

## Kurzer Überblick über die Entwicklung der Elektronentheorie der Metalle.

Im Rahmen der modernen Physik hat als erster W. PAULI [28]<sup>1</sup> das Problem der Metallelektronen aufgegriffen. Er behandelte den temperaturunabhängigen Paramagnetismus der Alkalimetalle, der vom Standpunkt der klassischen Physik aus vollständig unverständlich ist. Indem er die von FERMI [22] und DIRAC [20] entwickelte Quantenstatistik auf die Metallelektronen anwandte, konnte er eine quantitativ befriedigende Behandlung des temperaturunabhängigen Paramagnetismus geben. Dies veranlaßte A. SOMMERFELD [54] zu einer systematischen Untersuchung der Metallelektronen, indem er wie in der klassischen Theorie von P. DRUDE und H. A. LORENTZ [26] die Metallelektronen als vollkommen freiannahm, jedoch nicht die MAXWELL-Statistik, sondern die FERMI-DIRAC-Statistik auf sie anwandte. SOMMERFELD konnte in seiner grundlegenden Arbeit zeigen, daß alle Schwierigkeiten der klassischen Theorie in der modernen Theorie wegfallen. Damit war der Weg für die weitere Entwicklung gezeigt. Es handelte sich in erster Linie darum, die Hypothese der freien Elektronen zu begründen bzw. ihren Gültigkeitsbereich näher zu untersuchen. Dies wurde von F. BLOCH [33] durchgeführt, der die Grundlagen der wellenmechanischen Behandlung der Metallelektronen schuf. Gleichzeitig gab er auch die Grundlagen zur Berechnung des elektrischen Widerstandes. Die wellenmechanische Theorie BLOCHS wurde von R. PEIERLS [86] und L. BRILLOUIN [1] erweitert und anschließend von vielen Autoren auf fast alle Probleme der Metallphysik angewandt.

Zunächst unabhängig von der BLOCHSchen Theorie und zeitlich etwas früher entwickelte sich die Theorie des Ferromagnetismus. Als erster hat J. FRENKEL [36] darauf hingewiesen, daß die Austauschkräfte für den Ferromagnetismus verantwortlich sein könnten, ohne aber zu einer quantitativen Theorie zu gelangen. Unabhängig davon, hat W. HEISENBERG [44] quantitativ gezeigt, daß das

---

<sup>1</sup> Die Zahlen in eckigen Klammern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis am Ende des Buches.

WEISSsche innere Feld [31] durch die Austauschkräfte erklärt wird und damit die Grundlage zur Behandlung des Ferromagnetismus gelegt.

Einen wesentlichen Fortschritt verdankt man in neuerer Zeit W. WIGNER [154], der eine quantitative Berechnung der Kohäsionskräfte gegeben hat.

Das wichtigste ungelöste Problem ist die Supraleitfähigkeit. Zu ihrer Behandlung fehlt gegenwärtig noch jede Grundidee. Es ist aber zu hoffen, daß auch dieses Problem im Rahmen der allgemeinen Grundlagen der Metalltheorie gelöst werden kann.

## I. Allgemeine Grundlagen.

### § 1. Einführung.

Die charakteristischste Eigenschaft der Metalle ist ihre elektrische Leitfähigkeit. Um diese zu erklären, wurde bald nach der Entdeckung des Elektrons die Annahme gemacht, daß es in jedem Metall eine gewisse Anzahl frei beweglicher Elektronen gibt, die im thermischen Gleichgewicht mit den Metallatomen stehen. Die Wechselwirkung mit den Atomen war in der Weise gedacht, daß die Elektronen (analog wie in der kinetischen Gastheorie) Zusammenstöße mit den Atomen erleiden. Diese sind charakterisiert durch Angabe der Wegstrecke, die ein Elektron im Mittel zwischen zwei Zusammenstößen zurücklegt, der mittleren freien Weglänge. Mit diesen Annahmen gelingt es auf sehr einfache Weise, das OHMSche Gesetz und das WIEDEMANN-FRANZsche Gesetz<sup>1</sup> abzuleiten<sup>2</sup> [26].

In der weiteren Entwicklung ergab sich aber bald eine Reihe schwerer Einwände gegen die Theorie. An deren Spitze steht der Widerspruch mit der Erfahrung in bezug auf die spezifische Wärme. Nach der klassischen statistischen Mechanik ist die mittlere Energie eines freien Elektrons pro Freiheitsgrad<sup>3</sup>  $\frac{3}{2} kT$ , also der Beitrag zur spezifischen Wärme  $\frac{3}{2} k$ . Für  $n$  Elektronen pro  $\text{cm}^3$  ergibt das einen gesamten Beitrag der Elektronen von der Größe  $\frac{3}{2} nk$ . Um

<sup>1</sup> Verhältnis von elektrischer Leitfähigkeit zur Wärmeleitfähigkeit ist unabhängig vom Material.

<sup>2</sup> Vgl. § 12.

<sup>3</sup> Alle Abkürzungen, die im Text nicht erklärt sind, werden auf S. VI definiert.