
Vorwort

Atome, Moleküle und Optische Physik, ein Lehrbuch über zentrale Themen aus dem Kanon moderner Physik – in deutscher Sprache! Schon während des Schreibens sind wir oft gefragt worden, warum wir dieses anspruchsvolle Unternehmen nicht in der *lingua franca* der Wissenschaft, also in Englisch, publizieren. Am Anfang stand vor allem die Absicht, von Springer nachdrücklich unterstützt, deutschsprachigen Studierenden die Möglichkeit zu geben, sich auf anspruchsvollem Niveau in einen Kernbereich der modernen Physik auch in ihrer Muttersprache einzuarbeiten. Denn erfahrungsgemäß geht vieles an wichtigen Details verloren oder prägt sich viel schwerer durch fremdsprachliche Vermittlung ein, weil die englischen Sprachkenntnisse der angehenden Jungwissenschaftler eben in aller Regel doch nur sehr langsam reifen, und weil die notwendige Präzision bei der begrifflichen Aufarbeitung komplexer physikalischer Sachverhalte ganz wesentlich durch Sprache vermittelt wird. Das merkt auch der Gelernte und in den angesprochenen Themenfeldern langjährig praktizierende Physiker, dessen tägliche Umgangssprache ja das Englische ist. Wenn er sich darum bemühen muss, scheinbar selbstverständliches Grundwissen, das als englische Begriffswelt im Großhirn gespeichert vorliegt, in klarem Deutsch zu Papier zu bringen – genauer gesagt: auf den Bildschirm – ist dies kein triviales Unterfangen. So haben wir es denn, von Kapitel zu Kapitel mit mehr Freude, auch als sehr nützliche Anstrengung empfunden, dieses spannende Themenfeld von seinen Grundlagen bis zum aktuellen Stand der Forschung zu entwickeln und präzise zu formulieren – in der uns sonst so vertrauten deutschen Sprache, die wir im täglichen Forscherleben kaum noch benutzen, und in der vor etwas über 100 Jahren die wesentlichen Anfangsgründe moderner Physik gelegt wurden. Oft mussten wir feststellen, dass man sich mit den Begriffen dabei schwer tut und fanden es häufig nützlich, den englischen Fachausdruck in Klammern oder Anführungszeichen zu notieren.

Wir legen hier also den ersten Band eines Lehrbuchs vor, das sich zum einen an fortgeschrittene Studierende der Physik, Chemie und anderer Nachbarfächer richtet, typischerweise nach dem Vordiplom, im Masterstudium oder während der Promotion. Zum anderen wollen wir aber auch erfahrenere Wis-

senschaftler/innen ansprechen, die sich mit diesem Themenfeld wieder einmal neu und aktuell vertraut machen möchten. Denn Atom- und Molekülphysik und ihre Spektroskopie sind immer noch – immer wieder und heute mehr denn je – ein hoch aktuelles Themenfeld moderner Physik. Mehrere Nobelpreise der letzten Jahre unterstreichen dies. Zugleich geht es um zentrale Grundlagen für ein breites Spektrum moderner Naturwissenschaften, auf deren solide Kenntnis auch in vielen interdisziplinären Themenfeldern und Anwendungsbereichen nicht verzichtet werden kann. Betrachtet man die technische, mit der modernen Physik verbundene Entwicklung, so kann man das 20. Jahrhundert als das Jahrhundert des Elektrons, das 21. Jahrhundert als das des Photons bezeichnen (COSE 1998). Dieses interessante Teilchen, welches schon seit Newton die Menschheit mit seinem Welle-Teilchen-Dualismus erstaunt, ist aufs engste mit der modernen Optik und Quantenoptik verbunden, und (im weitesten Sinne) primärer Übermittler fast aller Information, die wir über die Bausteine der Materie und Materialien erlangen können. Selbst bei einem Teilchenstoß kann man die Wechselwirkung als Austausch virtueller Photonen verstehen. Das Photon und die von ihm bewirkten oder modifizierten Prozesse stehen daher im Zentrum dieses Werkes.

Die Grundlagen der klassischen geometrischen Optik und der Wellenoptik, ebenso wie die der Elektrodynamik setzen wir dabei voraus. Wir erwarten vom Leser auch bereits ein gewisses Grundverständnis physikalisch atomistischen Denkens. Kenntnisse der Quantenmechanik sollten sich als nützlich erweisen. Wir versuchen jedoch, in den ersten beiden Kapiteln ein kurzes Repetitorium dieser Grundlagen zusammenzustellen – stichwortartig und aufs Handwerkliche fokussiert. Einiges an „Handwerkszeug“ für Fortgeschrittene haben wir in ausführlichen Anhängen versammelt, wo wir insbesondere das notwendige Rüstzeug an Drehimpulsalgebra für die Atom- und Molekülphysik aufbereitet haben – handlich wie wir hoffen und ohne Anspruch auf systematische mathematische Ableitung. Der Hauptteil von Band 1 entfaltet das klassische Standardgebäude der Atomphysik und präsentiert ausgewählte Beispiele moderner spektroskopischer Methoden. Dabei versuchen wir, soweit dies die räumliche Begrenzung des Textes zulässt, bis zum aktuellen Stand der Forschung zu führen.

Jedem Kapitel sind eine kurze Inhaltsangabe und eine Lesehilfe vorangestellt, die eine rasche Orientierung geben und eine effiziente Erarbeitung des Stoffes erleichtern sollen. Die Kapitel bauen aufeinander auf, sollten aber wegen der Querverweise auch unabhängig voneinander gelesen werden können: so hoffen wir zugleich ein Nachschlagewerk auch für anspruchsvollere Leser anzubieten, die Zusammenhänge suchen. Wir bitten herzlich um anregende Rückkopplung und werden versuchen, darauf zu reagieren. Wir haben unter <http://www.mbi-berlin.de/AMO> eine „Homepage“ für dieses Buch eingerichtet, wo wir aktuell über den Stand der Dinge berichten, ggf. Errata notieren und Ergänzungen vorstellen wollen. Die im Text verwendeten Quellen sind nachverfolgbar zitiert, weshalb das Literaturverzeichnis etwas umfangreich ausgefallen ist. An vielen Stellen verweisen wir auch auf das heute unverzicht-

bare WWW und werden uns bemühen, die Links auf der Homepage dieses Buches aktuell zu halten. Der Klarheit halber haben wir darauf verzichtet, Originalzeichnungen zu reproduzieren, und präsentieren publizierte Daten in möglichst einheitlicher Darstellung.

Schließlich seien noch einige Hinweise zur Notation und Typografie des Textes gegeben. Wir benutzen grundsätzlich das SI-System für alle Maßangaben und empfehlen nachdrücklich, komplexere physikalische Formeln und Zusammenhänge stets einer „Dimensionsanalyse“ zu unterziehen, um sich der Plausibilität einer Relation zu vergewissern. In diesem Sinne sind auch die ebenfalls intensiv von uns genutzten atomaren Einheiten (a. u.) nur als Abkürzung für jeweils dimensionsbehaftete Größen zu verstehen. Sie erleichtern andererseits die Schreibweise vieler Zusammenhänge in Atom- und Molekülphysik gewaltig. Eine kleine Inkonsistenz erlauben wir uns mit den Wellenzahlen (cm^{-1}) und atomaren Längen (\AA), die aufgrund langjähriger Tradition unausrottbar erscheinen. Der internationalen Kompatibilität halber benutzen wir durchgängig den Dezimalpunkt und nicht das kontinentaleuropäische Komma. Die Endlichkeit des lateinischen und des griechischen Alphabets bringt zwangsläufig gewisse Entscheidungen und Limitierungen mit sich, und einige Inkonsistenzen sind nicht zu vermeiden. Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass wir Energien mit dem Buchstaben W (ggf. mit entsprechenden Indizes) bezeichnen, um die ebenfalls häufig vorkommende elektrische Feldstärke E nennen zu können. Vektoren werden fett geschrieben, normale Operatoren unfett mit Dach, Vektoroperatoren fett mit Dach. Anzahlen schreiben wir meist „calligraphic“, also z. B. \mathcal{N} , Dichten dagegen als N ggf. mit entsprechenden Indices, um diese vom Brechungsindex n zu unterscheiden. Periodische Vorgänge charakterisieren wir meist durch Kreisfrequenzen, seltener durch Frequenzen und schreiben für die entsprechenden quantisierten Energien meist $\hbar\omega$, seltener $h\nu$. Schließlich versuchen wir, der neuen deutschen Rechtschreibung Genüge zu tun – und machen extensiv Gebrauch von ihren neuen Freiheiten.

Wir wünschen eine gute, effiziente und erfolgreiche Lektüre!

Berlin-Adlershof, im November 2007

Ingolf Hertel und Claus-Peter Schulz

Atome, Moleküle und optische Physik 1
Atomphysik und Grundlagen der Spektroskopie
Hertel, I.V.; Schulz, C.-P.
2008, XVII, 511 S., Softcover
ISBN: 978-3-662-46807-4