

8. Ruhende Flüssigkeiten

Beispiel

Auf der Decke eines Wasserbehälters – Innenmaße 4,8 m lang, 2,2 m hoch und 0,9 m hoch – ist ein Überlaufrohr von 100 mm Innendurchmesser und 7,0 m Höhe (bezogen auf Unterkante Decke des Wasserbehälters) angeordnet.

Berechnen Sie

1. das Gewicht des Wassers (Dichte = 1)
2. den Druck auf die Bodenfläche des Behälters.
3. Die Druckkraft auf den Behälter.

Im Tabellenbuch finden wir:

Hydrostatischer Druck		
	<p> p_e hydrostatischer Druck ρ Dichte der Flüssigkeit h Flüssigkeitstiefe g Fallbeschleunigung </p> <p>Beispiel: Welcher Druck herrscht in 10 m Wassertiefe?</p> $p_e = g \cdot \rho \cdot h = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \text{ m}$ $= 98\,100 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} = 98\,100 \text{ Pa} \approx \mathbf{1 \text{ bar}}$	<p style="text-align: center;">Hydrostatischer Druck</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px auto; width: fit-content;"> $p_e = g \cdot \rho \cdot h$ </div> <p>1 bar = 10 m Wassersäule</p> $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ <p>Dichtewerte Seite 112</p>

Löser

1. Gewicht des Wassers

$$\begin{aligned}
 F_g &= m \cdot \rho \\
 &= V \cdot \rho \cdot g \\
 &= (V_{\text{Quader}} + V_{\text{Hohlylinder}}) \cdot \rho \cdot g \\
 &= \left(a \cdot b \cdot c + d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot h \right) \cdot \rho \cdot g \\
 &= \left(48 \text{ dm} \cdot 22 \text{ dm} \cdot 9 \text{ dm} + 1 \text{ dm} \cdot 1 \text{ dm} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 70 \text{ dm} \right) \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\
 &= (9504 \text{ dm}^3 + 54,9778 \dots \text{ dm}^3) \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\
 &= 9558,9778 \dots \text{ dm}^3 \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\
 &= 93773,5729 \dots \frac{\text{kgm}}{\text{s}^2} \\
 &= 93773,5729 \dots \text{ N} \\
 &\approx \underline{\underline{93,77 \text{ kN}}}
 \end{aligned}$$

2. Bodendruck des Wassers

$$\begin{aligned} p &= h \cdot \rho \cdot g = (h_{\text{Quader}} + h_{\text{Hohlzylinder}}) \cdot \rho \cdot g \\ &= (0,9\text{m} + 7\text{m}) \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 7,9\text{m} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 77499 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \\ &= \underline{\underline{77499 \text{ Pa}}} \end{aligned}$$

3. Druckkraft auf den Boden des Behälters

$$\begin{aligned} F_{\text{Boden_Quader}} &= A_{\text{Boden_Quader}} \cdot p \\ &= a \cdot b \cdot p \\ &= 4,8\text{m} \cdot 2,2\text{m} \cdot 77499 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \\ &= 818389,44 \text{ N} \\ &= \underline{\underline{\approx 818,4 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

8. Ruhende Flüssigkeiten
8.1 Schweredruck

Übungsaufgaben

Welcher (mittlere) Druck wirkt auf einer rechteckigen Klappe – 600 mm hoch, 400 mm breit – im wasserdichten Schott bei vollgelaufenem Raum, wenn die Oberkante 9,80 m unter dem Schottendeck liegt? (Seewasser Dichte = 1,025)

$$\begin{aligned}
 p &= h \cdot \rho \cdot g \\
 &= \left(9,80m + \frac{600mm}{2} \right) \cdot 1025 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \\
 &= 10,1m \cdot 1025 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \\
 &= 101558,025 \frac{N}{m^2} \\
 &\approx 101,6kPa
 \end{aligned}$$

Die Doppelbodendecke liegt bei beschädigtem Boden 8,7 m unter WL. Sie groß ist
 1. der Druck und
 2. die wirkende Kraft
 auf einen Mannlochdeckel 600/400 ? (Seewasser Dichte = 1,025)

1. Berechnung des Drucks

$$\begin{aligned}
 p &= h \cdot \rho \cdot g \\
 &= 8,7m \cdot 1025 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \\
 &= 87480,675 \frac{N}{m^2} \\
 &\approx 8,74 \frac{N}{cm^2}
 \end{aligned}$$

2. Berechnung der wirkenden Kraft

$$\begin{aligned}
 F &= p \cdot A \\
 &= p \cdot (A_{\text{Rechteck}} + A_{\text{Kreis}}) \\
 &= p \cdot (a \cdot b + r^2 \cdot \pi) \\
 &= 8,74 \frac{N}{cm^2} \cdot (20cm \cdot 40cm + 20^2 cm^2 \cdot \pi) \\
 &= 8,74 \frac{N}{cm^2} \cdot (800cm^2 + 1256,637...cm^2) \\
 &\approx 17975,0N \approx 18,0kN
 \end{aligned}$$

Eine Tankdecke ist auf 1,5 (1,85) atü zu prüfen. Wie hoch ist ein aufgeschraubtes Rohr zu füllen (Wasser Dichte = 1)?

$$p = h \cdot \rho \cdot g$$

$$h = \frac{p}{\rho \cdot g}$$

$$= \frac{1,5 \cdot 98066,5 \text{ Pa}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{1,5 \cdot 98066,5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{1000 \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}} = 14,9948 \dots \text{m} \quad (18,49 \dots \text{m})$$

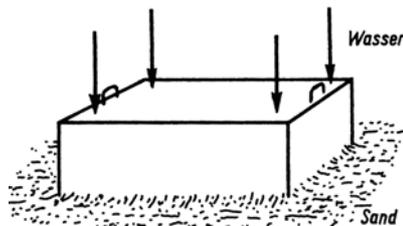
Eine Fundamentplatte soll StB 110 mm höher als BB liegen. Beim Ausvisieren zeigt die Schlauchwaage BB 142 mm, StB 380 mm an.

Welches Lager ist zu senken? Um wie viel mm?

Annahme:
Fundamentplatte hat auf BB die richtige Höhe. Anzeige Wasserstandshöhe in der Schlauchwaage auf beiden Seiten 142 mm.

Auf StB-Seite muss das Fundament um
380 mm – (142 mm + 110 mm) = 128 mm
gesenkt werden.

Ein Betonquader von 3 m Länge, 2 m Breite, 1 m Höhe (Dichte = 2,4 t/m³) liegt in 11 m Wassertiefe auf glattem festem Sandgrund. Welche Zugkraft muss ein Kran aufwenden, um ihn vom Grunde abzuheben und wie viel, um ihn im Wasser schwebend zu halten?



$$\begin{aligned} F_1 &= F_{g_Betonquader} + F_{D_Wasser} \\ &= L_B \cdot B_B \cdot H_B \cdot \rho_B \cdot g + p_{D_Wasser} \cdot A_{Wasser} \\ &= L_B \cdot B_B \cdot H_B \cdot \rho_B \cdot g + h_{Wassersäule_üb_Quader} \cdot \rho_{Wasser} \cdot g \cdot L_B \cdot B_B \\ &= L_B \cdot B_B \cdot g \cdot (H_B \cdot \rho_B + h_{Wasser} \cdot \rho_{Wasser} \cdot g) \\ &= 3 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \left(1 \text{ m} \cdot 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} + 10 \text{ m} \cdot 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \\ &= 744579 \text{ N} \\ &\approx \underline{\underline{744,6 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

$$F_2 = F_{g_B} - F_A = L_B \cdot B_B \cdot H_B \cdot g \cdot (\rho_B - \rho_W) \approx \underline{\underline{82,4 \text{ kN}}}$$