

2.3 Kraft, Masse, Beschleunigung

„Alle Schwierigkeit der Physik besteht nämlich dem Anschein nach darin, aus den Erscheinungen der Bewegung die Kräfte der Natur zu erforschen und hierauf durch diese Kräfte die übrigen Erscheinungen zu klären ...“ Isaac Newton



B1 Auch im schwerelosen Zustand gilt: Zur Beschleunigung sind Kräfte erforderlich.

Grundgleichung der Mechanik

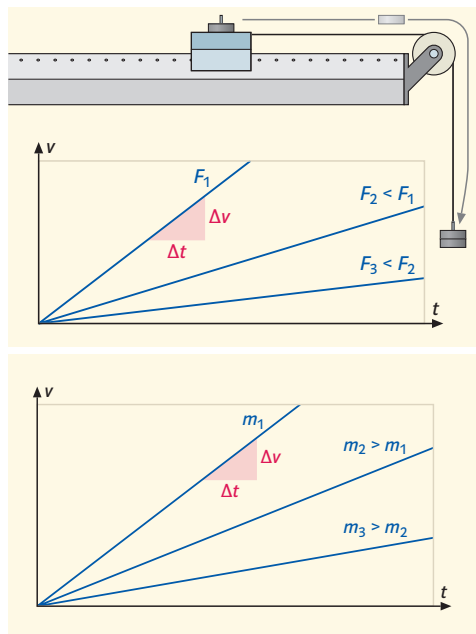
Da Körper träge sind, ändern sie ihre Geschwindigkeit nicht von selbst. Erst Kräfte lassen einen Körper schneller oder langsamer werden oder ändern seine Bewegungsrichtung.

Übt ein Antriebskörper eine Kraft auf den Gleiter einer Luftkissenbahn aus, so verleiht er ihm eine konstante Beschleunigung. Alternativ zum beschriebenen Experiment (vorhergehende Seite) kann die Beschleunigung auch aus t - v -Diagrammen ermittelt werden (\rightarrow B2 oben).

Wird statt der Zugkraft die bewegte Masse variiert, ergeben sich ähnliche t - v -Diagramme, aus denen wiederum die Beschleunigung bestimmt werden kann (\rightarrow B2 unten).

Die Versuche zeigen:

- 1 Bei konstanter Masse ist die Beschleunigung proportional zur Antriebskraft.
Es gilt: $a \sim F$
- 2 Bei konstanter Kraft ist die Beschleunigung umgekehrt proportional zur Masse.
Es gilt: $a \sim \frac{1}{m}$



B2 t - v -Diagramme für unterschiedliche Kräfte (oben) und unterschiedliche Massen (unten)

Insgesamt gilt bei konstanter Masse und konstanter Kraft:

$$a \sim \frac{F}{m}$$

Mathematisch ergibt sich daraus mit k als Konstante: $a = k \cdot \frac{F}{m}$. Die Überprüfung durch Messung liefert z. B. für $F = 1 \text{ N}$ und $m = 1 \text{ kg}$ eine Beschleunigung $a = 1 \text{ m/s}^2$. k hat also den Betrag 1.

Die Kraft F ist gleich dem Produkt aus der Masse des beschleunigten Körpers und seiner Beschleunigung:

$$F = m \cdot a \text{ bzw. } \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Dieses Gesetz heißt **Grundgleichung der Mechanik**.

Auf dieser Beziehung beruht die gesetzliche Definition der Krafteinheit 1 Newton:

$$1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

Die über die Beschleunigung eines Körpers definierte Krafteinheit 1 N hat denselben Wert wie die bisher durch Dehnung einer Normfeder erzeugte Kraft von 1 N.

Kraft beim freien Fall

Auf einen fallenden Körper wirkt nach der Grundgleichung der Mechanik die Kraft $F = m \cdot g$ mit der Fallbeschleunigung $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Diese Kraft ist die Gewichtskraft F_G . Als Ortsfaktor hat g den Wert $9,81 \text{ N/kg}$. Die Krafteinheit wurde so festgelegt, dass die Einheiten von Ortsfaktor und Fallbeschleunigung übereinstimmen:

$$\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg}} = \frac{1 \text{ kg} \cdot \text{m}}{1 \text{ kg} \cdot \text{s}^2} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Grundgleichung der Mechanik: Die Kraft F , die einem Körper die Beschleunigung a erteilt, ist gleich dem Produkt aus der Masse des Körpers m und der Beschleunigung:

$$F = m \cdot a$$

A1 ☉ „Von 0 auf 100 km/h in 9,8 s.“ Berechnen Sie aus dieser Angabe in einem Prospekt die auf den Pkw wirkende Kraft ($m_{\text{Pkw}} = 1500 \text{ kg}$).

A2 ☉ Beschreiben Sie zwei unterschiedliche Experimente, durch die sich mit Hilfe eines 1-kg-Massestücks der Ortsfaktor eines fremden Planeten bestimmen lässt.