Geschrieben von: Lorenz
Dienstag, den 26. Januar 2021 um 13:17 Uhr

Paderborner Physiker mit Veröffentlichung in Nature Partner-Journal „Quantum Information“

Unvollkommen und verschränkt: Quantenteleportation mit Quantenpunkten

Dienstag 26. Januar 2021 - **Paderborn (wbn). Dem Physiker an der Universität Paderborn Professor Dr. Klaus Jöns ist es zusammen mit einem internationalen Forscherteam gelungen, die sogenannte Quantenteleportation mithilfe „unvollkommener Quantenpunkte“, also künstlicher Materialstrukturen, zu ermöglichen.**

Die Ergebnisse zeigen, dass die strengen Anforderungen an ideale Photonenquellen gelockert werden können und legen nahe, dass solche Quantenpunkte künftig eine wichtige Rolle bei Anwendungen der Quantenkommunikation spielen werden. Die Studie wurde jetzt in der Fachzeitschrift „Quantum Information“ veröffentlicht, ein Journal der Nature-Reihe.

Fortsetzung von Seite 1

„Bei der Quantenteleportation wird der Zustand eines Photons, also eines kleinen Lichtteilchens, auf ein anderes übertragen. Sender und Empfänger werden dabei – einfach ausgedrückt – miteinander verschränkt. Dafür bedarf es bestimmter Quellen, die ununterscheidbare Photonen produzieren. Idealerweise werden deterministische Photonenquellen verwendet. In der Regel kommen dabei Quantenpunkte aus einem Halbleitermaterial zum Einsatz“, erklärt Jöns.

Bislang haben Unzulänglichkeiten dieser Materialen eine reibungslose Anwendung im Rahmen der Quantenteleportation allerdings behindert. Anstatt sich auf die Herstellung optimaler Materialen zu konzentrieren, haben die Wissenschaftler nun mit unvollkommenen Quantenpunkten gearbeitet. Ziel war es, trotz dieses Umstands Teleportationen mit maximaler Zuverlässigkeit zu identifizieren. Dazu Jöns: „Wir konnten zeigen, dass die durchschnittliche Teleportationsgüte von unterhalb des klassischen Limits durch raffinierte Messmethoden auf 84,2 Prozent angehoben werden kann. Das bedeutet, dass unsere Erfolgsquote der Teleportationsmessung nicht mehr mit der klassischen Physik erklärt werden kann, sondern auf dem quantenmechanischen Effekt der Verschränkung basiert.“

„Um die Relevanz unseres Ansatzes zu verdeutlichen, haben wir einen Quantenpunkt verwendet, dessen Leistungswerte unter dem Durchschnittswert liegen“, sagt der Physiker. „Unsere Arbeit zeigt also, dass die Suche nach dem perfekten Material vermieden werden kann und dass die Qualität der Photonenquellen nicht weit von den strengeren Anforderungen an sichere Quantenkommunikationsanwendungen entfernt ist“, so Jöns weiter.

Verwendet haben die Wissenschaftler Quantenpunkte aus Galliumarsenid, die an der Johannes Kepler Universität Linz entwickelt wurden. Der Werkstoff hat den Vorteil, hoch verschränkte Zustände erzeugen zu können. Durch spektrale Filterung haben sie weitere Optimierungen erzielt: „Die Ununterscheidbarkeit der Photonen kann durch spektrale Nachselektion verbessert werden. Der Einsatz eines Etalonfilters hatte deutlichen Einfluss auf das Wellenpaket der emittierten Photonen“, erklärt Jöns.

„Die Entwicklungen im Bereich der Quantentechnologien – vor allem die Quantenkommunikation über lange Entfernungen – sind mit zusätzlichen technischen Herausforderungen verbunden, so dass der Umgang mit Quellenimperfektionen einen entscheidenden Beitrag dazu leisten kann, die nächsten Meilensteine zu erreichen“, lautet Jöns Einschätzung.

Die Studie wurde in Kooperation mit der Johannes Kepler Universität Linz und der Sapienza Universität in Rom durchgeführt.