

Experimentalphysik 1

Mechanik, Schwingungen, Wellen

Prof. Dr. Otmar Biebel,

Termin: Dienstags 11:15 - 13:00 Uhr, Donnerstags 9:15 - 10:00 Uhr

Ort: Großer Physik Hörsaal

Beginn: 17. Oktober 2006

Themen der Vorlesung

Themen der Vorlesung

- Einführung & Einleitung
- Kinematik eines Massenpunktes
- Newtonsche Mechanik, Dynamik
- Beschleunigte Bezugssysteme
- Energie
- Relativitätstheorie
- Schwingungen & Wellen
- Kinematik & Dynamik starrer Körper
- Mechanik deformierbarer Körper
- Hydrostatik, Hydrodynamik/Aerodynamik

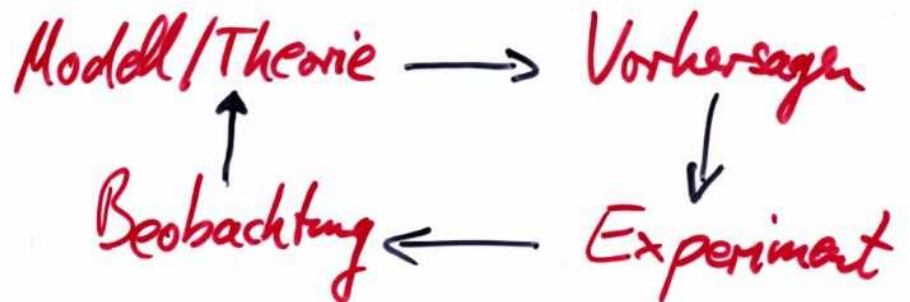
1. Einführung & Einleitung

- Physik: In beobachtbaren Naturvorgängen

Gesetzmäßigkeiten / Zusammenhänge
erkennen

und durch wenige Grundprinzipien erklären

- Konzept der Physik:



- Makroskopische Phänomene



Mikroskopische Phänomene

- Beschreibung der Natur erfordert

Naturkonstanten

z.B.:

Feinstruktur-
konstante

$$\alpha = \frac{e^2}{4\pi\hbar c \epsilon_0} \approx \frac{1}{137}$$

Elementarladung e : $C = As$

Lichtgeschwindigkeit c : m/s

Vakuum Dielektrizitäts-
konst. ϵ_0 : $\frac{As}{Vm} = \frac{C^2}{Jm}$

Planck Wirkungsquantum \hbar : $J \cdot s$

α ist ein Zahl ohne Einheit

"Natürliche" Wahl der dimensionsbehafteten Größen:

$$c = 1$$

$$\hbar = 1$$

$$\epsilon_0 = 1$$

$$\rightarrow e = \sqrt{4\pi\alpha}$$

$$\frac{1}{\alpha} = 137.036 \dots$$

$$= 111.123456789$$

↑
Ist "Numerologie", da kein Modell/keine
Theorie damit verbunden ist, also auch
keine Vorhersagekraft

1.1 Basiseinheiten, Basisgrößen

(SI-System, m.k.s-System)

<u>Größe</u>	<u>übl. Symbol</u>	<u>Name</u>	<u>Abk.</u>
Länge	l	Meter	m
$1 \text{ m} \hat{=} \text{Lichtstrecke in } \frac{1}{299792458,0 \text{ s}}$			
$c = 299792458,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$			
Zeit	t	Sekunde	s
Masse:	m	Kilogramm	kg
<hr/>			
Stoffmenge	n	Mol	mol
Temperatur	T	Kelvin	K
elektr. Stromstärke	I	Ampère	A
Lichtstärke	I	Candela	cd
(Raum-)Winkel	Ω	Steradian	sr

1.2 Dezimalvorsätze

Vorsatz	Wert	Abk.	Vorsatz	Wert	Abk.
Centi	$10^{-2} = 0.01$	c	Hekto	$10^{+2} = 100$	h
Milli	$10^{-3} = 0.001$	m	Kilo	$10^{+3} = 1000$	k
Mikro	$10^{-6} = \dots$	μ	Mega	10^{+6}	M
Nano	10^{-9}	n	Giga	10^{+9}	G
Pico	10^{-12}	p	Tera	10^{+12}	T
Femto	10^{-15}	f	Peta	10^{+15}	P
Atto	10^{-18}	a	Exa	10^{+18}	E
:			:		

Beachte: Doppelte Dezimalvorsätze sind unzulässig

1.3 Messung und Messunsicherheit

- $\text{Physikal. Messgröße} = (\text{Messzahl} \pm \text{Unsicherheit}) \cdot \text{Einheit}$
- keine Messung ohne Unsicherheit

• Messfehler

- ▶ quantifizieren Unsicherheit einer Messung
- ▶ erlauben Interpretation einer Messung

• Arten von Messfehler

▶ systematische Fehler

- Eichung der Messapparatur
- Durchführung des Messvorgangs
- Abänderung / Verbesserung des Messaufbaus
- können zu systematisch falschen Messwerten führen

▶ statistische Fehler

- Ablesungenauigkeiten
- unkontrollierbare Störungen
- Zufälligkeit des untersuchten Prozesses
- reduzierbar durch mehrfache Wiederholung der Messung

1.3.1 (Ein wenig) Statistik

- (arithmetische) Mittelwert

$$\bar{x} := \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \xrightarrow{n \rightarrow \infty} x_{\text{wahr}}$$

- Einzelwerte streuen um x_{wahr}



wenn x_{wahr} durch \bar{x} approximiert wird,

dann

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

Standardabweichung der Einzelmessung

▶

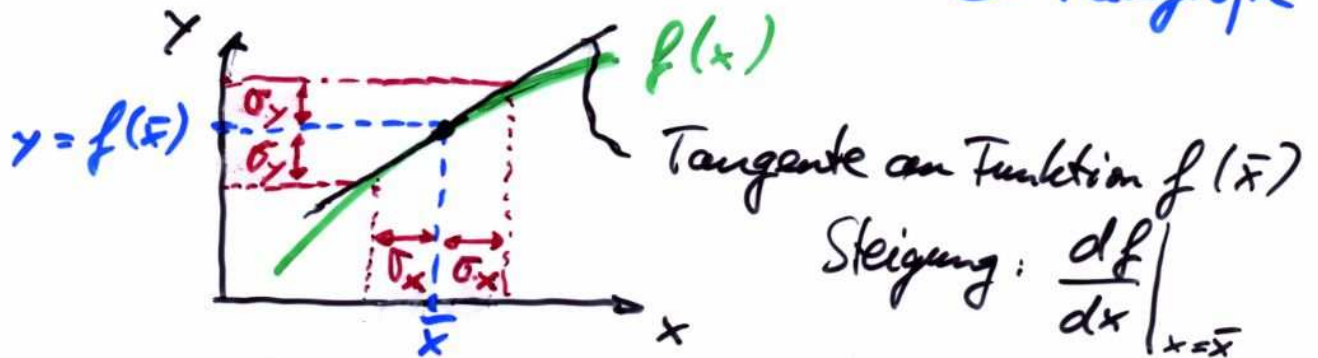
$$\sigma_m := \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

mittlere statistische Fehler des arithmetische Mittelwertes

(Standardabweichung des Mittelwertes)

1.3.2 Fehlerfortpflanzung

- zu bestimmende Größe $y = f(x)$ Messgröße



Fehler auf berechnete Größe $\Rightarrow \sigma_y = \left. \frac{df}{dx} \right|_{x=\bar{x}} \cdot \sigma_x$ z.B. Fehler des Mittelwertes der Messgröße x

$$\sigma_y = \left. \frac{df}{dx} \right|_{x=\bar{x}} \cdot \sigma_x$$

- allg.: $y = f(x_1, \dots, x_N)$

N verschiedene Messgrößen

Gaußsche Fehlerfortpflanzungsformel

$$\sigma_y = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \cdot \sigma_{x_i}^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1} \right)^2 \sigma_{x_1}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2} \right)^2 \sigma_{x_2}^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_N} \right)^2 \sigma_{x_N}^2}$$