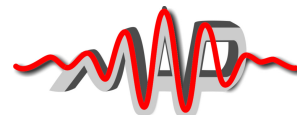




PRESSE-INFORMATION
Max-Planck-Institut für Quantenoptik
und
Munich Centre for Advanced Photonics



Garching, 31.01.2010

Stroboskop für Quantenphysiker

LMU-MPQ-Wissenschaftlerteam erzielt hohe Rate an verschränkten Photonen durch Resonanzverstärkung von Laserpulsen.

Ein wichtiger Schritt auf dem Weg zum Quantencomputer ist die Erzeugung und Untersuchung von Systemen aus mehreren verschränkten Quantenbits. Gute Kandidaten für Quantenbits sind Photonen, die Teilchen des Lichts. Physiker um Prof. Harald Weinfurter (Ludwig-Maximilians-Universität München und Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching) haben nun eine neue Methode entwickelt, mit der sie die für die Herstellung verschränkter Photonen nötigen ultrakurzen Lichtpulse mit sehr hoher Intensität und in schneller Folge erzeugen können (Nature Photonics, DOI: 10.1038/NPHOTON.2009.286). Damit rücken auch andere Anwendungsgebiete wie zum Beispiel die optische Spektroskopie ins Blickfeld.

Eine entscheidende Rolle im noch relativ jungen Feld der Quanteninformationsverarbeitung und -kommunikation spielt die sogenannte „Verschränkung“. Bei dieser sind die Eigenschaften von zwei Quantenteilchen, zum Beispiel zwei Photonen, streng korreliert, und zwar unabhängig davon, wie weit diese voneinander entfernt sind. Dabei sind ihre individuellen Eigenschaften überhaupt nicht festgelegt, sondern völlig zufällig. Mit Hilfe dieser „nichtlokalen“, von Albert Einstein auch als „spukhaft“ bezeichneten Fernwirkung lassen sich Quantenzustände von einem Quantenteilchen auf ein anderes übertragen.

Ziel der Forscher im vorliegenden Experiment ist es, möglichst viele Photonen zu verschränken. Dafür nutzen sie den Prozess der „Parametrischen Fluoreszenz“. Hierbei wandelt sich in einem Kristall – über nichtlineare optische Prozesse – ein blaues Photon in zwei rote Photonen um, die dann miteinander verschränkt sind. Da diese Umwandlung extrem selten stattfindet, ist die Ausbeute an verschränkten Photonen in der Regel äußerst gering.

Um mehrere miteinander verschränkte Photonen auf einen Schlag zu erzeugen, benötigt man hochintensive ultrakurze Lichtpulse im ultravioletten Spektralbereich. Eine möglichst hohe Wiederholrate hält die Messdauer kurz. Diese Bedingungen gleichzeitig zu erfüllen gelang der Münchener Arbeitsgruppe, indem sie erstmals eine Methode, die im infraroten Bereich des Lichtspektrums gut funktioniert, auf den energiereicheren UV-Bereich übertrug. Sie ließ UV-Lichtpulse von nur wenigen Femtosekunden (10^{-15} Sekunden) Dauer und hoher Rate (82 MHz) in einem Resonator so umlaufen, dass sich die Pulse exakt überlagerten. Dadurch erhöhte sich die Lichtintensität auf das mindestens Fünffache dessen, was ein vergleichbares kommerzielles Lasersystem leisten kann.

Roland Krischek, der diesen Resonator mit konstruiert und erprobt hat, sieht darin große Chancen: „Unser Lichtresonator gibt uns nun die Möglichkeit, die Verschränkung über größere Systeme genauer zu untersuchen“. Sein Kollege Witlef Wiczorek er-

gänzt: „Mit diesem Resonator kann man nicht nur verschränkte Photonen erzeugen, er ist sicher auch sehr nützlich um zum Beispiel Moleküleigenschaften oder den Ladungstransport in Halbleitern zu studieren.“

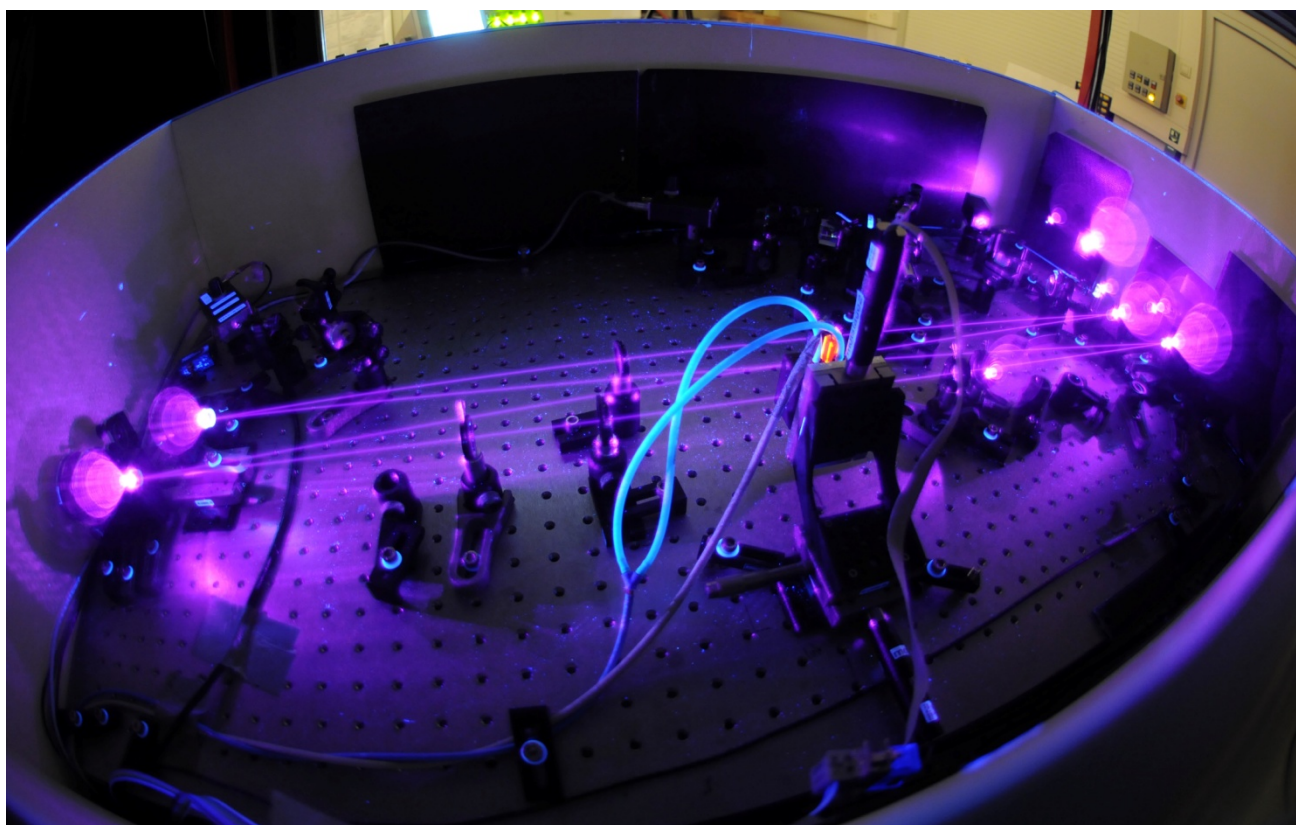


Bild:

Innerhalb der vier Resonatorspiegel überhöhen sich die ultravioletten Lichtpulse fortlaufend. Die verschränkten Photonen werden von einem Kristall, der sich im schwarzen Gehäuse befindet (mit blauen Schläuchen verbunden), erzeugt.

Foto: Thorsten Naeser

Originalveröffentlichung:

Roland Krischek, Witlief Wieczorek, Akira Ozawa, Nikolai Kiesel, Patrick Michelberger, Thomas Udem und Harald Weinfurter

“Ultraviolet enhancement cavity for ultrafast nonlinear optics and high-rate multiphoton entanglement experiments”

Nature Photonics, 31. Januar, 2010, DOI: [10.1038/NPHOTON.2009.286](https://doi.org/10.1038/NPHOTON.2009.286) .

Kontakt:

Prof. Harald Weinfurter

Fakultät für Physik
Ludwig-Maximilians-Universität München
Schellingstraße 4
80799 München
Telefon: +49 - 89 / 2180 2044
E-Mail: harald.weinfurter@physik.uni-muenchen.de

Roland Krischek

Max-Planck-Institut für Quantenoptik
Hans-Kopfermann-Straße 1
85748 Garching
Telefon: +49 - 89 / 32905 695
E-Mail: roland.krischek@mpq.mpg.de