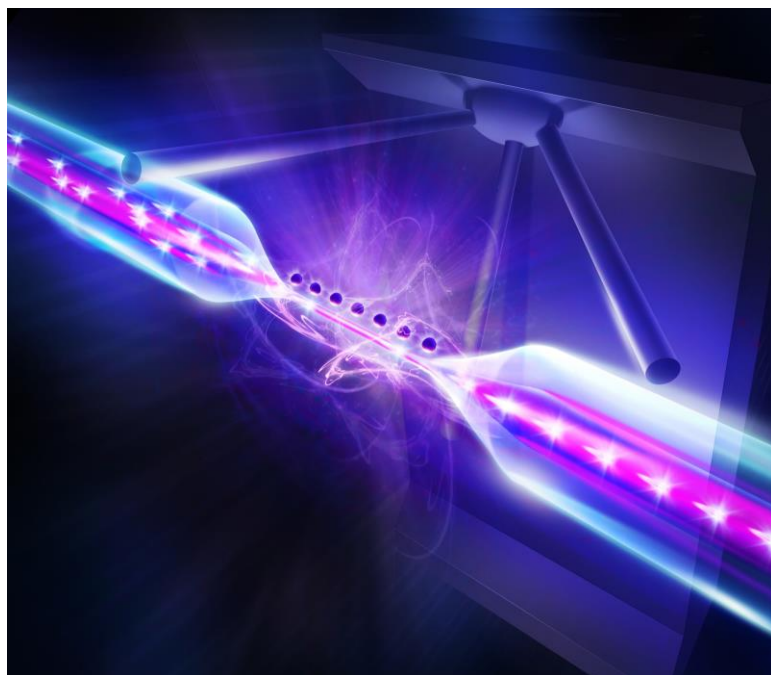


Pressemitteilung
21. September 2020 -



Ein Drehkreuz für Photonen

Physikern aus Deutschland, Dänemark und Österreich ist es gelungen, für Licht in Glasfasern eine Art Drehkreuz zu realisieren, das die Lichtteilchen nur einzeln passieren lässt



Beschriftung: Lichtteilchen durchlaufen eine Verjüngung in einer Glasfaser und wechselwirken dabei mit Atomen, die im ultradünnen Bereich an die Faser angekoppelt sind. Wie ein Drehkreuz sorgen dabei die Atome dafür, dass immer nur ein Lichtteilchen nach dem anderen passieren kann. Bild: HU Berlin

Glasfasern, durch die Laserlicht geleitet wird, sind heute das Rückgrat unserer modernen Informationsgesellschaft. Stellt man sich dabei das Laserlicht als Strom von Lichtteilchen vor, sogenannten Photonen, so sind diese völlig unabhängig voneinander und ihre genaue Ankunftszeit ist dem Zufall überlassen. Insbesondere kann es also auch vorkommen, dass zwei Photonen gleichzeitig beim Empfänger ankommen. Für viele Anwendungen ist es allerdings wünschenswert, dass immer nur ein Photon nach dem anderen registriert wird, die Lichtteilchen also wie an einer Perlschnur aufgereiht sind. Derart vereinzelte Photonen sind zum Beispiel eine Grundvoraussetzung für die Quantenkommunikation, mit der man fundamental abhörsicher kommunizieren kann. Bislang benötigte man als Quelle für einen solchen Strom einzelner Photonen einzelne Quantenemitter wie zum Beispiel einzelne Atome oder Moleküle. Regt man den Quantenemitter mit Laserlicht zur Fluoreszenz an, so sendet er bei jedem

Humboldt-Universität zu Berlin
Abteilung Kommunikation, Marketing
und Veranstaltungsmanagement
Referat Medien und Kommunikation

Unter den Linden 6
10099 Berlin
Tel.: +49 30 2093-2946
Fax: +49 30 2093-2107
www.hu-berlin.de

Pressesprecher
Hans-Christoph Keller
Tel.: +49 30 2093-2946
pr@hu-berlin.de

Expertendatenbank
<https://hu.berlin/expertendatenbank>



Quantensprung immer genau ein Photon aus. Dabei ist es noch eine Herausforderung, die Photonen effizient in eine Glasfaser „einzufädeln“, um möglichst viele von ihnen auf die Reise zum Empfänger zu schicken.

Wissenschaftlern aus Deutschland, Dänemark und Österreich ist es nun erstmals gelungen, Laserlicht in Glasfasern mittels eines neuartigen Effekts direkt in einen Strom einzelner Photonen umzuwandeln. Der Vorschlag für das Experiment kam von theoretischen Physikern der Leibniz Universität Hannover und der Universität Kopenhagen. Durchgeführt wurde es schließlich in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Arno Rauschenbeutel (Humboldt-Universität zu Berlin, vormals an der Technischen Universität Wien). Hierfür nutzten die Forscher eine leistungsfähige Atom-Licht-Schnittstelle, in der Atome in der Nähe von sogenannten optischen Nanofasern gefangen und in kontrollierter Weise mit dem in der Nanofaser geführten Licht gekoppelt werden. Diese speziellen Glasfasern sind hundertmal dünner als ein menschliches Haar und die Atome werden mit einer Pinzette aus Laserlicht 0,2 Mikrometer von der Glasfaser-Oberfläche entfernt festgehalten. Zugleich werden sie mittels Laserlicht auf eine Temperatur von wenigen Millionstel Grad über dem absoluten Nullpunkt gekühlt. Dieses System ermöglichte den Forschern eine präzise Kontrolle über die Anzahl Atome entlang des Laserstrahls. Im Experiment analysierten die Forscher dann, wie häufig die Photonen einzeln bzw. in Paaren aus der Faser herauskamen. Wenn ca. 150 Atome an der Nanofaser gefangen waren, stellte sich heraus, dass das transmittierte Licht praktisch nur noch aus einzelnen Photonen bestand. Im Kollektiv wirkten die Atome für die Photonen also wie ein Drehkreuz, das einen Strom von Menschen reguliert. Überraschend war, dass sich der Effekt bei einer Erhöhung der Atomanzahl ins Gegenteil verkehrte: Dann ließen die Atome die Photonen bevorzugt in Paaren passieren.

Mit dieser Entdeckung eröffnet sich ein völlig neuer Weg, um leuchtstarke, faserintegrierte Einzelphotonenquellen zu realisieren. Gleichzeitig lässt sich das von den Forschern demonstrierte Prinzip auf weite Bereiche des elektromagnetischen Spektrums (Mikrowellen bis Röntgenstrahlung) anwenden. Damit eröffnet sich die Möglichkeit, Einzelphotonen in Spektralbereichen zu erzeugen, für die bis jetzt keine Quellen zur Verfügung stehen. Einen Patentantrag für diesen Ansatz haben die Forscher bereits eingereicht.



Publikation

"Correlating photons using the collective nonlinear response of atoms weakly coupled to an optical mode", Adarsh S. Prasad, Jakob Hinney, Sahand Mahmoodian, Klemens Hammerer, Samuel Rind, Philipp Schneeweiss, Anders S. Sørensen, Jürgen Volz, and Arno Rauschenbeutel, Nature Photonics. 21.09.2020, DOI 10.1038/s41566-020-0692-z
<https://www.nature.com/articles/s41566-020-0692-z>

Kontakt

Prof. Dr. Rauschenbeutel
Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Physik
Telefon: 030 2093-82152
arno.rauschenbeutel@hu-berlin.de

Arbeitsgruppe Grundlagen der Optik und Photonik:
<https://www.physik.hu-berlin.de/de/gop>

Weitere Informationen

Hören Sie auch den HU-Podcast mit Prof. Dr. Arno Rauschenbeutel: [„Von Licht, Atomen und Geheimdiensten“](#)