

# Organisatorisches

Vorlesung: Di, Mi, Do 9<sup>05</sup>-10<sup>05</sup> s.t. HNB

Dr. F.-H. Heinsius, E-Mail: heinsius@ep1.rub.de

Sprechstunde nach Vereinbarung: NB 2/129

## Material (kein Skript) und aktuelle Informationen und Übungsblätter:

<http://www.ep1.rub.de/lehre/veranstaltungen/ws0910/physikcbg/>

Heute: 2. Kinematik des Massenpunktes:  
Geschwindigkeit, Beschleunigung, Wurf

## Übungen

- Biochemie, Chemie, Optionalbereich
- Jörn Becker, Florian Feldbauer, Patrick Friedel, Michael Leyhe, Bernhard Roth, Jan Schulze
- 1 Stunde / Woche
  - 1) 160038b Mi 10-11 Uhr, NB 02/99
  - 2) 160038i Mi 10-11 Uhr, NB 2/158
  - 3) 160038c Mi 11-12 Uhr, NB 02/99
  - 4) 160038j Mi 11-12 Uhr, NB 2/158
  - 5) 160038d Mi 12-13 Uhr, NB 6/99
- Beginn: **Heute** Mittwoch 21.10.
- Geowissenschaften
- Jörg Renner
- 1 Stunde / Woche
  - A Di 12-13 Uhr, NA 3/99
  - B Di 13-14 Uhr, NA 3/99
- Haben letzte Woche begonnen

Einteilung der Gruppen erfolgte über VSPL.

Neues Übungsblatt jeweils am Dienstag im Web: [www.ep1.rub.de](http://www.ep1.rub.de)

**Abgabe am Dienstag in der darauffolgenden Woche vor der Vorlesung**

Besprechung: in den Übungen

1. Übungsstunde mit Präsenzübungen/Mathematik: 20./21.10.2009

# Mathematische Zusatzübungen

- , 1 Stunde / Woche
  - Mi 12-13 Uhr, ND 5/99:  
Christopher Isenberg
    - *belegt*
  - Mi 13-14 Uhr, ND 5/99:  
Rachel Fainblat
    - *noch Plätze frei*
- Inhalt
  - Vektoren
  - Trigonometrische Funktionen
  - Differenzieren
  - Integrieren
  - ...
- Beginn: **Heute** 21.10.

Teilnahme: 12-13 nur für alle die sich eingetragen haben  
13-14 kann auch ohne vorherige Anmeldung besucht werden

## Mechanik: 2. Kinematik des Massenpunktes

*Letzte Stunde:*

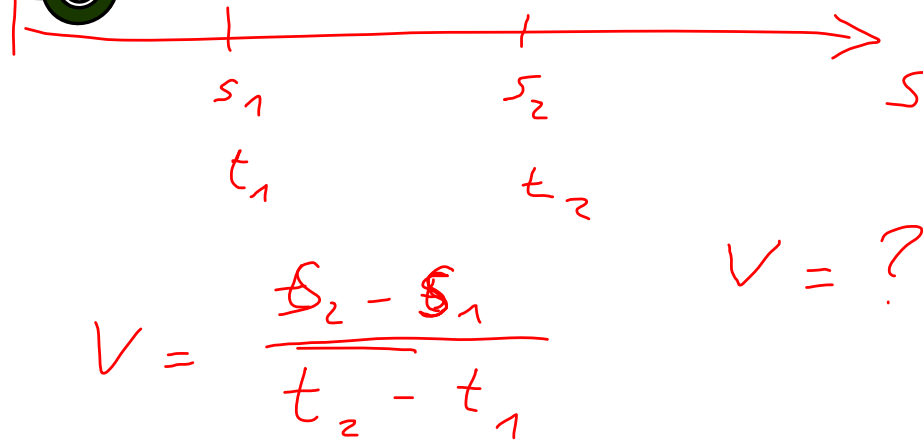
- **Vektoren:**  $\vec{r} = (x, y, z)$
- Messungen sind nicht beliebig genau
  - statistische und systematische Abweichungen
  - Mittelwert, Standardabweichung, Fehler vom Mittelwert
  - Angabe von Messfehlern
- **Mathematik:** Differenzieren, Integrieren

*Heute:*

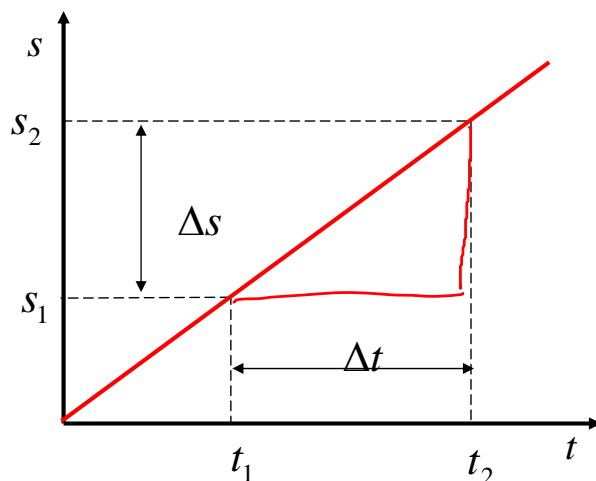
- **Geschwindigkeit, Beschleunigung, Bewegungsgleichungen, freier Fall, Wurf**

# Mechanik: 2. Kinematik des Massenpunktes

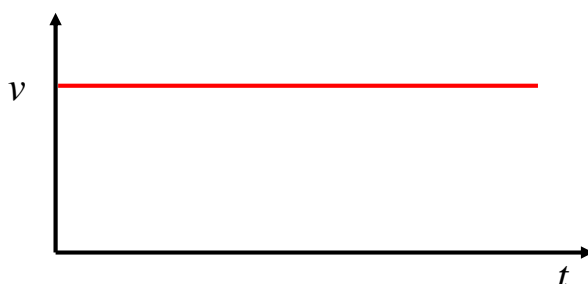
## 2.1 Geschwindigkeit



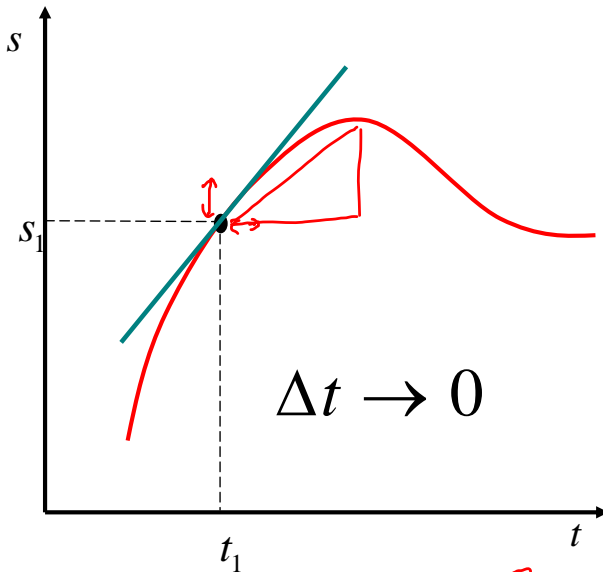
## Weg-Zeit-Diagramm



$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$



# ungleichförmige Bewegung



Momentangeschwindigkeit

$$v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} = \dot{s}$$

$$s'(t)$$

$$\Delta t \rightarrow 0$$

$$s(t) = 3 t \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 2 t \frac{\text{m}}{\text{s}} + 5 \text{m}$$

$$v = \frac{ds}{dt} = 6 \cdot t \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \left| \begin{array}{l} t = 0 \text{ s} \\ v = 2 \text{ m/s} \end{array} \right.$$

## 2.2 Beschleunigung

$$a = \frac{dv}{dt} = \dot{v} = \frac{d}{dt} \left( \frac{ds}{dt} \right) = \frac{d^2 s}{dt^2} = \ddot{s}$$

Bremmung  $\rightarrow$  negatives Vorzeichen

Sonderfall: gleichmäßige

Beschleunigung

$$a = \text{const}$$

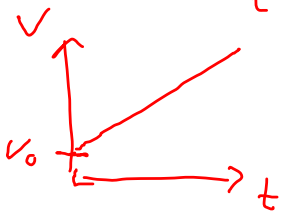
$$v = ?$$



$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$a = \text{const.}$$

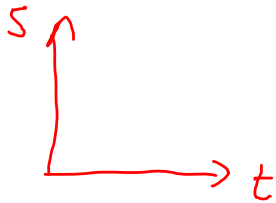
$$dv = a \cdot dt \Rightarrow \int dv = \int a \cdot dt = a \int dt$$



$$v(t) = a t + c$$

$$v_0 = v(0) \quad t=0$$

$$\underline{v(t) = a \cdot t + v_0}$$



$$v = \frac{ds}{dt} \quad ds = v \cdot dt$$

$$\int ds = \int v \cdot dt = \int (a \cdot t + v_0) dt \quad s(0) = s_0$$

$$s(t) = a \cdot \int t dt + v_0 \int dt = a \cdot \frac{1}{2} t^2 + v_0 \cdot t + s_0$$

$$\boxed{s(t) = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 \cdot t + s_0} \quad \left. \begin{array}{l} \text{allgemeine} \\ \text{Bewegungsgleichung} \end{array} \right\}$$

## Freier Fall: Versuch

Erdbeschleunigung

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



$$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

## Freier Fall: Rechnung

$$\begin{aligned} v_0 &= 0 \\ h &= 270 \text{ m} \\ \text{Freier Fall} \quad h &= 80 \text{ m} \\ h &= \frac{1}{2} g \cdot t^2 & t &= \sqrt{\frac{2h}{g}} \\ v &= 40 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad t = \sqrt{\frac{2 \cdot 80 \text{ m}}{10 \text{ m/s}^2}} = 4 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t = 4 \text{ s} \quad v &= a \cdot t = g \cdot t = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4 \text{ s} = 40 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ \langle v \rangle &= \frac{s_1 - s_0}{t_1 - t_0} = \frac{80 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

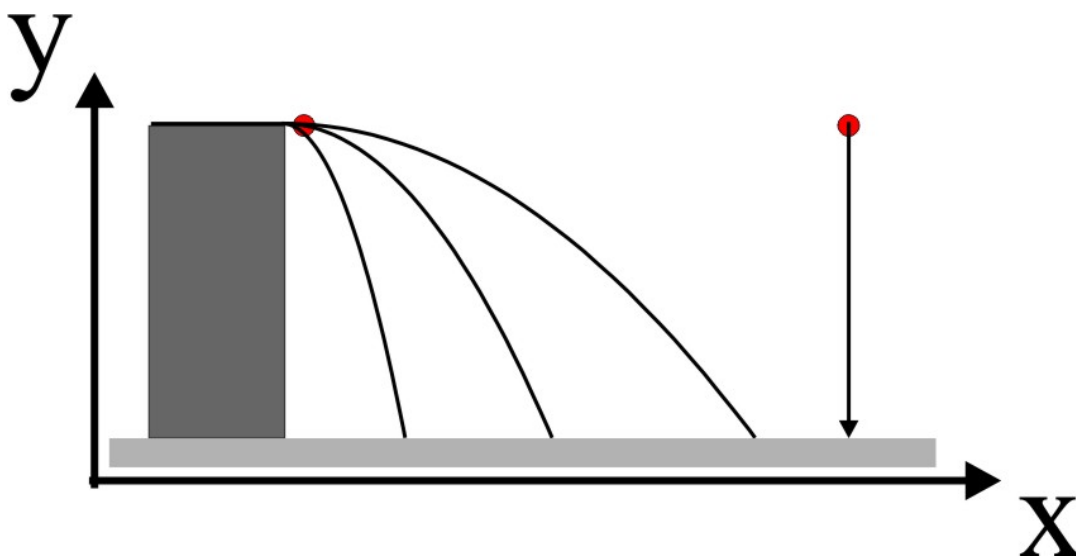


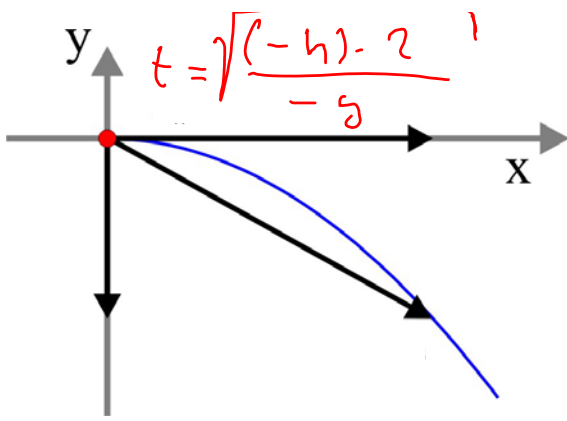
- SLAC (Stanford, USA): Linearbeschleuniger für Elektronen
- 3,2 km lang



## 2.3 Bewegung in 2 Dimensionen

- waagerechter Wurf





## Superpositionsprinzip der Kinematik

Bewegungen entlang  
der 3 Koordinaten im Raum

überlagern sich ungestört

x-Richtung

$a = 0$   
gleichförmige Bew.

$$s_x(t) = v_{x_0} \cdot t + s_{x_0}$$

$s_{x_0} = 0$

$$s_x(t) = v_{x_0} \cdot t$$

$$t = \frac{s_x(t)}{v_{x_0}}$$

y-Richtung  
gleichförmig beschleunigte.

$a = \text{const} = g$  Bew

$$s_y(t) = -\frac{g}{2} t^2 + v_{y_0} \cdot t$$

$$s_y(t) = -\frac{g}{2} \frac{s_x(t)^2}{v_{x_0}^2} + v_{y_0} \cdot \frac{s_x(t)}{v_{x_0}}$$

$s_{y_0} = 0$

## Zusammenfassung

- Strecke  $s$ , Geschwindigkeit  $v$ , Beschleunigung  $a$

$$v = \frac{ds}{dt} = \dot{s} \quad a = \frac{dv}{dt} = \dot{v} = \ddot{s}$$

- Bewegungsgleichung ( $a = \text{konstant}$ )

$$s(t) = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t + s_0$$

- Freier Fall:  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  (Massenunabhängig)
- Superpositionsprinzip: Bewegungen entlang der drei Koordinatenachsen überlagern sich ungestört
  - waagerechter Wurf