

Deutschlandfunk
Forschung Aktuell

Meilenstein auf dem Weg zum Quanten-Internet

Max-Planck-Forscher demonstrieren erstmals ein elementares Quantennetzwerk

Autor: Ralf Krauter
Redakteur: Jochen Steiner
Länge: 4'15"
Sendedatum: 12. 4. 2012
Gesprächspartner: Dr. Stephan Ritter, Abteilung für Quantendynamik,
Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching

Moderation

Quanteninformation – darunter verstehen Fachleute, Informationen, die in Dingen gespeichert sind, die den Gesetzen der Quantenwelt gehorchen. Typische Beispiele dafür sind der Anregungszustand eines Atoms oder die Polarisation eines Lichtteilchens. Der Austausch von Quanteninformation ist der Schlüssel für Zukunftstechnologien wie hochparallele Quantenrechner und absolut abhörsichere Kommunikation via Quantenkryptographie. Seit Jahren tüfteln Physiker deshalb daran, Quanteninformation von A nach B zu transportieren, ohne dass sie verloren geht. Max-Planck-Forscher aus Garching melden nun einen entscheidenden Fortschritt – und berichten darüber heute im Fachmagazin Nature. Ralf Krauter.

Beitrag

Autor

Quanteninformation ist so fragil, dass der Umgang damit dem Jonglieren mit rohen Eiern ähnelt: Wenn man den kleinsten Fehler macht, sind die Daten futsch und für immer perdu. Forschern aus Garching ist es nun trotzdem gelungen, eine Technologie zu entwickeln, mit der sich Quanteninformation von Ort zu Ort transportieren lässt, ohne verloren zu gehen. Dr. Stephan Ritter und seine Kollegen vom Max-Planck-Institut für Quantenoptik haben die zentralen Komponenten für den Bau eines Quantennetzwerks entwickelt.

Zuspiel 1: O-Ton Ritter, 00:00 – 00:20, 20s

Ein Quantennetzwerk benötigt man immer dann, wenn man Quanteninformationen austauschen möchte. Und der Austausch von Quanteninformation hat unterschiedlichste Anwendungen. Eine wäre die abhörsichere Kommunikation, die so genannte Quantenkryptographie. Eine andere wäre die Vernetzung von Quantencomputern, sofern diese eines Tages tatsächlich realisiert werden sollten.

Autor

Die Physiker aus Garching haben in jahrelanger Arbeit die Übertragungsknoten eines künftigen Quanten-Internets gebaut. Ihre Funktion entspricht jener heutiger Internetknoten. Sie können Information empfangen, speichern und auf Kommando durch ein Glasfaserkabel an ihre Nachbarn senden. Doch weil es um fragile Quanteninformation geht, ist dazu beträchtlicher Aufwand nötig.

Zuspiel 2: O-Ton Ritter, 04:05 – 04:20, 15s

Ein einzelner Netzwerkknoten füllt ein ganzes Labor. Also das ist ein großer optischer Tisch, das Labor hat sicherlich mehrere 10 Quadratmeter. Und was ihnen als erstes auffallen wird, ist, dass das Labor vollgestopft ist mit Lasern.

Autor

Mit diesen Lasern fangen die Forscher ein einzelnes tiefgekühltes Rubidium-Atom aus einer Gaswolke und bugsieren es zwischen zwei Spiegel. Diese Spiegel wirken wie ein Käfig für Lichtteilchen, Fachleute sprechen von einem optischen Resonator.

Zuspiel 3: O-Ton Ritter, 05:00 – 05:20, 20s

Wir strahlen einen Laserpuls sehr kontrolliert auf dieses einzelne Atom ein. Und das führt dazu, dass ein einzelnes Photon erzeugt wird. Und zwar wird das so erzeugt – dafür sorgen wir –, dass sich dieses Photon dann in diesem Resonator befindet und dann gezielt aus diesem Resonator in eine einzige Richtung emittiert wird.

Autor

Durch die Wechselwirkung mit dem Rubidium-Atom trägt das Lichtteilchen dessen Quanteninformation mit sich. Nach dem Verlassen des Lichtkäfigs wandert es durch eine Glasfaser ins 21 Meter entfernte Nachbarlabor, wo

ein Duplikat des Versuchsaufbaus steht. Das Photon landet auch dort im optischen Resonator und überträgt seine Quanteninformation auf das dort gefangene Rubidium-Atom. Mit dem Ergebnis, dass sich dieses Atom dann exakt im selben Zustand befindet, wie das Atom am Ausgangspunkt vor Beginn der Übertragung. Die Quanteninformation wurde also von A nach B übertragen und dort gespeichert. Nun könnte sie auf demselben Weg wieder zurück geschickt oder zum nächsten Netzwerkknoten weiter geleitet werden.

Die Effizienz der Übertragung ist allerdings noch ziemlich mickrig. Nur bei einem von 500 Versuchen transferiert das Photon die Quanteninformation von Atom zu Atom. Für den Aufbau eines größeren Quantennetzwerkes müsste Erfolgsquote nahe 100 Prozent liegen.

Zuspiel 4: O-Ton Ritter, 07:55 – 08:30, 20s

Das müsste zuverlässig in quasi jedem Fall funktionieren. Es gibt aber Alternativen zu diesem direkten Senden von Quanteninformation. Und das ist die so genannte Quantenteleportation. Dabei nutzt man etwas aus, was wir in unserer jetzigen Veröffentlichung auch zeigen konnten. Nämlich die Erzeugung von Verschränkung zwischen zwei solchen Netzwerkknoten.

Autor

Verschränkung, das ist jene quantenmechanische Kopplung, die Albert Einstein als ‚spukhafte Fernwirkung‘ bezeichnete. Durch Übermittlung eines Photons konnten die Max-Planck-Forscher die beiden 21 Meter voneinander entfernten Atome in den Lichtkäfigen kurzzeitig zu einem einzigen Quantensystem verschmelzen. Dieses Kunststück, das zuvor nur über kürzere Distanzen gelungen war, ist die Voraussetzung, um Quanteninformation künftig direkt von Atom zu Atom beamen zu können.

Mit Lichtteilchen funktioniert diese Quantenteleportation schon seit geraumer Zeit. Weil die übermittelten Daten dabei gar nicht mehr durch die Glasfaser wandern, ist sie der Schlüssel für die absolut abhörsichere Kommunikation, die Banken und Geheimdienste teils heute schon einsetzen. Die Quantennetzwerkknoten aus Garching weisen nun den Weg, wie sich künftig Netzwerke aufbauen lassen, die den sicheren Datenverkehr über große Entfernungen erlauben.