

# 1. Physikalische Größen, Einheiten, Vektoren, Messgenauigkeit

*Letzte Stunde:*

- Physikalische Größe = Zahlenwert x Einheit
- Basisgrößen der Mechanik:  
Masse (kg), Zeit (s), Länge (m)

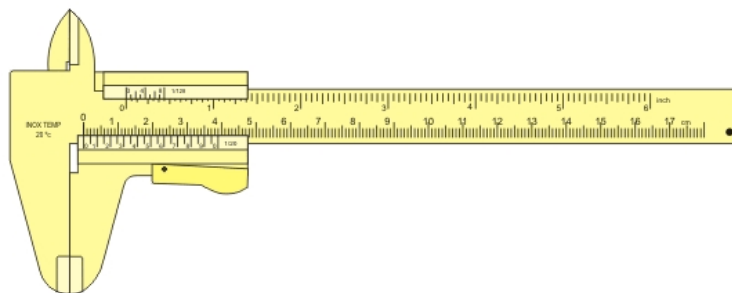
*Heute:*

- **Vektoren: Länge und Richtung**
- Messungen sind nicht beliebig genau
  - statistische und systematische Abweichungen
  - Physik beschreibt die Vorgänge nur im Rahmen der Messgenauigkeit
- **Mathematik: Differenzieren, Integrieren**

## Messgenauigkeit

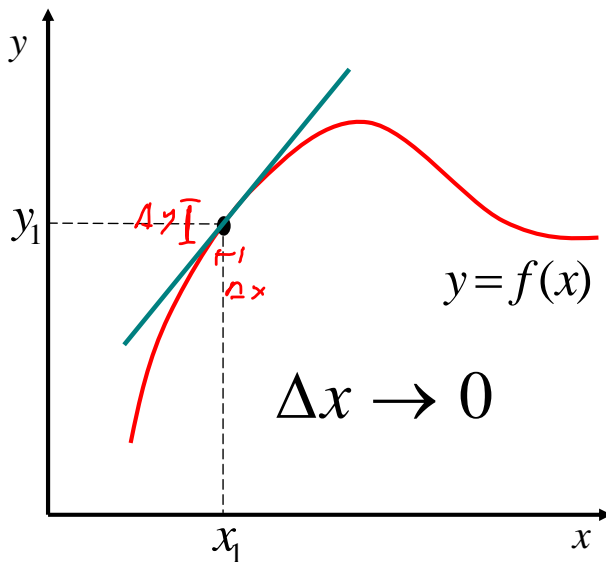
**Angabe von Messwerten ohne Fehlerangabe ist unvollständig!**

Nonius: Verbesserung der Genauigkeit 1mm  $\rightarrow$  0,05mm



<http://de.wikipedia.org/wiki/Nonius>

# Differenzieren



Differentialquotient, Ableitung

$$\frac{dy}{dx} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_2) - f(x_1)}{x_2 - x_1}$$

$$= \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = f'(x)$$

**Schreibweisen für die Ableitung:**

Leibniz-Schreibweise:  $y'(x) = \frac{dy}{dx}$

2. Ableitung:  $\frac{d}{dx} \left( \frac{dy}{dx} \right) = \frac{d^2 y}{dx^2}$

Zeitabhängige Vorgänge:

$$\frac{dy(t)}{dt} = \dot{y}(t) \quad \frac{d^2 y(t)}{dt^2} = \ddot{y}(t)$$

$$\frac{dx}{dx} = 1$$

$$\int dx = x$$

$$\frac{d}{dx} x^n = n x^{n-1}$$

$$\frac{d}{dx} \sqrt{x} = \frac{1}{2\sqrt{x}}$$

$$\frac{d}{dx} \sin x = \cos x$$

$$\frac{d}{dx} \cos x = -\sin x$$

$$\frac{d}{dx} \ln x = \frac{1}{x}$$

$$\frac{d}{dx} e^x = e^x$$

$$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} \quad n \neq -1$$

$$\int \frac{1}{x} dx = \ln x$$

$$\int e^x dx = e^x$$

$$\int \cos x dx = \sin x$$

$$\int \sin x dx = -\cos x$$

# Zusammenfassung

- Vektoren: Betrag (Länge) und Richtung
  - kartesische Koordinaten:  $\vec{r} = (x, y, z)$
  - Polarkoordinaten:  $\vec{r} = (r, \theta, \phi)$
  - Addition:  $(a_x, a_y, a_z) + (b_x, b_y, b_z) = (a_x + b_x, a_y + b_y, a_z + b_z)$
  - Multiplikation mit Skalar:  $c \cdot (a_x, a_y, a_z) = (c a_x, c a_y, c a_z)$
  - Skalarprodukt:  $\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos \alpha = a_x \cdot b_x + a_y \cdot b_y + a_z \cdot b_z$
  - Vektorprodukt:  
 $|\vec{a} \times \vec{b}| = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \sin \alpha$      $\vec{a} \times \vec{b}$  steht senkrecht auf  $\vec{a}$  und  $\vec{b}$

# Zusammenfassung

- Messunsicherheiten
  - systematische Fehler
  - statistische Fehler

Mittelwert

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Standardabweichung  
vom Einzelwert

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Fehler vom Mittelwert

$$\Delta \bar{x} = \frac{1}{\sqrt{n}} s_x$$

Fehlerangabe:  $\bar{x} \pm \Delta \bar{x}$