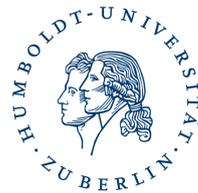
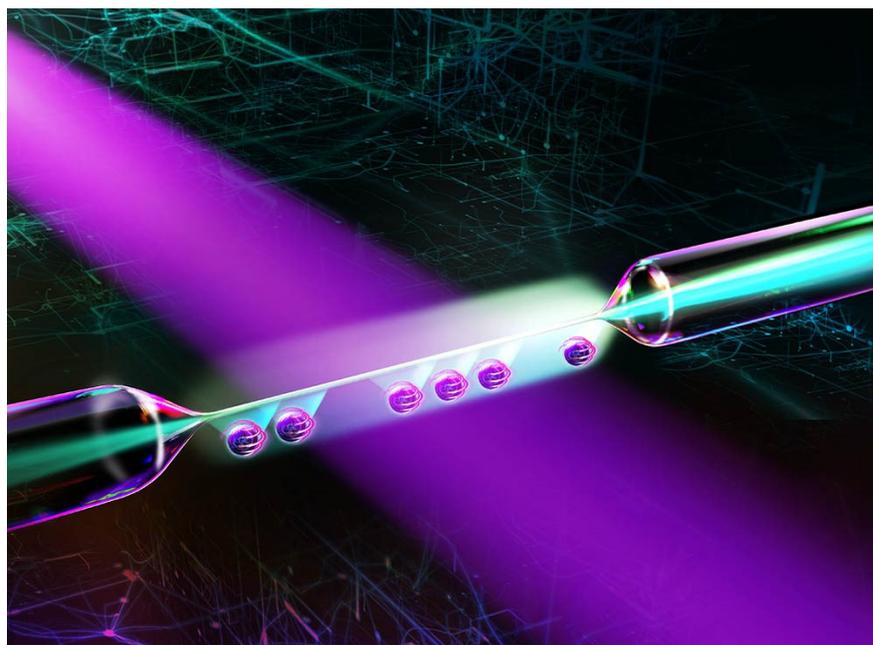


Pressemitteilung
25. April 2022



Ein Lichtverstärker für effiziente Glasfasernetzwerke

Forscher der Humboldt-Universität zu Berlin haben einen Nano-Repeater entwickelt, der Licht nur in eine Richtung verstärkt



Künstlerische Darstellung des Nano-Repeaters. Licht durchläuft eine ultradünne Glasfaser und ragt ein Stück weit über deren Oberfläche hinaus. Atome in der Nähe der Faser werden optisch angeregt und im Uhrzeigersinn in Rotation versetzt. Dank der speziellen Eigenschaften des Lichtfelds um die ultradünne Glasfaser verstärken die Atome das Licht nur, wenn es von links nach rechts läuft. (Grafik: HU Berlin)

Glasfasern sind heute das Rückgrat unserer Informationsgesellschaft. Um in Glasfasernetzen Daten mittels Lichts über große Strecken zu übertragen, muss das Licht jedoch in regelmäßigen Abständen nachverstärkt werden, um die auftretenden Verluste zu kompensieren. Hierfür kommen sogenannte Repeater zum Einsatz. Eine wichtige Repeater-Bauart beruht dabei auf der Verstärkung von Licht mittels des Lasereffekts. Hierfür werden Atome innerhalb der Glasfaser in einen angeregten Zustand versetzt und dann von dem zu verstärkenden Licht stimuliert, ihre gespeicherte Energie in Form von zusätzlichen Lichtteilchen abzugeben. So kommt aus dem Laserverstärker mehr Licht heraus als hineingeht.

Unter gewöhnlichen Umständen würde ein Laserverstärker vorwärts und rückwärts laufendes Licht gleichermaßen verstärken, da Atome runde Teilchen sind und daher in alle Richtungen gleichermaßen zusätzliche Lichtteilchen abgeben würden. In Glasfasernetzwerken kann dies zum Problem

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>

werden, wenn zum Beispiel in der Rückwärtsrichtung laufende Störsignale verstärkt werden.

Forscher um den Quantenphysiker Arno Rauschenbeutel an der Humboldt-Universität zu Berlin haben nun einen neuartigen Weg aufgezeigt, um Atome dazu zu bewegen, das Licht in einer Glasfaser nur in eine Richtung zu verstärken. Hierfür zwängten sie das in der Glasfaser geführte Licht durch eine Verjüngung, in der die Glasfaser hundertmal dünner ist als ein menschliches Haar. Das Licht in solch einer ultradünnen Glasfaser ragt dann ein winziges Stück über deren Oberfläche hinaus – man spricht hier von einem evaneszenten Lichtfeld. „Durch die Wechselwirkung zwischen der Lichtwelle und der ultradünnen Glasfaser wird der Schwingungszustand des Lichtfelds verändert. Das evaneszente Feld dreht sich dann wie der Rotor eines Helikopters“, erklärt Arno Rauschenbeutel. Die Drehrichtung hängt dabei davon ab, ob das Licht in der Glasfaser vorwärts oder rückwärts läuft. Einmal schwingt das Licht im Uhrzeigersinn, einmal dagegen. Ausbreitungsrichtung und Schwingungszustand des Lichts sind also fest miteinander verknüpft.

Wenn man nun Atome mit Laserlicht in Rotation versetzt und an das evaneszente Feld der ultradünnen Glasfaser koppelt, kann man erreichen, dass sie sich bezüglich der beiden Licht-Rotationsrichtungen unterschiedlich verhalten. „Das Lichtfeld in der Vorwärtsrichtung hat den gleichen Drehsinn wie die Atome und wird von diesen verstärkt. Das Lichtfeld in der Rückwärtsrichtung, das sich andersherum dreht als die Atome, wird von diesen hingegen nicht beeinflusst“, sagt Philipp Schneeweiß, der gemeinsam mit Arno Rauschenbeutel an den Lichtverstärkern forscht. Diesen Effekt demonstrierten die Forscher in einem Experiment: Sie kühlten einige hundert Atome auf eine Temperatur von wenigen Millionstel Grad über dem absoluten Nullpunkt ab, sodass diese fast stillstanden und sich entlang der ultradünnen Glasfaser aufreihen ließen. Obwohl nur etwa so viele Atome zum Einsatz kamen wie sich insgesamt in einem einzelnen Insulinmolekül befinden, verstärkten diese das Licht in der einen Richtung um den Faktor zwei. In der Gegenrichtung änderte sich die Stärke des Lichts dagegen nicht.

Die Forscher sind optimistisch, dass das demonstrierte Prinzip schon bald praktische Anwendungen finden wird. Außer in Glasfasernetzwerken könnte es auch in supraleitenden Quantenschaltkreisen verwendet werden, die in bestimmten Quantencomputern zum Einsatz kommen. „Dort wäre es insbesondere von Vorteil, dass unser Ansatz im Gegensatz zu anderen ohne Magnetfelder auskommt, denn die lassen sich nicht gut mit Supraleitern kombinieren“ erläutert Arno Rauschenbeutel.

Originalpublikation



Atomic spin-controlled non-reciprocal Raman amplification of fibre-guided light

Sebastian Pucher, Christian Liedl, Shuwei Jin, Arno Rauschenbeutel, Philipp Schneeweiss

Nature Photonics (2022)

<https://www.nature.com/articles/s41566-022-00987-z>

DOI: 10.1038/s41566-022-00987-z

Kontakt

Arno Rauschenbeutel

Institut für Physik

Humboldt-Universität zu Berlin

E-Mail: arno.rauschenbeutel@hu-berlin.de

Telefon: +49 30 2093 82152