

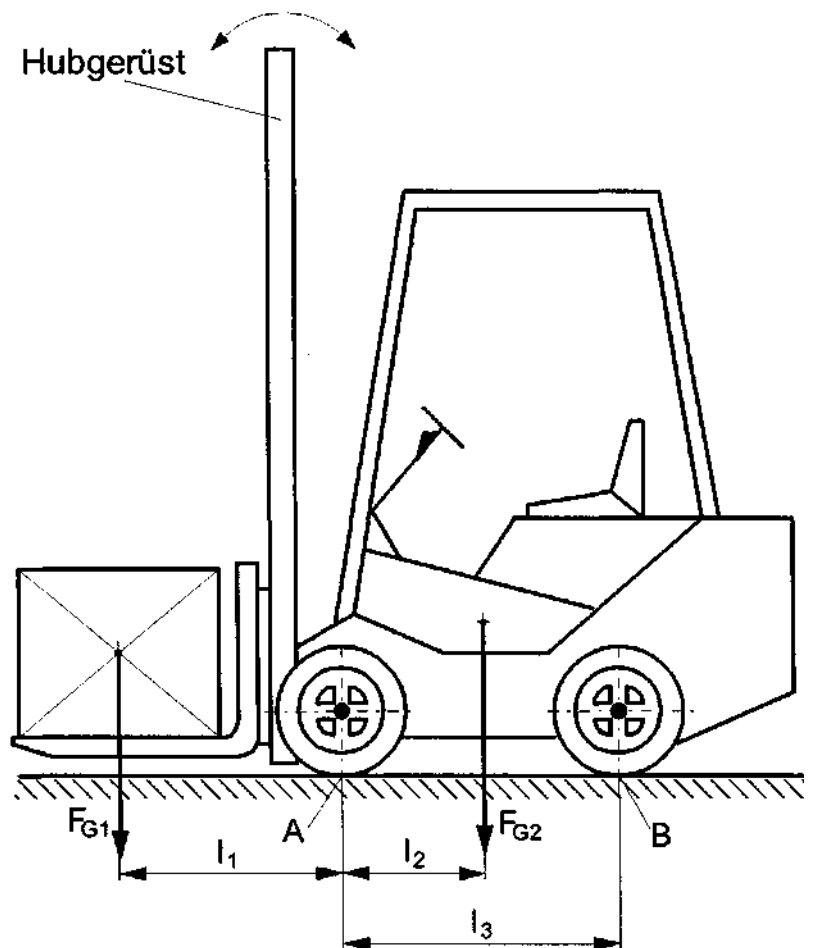


tgt HP 2006/07-2: Gabelstapler

Bei dem hier dargestellten Gabelstapler lässt sich das Hubgerüst kippen.

Daten:

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



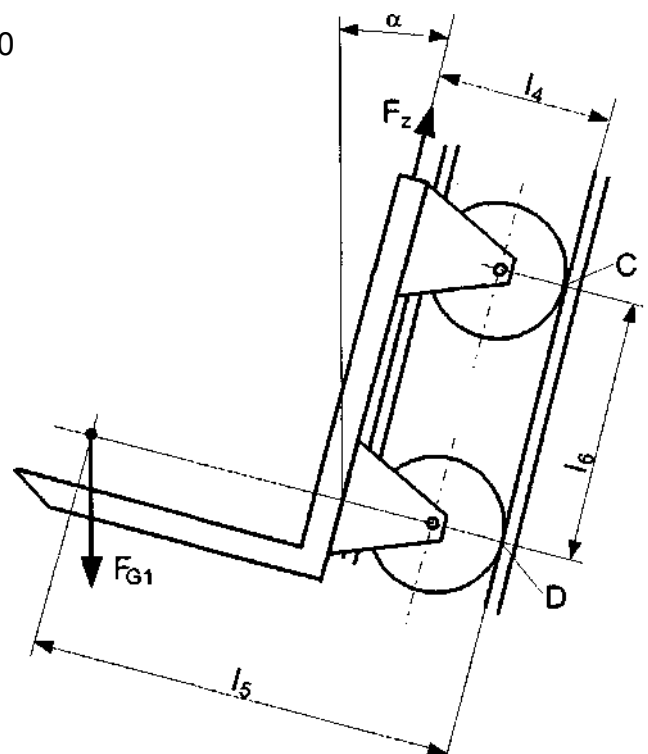
Teilaufgaben:

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 α gekippt ist. | 6,0 |

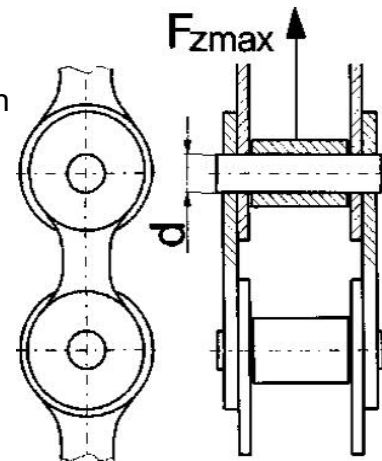
Daten:

l_4	=	150 mm
l_5	=	550 mm
l_6	=	400 mm
α	=	10°



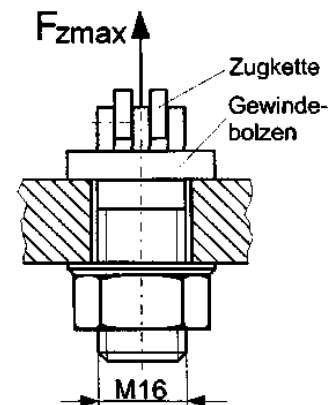


- 4 Die einzelnen Kettenglieder der Zugkette sind durch Bolzen aus C22E verbunden. Berechnen Sie für eine 4-fache Sicherheit den erforderlichen Bolzendurchmesser d bei einer maximalen Kettenzugkraft von $F_{zmax} = 16 \text{ kN}$.



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.

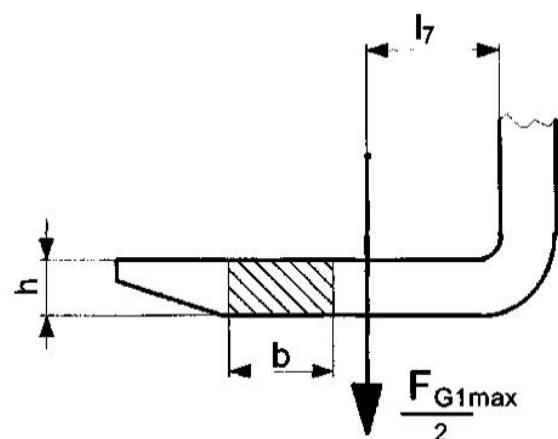


4,0

- 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.

Daten:

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



5,0

- 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.

$\Sigma = 30,0$



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.

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

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

- 3 Lageplan der Gabel mit Rollen:

Berechnung mit $F_{G1}/2$, weil Kräfte nur für eine Seite gefragt sind.

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

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

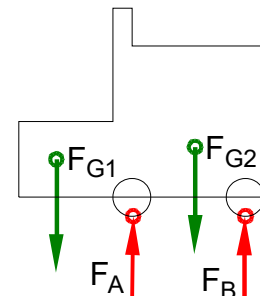
$$\Sigma F_x = 0 = -\frac{F_{G1x}}{2} + F_Z \Rightarrow$$

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

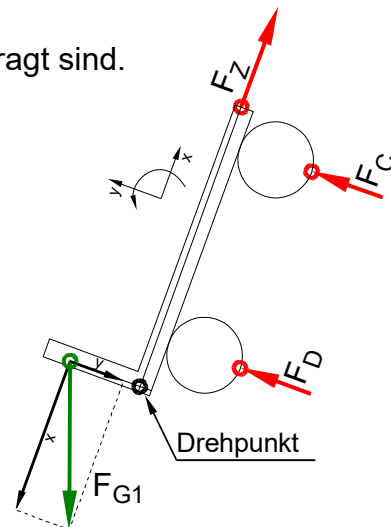
$$\Sigma F_y = -\frac{F_{G1y}}{2} + F_D + F_C \Rightarrow$$

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

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



3,0



6,0



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

$R_e = 290 \text{ N/mm}^2$ (C22E<16 mm \rightarrow [EuroTabM46], S.134)

$$\tau_{aF} = 0,6 \cdot R_e = 0,6 \cdot 290 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 174 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\frac{\tau_{aF}}{V} = \tau_{azul} > \tau_a = \frac{F}{2 \cdot S} \Rightarrow$$

$$\tau_{azul} = \frac{\tau_{aF}}{V} = \frac{174 \text{ N/mm}^2}{4} = 43,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S = \frac{F_{zmax}}{2 \cdot \tau_{azul}} = \frac{16 \text{ kN}}{2 \cdot 43,5 \text{ N/mm}^2} = 183,9 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 183,9 \text{ mm}^2}{\pi}} = 15,3 \text{ mm}$$

gewählt: $d_B = 16 \text{ mm}$ (der nächstgrößere lieferbare Bolzen \rightarrow TabB)
Bolzen dimensionieren

- 5 Spannungsquerschnitt $S = 157 \text{ mm}^2$ (M16 \rightarrow [EuroTabM] „Gewinde“) 4,0
 $R_e = 275 \text{ N/mm}^2$ (aus der Bezeichnung von S275)

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

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

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

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

$$M_{bmax} = \frac{F_{G1max}}{2} \cdot l_7 = \frac{32 \text{ kN}}{2} \cdot 400 \text{ mm} = 6,4 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{bF} = 1,2 \cdot R_e = 1,2 \cdot 275 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 330 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

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

$$\sigma_{bzul} = \frac{\sigma_{bF}}{V} = \frac{330 \text{ N/mm}^2}{3} = 110 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_{erf} = \frac{M_{bmax}}{\sigma_{bzul}} = \frac{6,4 \text{ kNm}}{110 \text{ N/mm}^2} = 58,2 \text{ cm}^3$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} \Rightarrow b = \frac{W \cdot 6}{h^2} = \frac{58181 \text{ mm}^2 \cdot 6}{(40 \text{ mm})^2} = 218 \text{ mm}$$

Die Breite muss mind. 218 mm betragen.
Biegemoment ermitteln

- 7 $P = F_{G1} \cdot v_{Hub} = 5 \text{ kN} \cdot 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2,5 \text{ kW}$ 2,0

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 30,0$