idw - Informationsdienst Wissenschaft
Nachrichten, Termine, Experten

Pressemitteilung

Leibniz Universität Hannover
Mechtild Freiin v. Münchhausen

23.01.2024
http://idw-online.de/de/news827361

Forschungsergebnisse
Physik / Astronomie
überregional

Forschende finden neuen Multiphotoneneffekt bei der Quanteninterferenz von Licht

Erkenntnis bietet neue Ansatzpunkte für die Erforschung von photonischen Quanteninformationssystemen

Ein internationales Team von Forschenden der Leibniz Universität Hannover und der University of Strathclyde in Glasgow hat eine bislang geltende Annahme zur Auswirkung von Multiphotonen-Bestandteilen in Interferenzeffekten von thermischen Feldern (z. B. Sonnenlicht) und parametrischen Einzelphotonen (erzeugt in nichtlinearen Kristallen) widerlegt. „Wir konnten im Experiment nachweisen, dass es beim Interferenz-Effekt zwischen thermischem Licht und parametrischen Photonen auch zu Quanteninterferenzen mit dem Hintergrundfeld kommt. Deswegen darf der Hintergrund bei Berechnungen nicht einfach, wie bislang üblich, herausgerechnet oder abgezogen werden“, sagt Prof. Dr. Michael Kues, Leiter des Instituts für Photonik und Vorstandsmitglied des Exzellenzclusters PhoenixD der Leibniz Universität Hannover.

Führende Wissenschaftlerin war Doktorandin Anahita Khodadad Kashi, die am Institut für Photonik zur photonischen Quanteninformationsverarbeitung forscht. Dabei untersuchte sie, wie die Sichtbarkeit des sogenannten Hong-Ou-Mandel-Effektes, ein Quanteninterferenz-Effekte, durch Multiphotonen-Kontaminationen beeinträchtigt wird. „Mit unserem Experiment haben wir die bislang gültige Annahme widerlegt, dass Multiphotonen-Komponenten die Sichtbarkeit ausschließlich verschlechtern würden und daher in der Berechnung abgezogen werden können“, sagt Khodadad Kashi und fährt fort: „Wir haben eine neue fundamentale Charakteristik entdeckt, die in den bisherigen Berechnungen nicht berücksichtigt wurde. Mit unserem neu entwickelten Modell können wir die Quanteninterferenz vorhersagen und den Effekt im Experiment auch messen.“

Wie neues Wissen entsteht

Auf seine Entdeckung stieß das Team bei der Durchführung eines Experimentes im Laserlabor. Als die Forschenden zunächst der ursprünglichen Berechnungsweise gefolgt seien, hätten sie ein negatives Ergebnis erhalten. „Aber das Ergebnis wäre physikalisch unmöglich gewesen“, erzählt Khodadad Kashi. Gemeinsam begab sich das Team auf Fehlersuche beim Versuchsaufbau und beim Berechnungsmodell.

„Wenn ein Experiment so anders verläuft als erwartet, fangen Wissenschaftler an, bisherige Annahmen zu hinterfragen und neue Erklärungsmuster zu suchen“, sagt Kues. So entwickelten die Forschenden zusammen ihre neue Theorie der Quanteninterferenzen von thermischen Feldern mit parametrischen Einzelphotonen. Als Erste prüfte die Quantenforscherin Lucia Caspani von der University of Strathclyde in Glasgow den Ansatz. In einem nächsten Schritt präsentierte Khodadad Kashi ihre Theorie und die experimentellen Ergebnisse auf internationalen Konferenzen, u.a. auf der Photonics West in San Francisco, der weltgrößten Fachkonferenz für Optik und Photonik mit rund 22.000 Teilnehmenden. Dort diskutierte sie ihr Modell mit anderen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern und erhielt Bestätigung für ihre Resultate. Nun wurden die Ergebnisse in der Fachzeitschrift Physical Review Letters veröffentlicht.

Kues' Team hat mit der neuen Theorie und der experimentellen Verifikation einen wichtigen Beitrag zum besseren Verständnis von Quantenphänomenen geliefert. „Die Erkenntnisse könnten künftig Auswirkungen bei der Quantenschlüsselverteilung haben, wie sie für die sichere Kommunikation in der Zukunft notwendig ist, im speziellen wie Quanteninterferenzeffekte interpretiert werden, um geheime Schlüssel zu erzeugen", sagt Khodadad Kashi. Doch es seien noch viele Fragen ungeklärt, sagt Kues: „Die Multiphotoneneffekte sind bislang noch wenig erforscht, da ist noch viel Arbeit nötig."

Die Forschung wurde durch den Europäischen Forschungsrat mittels eines ERC-Starting-Grants (Projekt: QFreC) gefördert.

Prof. Dr. Michael Kues ist Leiter des Instituts für Photonik und Vorstandsmitglied des Exzellenzclusters PhoenixD: Photonics, Optics, and Engineering - Innovation across Disciplines an der Leibniz Universität Hannover. Der Forschungscluster PhoenixD umfasst mehr als 120 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die an neuartigen integrierten Optiken arbeiten. PhoenixD wird von 2019 bis 2025 mit rund 52 Millionen Euro von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

wissenschaftliche Ansprechpartner:

Prof. Dr. Michael Kues
Telefon +49 511 762 3539
E-Mail: michael.kues@iop.uni-hannover.de

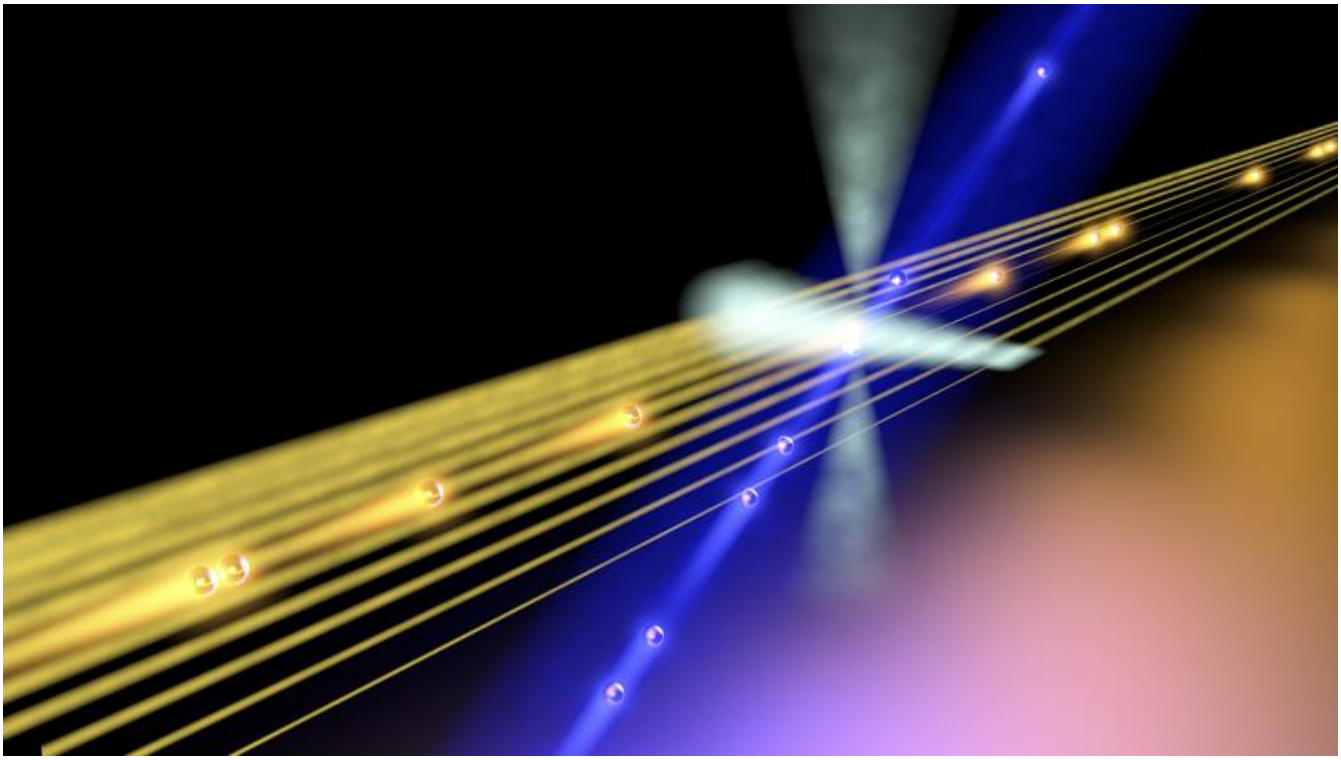
Originalpublikation:

Anahita Khodadad Kashi, Lucia Caspani, and Michael Kues
Spectral Hong-Ou-Mandel Effect between a Heralded Single-Photon State and a Thermal Field: Multiphoton Contamination and the Nonclassicality Threshold
Physical Review Letters 131, 233601

https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.131.233601

URL zur Pressemitteilung: http://www.iop.uni-hannover.de - Institut für Photonik

URL zur Pressemitteilung: http://www.phoenixd.uni-hannover.de - Exzellenzcluster PhoenixD



Künstlerische Darstellung der Quanteninterferenz zwischen einem thermischen Zustand und einem parametrischen Einzelphotonenzustand
Copyright: IOP