

**2. Übungsblatt – Theoretische Physik II: Quantenmechanik**

**Abgabe: Di.(!!) 30. April 2019 vor der Vorlesung im Hörsaal EW 202**

Bei der Bepunktung wird Wert gelegt auf **ausführliche Zwischenschritte und Kommentare** zur Lösungsstrategie. Die Abgabe erfolgt in Dreiergruppen. Bitte geben Sie Ihre Namen, Matrikelnummern und das Tutorium an! Elektronische, gedruckte oder kopierte Abgaben (Ausnahme Numerikaufgaben) sind nicht zugelassen.

**Aufgabe 1 (10 Punkte):** *Der unendlich tiefe, eindimensionale Potentialtopf*

Gegeben sei ein eindimensionaler Potentialtopf mit unendlich hohen Wänden bei  $x = 0$  und  $x = L$ . Die Eigenwerte und Eigenfunktionen für ein Teilchen der Masse  $m$ , welches sich in dem Potentialtopf befindet, sind (Vorlesung):

$$E_n = \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{\pi}{L}\right)^2 n^2$$

und

$$\Psi_n(x) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right) & \text{für } 0 \leq x \leq L \\ 0 & \text{sonst} \end{cases} .$$

(a) Verifizieren Sie die oben angegebenen Eigenfunktionen!

(b) Berechnen Sie die Integrale  $\int_{-\infty}^{\infty} dx \Psi_1(x)\Psi_1(x)$ ,  $\int_{-\infty}^{\infty} dx \Psi_2(x)\Psi_2(x)$  und  $\int_{-\infty}^{\infty} dx \Psi_1(x)\Psi_2(x)$ .

(c) Zum Zeitpunkt  $t = 0$  sei der Zustand eines Teilchens durch folgende Wellenfunktion beschrieben:

i)  $\Psi(x, 0) = \alpha\Psi_1(x)$

ii)  $\Psi(x, 0) = \beta(\Psi_1(x) + \Psi_2(x))$

iii)  $\Psi(x, 0) = \gamma\Psi_1(x) + \delta\Psi_2(x)$

Wodurch sind  $\alpha, \beta, \gamma$  und  $\delta$  bestimmt? Welche Werte sind möglich, wo besteht die Möglichkeit einer freien Wahl? Berechnen Sie jeweils die zeitabhängigen Erwartungswerte des Ortes und des Impulses. Machen Sie sich den Zeitverlauf der Wahrscheinlichkeitsdichten  $|\Psi(x, t)|^2$  durch einen Plot zu i), ii), iii) für verschiedene Zeiten und, wenn möglich, für verschiedene Parameter klar.

**Aufgabe 2 (3 Punkte):** *Randbedingungen*

Zeige, daß für eine unendlich hohe Potentialstufe (obige Aufgabe bei  $x = 0$  und  $x = L$ ) die Wellenfunktion  $\Psi(x, t)$  (nur) stetig ist und ihre Ortsableitung eine Sprungstelle aufweist. Warum muß die Wellenfunktion an diesen beiden Stellen verschwinden?

**Aufgabe 3 (Zum Nachdenken und Literatursuche, ohne Punkte):** *Zur Interpretation der Quantenmechanik*

In welchem Sinne besitzt die Quantenmechanik sowohl deterministische als auch indeterministische Züge? Was versteht man unter dem Begriff "Welle-Teilchen-Dualismus"? Wie läßt sich dieser Begriff im Rahmen der Quantenmechanik verstehen?