

# Physik für Biologen und Zahnmediziner

## Kapitel 3: Dynamik und Kräfte

Dr. Daniel Bick



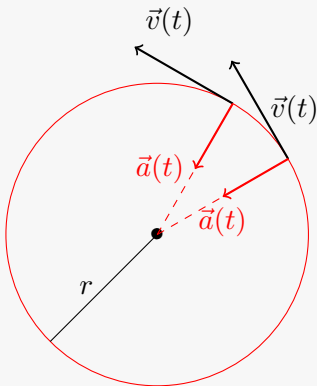
Universität Hamburg  
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

15. November 2017

1 Wiederholung

2 Dynamik

Ein Körper bewegt sich mit konstanter **Bahngeschwindigkeit**  $v$  auf einer Kreisbahn mit **Radius**  $r$

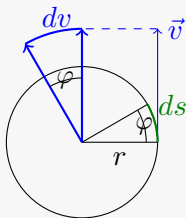


- Die Richtung von  $\vec{v}$  ändert sich ständig  
→ Beschleunigung vorhanden
- Der Betrag von  $\vec{v}$  ändert sich nicht  
→ keine Beschleunigung in der jeweiligen Richtung von  $\vec{v}$
- **Beschleunigung steht senkrecht auf  $\vec{v}$**   
→ **Zeigt zum Mittelpunkt**  
→ **Radiale Beschleunigung**

- Umlaufdauer (Periode)  $T$
- Frequenz  $f = \frac{1}{T}$ 
  - Einheit: 1 Hertz = 1 Hz =  $\frac{1}{s}$
- Winkelgeschwindigkeit (Kreisfrequenz)  $\omega$

$$\omega = \frac{\text{überschrittener Winkel}}{\text{benötigte Zeit}} = \frac{d\varphi}{dt}$$

- Bahngeschwindigkeit  $v = \frac{2\pi r}{T} = \omega r = 2\pi r f$



$$ds = r \cdot d\varphi$$

$$dv = v \cdot d\varphi$$

$$a = \frac{dv}{dt} = v \frac{d\varphi}{dt} = v \cdot \omega$$

$$a = v \cdot \omega$$

$$= \omega^2 r$$

$$= \frac{v^2}{r}$$

① Wiederholung

② Dynamik

## Dynamik

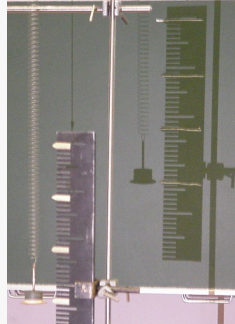
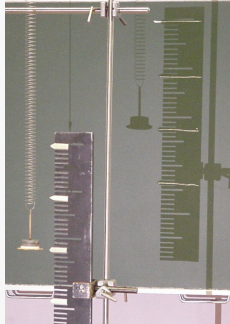
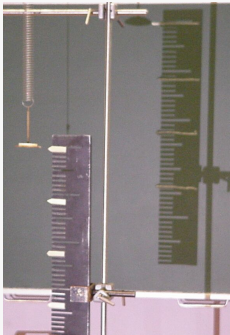
Lehre von der Bewegung von Körpern unter dem Einfluss von **Kräften**.

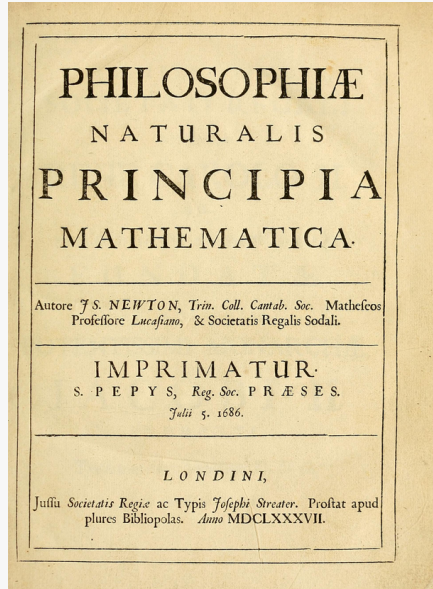
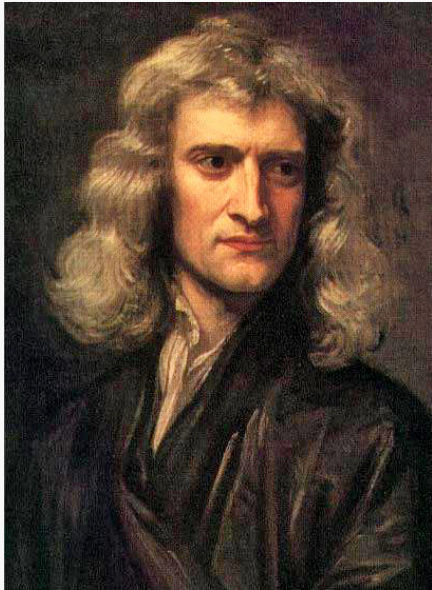
Wozu wird Kraft angewendet?

- Dinge anheben
- Gegenstände in Bewegung setzen
- Gegenstände verformen
- ...

Erdbeschleunigung bewirkt Kraft auf Masse:

## Gewichtskraft





**Lex I: Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus illud a viribus impressis cogitur statum suum mutare.**

Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmig geradlinigen Translation, sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.

**Lex II: Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressae, et fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.**

Die Änderung der Bewegung ist der Einwirkung der bewegenden Kraft proportional und geschieht nach der Richtung derjenigen geraden Linie, nach welcher jene Kraft wirkt.

**Lex III: Actioni contrariam semper et aequalem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse aequales et in partes contrarias dirigi.**

Kräfte treten immer paarweise auf. Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus (actio), so wirkt eine gleich große, aber entgegengerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (reactio).

## Zusammenhang zwischen Kraft und Bewegung

### 1. Newtonsches Axiom

Ein Körper, auf den keine Kräfte wirken oder die Vektorsumme der wirkenden Kräfte Null ist, behält seine Geschwindigkeit unverändert bei.

### 2. Newtonsches Axiom: Grundgleichung der Mechanik

### 3. Newtonsches Axiom: $\text{actio} = \text{reactio}$

Wenn zwei Körper Kräfte aufeinander ausüben, sind diese entgegengesetzt gleich.

1 N ist die Kraft, die ausgeübt werden muss, um 1 kg mit  $a = 1 \text{ m/s}^2$  zu beschleunigen.

## **Achtung:**

Gewicht ist nicht gleich Masse!

- Masse: Eigenschaft die Körper träge macht
- Gewicht: Kraft auf Masse verursacht durch Schwerfeld

## Träge Masse

- Wirkt Bewegungsänderungen entgegen

## Schwere Masse

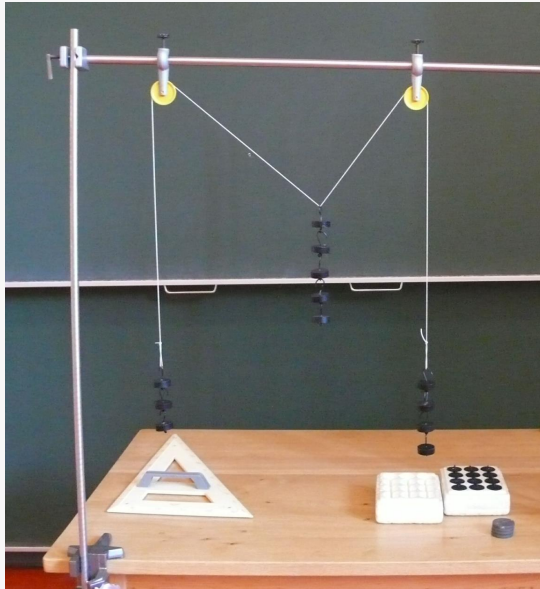
- Wird durch Schwerfeld angezogen

## **Einsteins Massenäquivalentsprinzip:**

Schwere und Träge Masse haben den gleichen Ursprung und sind identisch!











Erdradius  $R_E = 6380 \text{ km}$

Erdmasse=  $m_E = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

## Träge Masse

- Wirkt Bewegungsänderungen entgegen

## Schwere Masse

- Wird durch **Gravitation** angezogen
- Ist Ursache der Gravitation

## Einsteins Massenäquivalentsprinzip:

Schwere und Träge Masse haben den gleichen Ursprung und sind identisch!





Reibung behindert Bewegung

Reibungskraft wirkt entgegen der Bewegungsrichtung

Arten von Reibung:

- Haftreibung
- Gleitreibung
- Rollreibung
- innere Reibung (in Fluiden)
- ...

Welche Kraft ist nötig, damit ein Objekt anfängt sich zu bewegen?

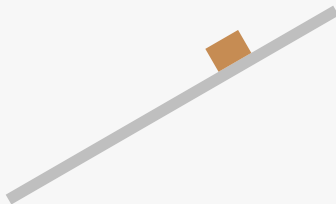
- Das Objekt wird durch die Haftreibungskraft  $F_H$  festgehalten

Haftreibungskoeffizient  $\mu_H$

Holz auf Stein:  $\mu_H = 0,7$

Stahl auf Teflon:  $\mu_H = 0,04$

- Das Objekt bewegt sich, sobald  $F > F_H$



- Beim Gleiten (Rutschen) eines Objekts auf einer Oberfläche wirkt die **Gleitreibungskraft  $F_R$**  entgegen der Bewegungsrichtung.

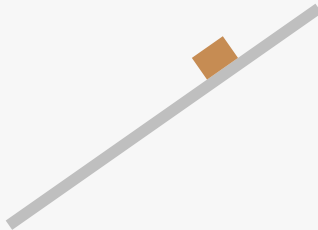
Gleitreibungskoeffizient  $\mu_{Gl}$

Holz auf Stein:  $\mu_{Gl} = 0,3$

Stahl auf Teflon:  $\mu_{Gl} = 0,04$



Welche Beschleunigung ergibt sich für einen Holzklotz auf einer Steinfläche (bei  $35^\circ$  Neigung)?



- Radiale Beschleunigung auf einer Kreisbahn ist zum Mittelpunkt gerichtet

