

10.1 Axiome der Quantentheorie

I. Der Zustand eines Systems wird durch den Zustandsvektor $|\psi\rangle$ beschrieben.

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

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} |\psi(t)\rangle = H |\psi(t)\rangle \quad \text{mit} \quad H = \frac{\hat{\mathbf{p}}^2}{2m} + U(\hat{\mathbf{r}}, t)$$

bestimmt.

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

IV. Der Mittelwert/ Erwartungswert einer Observablen mit zugehörigem Operator A ist im Zustand $|\psi\rangle$ durch

$$\langle A \rangle = \langle \psi | A | \psi \rangle$$

gegeben.

V. Wenn bei der Messung von A der Eigenwert a_n gemessen wird, geht die Wellenfunktion in die entsprechende Eigenfunktion $|a_n\rangle$ 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 A . Sie werden mit einer Wahrscheinlichkeit $|c_n(t)|^2$ gemessen, wobei $c_n(t)$ die Entwicklungskoeffizienten von $|\psi(t)\rangle$ nach den Eigenfunktionen von A bezeichnet.

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