

1 Quantenmechanik und moderne Welt

Die Quantenmechanik wird heute nicht nur für Studierende der Physik, Mathematik und Chemie unterrichtet, sondern auch für Studierende der Nano- und Halbleitertechnologien, der Materialwissenschaften ... Sie hat Eingang gefunden in die Lehrpläne der Gymnasien. An Technischen Hochschulen und Fachhochschulen werden einführende Kurse gegeben. Das ist bemerkenswert angesichts der Tatsache, dass die Quantenmechanik bis in die 50er Jahre meistens nur in der Grundlagenforschung der Physiker und Chemiker verwendet wurde.

In den letzten zwei Generationen hat die experimentelle Quantenphysik enorme Fortschritte erzielt und neue, ungeahnte Möglichkeiten eröffnet. Zentrale Überlegungen und Ideen, die man früher nur in Gedankenexperimenten hinterfragen oder bestätigen konnte, lassen sich heute in realen Experimenten überprüfen. Man kann *einzelne* Photonen und *einzelne* Teilchen erzeugen und ihr Verhalten beobachten und manipulieren. Die Relevanz der Quantenmechanik für die modernen Technologien ist kaum zu überschätzen und begann vor allem mit dem Transistor (in den 1940er Jahren) und dem Laser (1960). Heute benutzen die meisten modernen Geräte die Gesetze der Quantenmechanik: Computer, Handys, Navigationsgeräte, LCD-Fernseher, LEDs, CD- und DVD-Spieler, Solaranlagen, Strichcode-Leser, Kernspintomographen, Die Liste ist nahezu endlos. Der Leser mag sich selber ausdenken, wie die Welt heute wohl ohne elektronische Geräte und ohne Informatiker aussehen würde.

Die Quantenmechanik eröffnet neue Möglichkeiten für die Informationstechnologien. In der *Quanteninformatik* spielen die Überlagerungen und Verschränkungen von Zuständen eine zentrale Rolle. Die bereits in der Praxis eingesetzte Quantenkryptographie deckt jeden Lausangriff auf die Schlüsselübertragung auf. Die Quantenteleportation überträgt Zustände von einem Quantenobjekt auf ein anderes. In Zukunft sollen Quantencomputer bestimmte Rechenaufgaben viel schneller lösen als klassische Computer.

In den hochentwickelten Industriestaaten beruhen über 25 % des Bruttoinlandsproduktes, also des Gegenwertes von allen erzeugten Waren und allen erbrachten Dienstleistungen, auf der Quantentheorie. Im 21. Jahrhundert wurden in der EU und in vielen Ländern milliardenschwere Förderprogramme für die Quantentechnologien aufgelegt. Zwanglos können wir feststellen:

Mit der Quantenmechanik kann man gute Geschäfte machen und viel Geld verdienen.

Mit Kenntnissen der Quantenmechanik kann man sogar Bundeskanzlerin werden.

Sehr spektakulär, ja fast schon unglaublich sind neue Untersuchungen in der „Quantenbiologie“: 2010 behaupteten Wissenschaftler am Berkeley Lab in Kalifornien, stabile *Verschränkungen in biologischen Systemen* entdeckt zu haben. Die Verschränkungen sollen u. a. die hohe Effizienz der Photosynthese ermöglichen, bei der Pflanzen und Bakterien Sonnenenergie in chemische Energie umwandeln. Die Aussage, dass Verschränkungen in biologischen Systeme

2 | 1 *Quantenmechanik und moderne Welt*

men bei Zimmertemperaturen und zahlreichen Umgebungseinflüssen existieren, ist höchst erstaunlich; denn die Verschränkung gilt in der Regel als eine sehr zerbrechliche und exotische Eigenschaft und kann im Labor nur kurzfristig im Ultravakuum und bei Temperaturen in der Nähe des absoluten Nullpunktes bestehen. Beim Quantencomputer ist die Aufrechterhaltung von Verschränkungen ein ganz zentrales Problem.

Trotz aller Zweifel an Verschränkungen in der belebten Natur wird seit einigen Jahren in vielen Labors ernsthaft untersucht, ob die Verschränkung und andere quantenmechanische Effekte eine tragende Rolle in der Biologie spielen.

Vögel nehmen das Magnetfeld der Erde wahr. Auch hier gibt es neuerdings ernst zu nehmende Hinweise für Quanteneffekte und Verschränkungen im Magnetfeldkompass der Vögel.

Ich hoffe, diese wenigen Erläuterungen wecken die Neugier des Lesers und motivieren ihn für das Studium der einzigartigen und oft absonderlichen Welt der Quanten.