

°°° SPERRFRIST: Sonntag, 3. Juni 2007, 19.00 Uhr MEZ °°°

## **Einsteins „spukhafte Fernwirkung“ über Rekord-Distanz nachgewiesen – Praktische Anwendung in der abhörsicheren Kommunikation**

**Einstein nannte sie die "spukhafte Fernwirkung", jetzt ist sie hoch über dem Atlantik über 144 km nachgewiesen worden.**

In einer experimentellen Studie für die Europäische Raumfahrtagentur ESA hat ein europäisches Konsortium von Wissenschaftlern unter Leitung der Universität Wien und des Max-Planck-Instituts für Quantenoptik (MPQ) gezeigt, dass die so genannte quantenmechanische Verschränkung selbst über eine Distanz von 144 km nachweisbar bleibt - 10 mal weiter als je zuvor gemessen. Dies wurde in einem Experiment zwischen den kanarischen Inseln La Palma und Teneriffa demonstriert. Dieses Ergebnis hat sowohl Bedeutung für die Grundlagenphysik als auch für die praktische Anwendung: Die Quantenkorrelationen können zur Erzeugung eines geheimen Schlüssels und damit zur abhörsicheren Nachrichtenübertragung verwendet werden. Das berichten die Teams von Anton Zeilinger (Universität Wien) und Harald Weinfurter (MPQ Garching), sowie Wissenschaftler aus Bristol und Padua in der aktuellen Ausgabe der Zeitschrift Nature Physics (<http://www.nature.com/nphys/index.html>).

Verschränkte Lichtteilchen (Photonen) können beispielsweise mit Hilfe eines Laserstrahls in einem speziellen Kristall erzeugt werden. Wenn nun die Schwingungsrichtungen (Polarisation) der beiden verschränkten Lichtteilchen gemessen werden, findet man, dass die Messergebnisse auf charakteristische Weise voneinander abhängen. Die Situation kann verglichen werden mit einem Spiel mit zwei Würfeln. Ohne Verschränkung zeigen sie nach einem Wurf unabhängig voneinander zufällige Augenzahlen. Ganz anders verhält es sich mit quantenmechanisch verschränkten Würfeln, sie zeigen immer die gleiche Augenzahl, egal wie weit sie voneinander getrennt werden. Welche Augenzahl das ist, bleibt aber weiterhin zufällig. Genau diesen Umstand kann man für die Quantenkryptographie ausnutzen, um einen absolut geheimen kryptographischen Schlüssel zu erzeugen.

Im beschriebenen Experiment wurden die verschränkten Photonen am Roque de los Muchachos Observatorium (2400 m) auf der Kanarischen Insel La Palma produziert. Eines der Photonen wurde über ein Teleskop auf seine 144 km lange Reise durch die Luft zur Nachbarinsel Teneriffa geschickt, wo die optische Bodenstation der ESA auf 2400 m Meereshöhe als Empfänger diente. Das Schwester-Photon wurde lokal in La Palma gemessen, wobei die Messergebnisse der Polarisation der beiden Photonen miteinander verglichen wurden. Sobald die Messung der Polarisation an einem Photon stattfand (was der Augenzahl im Würfelexperiment entspricht), zeigte die Messung am Partnerteilchen dasselbe Ergebnis. Mittels dieser Eigenschaft konnte ein geheimer Schlüssel ausgetauscht werden, den nur der rechtmäßige Sender und Empfänger kennen und daher zur absolut sicheren Kommunikation untereinander verwenden können.

Wenngleich der quantenmechanische Effekt der Verschränkung schon lange bekannt und in vielen Experimenten untersucht worden ist, ist es eine gewaltige technische Herausforderung, dies über sehr große Distanzen zu realisieren. Denn auf dem Weg durch die Atmosphäre wechselwirken die Lichtteilchen mit Atomen und Molekülen, was eine Kommunikation basierend auf der quantenmechanischen Verschränkung erschwert. Im Experiment konnte jedoch eine hohe Verschränkungsqualität der Partnerteilchen nachgewiesen werden. Womit nun auch experimentell gezeigt ist, dass Kommunikation von und zu Satelliten auf Basis der Quantenkommunikation schon mit heutiger Technologie möglich ist. Damit wird es möglich sein, die bisherige Entfernungsbegrenzung der Quantenkryptographie zu überwinden und Quantenkommunikation auf globalem Niveau zu verwirklichen.

Die Europäische Raumfahrtagentur ESA plant nun weitere Schritte auf dem Weg zum Einsatz von Satelliten zur globalen Verteilung von Quantenzuständen. Dabei könnte auch die Gültigkeit der Quantenphysik über Distanzen untersucht werden, die auf der Erde nicht möglich sind. Untersucht wird derzeit, in wie weit Satelliten zur Realisierung von weltweiter Quantenkryptographie zum Einsatz kommen können. Diesbezüglich konnte im Rahmen des ESA (General Study Programme) Projekts bereits die Eignung einer konzeptionell einfacheren Quelle unter Verwendung von abgeschwächten Laserpulsen zur Quantenschlüsselzeugung nachgewiesen werden (siehe Physical Review Letters 98, 010504). Die ESA erwägt unter anderem, ein Quantenkommunikationsexperiment als externe Nutzlast des europäischen Weltraumlabor Columbus auf der Internationalen Raumstation ISS zu platzieren.

**Bitte beachten Sie die Sperrfrist: Sonntag, 3. Juni 2007, 19.00 Uhr MEZ!**

R. Ursin, F. Tiefenbacher, T. Schmitt-Manderbach, H. Weier, T. Scheidl, M. Lindenthal, B. Blauensteiner, T. Jennewein, J. Perdigues, P. Trojek, B. Ömer, M. Fürst, M. Meyenburg, J. Rarity, Z. Sodnik, C. Barbieri, H. Weinfurter, A. Zeilinger

### **Entanglement-based quantum communication over 144km**

DOI 10.1038/nphys629

Informationen zu den österreichischen Autoren unter:

<http://www.quantum.at> bzw. <http://www.iqoqi.at>

Downloads:

<http://homepage.univie.ac.at/rupert.ursin/ursin1.EPS>

[http://homepage.univie.ac.at/rupert.ursin/Canary\\_map.zip](http://homepage.univie.ac.at/rupert.ursin/Canary_map.zip)

Rückfragehinweis:

Mag. Ursula Gerber

Quantenoptik, Quantennanophysik, Quanteninformation, Fakultät für Physik der Universität Wien  
Boltzmannngasse 5, 1090 Wien

[ursula.gerber@univie.ac.at](mailto:ursula.gerber@univie.ac.at)

Ph: +43 1 4277 51205

