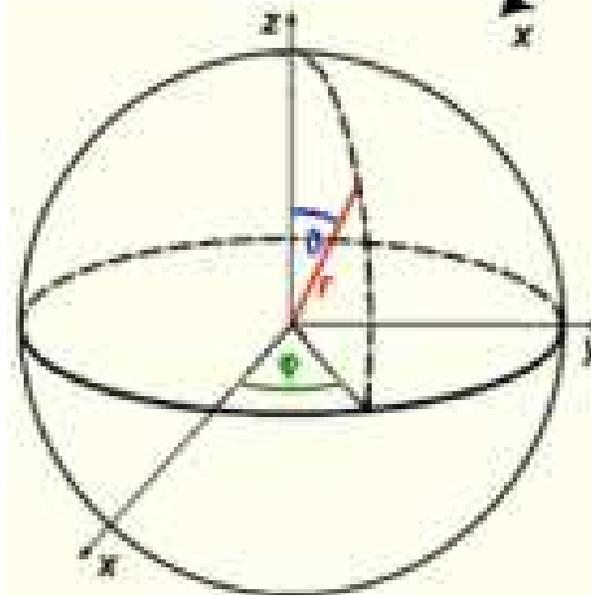
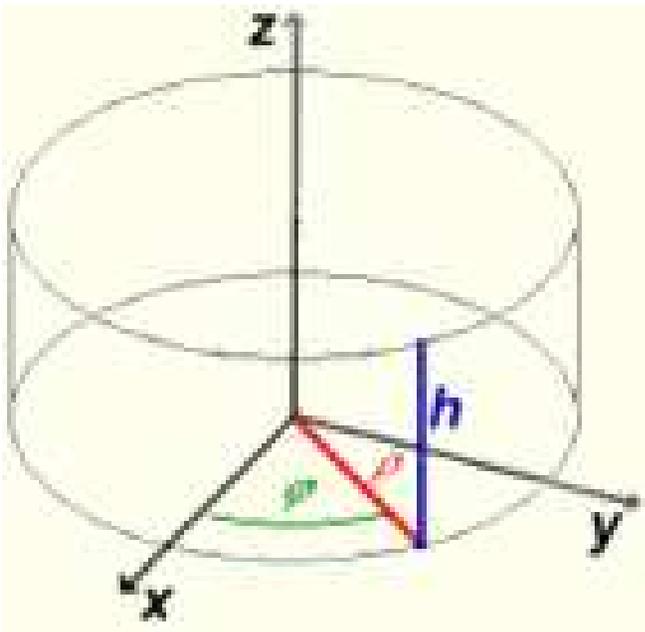
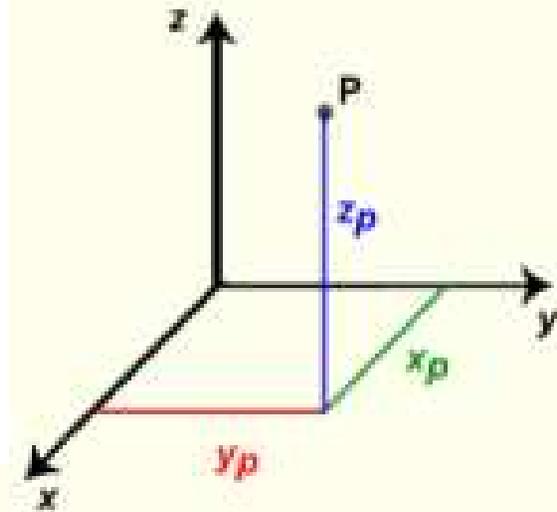


# 1.5. Koordinatensysteme

- Karthesische Koordinaten
- Zylinder Koordinaten
- Polare Koordinaten



# 1.6. Messgenauigkeit und Messfehler



**Messung = Messwert  $x \pm$  Fehler  $\sigma_x$**

## Bemerkungen:

- Übliche Wahl: Fehler = Standardabweichung

$$\sigma_x = \sqrt{\langle (x - \langle x \rangle)^2 \rangle} = \sqrt{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2}$$

- $[\langle x \rangle - \sigma_x, \langle x \rangle + \sigma_x]$  : Vertrauensbereich
- Wahrscheinlichkeit für  $x \in$  Vertrauensbereich: Vertrauensniveau
- Beispiel Gaußfehler: **68,3 %** der Messungen innerhalb  $\pm \sigma$   
**31,7 %** liegen außerhalb!!!
- **Fehlertypen: statistisch / systematisch**

# 1.6. Messgenauigkeit und Messfehler



## Statistische ( bzw. zufällige ) Fehler:

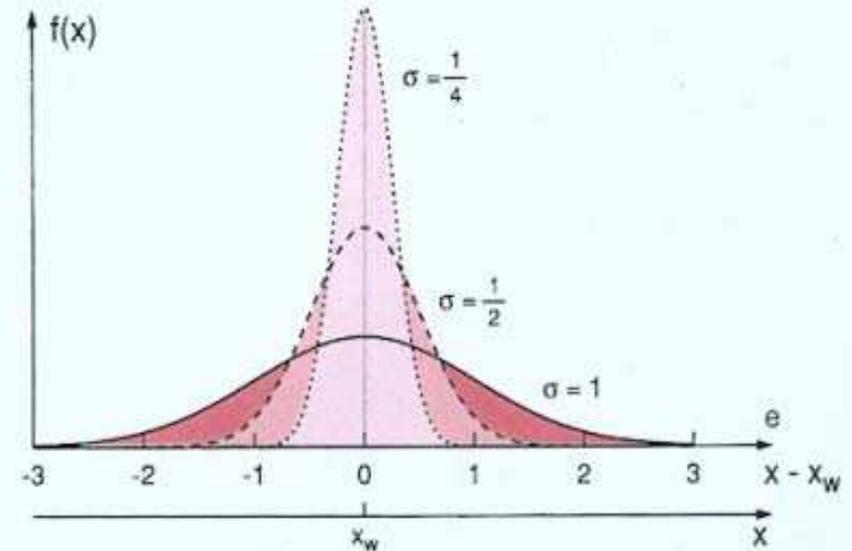
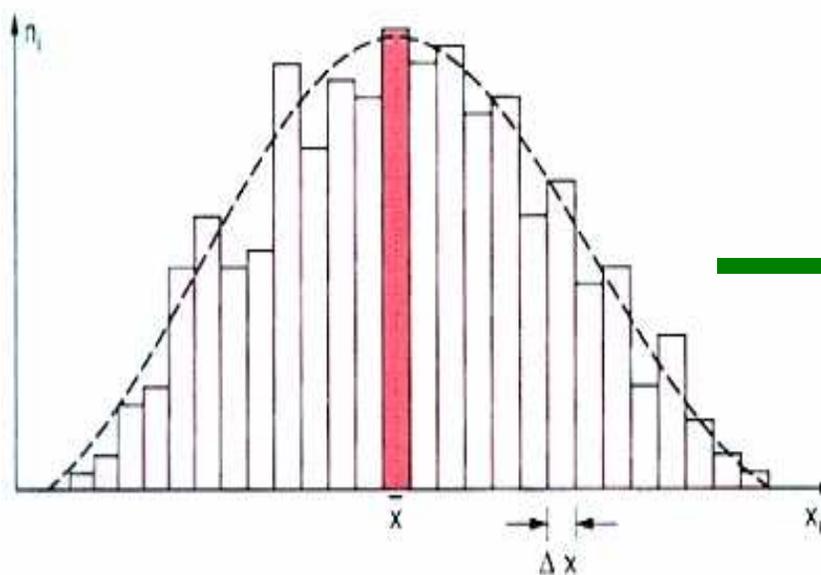
- Auflösung der Apparatur / Skala
- Statistische Fluktuation ( z.B. Zerfallsrate )
- Rauschen ...

Messungen:  $x_1, x_2, \dots, x_n$  jeweils mit Fehler  $\pm \sigma$

Mittelwert:  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k \quad \Rightarrow \quad \sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

Statistische Fehler sind durch Wiederholung der Messung beliebig reduzierbar

# 1.6. Verteilung der Messwerte



- Verteilung von Messwerten einer Messung in einem Histogramm
- viele Messungen: **Histogramm → kontinuierliche Verteilung**
- für ausschließlich statistische Unsicherheiten gilt:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i = x_w \quad \equiv \text{wahrer Wert}$$

# 1.6. Messgenauigkeit und Messfehler



## Systematische Fehler:

- Falscher Nullpunkt der Apparatur
- Fehlkalibration der Skala
- Unsicherheiten in Korrektur von Störeffekten ...

## Beispiel:

Messungen:  $x_1 + \delta, \dots, x_n + \delta$  mit systematischer Verschiebung  $\delta$

Mittelwert: 
$$\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_k + \delta) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k + \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \delta = \bar{x} + \delta$$

Systematische Fehler sind i.a. **nicht** durch Wiederholung der Messung reduzierbar