



Interferenz mit Lichtquanten unabhängiger Quellen

Physiker der Universitäten Stuttgart und des Saarlandes arbeiten an Quantenkommunikation auf Glasfaserbasis

Wissenschaftler auf der ganzen Welt arbeiten an der absolut abhörsicheren Kommunikation – der sogenannten Quantenkommunikation. Für große Übertragungsdistanzen basiert die zugrunde liegende Technik auf Signalverstärkern, bei der die Interferenz (Überlagerung) von zwei Photonen, also zweier einzelner Lichtteilchen, eine zentrale Rolle spielt. Physiker der Universität Stuttgart und der Universität des Saarlandes konnten zeigen, dass man mit Hilfe von Kristallen einzelne Lichtteilchen manipulieren und trotzdem deren entscheidende quantenmechanische Natur beobachten kann. Diese Manipulation ist nötig, um Information mithilfe der Glasfasertechnik zu übertragen und so ein flächendeckendes Quantennetzwerk aufzubauen. Die Ergebnisse wurden nun im Fachmagazin Nature Nanotechnology veröffentlicht.*

Ein Quantennetzwerk basiert auf der Übertragung einzelner Photonen, die als „mobile“ Quantenbits dienen. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein solches Lichtteilchen beim Empfänger ankommt, sinkt grundsätzlich mit steigender Glasfaserstrecke. Um Daten über Distanzen von wenigstens 10 bis 100 km austauschen zu können, müssen die Lichtteilchen deshalb eine bestimmte Wellenlänge besitzen. Doch selbst dann sind für ein kontinentales Netzwerk Stationen nötig, in denen das Signal wiederholt bzw. aufbereitet wird. Diese, sogenannten Quantenrepeater (englisch: „Wiederholstation“) unterscheiden sich allerdings grundlegend von Signalverstärkern der klassischen Kommunikationstechnik.

Quantenrepeater müssen die Teilstrecken mithilfe von Quanteneffekten überbrücken. Sie basieren auf der Interferenz einzelner Lichtteilchen, die von räumlich voneinander entfernten, unabhängigen Emittoren

Hochschulkommunikation

**Leiter Hochschulkommunikation
und Pressesprecher**

Dr. Hans-Herwig Geyer

Kontakt
T 0711 685-82555

Ansprechpartnerin
Andrea Mayer-Grenu

Kontakt
T 0711 685-82176
F 0711 685-82291
hkom@uni-stuttgart.de
www.uni-stuttgart.de

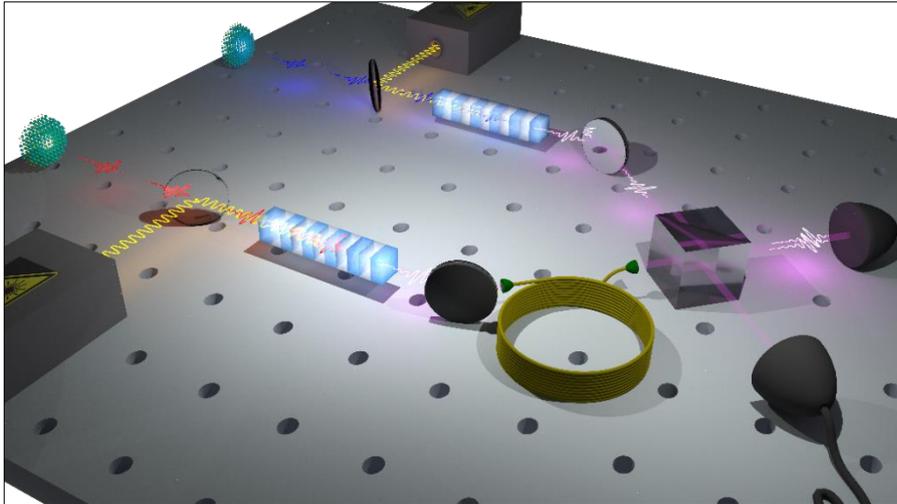


ausgesendet werden. „In unserem Fall verwenden wir Halbleiternanostrukturen als Emittierer der Lichtteilchen. Sie haben den Vorteil, dass sie mit rekordverdächtiger Rate Photonen aussenden“, erklärt Jonas Weber, der im Projekt für die Erzeugung und Interferenz der Photonen zuständig war. „Das ist wichtig für eine schnelle Datenübertragung“, so der Doktorand am Institut für Halbleiteroptik und Funktionelle Grenzflächen (IHFG) der Universität Stuttgart.

Die gängigen Nanostrukturen, auch Quantenpunkte genannt, senden jedoch meist Lichtteilchen aus, deren Wellenlänge nicht auf die Übertragung mit Glasfasern angepasst ist. Um die vielen Vorzüge von Quantenpunkten dennoch nutzbar zu machen, wurden von der Arbeitsgruppe Quantenoptik um Prof. Christoph Becher der Universität des Saarlandes zwei unabhängige Quanten-Frequenzkonverter aufgebaut. Diese Konverter enthalten spezielle Kristalle. Überlagert man in ihnen die einzelnen Lichtteilchen mit starkem Laserlicht, so kann deren Wellenlänge manipuliert werden. „Erst dann können die Lichtteilchen über die angepeilten 10-100 km Glasfaserstrecke übertragen werden. Ohne diese Vorbereitung müsste man in 1-km-Abständen Signalverstärker aufbauen. Das wäre wohl nicht realisierbar“, meint Benjamin Kambs, der als Doktorand in der Arbeitsgruppe von Prof. Becher maßgeblich an der Entwicklung der beiden Frequenzkonverter beteiligt war.

Die Physiker konnten nun zeigen, dass man trotz der nötigen Manipulation den elementaren Quanteneffekt noch beobachten kann. So wurden die einzelnen Lichtteilchen durch eine 2-km Glasfaserstrecke gesendet und danach erfolgreich zur Interferenz gebracht. Das ist nicht selbstverständlich angesichts der im Allgemeinen extrem fragilen Natur von Quantenzuständen.

„Dieses sehr komplexe Experiment konnte nur aufgrund der langjährigen Kollaboration der Universitäten Stuttgart und des Saarlandes und nur in sehr guter Teamarbeit erfolgreich sein. Es zeigt, dass Halbleiterquantenpunkte in Kombination mit Quantenfrequenzkonversion eine veritable Plattform für Quantenrepeater darstellen.“, so der Leiter des IHFG, Prof. Peter Michler.



Emission einzelner Lichtteilchen von räumlich getrennten Quantenpunkten. Die Lichtteilchen werden mit Hilfe von Kristallen und starkem Laserlicht in ihrer Wellenlänge verändert. Danach können sie durch lange Glasfaserstrecken transportiert und trotzdem zur Zwei-Photoneninterferenz gebracht werden. Abbildung: Universität Stuttgart/Kolatschek

***) Originalpublikation:** J. H. Weber, B. Kambs et al., *Two-photon interference in the telecom C-band after frequency conversion of photons from remote quantum emitters*, Nature Nanotechnology, 2018
<https://doi.org/10.1038/s41565-018-0279-8>

Kontakt:

Prof. Dr. Peter Michler, Universität Stuttgart, Institut für Halbleiteroptik und Funktionelle Grenzflächen, Tel.:+49 (0)711/685-64660, p.michler@ihfg.uni-stuttgart.de