

Liegestütze

(0021)



Mechanik

Drehmoment

Das Drehmoment

Symbol: M

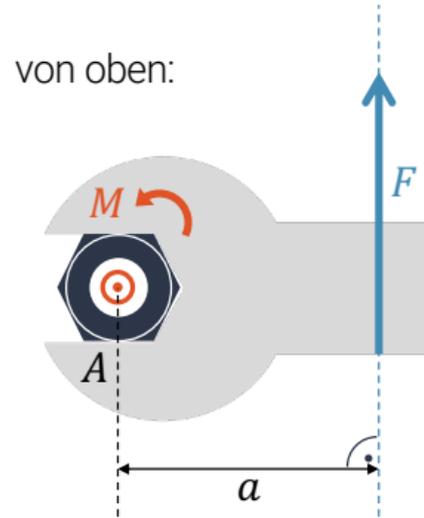
Einheit: $[M] = \text{Nm}$

$$M = a \cdot F$$

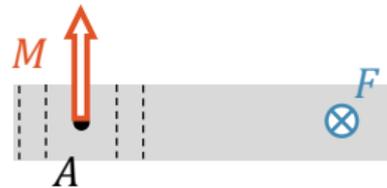
Das Drehmoment ist ein **Vektor** mit einem Betrag und einer Richtung.

Es die **Drehwirkung** einer Kraft auf einen Körper. Die Richtung zeigen wir mit einem «Drehpfeil» (Uhrzeigersinn/Gegenuhrzeigersinn) oder mit einem «Doppelpfeil».

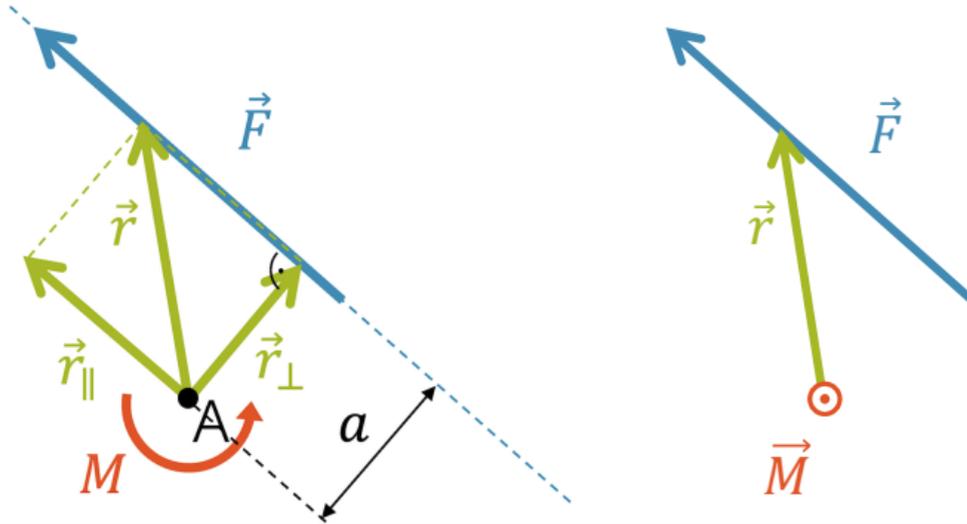
a ist der senkrechte **Abstand zur Wirkungslinie** der Kraft F vom betrachteten Punkt A aus: «Drehmoment bezüglich Punkt A ».



von vorne:



Drehmoment als Vektorprodukt



$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

Der Abstandsvektor \vec{r} kann in zwei Komponenten zerlegt werden: \vec{r}_{\parallel} und \vec{r}_{\perp} .
Mit dem Vektorprodukt wird automatisch nur der senkrechte Anteil \vec{r}_{\perp} berücksichtigt, der für den Abstand a wichtig ist.

Das Drehmoment \vec{M} steht senkrecht auf den beiden ursprünglichen Vektoren.

Kräfte- und Drehmomentgleichgewicht

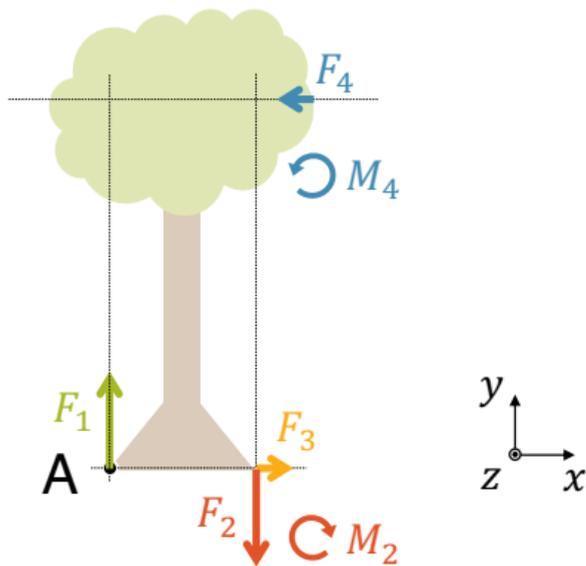
Kräftegleichgewicht:

$$x: \vec{F}_{res} = \vec{F}_3 + \vec{F}_4 = 0 \quad (F_{res,x} = 0)$$

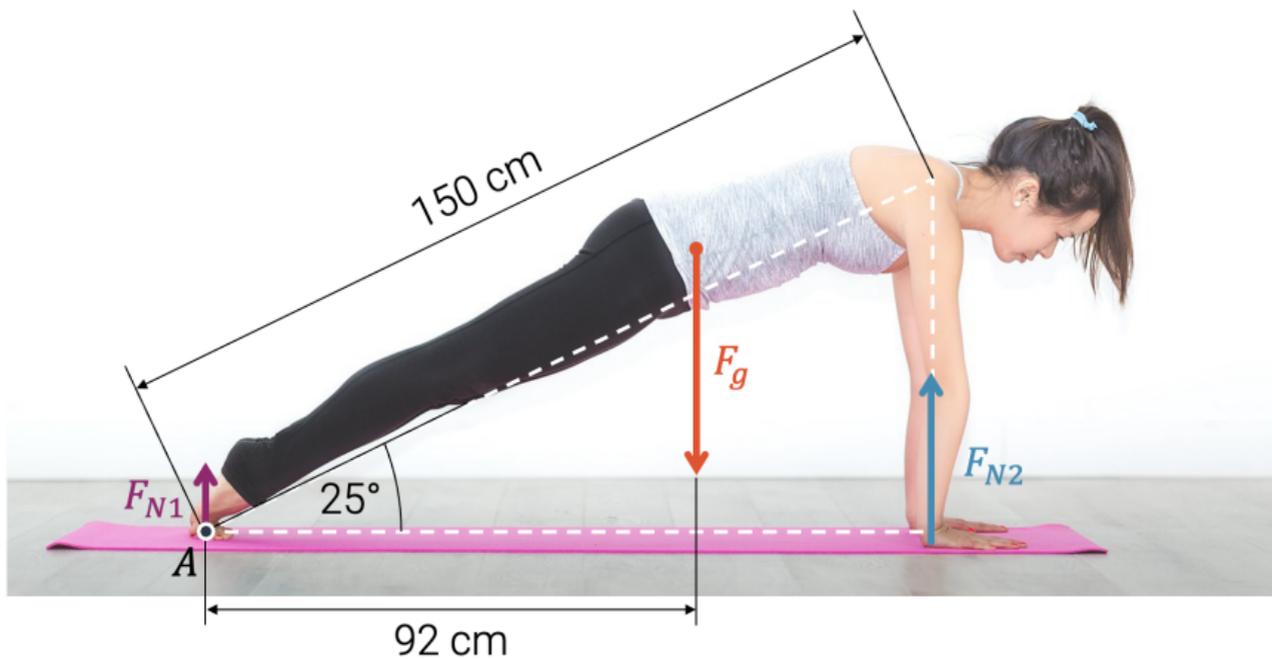
$$y: \vec{F}_{res} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0 \quad (F_{res,y} = 0)$$

Drehmomentgleichgewicht:

$$z: \vec{M}_{res} = \vec{M}_4 + \vec{M}_2 = 0 \quad (M_{res} = 0)$$



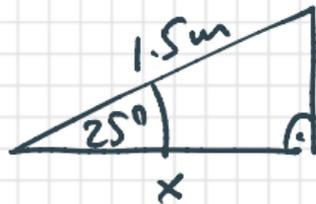
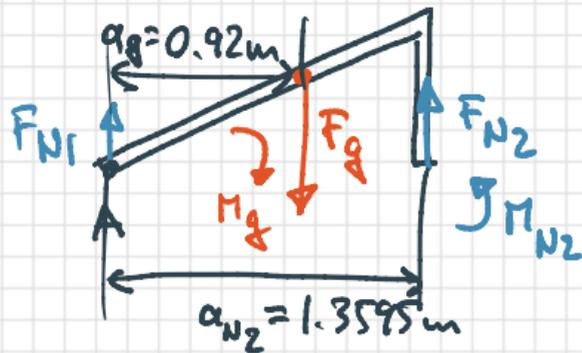
Wenn ein System im Kräftegleichgewicht ($F_{res} = 0$) und im Drehmomentgleichgewicht ($M_{res} = 0$) ist, wird es nicht beschleunigt und steht in Ruhe. In der **Statik** verlangen wir immer **Kräfte- und Drehmomentgleichgewicht**.



Aufgabe: Eine Frau (65 kg) macht eine Liegestütze und hält einen Moment inne.

- Wie viel beträgt die Armkraft F_{N2} ? (beide Arme zusammen)
- Wie gross ist die Normalkraft F_{N1} an den Füßen?

a)



$$\frac{x}{1.5 \text{ m}} = \cos(25^\circ) \quad | \cdot 1.5 \text{ m}$$

$$x = 1.5 \text{ m} \cdot \cos(25^\circ)$$

$$x = 1.3595 \text{ m}$$

Drehmomentgleichgewicht:

$$M_g = M_{N_2}$$

$$a_g \cdot \underbrace{m \cdot g}_{F_g} = a_{N_2} \cdot F_{N_2} \quad | : a_{N_2}$$

$$F_{N_2} = \frac{a_g \cdot m \cdot g}{a_{N_2}} = \frac{0.92 \text{ m} \cdot 65 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{1.3595 \text{ m}} \approx \underline{\underline{432 \text{ N}}}$$

b) Kräftegleichgewicht:

$$F_g = F_{N1} + F_{N2} \quad | -F_{N2}$$

$$F_{N1} = F_g - F_{N2} \Rightarrow 65 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 431.5 \text{ N}$$
$$= 637.65 \text{ N} - 431.5 \text{ N}$$

$$\underline{\underline{F_{N1} \approx 206 \text{ N}}}$$