

Ein Interview mit Lars Jaeger

Fragen

1. Herr Jaeger, Ihr neues Buch „*Die zweite Quantenrevolution. Vom Spuk im Mikrokosmos zu neuen Supertechnologien*“ erscheint im Herbst diesen Jahres bei Springer Spektrum. Was hat Sie zu diesem Thema motiviert?

Seit meiner Jugend hat mich die Quantenphysik fasziniert, zunächst von der philosophischen Seite, was mich dann auch dazu gebracht hat, Physik und Philosophie zu studieren. In den letzten Jahren war es dann aber auch ihr enormes technologisches Potential, wobei gerade in den letzten Jahren immer deutlicher wurde, dass uns hier noch einiges bevorsteht. Da habe ich dann das eine mit dem anderen verbunden, und daraus wurde dann dieses Buch: eine Aussicht auf aufregende neue Technologien und eine Einsicht in die faszinierendste und vielleicht bizarrste physikalische Theorie des 20. Jahrhunderts.

2. In Ihrem Buchtitel sprechen Sie von der zweiten Quantenrevolution. Was hat die erste Quantenrevolution gebracht, und was ist nun von der zweiten zu erwarten?

Die erste Quantenrevolution ist längst konkreter Bestandteil unseres Lebens: Elektronik, Digitaltechnologien (die auf integrierten Schaltungen auf Halbleiterchips beruhen), Mobiltelefon, Laser, Nukleartechnik, Elektronenmikroskop, LED-Licht, die moderne Chemie, medizinische Diagnostik wie die Magnetresonanztomographie, Supraleitung (die auf speziellen quantenphysikalischen Eigenschaften von Festkörpern beruht) – all diese Technologien sind ohne Quantenphysik nicht möglich. Physikalisch gesprochen beruhen sie alle auf der Kontrolle des Verhaltens großer Ensembles von Quantenteilchen: der Steuerung des Flusses *vieler* Elektronen, der gezielten Anregung einer *großen* Anzahl von Photonen, der Messung des Kernspins *massenhafter* Atome. Konkrete Beispiele sind der Tunneleffekt in modernen Transistoren, die Kohärenz von Photonen beim Laser, die Spin-Eigenschaften der Atome bei der Magnetresonanztomographie, die Bose-Einstein-Kondensation oder die diskreten Quantensprünge in einer Atomuhr.

Der renommierte Quantenphysiker Rainer Blatt sagt für das 21. Jahrhundert ein weiteres „Jahrhundert der Quantentechnologie“ voraus, das sowohl die Wirtschaft als auch die Gesellschaft noch einmal fundamental verändern werde. Wir beginnen gerade erst zu verstehen, was uns durch diese Revolution an Möglichkeiten erwächst, so Blatt. Bei der sich abzeichnenden zweiten Generation von Quantentechnologien steht etwas ganz Neues im Vordergrund: die gezielte Präparation, Kontrolle, Manipulation und nachfolgende Auslese der Zustände *einzelner* Quantenteilchen und ihre Wechselwirkungen miteinander. Von entscheidender Bedeutung ist hier eines der ominösesten Phänomene in der Quantenwelt, das bereits den Gründungsvätern der Quantentheorie viel Kopfzerbrechen bereitet hat: die *Verschränkung*. Ihr wird ein großer Teil des Buches gewidmet. Die wohl aufregendste Technologie der zweiten Quantenrevolution ist der Quantencomputer, der heutige Computer um ein millionenfaches überbieten könnte, was Schnelligkeit und Recheneffizienz angeht.

3. Sie bezeichnen die Quantenphysik als die „für unser heutiges Leben bedeutendste wissenschaftliche Theorie“. Was macht die Quantenphysik so wichtig in Ihren Augen?

Von moderner Chemie bis zur Festkörperphysik, von der Signalverarbeitung bis zu den modernen bildgebenden Systemen in der Medizin – überall treffen wir heute auf Quantenphysik. Tagtäglich vertrauen wir ihren Gesetzen, wenn wir in ein Auto steigen (und uns auf die Bordelektronik verlassen), unseren Computer hochfahren (der aus integrierten Schaltkreisen, d. h. einer auf Quantenphänomenen beruhenden Elektronik, besteht), Musik hören (CDs werden durch Laser, einem reinen Quantenphänomen, ausgelesen), Röntgen- oder MRT-Aufnahmen unseres Körpers machen, uns von GPS leiten lassen oder mittels unseres Handys kommunizieren. Nach verschiedenen Schätzungen beruht heute zwischen einem Viertel und der Hälfte des Bruttozialprodukts der Industrienationen direkt oder mittelbar auf Erfindungen mit quantentheoretischer Grundlage. Es gibt wohl keine andere wissenschaftlich Theorie mit ähnlich großem Einfluss auf unser modernes Leben.

4. Die Quantenphysik scheint Auswirkungen auf alle anderen Wissenschaften zu haben. Wie passen Physik und Philosophie zusammen?

Bereits die Gründungsväter (und vereinzelt auch –mütter) der Quantentheorie merkten, dass die neue Theorie des Mikrokosmos jahrtausendealte philosophischen Konzepte und Prinzipien hinterfragte. So gingen die meisten Denker von einer substantiellen und objektiven, d. h. unabhängig von uns existierenden Natur aus (auch wenn sich damit immer schon philosophische Schwierigkeiten verbanden). Ohne diese metaphysische Grundlage hätte die wissenschaftliche Revolution im 17. Jahrhundert kaum stattfinden können. Doch die Quantenphysik stellt diese – zumindest im Mikrokosmos – in Frage. Die Diskussionen um die Deutung der Quantenphysik in den späten 1920er- und in den 1930er-Jahren, wie sie sich beispielsweise in der Bohr-Einstein-Debatte oder den Deutungsversuchen des Messproblems durch Erwin Schrödinger ergaben, zählen zu den bedeutendsten philosophischen Diskussionen des 20. Jahrhunderts.

5. Die Quantenphysik ist hochabstrakt und vor allem kontraintuitiv. Warum ist sie trotzdem so relevant für unsere Gesellschaft und nicht nur für die Physiker?

Tatsächlich lassen sich viele der Phänomene und Gesetze der Quantentheorie mit dem „gesunden Menschenverstand“ kaum verstehen. Dennoch können wir uns auf diese Theorie 100% verlassen. Sie ist die empirisch am besten belegte Theorie der gesamten Wissenschaften. Wie bereits erwähnt, treffen wir überall im Alltag auf sie. Man könnte so weit gehen und sagen: Die Quantentheorie ist eine wesentliche Grundlage unseres modernen Lebens.

6. In Ihrem letzten Buch „Supermacht Wissenschaft. Unsere Zukunft zwischen Himmel und Hölle“ ging es auch um die kontroversen Seiten oder gar Gefahren der Wissenschaft, dieses Buch widmen Sie nun recht optimistisch den Chancen der Quantenphysik. Welche potenziellen Gefahren sehen Sie in der Quantenphysik?

In der Tat ging es in meinem erwähnten letzten Buch um die allgemeinen Gefahren der wissenschaftlichen und technologischen Entwicklung, doch eben auch um ihre atemberaubenden Möglichkeiten. Ich bin im Allgemeinen optimistisch, was unsere Zukunft im Angesicht des technologischen Fortschrittes angeht. Nur braucht es dafür halt auch ein paar Bedingungen. Das habe ich auch im dritten Teil der „Supermacht Wissenschaft“ versucht darzulegen. Das jetzige Buch vertieft dies alles speziell für das Gebiet der Quantentechnologien. Konkret wären beispielsweise mit

einem Quantencomputer die gängigen Kodierungsverfahren nicht mehr sicher. Das hätte gewaltige Auswirkungen auf die Arbeit der Geheimdienste und des Militärs.

7. Die Möglichkeiten der Quantentechnologien erscheinen ja unerschöpflich. Was für „Quantensprünge“ kommen in den nächsten Jahren auf uns zu?

Zunächst mal sollte man mit dem Wort „Quantensprung“ vorsichtig sein. Entgegen der gedachten Bedeutung handelt sich hierbei um einen kleinstmöglichen Sprung. Doch natürlich werden mit den neuen Quantentechnologien sehr große Sprünge möglich. Zwei Bereiche, die ich in meinem Buch besonders behandle, sind die Nanotechnologie und der Quantencomputer. Sie könnten die Gesellschaft des 21. Jahrhunderts genauso stark oder sogar stärker prägen als Mikroelektronik, Laser und bildgebende Verfahren das 20. Jahrhundert. Aber daneben gibt es auch noch zahlreiche andere neue Quantentechnologien.

8. Mit dem Quantum Flagship vereint die EU ab 2019 ein Fördervolumen von einer Milliarde Euro für zehn Jahre für die europäische Quantenforschung mit über 5000 Wissenschaftlern. Wie bewerten Sie diese Initiative?

Nun ja, die Politik hat eben so langsam auch erkannt, dass hier ein enormes technologisches Potential vor uns liegt. Von daher ist diese Initiative nur logisch – und damit natürlich auch begrüßenswert.