

Spaziergang durch die Quantenwelt

Verschränkte Welt – Faszination der Quanten. Herausgegeben von *Jürgen Audretsch*. Wiley-VCH, Weinheim 2002. XVI + 222 S., Broschur 24.90 €.—ISBN 3-527-40318-3

Berichte über Quantencomputer, Quanten-Informationsverarbeitung, -Kryptographie, -Teleportation und auch „Quanten-Katzen“ füllen nicht nur manche der international führenden Fachzeitschriften der Physik, Informatik und Elektronik, sondern des Öfteren auch Tageszeitungen, populäre Zeitschriften und sogar Fernsehsendungen. Neuerdings wird die Forschung an Quantentechnologien auch von Privatfirmen finanziell (mit mehreren hundert Millionen Dollar) gefördert.

Die Grundlage aller dieser Forschungsgebiete und potenziellen Anwendungen bildet das von Erwin Schrödinger entdeckte fundamentale physikalische Phänomen der Quantenverschränkung (oder einfach Verschränkung, engl.: entanglement), dessen Erklärung das vorliegende Buch zum Ziel hat. Sein Titel bzw. seine ganze Aufmachung suggeriert, dass es sich um ein leicht verständliches, ja „populäres“ Buch handelt. Der Stil der diversen Beiträge (Sprache, Zeichnungen und



Diagramme, mathematische Formeln), die von verschiedenen kompetenten Fachwissenschaftlern stammen, ist möglichst einfach gehalten, jedoch ohne die Korrektheit des behandelten wissenschaftlichen Stoffes zu beeinträchtigen. Insofern wendet sich dieses Buch an ein breit gefächertes Publikum, wozu auch Studierende aller Semester der Natur- und Ingenieurwissenschaften gehören. Doch das behandelte Thema ist von Natur aus „schwierig“, da das Phänomen der Verschränkung kein klassisch-mechanisches Analogon besitzen kann und sich deshalb unserer Anschauung entzieht.

In den verschiedenen Kapiteln wird der Leser mit allen gängigen Facetten der Verschränkung sowie auch mit vielen mit ihr in Beziehung stehenden quantentheoretischen Effekten konfrontiert, z. B. Nichtlokalität, Nichtseparabilität, Quanteninterferenz, Superpositionsprinzip, Einstein-Podolsky-Rosen-Korrelationen, Bell'sche Ungleichungen, Zeno-Effekt usw. Neben diesen physikalischen Aspekten und Fragestellungen werden (in getrennten Kapiteln) auch informationstheoretische, technologische und auch philosophische Grundlagen dieser Quantenphänomene besprochen. Ferner ist ein interessantes Kapitel zur Historie der sog. Bohr-Einstein-Debatte zu den Grundlagen der Quantenmechanik aufgenommen.

Beispielsweise erfährt man Grundlegendes über die Technologie zur Handhabung einzelner Atome (Ionen, Quantenpunkte usw.), mit dem Ziel, den Prototyp eines ersten Quantencomputers oder -codierers zu realisieren. Weiterhin wird dem Leser Wissenswertes aus dem modernen Wissenschaftsgebiet der Quanten-Information bzw. -Informatik geboten, und ihm werden sogar die Grundidee und die wesentlichen Schritte des berühmten Shor-Algorithmus erläutert.

Ein spezielles Kapitel ist dem Effekt der Dekohärenz, d. h. dem „schnellen Zerfall der Verschränkung“, in materiel-

len Systemen unserer natürlichen Umgebung gewidmet. Der Nichtspezialist wird hier mit der überraschenden Tatsache konfrontiert, dass man heutzutage die Entstehung (bzw. die Quantendynamik) der Verschränkung zwischen „getrennten“ Systemen theoretisch in exzellenter Weise versteht, dagegen die Dynamik des Zerfalls verschränkter Zustände und den Übergang von der Quantenphysik zur klassischen Physik noch nicht.

Dieses Buch ist auch hinsichtlich der angenehmen und homogenen sprachlichen Darstellung (trotz der verschiedenen Autoren) zu loben. Sein Inhalt ist leicht über das Inhaltsverzeichnis sowie über das Sachregister erschließbar. Hervorzuheben sind auch die beträchtliche Vielfalt und die fachliche Relevanz der in allen Kapiteln angegebenen Fachliteratur.

Nach diesen Ausführungen könnte sich einem die Frage aufdrängen, was das denn alles mit Chemie zu tun hat? Sie ist sicherlich nicht unberechtigt, da Verschränkung und Dekohärenz z. B. in der traditionellen Quantenchemie bekanntlich keine Rolle spielen. Doch spätestens seit dem experimentellen Nachweis der Quantendelokalisation (über mehr als 1000 Å) und Selbstinterferenz von Fulleren-Einzelmolekülen (A. Zeilinger, 1999) wissen wir, dass die genannten Quantenphänomene auch die Chemie tangieren. Weiterhin werden die im Buch angegebenen Beispiele zur Existenz und Herstellung verschränkter Zustände zwischen Atomen und Ionen den nicht „klassisch voreingenommenen“ Chemiker zu einer anderen Frage führen: Wenn verschränkte Zustände im Labor so „leicht“ entstehen können, ist es nicht naheliegend anzunehmen, dass auch die Natur bei einer Vielfalt von chemischen Reaktionen von diesem Effekt Gebrauch macht? Die vielen Aspekte der Verschränkung sind Themen, die in die Grundvorlesungen der Universitäten bald Einzug finden sollten.

Diese Rubrik enthält Buchbesprechungen und Hinweise auf neue Bücher. Buchbesprechungen werden auf Einladung der Redaktion geschrieben. Vorschläge für zu besprechende Bücher und für Rezensenten sind willkommen. Verlage sollten Buchankündigungen oder (besser) Bücher an die Redaktion Angewandte Chemie, Postfach 101161, D-69451 Weinheim, Bundesrepublik Deutschland senden. Die Redaktion behält sich bei der Besprechung von Büchern, die unverlangt zur Rezension eingehen, eine Auswahl vor. Nicht rezensierte Bücher werden nicht zurückgesandt.

Abschließend möchte ich dieses kurze und spannende Buch jedem Chemiker sehr ans Herz legen. Insbesondere können Studierende und junge Wissenschaftler durch dessen Lektüre in die glückliche Lage versetzt werden, einen ersten tieferen Kontakt mit einem sich in stürmischer Entwicklung befindlichen Gebiet der Wissenschaft (seit kurzem auch der Chemie!) und der modernen Technologie herzustellen.

C. Aris Chatzidimitriou-Dreismann
Institut für Chemie
der Technischen Universität Berlin

Voyage Through Time: Walks of Life to the Nobel Prize. Von *Ahmed H. Zewail*. American University of Cairo Press, Cairo 2002. 288 S., geb. 22.95 \$.—ISBN 977-424-677-2

Am 12. Oktober 1999, als der Nobel-Preisträger für Chemie im Internet bekannt gegeben wurde, beglückwünschte ich Ahmed Zewail per Fax (es war Tagesanbruch in Kalifornien). Kurze Zeit später war es nicht mehr möglich, mit ihm zu telefonieren. Deshalb beschloss ich, 24 Stunden zu warten, und versuchte es am nächsten Tag noch einmal. Diesmal erreichte ich wenigstens sein Sekretariat, das mir mitteilte, er sei in einer Besprechung mit zwei Postdoktoranden über eine Veröffentlichung. „Life as usual“ – ich war bass erstaunt! Am folgenden Tag rief er mich um 10 Uhr an (in Kalifornien war es 1 Uhr), um mir für den Glückwunsch und den Anruf zu danken. Ich war tief bewegt. Warum hat er sich bei dem ganzen „Dureinander“ um einen Rückruf gekümmert? Diese Vorfälle kennzeichnen meines Erachtens Ahmed Zewails Persönlichkeit: Leidenschaft und Strenge bei der wissenschaftlichen Arbeit, Großzügigkeit und Großherzigkeit in den Beziehungen zu seinen Mitmenschen. Selbst auf dem Gipfel des Ansehens und der internationalen Anerkennung hat sich sein Charakter nicht verändert.



Diese Beurteilung wird durch seine kürzlich veröffentlichte Autobiographie untermauert, in der er überzeugend und einfach seinen bisherigen Lebenslauf schildert. Wir lernen den Weg eines jungen Mannes kennen, der ihn von der kleinen Stadt Desuq im Nildelta in eine andere Kultur und schließlich zu höchsten wissenschaftlichen Ehren führte. Dank seiner brillanten Einsichten und seiner menschlichen Qualitäten erhält er als erster Araber und Ägypter den (ungeteilten!) Nobel-Preis der Wissenschaften. Die gesamten Ausführungen sind mit Anekdoten und Geschichten angereichert, die er mit dem legendären ägyptischen Sinn für Humor erzählt. Aber eine Botschaft ist klar zu erkennen, seiner Zeitreise als Wissenschaftler und Humanist liegt eine bestimmte Lebensphilosophie zugrunde.

In den 1950er Jahren, als Präsident Nasser den Stolz wiederherstellte und versuchte, den Kolonialismus und seine Folgen abzuschütteln, herrschte in Ägypten und in der arabischen Welt große Hoffnung. Ferner war (und ist) Ägypten wegen seiner kulturellen, künstlerischen und journalistischen Kreativität der „Leuchtturm“ der arabischen Welt. Ahmed Zewail beschreibt besonders die Stimmung dieser Jahre einschließlich seiner Bewunderung für Oum Kalthoum, die Diva der arabischen Musik, die sein Leben so stark beeinflusst hat. Später sollte er von dem Berliner Chemiker A. Chemseddine der „Oum Kalthoum der Chemie“ genannt werden, ein Titel, den er sicherlich hoch schätzt. Die Worte, die Präsident Nasser dem 10-jährigen Ahmed schrieb, klingen heute wie eine Prophezeiung: „...I ask you to continue with patience and passion in harvesting Science and Knowledge, armed with good behaviour and good thought so you can participate in the future of building the great Egypt.“ Dieser Trieb zur Vorzüglichkeit verbunden mit der Einfachheit und Hochherzigkeit in den zwischenmenschlichen Beziehungen in seiner Heimatstadt Desuq und später in Alexandria haben zweifellos seine Lebensweise im Allgemeinen und sein wissenschaftliches Schaffen im Besonderen geprägt.

Nachdem er 1969 seinen MSc erhalten hatte, war es seinem in den USA ausgebildeten Mentor an der University of Alexandria zu verdanken, dass er be-

schloss, seine Doktorarbeit in den USA anzufertigen. Die Ankunft 1969 in Amerika war der Beginn eines neuen Lebensabschnitts, er wechselte in eine völlig andere Welt. Zewail erinnert sich lebhaft an diese Anfänge einer neuen Lebensweise, eine Zeit mit Hindernissen und Herausforderungen, angefangen von der Sprache bis hin zu neuen Technologien — vor dieser Zeit hatte er noch nichts über Laser gehört! Doch er besitzt die Fähigkeit, das Beste einer neuen Kultur sowohl im sozialen als auch beruflichen Bereich aufzunehmen. Bemerkenswert ist, dass er keine der Erfahrungen, die er machte, negativ kommentiert, auch wenn sie ihn hart trafen oder seine Gefühle verletzten. Diese Erfahrungen haben erheblich zur Entwicklung seiner Persönlichkeit beigetragen und waren von großem Nutzen bei der Bewältigung zukünftiger Herausforderungen.

Ende 1973 erhielt Ahmed Zewail sein PhD von der University of Pennsylvania. Anschließend wechselte er nach Berkeley. Der Umzug von Philadelphia nach Berkeley war ähnlich dramatisch wie der Wechsel von Alexandria nach Philadelphia, besonders als er die „Telegraph Avenue“ zum ersten Mal erblickte. Jedoch bot Berkeley ihm große Möglichkeiten, und die zwei Jahre „Übergangszustand“ trugen zum Aufbau seiner künftigen Karriere bei. Er konnte in einer wissenschaftlich herausragenden Umgebung arbeiten und seine Überlegungen zur Kohärenz und deren Anwendung auf Atome und Moleküle weiter vertiefen. Hier befasste er sich auch mit einem neu entwickelten Picosekunden-Laser, was zum Sprungbrett wurde für seine neuen Forschungen, die er 1976 am Caltech begann.

Die Kohärenz beschäftigte ihn andauernd, und in einer Reihe von Arbeiten leistete er Pionierarbeit auf dem Gebiet der molekularen Kohärenz mit Lasern. Er war der Erste, der geformte Impulse zur Untersuchung von molekularen Prozessen verwendete. Diese Arbeiten erreichten ihren Höhepunkt in der Femtochemie. In der Femtochemie werden Kernbewegungen in Molekülen untersucht. Dabei kommt es zum Bruch, zur Bildung und Umformung chemischer Bindungen, zu Vorgängen auf einer extrem kurzen Zeitskala, die von Femtosekunden (fs) bis Picosekunden (ps) reicht. In diesem Bereich liegen Schwin-