

1 EINLEITUNG

1.1. Physikalische Größen und Maßeinheiten

Beschreibung des Zustandes eines physikal. Systems.

a) Internationale Konvention (SI)

Länge	Meter (m)
Zeit	Sekunde (s)
Masse	Kilogramm (kg)
Temperatur	Kelvin (K)
El. Strom	Ampere (A)
Lichtstärke	Candela (Cd)
Substanzmenge	Mol (mol)

b) Abgeleitete Größen

Bs.	Fläche	(m^2)
	Volumen	(m^3)
	Geschw.	(m/s)
	El. Ladung	($C \hat{=} As$)
	Kraft	($N \hat{=} \frac{kg \cdot m}{s^2}$)
	Energie	($J \hat{=} kg \frac{m^2}{s^2}$)
	Druck	($bar \hat{=} 9,81 \frac{N}{cm^2}$)

c) Prefixe

10^{18}	Exa	E	
10^{15}	Peta	P	
10^{12}	Tera	T	(Bs: Terabyte, TeV)
10^9	Giga	G	(Bs: GW)
10^6	Mega	M	
10^3	Kilo	k	
10^2	Hekto	h	
10^1	Deka	da	
10^{-1}	Dezi	d	

10^{-2}	Zenti	c
10^{-3}	Milli	m
10^{-6}	Mikro	μ
10^{-9}	Nano	n
10^{-12}	Piko	p
10^{-15}	Femto	f
10^{-18}	Atto	a

d) Definitionen, Konventionen

Meter:

vor 1799: $\frac{1}{10^7}$ Erdquadrant

vor 1960: Länge eines
Platin-Iridium-
stabes

seither: Strecke, die

Licht im Vakuum in $\frac{1}{299\,792\,458}$ s

zurück-legt

Sekunde:

seit 1964:

Zeit für 9192 631 720 Schwingungen

eines ^{133}Cs Atoms

$\frac{\Delta T}{T} \sim 10^{-13}$

kg :

Masse des Urkilogramms
in Sèvres; Vergleich
mit Standardgewichten
in aller Welt.

$$\frac{\delta m}{m} \sim 10^{-9}$$

e) Beispiel

• Länge:

1 AU (Astronomische
Einheit)

Abstand Erde - Sonne
 $\approx 150 \cdot 10^6 \text{ km}$

1 LY (Lichtjahr)
(1 Lj)

$\approx 9,5 \cdot 10^{12} \text{ km}$

1 Ps (Parsec)

(Parallaxensekunde)

$\approx 3 \text{ Lichtjahre}$



1 fm (Fermi $\hat{=}$ 10^{-15} m)
 $\approx$ Radius eines Protons

• Zeit:

$$1 \text{ Jahr} = 3,16 \cdot 10^7 \text{ s}$$
$$(\text{"} \pi \text{"} \cdot 10^7 \text{ s})$$

Alter des Universums: $\approx 13,7$ Mrd
Jahre

Lebensdauer eines Topquarks: (1)
 $\tau = 6 \cdot 10^{-25} \text{ s}$

Lebensdauer von Neutronen
 $\tau = 900 \text{ s}$

Lebensdauer von Protonen
 $\tau > 10^{33} \text{ Jahre}$

Vermutl. Lebensdauer der Sonne
 $\sim 5 \cdot 10^9 \text{ Jahre}$

• Masse :	Galerie	$\sim 2 \cdot 10^{42} \text{ kg}$
	Sonne	$2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
	Erde	$6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
	Proton	$1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
	Elektron	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
	Photon	$\sim 0 \text{ kg}$ ($\hat{=} 0$)

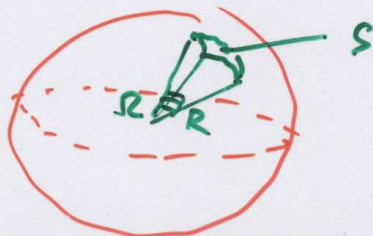
f) Winkелеinheiten

1 Grad $\hat{=} \frac{1}{360}$ Umfang Winkel
eines Kreises

$$1 \text{ Rad(ian)} \hat{=} \frac{360^\circ}{2\pi} = 57^\circ$$

$$\alpha (\text{Rad}) = \frac{L}{R} \quad \begin{array}{l} \text{(Kreissegment)} \\ \text{(Radius)} \end{array}$$

$$1 \text{ Sterad} \quad \Omega = \frac{S}{R^2}$$



Für S = Kugelfläche:
 $\Omega = 4\pi$

1. 2. Messungen und Datenauswertung

Bestimmung einer physikal. Größe mit Instrument, dessen Genauigkeit begrenzt ist. ($\rightarrow$ Fehler)

2 Fehlertypen

a) Systematischen Fehler / Unsicherheit

Hervorgehoben durch zB falsche Kalibration des Instrumentes

Bs: Längenmessung mit gedehntem Maßstab.



$$L = 5l$$

Resultat

$$\Delta L = 5 \cdot \Delta l$$

system. Fehler

Ergebnis also:
$$L = 5l \pm 5 \cdot \Delta l$$

b) Zufällige (statistische) Fehler

Bei wiederholter Messung einer Größe x_0
mit Messungenauigkeit $\Rightarrow$
Streuung der Ergebnisse

- Mittelwert $\langle x \rangle \hat{=} \bar{x}$

$$\begin{aligned} &:= \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \\ &= \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) \end{aligned}$$

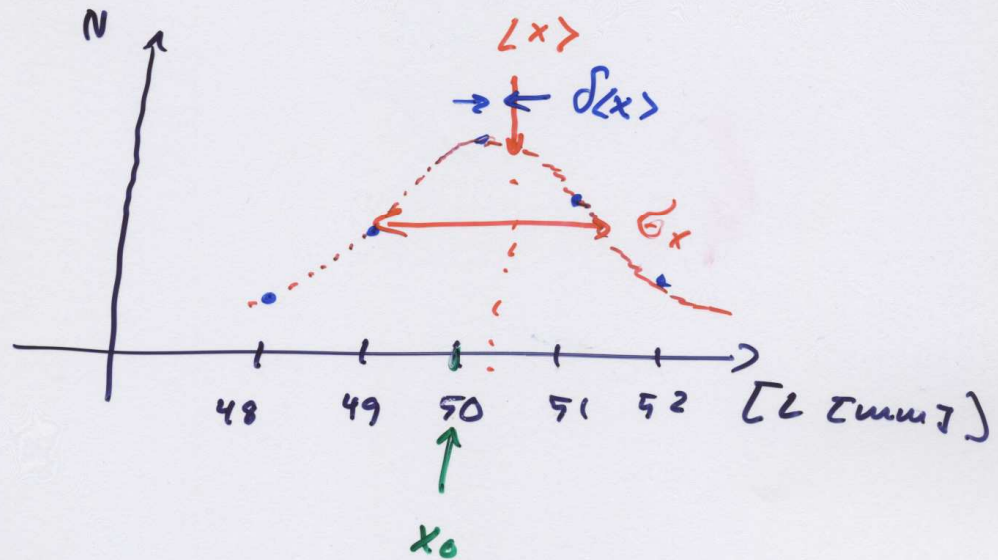
- Standardabweichung

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \langle x \rangle)^2}$$

- Fehler des Mittelwertes
(oder auch Unsicherheit) $\delta \langle x \rangle = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$

$$\begin{aligned} \text{Für } n \rightarrow \infty : \quad \delta \langle x \rangle &\rightarrow 0 \\ \langle x \rangle &\rightarrow x_0 \end{aligned}$$

Bs: Länge eines Streichholzes



Bei ∞ vielen Messungen wird (ohne systematischen Fehler) $\langle x \rangle = x_0$ sein, die Verteilung der Messergebnisse symm. um x_0 herum.