

# Dynamik (\*)

Kräfte verursachen Bewegungen

\*altgriech. δυναμική, dynamiké, "mächtig", also "Kraft"

# Gravitationskraft (Schwerkraft)

Wie wir schon gesehen haben, gilt in Erdnähe

$$\mathbf{F}_G = m\mathbf{g} = -mg\hat{\mathbf{e}}_z.$$

mit der Erdbeschleunigung(Fallbeschleunigung)  $g \approx 9,81 \frac{m}{s^2}$ .

*Isaac Newton* erkannte 1687, dass die **Gravitation** eine **universelle Kraft** ist, die im ganzen Universum gilt und z.B. auch die Planeten auf ihrer Bahn hält.

# Das Gravitationsgesetz

Die Masse  $m_2$  übt auf Masse  $m_1$  die Gravitationskraft  $\mathbf{F}_{12}$  aus:

$$\mathbf{F}_{12} = -G \frac{m_1 m_2}{r_{21}^2}$$

$G = 6,678 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$  ist die Gravitationskonstante

Masse  $m_1$  übt auf  $m_2$  die entgegengesetzt gleiche Kraft aus,  
 $\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21}$ , was auch aus dem 3. Newtonschen Axiom folgt.

# Träge und schwere Masse

Laut dem 2. Newtonschen Axiom gilt  $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$ . Hier ist  $m$  die **träge Masse**, also die Proportionalitätskonstante zwischen Kraft und Beschleunigung.

Die Gewichtskraft ist  $\mathbf{F}_G = m\mathbf{g}$ . Hier ist  $m$  die **schwere Masse**, also die Kraft, die auf einen Körper in einem Gravitationsfeld mit Gravitationsfeldstärke  $\mathbf{g}$  wirkt.

**Äquivalenzprinzip:** Albert Einstein (1879-1955) erkannte, dass die träge und die schwere Masse äquivalent sind. Von vornherein gibt es keinen Grund, warum das so sein sollte, es wurde aber experimentell bis auf 10-13 Genauigkeit nachgewiesen.

Laut Einstein gibt es in einem abgeschlossenen Raum keine Möglichkeit festzustellen, ob man sich in einem Schwerfeld befindet, oder ob die erfahrene Kraft eine Trägheitskraft ist.