



4. September 2012

## Quantenphysik mit Fernblick

**Physiker der Universität Wien und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften haben mit einem Quantenteleportations-Experiment zwischen zwei kanarischen Inseln einen neuen Distanzrekord erzielt. Das Experiment ist ein wesentlicher Schritt in Richtung Satelliten-basierte Quantenkommunikation. Die Ergebnisse erscheinen aktuell im renommierten Fachmagazin "Nature" (Advance Online Publication/AOP).**

Ein Team rund um den Wiener Physiker Anton Zeilinger hat erfolgreich Quantenzustände über eine Distanz von 143 km von La Palma nach Teneriffa übertragen. Dies entspricht der Luftlinie zwischen Wien und Graz. Der alte Rekord, aufgestellt von Forschern in China, lag bei 97 km und war gerade erst ein paar Monate alt. Die Ergebnisse des internationalen Forscherteams sind aktuell in der internationalen Fachzeitschrift "Nature" veröffentlicht worden.

### Dem Quanteninternet einen Schritt näher

Den Wissenschaftlern ging es aber nicht primär um diesen Rekord: Ihre Experimente ermöglichen eine höhere Datenrate als das chinesische Experiment und könnten damit die Grundlage für ein weltumspannendes Informationsnetzwerk schaffen, in welchem es quantenmechanische Effekte ermöglichen, Nachrichten mit größerer Sicherheit auszutauschen und bestimmte Berechnungen effizienter durchzuführen als dies mit konventionellen Technologien möglich ist. In einem solchen zukünftigen "Quanteninternet" wird die Quantenteleportation ein zentrales Protokoll für die Übermittlung von Information zwischen Quantencomputern sein.

In einem Quantenteleportations-Experiment können Quantenzustände – nicht aber Materie – zwischen zwei Parteien über an sich beliebige Distanzen ausgetauscht werden. Der Prozess funktioniert selbst wenn der Ort des Empfängers nicht bekannt ist. Ein solcher Austausch kann entweder dem Übermitteln von Nachrichten dienen, oder in künftigen Quantencomputern eingesetzt werden. In solchen Anwendungen müssen jedoch die Lichtquanten (oder Photonen), welche die Quantenzustände kodieren, zuverlässig über weite Distanzen transportiert werden, ohne dass ihr empfindlicher Quantenzustand zerstört wird. Das Experiment der Wiener Physiker, in welchem sie eine für Teleportation taugliche Quantenverbindung über deutlich mehr als 100 km hergestellt haben, eröffnet nun neue Horizonte.

### Quantenteleportation über große Distanz nun möglich

Xiao-Song Ma, einer der verantwortlichen Mitarbeiter dieser Studie erklärt: "Eine Quantenteleportation über eine Distanz von 143 km durchzuführen war eine enorme technische Herausforderung". Die Photonen mussten direkt durch die turbulente Atmosphäre zwischen den beiden Inseln geschickt werden. Der Einsatz von Glasfasern für Teleportations-Experimente ist über diese Distanzen nicht möglich – der Signalverlust wäre zu groß. Um ihr Ziel zu erreichen, mussten die Wissenschaftler eine ganze Reihe von technischen Innovationen aufbieten. Unterstützung haben die Wiener Physiker dabei von einer Theoriegruppe am Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching (D) und von einer experimentellen Gruppe an der University of Waterloo (Kanada) erhalten. "Ein entscheidender Schritt zu unserer erfolgreichen Teleportation war eine Methode namens 'Active Feed-Forward', die wir zum ersten Mal in einem solchen Langstreckexperiment eingesetzt haben und dank der wir die Übertragungsrate verdoppeln konnten", sagt Ma. Dabei werden parallel zur Quanteninformation konventionelle Daten geschickt, die es dem Empfänger wesentlich erleichtern, die transferierte Information zu entschlüsseln.

### Nächster Schritt: Quantensatellit für weltumspannendes Experiment

"Unser Experiment zeigt, wie reif 'Quantentechnologien' heutzutage sind und wie nützlich sie für praktische Anwendungen sein können", so Anton Zeilinger. Sein Blick ist nun nach oben gerichtet: "Der nächste Schritt ist Satelliten-basierte Quantenteleportation, womit dann Quantenkommunikation auf einer globalen Skala realisierbar sein sollte. Wir haben nun einen großen Schritt in diese Richtung genommen und werden unser Know-how in eine internationale Kooperation einbringen, an welcher auch unsere Kollegen von der Chinesischen Akademie der Wissenschaften beteiligt sind. Das Ziel ist, einen gemeinsamen Quantensatelliten ins All zu schießen."

Rupert Ursin, der seit 2002 mit Zeilinger an Langstreckenexperimenten arbeitet, ergänzt: "Hinsichtlich zukünftiger Experimente in denen wir entweder Signale zwischen der Erde und Satelliten austauschen oder von einem Satelliten zu einem anderen schicken werden, sind unsere neuesten Resultate sehr ermutigend." Die Umlaufbahnen von Satelliten im sogenannten "Low-Earth Orbit" verlaufen zwischen 200 bis 1200 km über der Erdoberfläche. (Die Internationale Raumstation ISS, zum Beispiel, kreist in einer Höhe von rund 400 km.) "Auf dem Weg durch die Atmosphäre von La Palma nach Teneriffa sind unsere Signale um ein rund Tausendfaches abgeschwächt worden. Trotzdem haben wir es geschafft, ein Teleportations-Experiment durchzuführen. In Satelliten-basierten Experimenten werden die Strecken, die wir zurücklegen müssen, zwar länger sein, aber es wird weniger Atmosphäre zu durchqueren sein. Wir haben nun eine grundsolide Basis für solche Experimente geschaffen."

This work was made possible by grants from the European Space Agency, the Austrian Science Foundation (FWF), and the FFG. We also acknowledge support by the European Commission.

**Online-Publikation in "Nature":**

Xiao-Song Ma, Thomas Herbst, Thomas Scheidl, Daqing Wang, Sebastian Kropatschek, William Naylor, Bernhard Wittmann, Alexandra Mech, Johannes Kofler, Elena Anisimova, Vadim Makarov, Thomas Jennewein, Rupert Ursin & Anton Zeilinger: Quantum teleportation over 143 kilometres using active feed-forward. In: Nature/Advance Online Publication (AOP). 5. September 2012.  
DOI:10.1038/nature11472

**Wissenschaftlicher Kontakt:**

Dr. Rupert Ursin  
Institut für Quantenoptik und Quanteninformation (IQOQI)  
Österreichischen Akademie der Wissenschaften,  
Boltzmannngasse 3, 1090 Wien  
T +43 664 8847 6595 (0-24h)  
[rupert.ursin@univie.ac.at](mailto:rupert.ursin@univie.ac.at)

**Rückfragehinweise:**

Mag. Barbara Suchanek  
VCQ Press  
Boltzmannngasse 5, 1090 Wien  
T +43 1 4277 72545  
[vcq@quantum.at](mailto:vcq@quantum.at)

Mag. Veronika Schallhart  
Pressebüro der Universität Wien  
*Forschung und Lehre*  
Universitätsring 1, 1010 Wien  
T +43-1-4277-175 30  
M +43-664-60277-175 30  
[veronika.schallhart@univie.ac.at](mailto:veronika.schallhart@univie.ac.at)