

Berechnung Hebebühne

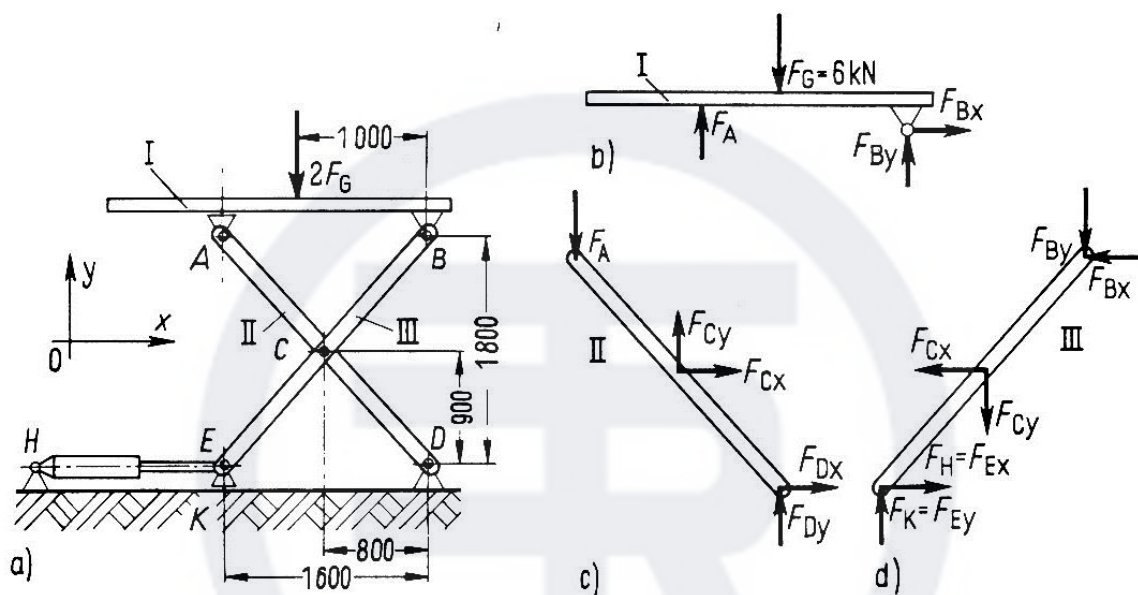
Aufgabenstellung

Die Aufgabe besteht darin, die erforderliche Zylinderkraft in der vorgegebenen Hebebühne zu berechnen. Die Hebebühne ist hydraulisch verstellbar. Die Zylinderkraft F_h und die Kräfte zwischen den Bauteilen infolge der Gewichtskraft $2x F_G = 12\text{kN}$ sollen rechnerisch bestimmt werden. Pro Schere wirken 6kN (halbe Gewichtskraft) und ein Zylinder.

Es soll die Zylinderkraft berechnet werden:

- Ohne Reibung
- Mit Reibung ($\mu_0 = 0.1$)

Freimachen der Bauteile



Die Bauteile wurden einzeln freigemacht, sodass die Kräfte in den einzelnen Bauteilen separat eingezeichnet werden können. Die Kräfte werden in der Position „Halten“ berechnet. Dieser Punkt ist sehr ausschlaggebend, wenn die Berechnung inkl. der Reibung erstellt wird, da die Reibungskräfte in den Aufhängungen (Bolzen in B, C und D) nur bei einer Bewegung berechnet werden müssen.

Berechnung der Zylinderkraft ohne Reibung

Lagerkräfte

Als erster Schritt wurden die Lagerkräfte in Lager A und Lager B berechnet. Dazu wurde mit der Gewichtskraft $F_G = 6\text{ kN}$ (6000N) gerechnet.

Gegeben

$$F_G := 6000\text{-N}$$

$$l_1 := 1\text{-m} \quad h_1 := 1.8\text{-m}$$

$$l_2 := 1.6\text{-m}$$

Schätzwerte

$$F_{AY} := 1\text{-N} \quad F_{BX} := 2\text{-N} \quad F_{BY} := 3\text{-N}$$

Vorgabe

$$0\text{-N} = F_{BX} \quad \leftarrow \quad \text{Summe } F_x$$

$$0\text{-N} = F_{AY} + F_{BY} - F_G \quad \leftarrow \quad \text{Summe } F_y$$

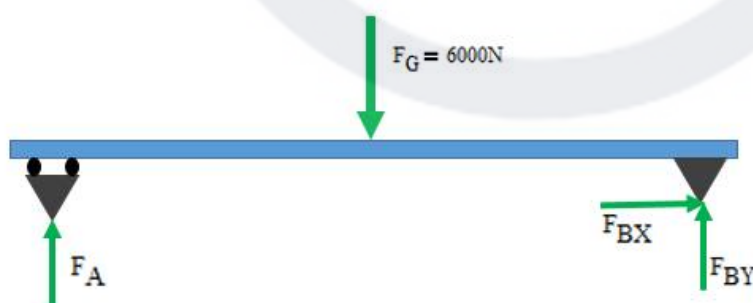
$$0\text{-N}\cdot\text{m} = F_G \cdot l_1 - F_{AY} \cdot l_2 \quad \leftarrow \quad \text{Momentengleichung}$$

$$\begin{pmatrix} F_{AY} \\ F_{BX} \\ F_{BY} \end{pmatrix} := \text{Suchen}(F_{AY}, F_{BX}, F_{BY})$$

$$F_{AY} = 3750\text{ N}$$

$$F_{BX} = 0\text{ N}$$

$$F_{BY} = 2250\text{ N}$$



Nach dem die Lagerkräfte berechnet wurden, konnten wir mit diesen Werten die Kräfte in den Streben berechnen.

Lernen INTERAKTIV

Stabkräfte

Die Lagerkräfte aus der vorherigen Berechnung wurden in das Gleichungssystem eingefügt. Somit sind noch 6 weitere Variablen zu berechnen. Da bei 6 Unbekannten, 6 Gleichungen benötigt werden, mussten beide Streben in einem Gleichungssystem aufgelöst werden.

Schätzwerte

$$F_{EX} := 1 \cdot N \quad F_{EY} := 2 \cdot N \quad F_{CX} := 3 \cdot N \quad F_{CY} := 4 \cdot N \quad F_{DX} := 5 \cdot N \quad F_{DY} := 6 \cdot N$$

Vorgabe

$$0 \cdot N = F_{EX} - F_{CX} \quad \leftarrow \text{Summe } F_x$$

$$0 \cdot N = F_{EY} + F_{CY} - F_{BY} \quad \leftarrow \text{Summe } F_y$$

$$0 \cdot N \cdot m = F_{EX} \cdot \frac{h_1}{2} - F_{EY} \cdot \frac{h_2}{2} - F_{BY} \cdot \frac{h_2}{2} \quad \leftarrow \text{Momentengleichung}$$

$$0 \cdot N = F_{CX} - F_{DX} \quad \leftarrow \text{Summe } F_x$$

$$0 \cdot N = F_{DY} - F_{CY} - F_{AY} \quad \leftarrow \text{Summe } F_y$$

$$0 \cdot N \cdot m = F_{AY} \cdot \frac{h_2}{2} - F_{DX} \cdot \frac{h_1}{2} + F_{DY} \cdot \frac{h_2}{2} \quad \leftarrow \text{Momentengleichung}$$

$\begin{pmatrix} F_{EX} \\ F_{EY} \\ F_{CX} \\ F_{CY} \\ F_{DX} \\ F_{DY} \end{pmatrix}$

:= Suchen($F_{EX}, F_{EY}, F_{CX}, F_{CY}, F_{DX}, F_{DY}$)

$$F_{EX} = 5333.333 \text{ N}$$

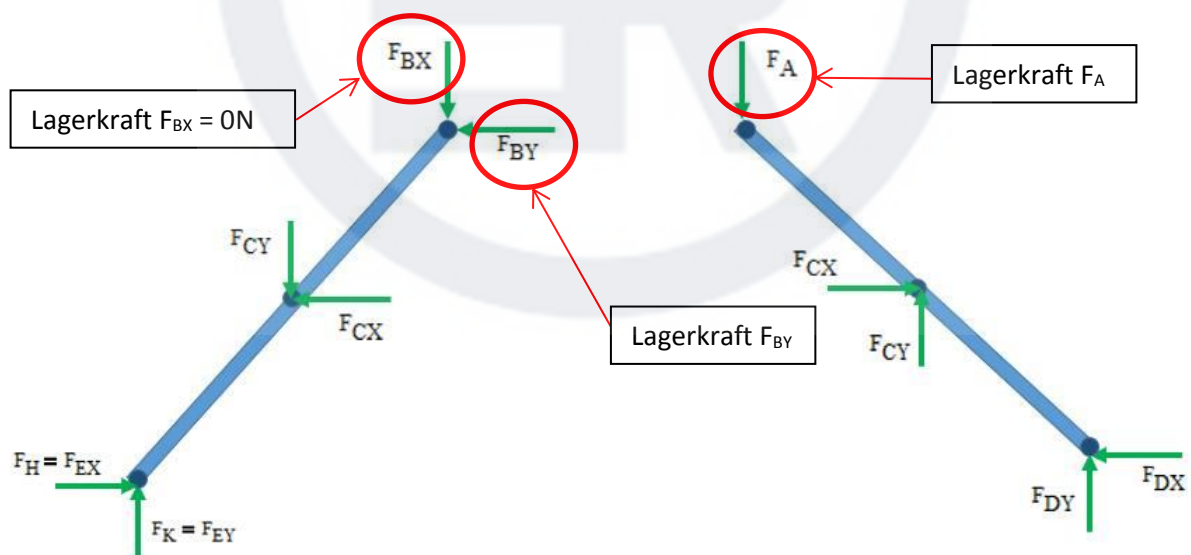
$$F_{EY} = 3750 \text{ N}$$

$$F_{CX} = 5333.333 \text{ N}$$

$$F_{CY} = -1500 \text{ N}$$

$$F_{DX} = 5333.333 \text{ N}$$

$$F_{DY} = 2250 \text{ N}$$



Lernen INTERAKTIV

Berechnung der Zylinderkraft mit Reibung

Lagerkräfte

Als erstes wurden ebenfalls wieder die Lagerkräfte berechnet. Bei dieser Berechnung muss der Reibungskoeffizient ($\mu_0 = 0.1$) beachtet werden, welcher bei den Kräften mit Reibung eingerechnet werden muss.

Gegeben

$$F_G := 6000 \cdot \text{N}$$

$$l_1 := 1 \cdot \text{m} \quad h_1 := 1.8 \cdot \text{m}$$

$$l_2 := 1.6 \cdot \text{m} \quad \mu_0 := 0.1 \quad \leftarrow \text{Reibungskoeffizient } \mu_0$$

Schätzwerte

$$F_{AY} := 1 \cdot \text{N} \quad F_{BX} := 2 \cdot \text{N} \quad F_{BY} := 3 \cdot \text{N} \quad F_{AX} := 4 \cdot \text{N}$$

Vorgabe

$$0 \cdot \text{N} = F_{BX} - F_{AY} \cdot \mu_0 \quad \leftarrow \text{Summe } F_x$$

$$0 \cdot \text{N} = F_{AY} + F_{BY} - F_G \quad \leftarrow \text{Summe } F_y$$

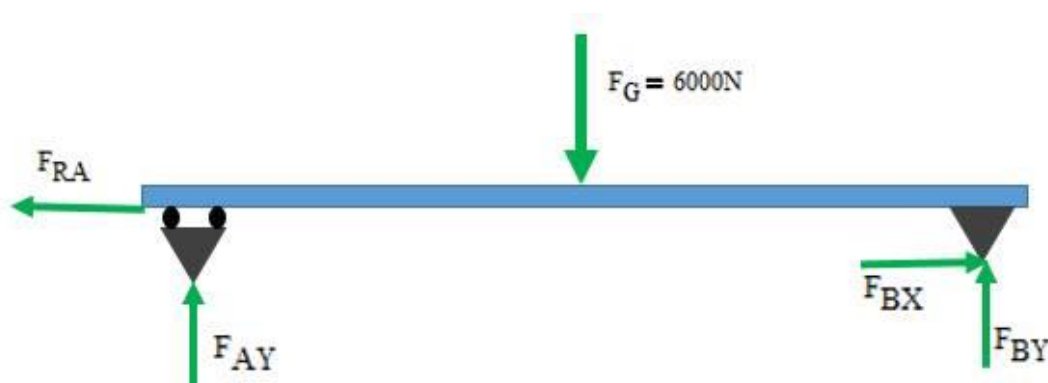
$$0 \cdot \text{N} \cdot \text{m} = F_G \cdot l_1 - F_{AY} \cdot l_2 \quad \leftarrow \text{Momentengleichung}$$

$$\begin{pmatrix} F_{AX} \\ F_{BX} \\ F_{BY} \end{pmatrix} := \text{Suchen}(F_{AY}, F_{BX}, F_{BY})$$

$$F_{AY} = 3750 \text{ N}$$

$$F_{BX} = 375 \text{ N}$$

$$F_{BY} = 2250 \text{ N}$$



Lernen INTERAKTIV

Stabkräfte

Die Lagerkräfte aus der vorherigen Berechnung wurden in das Gleichungssystem eingefügt. Somit sind noch 6 weitere Variablen zu berechnen. Da bei 6 Unbekannten, 6 Gleichungen benötigt werden, mussten beide Streben in einem Gleichungssystem aufgelöst werden. Auch in dieser Situation muss der Reibungskoeffizient eingerechnet werden.

$$F_{AX} := F_{AY} \cdot \mu_0 \quad F_{AX} = 375 \text{ N}$$

Schätzwerte

$$F_{EX} := 1\text{-N} \quad F_{EY} := 2\text{-N} \quad F_{CX} := 3\text{-N} \quad F_{CY} := 4\text{-N} \quad F_{DX} := 5\text{-N} \quad F_{DY} := 6\text{-N}$$

Vorgabe

$$0\text{-N} = F_{EX} + F_{EY} \cdot \mu_0 - F_{BX} - F_{CX} \quad \leftarrow \text{Summe Fx}$$

$$0\text{-N} = F_{EY} - F_{CY} - F_{BY} \quad \leftarrow \text{Summe Fy}$$

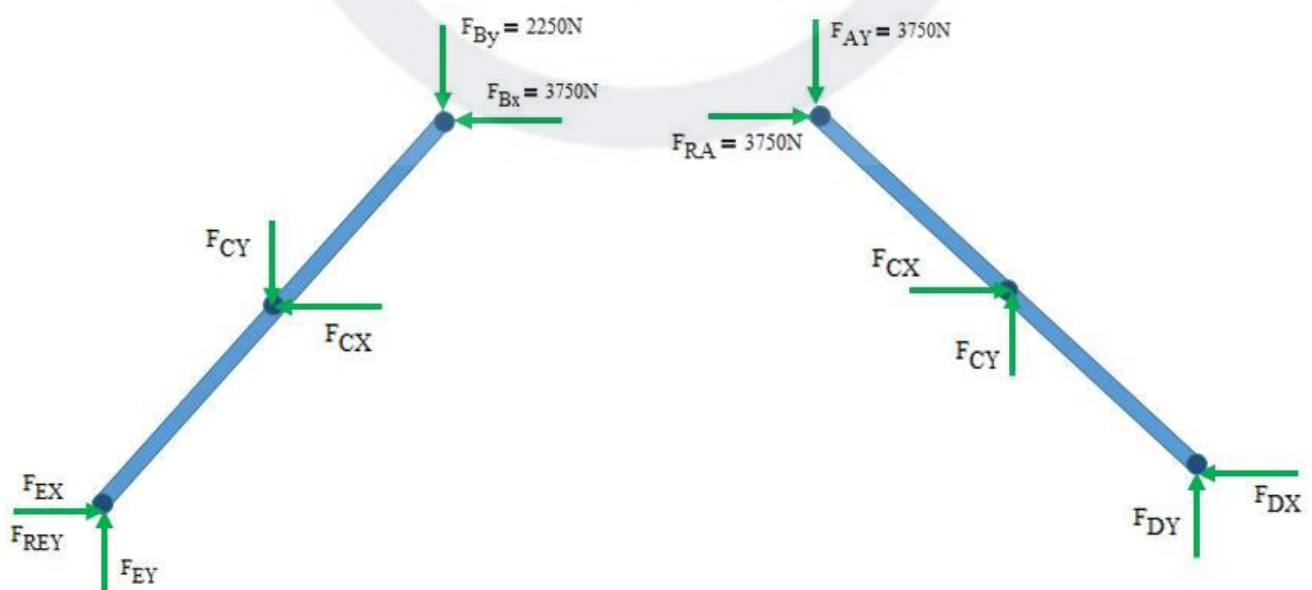
$$0\text{-N}\cdot\text{m} = F_{EX} \cdot \frac{h_1}{2} + F_{EY} \cdot \mu_0 \cdot \frac{h_1}{2} + F_{BX} \cdot \frac{h_1}{2} - F_{BY} \cdot \frac{l_2}{2} - F_{EY} \cdot \frac{l_2}{2} \quad \leftarrow \text{Momentengleichung}$$

$$0\text{-N} = F_{AX} - F_{DX} + F_{CX} \quad \leftarrow \text{Summe Fx}$$

$$0\text{-N} = F_{CY} + F_{DY} - F_{AY} \quad \leftarrow \text{Summe Fy}$$

$$0\text{-N}\cdot\text{m} = F_{AY} \cdot \frac{l_2}{2} + F_{DY} \cdot \frac{l_2}{2} - F_{DX} \cdot \frac{h_1}{2} - F_{AX} \cdot \frac{h_1}{2} \quad \leftarrow \text{Momentengleichung}$$

$\begin{pmatrix} F_{EX} \\ F_{EY} \\ F_{CX} \\ F_{CY} \\ F_{DX} \\ F_{DY} \end{pmatrix} = \text{Suchen}(F_{EX}, F_{EY}, F_{CX}, F_{CY}, F_{DX}, F_{DY})$	$F_{EX} = 4583.333 \text{ N}$	$F_{EY} = 3750 \text{ N}$	$F_{CX} = 4583.333 \text{ N}$
	$F_{CY} = 1500 \text{ N}$	$F_{DX} = 4958.333 \text{ N}$	$F_{DY} = 2250 \text{ N}$



Lernen INTERAKTIV

Berechnung der Zylinderkraft in der 2. Position der Hebebühne

Die zweite Aufgabe besteht darin, dass die Hebebühne um 500mm abgesenkt wird. Als erstes wurden die relevanten Längen berechnet.

Längen

$$L_2 := 1800\text{mm}$$

$$L_3 := 1600\text{mm}$$

$$\text{atan}\left(\frac{L_2}{L_3}\right) = 48.366^\circ$$

$$\alpha := 48.366^\circ$$

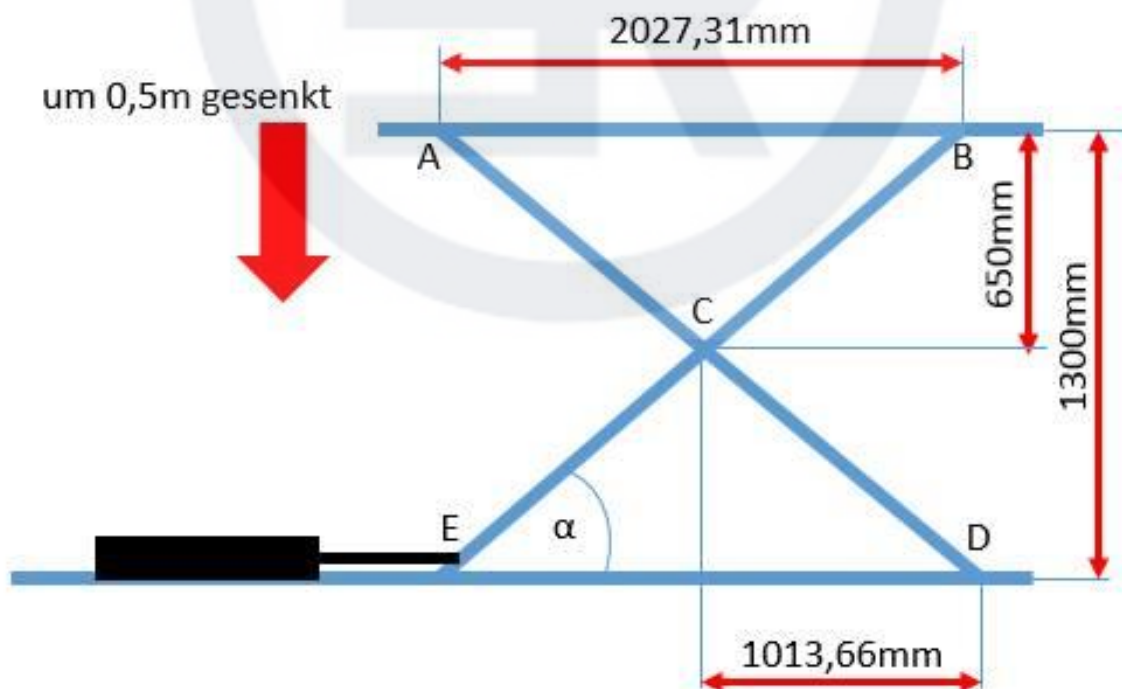
$$\frac{L_2}{\sin(\alpha)} = 2408.336\text{ mm}$$

$$\text{Hypotenuse} := 2408.336\text{-mm}$$

$$\text{acos}\left(\frac{1300\text{mm}}{\text{Hypotenuse}}\right) = 57.331^\circ$$

$$\alpha_{\text{neu}} := 57.331^\circ$$

$$\sin(\alpha_{\text{neu}}) \cdot \text{Hypotenuse} = 2027.344\text{ mm}$$



Lernen INTERAKTIV

Lagerkräfte

Gegeben

$$F_G := 6000 \cdot \text{N}$$

$$l_1 := 1 \cdot \text{m} \quad h_1 := 1.3 \cdot \text{m}$$

$$l_2 := \sqrt{(2.408 \cdot \text{m})^2 - h_1^2} \quad l_2 = 2.027 \text{m}$$

Schätzwerte

$$F_{AY} := 1 \cdot \text{N} \quad F_{BX} := 2 \cdot \text{N} \quad F_{BY} := 3 \cdot \text{N}$$

Vorgabe

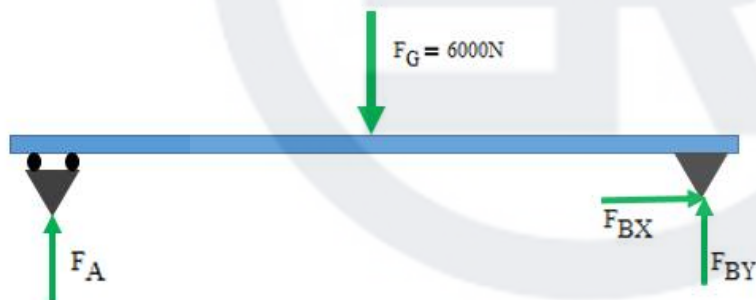
$$0 \cdot \text{N} = F_{BX} \quad \leftarrow \text{Summe } F_x$$

$$0 \cdot \text{N} = F_{AY} + F_{BY} - F_G \quad \leftarrow \text{Summe } F_y$$

$$0 \cdot \text{N} \cdot \text{m} = F_G \cdot l_1 - F_{AY} \cdot l_2 \quad \leftarrow \text{Momentengleichung}$$

$$\begin{pmatrix} F_{AY} \\ F_{BX} \\ F_{BY} \end{pmatrix} := \text{Suchen}(F_{AY}, F_{BX}, F_{BY})$$

$$F_{AY} = 2960.135 \text{N} \quad F_{BX} = 0 \text{N} \quad F_{BY} = 3039.865 \text{N}$$



Stabkräfte

Schätzwerte

$$F_{EX} := 1\text{-N} \quad F_{EY} := 2\text{-N} \quad F_{CX} := 3\text{-N} \quad F_{CY} := 4\text{-N} \quad F_{DX} := 5\text{-N} \quad F_{DY} := 6\text{-N}$$

Vorgabe

$$0\text{-N} = F_{EX} - F_{CX} \quad \leftarrow \text{Summe Fx}$$

$$0\text{-N} = F_{EY} - F_{CY} - F_{BY} \quad \leftarrow \text{Summe Fy}$$

$$0\text{-N}\cdot\text{m} = F_{EX} \cdot \frac{h_1}{2} - F_{EY} \cdot \frac{l_2}{2} - F_{BY} \cdot \frac{l_2}{2} \quad \leftarrow \text{Momentengleichung}$$

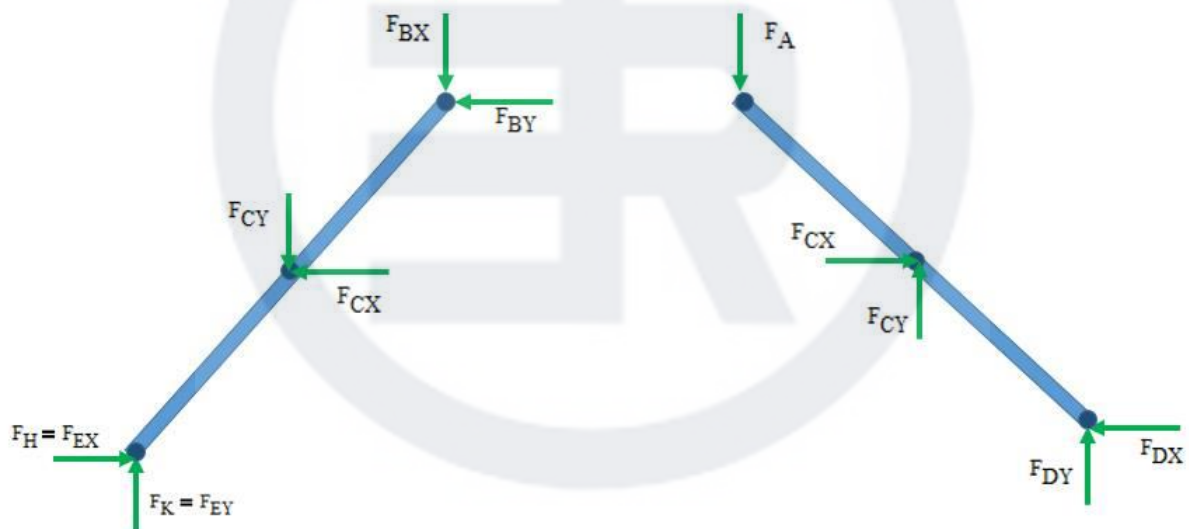
$$0\text{N} = F_{CX} - F_{DX} \quad \leftarrow \text{Summe Fx}$$

$$0\text{N} = F_{DY} + F_{CY} - F_{AY} \quad \leftarrow \text{Summe Fy}$$

$$0\text{-N}\cdot\text{m} = F_{AY} \cdot \frac{l_2}{2} - F_{DX} \cdot \frac{h_1}{2} + F_{DY} \cdot \frac{l_2}{2} \quad \leftarrow \text{Momentengleichung}$$

$$\begin{pmatrix} F_{EX} \\ F_{EY} \\ F_{CX} \\ F_{CY} \\ F_{DX} \\ F_{DY} \end{pmatrix} = \text{Suchen}(F_{EX}, F_{EY}, F_{CX}, F_{CY}, F_{DX}, F_{DY})$$

$F_{EX} = 9355.083\text{ N}$	$F_{EY} = 2960.135\text{ N}$	$F_{CX} = 9355.083\text{ N}$
$F_{CY} = -79.73\text{ N}$	$F_{DX} = 9355.083\text{ N}$	$F_{DY} = 3039.865\text{ N}$



Der Zylinder muss gesamthaft um 427.31mm eingefahren werden.

Lernen INTERAKTIV

Funktion herleiten

Gegeben

$$F_G := 6000 \cdot \text{N}$$

$$l_1 := 1 \cdot \text{m}$$

$$l_2 := \sqrt{(2,408 \cdot \text{m})^2 - h_1^2}$$

Vorgabe

$$0 \cdot \text{N} = F_{AY} + F_{BY} - F_G$$

$$0 \cdot \text{N} \cdot \text{m} = F_G \cdot l_1 - F_{AY} \cdot l_2$$

$$0 \cdot \text{N} = F_{EX} - F_{CX}$$

$$0 \cdot \text{N} = F_{EY} + F_{CY} - F_{BY}$$

$$0 \cdot \text{N} \cdot \text{m} = F_{EX} \cdot \frac{h_1}{2} - F_{EY} \cdot \frac{l_2}{2} - F_{BY} \cdot \frac{l_2}{2}$$

$$0 \cdot \text{N} = F_{CX} - F_{DX}$$

$$0 \cdot \text{N} = F_{DY} - F_{CY} - F_{AY}$$

$$0 \cdot \text{N} \cdot \text{m} = F_{AY} \cdot \frac{l_2}{2} - F_{DX} \cdot \frac{h_1}{2} + F_{DY} \cdot \frac{l_2}{2}$$

Suchen($F_{AY}, F_{BX}, F_{BY}, F_{EX}, F_{EY}, F_{CX}, F_{CY}, F_{DX}, F_{DY}$) →

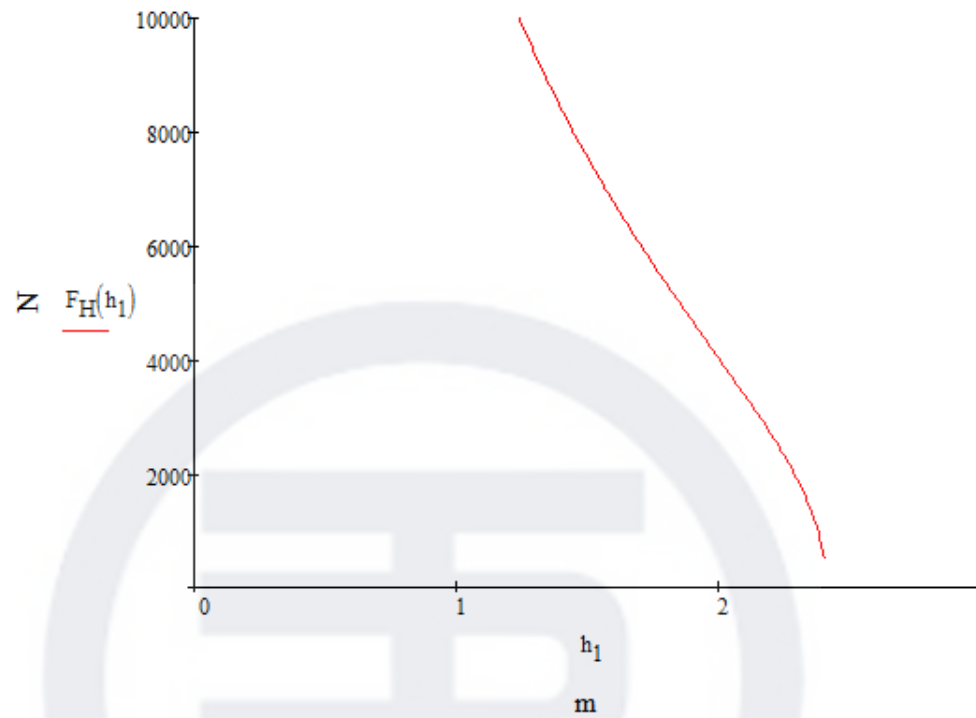
$$\left[\begin{array}{l} \frac{6000.0 \cdot \text{N} \cdot \text{m}}{\sqrt{5.798464 \cdot \text{m}^2 - 1.0 \cdot h_1^2}} \\ 0 \\ \frac{1.0 \cdot (6000.0 \cdot \text{N} \cdot \text{m} - 6000.0 \cdot \text{N} \cdot \sqrt{5.798464 \cdot \text{m}^2 - 1.0 \cdot h_1^2})}{\sqrt{5.798464 \cdot \text{m}^2 - 1.0 \cdot h_1^2}} \\ \frac{6000.0 \cdot \text{N} \cdot \sqrt{5.798464 \cdot \text{m}^2 - 1.0 \cdot h_1^2}}{h_1} \\ \frac{6000.0 \cdot \text{N} \cdot \text{m}}{\sqrt{5.798464 \cdot \text{m}^2 - 1.0 \cdot h_1^2}} \\ \frac{6000.0 \cdot \text{N} \cdot \sqrt{5.798464 \cdot \text{m}^2 - 1.0 \cdot h_1^2}}{h_1} \\ \frac{1.0 \cdot (12000.0 \cdot \text{N} \cdot \text{m} - 6000.0 \cdot \text{N} \cdot \sqrt{5.798464 \cdot \text{m}^2 - 1.0 \cdot h_1^2})}{\sqrt{5.798464 \cdot \text{m}^2 - 1.0 \cdot h_1^2}} \\ \frac{6000.0 \cdot \text{N} \cdot \sqrt{5.798464 \cdot \text{m}^2 - 1.0 \cdot h_1^2}}{h_1} \\ \frac{1.0 \cdot (6000.0 \cdot \text{N} \cdot \text{m} - 6000.0 \cdot \text{N} \cdot \sqrt{5.798464 \cdot \text{m}^2 - 1.0 \cdot h_1^2})}{\sqrt{5.798464 \cdot \text{m}^2 - 1.0 \cdot h_1^2}} \end{array} \right]$$

Lernen INTERAKTIV

$$F_H(h_1) := \frac{6000.0 \cdot \text{N} \cdot \sqrt{5.798464 \cdot \text{m}^2 - 1.0 \cdot h_1^2}}{h_1}$$

$$F_H(1.8 \cdot \text{m}) = 5331.733 \text{ N}$$

$$F_H(1.3 \cdot \text{m}) = 9355.083 \text{ N}$$



Lernen INTERAKTIV