

Postulate der QM.

①

Referenz: Cohen-Tannoudji, Diu, Lalöe, "Quantum Mechanics", Vol 1.

Zustände.

I. Der Zustandsraum eines quantenmechanischen Systems ist ein Hilbertraum. Der Zustand eines Systems ist ein Element (ket) $|\psi\rangle \in \mathcal{H}$.

- Dieses Postulat erlaubt Superpositionen von Zuständen!
- Der Zustand $|\psi\rangle$ soll normiert sein. Eine globale Phase ändert den Zustand auch nicht.
- Ganze Maschine der Linearen Algebra: z.B. orthonormierte Basen von Zuständen, etc.

Messung.

II. Zu jeder physikalisch messbaren Größe (Ort, Impuls, ...) entspricht eine Observable A wirkend auf \mathcal{H} .

→ Observable = Hermitischer Operator $A = A^\dagger$
↳ komplex konj. & transp.

III. Das Messresultat einer Messung von A ist ein Eigenwert von A .

→ Messresultate können nur reell sein! (A ist Hermitisch.)

→ Sagen wir, $A = \sum_n a_n P_n$ ← Spektrale Zerlegung
verschiedene Eigenwerte Proj. auf Raum entsprechender Eigenvektoren

IV. Wenn die Messung von A durchgeführt wird, auf einem System im (normierten) Zustand $|\psi\rangle$, treten jedes mögliche Messresultat a_n mit Wahrscheinlichkeit

$$P_n = \langle \psi | P_n | \psi \rangle = \langle \psi, P_n \psi \rangle$$

auf.

→ Wenn das Spektrum nicht entartet ist (= nur ein normierter Eigenvektor zu jeder verschiedene Eigenwert), dann ist

$$P_n = |\langle a_n | \psi \rangle|^2$$

mit $|a_n\rangle$ Eigenvektor zu Eigenwert a_n .

→ Für kontinuierliche Spektren, muss man die Definition anpassen

$$dp(a) = \langle \psi | P_a | \psi \rangle da$$

V. Nach einer Messung von A , die den Wert a_k gegeben hat, bleibt dann das System im Zustand

$$|\psi_{\text{nach Messung } a_k}\rangle = \frac{P_{a_k} |\psi\rangle}{\sqrt{\langle \psi | P_{a_k} | \psi \rangle}}$$

← Projektion auf Eigenraum zu Eigenwert a_k
← Neue Normierung des Zustands

Zeitliche Evolution.

[II. Die zeitliche Evolution eines Systems ist durch die Schrödinger-Gleichung bestimmt:

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} |\psi(t)\rangle = A |\psi(t)\rangle \quad]$$

→ Eigentlich, in dieser Vorlesung ist das nicht ein Postulat, aber eine Konsequenz der Pfadintegralen. Dann ist das ursprüngliche Postulat, dass die zeitliche Evolution durch das Pfadintegral bestimmt ist.

[Später in die Vorlesung: Identische Teilchen → III. Postulat.]