7. Axiome der Quantentheorie

I. Der Zustand eines Systems wird durch seine Wellenfunktion $\psi(\boldsymbol{r}, t)$ beschrieben.

II. Die Zeitentwicklung der Zustände wird durch die Schrödinger-Gleichung

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t}\psi = \hat{H}\psi \quad \text{mit} \quad \hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m}\boldsymbol{\nabla}^2 + U(\boldsymbol{r}, t)$$

bestimmt.

III. Den Observablen (Meßgrößen) der klassischen Physik entsprechen in der Quantenmechanik hermitesche Operatoren, wobei Funktionen von Observablen Funktionen von Operatoren entsprechen: $A(\boldsymbol{r}, \boldsymbol{p}, t) \longrightarrow \hat{A}(\hat{\boldsymbol{r}}, \hat{\boldsymbol{p}}, t)$

IV. Der Mittelwert/ Erwartungswert einer Observablen mit zugehörigem Operator $\hat{A}$ ist im Zustand ψ durch

$$\langle \hat{A} \rangle = \langle \psi | \hat{A} | \psi \rangle$$

gegeben.

V. Wenn bei der Messung von $\hat{A}$ der Eigenwert a_n gefunden wird, geht die Wellenfunktion in die entsprechende Eigenfunktion φ_n über.

Die Axiome III und IV nennt man auch *Jordansche Regeln.*

Meßprozeß:

Aus den Axiomen IV und V folgt:
Die möglichen Meßwerte einer Observablen sind die Eigenwerte des zugehörigen Operators $\hat{A}$. Sie werden mit einer Wahrscheinlichkeit $|c_n(t)|^2$ gemessen, wobei $c_n(t)$ die Entwicklungskoeffizienten von $\psi(\boldsymbol{r}, t)$ nach den Eigenfunktionen von $\hat{A}$ bezeichnet.

Insbesondere folgt: $|\psi(\boldsymbol{r}, t)|^2$ ist die Wahrscheinlichkeitsdichte für die Position $\boldsymbol{r}$.