

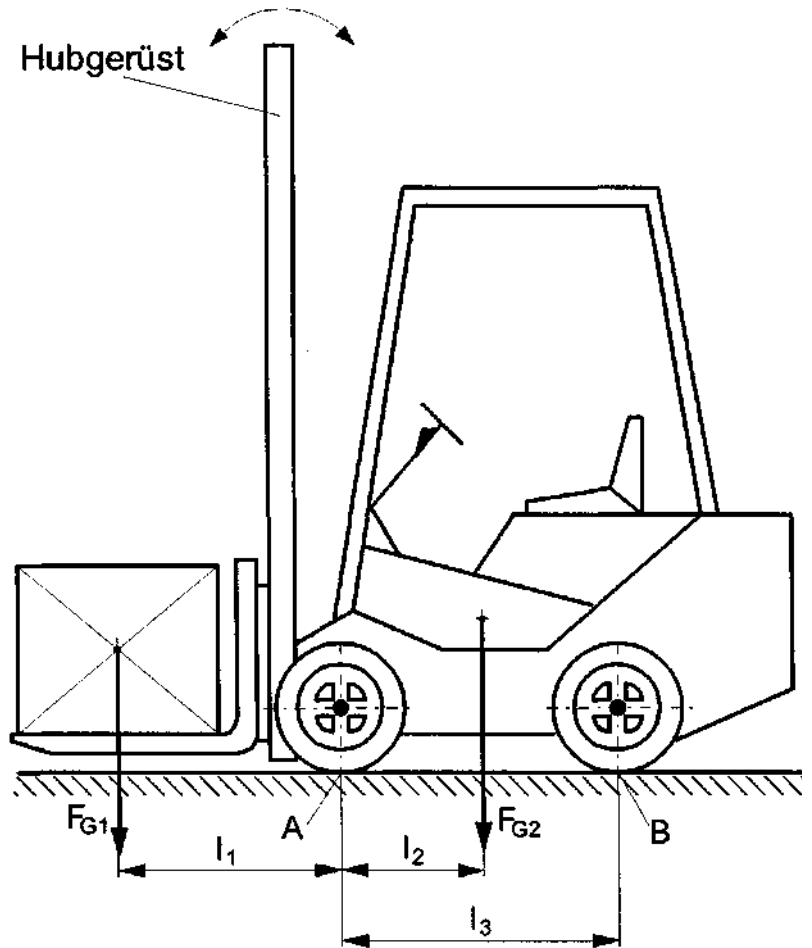
# HP 2006/07-2: Gabelstapler

## HP 2006/07-2: Gabelstapler

Bei dem hier dargestellten Gabelstapler lässt sich das Hubgerüst kippen.

Daten:

- $l_1 = 840 \text{ mm}$
- $l_2 = 925 \text{ mm}$
- $l_3 = 1740 \text{ mm}$
- $F_{G1} = 5 \text{ kN}$
- $F_{G2} = 35 \text{ kN}$



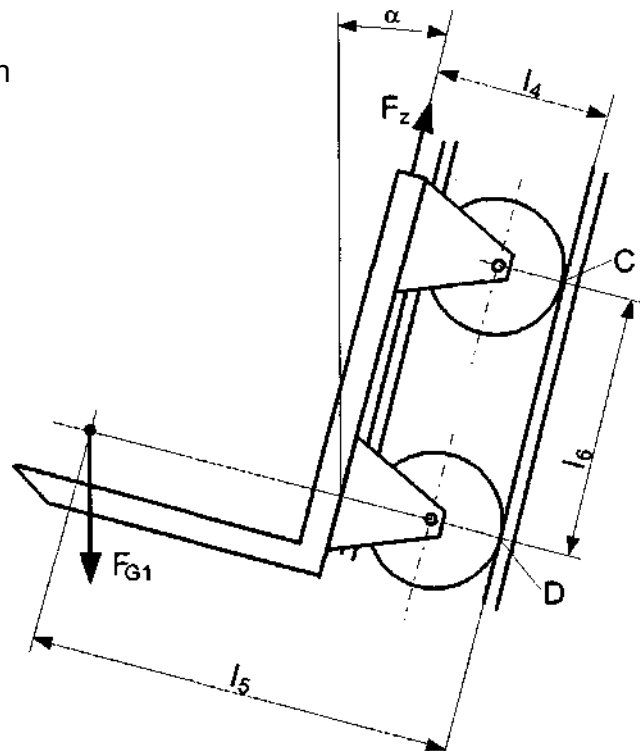
Teilaufgaben:

Punkte

- 1 Bestimmen Sie zeichnerisch die Achslasten  $F_A$  und  $F_B$ . 5,5
- 2 Berechnen Sie für die senkrechte Stellung des Hubgerüsts die maximale Last  $F_{G1max}$ , bei der der Gabelstapler kippt. 3,0
- 3 Die Rollen der Gabel werden in zwei U-Profilen geführt. Zwei Zugketten bewegen die Gabel. Berechnen Sie für eine Seite des Hubgerüsts die Rollenstützkräfte  $F_C$  und  $F_D$ , sowie die Zugkraft  $F_Z$ , wenn das Hubgerüst um  $\alpha$  gekippt ist. 6,0

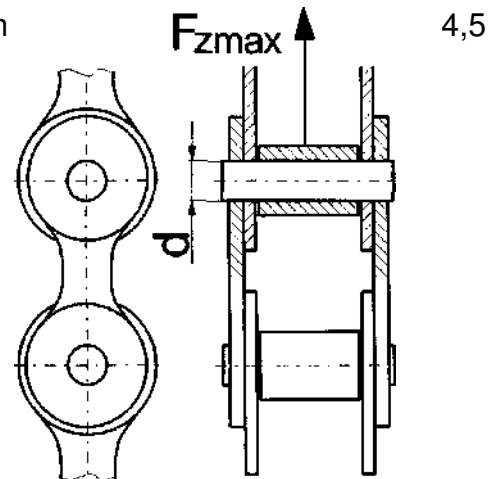
Daten:

- $l_4 = 150 \text{ mm}$
- $l_5 = 550 \text{ mm}$
- $l_6 = 400 \text{ mm}$
- $\alpha = 10^\circ$



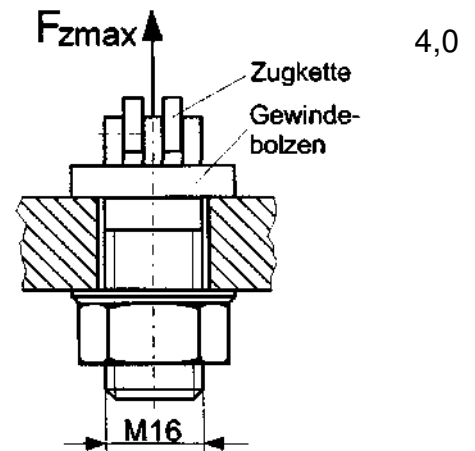
# HP 2006/07-2: Gabelstapler

- 4 Die einzelnen Kettenglieder der Zugkette sind durch Bolzen aus C22E verbunden.  
Berechnen Sie für eine 4-fache Sicherheit den erforderlichen Bolzendurchmesser  $d$  bei einer maximalen Kettenzugkraft von  $F_{zmax} = 16 \text{ kN}$ .



4,5

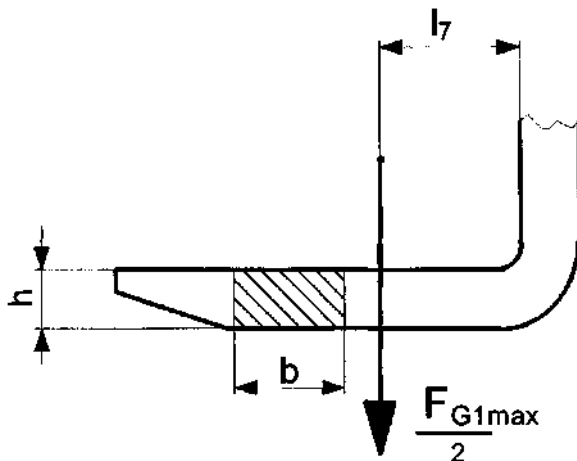
- 5 Die Ketten sind mit Gewindebolzen M16 aus S275 am Hubantrieb befestigt. In der Kette wirkt eine maximale Kettenzugkraft von  $F_{zmax} = 16 \text{ kN}$ .  
Berechnen Sie die Sicherheit gegen bleibende Verformung im Gewinde.



4,0

- 6 Die Gabelzinken sind aus S275, der Querschnitt ist ein rechteckiges Vollprofil. Bestimmen Sie die erforderliche Breite  $b$  der Gabelzinken. Querschnittsänderungen und Radien werden vernachlässigt.

5,0



Daten:

$$\begin{aligned}
 l_7 &= 400 \text{ mm} \\
 h &= 40 \text{ mm} \\
 F_{G1max} &= 32 \text{ kN} \\
 v &= 3
 \end{aligned}$$

- 7 Bestimmen Sie die erforderliche Hubleistung, wenn die Last  $F_{G1}$  mit  $v_{Hub} = 0,5 \text{ m/s}$  angehoben wird.

2,0

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 30,0$

# HP 2006/07-2: Gabelstapler

## Lösungsvorschlag

Teilaufgaben:

Punkte

- 1 Hinweise: Die vorgegebene Zeichnung ist nicht maßstäblich, dadurch ist eine gefühlsmäßige Kontrolle erschwert. Die zeichnerische Lösung kann auch bei groben Fehlern ähnliche oder vertauschte Ergebnisse erbringen. 5,5

Rechnerische Lösung (nicht gefordert)

$$\Sigma M_A = 0 = F_{G1} \cdot l_1 - F_{G2} \cdot l_2 + F_B \cdot l_3 \Rightarrow$$

$$F_B = \frac{-F_{G1} \cdot l_1 + F_{G2} \cdot l_2}{l_3} = \frac{-5 \text{ kN} \cdot 840 \text{ mm} + 35 \text{ kN} \cdot 925 \text{ mm}}{1740 \text{ mm}} = 16,2 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_Y = 0 = -F_{G1} + F_A - F_{G2} + F_B \Rightarrow$$

$$F_A = F_{G1} + F_{G2} - F_B = 5 \text{ kN} + 35 \text{ kN} - 16,2 \text{ kN} = 23,8 \text{ kN}$$

- 2 Kippbedingung:  $F_B = 0$ , weil die Hinterachse beim Kippen abhebt. 3,0

$$\Sigma M_A = 0 = F_{G1max} \cdot l_1 - F_{G2} \cdot l_2 \Rightarrow$$

$$F_{G1max} = F_{G2} \cdot \frac{l_2}{l_1} = 35 \text{ kN} \cdot \frac{925 \text{ mm}}{840 \text{ mm}} = 38,5 \text{ kN}$$

- 3 Lageplan der Gabel mit Rollen: Berechnung mit  $F_{G1}/2$ , weil Kräfte nur für eine Seite gefragt sind. 6,0

$$\Sigma M_{DZ} = 0 = +F_C \cdot l_6 + \frac{F_{G1x}}{2} \cdot (l_5 - l_4) \Rightarrow$$

$$F_C = -\frac{F_{G1}/2 \cdot \cos \alpha \cdot (l_5 - l_4)}{l_6} = \frac{-5 \text{ kN} / 2 \cdot \cos 10^\circ \cdot (550 - 150) \text{ mm}}{400 \text{ mm}} = -2,46 \text{ kN} (!)$$

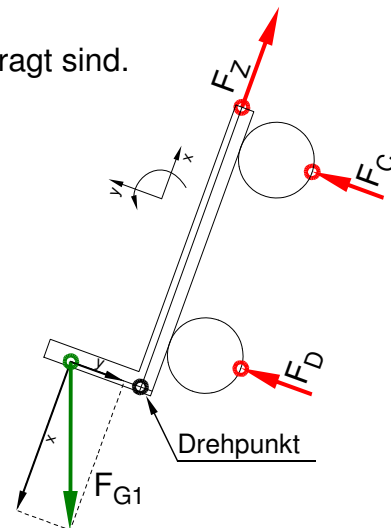
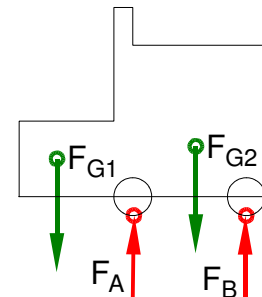
$$\Sigma F_x = 0 = -\frac{F_{G1x}}{2} + F_Z \Rightarrow$$

$$F_Z = \frac{F_{G1}}{2} \cdot \cos \alpha = \frac{5 \text{ kN}}{2} \cdot \cos 10^\circ = 2,46 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = -\frac{F_{G1y}}{2} + F_D + F_C \Rightarrow$$

$$F_D = \frac{F_{G1}}{2} \cdot \sin \alpha - F_C = \frac{5 \text{ kN}}{2} \cdot \sin 10^\circ - (-2,46 \text{ kN}) = 2,89 \text{ kN}$$

Hoffentlich hilft Ihnen die Zeichnung bei der Frage, wie die negative Auflagerkraft  $F_C$  übertragen wird ..



# HP 2006/07-2: Gabelstapler

- 4 Der Bolzendurchmesser kann nur gegen Abscherung berechnet werden, weil die Dicke der Laschen nicht angegeben ist. 4,5

$\tau_{aB} = 400 \text{ N/mm}^2$  (G22E → Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 44. Auflage, S.44)

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

$$\tau_{azul} = \frac{\tau_{aB}}{\nu} = \frac{400 \text{ N/mm}^2}{4} = 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S = \frac{F_{zmax}}{2 \cdot \tau_{azul}} = \frac{16 \text{ kN}}{2 \cdot 100 \text{ N/mm}^2} = 80 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 80 \text{ mm}^2}{\pi}} = 10,1 \text{ mm}$$

gewählt:  $d_B = 12 \text{ mm}$  (der nächstgrößere lieferbare BolzenØ → TabB)

Bolzen dimensionieren

- 5 Spannungsquerschnitt  $S = 157 \text{ mm}^2$  (M16 → [EuroTabM] „Gewinde“) 4,0

$$\frac{R_e}{\nu} = \sigma_{zzul} > \sigma_z = \frac{F_{zmax}}{S}$$

$$\sigma_z = \frac{F_{zmax}}{S} = \frac{16 \text{ kN}}{157 \text{ mm}^2} = 101,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\nu = \frac{R_e}{\sigma_z} = \frac{275 \text{ MPa}}{101,9 \text{ MPa}} = 2,7$$

- 6 Das maximale Biegemoment wirkt im senkrechten Teil des Gabelzinkens, weil dieser Teil am weitesten weg ist von der Kraft (= größter Hebelarm): 5,0

$$M_{bmax} = \frac{F_{Glmax}}{2} \cdot l_7 = \frac{32 \text{ kN}}{2} \cdot 400 \text{ mm} = 6,4 \text{ kNm}$$

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

$$\sigma_{bzul} = \frac{\sigma_{bF}}{\nu} = \frac{380 \text{ N/mm}^2}{3} = 126,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_{erf} = \frac{M_{bmax}}{\sigma_{bzul}} = \frac{6,4 \text{ kNm}}{126,7 \text{ N/mm}^2} = 50,5 \text{ cm}^3$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} \Rightarrow b = \frac{W \cdot 6}{h^2} = \frac{50526 \text{ mm}^2 \cdot 6}{(40 \text{ mm})^2} = 189,5 \text{ mm}$$

Biegemoment ermitteln

- 7  $P = F_{Gl} \cdot v_{Hub} = 5 \text{ kN} \cdot 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2,5 \text{ kW}$  2,0

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 30,0$