

VAK 5.04.900

Physik für Studierende der
Biologie, Lehramt Chemie und
Landschaftsökologie

Mo 14-16 Uhr

Jesko L. Verhey

(Sprechstunde Di 14-15 Uhr)

Zusätzlich: begleitendes Praktikum

Begleitende Literatur

> 20Euro

- Stroppe: *Physik*, Fachbuchverlag Leipzig

> 30Euro

- Stuart&Klages: *Kurzes Lehrbuch der Physik*, Springer

> 50Euro

- Halliday, Resnick&Walker: *Fundamentals of physics*, Wiley VCH
- Meschede, *Gerthsen Physik*, Springer
- Tipler, *Physik*, Spektrum

< 70Euro

Es hat die Wirkung die gemeiniglich gute Bücher haben, es macht die Einfältigen einfältiger, die Klugen klüger und die übrigen Tausende blieben ungeändert (Lichtenberg, 1775/76)

O.1) Was ist Physik?

Ethymologisch:

- ❖ *physica* (lat.): Naturlehre
- ❖ *physikós* (gr.): die Natur betreffend

(Kluge, Ethymologisches Wörterbuch, de Gruyter)

Definition

- ❖ Physik ist die Wissenschaft von Naturvorgängen, die durch Beobachtungen und Messungen festgestellt, verfolgt, gesetzmäßig erfasst und damit der mathematischen Darstellung zugänglich gemacht werden können

(dtv-lexikon)

O.1) Was ist Physik?

Ethymologisch:

- ❖ *physica* (lat.): Naturlehre
- ❖ *physikós* (gr.): die Natur betreffend

(Kluge, Ethymologisches Wörterbuch, de Gruyter)

Definition

- ❖ Physik ist die Wissenschaft von Naturvorgängen, die durch Beobachtungen und **Messungen** festgestellt, verfolgt, **gesetzmäßig** erfasst und damit der **mathematischen Darstellung** zugänglich gemacht werden können

(dtv-lexikon)

Beispiel: Messung zum freien Fall von Galilei (1564-1642)

- *Messung* des Weges, den ein Körper in einer bestimmten Zeit durchfällt.
- *Gesetz*: Bei freiem Fall verhalten sich die Wege h , die von einem Körper in $1, 2, 3, 4, \dots$ Zeiteinheiten t durchfallen werden wie $1:4:9:16:\dots$
- *Mathematische Fassung* des Fallgesetzes:
 $h \sim t^2$ bzw. $h = \text{const.} \cdot t^2$

0.2) Physikalische Größen

- *Physikalische Größe* G : beschreibt Eigenschaft eines physikalische Objektes (z.B. die Länge eines Stabes)
- *Zahlenwert* $\{G\}$: quantitative Merkmal der Größe
- *Physikalische Einheiten* $[G]$: qualitatives Merkmal einer Größe. (International) festgelegte reproduzierbare Größe.
- Beispiel: Länge
 $l = 1 \text{ m}; \quad \{l\} = 1; \quad [l] = \text{m}$

0.3) Einheiten

- **Früher**: Maße waren lokal definiert.
Beispiel: Mehr als 100 verschiedene Ellenmaße (0,5-0,8m) in Deutschland
- **20. Mai 1875**, *Internationale Meterkonvention*: Mehrere Staaten unterzeichnen Vereinheitlichung der Maßsysteme (in der Mechanik)
- **1960**, *Generalkonferenz für Maß und Gewicht*: Annahme der des **Systeme international d'Unités (SI)**

0.3.1) SI Basiseinheiten

Einheit der...	Name	Abkürzung
Länge	Meter	m
Zeit	Sekunde	s
Masse	Kilogramm	kg
Elektr. Stromstärke	Ampère	A
Temperatur	Kelvin	K
Stoffmenge	Mol	mol
Lichtstärke	candela	cd

0.3.2) Definitionen für einige Basiseinheiten

- 1 Meter = Länge die Licht im Vakuum während der Dauer von $1/299.792.458$ s durchläuft.
- 1 kg: Masse des 1kg Prototyps (Platin-Iridium Zylinder, 39mm hoch, Durchmesser \emptyset 39mm) aufbewahrt im Bureau International des Poids et Mesures in Sèvres bei Paris
- 1 Sekunde = 9.192.631.770 Schwingungen eines Übergangs im Cs ¹³³

0.3.3) Vielfache und Teile von SI Einheiten

Vorsatz	Zeichen	Faktor	Vorsatz	Zeichen	Faktor
Yotta	Y	10^{24}	Milli	m	10^{-3}
Zetta	Z	10^{21}	Mikro	μ	10^{-6}
Exa	E	10^{18}	Nano	n	10^{-9}
Peta	P	10^{15}	Piko	p	10^{-12}
Tera	T	10^{12}	Femto	f	10^{-15}
Giga	G	10^9	Atto	a	10^{-18}
Mega	M	10^6	Zepto	z	10^{-21}
Kilo	k	10^3	Yocto	y	10^{-24}

Beispiel: Längen

Durchmesser \emptyset Atomkern:

$$15 \text{ fm} = 1,5 * 10^{-14} \text{ m}$$

Durchmesser \emptyset Erde:

$$13 \text{ Mm} = 1.3 * 10^7 \text{ m}$$

Durchmesser \emptyset Milchstrasse:

$$0.7 \text{ Zm} = 7 * 10^{20} \text{ m}$$

0.3.4) Kohärente und nichtkohärente Einheiten

- *Kohärente* (auch abgeleitete) Einheiten, die aus den Basiseinheiten direkt gebildet werden können, z.B.
 - 1 Hertz = 1/s
 - 1 Newton = 1 (kg m)/s²
 - 1 Joule = 1 (kg m²)/ s²
- *Nichtkohärente* Einheiten, die sich auf Basiseinheiten zurückführen lassen, jedoch treten von 1 verschiedene Zahlenwerte auf, z.B.
 - 1 km/h = 1/3,6 (m/s)
 - 1 Hektar = 10000 m²
 - 1 Karat = 2*10⁻⁴ kg

0.3.5) Beispiel-Vergleich zwischen SI und SI-fremden Systemen

Metrisch

- Geographische Distanzen
 - 1 km
 - 1 m
- Kleine Längen
 - 1 mm / 1 cm
- Höhe
 - 1 m
- Hohlmaß
 - 1 Liter (1 dm³)

Imperial

- Geographische Distanzen
 - 1 mile (1609,344 m)
 - 1 yard (0,9144 m)
- Kleine Längen
 - Inch (0,0254 m)
- Höhe
 - 1 foot (0,3048m)
- Hohlmaß
 - 1 pint (0,568 dm³)

0.3.5) Beispiel-Vergleich zwischen SI und SI-fremden Systemen

Metrisch

- Einfache Umrechnung.
(1km = 1000m,
1m = 1000mm)
- System leicht erweiterbar

Imperial

- Schwierige Umrechnung
(1 mile = 1760 yards,
1 yard = 3 feet,
1 foot = 12 inches)
- Jedes Maß hat eigenen eingeschränkten Einsatzbereich.
Erweiterung nicht vorgesehen (µf ?)

0.4 Dimensionen

- Dimension gibt den Zusammenhang mit den Basisgrößen an (Zeit T, Länge L, Masse M,...)
 - Praktische Nutzen: Dimensionsanalyse kann helfen Fehler in Rechnungen zu erkennen
 - Beispiel: 1 Lichtjahr ist eine Längeneinheit?
$$1 \text{ Lichtjahr} = \text{Geschwindigkeit von Licht} * 1 \text{ Jahr}$$
$$= 3 * 10^8 \text{ (m/s)} * 3,16 * 10^7 \text{ s}$$
$$= 9,47 * 10^{15} \text{ m} = 9,47 \text{ Pm}$$
- Lichtjahr hat die Dimension L (einer Länge)

0.5 Meßgenauigkeit

- Physikalische Messungen sind immer mit Messfehlern behaftet, sodass Messwerte immer mit Fehlerangaben versehen werden sollten.

0.5.1 Fehlerarten

Systematischer Fehler:

- Ursache im Messverfahren, z.B. infolge konstanter Missweisung des Messgerätes.

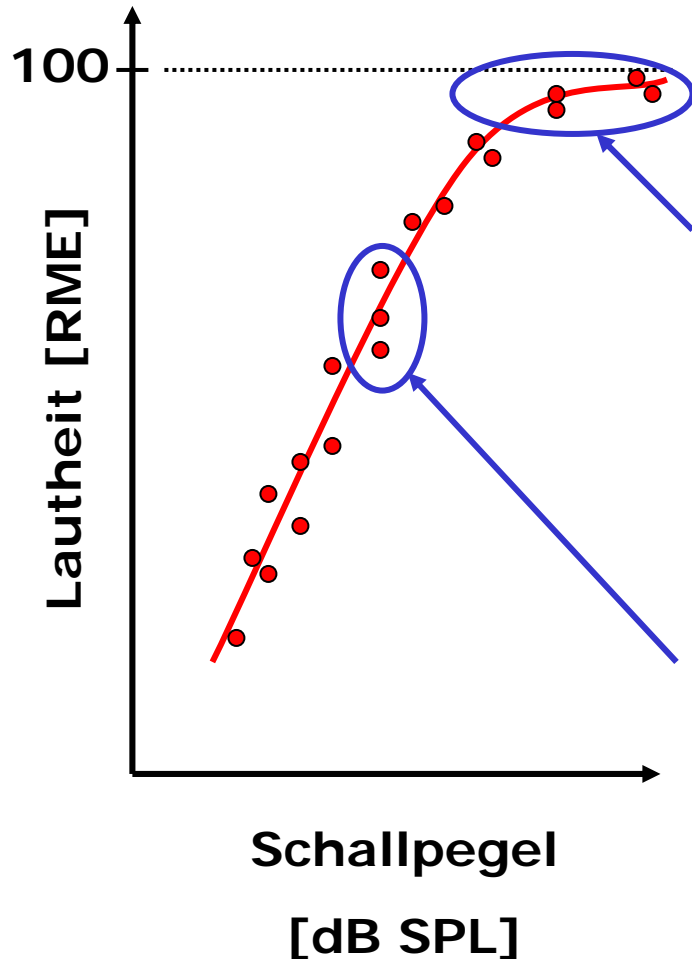
Gerichteter Fehler.

Statistischer Fehler:

- Schwanken nach Größe und Vorzeichen um den wahren Wert z.B. durch Ungenauigkeit beim Ablesen von Messinstrumenten oder Schwankungen in der Messgröße.

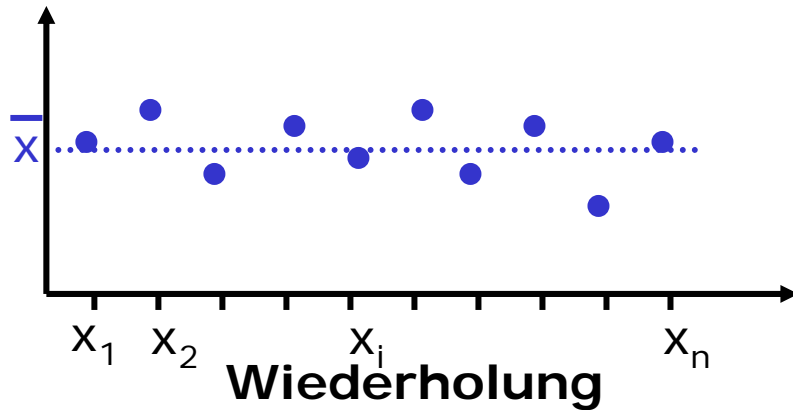
Ungerichteter Fehler.

0.5.2) Beispiel: Restricted magnitude estimation



- Aufgabe einer Versuchsperson: „Beurteile eine Empfindung auf einer Skala von 0 bis 100“
- Systematischer Fehler: „Ceiling“ Effekte. Versuchsperson berichtet nach der Messung, dass sie zu hohen Schallpegeln nicht mehr genug Dynamik hat
- Statistischer Fehler: Versuchsperson antwortet mit unterschiedlichen Zahlwerten auf den gleichen Pegel

0.6) Fehlerrechnung



- Statistische Fehler lassen sich nur durch Messwiederholungen analysieren
- In einer Messreihe wird ein Größe n -mal gemessen (Stichprobenumfang n)
➤ Messwerte $x_1, \dots, x_i, \dots, x_n$

$$\Rightarrow \bar{X} = (1/n) \cdot \sum_{i=1}^n x_i = (1/n) \cdot (x_1 + x_2 + \dots + x_n)$$