

Vorwort

Die hervorstechendste Eigenschaft der Festkörper ist ihre Kristallinität, in der sich die Fernordnung eines atomaren oder molekularen Systems makroskopisch manifestiert. Zu Beginn stehen daher die einfachsten kubischen Systeme zur Diskussion, modellmäßig zunächst im direkten, dann im reziproken Gitter, mit dem am einfachsten die Ergebnisse von Streuexperimenten mit Wellen oder Quantenteilchen quantitativ beschrieben werden können.

Mit diesen Kenntnissen gehen wir qualitativ der Frage nach, was die drei Aggregatzustände unterscheidet, und was die prinzipiellen Unterschiede der Strukturen sind, in denen Ensembles von Atomen, Ionen oder Molekülen solche Fernordnungen ausbilden.

Im dritten Kapitel untersuchen wir quantitativ die Antwort eines Kristalls auf Störungen, die entweder durch mechanische Wellen angeregt werden oder durch Wärmeeinwirkung.

Der nun im Umfang wesentlich größere folgende Teil ist der Frage gewidmet, wie sich Elektronen in derartigen Systemen verhalten und baut auf der im ersten Teil dargelegten Einführung in die Quantenmechanik auf, die in dieser Betrachtung eine Theorie des Elektrons ist. Dieses Elektron bewegt sich im Festkörper entweder allein oder als wechselwirkungsfreies Elektronengas, zunächst homogen vor einem positiven, über das Kristallvolumen konstantem Ladungshintergrund des Ionengitters, später dann vor einem periodisch positiven Ionengitter, wodurch das Elektronengas räumlich inhomogen wird.

Bereits mit einem homogenen positiven Ladungshintergrund sind tiefe, auch quantitative, Einblicke in das elektrische, optische und magnetische Geschehen möglich. Zum Verständnis von Eigenschaften von Metallen mit einer geraden Elektronenanzahl aber versagt das von DRUDE aufgestellte Modell freier Elektronen (**Free Electron Model**), das SOMMERFELD und FERMI zum Modell des freien FERMI-Gases verfeinerten.

Aber auch auf der nächsten Stufe, beim Modell fast freier Elektronen (**Nearly Free Elektronen**), vernachlässigen wir die gegenseitige elektronische Wechselwirkung. Der Einfluß eines periodisch wirkenden, eindimensionalen Ionengitters auf einen elektronischen Einteilchenzustand reicht selbst für quantitative Erklärungen in komplizierteren Metallen und Halbleitern aus. Die Bauelemente, die hier und den auf diesem Kurs aufbauenden Halbleiter-Vorlesungen untersucht werden, können alle in dieser Approximation erschöpfend ausgeleuchtet werden.

Warum das so ist, betrachten wir in einem kurzen Ausflug in einige empirische Modellpotentiale, die aber gerade deswegen Lösungen ohne hohen Rechenaufwand plausibel machen und tiefe Einblicke ermöglichen. Das sollte aber in einem ersten Kurs über Quantenphysik im Vordergrund stehen.

Getreu des hybriden Prinzips zwischen Skriptum und Lehrbuch — eben eines Begleiters „zum Gebrauch neben Vorlesungen“ — werden auch im zweiten Band der *Quantenphysik* die Kapitel mit Hintergrundinformationen und Beispie-

len aufgelockert, die zwar an den richtigen Stellen eingeblendet werden, aber durch den grauen Hintergrund dennoch abgesetzt wirken, ebenso 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, an die sich die zahlreichen Übungsaufgaben mit einem ausgearbeiteten Lösungsweg anschließen — oft gibt es deren mehrere. Auch in der Physik führen viele Wege nach Rom.

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