

# Mechanik 2 - Kräfte

## Kräfte

### Kraft $F$ und träge Masse

Eine Geschwindigkeitsänderung ( $\frac{d}{dt}v = a$ ) einer Masse  $m$  ist immer mit einer Kraft  $F$  verbunden. Man spricht von *träger Masse*, da die Masse auf Bewegungsänderung träge reagiert. Es ist:

$$F = ma \quad (1)$$

Auch Kräfte werden komponentenweise betrachtet: Zieht man an einem Seil einen Schlitten, der reibungsfrei gleitet, so wird i.d.R. nur ein Teil der Kraft  $\vec{F}$  für die Beschleunigung  $a$  in Bewegungsrichtung verwendet.

Größe	Einheit
Kraft	$F$ Newton $N (= \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$
Masse	$m$ Kilogramm $\text{kg}$
Beschleunigung	$a$ M. pro S. <sup>2</sup> $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Federkonstante	$D$ Newton pro M. $\frac{\text{N}}{\text{m}}$

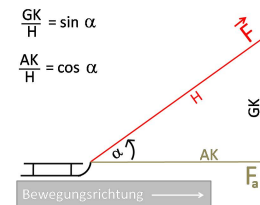


Abbildung 1: Der Pfeil (*Vektorpfeil*) zeigt an, dass die Kraft  $\vec{F}$  richtungsabhängig ist. Nur die waagerechte Komponente  $F_a$  wird in Beschleunigung umgesetzt

**Übung:** Bestimme  $F_a$  wenn die Kraft  $\vec{F}$  unter einem Winkel  $\alpha$  wirkt.

**Lösung:**  $\vec{F}$  bildet die Hypotenuse  $H$ , die Bewegungsrichtung ist die Ankathete  $AK$  (am Winkel  $\alpha$  anliegend). Die Länge von  $AK$  wird durch *Senkrechte Projektion* (dies ist die Gegenkathete  $GK$ ) von  $H$  auf  $AK$  festgelegt. Es gilt:

$$\frac{AK}{H} = \frac{F_a}{\vec{F}} = \cos \alpha \quad \leadsto \quad F_a = \vec{F} \cdot \cos \alpha$$

### Die schiefe Ebene

Befindet sich ein Körper im freien Fall, so wird er von der Erde mit der *Gravitationskraft*

$$F_g = mg$$

angezogen (oft auch als  $G = mg$  geschrieben). Die große Masse der Erde verursacht diese Anziehung,  $m$  wird in diesem Fall als schwere Masse bezeichnet. Ein Körper, der auf einer schiefen Ebene gleitet, wird durch  $F_g$  in Bewegung gesetzt. Dabei drückt der Körper auf die Ebene. Die Ebene muss daher eine als *Normalenkraft* bezeichnete Kraft  $F_N$  aufbringen.



Abbildung 2: Links: Gravitationskraft und von der Ebene aufgebraachte Normalkraft. Rechts: Die Vektorpfeile können beliebig verschoben werden, nur Richtung und Länge muss erhalten bleiben. So erhält man *ähnliche Dreiecke* und der Winkel  $\alpha$  taucht wieder (zwischen  $F_N$  und  $F_g$ ) auf.

### Statische Kräfte

Statische Kräfte können eine Dehnung, Kompression, Biegung, Torsion usf. bewirken. Auch hier werden die bekannten Kräfte in einer Zeichnung als Vektorpfeile gezeichnet. Durch Vektorverschiebung wird eine Resultierende ermittelt in deren Richtung die Dformation dann stattfindet.

### Federkraft

Um eine Spiralfeder die Strecke  $s$  auszulenken bedarf es einer Kraft (Auch Materialien verhalten sich bei Beanspruchungen in kleinen Bereichen wie Federn). Je nach Bauart der Feder besitzt diese eine charakteristische Federkonstante  $D$ . Die Federkraft ist der Zugkraft entgegengerichtet und

$$F_{Feder} = Ds \tag{2}$$

**Übung:** Eine Feder soll  $30\text{ cm}$  auseinandergezogen werden. Die Federkonstante beträgt  $7\frac{\text{N}}{\text{m}}$ . Welche Kraft ist nötig?

**Lösung:**  $F_{Feder} = 7 \cdot 0,3\frac{\text{N}}{\text{m}} = 2,1\text{ N}$

### Gravitationskraft

Zwei Körper im Weltraum mit den Massen  $m_1$  und  $m_2$  ziehen sich gegenseitig an und treffen sich irgendwo in der Mitte. Es ist

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2} \tag{3}$$

die Kraft mit der sich die Körper anziehen. Und  $r$  ist der Abstand zwischen beiden.

Größe	Einheit
Gravitationskonstante $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11}$	$\frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2}$
Erdmasse $m \approx 5,79 \cdot 10^{24}$	kg

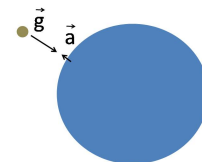


Abbildung 3: Ein Gegenstand und die Erde ziehen sich mit derselben Kraft an. Der Gegenstand fällt. Aber auch Erde beschleunigt (minimal) auf den Gegenstand zu.