

Einleitung

1

1.1	Inhalt und Bedeutung der Atomphysik	2
1.2	Moleküle: Grundbausteine der Natur	3
1.3	Festkörperphysik und ihre technische Bedeutung	4
1.4	Überblick über das Konzept des Lehrbuches	4
	Literatur	6

Während in den ersten beiden Bänden dieses Lehrbuches hauptsächlich *makroskopische* Phänomene der Physik behandelt wurden, die wir in die „klassischen“ Gebiete Mechanik, Wärmelehre, Elektrodynamik und Optik unterteilen, wollen wir uns jetzt mit dem *mikroskopischen* Aufbau der Materie befassen, d. h. mit der Struktur von Atomen und Molekülen, den Bausteinen der materiellen Welt. Dabei soll etwas fundierter untersucht werden, wie die Vielfalt der makroskopischen Körper und ihrer Eigenschaften durch ihren Aufbau aus elementaren Bausteinen erklärt werden kann.

Die „klassische Physik“ bildete bereits zum Ende des 19. Jahrhunderts ein praktisch abgeschlossenes Lehrgebäude, das fast alle der in Bd. 1 und 2 behandelten Gebiete, außer der Relativitätstheorie (Bd. 1, Kap. 3), der Chaosforschung (Bd. 1, Kap. 12) und einigen Aspekten der modernen Optik (Fourier-Optik, Holographie, adaptive Optik, Bd. 2, Kap. 12) und Elektronik umfasste. Hingegen wurden die meisten Erkenntnisse über die Struktur der Materie erst im 20. Jahrhundert gewonnen, und es gibt auf diesem Gebiet auch heute noch eine große Anzahl bisher ungelöster Probleme.

1.1 Inhalt und Bedeutung der Atomphysik

Die Atomphysik umfasst denjenigen Bereich der Physik, der sich mit der Untersuchung der Struktur der Atome und ihrer gegenseitigen Wechselwirkungen befasst. Das Ziel dieser Bemühungen ist es, die Eigenschaften makroskopischer Materie aus ihrem mikroskopischen Aufbau heraus zu verstehen und *quantitativ* zu beschreiben.

Zu Anfang des 20. Jahrhunderts wurde die Atomphysik, die sich damals gerade als selbständiges Gebiet zu entwickeln begann, als reine Grundlagenforschung angesehen, fernab von jeder konkreten Nutzenanwendung. So sagte *Lord Ernest Rutherford* (1871–1937) noch 1927: „Anyone who expects a source of power from transformations of atoms is talking moonshine“. Diese Einstellung hat sich grundlegend geändert. Obwohl auch heute noch intensive Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Atomphysik betrieben wird, ist die Zahl ihrer wissenschaftlichen und technischen Anwendungen lawinenartig angewachsen.

Die Methodik der in der Atomphysik eingeführten Untersuchungsverfahren wird mittlerweile in Chemie, Biologie und Medizin benutzt. Vor allem die für atomphysikalische Forschungen entwickelten Geräte, wie z. B. Röntgenröhre, Elektronenmikroskop, Tunnelmikroskop, Oszillographen, Spektrographen, Tomographen, Laser u. a., sind zu unentbehrlichen Hilfsmitteln in anderen Wissenschaftszweigen und in der Technik geworden.

Die Bedeutung der Atomphysik ist also nicht auf die Physik beschränkt. Sie bildet mit der Molekülphysik die Grundlage der Chemie, kann den Aufbau der Atome und ihre Einordnung in ein Periodensystem sowie die Molekülbindung und die Molekülstruktur erklären. Chemische Reaktionen können zurückgeführt werden auf Stöße zwischen Atomen oder Molekülen. Die komplexen Vorgänge in unserer Atmosphäre beruhen

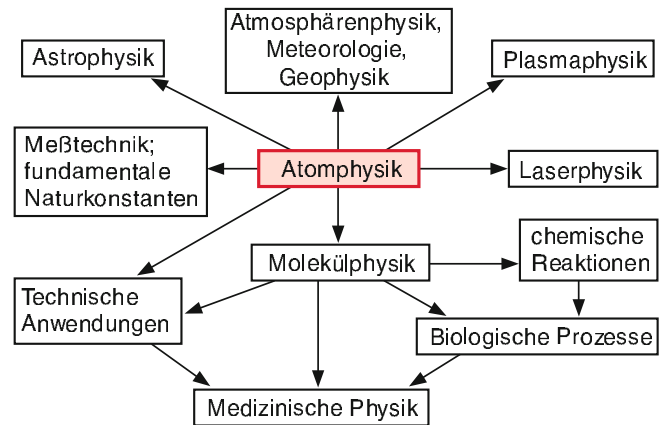


Abbildung 1.1 Die zentrale Bedeutung der Atomphysik

auf der Wechselwirkung des Sonnenlichtes mit Molekülen und auf Stößen von Molekülen und Molekülbruchstücken. Ein genaueres Verständnis dieser Prozesse und ihrer Beeinflussung durch den Menschen ist von entscheidender Bedeutung für das Überleben der Menschheit [1–4].

In den letzten Jahren ist die molekulare Basis biologischer Prozesse verstärkt erforscht worden, und es sind neue experimentelle Verfahren der Atom- und Molekülphysik angewandt worden zur Untersuchung von Zellen und den in ihnen ablaufenden Reaktionen. Auch in der Medizin sind viele Diagnostik- und Therapiemethoden eingeführt worden, die auf Erkenntnissen der Atom- und Molekülphysik beruhen.

Die Entwicklung von Sternmodellen in der Astrophysik erfuhr wesentliche Impulse aus Versuchen über Absorption und Emission von Strahlung durch Atome und Ionen, über Rekombinationsvorgänge oder über Lebensdauern angeregter Atomzustände und Stoßprozesse zwischen Elektronen, Ionen und Atomen. So wurde z. B. das kontinuierliche Spektrum der Sonnenstrahlung erst erklärbar durch das genauere Verständnis atomarer Rekombinationsprozesse.

Auch bei technischen Entwicklungen spielt die Atomphysik eine wesentliche Rolle. Man denke hier z. B. an die Entwicklung der Laser und ihrer zahlreichen Anwendungen. Die moderne Lichttechnik und die Optimierung von Leuchten mit hoher Lichtausbeute sind angewandte Atomphysik [5, 6]. Neue Verfahren zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung, zur Oberflächenanalytik oder zur Katalyse von Reaktionen an Oberflächen beruhen auf Ergebnissen der atomphysikalischen Forschung. Insbesondere bei vielen Verfahren der Halbleiterherstellung und dem Aufbau integrierter Schaltungen spielen atomphysikalische Prozesse wie die Diffusion von Fremdatomen oder die Wechselwirkung von Gasen und Dämpfen mit Oberflächen eine entscheidende Rolle [7, 8]. Man kann deshalb ohne Übertreibung sagen, dass die Atomphysik einen bedeutenden Anteil an der Entwicklung moderner Technologie hat, der in der Zukunft mit Sicherheit noch zunehmen wird (Abb. 1.1).

Auch in der Messtechnik haben die in der Atomphysik entwickelten Methoden und Geräte die Genauigkeit wesentlich