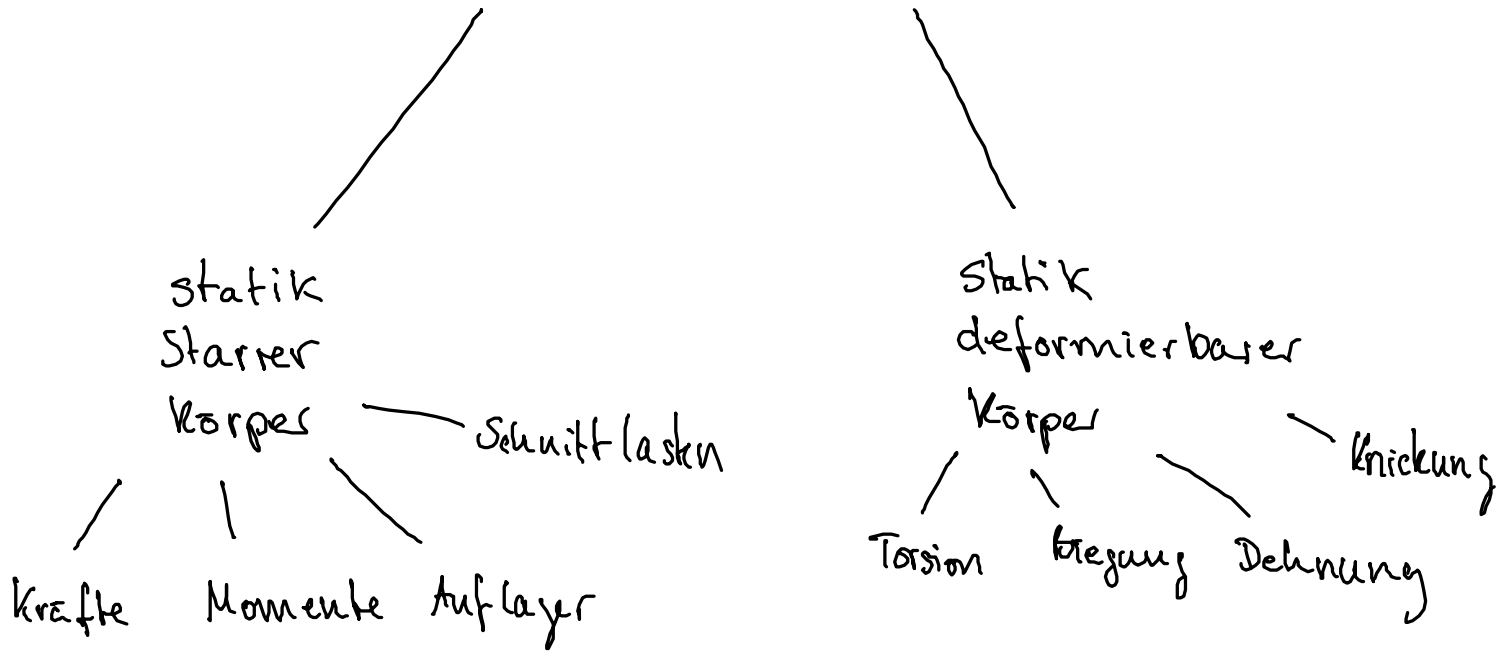


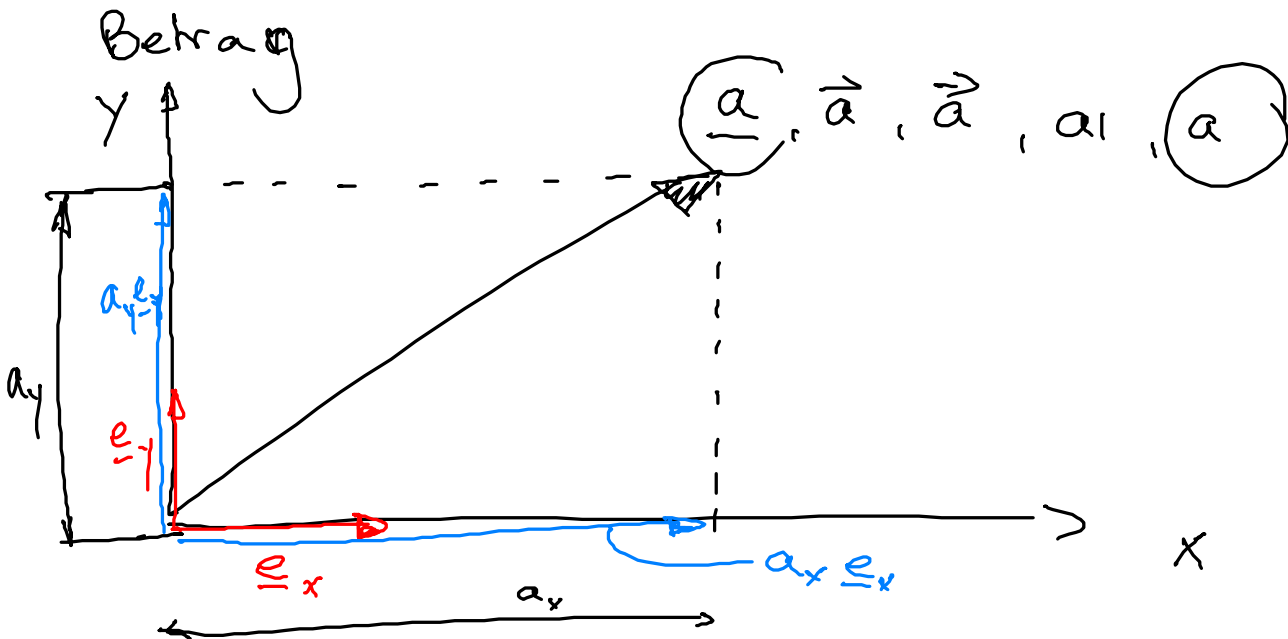
# Statik und elementare Festigkeitslehre



## Vektor

- Zeiger mit Richtung und

Betrag



$$|\underline{e}_x| = |\underline{e}_y| = 1$$

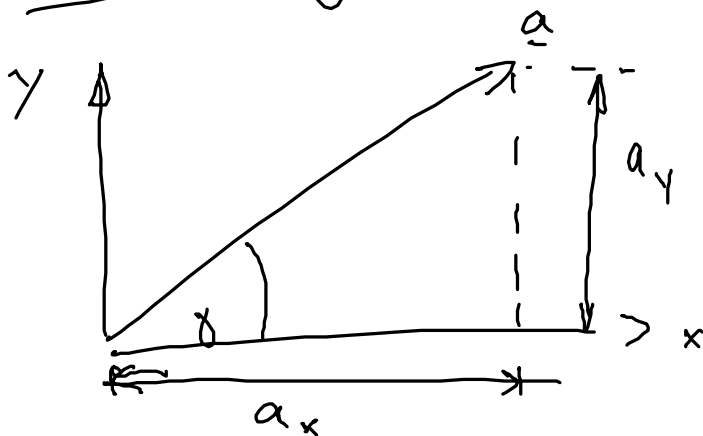
$$\underline{a} = a_x \underline{e}_x + a_y \underline{e}_y = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \end{pmatrix}$$

$x, y$  ist ein kartesisches Koordinatensystem  
und  $\underline{e}_x, \underline{e}_y$  die zugehörige Basis

Betrag eines Vektors:

$$|\underline{a}| = a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

Richtung eines Vektors



$$\tan \gamma = \frac{\text{Gegenk.}}{\text{Ank.}} = \frac{a_y}{a_x}$$

$$\gamma = \arctan\left(\frac{a_y}{a_x}\right)$$

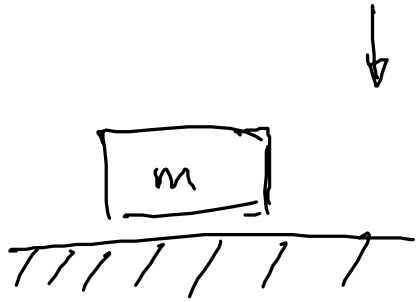
## Kräfte

Eine Kraft ist ein gebundener linienflüchtiger Vektor

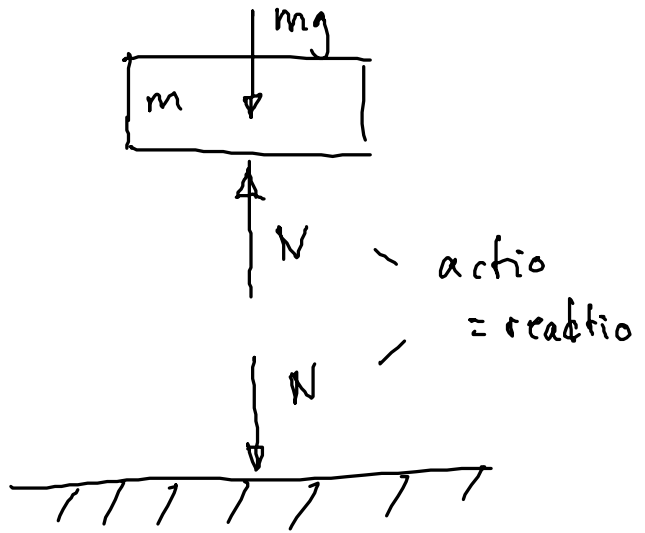
gebunden: Angriffspunkt

linienflüchtig:





Freischnitt



Statik

$$N = mg$$

Gleichgewichtsbedingungen

$$\sum_{i=1}^n \underline{F}_i = \underline{0}$$

n: Anzahl der Kräfte

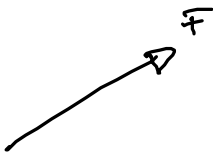
$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\left( \sum F_z = 0 \right)$$

QUIZ:

① Wie viele Mitglieder hat das Mechanik 4 Team

②   $F_x = 3\text{ N}$   $F_y = 4\text{ N}$   $N = \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$|\underline{F}| = ? \text{ 5N}$$

③ Was macht man in der Mechanik wenn man nicht weiter weiß?

## AUFGABEN DIESE WOCHE

UE 2,6

TUT 1,3

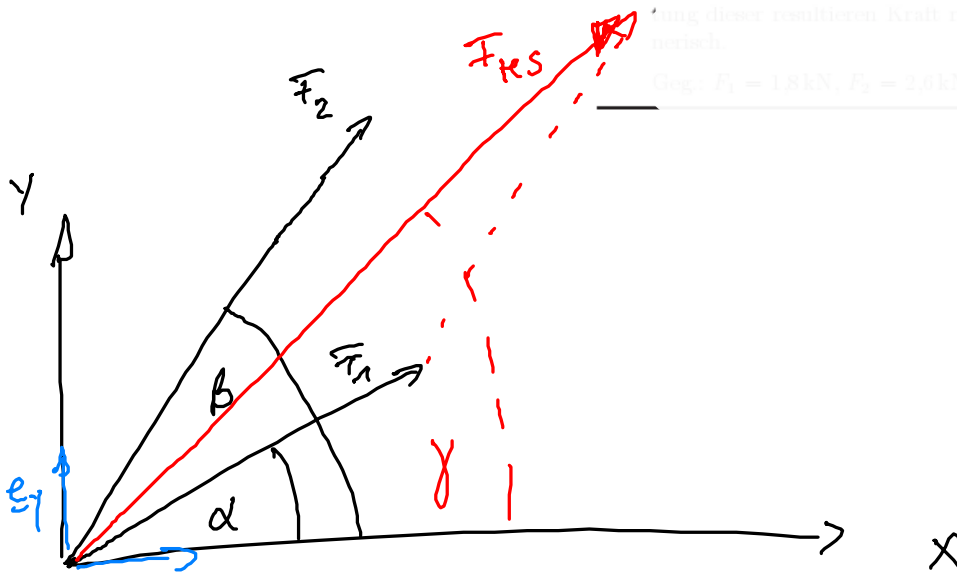
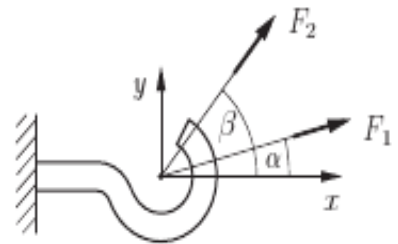
HA 2,5,7

AUFGABE 4

1. Der skizzierte Haken ist durch die zwei Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  belastet. Die Wirkungsrichtungen der Kräfte werden durch die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  beschrieben.

Ersetzen Sie die zwei Kräfte durch eine resultierende Kraft  $F_{res}$ . Bestimmen Sie den Betrag und die Richtung dieser resultierenden Kraft rechnerisch und zeichnerisch.

Geg.:  $F_1 = 1,8 \text{ kN}$ ,  $F_2 = 2,6 \text{ kN}$ ,  $\alpha = 15^\circ$ ,  $\beta = 55^\circ$



Der skizzierte Haken ist durch die zwei Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  belastet. Die Wirkungsrichtungen

1. Der skizzierte Haken ist durch die zwei Kräfte  $F_1$  und  $F_2$  belastet. Die Wirkungsrichtungen der Kräfte werden durch die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  beschrieben.

Ersetzen Sie die zwei Kräfte durch eine resultierende Kraft  $F_{res}$ . Bestimmen Sie den Betrag und die Richtung dieser resultierenden Kraft rechnerisch und zeichnerisch.

Geg.:  $F_1 = 1,8 \text{ kN}$ ,  $F_2 = 2,6 \text{ kN}$ ,  $\alpha = 15^\circ$ ,  $\beta = 55^\circ$



$\underline{e}_x$ 

## Zentrale Kräftegruppe

mehrere Kräfte greifen an einem Punkt an.

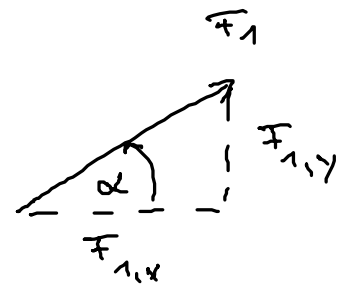
### Resultierende Kraft:

$$\underline{F}_{\text{res}} = \sum \underline{F}_i \quad \text{heißt resultierende Kraft}$$

$$\underline{F}_{\text{res}} = \underline{F}_1 + \underline{F}_2$$

$$\star \underline{F}_1 = \underline{F}_{1,x} \underline{e}_x + \underline{F}_{1,y} \underline{e}_y$$

$$\underline{F}_2 = \underline{F}_{2,x} \underline{e}_x + \underline{F}_{2,y} \underline{e}_y$$



$$\cos \alpha = \frac{\text{Ank}}{\text{Hyp}} = \frac{F_{1,x}}{F_1} \Rightarrow F_{1,x} = F_1 \cos \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{\text{Gegk}}{\text{Hyp.}} = \frac{F_{1,y}}{F_1} \Rightarrow F_{1,y} = F_1 \sin \alpha$$

$$\text{in } \textcircled{1} \quad \underline{F}_1 = F_1 \cos \alpha \underline{e}_x + F_1 \sin \alpha \underline{e}_y = \begin{pmatrix} F_1 \cos \alpha \\ F_1 \sin \alpha \end{pmatrix}$$

$$\underline{F}_2 = F_2 \cos \beta \underline{e}_x + F_2 \sin \beta \underline{e}_y = \begin{pmatrix} F_2 \cos \beta \\ F_2 \sin \beta \end{pmatrix}$$

$$\underline{F}_{\text{res}} = (F_1 \cos \alpha + F_2 \cos \beta) \underline{e}_x$$

$$+ (F_1 \sin \alpha + F_2 \sin \beta) \underline{e}_y$$

$$\vec{F}_{\text{res}} = \underline{3,23 \text{ kN}} \underline{e_x} + \underline{2,596 \text{ kN}} \underline{e_y}$$

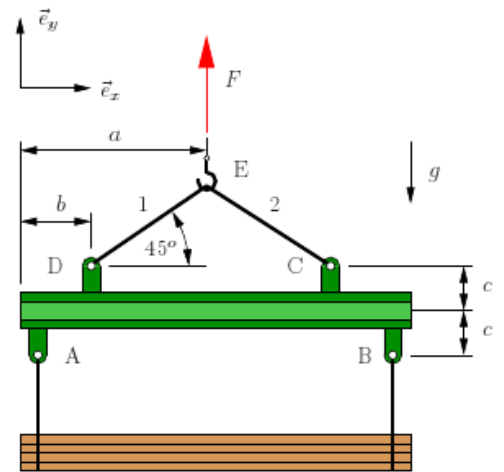
$$|\vec{F}_{\text{res}}| = \sqrt{F_{\text{res},x}^2 + F_{\text{res},y}^2} = 4,144 \text{ kN}$$

$$\sqrt{[\text{kN}^2]} = [\text{kN}]$$

$$\gamma = \arctan\left(\frac{F_{\text{res},y}}{F_{\text{res},x}}\right) = 38,79^\circ$$

## AUFGABE 6

2. Die abgebildete Hebevorrichtung wird zum Umschlagen von Holzstämmen verwendet. Das Seil und der Balken schließen stets einen Winkel von  $45^\circ$  ein (siehe Abbildung). Der Schwerpunkt der Last liege stets genau unterhalb des Kranhakens. Die Masse  $m_S$  der Stämme sei  $200 \text{ kg}$ , die Masse  $m_H$  der Hebevorrichtung sei  $50 \text{ kg}$ .

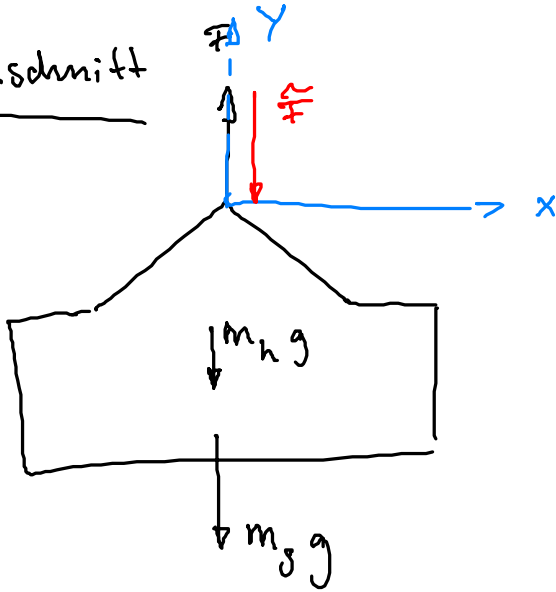


- Wie groß ist die Kraft  $F$  im vertikalen Seil?
- Bestimmen Sie die Vektoren  $\vec{r}_{CE}$  und  $\vec{r}_{DE}$ . Hinweis: Der erstgenannte Buchstabe ist der Punkt, zu dem der Vektor zeigt, d.h.  $\vec{r}_{CE} = \vec{r}_C - \vec{r}_E$ .
- Fertigen Sie eine Freischnittskizze des Hakens an. Wie lauten die Gleichgewichtsbedingungen? Geben Sie die Kräfte in den Seilen in vektorieller Form an.

Geg.:  $m_S = 200 \text{ kg}$ ,  $m_H = 50 \text{ kg}$ ,  $a$ ,  $c$ ,  $b$ ,  $g$

a) Kraft  $F$  bestimmen

Freischnitt



Gleichgewichtsbedingungen:

$$\sum F_y = 0 = +F - m_h g - m_s g$$

$$F = m_h g + m_s g$$

$$\approx 50 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 200 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

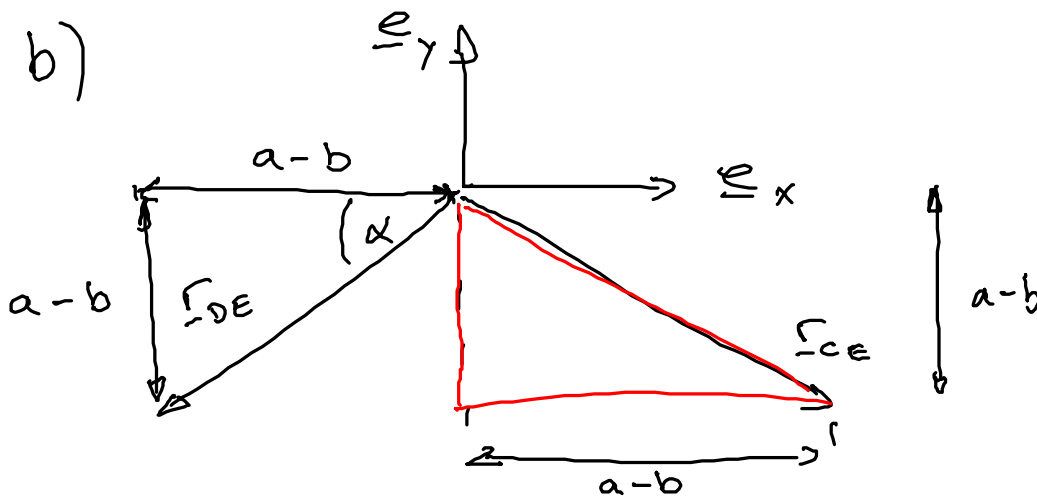
$$F \approx 2500 \text{ N}$$

$$\sum F_y = -\tilde{F} - m_h g - m_s g = 0$$

$$\tilde{F} = -m_h g - m_s g$$

$$\tilde{F} = -2500 \text{ N}$$

b)



$$\alpha = 45^\circ$$

Gleichschenkeliges Dreieck

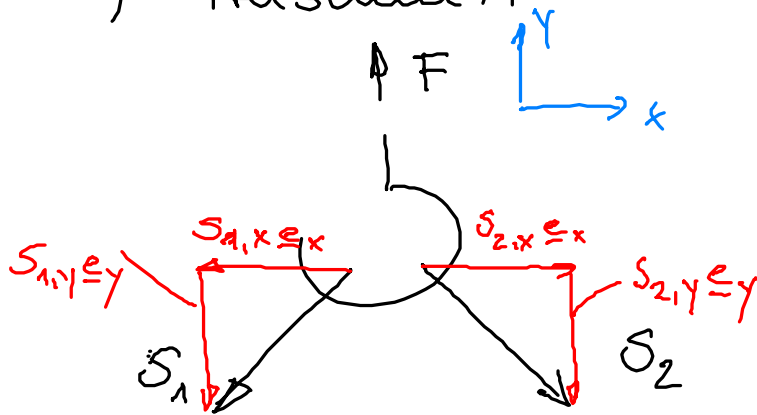
Symmetrie

$$\underline{r}_{DE} = -(a-b) \underline{e}_x - (a-b) \underline{e}_y$$

$$\underline{r}_{CE} = (a-b) \underline{e}_x - (a-b) \underline{e}_y$$

c) Freischnitt

Gleichgewichtsbedingungen



$$\sum F_x = 0 = S_{1,x} + S_{2,x}$$

$$S_{1,x} = S_{2,x}$$

$$\sum F_y = F - S_{1,y} - S_{2,y} = 0 \quad (1)$$

$$\underline{S}_1 = -S_{1,x} \underline{e}_x - S_{1,y} \underline{e}_y$$

$$\underline{S}_2 = S_{2,x} \underline{e}_x - S_{2,y} \underline{e}_y$$

$$F = S_{1,y} + S_{2,y} \quad (2)$$

Gleichschenkeliges  $\Delta$   $S_{1,x} = S_{1,y}$   
 $S_{2,x} = S_{2,y}$

Symmetrie :  $S_{1,x} = S_{2,x}$   
 $S_{1,y} = S_{2,y}$

$$F = 2 S_{1,y}$$

$$S_{1,y} = \frac{F}{2}$$

$$\underline{S}_1 = -\frac{F}{2} \underline{e}_x + \frac{F}{2} \underline{e}_y$$

$$\underline{S}_2 = \frac{F}{2} \underline{e}_x - \frac{F}{2} \underline{e}_y$$