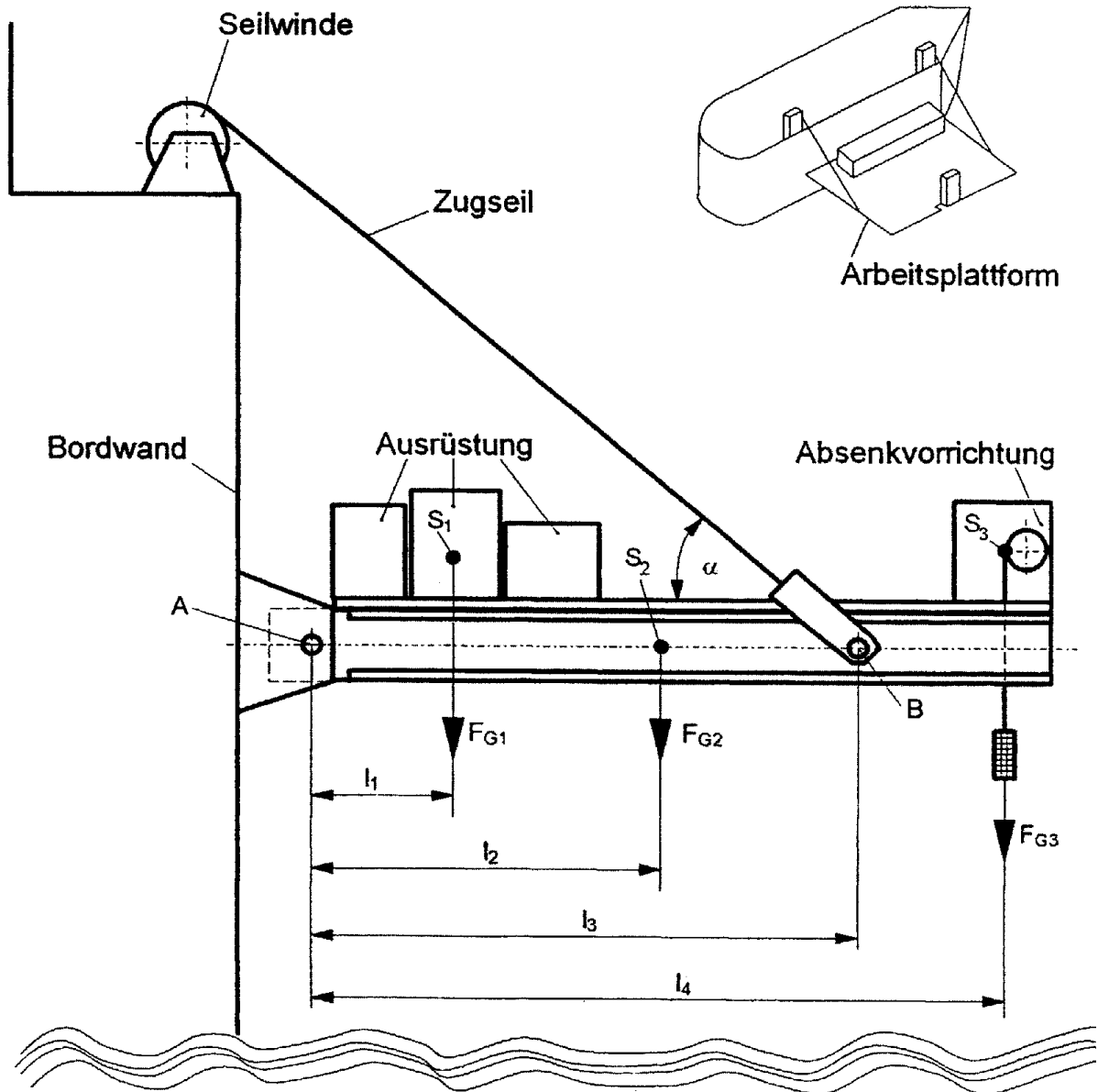


# HP 2005/06-1: Arbeitsplattform

## HP 2005/06-1: Arbeitsplattform

An der Bordwand eines Forschungsschiffs ist eine Arbeitsplattform montiert. Die Arbeitsplattform liegt auf zwei I-Trägern, sie wird durch zwei Seilwinden hochgeklappt bzw. abgesenkt. Am äußeren Ende der Plattform ist eine Absenkvorrichtung zum Heben und Senken von Sonden angebracht. Auf der Arbeitsplattform ist eine Fläche ausgewiesen, auf der Ausrüstung gelagert werden kann.

Alle Angaben beziehen sich auf eine Plattformseite.



Daten:

Gewichtskraft der Ausrüstung:

$$F_{G1} = 20 \text{ kN}$$

$$l_1 = 2,0 \text{ m}$$

Gewichtskraft eines Trägers:

$$F_{G2} = 6 \text{ kN}$$

$$l_2 = 5,5 \text{ m}$$

Gewichtskraft der Absenkvorrichtung:

$$F_{G3} = 3 \text{ kN}$$

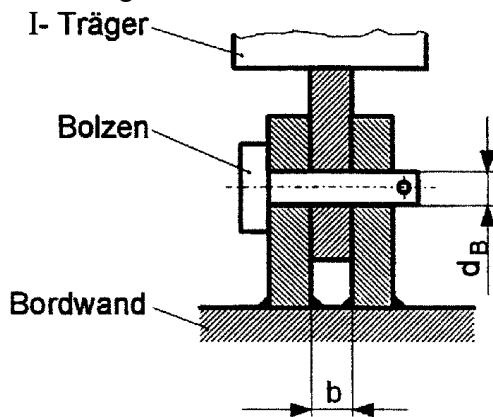
$$l_3 = 8,0 \text{ m}$$

$$l_4 = 11,0 \text{ m}$$

$$\alpha = 50^\circ$$

# HP 2005/06-1: Arbeitsplattform

Teilaufgaben:	Punkte
1 Bestimmen Sie zeichnerisch die Lagerkraft $F_A$ und die Seilkraft $F_B$ .	6,0
2 Bestimmen Sie die Stelle des maximalen Biegemoments und berechnen Sie $M_{bmax}$ für $F_A = 19 \text{ kN}$ unter $\beta = 55^\circ$ zur Waagrechten.	4,0
3 Das maximale Biegemoment beträgt $M_{bmax} = 31 \text{ kNm}$ . Bestimmen Sie bei 4-facher Sicherheit gegen unzulässige Verformung den erforderlichen schmalen I- Träger DIN 1025 - S235.	3,0
4 Jeder I- Träger ist durch einen Bolzen mit der Bordwand verbunden.	

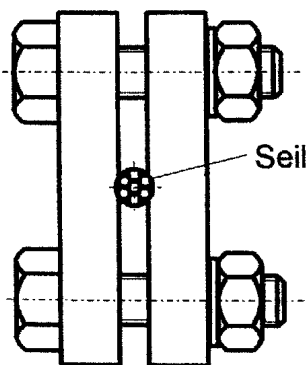


Lager A

Daten:  
 Breite:  $b = 18 \text{ mm}$   
 zul. Flächenpressung:  
 $p_{zul} = 30 \text{ N/mm}^2$   
 Lagerkraft:  $F_A = 19 \text{ kN}$   
 Bolzenwerkstoff: C45E

4.1 Berechnen Sie $d_B$ aus der zulässigen Flächenpressung.	2,5
4.2 Berechnen Sie die vorhandene Sicherheit gegen Abscherung.	2,5
5 Das freie Ende des Zugseils wird mit einer Seilklemme am I- Träger befestigt.	

## Seilklemme

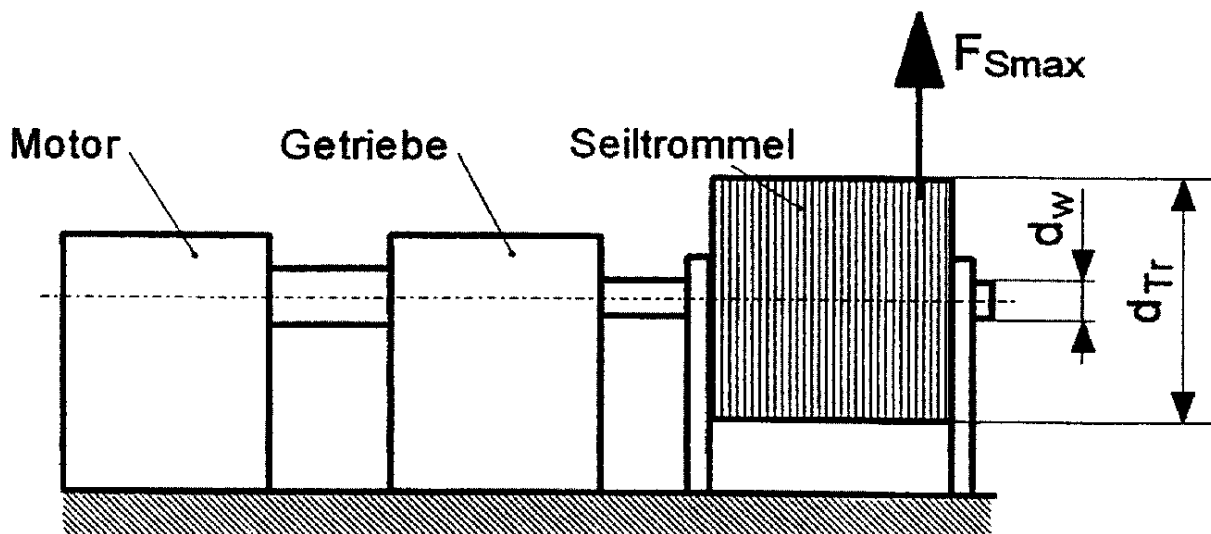


Daten:  
 Maximale Seilkraft:  $F_{Smax} = 18 \text{ kN}$   
 Reibungskoeffizient:  $\mu = 0,2$   
 Sicherheit gegen Verformung der Schrauben:  $v_1 = 4$   
 Sicherheit gegen Herausrutschen:  $v_2 = 5$   
 Anzahl der Schrauben: 6  
 Schraubenfestigkeitsklasse: 8.8

Berechnen Sie das erforderliche metrische ISO- Regelgewinde.	5,0
--	-----

# HP 2005/06-1: Arbeitsplattform

6 Die Plattform wird durch zwei Seilwinden an den Schiffskörper hochgeklappt.



Daten pro Seilwinde:

Getriebewirkungsgrad:

$$\eta_G = 0,8$$

Maximale Seilkraft:

$$F_{Smax} = 18 \text{ kN}$$

Seiltrommeldurchmesser:

$$d_{Tr} = 220 \text{ mm}$$

Hubgeschwindigkeit:

$$v_{Hub} = 6 \text{ m/min}$$

Sicherheit gegen unzulässige Verdrehung:

$$v = 4$$

Werkstoff der Seiltrommelwelle:

50 Cr Mo 4

6.1 Welche Leistung muss der Elektromotor abgeben ? 3,0

6.2 Berechnen Sie den erforderlichen Durchmesser  $d_w$  der Seiltrommelwelle. 4,0

---

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.  $\Sigma = 30,0$

# HP 2005/06-1: Arbeitsplattform

## Lösungsvorschlag

Teilaufgaben:

Punkte

### 1 Rechnerische Lösung (nicht gefordert)

LS Arbeitsplattform:

$$\sum M_A = 0 = -F_{G1} \cdot l_1 - F_{G2} \cdot l_2 + F_{By} \cdot l_3 - F_{G3} \cdot l_4 \Rightarrow$$

$$F_{By} = \frac{F_{G1} \cdot l_1 + F_{G2} \cdot l_2 + F_{G3} \cdot l_4}{l_3}$$

$$= \frac{20 \text{ kN} \cdot 2 \text{ m} + 6 \text{ kN} \cdot 5,5 \text{ m} + 3 \text{ kN} \cdot 11 \text{ m}}{8 \text{ m}} = 13,25 \text{ kN}$$

$$F_B = \frac{F_{By}}{\sin \alpha} = \frac{13,25 \text{ kN}}{\sin 50^\circ} = 17,3 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = 0 = F_{Ax} - F_{Bx} \Rightarrow F_{Ax} = F_{Bx} = F_B \cdot \cos \alpha = 17,3 \text{ kN} \cdot \cos 50^\circ = 11,1 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0 = F_{Ay} - F_{G1} - F_{G2} + F_{By} - F_{G3} \Rightarrow$$

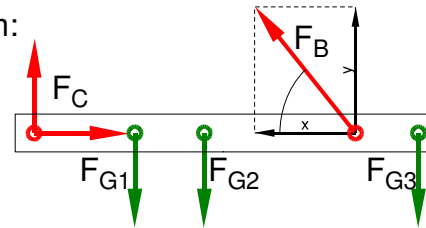
$$F_{Ay} = +F_{G1} + F_{G2} - F_{By} + F_{G3} = 20 \text{ kN} + 6 \text{ kN} - 13,25 \text{ kN} + 3 \text{ kN} = 15,75 \text{ kN}$$

$$F_A = \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Ay}^2} = \sqrt{(11,1 \text{ kN})^2 + (15,75 \text{ kN})^2} = 19,3 \text{ kN}$$

$$\alpha_A = \arctan \frac{F_{Ay}}{F_{Ax}} = \arctan \frac{15,75 \text{ kN}}{11,1 \text{ kN}} = 54,8^\circ$$

$\alpha_A = 54,8^\circ$  nach rechts oben gegen die positive x-Achse

Statik (Schlusslinienverfahren)



6,0

### 2 Lageskizze

$$M_{bl} (\text{von links}) = -F_{Ay} \cdot l_1 = -F_A \cdot \sin 55^\circ \cdot l_1 = -19 \text{ kN} \cdot \sin 55^\circ \cdot 2,0 \text{ m} = -31,13 \text{ kNm}$$

$$M_{b2} (\text{von links}) = F_{Ay} \cdot l_2 + F_{G1} \cdot (l_2 - l_1) = -19 \text{ kN} \cdot \sin 55^\circ \cdot 5,5 \text{ m} + 20 \text{ kN} \cdot (5,5 - 2,0) \text{ m} = -15,6 \text{ kNm}$$

$$M_{bB} (\text{von links}) = -F_{Ay} \cdot l_3 + F_{G1} \cdot (l_3 - l_1) + F_{G2} \cdot (l_3 - l_2) = -19 \text{ kN} \cdot \sin 55^\circ \cdot 8 \text{ m} + 20 \text{ kN} \cdot (8,0 - 2,0) \text{ m} + 6 \text{ kN} \cdot (8,0 - 5,5) \text{ m} = 10,5 \text{ kNm}$$

$$M_{bB} (\text{von rechts}) = F_{G3} \cdot (l_4 - l_3) = 3 \text{ kN} \cdot (11 - 8) \text{ m} = 9 \text{ kNm}$$

$$M_{bmax} = |M_{bl}| = 31,13 \text{ kNm} \quad (\text{das Biegemoment mit dem größten Betrag})$$

4,0

$M_{bIII}$  ergibt von links und rechts gerechnet unterschiedliche Werte, da der angegebene Wert von  $F_A$  ungenau ist. (Einser-Falle ;-)

$M_{bl}$  und  $M_{bII}$  können ohne  $F_B$  nicht von rechts gerechnet werden.

Biegemoment ermitteln

### 3 $\sigma_{bF} = 330 \text{ N/mm}^2$ (S235 → Tabellenbuch Metall, Europa, 44. Auflage, S.44)

$$\frac{\sigma_{bF}}{v} = \sigma_{bzul} > \sigma_b = \frac{M_{bmax}}{W} \Rightarrow$$

$$\sigma_{bzul} = \frac{\sigma_{bF}}{v} = \frac{330 \text{ N/mm}^2}{4} = 82,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_{erf} = \frac{M_{bmax}}{\sigma_{bzul}} = \frac{31 \text{ kNm}}{82,5 \text{ N/mm}^2} = 375,8 \text{ cm}^3$$

Gewählt: I-Profil DIN 1025 – S235 – I260 mit  $W_x = 442 \text{ cm}^3$

Hinweis: Schmale I-Träger sind nicht in allen neueren Tabellenbüchern aufgeführt.

Profil wählen

3,0

# HP 2005/06-1: Arbeitsplattform

4

$$4.1 \quad p_{zul} = \frac{F}{2 \cdot A} \Rightarrow A = \frac{F_A}{p_{zul}} = \frac{19 \text{ kN}}{30 \text{ N/mm}^2} = 633 \text{ mm}^2 \quad 2,5$$

$$A = d \cdot b \Rightarrow d_B = \frac{A}{b} = \frac{633 \text{ mm}^2}{18 \text{ mm}} = 35,18 \text{ mm}$$

gewählt:  $d_B = 40 \text{ mm}$  (der nächstgrößere lieferbare Bolzen  $\emptyset \rightarrow$  TabB)

$$4.2 \quad \tau_{aB} = 490 \text{ N/mm}^2 \text{ (C45E} \rightarrow \text{Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 41. Auflage, S.40)} \quad 2,5$$

$$S = \frac{\pi \cdot d_B^2}{4} = \frac{\pi \cdot 40^2 \text{ mm}^2}{4} = 1257 \text{ mm}^2$$

$$\frac{\tau_{aB}}{\nu} = \tau_{azul} > \tau_a = \frac{F_A}{2 \cdot S} \Rightarrow$$

$$\tau_a = \frac{F_A}{2 \cdot S} = \frac{19 \text{ kN}}{2 \cdot 1257 \text{ mm}^2} = 7,56 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\nu = \frac{\tau_{aB}}{\tau_a} = \frac{490 \text{ N/mm}^2}{7,56 \text{ N/mm}^2} = 64,8$$

Bolzen dimensionieren

5 Die Reibkraft wirkt an jeder Klemmfläche, d.h. 2 mal:

$$\frac{F_{Smax}}{2} < F_R = \mu \cdot F_{Nmin} \Rightarrow F_{Nmin} = \frac{F_{Smax}}{2 \cdot \mu} = \frac{18 \text{ kN}}{2 \cdot 0,2} = 45 \text{ kN}$$

$$F_{Nerf} = F_{Nmin} \cdot \nu_2 = 45 \text{ kN} \cdot 5 = 225 \text{ kN}$$

$$F_{Schraube} = \frac{F_{Nerf}}{n} = \frac{225 \text{ kN}}{6} = 37,5 \text{ kN}$$

$$R_e = 8 \cdot 0,8 \cdot 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 640 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (\text{aus Festigkeitsklasse 8.8})$$

$$\frac{R_e}{\nu_1} = \sigma_{zzul} > \sigma_z = \frac{F_{Schraube}}{A_S} \Rightarrow$$

$$\sigma_{zzul} = \frac{R_e}{\nu} = \frac{640 \text{ N/mm}^2}{4} = 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A_S = \frac{F_{Schraube}}{\sigma_{zzul}} = \frac{37,5 \text{ kN}}{160 \text{ N/mm}^2} = 234,4 \text{ mm}^2$$

Gewählt: M20 mit  $S = 245 \text{ mm}^2$  ( $\rightarrow$  TabB „Gewinde“)

Reibung (sehr anspruchsvoll)

5,0

# HP 2005/06-1: Arbeitsplattform

6

$$6.1 \quad P_{ab} = F_{Smax} \cdot v_{Hub} = 18 \text{ kN} \cdot 6 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 1,8 \text{ kW}$$

$$\eta_G = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} \Rightarrow P_M = \frac{P_{ab}}{\eta_G} = \frac{1,8 \text{ kW}}{0,8} = 2,25 \text{ kW}$$

Alternativer Weg zu  $P_{ab}$  ( $M_{Tr}$  siehe unten)

$$v_{Hub} = \pi \cdot n_{Tr} \cdot d_{tr} \Rightarrow n_{Tr} = \frac{v_{Hub}}{\pi \cdot d_{Tr}} = \frac{6 \text{ m/min}}{\pi \cdot 220 \text{ mm}} = 8,6811 \frac{1}{\text{min}} = 0,1447 \frac{1}{\text{s}}$$

$$P_{ab} = 2 \pi \cdot M_t \cdot n_{Tr} = 2 \pi \cdot 1980 \text{ Nm} \cdot 0,1447 \frac{1}{\text{s}} = 1800 \text{ W} \quad 3,0$$

6.2  $\tau_{tF} = 630 \text{ N/mm}^2$  (50CrMo4 → Tabellenbuch Metall, Europa, 44. Auflage, S.44)

$$M_t = \frac{F_{Smax} \cdot d_{Tr}}{2} = \frac{18 \text{ kN} \cdot 220 \text{ mm}}{2} = 1980 \text{ Nm}$$

$$\frac{\tau_{tF}}{v} = \tau_{zul} > \tau_t = \frac{M_t}{W_P} \Rightarrow$$

$$\tau_t = \frac{\tau_{tF}}{v} = \frac{630 \text{ N/mm}^2}{4} = 157,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_P = \frac{M_t}{\tau_t} = \frac{1980 \text{ Nm}}{157,5 \text{ N/mm}^2} = 12,6 \text{ cm}^3$$

$$W_P = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \Rightarrow d_{erf} = \sqrt[3]{\frac{W_{perf} \cdot 16}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{12,6 \text{ cm}^3 \cdot 16}{\pi}} = 40,0 \text{ mm} \quad 4,0$$

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 30,0$