



Pressemitteilung Nr. 14/2018

14.02.2018

Quantenbits per Licht übertragen

Physiker aus Princeton, Konstanz und Maryland koppeln Quantenbits und Licht

Der Quantencomputer rückt näher: Neue Forschungsergebnisse zeigen das Potenzial von Licht als Medium, um Informationen zwischen sogenannten Quantenbits (Grundrecheneinheit des Quantencomputers) zu übertragen. Physikern der Princeton University (USA), der Universität Konstanz und des Joint Quantum Institute (Maryland, USA) ist es gelungen, Quantenbits mit dem elektromagnetischen Feld von Licht zu koppeln. Das Verfahren ermöglicht nicht nur die Übertragung von Informationen zwischen Quantenbits, die nicht direkt nebeneinanderliegen, sondern könnte auch ein störungsfreieres Auslesen der hochempfindlichen Quantenzustände ermöglichen. Die Forschungsergebnisse sind im renommierten Wissenschaftsjournal Nature in der Ausgabe vom 14. Februar 2018 veröffentlicht.

Die Physiker erzeugten zunächst Quantenbits aus Silicium, indem sie einzelne Elektronen separierten und in Siliciumkammern – sogenannten „double quantum dots“ – einschlossen. Der Drehimpuls des Elektrons, der sogenannte Elektronenspin, dient dabei als Speichermedium der Quanteninformation. Mittels eines Magnetfeldes gelang es den Forschern daraufhin, die Quanteninformation des Elektronenspins auf Licht (Photonen) zu übertragen. Licht besteht aus oszillierenden elektrischen und magnetischen Feldern. Die Forscher koppelten erfolgreich das elektromagnetische Feld des Lichts mit dem Drehimpuls des Elektrons, wodurch das Elektron seine Quanteninformation an das Licht weitergibt.

Dieser Forschungserfolg eröffnet die Möglichkeit, Quanteninformationen per Licht auf andere Quantenbits zu übertragen. Die Kopplung von Quantenbits, die nicht direkt benachbart sind und weiter als nur wenige Nanometer auseinanderliegen, war bis zuletzt eine der großen Herausforderungen der Quantencomputer-Entwicklung.

„Dieses Ergebnis gibt unserer Forschung eine ganz neue Richtung“, schildert Prof. Jason Petta, Ph.D., Professor für Physik an der Princeton University, und zieht einen Vergleich heran: „Wir verlassen damit eine zweidimensionale Landschaft, in der nur direkte Nachbarn zueinander in Kontakt stehen können, und betreten eine Welt, in der jeder mit jedem verbunden ist. Das gibt uns Flexibilität für die Anordnung der Bausteine des Quantencomputers.“

Der theoretische Rahmen des Forschungsprojektes wurde von Konstanzer Seite aus entwickelt, unter Federführung von Prof. Dr. Guido Burkard und Dr. Mónica Benito an der Professur für Theorie der kondensierten Materie und Quanteninformation der Universität Konstanz. „Das Ergebnis eröffnet uns den Weg, das Verfahren nun auch auf komplexere Systeme zu übertragen“, gibt Guido Burkard einen Ausblick und ergänzt: „Eine Stärke unseres siliciumbasierten Ansatzes ist, dass er den Standards der Halbleiterindustrie entspricht.“

Die Forscher nehmen an, dass ihre Methode ein weiteres Problem des Quantencomputers lösen könnte: Quantenbits sind hochempfindlich gegenüber Störquellen von außen, zum Beispiel durch Erschütterungen oder Hitze. Bereits das einfache Auslesen eines Quantenbits kann seinen Quantenzustand zerstören. Der neue Ansatz aus Princeton, Konstanz und Maryland könnte dieses Problem umgehen, da Licht verwendet wird, um die Quanteninformationen auszulesen. Anders als bisherige Ausleseverfahren verändert Licht nur minimal die Position und den Zustand des Elektrons, das die Quanteninformation trägt, und löscht sie dabei nicht.

Originalpublikation:

X. Mi, M. Benito, S. Putz, D. M. Zajac, J. M. Taylor, G. Burkard und J. R. Petta. A Coherent Spin-Photon Interface in Silicon, Nature Advance Online Publication (AOP), Ausgabe vom 14. Februar 2018

DOI: 10.1038/nature25769

Website: <https://www.nature.com/articles/nature25769>

Faktenübersicht:

- Physikern aus Princeton, Konstanz und Maryland gelang die Übertragung der Quanteninformation von einem Elektronenspin (Quantenbit) auf ein Lichtteilchen (Photon).
- Aktuelle Veröffentlichung im Wissenschaftsjournal Nature:
X. Mi, M. Benito, S. Putz, D. M. Zajac, J. M. Taylor, G. Burkard und J. R. Petta. A Coherent Spin-Photon Interface in Silicon, Nature Advance Online Publication (AOP), Ausgabe vom 14. Februar 2018
- Forschungskoooperation der University of Princeton (USA), der Universität Konstanz und des Joint Quantum Institute (USA) der University of Maryland und des National Institute of Standards and Technology.
- Quantenbits aus Silicium werden aus einzelnen Elektronen erzeugt. Der Elektronenspin (Eigendrehimpuls des Elektrons) dient als Speichermedium der Quanteninformation.
- Der Elektronenspin wird mit dem elektromagnetischen Feld von Licht gekoppelt. Das Elektron überträgt seine Quanteninformation auf das Licht.
- Über das Licht können somit Quanteninformationen auf andere Quantenbits übertragen werden – auch auf Quantenbits, die nicht direkt benachbart sind und weiter auseinanderliegen.
- Das Verfahren könnte zudem ein störungsfreieres Auslesen der hochempfindlichen Quantenzustände ermöglichen.

Hinweis an die Redaktionen:

Eine Abbildung kann im Folgenden heruntergeladen werden:

https://cms.uni-konstanz.de/fileadmin/pi/filesserver/2018/Bilder/Quantenbits_Benito.jpg

Bildunterschrift: Kopplung zwischen Elektronenspins (rot) und Licht (grün).

Abbildung: Dr. Mónica Benito, Universität Konstanz

Kontakt:

Universität Konstanz

Kommunikation und Marketing

Telefon: + 49 7531 88-3603

E-Mail: kum@uni-konstanz.de

- *uni.kn*
