I.2 Die Postulate der Quantenmechanik

1. Jeder Zustand eines quantenmechanischen Systems wird vollständig durch eine Wellenfunktion oder Wahrscheinlichkeitsamplitude ψ beschrieben, die von den Koordinaten (x, y, z) des Teilchens und der Zeit t abhängt:

   $$\psi = \psi(x, y, z, t).$$

   ψ ist eindeutig und stetig. Die Wahrscheinlichkeit, das Teilchen zur Zeit t im Volumenelement $dV = dx\,dy\,dz$ an der Stelle (x, y, z) zu finden ist:

   $$W(x, y, z, t)\ dx\,dy\,dz = \psi^*(x, y, z, t)\psi(x, y, z, t)\ dx\,dy\,dz.$$

2. Jeder beobachtbaren Eigenschaft des Systems (Observable) ist ein linearer hermitescher Operator $\hat{F}$ zugeordnet. (Ein Operator heisst genau dann *hermitesch*, wenn gilt: $\int \psi^*(\hat{F}\phi)\ dV = \int(\hat{F}\psi)^*\phi\ dV$). Man erhält $\hat{F}$, indem man im klassischen Ausdruck $F(x, p_x, t)$ der Observablen für den Impuls p_x die Ersetzung

   $$p_x \longrightarrow \frac{\hbar}{i}\frac{d}{dx}$$

   vornimmt.

3. Jede einzelne Messung einer Observablen ergibt einen Eigenwert des entsprechenden Operators $\hat{F}$. Eine Reihe von Messungen an identischen Zuständen ψ führt im allgemeinen zu einer statistischen Verteilung der Messwerte. Der Erwartungswert (Mittelwert) dieser Verteilung ist:

   $$\langle \hat{F} \rangle = \int \psi^* \hat{F} \psi\ dV.$$

   Ein Spezialfall ergibt sich, wenn der beobachtete Zustand ψ ein Eigenzustand der Observablen $\hat{F}$ ist. In diesem Fall wird immer derselbe Messwert erhalten; die Observable hat einen *scharfen* Wert.

4. Die Zeitabhängigkeit einer Wellenfunktion $\psi(x, t)$ ist durch die zeitabhängige Schrödinger-Gleichung gegeben:

   $$i\hbar\frac{\partial \psi}{\partial t} = \hat{H}\psi.$$

   Dabei ist $\hat{H} = \hat{T} + \hat{V}$ der Hamilton-Operator (Operator der Energie) des Systems.