



RHEINISCHE
FRIEDRICH-WILHELMS-
UNIVERSITÄT BONN



Datum: 14.08.2017

Exotische Quantenzustände aus Licht

Physiker der Universität Bonn erzeugen erstmals optische „Töpfe“ für ein Super-Photon

Physikern der Universität Bonn ist es gelungen, optische Mulden und komplexere Muster zu erzeugen, in die das Licht eines Bose-Einstein-Kondensates fließt. Die Herstellung solch sehr verlustarmer Strukturen für Licht ist eine Voraussetzung für komplexe Schaltkreise für Licht, beispielsweise für die Quanteninformationsverarbeitung einer neuen Computergeneration. Die Wissenschaftler stellen nun ihre Ergebnisse im Fachjournal „Nature Photonics“ vor.

Lichtteilchen (Photonen) kommen als winzige, unteilbare Portionen vor. Viele Tausend dieser Licht-Portionen lassen sich zu einem einzigen Super-Photon verschmelzen, wenn man sie genügend konzentriert und abkühlt. Die einzelnen Teilchen verschmelzen auf eine Weise miteinander, dass sie sich gar nicht mehr voneinander unterscheiden lassen. Wissenschaftler sprechen von einem photonischen Bose-Einstein-Kondensat. Dass normale Atome solche Kondensate bilden, ist schon länger bekannt. Prof. Dr. Martin Weitz vom Institut für Angewandte Physik der Universität Bonn sorgte im Jahr 2010 in der Fachwelt für Aufsehen, als er erstmals ein Bose-Einstein-Kondensat aus Photonen herstellte.

In seiner aktuellen Studie experimentierte das Team von Prof. Weitz wiederum mit einem solchen Superphoton. In der Versuchsanordnung wurde ein Laserstrahl blitzschnell zwischen zwei Spiegeln hin- und hergeworfen. Dazwischen befand sich ein Farbstoff, der das Laserlicht soweit herunterkühlte, dass aus den einzelnen Licht-Portionen ein Superphoton entstand. „Die Besonderheit ist, dass wir eine Art optischer Töpfchen in unterschiedlichen Formen gebaut haben, in die das Bose-Einstein-Kondensat hineinfließen konnte“, berichtet Weitz.

Ein Polymer variiert den Lichtweg

Hierfür nutzte das Forscherteam einen Trick: Es mischte dem Farbstoff zwischen den Spiegeln ein Polymer bei, das seinen Brechungsindex in Abhängigkeit von der Temperatur änderte. So änderte sich für das Licht die Wegstrecke zwischen den Spiegeln, so dass bei Aufheizung längere Lichtwellenlängen zwischen die Spiegel passten. Das Ausmaß des Lichtwegs zwischen den Spiegeln ließ sich variieren, indem das Polymer über eine hauchdünne Heizschicht aufgewärmt werden konnte.

„Mit Hilfe unterschiedlicher Temperaturen konnten wir unterschiedliche optische Eindrücke erzeugen“, erläutert Weitz. Dabei verformte sich die Geometrie des Spiegels nur scheinbar, es kam vielmehr an einer bestimmten Stelle zur Änderung des Brechungsindex des Polymers – dies hatte aber die gleiche Wirkung wie eine Hohlform. In dieses scheinbare Töpfchen floss ein Teil des Superphotons hinein. Auf diese Weise konnten die Wissenschaftler mit ihrer Apparatur unterschiedliche, sehr verlustarme, Muster erzeugen, die das photonische Bose-Einstein-Kondensat einfingen.

Vorstufe von Quantenschaltkreisen

Im Detail untersuchte das Forscherteam, gesteuert über die Temperatur des Polymers, die Ausbildung zweier benachbarter Töpfchen. Wenn das Licht in beiden optischen Hohlformen auf einem ähnlichen Energieniveau verharrte, floss das Superphoton von dem einen Töpfchen in das benachbarte. „Es handelte sich dabei um eine Vorstufe für optische Quantenschaltkreise“, hebt der Physiker der Universität Bonn hervor. „Vielleicht lassen sich mit diesem Versuchsaufbau auch komplexe Anordnungen herstellen, bei denen es im Zusammenspiel mit einer in geeigneten Materialien möglichen Photonenwechselwirkung zu einer Quantenverschränkung kommt.“

Dies wäre wiederum die Voraussetzung für ein neues Verfahren der Quantenkommunikation und Quantencomputer. „Doch das ist noch Zukunftsmusik“, sagt Weitz. Die Erkenntnisse des Forscherteams lassen sich absehbar auch für die Weiterentwicklung von Lasern – zum Beispiel für hochpräzise Schweißarbeiten – nutzen.

Publikation: David Dung, Christian Kurtscheid, Tobias Damm, Julian Schmitt, Frank Vewinger, Martin Weitz & Jan Klärs: Variable Potentials for Thermalized Light and Coupled Condensates, Nature Photonics, DOI: DOI: 10.1038/nphoton.2017.139

Kontakt für die Medien:

David Dung
Institut für Angewandte Physik
Universität Bonn
Tel. 0228/733453 oder 733455
E-Mail: dung@iap.uni-bonn.de¹

Prof. Dr. Martin Weitz (erreichbar ab 21.08.2017)
Institut für Angewandte Physik
Universität Bonn
Tel. 0228/734837 oder 734836
E-Mail: weitz@uni-bonn.de²

Links

1. dung@iap.uni-bonn.de
2. weitz@uni-bonn.de