1 Allgemein

stets im Hinterkopf behalten:

1. die Formeln der Quantenmechanik sind häufig nur erraten
2. „vieles spricht dafür, dass der Zufall eine fundamentale Rolle in der Natur spielen könnte und dass das Teilchen vor der Ortsmessung gewissermaßen selbst noch nicht weiß, wo es sich materialisieren soll.“ $\rightarrow$ hier: **Wahrscheinlichkeitsinterpretation**

Postulate:

1. messbare Variablen haben einen hermitischen Operator ($\hat{A}$, $\hat{B}$, ...)
2. if $[\hat{A}, \hat{B}] = 0$:
   a) $\hat{A}$ und $\hat{B}$ sind hintereinander messbar
   b) $\hat{A}\,|\psi\rangle = \lambda\,|\psi\rangle$ und $\hat{B}\,|\psi\rangle = \mu\,|\psi\rangle$
3. nur die Eigenwerte (λ, μ etc.) sind messbar; sie sind reelle Zahlen

physikalisches System kann nur **diskrete Werte** der Energien (z.B. Drehimpuls) annehmen:

1. Leiteroperatoren $\hat{a}_{\pm}$ verringern/erhöhen die Eigenwerte in diskrete Schritte

Unterschiede Quantenmechanik (QM) zur Elektrodynamik (ED):

1. ED: **Felder** (z.B. $\vec{B}$) sind die physikalische Rolle:
   a) deren Werte bestimmen an jedem Ort, welche Kraft auf die Ladung q wirkt
2. QM: **Potentiale** sind die physikalische Rolle
   a) z.B. das Vektorpotential A von $\vec{B}$ beeinflusst die Phase einer Quantenwelle

2 statistische Quantenwelle ψ

zum Verständnis:

1. ψ ist unser Zustand/Eigenfunktion
2. die Wahrscheinlickeitsaussagen sind die Lösung der Schrödinger-Gleichung
3. ein e^- hat in einem Atom keine Flugbahn. ψ der e^- sagt nur wie wahrscheinlich es ist, irgendwo ein e^- anzutreffen, wenn man es experimentell misst
4. durch Messung *kollabiert* ψ zu einem Peak am gemessenen Wert
5. **?** es gibt diskrete Energien aber kontinuierliche Orte

Bedingungen aus der Statistik:

1. Ein Teilchen wird repräsentiert durch eine Wellenfunktion $\psi(x,t)$
2. Mittelwert $\langle f(x)\rangle = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)\rho(x)\,dx$
3. da $\int_{-\infty}^{\infty} \rho(x)\,dx = 1$ muss ψ normiert sein, damit das Teilchen nicht zu einer Wahrscheinlichkeit ungleich 100 % im ganzen Raum vorfindbar ist

zeitunabhängige Schrödinger-Gleichung: $-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\psi(x)}{\partial x^2} + V(x)\cdot\psi\left(x\right) = E\psi\left(x\right)$

1. auch geschrieben als $\hat{H}\psi = E\psi$

(allg.) zeitabhängige Schrödinger-Gleichung: $i\hbar\frac{\partial\psi(x,t)}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\psi(x,t)}{\partial x^2} + V\cdot\psi\left(x,t\right)$

1. Separationsansatz: $\psi(x,t) = \varphi(x)\cdot f(t)$

3 ψ in der Praxis

Photonen:

1. Wellenpackete $\rightarrow$ Überlagerung von ebenen Wellen

die 2 Drehimpulse L (**Einheit**: $[\hbar]$):

1. Bahndrehimpuls
2. Spin s: eine Art ewige Eigendrehung der Teilchen
    a) aus dem Spin-Statistik-Theorem:
        i. Fermionen (z.B. e^-, Proton, Neutron): s=0.5 $\rightarrow$ ψ ist antisymmetrisch
            A. Fermionen sind „Einzelgänger“ d.h. sie können nicht am selben Ort sein
        ii. Bosonen (z.B. Photonen): s=1 $\rightarrow$ ψ ist symmetrisch
            A. Bosonen sind „Herdentiere“ (lieben Gleichschritt) d.h. z.B. können sich unzählige Photonen zusammentun und gemeinsam eine schwingende elektromagnetische Welle ausbilden
    b) $s = 0.5$:
        i. $s = 0.5 \rightarrow m_s = -0.5$ und $m_s = +0.5$