

Medieninformation der Universität Innsbruck

11. April 2017

Photonentrio verschränkt

Interferenz entsteht, wenn sich Wellen überlagern und dabei entweder verstärken oder abschwächen. Physiker aus Österreich und Kanada konnten nun im Labor eine echte Dreiphotoneninterferenz realisieren. In diesem Zustand sind drei Lichtteilchen miteinander verschränkt, ohne dass sie aber paarweise interferieren. Anwendung finden könnte dieses Verhalten zum Beispiel in der Quantenkryptographie.

In der Kryptographie werden „gemeinsame Geheimnisse“ (shared secrets) zum Beispiel dazu verwendet, um die Kommunikation zwischen zwei oder mehreren Personen zu schützen. Zugang zur Information haben die Teilnehmer nur gemeinsam, in dem jeder Beteiligte seinen Schlüssel zur Verfügung stellt. Vergleichbar ist dies mit einem Tresor, der nur geöffnet werden kann, wenn das Schloss mit mehreren Schlüsseln gemeinsam betätigt wird. Einen vergleichbaren Quantenschlüssel haben nun Forscher um Gregor Weihs vom Institut für Experimentalphysik der Universität Innsbruck gemeinsam mit einem Team um den Österreicher Thomas Jennewein an der University of Waterloo in Kanada erzeugt.

Österreichisch-kanadische Kooperation

Um das Experiment zu realisieren, brachten die Innsbrucker Forscher ein von ihnen gebautes Interferometer - ein Instrument zur Messung von sich überlagernden Lichtwellen - nach Kanada. Dort hat das Team um Thomas Jennewein eine Photonenquelle realisiert, die drei Lichtteilchen gleichzeitig aussendet. Es teilt ein blaues Photon in drei langwelligere auf. Für die Messung solcher infraroten Lichtteilchen benötigten die Forscher sehr empfindliche Detektoren. „Früher war es sehr schwierig, langwellige Photonen zu messen“, erzählt Experimentalphysiker Gregor Weihs. „Seit kurzem gibt es aber sehr effiziente Detektoren basierend auf supraleitenden Drähten, ohne die unser Experiment gar nicht möglich gewesen wäre.“ Das Streben nach Erkenntnisgewinn gab hier den Anstoß für eine technologische Entwicklung, die auch für die Anwendung interessant ist. „Solche empfindlichen Detektoren sind etwa für die Quantenkryptographie über lange Strecken unentbehrlich“, sagt Weihs.

Dreiteilchenverschränkung

Mit der Photonenquelle in Kanada und dem Interferometer aus Tirol war es den Wissenschaftlern möglich, eine echte Dreiphotoneninterferenz zu realisieren. „Das Spannende daran ist, dass die drei Photonen nur gemeinsam

Rückfragehinweis:

Univ.-Prof. Dr. Gregor Weihs
Institut für Experimentalphysik
Universität Innsbruck
Telefon: +43 512 507 52550
E-Mail: gregor.weihs@uibk.ac.at
Web:
<http://www.uibk.ac.at/exphys/photoni>
k

Dr. Christian Flatz
Büro für Öffentlichkeitsarbeit
Universität Innsbruck
Telefon: +43 512 507 32022
Mobil: +43 676 8725 32022
E-Mail: christian.flatz@uibk.ac.at



interferieren, nicht aber einzeln oder paarweise“, erläutert Thomas Kauten, der das von ihm in Innsbruck konzipierte Interferometer nach Kanada begleitet hat und dort an den Messungen beteiligt war. Diese erfolgreiche Verschränkung von drei Lichtteilchen öffnet den Blick auf futuristische Anwendungen. So könnten die Photonendringlinge Träger eines „shared secret“ für die Quantenkryptographie sein. „Das Verfahren könnte aber auch dazu genutzt werden, ganz grundlegende Annahmen der Quantenmechanik zu überprüfen“, sagt Gregor Weihs.

Neue Photonenquelle entwickelt

Die Innsbrucker Physiker haben inzwischen eine neue Photonenquelle gebaut - ebenfalls gemeinsam mit kanadischen Wissenschaftlern, dieses Mal am National Research Council Canada in Ottawa. Die neue Quelle besteht aus einem Nanodraht, in den zwei, nahe beieinanderliegende Quantenpunkte eingebaut sind. „Einzelne Quantenpunkte funktionieren wie künstliche Atome. Was wir hier gebaut haben, ist eigentlich ein künstliches Molekül“, zeigt sich Gregor Weihs begeistert. „Mit diesem ist es möglich, beinahe gleichzeitig drei Photonen unterschiedlicher Farbe zu erzeugen.“ Da dieses Verfahren deutlich effizienter ist, wollen die Wissenschaftler um Gregor Weihs nun weitere Verschränkungsexperimente mit der neuen Photonenquelle unternehmen.

Finanziell unterstützt wurden die Arbeiten unter anderem vom Wissenschaftsfonds FWF, vom Canadian Institute for Advanced Research (CIFAR) und vom Europäischen Forschungsrat ERC.

Publikationen: Observation of Genuine Three-Photon Interference. Sascha Agne, Thomas Kauten, Jeongwan Jin, Evan Meyer-Scott, Jeff Z. Salvail, Deny R. Hamel, Kevin J. Resch, Gregor Weihs, and Thomas Jennewein. Phys. Rev. Lett. 118, 153602 (2017)
<http://doi.org/10.1103/PhysRevLett.118.153602>

Links:

- Physics Viewpoint: Photonic Hat Trick
- Photonics Group, Universität Innsbruck
- Institute for Quantum Computing, University of Waterloo

Eine Medieninformation des Büros für Öffentlichkeitsarbeit der Universität Innsbruck (Anschrift: Christoph-Probst-Platz, Innrain 52, A-6020 Innsbruck, Tel.: +43 512 507 32000, E-Mail: presse@uibk.ac.at)