

08. November 2018

Komplexer Quantenteleportation einen Schritt näher

Für zukünftige Technologien wie Quantencomputer und Quantenverschlüsselung ist die experimentelle Beherrschung von komplexen Quantensystemen unumgänglich. Wissenschaftlern der Universität Wien ist dabei ein weiterer Sprung gelungen. Während weltweit PhysikerInnen versuchen die Anzahl an zweidimensionalen Systemen, sogenannten QuBits, zu erhöhen, gehen die Forscher um Anton Zeilinger einen neuen Weg. Sie verfolgen dabei die Idee, komplexere Quantensysteme als QuBits zu verwenden und können damit die Informationskapazität bei gleicher Anzahl von Teilchen steigern. Die entwickelten Methoden und Technologien könnten zukünftig die Teleportation von komplexen Quantensystemen ermöglichen.

Ähnlich zu Bits in herkömmlichen Computern, handelt es sich bei QuBits um die kleinste Informationseinheit in Quantensystemen. Große Unternehmen wie Google und IBM wetteifern mit Forschungsinstituten in Europa und China, um eine immer größere Anzahl von verschränkten QuBits herzustellen. Die klare Motivation dabei ist, einen funktionierenden Quantencomputer zu entwickeln. Eine Forschungsgruppe an der Universität Wien und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) verfolgt hingegen einen neuen Weg, um die Informationskapazität von komplexen Quantensystemen zu steigern und neue fundamentale Tests der Quantentheorie zu ermöglichen.

Komplexitätsvergrößerung einzelner Systeme

Die Idee dahinter ist einfach: Anstatt nur die Anzahl der beteiligten Teilchen zu erhöhen, wird die Komplexität der einzelnen Systeme vergrößert. "Das Besondere an unserem Experiment ist, dass es zum ersten Mal 3 Photonen über die herkömmliche zweidimensionale Art hinausgehend verschränkt", erläutert Manuel Erhard. Dazu verwenden die Wiener Physiker Quantensysteme, welche mehr als 2 mögliche Zustände besitzen – in diesem konkreten Fall den Drehimpuls einzelner Lichtteilchen. Diese einzelnen Photonen haben nun, im Gegensatz zu QuBits, eine höhere Informationskapazität. Allerdings stellte sich die Verschränkung dieser Lichtteilchen auf konzeptioneller Ebene als schwierig heraus. Die Lösung des Problems: Ein Computer-Algorithmus, der selbstständig nach einer experimentellen Umsetzung sucht.

Multi-Port ermöglicht Verschränkung in 3 Dimensionen

Mit Hilfe des Computeralgorithmus Melvin konnte ein Lösungsvorschlag entwickelt werden. Dieser war zuerst noch sehr komplex, funktionierte aber zumindest prinzipiell. Nach einigen Vereinfachungen sahen sich die Physiker immer noch mit großen technologischen Herausforderungen konfrontiert. Das Team konnte diese mit modernster Lasertechnologie und einem speziell entwickelten Multi-Port lösen. "Dieser Multi-Port bildet das Herzstück unseres Experimentes und kombiniert die 3 Photonen so, dass diese miteinander in 3 Dimensionen verschränkt werden", erklärt Manuel Erhard.

Zukünftige Nutzung für Quantenkommunikationsnetze möglich

Diese besondere Verschränkung von 3 Photonen erlaubt neue grundlegende Fragen über das Verhalten von Quantensystemen zu stellen. Daher plant die Forschungsgruppe nun, diesen neuartigen und komplexen Verschränkungszustand für fundamentale Tests der Quantentheorie zu verwenden. Zusätzlich könnten die Ergebnisse dieser Arbeit auch erheblichen Einfluss auf zukünftige Technologien, wie z.B. die Quantenteleportation haben. "Ich denke, die Methoden und Technologien, die wir im Zuge dieser Publikation entwickelt haben, ermöglichen einen höheren Anteil der gesamten Quanteninformation eines einzelnen Photons zu teleportieren. Dies könnte für Quantenkommunikationsnetze wichtig sein", richtet Anton Zeilinger einen Blick in die Zukunft der

möglichen Anwendungen dieser Arbeit.

Quelle: Universität Wien