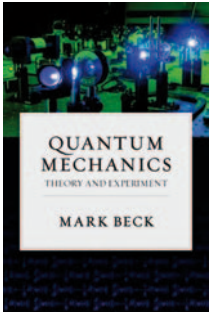


## ■ Quantum mechanics

Wie sollte man in einer Zeit, in der die quantenmechanische Verschränkung von einer Kuriosität zu einem zentralen Konzept geworden ist, Quantenmechanik unterrichten? Mark Beck, der sich wissenschaftlich vor allem mit Photonik und Quantenoptik beschäftigt, gibt mit seinem neuen Lehrbuch hierauf eine mögliche Antwort.



**Mark Beck: Quantum Mechanics**  
Oxford University Press, Oxford 2012,  
480 S., geb.,  
61,30 Euro, ISBN  
9780199798124

Bevor der Autor zur Quantenmechanik kommt, diskutiert er zunächst relativ ausführlich die Polarisation von klassischem Licht. Die Idee, den Einstieg in die Quantenmechanik mit Hilfe endlich dimensionaler Vektorräume zu erleichtern, ist vielleicht nicht neu, wird hier aber auf den ersten 200 Seiten durchgehalten. Erst dann erfordern Ort und Impuls die Einführung eines unendlich-dimensionalen Hilbert-Raums. Entsprechend begegnen Auf- und Absteigeoperatoren dem Leser zunächst im Zusammenhang mit dem Drehimpuls und erst später beim harmonischen Oszillator. Durch die enge Verzahnung klassischer und quantenmechanischer Konzepte

drohen die Grenzen für den Leser allerdings etwas zu verschwimmen.

Die ausführliche Diskussion der Polarisation hat nicht nur didaktische Gründe, sondern legt auch die Grundlagen für moderne Experimente in der Quantenoptik und Quanteninformation. Die letzten 60 Seiten des Buches widmen sich detaillierten Praktikumsbeschreibungen von fünf Experimenten zu Themen wie der Einzelphotoneninterferenz oder dem Test der Bell-Ungleichung. Für Leser ohne Zugang zu entsprechenden experimentellen Möglichkeiten bietet dieser Teil zumindest einen Einblick in die Herausforderungen, die die praktische Umsetzung dieser Experimente stellt.

Wie bereits angedeutet, kommt der Autor erst spät im Buch zu den Themen eines konventionellen Quantenmechanikkurses. So werden die quantenmechanische Messung, Spin und Drehmoment sowie Verschränkung diskutiert, bevor überhaupt zum ersten Mal von einer Zeitentwicklung die Rede ist. Die nächsten Kapitel folgen dann dem konventionellen Kanon, bevor ein zwar knapper, aber dennoch informativer Einblick in feldtheoretische Aspekte und die Quanteninformation gegeben wird.

Durch diese thematische Zusammenstellung lässt sich das Buch, auch wenn es mehr als den Stoff eines Semesters umfasst, ohne Weiteres im Rahmen eines normalen Quantenmechanikkurses verwenden. Es bietet dabei den Vorteil, dem Leser Perspektiven zu modernen Themen zu öffnen.

Hierzu tragen zahlreiche Verweise auf andere Lehrbücher und die Originalliteratur bei, die zum Weiterlesen anregen. Studierende dürfen es zu schätzen wissen, dass die Rechnungen im Allgemeinen sehr ausführlich durchgeführt werden.

Insgesamt hat Mark Beck ein innovatives Lehrbuch verfasst, das Anregungen für eine Aktualisierung des Quantenmechanikkurses gibt und Studierende an aktuelle Themen heranzuführen vermag.

**Gert-Ludwig Ingold**

**Prof. Dr. Gert-Ludwig Ingold**, Institut für Physik, Universität Augsburg

## ■ Biophysics: Searching for Principles

Begab man sich bislang auf die Suche nach moderner Fachliteratur zur theoretischen Biophysik, so wurde man eher enttäuscht. Es mag der Interdisziplinarität dieses Gebietes geschuldet sein, dass viele Texte einen einführenden Charakter behalten, um den unterschiedlichen Ansprüchen einer breiten Leserschaft Rechnung zu tragen. Die damit einhergehende Beschränkung auf eher elementare physikalische Prozesse und stark idealisierte biologische Phänomene versperrt so den Blick auf komplexe biologische Systeme im Rahmen der modernen statistischen Physik. Angesichts dieser Situation möchte William Bialek mit seinem Buch nun Abhilfe schaffen. Als Zielgruppe nennt er Doktoranden der theoretischen Physik und setzt eine Vertrautheit mit (teilweise fortgeschrittenen) Konzepten der

Quantenmechanik und statistischen Physik voraus. Im Gegenzug liefert Bialek eine nachvollziehbare mathematische Darstellung, die durch ausführliche Anhänge ergänzt wird.

Statt einer klassischen Aufteilung in molekular-, zell- und neurobiologische Fragestellungen ist die Struktur der Diskussion potenzieller biophysikalischer Grundprinzipien untergeordnet. Dieser Zugang erweist sich als ebenso lehrreich wie effektiv. Zu den zentralen Themen, die Bialek diskutiert, zählen die Anpassungsfähigkeit biologischer Systeme an eine stark verrauschte und variierende Umgebung, Fragen nach der Notwendigkeit einer Feinabstimmung von Systemparametern für die Entstehung und Erhaltung biologischer Funktion sowie Aspekte optimierter Informationsrepräsentation und -übertragung. Diese Themen behandelt das Buch übergreifend auf verschiedenen biologischen Ebenen, beispielsweise im Zusammenhang mit Proteinfaltung, der Dynamik neuronaler Ionenkanäle, bakterieller Chemotaxis, Morphogenese der Fruchtfliege oder neuronalen Netzwerken. Besonders hervorzuheben ist der stets vorhandene Bezug zu konkreten Forschungsdaten. Zahlreiche Ergebnisse der experimentellen Literatur sind in optisch einheitlicher Form aufgearbeitet und nahtlos in die Diskussion einbezogen. Der



**William Bialek:**  
**Biophysics – Searching for Principles**  
Princeton University Press, Princeton 2012, 632 S., geb., \$95,00, ISBN 9780691138916

Grad der Idealisierung orientiert sich klar an den Ansprüchen einer quantitativen Beschreibung biologischer Systeme. Zahlreiche in den Text eingebundene Aufgaben festigen und vertiefen die praktischen Fähigkeiten der Modellentwicklung. Der Umfang der Aufgaben reicht dabei von Verständnisfragen und Literaturrecherchen über analytische und numerische Probleme

bis hin zu kleineren Forschungsprojekten mit offenem Ausgang. Vervollständigt wird die Darstellung durch ein ausführliches, kommentiertes Literaturverzeichnis. Von einer ausreichenden Menge an Zeit abgesehen, lässt das Buch damit keine Wünsche offen, um sich in die Fragen und Methoden der modernen Biophysik vertiefen zu können.

Jacob Halatek

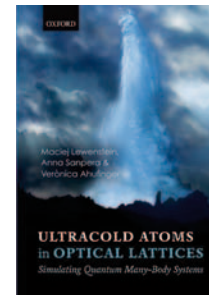
## ■ Ultracold Atoms in Optical Lattices

Als „dritte Quantenrevolution“ bezeichnen die Autoren die Entwicklungen an der Schnittstelle zwischen Atom- und Molekülphysik, Quantenoptik sowie der Physik der kondensierten Materie, die mit der Realisierung der Bose-Einstein-Kondensation in verdünnten Atomgasen Mitte der 1990er-Jahre einsetzten. Diese führten in der Tat zu qualitativ neuartigen Kontrollmöglichkeiten von Quantensystemen, die etwa die Realisierung von Quantensimulatoren für komplexe Quantenvielteilchensysteme vorantreiben, worüber dieses Buch handelt.

Ohne Zweifel gibt es herausragende Review-Artikel zu den Themen dieses Buches, auch von den Autoren selbst; aber hier haben diese unterschiedliche Aspekte ultrakalter Gase in ihrem Bezug zu aktuellen Problemen der Quantenvielteilchenphysik zusammengetragen und in einen einheitlichen Rahmen gesetzt. Den Schwerpunkt bildet dabei die Theorie ultrakalter Gase in optischen Gittern, zu der die Autoren wichtige Arbeiten geliefert haben, deren Resultate an verschiedenen Stellen in das Buch einfließen. Nach einer knappen historischen Einleitung folgt eine Einführung in Grundkonzepte der statistischen Physik und ultrakalter Gase in optischen Gittern. Sowohl die Idee eines Quantensimulators als auch fundamentale Modellsysteme, die es zu simulieren gilt, werden vorgestellt. Weitere Themen sind die Theorie bosonischer und

fermionischer Hubbard-Modelle, der BCS-BEC-Crossover, ultrakalte Spinorgase, dipolare Gase, und wie sich Unordnung in diesen Systemen auswirkt bzw. realisieren lässt. Aktuelle Entwicklungen zur Quantensimulation frustrierter Quantenmagnete kommen dabei ebenso zur Sprache wie die Erzeugung künstlicher Eichfelder, was zu Quanten-Hall-Effekten und Gittereichtheorien führt.

Die Autoren entwickeln die Physik dieser vielen Systeme oftmals zunächst anhand von Mean-Field-Rechnungen, stellen aber auch fortgeschrittene analytische und numerische Techniken vor und geben deren Resultate für die betrachteten Modelle an. Besonders gelungen erscheinen mir die Darstellungen der quanteninformationstheoretischen Aspekte von Quantenvielteilchen-



**Maciej Lewenstein, Anna Sanpera und Verónica Ahufinger:**  
**Ultracold Atoms in Optical Lattices**  
Oxford University Press, Oxford 2012, 496 S., geb., 68,99 Euro, ISBN 9780199573127

systemen und das Konzept eines Quantencomputers basierend auf ultrakalten Gittergasen. Ein eher kurzes Kapitel erläutert experimentelle Methoden, um ultrakalte Gase zu untersuchen; da dieses Forschungsfeld von experimentellen Fortschritten geprägt ist, wäre eine ausführlichere Darstellung dieser Techniken und deren Limitierungen wünschenswert gewesen.

Abschließend fassen die Autoren zwei Workshops am KITP in Santa Barbara von 2010 zusammen. Hinweise auf Online-Vorträge stellen einen originellen Anschluss an die aktuelle Forschung her. Das Buch ist hilfreich als Einstieg in dieses spannende Gebiet und bietet einen kompakten Überblick zu vielen wichtigen Ergebnissen bis etwa Anfang 2011. Es eignet sich auch für ein Graduiertenkolleg sowie als Ausgangspunkt zu neuen, faszinierenden Entwicklungen.

Stefan Wessel

**Dipl.-Phys. Jacob Halatek,** Arnold Sommerfeld Center for Theoretical Physics, Statistical and Biological Physics, LMU München

**Prof. Dr. Stefan Wessel,** Institut für Theoretische Festkörperphysik, RWTH Aachen