

Vorwort

Dieses Buch wendet sich an Studierende der Natur- und Materialwissenschaften, die ihre ersten Vorlesungen in Quantenmechanik und Festkörperphysik nach dem Bachelor-Abschluss hören. Es entstand aus mehreren Vorlesungen, die der Verfasser über mehr als ein Jahrzehnt an der Hochschule München gehalten hat mit dem Ziel, den Studierenden ein solides Fundament zu vermitteln, auf dem sie dann spezielle Vorlesungen vor allem spektroskopischer Natur und in Richtung Festkörperphysik mit Gewinn verfolgen können — ein Begleiter „zum Gebrauch neben Vorlesungen“.

Dieser hybride Charakter zwischen Skriptum und Lehrbuch bestimmt den Aufbau der Kapitel mit Hintergrundinformationen und Beispielen, die zwar an den richtigen Stellen eingeblendet werden, aber durch den grauen Hintergrund dennoch abgesetzt wirken, wie die wichtigen Formeln am Ende der immer sehr ausführlichen Herleitungen nebst einer Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse mit himmelblauem Hintergrund oder Rahmen. Im Informationskasten zu Kapitelbeginn werden Ziel und Inhalt des nun Folgenden adressiert, zum Schluss eine geraffte Zusammenfassung gegeben.

Die Vorgehensweise in den beiden vor-quantenmechanischen Kapiteln ist rein induktiv, um die Notwendigkeit einer neuen Sichtweise zu motivieren und damit die Neugier auf ein längeres Kapitel zu wecken, in dem zunächst die Handwerkszeuge der Quantenmechanik vorgestellt werden, wobei der *Secco*-Charakter durch zahlreiche Beispiele entschärft wird. Dieses Kapitel enthält in ausführlicher Form die klassische Wellentheorie, und von der Wahrscheinlichkeitstheorie und den quantenmechanischen Rezepten nur das, was in den nächsten Kapiteln und auch im zweiten Teil, der Festkörperphysik, benötigt wird. Es wird mit einer Einführung in die Gruppentheorie abgeschlossen, deren Einsatz insbesondere in der Spektroskopie verblüffende Einblicke in komplizierte Sachverhalte eröffnet.

Zur Belohnung können damit bereits einige Eigenwertprobleme gelöst werden. Das einfache Modell des *Elektrons im Kasten mit unendlich hohen Wänden* wird um das Verhalten des Elektrons an Potentialstufen erweitert, und die Potentialbarriere des Kastens wird in der zweiten Näherung auf endliche Höhen reduziert; zur Beschreibung des Tunneleffekts wird die Transfermethode verwendet. Die elegante Theorie wird an die rauhe Wirklichkeit durch die Störungsrechnung angepasst, der für zeitunabhängige Phänomene ein ganzes Kapitel gewidmet wird. Die explizit ausgearbeiteten Probleme enthalten den Harmonischen Oszillator, den Starren Rotator und die Radialgleichung für das Zentralfeldproblem. Mit der zeitabhängigen SCHRÖDINGER-Gleichung und der darauf anzuwendenden Störungsrechnung sind auch dynamische Prozesse zugänglich; wir betrachten dazu die Wechselwirkung eines Zweiniveau-Systems mit dem elektromagnetischen Strahlungsfeld.

Abgeschlossen wird das mit einer eher kurzen Sicht auf Mehrelektronensysteme und die chemische Bindung wechselwirkungsfreier Elektronen mittels des

Variationstheorems, so dass durch diese Vereinfachung Lösungen ohne numerische Approximationen gelingen, die zwar eine inzwischen perfekte Übereinstimmung mit der Observablen ermöglichen, jedoch durch die zwischengeschaltete *Black Box* den Blick aufs Prinzipielle erschweren. Das sollte aber in einem ersten Kurs über Quantenmechanik im Vordergrund stehen. Deswegen auch die zahlreichen Übungsaufgaben zu jedem Kapitel mit einem ausgearbeiteten Lösungsweg — oft gibt es deren mehrere. Auch in der Physik führen viele Wege nach Rom. Sie sind alle so ausgewählt, dass sie ohne programmierte Lösungen auskommen.

Aus zwei Manuskripten über Quantenphysik wurden im Verlag Walter de Gruyter zwei hervorragend ausgestattete Bücher mit phantasievollen Coverbildern. Frau Berber-Nerlinger betreute mich von der wissenschaftlichen Seite und Frau Skambraks übernahm mit Frau Stanciu die editorische Gestaltung. Ohne ihre detailreiche Kenntnis, die ungemein geläufige Fertigkeit in L^AT_EX und immerwährende Unterstützung wäre die Umsetzung vom Skript zum Lehrbuch nicht möglich gewesen.

München, im Frühjahr 2024

Gerhard Franz