_{opt}}{T_{min}} \cdot A_{opt}$$

$$= \frac{1}{0{,}65} \cdot A_{opt} = \frac{1}{0{,}65} \cdot 122{,}25\,m^2$$

$A_{max} = \quad = 188\,m^2$

$A_{min} = \quad = 84\,m^2$

c) $S = \frac{A}{\alpha} = 153\,m^2$

HEAD acoustics GmbH
Ebertstraße 30a • 52134 Herzogenrath, Germany • Phone: +49 2407 577-0 • Fax: +49 2407 577-99
E-mail: info@head-acoustics.de • Internet: www.head-acoustics.de

(2.8) $V = 281\ m^3$

$T = 0{,}163 \frac{V}{A}$

$A_{Leer} = 38{,}2\ m^2 \qquad A_{voll} = 57{,}3\ m^2$

$L_p = L_w - 10 \lg \frac{A}{A_0} \qquad A_0 = 4$

$L_w = 70 + 10 \lg \frac{38{,}2}{4}$

$\underline{\underline{L_W = 79{,}8\ dB}}$

$L_{p_{voll}} = 79{,}8 - 10 \lg \frac{57{,}3}{4}\ dB$

$\underline{\underline{L_{p_{voll}} = 68{,}24\ dB}}$

oder:

$L_w = L_{p_{leer}} + 10 \lg \frac{A}{A_0}\ dB = L_p + 10 \lg \left[\frac{0{,}16\ V s}{T_{leer} \cdot A_0\ m}\right] dB$

$= 70\ dB + 10 \lg \left[\frac{0{,}163 \cdot 281\ m^3\ s}{1{,}2\ s \cdot 4\ m^2 \cdot m}\right] dB$

$=$

$L_{p_{voll}} = L_w - 10 \lg \frac{0{,}163 \cdot 281\ m^3 \cdot s}{0{,}8\ s \cdot 4\ m^2 \cdot m}\ dB$

2.9 $L_{Diff} = 74\,dB$

a) $L_{1m} = 87\,dB$

1) $L_{dir} = 10 \lg \left(10^{8,7} - 10^{7,4}\right) = 86{,}78\,dB$

$L_{dir} = L_W - 11 - 20 \lg 1$

$\underline{L_W = 97{,}78\,dB}$

2) $L_p = L_W - 10 \lg \frac{A}{4m^2}$ $\qquad 10 \lg \frac{A}{4m^2} = L_W - L_p$

$\uparrow$

$L_{diff}$

$\underline{A = 955\,m^2}$

3) $r_H = \sqrt{\frac{A}{50}}$ $\qquad \underline{\underline{r_H = 4{,}37\,m}}$

---

alternativ a)

$L_p = 20 \lg \frac{r_H}{1m}\,dB = L_p = L_{dir} - L_{diff}$

$r_H = 10^{\frac{L_{dir} - L_{diff}}{20}} = 10^{\frac{86{,}78 - 74}{20}}$

$\underline{\underline{r_H = 4{,}35\,m}}$

b) $\lambda = \frac{c}{f}$ $\qquad \cancel{f = c/\lambda}$ $\qquad \lambda = \frac{4{,}36\,m}{2} = 2{,}18\,m$

$\cancel{f = 340\,\frac{m}{s}}$

$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{340\,m}{s \cdot 2{,}18\,m}$ $\qquad \underline{\underline{f = 156\,Hz}}$

oder: $r = 2\lambda \Rightarrow \frac{r_H}{2} = \lambda = \frac{c_0}{f} \Rightarrow f = \frac{2 \cdot c_0}{r_H}$

$= \frac{2 \cdot 340\,m}{4{,}34\,s\,m} = 156\,Hz$

17A

2.12 ges $V = (8 \times 4 \times 3,5)\,m^3$

$f = (100 - 5.000)\,Hz$

a) $$\frac{dN}{df} \approx 4\pi \cdot V \frac{f^2}{c_0^3}$$

$$\int dN \approx \frac{4\pi \cdot V}{c_0^3} \int f^2 df$$

$$N \approx \frac{4\pi \cdot V}{c_0^3} \frac{f^3}{3} \Bigg|_{100\,Hz}^{5.000\,Hz}$$

$$\underline{N \approx 1.491.200}$$

b) $$f = \frac{c_0}{2} \sqrt{\left(\frac{n_x}{l_x}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{l_y}\right)^2 + \left(\frac{n_z}{l_z}\right)^2}$$

$\underline{f_1 = 49\,Hz}$ , $\underline{f_2 = 21,5\,Hz}$ , $\underline{f_3 = 43\,Hz}$

$\underline{f_4 = 172\,Hz}$

2.13

ges: $p(x,y,z)$ an der Stelle

a) $\left(\frac{l_x}{2}, \frac{l_y}{2}\right)$ für $n_x = 1$ und $n_y = 1$

$$p(x,y) = p_0 \cdot \cos\left(\frac{n_x \cdot \pi x}{l_x}\right) \cdot \cos\left(\frac{n_y \cdot \pi \cdot y}{l_y}\right)$$

mit $x = \frac{l_x}{2}$ und $y = \frac{l_y}{2}$

$$p(x,y) = p_0 \cdot \cos\frac{\pi}{2} \cdot \cos\frac{\pi}{2} = 0$$

$$\omega = \pi \cdot c_0 \cdot \sqrt{\left(\frac{n_x}{l_x}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{l_y}\right)^2} = 110{,}2 \text{ Hz}$$

$$\Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = 17{,}6 \text{ Hz}$$

b) $N_E \approx \frac{4\pi}{3} \cdot \left(\frac{f}{c_0}\right)^3 V \approx 2.058.000$

mit $c_0 = 344 \frac{m}{s}$

2.14

| | Beschreibung |
|---|---|
| Seminarraum | Quaderförmiger Raum<br>(Breite b = 5,0 m, Länge l = 8,0 m, Höhe h = 3,2 m)<br>Volumen $V = 128\ m^3$<br>Nutzung Unterricht gemäß DIN 18041:2004 [115]<br>Soll-Nachhallzeit $T_{soll} = 0{,}50\ s$ |

| | Schallabsorptionsgrade | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **125** | **250** | **500** | **1 k** | **2 k** | **4 k** |
| Parkett auf Beton | 0,04 | 0,04 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,07 |
| Gipskartonwand | 0,35 | 0,12 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,07 |
| Glatter Beton | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| Rasterdecke, Glasfaser, $l_W = 200$ mm | 0,15 | 0,50 | 0,90 | 1,00 | 0,95 | 1,00 |
| Fenster | 0,28 | 0,20 | 0,11 | 0,06 | 0,03 | 0,02 |
| Tür, Holz lackiert | 0,10 | 0,08 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |

| | Äquivalente Schallabsorptionsflächen in $m^2$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **125** | **250** | **500** | **1 k** | **2 k** | **4 k** |
| Parkett auf Beton, 40 $m^2$ | 1,60 | 1,60 | 2,80 | 2,40 | 2,40 | 2,80 |
| Gipskartonwand, 42 $m^2$ | 14,70 | 5,04 | 3,36 | 2,94 | 2,52 | 2,94 |
| Glatter Beton, 22 $m^2$ | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,44 | 0,44 |
| Rasterdecke, 200 mm Abhängehöhe, 35 $m^2$ | 5,25 | 17,50 | 31,50 | 35,00 | 33,25 | 35,00 |
| Fenster, 25 $m^2$ | 7,00 | 5,00 | 2,75 | 1,50 | 0,75 | 0,50 |
| Tür, Holz lackiert, 5 $m^2$ | 0,50 | 0,40 | 0,30 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |

| | Sonstige äquivalente Schallabsorptionsflächen in $m^2$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **125** | **250** | **500** | **1 k** | **2 k** | **4 k** |
| Stühle, 30 Stück | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 1,20 | 1,20 | 0,90 |
| Schränke, 8 Stück, 5 OH, 1,2 m | 7,76 | 5,04 | 3,12 | 2,40 | 2,88 | 3,92 |

| | Äquivalente Schallabsorptionsfläche in $m^2$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **125** | **250** | **500** | **1 k** | **2 k** | **4 k** |
| Luftabsorption (20 °C, $\phi = 50\%$) | 0,05 | 0,15 | 0,31 | 0,51 | 0,97 | 2,97 |

| | Nachhallzeiten in s | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **125** | **250** | **500** | **1 k** | **2 k** | **4 k** |
| Toleranz oben | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,61 |
| Toleranz unten | 0,33 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,33 |
| Nachhallzeit nach Sabine | 0,55 | 0,59 | 0,47 | 0,45 | 0,47 | 0,42 |

3.2

$$r = \frac{Z_w - Z_0}{Z_w + Z_0} \overset{\frac{1/Z_0}{1/Z_0}}{=} \frac{3+4j-1}{3+4j+1}$$

$$= \frac{1+2j}{2+2j}$$

$$\alpha = 1 - |r|^2 = 1 - \rho$$

$$= 1 - \left(r'^2 + r''^2\right)$$

Nenner reel:

$$\frac{1+2j}{2+2j} \Bigg| \begin{matrix} \cdot(2-2j) \\ \cdot(2-2j) \end{matrix}$$

$$\frac{2+4j-2j+4}{2^2+2^2} = \frac{6+2j}{8}$$

$$\alpha = 1 - \left(\frac{36}{64} + \frac{4}{64}\right) = 1 - \frac{5}{8}$$

$$\alpha = \frac{3}{8}$$

---

oder: $\rho = r \cdot r^* = \frac{(1+2j)(1-2j)}{(2+2j)(2-2j)} = \frac{5}{8}$ ok

3.5 $\quad D_{n,T} = R + 10\lg\left(\frac{V}{S \cdot 1m}\right) dB - 5\,dB$

$$D_{n,T} = D + 10\lg\left(\frac{S \cdot V}{A \cdot S \cdot 1m}\right) dB - 5\,dB$$

mit $T = 0{,}163 \frac{V}{A}\frac{s}{m} \Rightarrow \frac{V}{A \cdot m} = \frac{T}{0{,}163\,s}$

$$= D + 10\lg\left(\frac{T}{0{,}163\,s} \cdot \frac{0{,}5\,s}{T_0}\right) dB - 5\,dB$$

$T_0 = 0{,}5\,s$ !

$$= D + 10\lg\frac{T}{T_0}\,dB + \underbrace{10\lg\left(\frac{0{,}5}{0{,}163}\right) dB}_{4{,}87\,dB \approx 5\,dB} - 5\,dB$$

$$D'_{n,T} = D + 10\lg\frac{T}{T_0}\,dB \checkmark$$

3.6 (5/6)

$$R = L_1 - L_2 + 10\lg\left(\frac{S}{A}\right) dB$$

$$\Rightarrow L_2 = L_1 - R + 10\lg\left(\frac{S}{A}\right) dB$$

mit $S = b_T \cdot h_T = 2m^2$

$$A = \sum \alpha_i S_i = 7{,}5\, m^2$$

$$L_2 = 65dB - 30dB + 10\lg\left(\frac{2}{7{,}5}\right) dB$$

$$\underline{\underline{L_2 = 29 dB}}$$

HEAD acoustics GmbH
Ebertstraße 30a • 52134 Herzogenrath, Germany • Phone: +49 2407 577-0 • Fax: +49 2407 577-99
E-mail: info@head-acoustics.de • Internet: www.head-acoustics.de

3-7

$$f_r = 720 \cdot \sqrt{\frac{1}{m'' \cdot d_L}} \quad (6.10b)$$

| f | m | $d_L$ |
|---|---|---|
| Hz | $\frac{kg}{m^2}$ | cm |

$$= 720 \sqrt{\frac{1}{7 kg \cdot 5 cm}}$$

$$\underline{f_r = 122 \text{ Hz}}$$

HEAD acoustics GmbH
Ebertstraße 30a • 52134 Herzogenrath, Germany • Phone: +49 2407 577-0 • Fax: +49 2407 577-99
E-mail: info@head-acoustics.de • Internet: www.head-acoustics.de

3.8

$$m'' = \rho \cdot d = 800\frac{kg}{m^3} \cdot 12{,}5 \cdot 10^{-3}\,m$$

$$= 10\frac{kg}{m^2}$$

$$f_r \leq 510\sqrt{\frac{1}{d_L \cdot m''}}$$

| $d_L$ | $m''$ |
|---|---|
| cm | kg/m² |

$$f_r^2 \leq 510^2 \frac{1}{d_L \cdot m''}$$

$$d_L \geq 510^2 \frac{1}{f_r^2 \cdot m''} = 2{,}6\,cm$$

oder: $f_r \approx 160\sqrt{\frac{0{,}08}{m_2'' \cdot d_L}} \Rightarrow d_L = \frac{160^2 \cdot 0{,}08}{f_r^2\, m_2''} = 0{,}02\,m = 2\,cm$

Berechnung der Luftschalldämmung $\Delta R_w$

$$\Delta R_w = 74\,dB - 20\lg\frac{f_r}{1\,Hz}\,dB - \frac{1}{2}R_w$$

$$= 74\,dB - 20\lg 100\,dB - \frac{1}{2}\,48\,dB$$

$$= 74\,dB - 40\,dB - 24\,dB$$

$$\Delta R_w = 10\,dB$$

Wohnungstrenndecke

3.9 a)

$$f_c = \frac{6{,}4 \cdot 10^4\,m^2}{d\quad s^2}\sqrt{\frac{\rho_w}{E}}$$

$$= \frac{6{,}4 \cdot 10^4\,m^2}{0{,}3\,m \cdot s^2}\sqrt{\frac{2.100\,s^2\,m^2\,kg}{10 \cdot 10^9\,kg \cdot m \cdot m^3}}$$

$$= \underline{98\,Hz} \quad (\text{biegesteif})$$

b)

$$R = \bar{L}_1 - \bar{L}_2 + 10\lg\frac{S}{A}\,dB$$

$$= 95\,dB - 38\,dB + 10\lg\left[\frac{8 \cdot 2{,}5\,m^2\;T\,m}{0{,}163 \cdot V\,s}\right]dB$$

$$= \underline{60{,}6\,dB}$$

c)

$$R_w = 30{,}9\lg\frac{m'}{m_0}\,dB - 22{,}2\,dB$$

$$= 30{,}9\lg\left[\frac{2.100\,kg \cdot 0{,}3\,m \cdot m^2}{1\,kg\quad m^3}\right]dB - 22{,}2\,dB$$

$$= \underline{64{,}3\,dB}$$

d) Anzahl der Flankenwege: $12 = 4 \cdot 3$

$$R'_w = -10\lg\left[10^{-\frac{R_{Dd}}{10\,dB}} + 12 \cdot 10^{-\frac{R_{Flanke}}{10\,dB}}\right]dB$$

$$= -10\lg\left[10^{-6{,}4} + 12 \cdot 10^{-7{,}2}\right]dB$$

$$= \underline{59{,}4\,dB}$$

HEAD acoustics

Date: Project:

3.10

$$f_c = \frac{12 \cdot 10^3}{t}$$

| f | t |
|---|---|
| Hz | mm |

$$t_{2000} = \frac{12 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^3} = 6\,mm$$

$$\underline{\underline{t_{Platte} = 3\,mm}}$$

HEAD acoustics GmbH
Ebertstraße 30a • 52134 Herzogenrath, Germany • Phone: +49 2407 577-0 • Fax: +49 2407 577-99
E-mail: info@head-acoustics.de • Internet: www.head-acoustics.de

3.11 $s' = 15 \frac{MN}{m^3}$

a) $m_1 = 2400 \cdot 0{,}2 \frac{kg}{m^2} = 480 \frac{kg}{m^2}$

$m_2 = 2350 \cdot 0{,}04 \frac{kg}{m^2} = 94 \frac{kg}{m^2}$

$$f_0 \approx 160 \sqrt{15 \left( \frac{1}{480} + \frac{1}{94} \right)}$$

$[s'] = \frac{MN}{m^3}$

$[m''] = \frac{kg}{m^2}$

$\underline{\underline{\approx 70\,Hz}}$

b) $R_w = 30{,}9 \lg \frac{m''}{m_0} dB - 22{,}2\,dB$

$= 30{,}9 \lg [480] dB - 22{,}2\,dB$

$\underline{\underline{= 60{,}6\,dB}}$

$\Delta R_w = 74\,dB - 20 \lg \frac{f_0}{1\,Hz} dB - \frac{1}{2} R_w$

$= 74\,dB - 20 \lg 70\,dB - \frac{1}{2} 60{,}6\,dB$

$\underline{\underline{= 6{,}7}}$

c) $R_{w_{ges}} = 60{,}6 + 6{,}7 = \underline{\underline{67{,}3}}$