

Medieninformation der Universität Innsbruck

15. Jänner 2015

Verbesserte Schnittstelle für Quanten-Internet

Ein Quantennetzwerk benötigt effiziente Schnittstellen, über die Information von Materie auf Licht und umgekehrt übertragen werden kann. Wie dieser Informationstransfer unter Ausnutzung eines kollektiven Quantenphänomens optimiert werden kann, zeigen Innsbrucker Physiker um Rainer Blatt und Tracy Northup nun in der Fachzeitschrift Physical Review Letters.

Seit einigen Jahren sind Quantencomputer keine reine Theorie mehr. Im Labor haben Forscher die ersten Bausteine eines zukünftigen Quantenrechners bereits realisiert und erfolgreich getestet. Über ein Dutzend unterschiedliche Technologien kommen dabei zum Einsatz. Der am weitesten fortgeschrittene Ansatz sind Ionenfallen, in denen einzelne geladene Atome mit Hilfe von Lasern sehr gut kontrolliert werden können. Diese Idee wurde von Ignacio Cirac und Peter Zoller entwickelt und von einem Team um den Innsbrucker Experimentalphysiker Rainer Blatt federführend in die Realität umgesetzt. Die Gruppe am Institut für Experimentalphysik der Universität Innsbruck hat 2013 auch erstmals die Quanteninformation eines in einer Ionenfalle gespeicherten Atoms gezielt auf ein Photon übertragen und damit den Grundbaustein für eine Schnittstelle zwischen Quantenprozessoren und Lichtleitern geschaffen. Nun haben die Physiker um Blatt dieses Interface noch einmal verbessert, indem sie sogenannte superradiante Zustände ausnutzen.

Zuverlässige Schnittstelle

„Will man ein Quantennetzwerk mit gefangenen Ionen realisieren, benötigt man ein effizientes Interface, über das die Quanteninformation von Teilchen auf Photonen übertragen werden kann“, erklärt Projektleiterin Tracy Northup aus dem Team von Rainer Blatt. „In unserer Schnittstelle positionieren wir zwei Ionen zwischen zwei stark reflektierenden Spiegeln. Dann verschränken wir die Teilchen und koppeln sie beide an den optischen Resonator.“ Die kollektive Wechselwirkung zwischen den Teilchen und dem Resonator kann nun so eingestellt werden, dass die Erzeugung von Photonen verstärkt wird. „Diesen Zustand nennt man superradiant“, erläutert Bernardo Casabone, der Erstautor der aktuellen Arbeit. Um die Eignung für die Quanteninformationsverarbeitung zu demonstrieren, schreiben die Forscher einen Quantenzustand in die verschränkten Teilchen ein und übertragen diesen auf das Photon. Aufgrund der superradianten Wechselwirkung wird das Photon fast doppelt so rasch erzeugt wie im früheren Experiment. „Durch die Ausnutzung der Superradianz wird der Informationstransfer von den

Rückfragehinweis:

Tracy Northup
Institut für Experimentalphysik
Universität Innsbruck
Telefon: +43 512 507-52463
E-Mail: tracy.northup@uibk.ac.at

Dr. Christian Flatz
Büro für Öffentlichkeitsarbeit
Universität Innsbruck
Telefon: +43 512 507 32022
Mobil: +43 676 872532022
E-Mail: christian.flatz@uibk.ac.at



Teilchen auf das Photon wesentlich zuverlässiger“, freut sich Casabone über das gelungene Experiment. Damit verringern sich auch die technischen Voraussetzungen für den Bau solcher Schnittstellen.

Schreib-Lese-Einheit für Quantenspeicher

In ihrem Experiment konnten die Innsbrucker Physiker über die Wechselwirkung zwischen den Teilchen und dem optischen Resonator auch subradiante Zustände erzeugen. Dabei wird die Emission von Photonen unterdrückt statt verstärkt. „Auch diese Zustände sind interessant, weil die Quanteninformation dadurch für den Resonator unsichtbar wird und so geschützt werden kann“, sagt Tracy Northup. Damit ist es sogar denkbar, durch ein Hin- und Herschalten zwischen sub- und superradianten Zuständen die Quanteninformation in den Teilchen gezielt abzufragen. In einem zukünftigen Quantencomputer könnten so adressierbare Lese- und Schreib-Operationen an einem Quantenregister realisiert werden.

Unterstützt werden die Physikerinnen und Physiker der Universität Innsbruck und des Instituts für Quantenoptik und Quanteninformation der Österreichischen Akademie der Wissenschaften bei ihren Forschungen zu einer Quanten-Schnittstelle vom österreichischen Wissenschaftsfonds FWF, der europäischen Union und der Tiroler Industrie.

Publikation: Enhanced quantum interface with collective ion-cavity coupling. B. Casabone, K. Friebe, B. Brändstatter, K. Schüppert, R. Blatt, and T. E. Northup. Phys. Rev. Lett. 114, 023602 DOI: 10.1103/PhysRevLett.114.023602

Kommentar in Physics: A Cavity Just for Two

Eine Medieninformation des Büros für Öffentlichkeitsarbeit der Universität Innsbruck (Anschrift: Christoph-Probst-Platz, Innrain 52, A-6020 Innsbruck, Tel.: +43 512 507 32000, E-Mail: presse@uibk.ac.at)