

## 19.1 Kinematik

### Geradlinige Bewegung

Gleichförmige Bewegung  
(konstante Geschwindigkeit)

$$s = s_0 + vt$$

$s$  Wegkoordinate  
 $s_0$  Wert von  $s$  zum Zeitpunkt  $t = 0$   
 $v$  Geschwindigkeit  
 $t$  Zeit

(vgl. 14: Lineare Funktion)

Gleichmässig beschleunigte Bewegung  
(konstante Beschleunigung)

$$s = s_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$v = v_0 + at$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(s - s_0)$$

$v$  Momentangeschwindigkeit  
 $v_0$  Anfangsgeschwindigkeit, Wert von  $v$  zum Zeitpunkt  $t = 0$

$a$  Beschleunigung  
(vgl. 15: Quadratische Funktion)

Mittlere Geschwindigkeit  $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$

$s_1$  Wegkoordinate zum Zeitpunkt  $t_1$

$s_2$  Wegkoordinate zum Zeitpunkt  $t_2$

$\Delta s$  Wegstrecke

$\Delta t$  Zeitspanne

(vgl. 14: Lineare Funktion)

Mittlere Beschleunigung  $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

### Newtonsche Axiome

Trägheitsprinzip  
(I. Axiom)

Ein Körper, auf den keine Kraft wirkt, behält Betrag und Richtung seiner Geschwindigkeit bei.

$$\vec{v} = \text{konst.}, \text{ wenn } \vec{F}_{\text{res}} = \vec{0}$$

$\vec{v}$  Geschwindigkeit  
 $\vec{F}_{\text{res}}$  resultierende Kraft

Aktionsprinzip  
(II. Axiom)

Die Änderung des Bewegungszustandes ist proportional zur wirkenden Kraft und erfolgt in der Richtung, in der die Kraft wirkt.

$$\vec{F}_{\text{res}} = m\vec{a}$$

$\vec{F}_{\text{res}}$  resultierende Kraft  
 $m$  Masse  
 $\vec{a}$  Beschleunigung

Wechselwirkungsprinzip,  
"Actio = Reactio"  
(III. Axiom)

Wirkt ein Körper 1 auf einen Körper 2 mit der Kraft  $\vec{F}_{12}$  ein, so wirkt stets der Körper 2 auf den Körper 1 mit einer gleich grossen, entgegengesetzt gerichteten Kraft  $\vec{F}_{21}$  ein.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$



Isaac Newton  
(1643–1727)

### Spezielle Kräfte

Gewichtskraft  
(Gewicht)  $F_G = mg$

$g$  Fallbeschleunigung, Ortsfaktor Erde:  
 $g \approx 9.81 \text{ m/s}^2 = 9.81 \text{ N/kg}$

Federkraft (Hookesches Gesetz)  $F_F = Dy$

$D$  Federkonstante  
 $y$  Längenänderung, Längenunterschied zwischen gespannter und ungespannter Feder

Normalkraft Die Kraft, mit der sich zwei Körper senkrecht zur Berührungsfläche gegenseitig voneinander abstossen, heisst Normalkraft  $F_N$ .

Gleitreibungskraft  $F_R = \mu_G \cdot F_N$

$\mu_G$  Gleitreibungszahl  
(vgl. 101, 24.1)

Haftreibungskraft  $F_R \leq \mu_H \cdot F_N$

$\mu_H$  Haftreibungszahl  
(vgl. 101, 24.1)

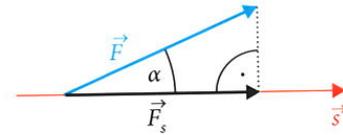
## Arbeit

Arbeit  
(konstante Kraft)

$$W = F_s \cdot s$$

$$F_s = F \cos \alpha$$

$F_s$  Kraft in Wegrichtung  
 $s$  Wegstrecke



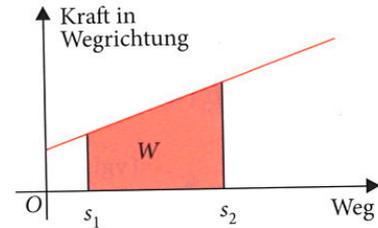
Arbeit  
(Skalarprodukt)

$$W = \vec{F} \cdot \vec{s}$$

(vgl. 46: Skalarprodukt)

Arbeit  
(Kraft-Weg-  
Diagramm)

Wird die Kraft in Wegrichtung  $F_s$  in einem Diagramm als Funktion des Weges aufgetragen, so entspricht die zwischen den Wegkoordinaten  $s_1$  und  $s_2$  verrichtete Arbeit  $W$  der markierten Fläche.



(vgl. 58: Bestimmtes Integral)

## Mechanische Energie

Energie

Die Energie ist eine Zustandsgröße eines Systems, die zunimmt, wenn von aussen Arbeit am System verrichtet wird, und die abnimmt, wenn das System nach aussen Arbeit verrichtet.

$$\Delta E = W$$

$\Delta E$  Energieänderung

$W$  Arbeit

Kinetische Energie/  
Bewegungsenergie

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2$$

$m$  Masse

$v$  Geschwindigkeit

Potentielle Energie/  
Lageenergie

$$E_{\text{pot}} = mgh$$

$g$  Fallbeschleunigung,  
Ortsfaktor

Erde:  $g \approx 9.81 \text{ m/s}^2$

$h$  Höhe über Bezugsniveau

Energie einer  
gespannten Feder

$$E_F = \frac{1}{2}Dy^2$$

$D$  Federkonstante

$y$  Längenänderung

(vgl. 83: Federkraft)

Energieerhaltungssatz

Die Gesamtenergie  $E_{\text{tot}}$  in einem abgeschlossenen System hat einen konstanten Wert, der von Vorgängen im System nicht beeinflusst wird.

$$E_{\text{tot}} = E_1 + E_2 + \dots + E_n \quad E_1, E_2, \dots \text{ Einzelenergien}$$

$$= \sum_{i=1}^n E_i = \text{konst.}$$

## Leistung

Mittlere Leistung

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

$W$  Arbeit, die in der Zeitspanne  $\Delta t$  verrichtet wird

Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{\Delta E_{\text{nutz}}}{\Delta E_{\text{auf}}}$$

$\Delta E_{\text{nutz}}$  abgegebene Nutzenergie  
 $\Delta E_{\text{auf}}$  aufgenommene Energie