



Absolutely Small

Dieses Buch hat ein hehres Ziel: Es soll ein intuitives Verständnis der Quantentheorie ohne den Gebrauch von Formeln vermittelt werden. Darüber hinaus soll es mithilfe der Quantentheorie eine Reihe von Alltagssituationen verständlich machen.

Die zu erwartende Leserschaft teilt sich laut Fayer auf in seine Kollegen (d.h. Chemieprofessoren), die neugierig sind, wie man ein ernsthaftes Buch über Quantentheorie ohne den Gebrauch von Mathematik schreiben kann, sowie Leute, die hoffen, Phänomene zu verstehen, die ihnen bislang verborgen blieben.

Ich rezensiere das Buch aus der Perspektive der ersten Personengruppe, auch mit der Idee, es vielleicht als Hilfsmittel zu verwenden, um in Vorlesungen für Erstsemester Quantentheorie für Erklärungen heranzuziehen. Dennoch sollte *Absolutely Small* als populärwissenschaftliches Buch verstanden werden, das eine breite, wissenschaftlich interessierte Zielgruppe ansprechen will. Dies wird durch den attraktiven Titel, das im Titel ausgewiesene Ziel des Buchs, die enthusiastischen Empfehlungen führender Wissenschaftler verschiedener Fachrichtungen auf dem Buchrücken und nicht zuletzt durch den attraktiven Preis von knapp 18 € für ein Buch mit festem Einband, mit 383 Seiten und vielen Schwarz-Weiß-Abbildungen unterstrichen.

Die Idee des Buchs ist es, dem Leser ein intuitives Verständnis der Quantentheorie zu vermitteln, ohne Mathematik anwenden zu müssen. Dies klingt zunächst nicht sehr vielversprechend, verwenden doch Quantentheoriekurse gewöhnlich schon zu Beginn Differentialgleichungen, dreidimensionale Integrale, spezielle Funktionen und lineare Algebra – ist dies wirklich vermeidbar? Fayer gelingt dies hervorragend, insbesondere für quantentheoretische Phänomene der organischen Chemie. Selbstverständlich enthält das Buch auch einige wenige Formeln, aber sie sind alle sehr einfach und vermitteln gewöhnlich Ergebnisse, darüber hinaus sind sie alle gut erklärt. Fayers Trick zum Vermeiden in Gleichungen gefasster Mathematik ist es, mithilfe von über 100 Abbildungen, jede mit ausführlicher Bildunterschrift, zu argumentieren.

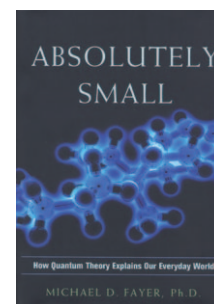
Das Buch ist wie viele Anfänger-Quantentheoriekurse für naturwissenschaftliche Studiengänge strukturiert: Die ersten 7 Kapitel beschäftigen sich mit den Grundlagen der Quantentheorie, beginnend mit Schrödingers Katze und Wahrscheinlichkeit, quantenmechanische („absolut kleine“) Körper und Heisenbergs Unschärferelation. Es werden Wellen anhand von Michelsons Interferometer wiederholt, der photoelektrische

Effekt erläutert, der Welle-Teilchen-Dualismus wird diskutiert, und alle wichtigen quantenmechanischen Begriffe wie Wahrscheinlichkeitsdichte, Eigenwert und –zustand, Impuls- und Ortswahrscheinlichkeitsverteilungen werden eingeführt. Fayer kehrt am Ende zur Heisenbergschen Unschärfe zurück und löst damit den „Quantenschlagball“, d.h. den quantenmechanischen eindimensionalen Potentialkasten. All dies gelingt ihm in der Tat mit sehr wenigen und einfachen Gleichungen, aber mit vielen Abbildungen nebst gut erklärendem Text. Dies ist meiner Meinung der beste Teil des Buchs, er ist besonders nützlich für Chemiker, die wenig Sinn für Mathematik haben, und er ist sogar geeignet, Quantentheorie in einem Chemiekurs für Nebenfächler mit begrenzten mathematischen Vorkenntnissen zu lehren.

In den Kapiteln 9–11 wird das Periodensystem der Elemente entwickelt. Es beginnt mit dem experimentellen Linienspektrum des Wasserstoffatoms, danach wird die Lösung der stationären Schrödinger-Gleichung anhand der Orbitale, deren Energien und der elektronischen Aufenthaltswahrscheinlichkeiten diskutiert. Nun wird anhand der Ergebnisse für das Wasserstoffatom das Periodensystem entwickelt, wobei nicht versäumt wird, auf das Paulische Ausschlußprinzip, die Hundsche Regel, das Aufbauprinzip sowie auf Atomgrößen detailliert einzugehen. Dieser Teil, einschließlich des Abarbeitens der einzelnen Perioden, ist für ein solides Verständnis der Chemie von großer Bedeutung, für den allgemeinen Leser allerdings etwas langatmig, insbesondere da die folgenden Kapitel sich fast ausschließlich auf die Elemente der ersten und zweiten Periode beziehen.

Kapitel 12–14 beschäftigen sich mit der kovalenten Bindung. Ausgehend von der Quantentheorie kann die kovalente Bindung in der Tat viel intuitiver als im „klassischen“ Valenzstrichmodell erklärt werden, in dem ad hoc Elektronenpaare und die Oktettregel vorausgesetzt werden. Stattdessen werden Molekülorbital-Diagramme eingesetzt, um Bindungsenergie und Bindungsordnung in zweiatomigen Molekülen – quantentheoretisch – zu erläutern. Hybridisierung und resultierende trigonale, tetraedrische und schließlich lineare Bindungsmuster werden anhand der Struktur mehratomiger Moleküle erklärt.

Ausgerüstet mit diesem Wissen widmet sich Fayer nun in den Kapiteln 15–19 realistischen Problemen, wobei weitere Grundlagen der – insbesondere organischen – Chemie behandelt und selbstverständlich anhand der Quantentheorie erklärt werden: Was geschieht mit Ethanol im Körper, und was ist unterschiedlich zum Methanol? Wie funktioniert Seife? Was sind Wasserstoffbrücken und warum sind Stoffe mit Wasserstoffbrücken bei Raumtemperatur flüssig? Was ist ein Fett, und warum sind *trans*-Fette ungesund?



Absolutely Small
How Quantum Theory Explains Our Everyday World.
Von Michael D. Fayer.
McGraw Hill, New York
2010. 400 S., geb.,
17,99 €. — ISBN 978-
0814414880

Wie erwärmt sich die Atmosphäre durch Treibhausgase? Schließlich erklärt er Elektronendelokalisierung in aromatischen Molekülen und entwickelt das Bändermodell in Festkörpern zur Erläuterung der elektrischen Leitung. Das letzte Kapitel ist eine Reprise, die den Leser motivieren soll, Alltagsphänomene durch „quantenmechanisches Denken“ zu erklären. Am Ende des Buchs beschreibt ein Glossar die wichtigsten Ausdrücke der Quantentheorie.

Zusammengefasst ist dies ein faszinierendes und sehr unterhaltsames Buch, mit packenden Ideen, wie man Quantentheorie der Öffentlichkeit ebenso wie Studienanfängern nahebringen kann. Leider enthält dieses Buch auch einige peinliche Fehler und Ungenauigkeiten. Zum Beispiel wird die MO-Energie anhand des Beispiels der Dissoziation von H_2 erläutert, wobei das bindende MO bei kleinen Abständen repulsiv wird (das heißt, die Abstoßung zwischen den Kernen wurde zur MO-Energie hinzugefügt) – statt zur korrekten 1s-Energie des Heliums zu konvergieren. Es gibt noch weitere, ähnliche Fehler, die hoffentlich in der nächsten Auflage des Buchs verschwinden werden. Es ist folglich schwierig, eine uneingeschränkte

Empfehlung für *Absolutely Small* zu geben, insbesondere sollte es nicht unreflektiert als Begleitmaterial für einen Kurs verwendet werden.

Absolutely Small zeigt mit Bravour, wie man sich der Quantentheorie mit intuitivem Verständnis nähern kann. Es kann als nützliches Ergänzungsmaterial für Vorlesungen dienen, wobei auf Fehler und Ungenauigkeit in der Erstausgabe geachtet werden muss. Die Quantentheorie bezieht sich vornehmlich auf die Chemie, und hier scheint das Werk besonders nützlich für Anfängerkurse zu sein. Das Buch veranschaulicht sehr schön, wie man überholte Konzepte des Verständnisses der chemischen Bindung vermeiden und stattdessen intuitive Quantentheorie verwenden kann. Darüber hinaus empfehle ich dieses Buch Naturwissenschaftlern uneingeschränkt als kurzweilige Lektüre.

Thomas Heine

School of Engineering and Science
Center of Functional Nanomaterials (NanoFun)
Jacobs University Bremen (Deutschland)

DOI: 10.1002/ange.201006576