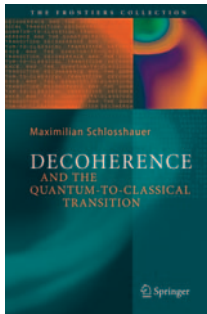


Prof. Dr. Claus Kiefer, Institut für Theoretische Physik, Universität zu Köln

■ Decoherence and the Quantum-to-Classical Transition

Wie entstehen klassische Eigenschaften in der Quantentheorie? Diese Frage ist von zentraler Bedeutung für die auch heute noch kontrovers diskutierte Interpretation dieser Theorie. Da makroskopische Superpositionen wie Schrödingers Katze nicht zu beobachten sind, hat von Neumann



M. Schlosshauer: **Decoherence and the Quantum-to-Classical Transition**
Springer, Berlin, 2007, XV + 416 S., geb., 74,85 €
ISBN 9783540357735

bereits 1932 einen zusätzlichen Kollaps der Wellenfunktion postuliert, der nur bei einer Messung erfolgen und zu einem definitiven makroskopischen Zustand führen soll.¹⁾

Inzwischen versteht man auch ohne diesen ad hoc eingeführten Kollaps, warum sich keine makroskopischen Superpositionen beobachten lassen. Den Schlüssel dazu liefert die Erkenntnis, dass quantenmechanische Systeme nur in mikroskopischen Situationen als isoliert zu betrachten sind. Im Allgemeinen stehen sie in Wechselwirkung mit ihrer Umgebung. Dadurch wandert die Information über die lokale Superposition in eine Verschränkung zwischen System und Umgebung ab und ist lokal (am System selbst) nicht mehr erkennbar. Diesen Prozess nennt man Dekohärenz. Seine Eigenschaften wurden 1970 zum ersten Mal in einer grundlegenden Arbeit von H.-D. Zeh diskutiert und in weiteren Arbeiten unter anderem mit E. Joos sowie von W. Zurek und anderen ausformuliert.

Mit dem Buch von Maximilian Schlosshauer (Univ. of Melbourne, Australien) liegt bei Springer nun die zweite Monografie vor, die sich ausschließlich der Dekohärenz widmet.²⁾ Dem Autor ist eine kompetente, klare und äußerst kurzweilige Einführung in dieses spannende Gebiet gelungen, die sowohl die

Grundlagen als auch die immer zahlreicheren Anwendungen behandelt. Dem Autor gelingt durchweg die schwierige Balance zwischen begrifflicher und mathematischer Behandlung.

Die Leser erfahren Details über das Messproblem, die klassische Basis, Mastergleichungen und das universelle Phänomen der Verschränkung. Technische Hilfsmittel wie reduzierte Dichtematrizen werden ausführlich diskutiert. Bei den Anwendungen kommen neben den klassischen Themen wie Quanten-Brownsche Bewegung viele neuere Entwicklungen zur Sprache. Dazu zählen Molekülinterferometer, SQUIDs oder Bose-Einstein-Kondensate sowie theoretische Entwicklungen in der Quanteninformation. Dem geplanten Bau von leistungsfähigen Quantencomputern steht die Dekohärenz als lästiges Phänomen im Wege, da sie es verhindert, die gewünschte Superpositionen zu erzeugen und aufrecht zu erhalten.

Breiten Raum nimmt die vorurteilsfreie Diskussion verschiedener Interpretationen der Quantentheorie im Lichte der Dekohärenz ein. Obwohl dieser Prozess das Messproblem selbst nicht lösen kann, führt er lokal wegen der Unbeobachtbarkeit makroskopischer Superpositionen zu einem „scheinbaren Kollaps“. Klassische Eigenschaften wohnen einem Objekt nicht inne, sondern entstehen

durch die quantenmechanische Verschränkung mit seiner Umgebung. Wie der Autor ausführt, gibt es im Rahmen einer realistischen Interpretation, die ohne Änderung der kinematischen Struktur (wie z. B. bei Bohm) auskommt, nur zwei Möglichkeiten, zwischen denen sich nur empirisch entscheiden lässt: Entweder ist die Quantentheorie mit ihrer linearen Struktur vollständig, dann führt kein Weg an einer Everett- oder „Vielwelten“-Interpretation vorbei. Oder sie muss auf fundamentaler Ebene nichtlineare Modifikationen erleiden, die zu einem expliziten Kollaps der globalen Superposition in einen klassischen Zustand führen.

Schlosshauers Buch ist ein Muss für alle, denen an einem Verständnis der Quantentheorie gelegen ist. Insbesondere sei es Studierenden ans Herz gelegt, die gerade die Kursvorlesung Quantenmechanik gehört haben.

Claus Kiefer

■ Grundlagen der Photonik

Die „Fundamentals of Photonics“ sind im englischen Sprachraum ein Standardwerk. Nun liegt die zweite überarbeitete Auflage erstmalig als Lehrbuch in deutscher Sprache vor und wird mit nur geringen Einschränkungen dem Titel gerecht. Das Buch gibt in 24 Kapiteln (Mo-

HANDWERKSZEUG FÜR WISSENSCHAFTLER

Ob Poster, Doktorarbeit oder Publikation, immer ist es wichtig, die eigenen Arbeiten auch optisch ins richtige Licht zu rücken und in möglichst ansprechender Weise unterschiedlichen Leserkreisen zugänglich zu machen.

Hierbei gibt das vorliegende Buch eine übersichtliche und umfassende Hilfestellung, bei der nahezu alle Themen rund um Layout und Präsentation angesprochen werden. Dazu gehört das Erstellen von Bildern und Grafiken ebenso wie das Verwenden unterschiedlicher Schriftarten und Farben. Dabei geht das Buch einerseits auf Grundlagen etwa zur Farbwahrnehmung und zu Proportionen ein, andererseits bietet es aber auch nützliche Praxistipps z. B. zur Erstellung eines

Posters und Hinweise zur Benutzung einzelner Programme wie Adobe Photoshop oder Power Point. Das Buch lässt sich für (Natur-)wissenschaftlerinnen und -wissenschaftler als Nachschlagewerk empfehlen, die sich erstmals mit dem Thema Gestaltung beschäftigen möchten. (AH)



K. Hien, S. Rümpler: **Grafische Gestaltung in Naturwissenschaften und Medizin**
Spektrum Akademischer Verlag
2008, 312 S., Softcover, 29,95 €
ISBN 9783827419316

1) Dynamische Modelle für den Kollaps wurden allerdings erst von Philip Pearle und anderen vorgeschlagen, bis heute aber nicht bestätigt.

2) D. Giulini et al., *Decoherence and the Appearance of a Classical World in Quantum Theory*, Springer, Berlin (1996, 2. Aufl. 2003), vgl. Phys. Blätter, März 1999, S. 82

dule) und dem instruktiven Anhang eine umfassende Übersicht über eben diese Grundlagen. Die deutsche Ausgabe trägt insbesondere auch der Tatsache Rechnung, dass die Photonik immer weitere Bereiche der Wirtschaft durchdringt.

Die in der zweiten Auflage neu hinzu gekommenen Kapitel zu photonischen Kristallen und zur ultraschnellen Optik sind exzellent. Die Auswahl der Inhalte in einem solchen Werk ist oft Gegenstand kontroverser Diskussionen. Z. B. ist



**B. E. A. Saleh,
M. C. Teich:**
**Grundlagen der
Photonik**
Wiley-VCH, Berlin,
2. Aufl. 2008,
XXIV + 1406 S.,
Softcover, 89 €
ISBN 9783527406777

die Mikroskopie schwach vertreten, die Nahfeldmikroskopie mit etwa einer Seite sogar sehr schwach, obwohl gerade ihre Bedeutung im Vorwort als moderne Methode ausdrücklich angesprochen wird. Insgesamt sind die Inhalte aber sehr wohl ausgewogen und physikalisch korrekt dargestellt.

Beim Übersetzen ging das Bemühen, eine deutsche Ausgabe zu schaffen, etwas zu weit. Die Einführung von im deutschen Sprachraum eher unüblichen Abkürzungen wie LPD für Lawinphotodiode (üblich APD) oder OHV für optische Halbleiterverstärker (üblich SOA) ist eher irritierend als hilfreich. Der Begriff „Leistungsumwandlungswirkungsgrad“ mag zwar durchaus angemessen sein, das Buch hilft aber nicht, wenn man z. B. wissen möchte, was der (dafür oft benutzte) Begriff „wall-plug-efficiency“ bedeutet. Andererseits treten englische Begriffe wie „Flip-Chip-Bonding“ oder „Add/Drop-Multiplexer“ durchaus auf. Für künftige Auflagen wäre es ratsam, neben den sprachlich korrekten Übersetzungen auch die englischen Begriffe und die üblichen Abkürzungen mit anzugeben.

Das Register ist eher unvollständig, was insbesondere für ein

derartiges Lehrbuch, das gleichzeitig den Charakter eines Kompendiums hat, bedauerlich ist. Die Übungsaufgaben in jedem Kapitel, die eigentlich helfen sollten, Inhalte besser zu verstehen, sind schlichtweg zu schwierig, und es gibt auch keine Lösungen im Anhang. Das ist insbesondere für den Leserkreis schade, an den sich die deutsche Ausgabe potenziell richtet.

Trotz dieser Abstriche bleiben für dieses Buch nur die Prädikate „einzigartig im deutschen Sprachraum“ und „sehr empfehlenswert“. Wer im Englischen allerdings sicher ist, trifft mit der gebundenen englischen Ausgabe mit Farbbildern (deutsch nur schwarz-weiß) zum vergleichbaren Preis sicher auch eine exzellente Wahl.

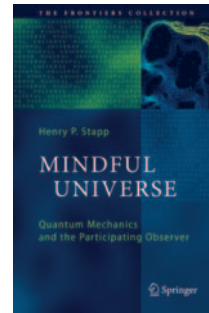
Jens W. Tomm

■ Mindful Universe

Henry P. Stapp gehört zur wachsenden Zahl von Wissenschaftlern, die verstanden haben, dass eine naturwissenschaftliche Behandlung des Zusammenhangs zwischen Körper und Geist unmöglich bleibt, solange man den fundamentalen Bereich jeder Naturbeschreibung, die Quantentheorie, aus den Überlegungen ausschließt.

Der Autor verweist gleich zu Anfang darauf, dass das eigene Bewusstsein unser Handeln beeinflusst. Dem stehen wissenschaftliche Behauptungen aus der Zeit nach Newton bis noch ins 20. Jahrhundert entgegen, die unsere körperlichen Aktionen vollständig durch Prozesse determiniert sehen, die allein in den bisherigen physikalischen Termen erfasst werden können. Der Einfluss des Bewusstseins sei daher eine Illusion. In erfrischender Klarheit stellt Stapp dazu fest, dass diese frühen Formen der Wissenschaft auf eine grundlegende Weise inkorrekt sind.

Nach zwei einführenden Kapiteln, in denen der Autor sich mit den Fragen des menschlichen Bewusstseins befasst, wendet er sich den Nerven zu und zeigt, dass sich dort ohne Quantentheorie keine



H. P. Stapp: Mindful Universe
Springer, Berlin,
Heidelberg, 2007,
210 S., geb., 29,95 €
ISBN 9783540724131

Erklärung erreichen lässt. Nach einer Untersuchung von bewusstem Willen und Quanten-Zenon-Effekt setzt sich Stapp kritisch mit Roger Penroses Ansatz sowie mit einigen nicht-orthodoxen Interpretationen der Quantentheorie auseinander.

Das zentrale und zugleich problematischste Kapitel des Buches ist das zwölfte über den „verachteten Dualismus“. Einerseits wirft Stapp z. B. Philosophen wie David Chalmers vor, dass sie erwägen, die Substanz des Universums könnte Information sein und gleichzeitig ablehnen, die klassische Physik durch die Quantentheorie abzulösen.

Diese beruht auf einer Informationsstruktur, welche die erfahrenen Veränderungen im Wissen mit physikalischen Prozessen verbindet (S. 3). Andererseits schreibt Stapp: „Contemporary physics is essentially psychophysical, hence dualistic.“ (S. 79) Hierzu ist festzustellen, dass ein wie auch immer gearteter Dualismus nicht zu einer Lösung des Leib-Seele-Problems führen kann. Naturwissenschaft lässt sich nicht mit einem dualistischen Konzept verbinden. Denn entweder gibt es keine Interaktion zwischen den beiden Substanzen, dann haben wir keine Erklärung ihrer Wechselwirkung – oder aber, sie wirken aufeinander ein, dann werden sie eine gemeinsame Basis besitzen.

Diesen entscheidenden Schritt, nämlich über die Quanteninformation ein neues Konzept für Materie zu sehen, geht Stapp noch nicht. Solange die Einsteinsche Äquivalenz von Materie und Bewegung nicht auf Quanteninformation erweitert wird, müssen alle Versuche einer naturwissenschaftlichen Lösung des Leib-Seele-Problems noch Stückwerk bleiben.

Thomas Görnitz

Dr. Jens W. Tomm,
Max-Born-Institut für
Nichtlineare Optik
und Kurzzeitspektroskopie,
Berlin

**Prof. Dr. Thomas
Görnitz,** Institut für
Didaktik der Physik,
J. W. Goethe-Universität
Frankfurt/Main