



PRESE- MITTEILUNG

Eine Flüssigkristallquelle für Photonenpaare

ERLANGEN, 13. JUNI 2024

Die parametrische Fluoreszenz (spontaneous parametric down-conversion, SPDC) als Quelle verschränkter Photonen ist von großem Interesse für die Quantenphysik und die Quantentechnologie, konnte aber bisher nur in Festkörpern realisiert werden. Forscher*innen des Max-Planck-Instituts für die Physik des Lichts (MPL) und des Jozef-Stefan-Instituts in Ljubljana, Slowenien, haben zum ersten Mal SPDC in einem Flüssigkristall nachgewiesen. Die Ergebnisse, die kürzlich in der Fachzeitschrift *Nature* veröffentlicht wurden, eröffnen den Weg zu einer neuen Generation von effizienten Quantenquellen, welche durch ein elektrisches Feld regulierbar sind.

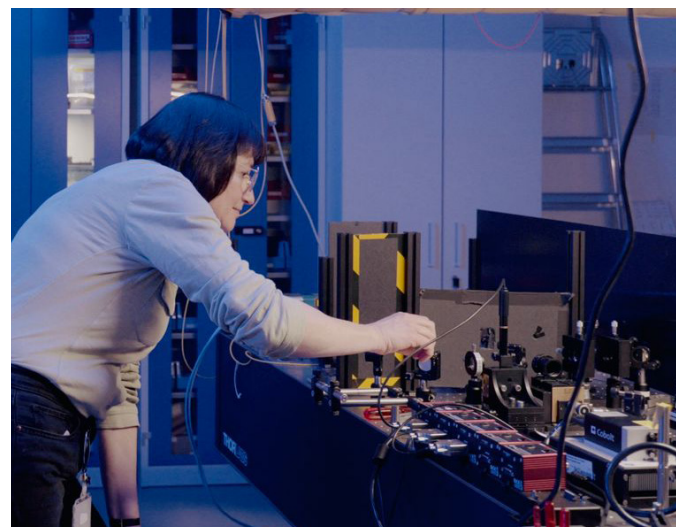
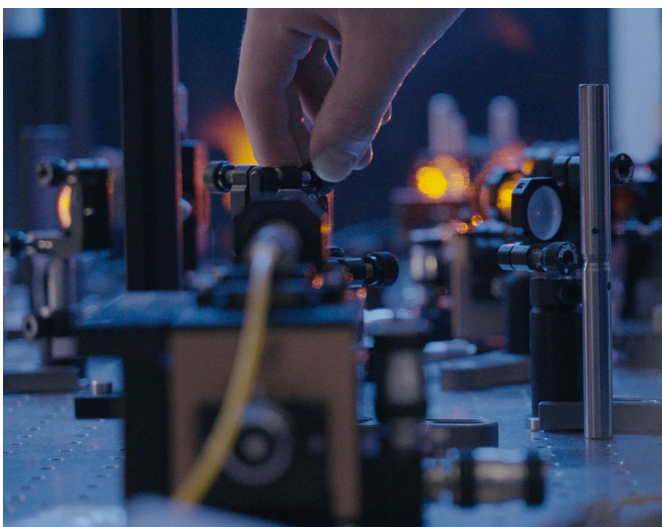
Die Aufspaltung eines einzelnen Photons in zwei Photonen ist eines der nützlichsten Werkzeuge der Quantenphotonik. Damit können verschränkte Photonenpaare, einzelne Photonen, gequetschtes Licht und sogar kompliziertere Lichtzustände erzeugt werden, die für optische Quantentechnologien unerlässlich

sind. Dieser Prozess wird als parametrische Fluoreszenz oder auf englisch "spontaneous parametric down-conversion" (SPDC) bezeichnet.

SPDC ist eng mit der Zentralsymmetrie verbunden. Dabei handelt es sich um die Symmetrie in Bezug auf einen Punkt. Ein Quadrat beispielsweise ist zentralsymmetrisch, ein Dreieck jedoch nicht. SPDC bricht die Zentralsymmetrie in ihrem Wesen – der Aufspaltung eines Photons in zwei – auf. Daher ist sie nur in Kristallen möglich, deren Elementarzelle zentral asymmetrisch ist. Gewöhnliche Flüssigkeiten oder Gase sind isotrope Materialien und eine SPDC daher ausgeschlossen.

Kürzlich haben Forscher*innen jedoch Flüssigkristalle entdeckt, die eine andersartige Struktur aufweisen, die sogenannten ferroelektrischen nematischen Flüssigkristalle. Trotz ihres flüssigen Aggregatzustands, weisen diese Materialien einen starken Bruch der Zentralsymmetrie auf. Ihre Moleküle sind lang gestreckt, asymmetrisch und, was sie sehr interessant für

© Tanya Chekhova



Prof. Maria Chekhova, Leiterin der Forschungsgruppe »Quantenstrahlung« in ihrem Labor.



die Quantentechnologie macht, ihre Orientierung kann durch ein äußeres elektrisches Feld neu ausgerichtet werden. Die Neuausrichtung der Moleküle verändert die Polarisierung der erzeugten Photonenpaare sowie ihre Erzeugungsrate. Mit einem geeigneten Behältnis kann eine Probe dieses Materials ein sehr nützliches Bauteil sein: Es erzeugt effizient Photonenpaare, kann leicht mit einem elektrischen Feld durchvariiert und darüber hinaus in komplexere Geräte integriert werden.

Mit den Proben, die im Jozef-Stefan-Institut (Ljubljana, Slowenien) aus einem ferroelektrischen nematischen Flüssigkristall hergestellt wurden, synthetisiert von Merck Electronics KGaA, haben Forscher*innen des Max-Planck-Instituts für die Physik des Lichts zum ersten Mal SPDC in einem Flüssigkristall realisiert. Dabei ist die erreichte Effizienz zur Erzeugung verschränkter Photonen etwa so hoch wie die von besten nichtlinearen Kristallen mit ähnlicher Dicke, etwa wie die von Lithiumniobat. Durch Anlegen eines elektrischen Feldes von nur wenigen Volt konnten die Wissenschaftler*innen die Erzeugung von Photonenpaaren ein- und ausschalten und die Polarisierungseigenschaften dieser Paare verändern. Diese Entdeckung ist der Beginn einer neuen Generation von Quantenlichtquellen: flexibel, abstimmbare und effizient.

Originalpublikation in Nature:

Vitaliy Sultanov, Aljaž Kavčič, Emmanouil Kokkinakis, Nerea Sebastián, Maria V. Chekhova & Matjaž Humar
Tunable entangled photon-pair generation in a liquid crystal.
Nature (2024)

<https://www.nature.com/articles/s41586-024-07543-5>

DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07543-5>

Wissenschaftlicher Kontakt:

Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts, Erlangen
Prof. Maria Chekhova /

Leiterin der Forschungsgruppe ›Quantenstrahlung‹

Staudtstr. 2 / D-91058 Erlangen, Germany

www.mpl.mpg.de / maria.chekhova@mpl.mpg.de

Das Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts (MPL) deckt ein breites Forschungsspektrum ab, darunter nichtlineare Optik, Quantenoptik, Nanophotonik, photonische Kristallfasern, Optomechanik, Quantentechnologien, Biophysik und – in Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Zentrum für Physik und Medizin – Verbindungen zwischen Physik und Medizin. Das MPL wurde im Januar 2009 gegründet und ist eines der über 80 Institute der Max-Planck-Gesellschaft, die Grundlagenforschung in den Natur-, Bio-, Geistes- und Sozialwissenschaften im Dienste der Allgemeinheit betreiben.

