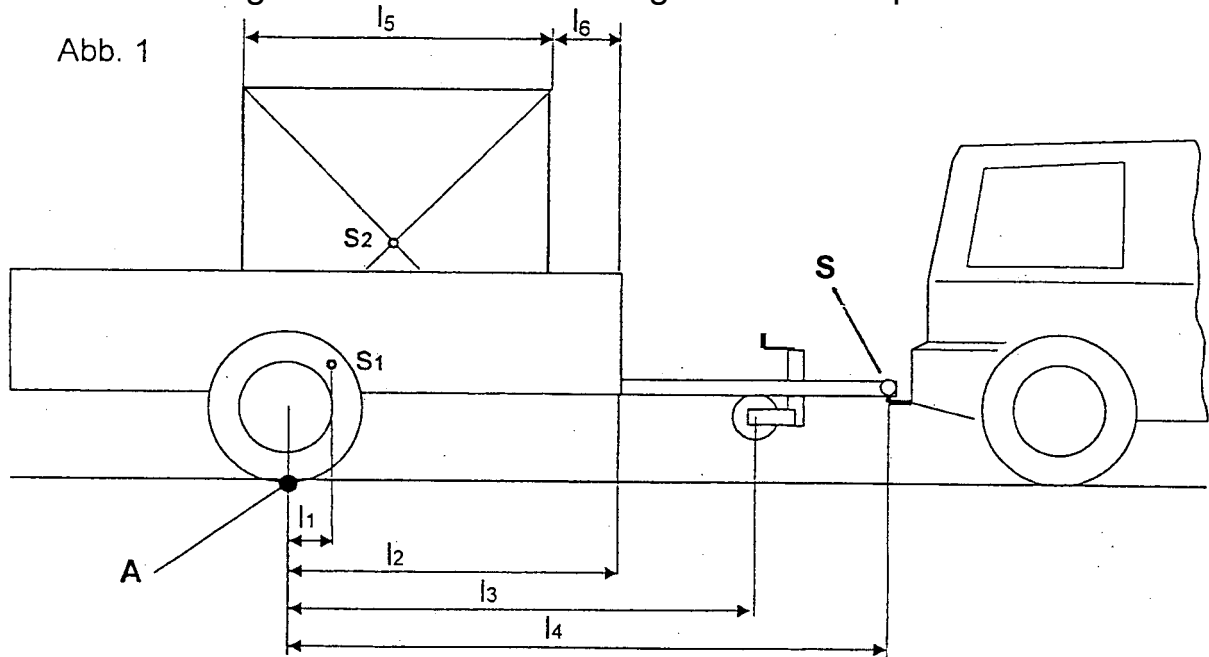


Pkw-Anhänger

Mit dem Pkw-Anhänger wird eine Palette Ziegelsteine transportiert.



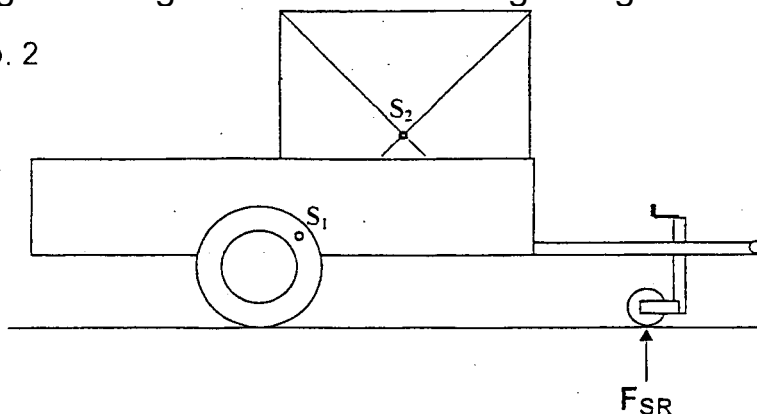
Daten	$m_1 = 150 \text{ kg}$ (in S_1)	$l_1 = 100 \text{ mm}$	$l_4 = 1900 \text{ mm}$
	$m_2 = 500 \text{ kg}$ (in S_2)	$l_2 = 1000 \text{ mm}$	$l_5 = 1000 \text{ mm}$
		$l_3 = 1300 \text{ mm}$	

Teilaufgaben:

Punkte

- 1 Die Stützlast F_S auf die Anhängerkupplung bei S des Pkw darf maximal 750 N betragen. Berechnen Sie, wie groß das Maß l_6 (siehe Abb. 1) mindestens sein muss, damit dieser Wert nicht überschritten wird. 4,0
- 2 Ermitteln Sie zeichnerisch die Kraft F_{SR} , die am Stützrad wirkt, wenn die Ziegelsteine ganz vorne im Anhänger abgestellt werden, (siehe Abb. 2) 6,0

Abb. 2



- 3 Die Lagerung des Stützrades erfolgt über 2 angeschweißte Flachstähe aus S 235JR (St37), die auf Biegung beansprucht werden. (s. Abb. 3) Bestimmen Sie die Abmessungen des Flachstahls nach Norm. 5,0

$F_{SR} = 2,5 \text{ kN}$

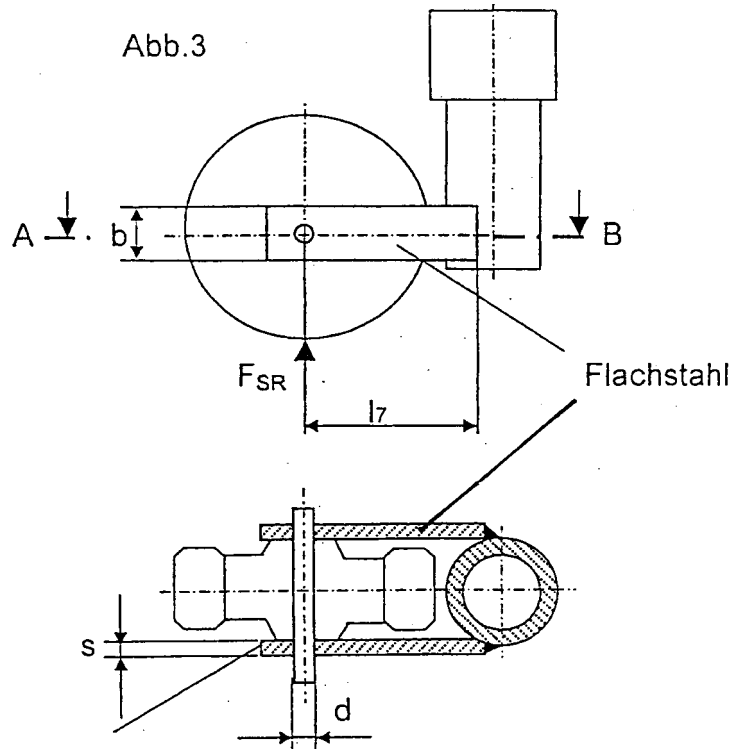
Sicherheit gegen Verformung $\nu = 2,0$

$b/s = 10$

$l_7 = 180 \text{ mm}$

- 4 Berechnen Sie den Durchmesser d des Lagerbolzens aus S235JR (St37) bei einer 6-fachen Sicherheit gegen Abscherung.

$F_{SR} = 2,5 \text{ kN}$



- 5 Bergfahrt mit Anhänger bei 14% Steigung. Berechnen Sie die Zugkraft F_z , die der Pkw aufbringen muss, wenn ein zusätzlicher Rollwiderstand von 300 N angenommen wird. 3,5

- 6 Bergfahrt mit Anhänger bei einem Steigungswinkel von 8° :

- 6.1 Prüfen Sie rechnerisch nach, ob die Palette bei Bergfahrt nach hinten rutscht, wenn wegen der Erschütterung mit einem Reibwert $\mu = 0,2$ zu rechnen ist. 2,5

- 6.2 Berechnen Sie die erforderliche Leistung P_M , die der Motor abgibt: 5,0

Fahrwiderstand des Fahrzeugs $F_w = 800 \text{ N}$

Hangabtriebskraft des Pkw $F_H = 2218 \text{ N}$

Erforderliche Zugkraft am Anhänger $F_z = 1200 \text{ N}$

Gesamtwirkungsgrad $\eta = 0,8$

Geschwindigkeit des Pkw $v = 50 \text{ km/h}$

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 30$

Lösungsvorschlag

Teilaufgaben:

Punkte

1 Lageskizze: fehlt 4,0

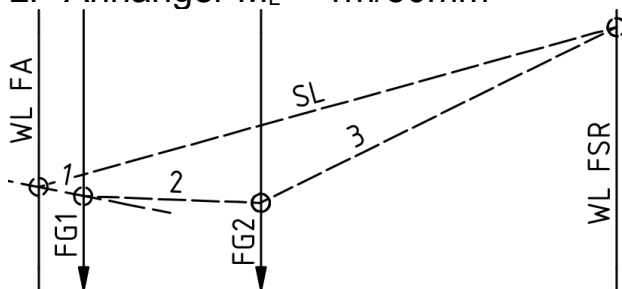
Richtungen: F_A und F_S nach oben, F_1 und F_2 nach unten

$$\Sigma M_A = 0 = -F_1 \cdot l_1 - F_2 \cdot (l_2 - l_6 - \frac{l_5}{2}) + F_S \cdot l_4$$

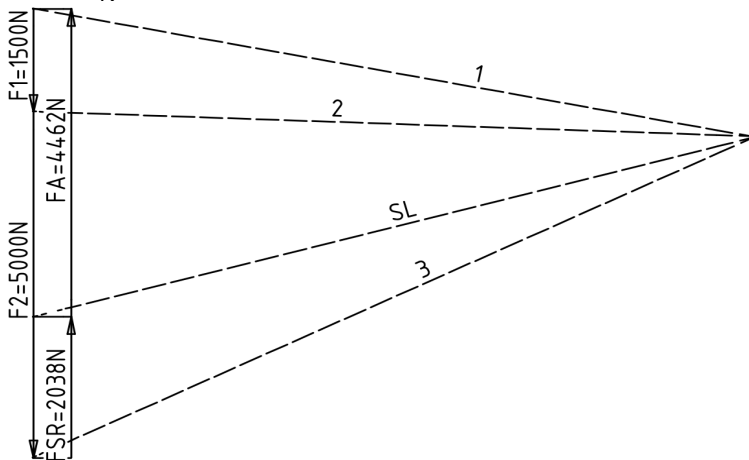
$$0 = -1500 \text{ N} \cdot 100 \text{ mm} - 5000 \text{ N} \cdot (l_2 - l_6 - \frac{l_5}{2}) + 750 \text{ N} \cdot 1900 \text{ mm}$$

$$(l_2 - l_6 - \frac{l_5}{2}) = 255 \text{ mm} \rightarrow l_6 = l_2 - \frac{l_5}{2} - 255 \text{ mm} = 1000 \text{ mm} - \frac{1000 \text{ mm}}{2} - 255 \text{ mm} = \underline{245 \text{ mm} = l_6}$$

2 LP Anhänger $M_L = 1\text{m}/50\text{mm}$ 6,0



KP $M_K = 1000\text{N}/10\text{mm}$



rechnerische Lösung (nicht gefordert)

$$\Sigma M_A = 0 = -F_1 \cdot l_1 - F_2 \cdot (l_2 - \frac{l_5}{2}) + F_{SR} \cdot l_3$$

$$F_{SR} = \frac{F_1 \cdot l_1 + F_2 \cdot (l_2 - \frac{l_5}{2})}{l_3} = \frac{1500 \text{ N} \cdot 100 \text{ mm} + 5000 \text{ N} \cdot (1000 \text{ mm} - \frac{1000 \text{ mm}}{2})}{1300 \text{ mm}} = 2038 \text{ N}$$

$$3 \quad M_b = \frac{F_{SR}}{2} \cdot l_7 = \frac{2,5 \text{ kN}}{2} \cdot 180 \text{ mm} = 225 \text{ Nm} \quad (\text{je Flachstahl}) \quad 5,0$$

$$\frac{\sigma_{bF}}{v} = \sigma_{bzul} > \sigma_b = \frac{M_b}{W} \rightarrow W = \frac{M_b \cdot v}{\sigma_{bF}} = \frac{225 \text{ Nm} \cdot 2}{330 \text{ N/mm}^2} = 1,363 \text{ cm}^3$$

$$W = \frac{s \cdot b^2}{6} = \frac{s \cdot (10s)^2}{6} = \frac{100 \cdot s^3}{6} \rightarrow s = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot W}{100}} = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 1,363 \text{ cm}^3}{100}} = 4,34 \text{ mm}$$

$$b = 10 \cdot s = 10 \cdot 4,34 \text{ mm} = 43,4 \text{ mm}$$

gewählt Flachstahl FI 50x5

$$4 \quad \tau_{aB} = 235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{oder} \quad \tau_{aB} = 0,8 \cdot R_m = 0,8 \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 272 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad 4,0$$

$$\frac{\tau_{aB}}{v} = \tau_{aBzul} > \tau_a = \frac{F_{SR}}{2 \cdot S} \rightarrow S > \frac{F_{SR} \cdot v}{2 \cdot \tau_{aB}} = \frac{2,5 \text{ kN} \cdot 6}{2 \cdot 235 (272) \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 31,9 (27,6) \text{ mm}^2$$

$$S < \frac{\pi \cdot d^2}{4} \rightarrow d > \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 31,9 (27,6) \text{ mm}^2}{\pi}} = 6,4 (5,9) \text{ mm} = d$$

$$5 \quad \alpha = \arctan 14\% = 7,97^\circ \quad 3,5$$

$$F_Z = F_H + F_R = (F_1 + F_2) \cdot \sin \alpha + F_R = (1500 \text{ N} + 5000 \text{ N}) \cdot \sin 7,97^\circ + 300 \text{ N} = 1201 \text{ N}$$

6

$$6.1 \quad F_H = F_2 \cdot \sin \alpha = 5000 \text{ N} \cdot \sin 8^\circ = 696 \text{ N} \quad 2,5$$

$$F_R = F_N \cdot \mu = F_2 \cdot \cos \alpha \cdot \mu = 5000 \text{ N} \cdot \cos 8^\circ \cdot 0,2 = 990 \text{ N}$$

Die Ladung rutscht nicht, da die Hangabtriebskraft F_H nicht größer als die mögliche Reibungskraft F_R ist.

$$6.2 \quad P_{ab} = \frac{F_{ges}}{\eta} \cdot v = \frac{800 \text{ N} + 2218 \text{ N} + 1200 \text{ N}}{0,8} \cdot 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 73,2 \text{ kW} \quad 5$$

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar. 30,0