

Einfach über die Distanz verschränkt

Mit Hilfe eines einzelnen Lichtteilchens haben Physiker um Lukas Slodička und Markus Hennrich erstmals zwei räumlich von einander getrennte Atome verschränkt. Diese Art der Verschränkung von Quantenobjekten ist wesentlich effizienter als bisherige Verfahren und könnte in Zukunft in großen Quantennetzwerken eingesetzt werden.

Das Team vom Institut für Experimentalphysik der Universität Innsbruck setzt erstmals einen Vorschlag von Theoretikern um Carlos Cabillo und Peter Zoller aus dem Jahr 1999 um. Dabei werden zwei räumlich von einander getrennte Atome durch die Emission und Messung eines einzelnen Photons (Lichtteilchens) miteinander verschränkt. Die zwei Barium-Atome werden in einer Ionenfalle gefangen, mit Hilfe von Lasern stark abgekühlt und angeregt. Wie die Physiker die räumliche Distanz zwischen den beiden in der Ionenfalle direkt nebeneinander liegenden Atomen simulieren, erklärt Doktorand Lukas Slodička: „Vom ersten Atom emittierte Photonen werden direkt in einen Lichtwellenleiter geleitet. Photonen des zweiten Atoms leiten wir über einen entfernt liegenden Spiegel in den gleichen Lichtwellenleiter und stellen so virtuell eine Distanz von einem Meter zwischen den Quantenteilchen her.“ Gleichzeitig garantiert dieser Ansatz ein wesentliches Merkmal dieses neuen Experiments: „Kann der Detektor am Ende des Lichtwellenleiters nicht mehr unterscheiden von welchem Atom das ausgesandte Photon stammt, dann sind die Quantenzustände der beiden Atome miteinander verschränkt“, sagt Slodička.

Hohe Genauigkeit und Effizienz

Die Experimentalphysiker aus dem Team von Rainer Blatt müssen dabei nanometergenau arbeiten, um stabile Messungen zu gewährleisten. „Wenn diese Bedingung erfüllt ist, erreichen wir mit diesem experimentellen Ansatz eine sehr hohe Verschränkungsrate“, sagt Markus Hennrich. In bisherigen Experimenten wurde mit zwei Atomen gearbeitet, die je ein Photon zu den Detektoren senden müssen. „Bis zur Detektion von zwei Photonen muss ungefähr eine Million mal gemessen werden“, erzählt der gebürtige Slowake Lukas Slodička, der seit 2008 in Innsbruck forscht. „Bei der neuen Methode genügt es ein einzelnes Lichtteilchen zu detektieren, so dass wir ein etwa alle 1000 Messungen ein verschränkter Zustand der beiden Atome erzeugen.“ Das ist ein enormer Fortschritt und für die praktische Nutzung von großer Bedeutung.

Vielfältig einsetzbar

„Wir können also die inneren Zustände zweier Atome über ein einzelnes Photon gezielt und mit hoher Effizienz verschränken“, sagt Markus Hennrich. „Gleichzeitig lassen sich mit den einzelnen Atomen auch Quantenoperationen durchführen.“ Das eröffnet den Weg für Anwendungen in großen Quantennetzwerken. „So könnten zum Beispiel zwei Quantencomputer auf diese Weise über Lichtwellenleiter miteinander verbunden werden“, schlägt Slodička vor. Denn miteinander verschränkte Quantenobjekte verfügen immer über die gleichen physikalischen Eigenschaften. Darauf basieren viele Vorschläge für zukünftige Quantentechnologien, zum Beispiel für die Kommunikation, Kryptografie oder die Informationsverarbeitung.

Diese Ergebnisse wurden vor kurzem im Fachjournal *Physical Review Letters* veröffentlicht und unter anderem vom österreichischen Wissenschaftsfonds FWF, der EU und der Tiroler Industrie unterstützt.

Publikation: Atom-Atom Entanglement by Single-Photon Detection. L. Slodička, G. Hétet, N. Röck, P. Schindler, M. Hennrich, and R. Blatt. *Phys. Rev. Lett.* 110, 083603 (2013) DOI: 10.1103/PhysRevLett.110.083603 (<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.110.083603>)

Rückfragehinweis:

Lukas Slodička
Institut für Experimentalphysik
Universität Innsbruck

Tel.: +43 512 507- 52472

E-Mail: lukas.slodicka@uibk.ac.at

Christian Flatz

Büro für Öffentlichkeitsarbeit

Universität Innsbruck

Tel.: +43 512 507-32022

Mobil: +43 676 872532022

E-Mail: christian.flatz@uibk.ac.at