

MITSCHRIEB

# Umweltphysik

Wintersemester 2025

*Emma Bach*

Vorlesung Umweltphysik gehalten von  
Prof. Dr. Stefan PAULIUK

October 14, 2025

# Inhalt

<b>1 Mechanische Grundlagen</b>	<b>2</b>
1.1 Bewegung .....	2
1.1.1 Newtonsche Gesetze .....	3
1.1.2 Druck.....	3
1.1.3 Arbeit .....	3
1.1.4 Energie .....	3
1.1.5 Leistung.....	4
<b>2 Thermodynamik</b>	<b>5</b>
<b>3 Physik der Erde</b>	<b>6</b>

# Chapter 1

## Mechanische Grundlagen

Annahme: Vektorraum  $\mathbb{R}^3$

- **Skalare Größen:**  $\mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}$
- **Vektorwertige Größen:**  $\mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$
- Gekrümmte Bewegung vereinfacht als **Weg-Zeit-Diagramm**  $s(t)$ . Steile Tangente  $\rightarrow$  hohe Geschwindigkeit.
- Notation für Ableitungen:

$$v(t_a) = \frac{ds}{dt} |_{t_a}$$

- In dieser Vorlesung meist Approximation der Ableitung durch Differenzenquotienten.

### 1.1 Bewegung

- Keine Bewegung:  $s(t) = c$
- Gleichförmige Bewegung:  $s(t) = vt = v(t - t_0) + s_0$ ,

Spezialfall Kreisbewegung:  $\begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \end{pmatrix} = r \begin{pmatrix} \cos(\omega t) \\ \sin(\omega t) \end{pmatrix}$

- Gleichmäßige Beschleunigung:  $s(t) = \frac{1}{2}at^2$

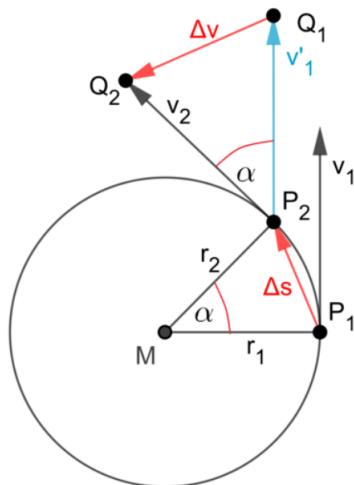


Figure 1.1: Herleitung der Zentripetalbeschleunigung durch ähnliche Dreiecke

In Abbildung 1.1 ist dargestellt, wie man bei einer gleichmäßigen Kreisbewegung die Zentripetalbeschleunigung durch eine Konstruktion ähnlicher Dreiecke bestimmt werden kann: Die Geschwindigkeit ist konstant, und gleichzeitig immer orthogonal zum Radiusvektor. Es folgt also:

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta s}{r}$$

Es folgt:

$$\frac{\Delta v}{\Delta t \cdot v} = \frac{\Delta s}{\Delta t \cdot r} = \frac{v}{r}$$

### 1.1.1 Newtonsche Gesetze

1. **Newton'sches Axiom: Trägheitsprinzip** - Körper, auf die keine Kraft wirkt, bewegen sich geradlinig mit konstanter Geschwindigkeit (möglicherweise Geschwindigkeit 0).
2. **Newton'sches Axiom: Aktionsprinzip** - Die Änderung der Bewegung unter Einwirkung einer bewegenden Kraft ist proportional zu der Kraft und geschieht in Richtung dieser:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

3. **Newton'sches Axiom: Reaktionsprinzip** - Übt ein Körper  $A$  auf einen anderen Körper  $B$  eine Kraft  $\vec{F}_{A \rightarrow B}$  aus (*actio*), so wirkt eine gleich große, entgegengesetzte Kraft  $\vec{F}_{B \rightarrow A}$  von  $B$  auf  $A$ . (*reactio*):

$$\vec{F}_{A \rightarrow B} = -\vec{F}_{B \rightarrow A}$$

Die Kraft, welche auf einen Körper wirkt, ist die Summe aller Teilkräfte, die von allen Quellen aus auf den Körper wirken. Wirken auf einen Körper also exakt entgegengesetzte Kräfte, so befindet sich der Körper im **Kräftegleichgewicht** und bewegt sich nicht.

### 1.1.2 Druck

Der auf eine Fläche einwirkende Druck ist das Ergebnis einer Kraft  $\vec{F}$ , die auf eine Fläche  $A$  wirkt:

$$\vec{p} = \frac{\vec{F}}{A}$$

Die Einheit des Drucks ist  $\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$

### 1.1.3 Arbeit

**Arbeit** misst den Transfer an kinetischer Energie, der innerhalb eines mechanischen Systems stattfindet, wenn eine Kraft  $\vec{F}(t)$  eine Masse über einen Weg  $\vec{s}(t)$  bewegt.

Ist die Kraft konstant und der Weg geradlinig, wird die Arbeit einfach durch das Skalarprodukt gemessen:

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

Im Allgemeinen muss man einen Kurvenintegral der Kraft entlang des Weges berechnen:

$$W = \int_{t_0}^{t_1} \vec{F} d\vec{s} = \int_{t_0}^{t_1} \vec{F}(t) \cdot \vec{v}(t) dt$$

### 1.1.4 Energie

$$W = \Delta E$$

z.B.:

- Potentielle Energie:  $W = m \cdot g \cdot \Delta h \rightarrow E_{pot} = m \cdot g \cdot h$
- Kinetische Energie:  $E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$
- Thermische Energie:  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ , wobei  $c$  die Wärmekapazität gibt.

Energie und Arbeit werden beide in Joule angegeben.

### 1.1.5 Leistung

Die Leistung ist die Änderung der Energie pro Zeit:

$$P(t) = \frac{dE}{dt}$$

Somit hängt Leistung auch mit Arbeit zusammen:

$$P(t) = \frac{dW}{dt} = \frac{d}{dt} \int_{t_0}^{t_1} \vec{F}(t) \cdot \vec{v}(t) dt = \vec{F}(t) \cdot \vec{v}(t)$$

## Chapter 2

# Thermodynamik

## Chapter 3

# Physik der Erde