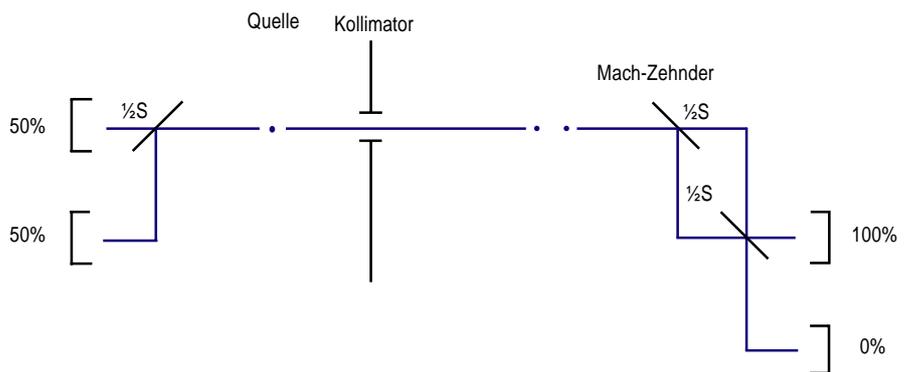


Mit einem Sarfatti-Telegraphen zurück in die Vergangenheit?

Von Jürgen Parisi und Otto E. Rössler

Seit ihrer Begründung durch Werner Heisenberg und andere gehört die Theorie der Quantenmechanik mit ihrem Prinzip der Unschärfe - als Konzept des unauslöschlichen Zufalls - zu den Grundlagen der Physik. Jedoch anders als bei der Relativitätstheorie äußern viele Physiker bis auf den heutigen Tag immer wieder Zweifel an diesem Modell. So haben sich etwa Max Planck und Albert Einstein vergeblich bemüht, die Theorie der Quantenmechanik zu widerlegen. Von Einstein ist in diesem Zusammenhang das Wort überliefert: „Gott würfelt nicht“. Auch der Physiker John Bell (1928 - 1990) gehörte zu den bekanntesten Kritikern der Theorie. Bell veranstaltete zahlreiche Experimente mit dem Ziel der Widerlegung der Quantenmechanik, allerdings ohne ein greifbares Ergebnis. Im Folgenden werden Überlegungen für ein Experiment vorgestellt, das - wenn es denn erfolgreich durchgeführt werden könnte - die Theorie der Quantenmechanik zumindest „leicht erschüttern“ würde und zudem weitreichende Folgen für unser Weltbild hätte.

The theory of quantum mechanics, with its principle of fuzziness as a concept of unavoidable randomness, has, since its first formulation by Werner Heisenberg and others, become a part of the foundations of physics. Yet in contrast to the theory of relativity, the theory of quantum mechanics has always been questioned by many physicists. For example, both Max Planck and Albert Einstein tried unsuccessfully to refute the theory. Einstein is said to have remarked „God does not throw dice“. The physicist John Bell (1928-1990) was another of the well-known critics of the theory. He designed numerous experiments with the goal of refuting the theory, but never obtained palpable results. The following treatise presents suggestions for an experiment, which - if it should be successfully completed - would at least „slightly shake“ the theory of quantum mechanics, and also extensively affect our concept of the world.



Vereinfachtes Schema eines Experiments mit korrelierten Photonen auf der Basis von zwei halbversilberten Spiegeln ($\frac{1}{2} S$). Die Weglängen dürfen beliebig stark verschieden sein. Die beiden Lichtwege im Mach-Zehnder-Interferometer rechts sind gleich lang, sodaß eine konstruktive Interferenz unabhängig von der Photonenfrequenz vorliegt (100 % bzw. 0 % zum Beispiel). Die Messung links liefert automatisch Pfadinformation über die rechte Seite und sollte daher die Interferenz zerstören (entsprechend 50 % oben und 50 % unten). Das entspräche einer Fernwirkung.

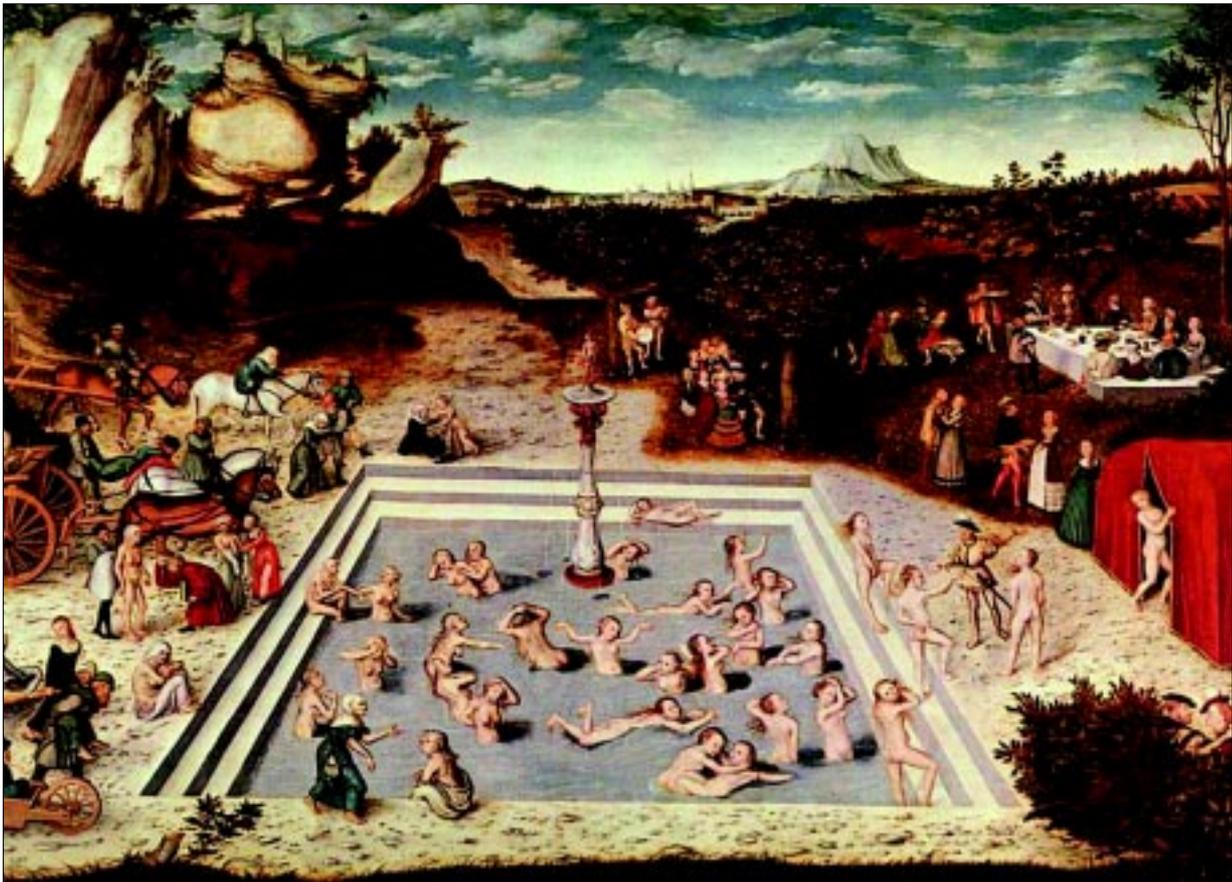
Wäre es nicht schön, mit Überlichtgeschwindigkeit zu kommunizieren? Dieser Traum wird nach Meinung von Jack Sarfatti durch die Quantenmechanik realisierbar. Wir sind skeptischer, finden aber im Moment kein Haar in der folgenden Suppe, die streng nach den Vorschriften der Quantenmechanik gekocht zu sein scheint.

Welcher Physiker hätte nicht schon versucht, ein Schema für einen Einstein-Telegraphen anzugeben? Dabei kommt es vor allem auf leichte Widerlegbarkeit an, entweder theoretisch oder experimentell oder beides. In der Quantenmechanik gibt es so genannte korrelierte Photonen, die wie telepathisch verbundene Zwillinge bei gleicher experimenteller Anordnung immer haargenau dasselbe machen, und bei leicht verschiedener experimenteller Anordnung verraten, dass sie über das Resultat der anderen Seite informiert sind. Die Mathematik dazu ist die aus dem Malusschen Kosinusquadratgesetz von 1805 abgeleitete berühmte Bellsche Ungleichung.

Der Vorschlag benutzt, anders als in den meisten Fällen von Bell-Experimenten, nicht Polarisatoren zur Korrelationsmessung, sondern halbdurchlässige Spiegel - ähnlich wie im 11-Kilometer-Experiment

von Ghisin in Genf. Das Schema des Experiments ist in obiger Abbildung angegeben. Die Quelle produziert Photonenzwillinge, die im Moment der Emission noch pluripotent sind, d.h. nicht in ihren individuellen Eigenschaften festgelegt (nur der Gesamtspin ist Null). Links werden sie durch einen halbdurchlässigen Spiegel getrennt und nach kurzer Wegstrecke in Detektoren abgeführt, wobei sie brav mit gleicher Wahrscheinlichkeit in die beiden Messkörbe fallen. Rechts ist der Weg länger - das ist die erste Raffinesse. Wegen der Symmetrie ihrer Eigenschaften zu denen der links gemessenen Photonen kann man daher sicher wissen, welchen Weg sie nach dem ersten halbversilberten Spiegel genommen haben. Andererseits ist der Strahlengang rechts so raffiniert gestaltet, dass man - wäre die rechte Seite allein - sicher sein könnte, dass fast alle Photonen sich am oberen Detektor einfinden. Denn der aus einem Mach-Zehnder-Interferometer herauskommende Strahl ist wieder perfekt rekonstruiert: 100 Prozent ins obere Körbchen.

Die „Kollision“ besteht darin, dass wir *zusätzlich* wissen, welchen Weg die Photonen im Mach-Zehnder-Interferometer rechts genommen haben. Beide Arten von Wissen überschreiten zusammengenommen das



Ein alter Menschheits-
traum als
physikalische
Realität?
Lukas
Cranachs
„Jungbrun-
nen“.

Maß dessen, was die Quantenmechanik erlaubt. Es muss also entweder irgendwo ein Fehler sein oder die Quantenmechanik verlangt, dass rechts auch 50 Prozent in jeden Kasten fallen. Damit wäre ein Weg gefunden, wie eine Messung, die links stattgefunden hat, mit Überlichtgeschwindigkeit rechts einen messbaren Effekt verursacht.

Wo könnte der Wurm sein? Der Kollimator - das den Strahl rechts einengende Loch - ist möglicherweise der Schwachpunkt. Wenn er genügend eng ist, zerstört er die Spiegelkorrelation der Photonen im Paar. Das verbleibende quantitative Problem besteht darin, zu zeigen, dass wirklich überhaupt kein Resteffekt übrig bleibt. Dass also *alle* Interferenz (Differenz zwischen oben und unten), die rechts auftritt, durch unkorrelierte Photonen verursacht ist. Denn ein einziges verbleibendes Prozent korrelierter Photonen würde für einen wirksamen Telegrapheneffekt vollauf genügen, da die Strahlhelligkeit im Prinzip beliebig groß gemacht werden kann.

Bisher hat in allen ähnlichen Fällen das Kleingedruckte in der Quantenmechanik immer alle Hoffnungen wieder zunichte gemacht. Ebenso ist es wahrscheinlich in diesem Fall. Doch wenn wir einmal den

unwahrscheinlichen Fall annehmen, dass hier wirklich eine Kollision zwischen Quantenmechanik und Relativität besteht, was wären die Folgen? Nach Meinung einiger Physiker (wie Günter Nimtz) würde

ein funktionierender Einstein-Telegraph bedeuten, dass man Nachrichten in die eigene Vergangenheit schicken könnte. Das wäre etwas, das auch Geisteswissenschaftler in Aufregung versetzen könnte.

Die Autoren



Prof. Dr. Jürgen Parisi, Wissenschaftlicher Leiter der Abteilung Energie- und Halbleiterforschung am Fachbereich Physik, wurde 1995 nach Oldenburg berufen. Er studierte Physik in Stuttgart und Tübingen, wo er 1982 promovierte und sich fünf Jahre später habilitierte. Nach einer Lehrstuhlvertretung an der Universität Bayreuth und einer Gastprofessur an der Universität Zürich folgte er 1992 einem Ruf an die Universität Bayreuth. Die Forschungsaktivitäten seiner Arbeitsgruppe reichen von den physikalischen Grundlagen kondensierter Materie bis hin zu technischen Anwendungen regenerativer Energiesysteme. Während bei letzteren praxisnahe Analysen zur Energiemeteorologie, Solar- und Windenergie (auf makroskopischer Skala) im Vordergrund stehen, behandeln erste-

re moderne festkörperphysikalische Fragestellungen zur Nichtlinearen Dynamik, Photovoltaik, Optoelektronik und Nanosensorik mit räumlich, zeitlich und spektral hochauflösenden Nachweisverfahren (auf mikroskopischer Skala).



Mitautor Prof. Dr. Otto E. Rössler ist Mitglied des Instituts für Physikalische und Theoretische Chemie, Abteilung Theoretische Chemie, an der Universität Tübingen. Der gebürtige Berliner studierte zu Beginn der sechziger Jahre Medizin und war anschließend Schüler von Konrad Lorenz (Seewiesen) und Robert Rosen (Buffalo). Seit 1970 forscht und lehrt Otto Rössler in Tübingen. Nach seiner Habilitation im Jahr 1973 erhielt er vier Jahre später eine Professur für Theoretische Biochemie. Seine Hauptarbeitsgebiete sind Gleichungen, Hyperchaos und Endophysik.