

Skalierbare photonische Quantencomputer: Neuer Durchbruch mit Zeitmultiplex- Photonik

10.7.2026 - Christine Silberhorn | Universität Paderborn

Ein Team von Forschenden des Instituts für Photonische Quantensysteme (PhoQS) der Universität Paderborn hat einen entscheidenden Schritt hin zu universellen photonischen Quantencomputern gemacht. Mithilfe einer neuartigen Zeitmultiplex-Architektur konnte das Team um Gruppenleiter Dr. Benjamin Brecht aus der von Prof. Dr. Christine Silberhorn geleiteten Arbeitsgruppe „Integrierte Quantenoptik“ eine hochpräzise Quantengatter-Schaltung, die das sogenannte C-NOT-Gatter enthält, realisieren. Mit einer Güte von rund 94 Prozent öffnet dieser Ansatz die Tür zu größeren, rekonfigurierbaren Quantenschaltkreisen und überwindet damit bisherige Skalierungsprobleme der Quantentechnologie. Die Ergebnisse wurden jetzt in der renommierten Fachzeitschrift „Nature Communications“ veröffentlicht.

Quantencomputer versprechen Rechenleistungen, die es erlauben, bestimmte Probleme zu lösen, bei denen klassische Computer an ihre Grenzen stoßen. Der Grundbaustein vieler Quantencomputer ist das Qubit. Während verschiedene physikalische Plattformen wie supraleitende Schaltkreise oder eingefangene Ionen erforscht werden, bietet die photonische Quantenberechnung einzigartige Vorteile. Dr. Federico Pegoraro vom PhoQS erklärt: „Photonen sind hervorragend vor störenden Umgebungseinflüssen isoliert und lassen sich kontrollieren. Eine Herausforderung aber ist für uns, dass Photonen normalerweise nicht miteinander wechselwirken.“

Die Durchführung logischer Quantenoperationen wie des C-NOT-Gatters, das mit zwei Qubits operiert, ist notwendig, um Verschränkung zu erzeugen und Quantenalgorithmen auszuführen. Bisher erforderte dies oft komplexe optische Aufbauten, die sich jedoch nur begrenzt skalieren ließen. Die Forschenden haben einen innovativen Ansatz gewählt: Statt die Quanteninformation räumlich über verschiedene Lichtpfade zu codieren, wird sie zeitlich codiert. Dieses sogenannte „Time-Multiplexing“ ermöglicht es, mehrere Qubits durch ein einzelnes optisches Modul zu schicken, indem sie in unterschiedlichen Zeitfenstern übertragen werden.

Für die Zukunft sehen die Forschenden Potenzial in der Weiterentwicklung der Hardware. Schnellere elektro-optische Schaltungen könnten die Datenraten in absehbarer Zeit um das Dreißigfache steigern und die Effizienz des Systems weiter erhöhen.

Zum Paper: <https://www.nature.com/articles/s41467-026-74861-9>

<https://www.uni-paderborn.de/nachricht/160062>