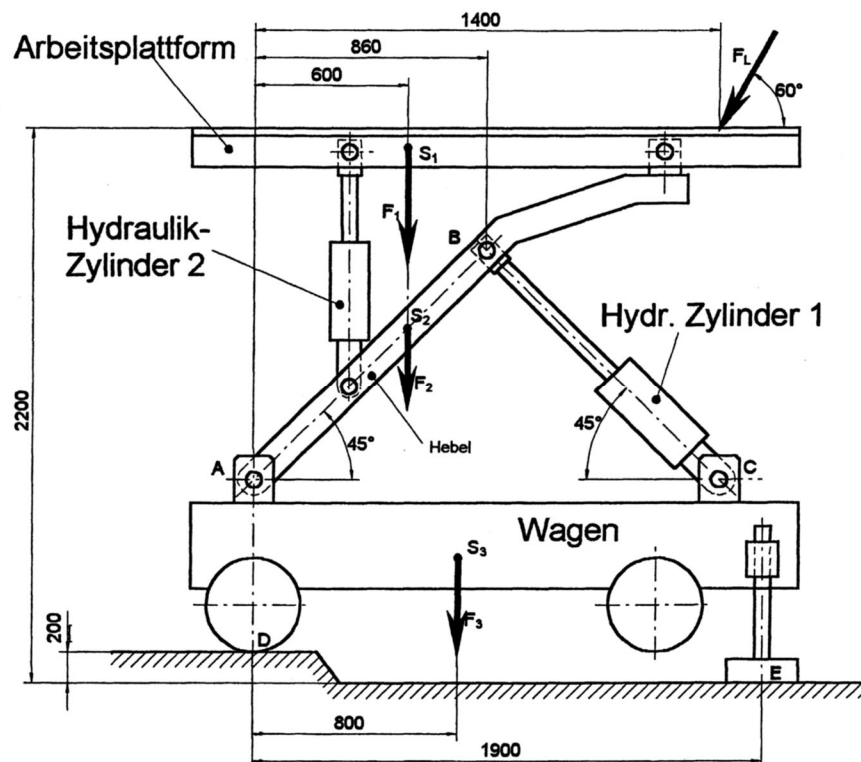


## Arbeitswagen mit Hebebühne



Die Arbeitsplattform der Hebebühne wird durch den Hydraulikzylinder 1 in der Höhe verstellt und durch den Hydraulikzylinder 2 in jeder Stellung waagrecht gehalten.

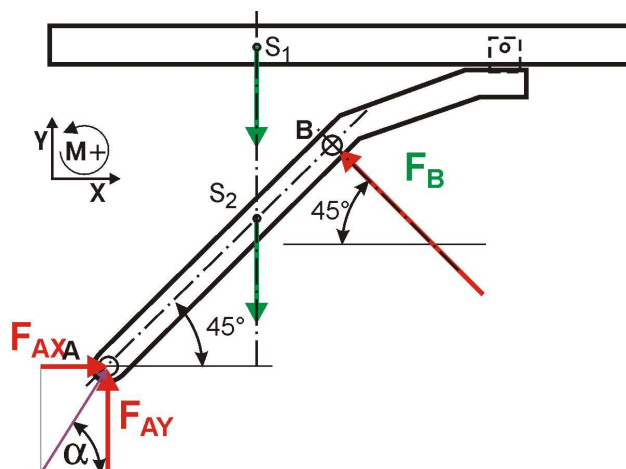
Die Gewichtskraft der Plattform beträgt  $F_1 = 2,2 \text{ kN}$  und greift in  $S_1$  an. Der Hebel mit Hydraulikzylinder 2 erfährt eine Gewichtskraft von  $F_2 = 1,8 \text{ kN}$ . Sie greift in  $S_2$  an.

Die Gewichtskraft des Wagens mit Hydraulikzylinder 1 beträgt  $F_3 = 4,5 \text{ kN}$  und greift in  $S_3$  an.

1.1 Machen Sie den Hebel einschließlich Arbeitsplattform und Hydraulikzylinder 2, aber ohne die Belastung  $F_L$ , frei.

3

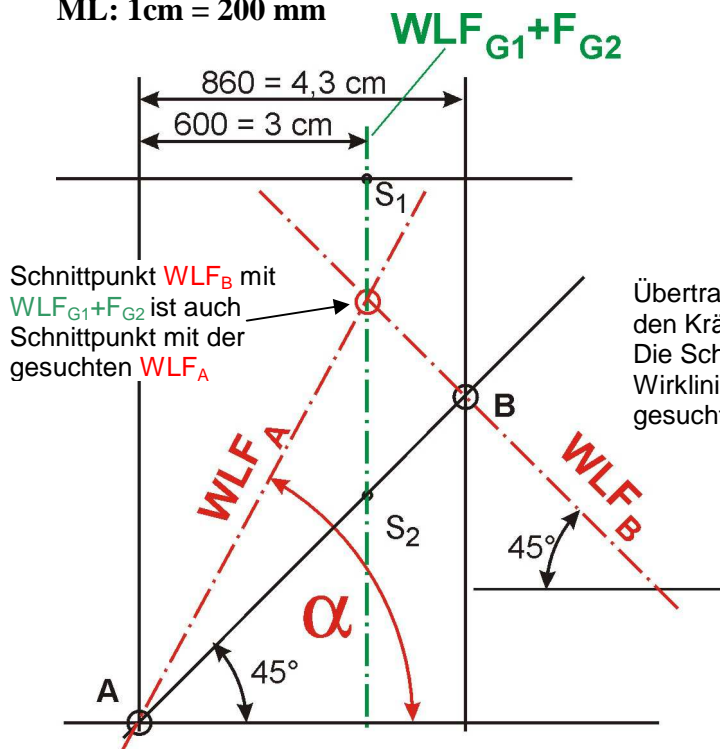
Betrachten Sie dabei die drei Einzelteile als ein starres Bauteil.



1.2 Bestimmen Sie zeichnerisch die Kolbenkraft  $F_B$  des Hydraulikzylinders 1 im Punkt B und die Lagerkraft  $F_A$  im Punkt A (ohne die Belastung  $F_L$ ).

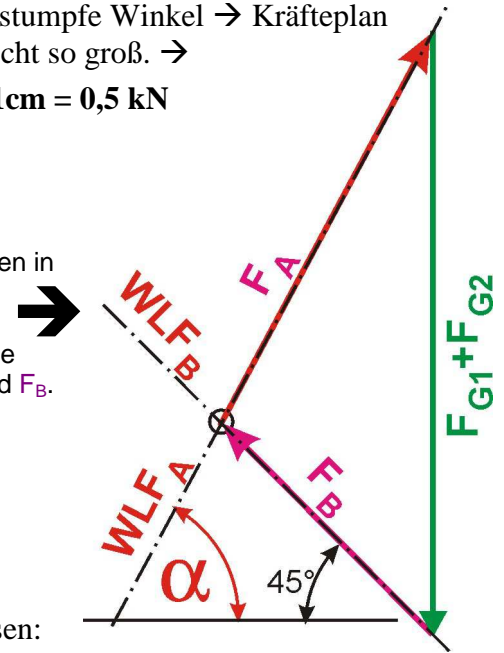
5

ML: 1cm = 200 mm



$F_{G_1} + F_{G_2} = 2,2 \text{ kN} + 1,8 \text{ kN} = 4 \text{ kN}$   
relativ stumpfe Winkel → Kräfteplan wird nicht so groß. →

MK: 1cm = 0,5 kN



gemessen:

$$\underline{F_A} = 5,5 \text{ cm} \cdot 0,5 \text{ kN/cm} = \underline{2,75 \text{ kN}}$$

$$\underline{F_B} = 3,9 \text{ cm} \cdot 0,5 \text{ kN/cm} = \underline{1,95 \text{ kN}}$$

$$\underline{\alpha} = \underline{62^\circ}$$

1.3 Überprüfen Sie Ihre Lösung von 1.2 durch Rechnung.

### Rechnerische Lösung:

$$\Sigma F_{X_i} = 0: F_{AX} - F_B \cdot \cos 45^\circ = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma F_{Y_i} = 0: F_{AY} - F_{G_1} - F_{G_2} + F_B \cdot \sin 45^\circ = 0 \quad (2)$$

$$\Sigma M_A = 0: F_B \cdot \frac{860}{\cos 45^\circ} - (F_{G_1} + F_{G_2}) \cdot 600 = 0 \quad (3)$$

mit  $\frac{860 \text{ mm}}{\cos 45^\circ}$  ist die Strecke (der Hebelarm) von A bis B

alternativ:

$$\Sigma M_A = 0: F_B \cdot \sin 45^\circ \cdot 860 + F_B \cdot \cos 45^\circ \cdot 860 - (F_{G_1} + F_{G_2}) \cdot 600 = 0 \quad (4)$$

$$(3) \rightarrow F_B = \frac{(F_{G_1} + F_{G_2}) \cdot 600 \cdot \cos 45^\circ}{860} = \frac{4000 \text{ N} \cdot 600 \cdot \cos 45^\circ}{860} = 1974 \text{ N}$$

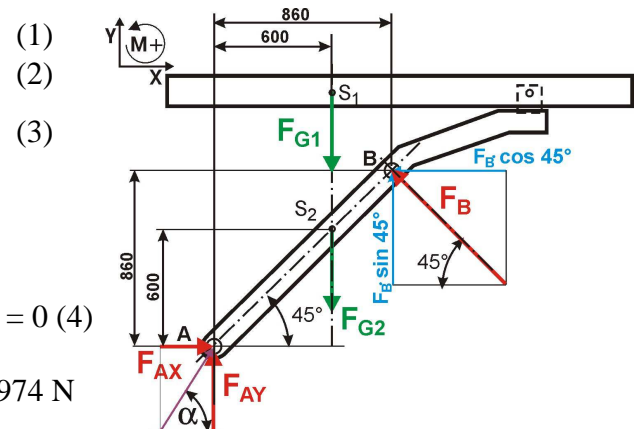
$$(4) \rightarrow F_B = \frac{(F_{G_1} + F_{G_2}) \cdot 600}{(\sin 45^\circ + \cos 45^\circ) \cdot 860} = \frac{4000 \text{ N} \cdot 600}{(\sin 45^\circ + \cos 45^\circ) \cdot 860} = \underline{1974 \text{ N}} \quad (5)$$

$$(5) \text{ in } (1) \rightarrow F_{AX} = F_B \cdot \cos 45^\circ = 1974 \text{ N} \cdot \cos 45^\circ = \underline{1396 \text{ N}} \quad (6)$$

$$(5) \text{ in } (2) \rightarrow F_{AY} = F_{G_1} + F_{G_2} - F_B \cdot \sin 45^\circ = 4000 \text{ N} - 1974 \text{ N} \cdot \sin 45^\circ = \underline{2604 \text{ N}}$$

Pythagoras:  $\underline{F_A} = \sqrt{F_{AX}^2 + F_{AY}^2} = \sqrt{1396^2 + 2604^2} \text{ N} = \underline{2955 \text{ N}}$

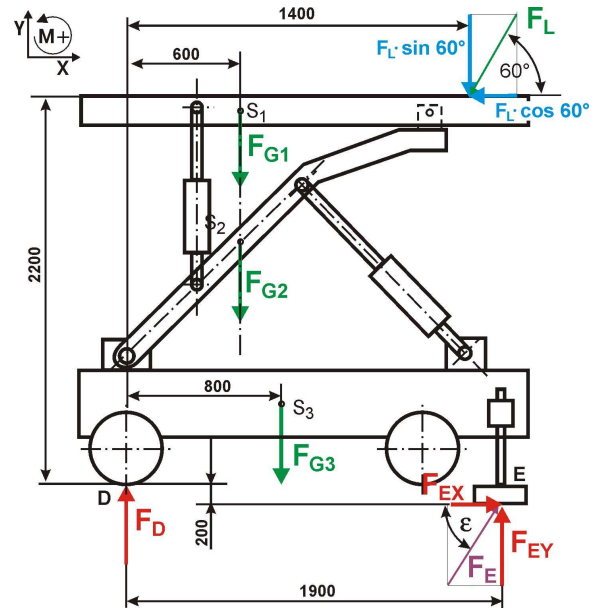
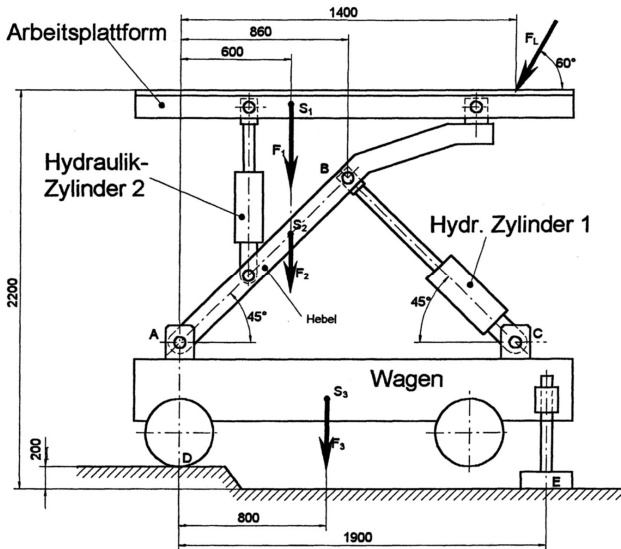
Winkel:  $\tan \alpha = \frac{F_{AY}}{F_{AX}} = \frac{2604 \text{ N}}{1396 \text{ N}} = 1,865 \rightarrow \underline{\alpha = 61,8^\circ}$  zur Horizontalen



Die Belastung beträgt  $F_L = 5 \text{ kN}$  und ihre Wirklinie verläuft  $60^\circ$  zur Waagerechten.

1.4 Machen Sie den Arbeitswagen mit Hebebühne unter Berücksichtigung der Belastung  $F_L$  frei.

3



1.5 Berechnen Sie die Kräfte  $F_D$  im Punkt D und  $F_E$  im Punkt E.

9

$$\Sigma F_{Xi} = 0: F_{EX} - F_L \cdot \cos 60^\circ = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma F_{Yi} = 0: F_D + F_{EY} - (F_{G1} + F_{G2}) - F_{G3} - F_L \cdot \sin 60^\circ = 0 \quad (2)$$

$$\Sigma M_D = 0: F_{EX} \cdot 200 + F_{EY} \cdot 1900 + F_L \cdot \cos 60^\circ \cdot 2200 - F_L \cdot \sin 60^\circ \cdot 1400 - (F_{G1} + F_{G2}) \cdot 600 - F_{G3} \cdot 800 = 0 \quad (3)$$

$$(1) \rightarrow F_{EX} = F_L \cdot \cos 60^\circ = 5 \text{ kN} \cdot \cos 60^\circ = \underline{2,5 \text{ kN}} \quad (4)$$

$$(4) \text{ in } (3) \rightarrow F_{EY} = \frac{F_L \cdot \sin 60^\circ \cdot 1400 - F_L \cdot \cos 60^\circ \cdot 2200 + (F_{G1} + F_{G2}) \cdot 600 + F_{G3} \cdot 800}{1900}$$

$$F_{EY} = \frac{5 \text{ kN} \cdot \sin 60^\circ \cdot 1400 - 5 \text{ kN} \cdot \cos 60^\circ \cdot 2200 + 4 \text{ kN} \cdot 600 + 4,5 \text{ kN} \cdot 800}{1900} = \underline{3,45 \text{ kN}} \quad (5)$$

$$(5) \text{ in } (2) \rightarrow F_D = (F_{G1} + F_{G2}) + F_{G3} + F_L \cdot \sin 60^\circ - F_{EY}$$

$$F_D = 4 \text{ kN} + 5 \text{ kN} \cdot \sin 60^\circ + 4,5 \text{ kN} - 3,45 \text{ kN} = \underline{9,38 \text{ kN}} \quad (6)$$

$$(4) \ \& \ (5) \text{ in Pythagoras: } F_E = \sqrt{F_{EX}^2 + F_{EY}^2} = \sqrt{2,5^2 + 3,45^2} \text{ kN} = \underline{4,26 \text{ kN}}$$

$$\text{Winkel } \varepsilon: \tan \varepsilon = \frac{F_{EY}}{F_{EX}} = \frac{3,45 \text{ kN}}{2,5 \text{ kN}} = 1,38 \rightarrow \underline{\varepsilon = 54,1^\circ} \text{ zur Horizontalen}$$