

# Physik

## Mechanik – Dynamik: Kräfte

### Verortung

Zur Mechanik gehören die SI-Basiseinheiten s, m, kg (d.h. die physikalischen Größen Zeit  $t$ , Strecke  $s$  und Masse  $m$ ). Während die Kinematik Bewegungsgesetze ohne Kräfte formuliert, geht es bei der Dynamik um das Wirken von Kräften. Kräfte sind gerichtete physikalische Größen, die durch Vektoren dargestellt werden können (nicht gerichtete Größen, wie die Zeit oder die Masse, werden als Skalar bezeichnet und bestehen nur aus einem Betrag). Für zwei Kräfte, die am gleichen Punkt angreifen, gilt: Wenn sie entgegengesetzt und gleich stark sind, heben sie sich auf: Kräftegleichgewicht (Statik). Andernfalls gilt, dass sie zu einer resultierenden Kraft zusammengefasst werden können, die mit Hilfe eines Kräfteparallelogramms ermittelt wird (Kinetik). Die SI-Maßeinheit der Kraft ist das Newton (N; nach Isaac Newton). Das Formelzeichen der Kraft ist meist  $\vec{F}$  (von lat. *fortitudo* oder engl. *force*). [Beispiel für Kräfte sind die Reibungskräfte, die Zentrifugal-/Zentripetal-Kraft, die Gewichtskraft, die Corioliskraft, die Coulombkraft oder die Lorentzkraft.]

### Newton'sche Axiome (1687) – Dynamische Sicht

**1. Trägheitsprinzip:** Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung, wenn keine resultierende Kraft auf diesen wirkt [ $\vec{F}_{\text{res}} = \vec{0} \text{ N} \Leftrightarrow$  Geschwindigkeit  $\vec{v}$  ist in Betrag und Richtung konstant].

**2. Aktionsprinzip:** Die Änderung der Bewegung ist der Einwirkung der bewegendenden Kraft proportional und geschieht nach der Richtung derjenigen geraden Linie, nach welcher jene Kraft wirkt [ $\vec{v} \sim \vec{F}$ ; bzw. modern:  $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ ].

**3. Wechselwirkungsprinzip:** Kräfte treten immer paarweise auf. Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus (*actio*), so wirkt eine gleich große, aber entgegen gerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (*reactio*) [ $\vec{F}_{A \rightarrow B} = -\vec{F}_{B \rightarrow A}$ ].

#### 4. Superpositionsprinzip:

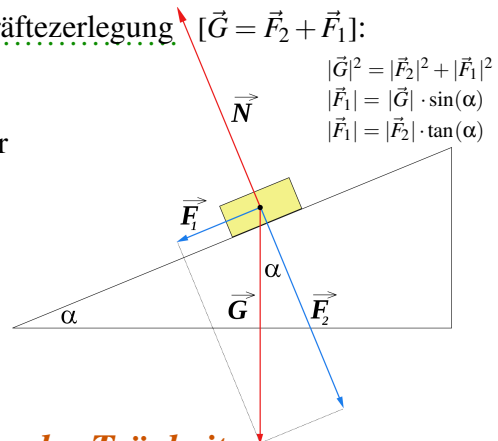
Wirken auf einen Punkt (oder einen starren Körper) mehrere Kräfte  $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ , so addieren sich diese vektoriell zu einer resultierenden Kraft  $\vec{F}_{\text{res}}$  auf [ $\vec{F}_{\text{res}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$ ].

**Beispiel:** Wechselwirkungs-Kraftpaar [ $\vec{N} = -\vec{F}_2$ ] sowie Kräftezerlegung [ $\vec{G} = \vec{F}_2 + \vec{F}_1$ ]:

Die Gewichtskraft  $\vec{G}$  wird zerlegt in  $\vec{F}_2$ , die Gegenkraft zur Normalkraft  $\vec{N}$  senkrecht zur Rampe (Stützkraft), sowie die resultierende Kraft  $\vec{F}_1$ , die Hangabtriebskraft, die den Körper die Rampe herunter beschleunigen würde/könnte.

Bildquelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Rownia.svg> (GFDL)

Auf der Rückseite ist Platz zur geometrischen Vektorübung für Kräftezerlegung bzw. Kräfteaddition ... **Viel Erfolg!**



### Masse – Ladung der Gravitation & Ursprung der Trägheit

Masse ist eine Eigenschaft des Körpers (gemessen z.B. mit einer Balkenwaage oder durch Anziehung einer bekannten Masse über Torsionsdraht) – im Gegensatz zum Gewicht (abhängig von Untergrunddichte, Zentrifugalkraft etc.; gemessen z.B. mit Federwaage;  $F_G = m \cdot g$ ).

Masse hat zwei Wirkungen:

- ① Schwere – ‘Ladung der Gravitation’, nur Anziehung (ohne Abschirmmöglichkeit), keine Polung (nur eine Ladungsart);
- ② Trägheit – Widerstand gegen einwirkende Kraft (nicht nur der gravischen); Bestreben des Verharrens in einer Bewegung.

# Übungsblatt zur geometrischen Vektorrechnung

Aufgaben zur Vektoraddition:

1.) Hunde ziehen an einem Punkt:  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_5 = \vec{F}_{res}$ . [Unten gelöst!]

2.) Tauziehen:  $\vec{F}_3 + \vec{F}_4 = \vec{F}_{res}$ .

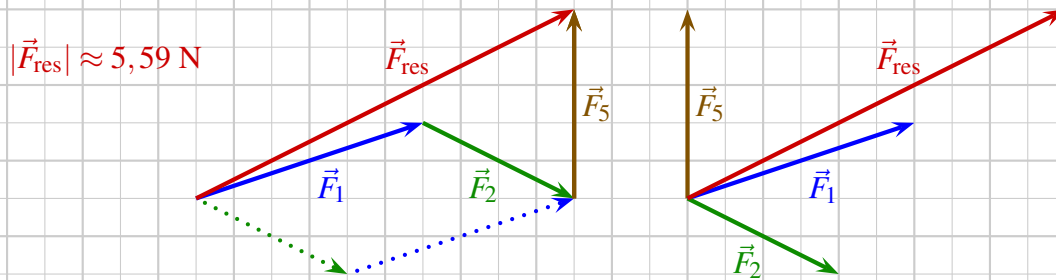
3.) Boot ohne Antrieb:  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_{res}$  (Bachströmung und Windrichtung).

$|\vec{F}_1| \approx 3,162 \text{ N}$    
  $|\vec{F}_2| \approx 2,236 \text{ N}$    
  $|\vec{F}_3| = 1 \text{ N}$    
  $|\vec{F}_4| = 2 \text{ N}$    
  $|\vec{F}_5| = 2,5 \text{ N}$



1.) 3 Hunde an Leinen: Geometrische Lösung

Realität: Kräftebild



$|\vec{F}_{res}| \approx 5,59 \text{ N}$