



EFFIZIENTE FREQUENZ-KONVERSION FÜR QUANTEN-KOMMUNIKATION IN GLASFASERNETZWERKEN

Aufgabenstellung

Leistungsfähige Quantencomputer und Quantennetzwerke werden völlig neuartige Anwendungen ermöglichen, die mit klassischen Computern nicht realisierbar sind. Für glasfasergebundene Quantennetzwerke ist die Verwendung photonischer Quantenbits (Qubits) im Bereich des verlustarmen Telekom-C-Bands um $1,55 \mu\text{m}$ zur Erzielung hoher Reichweiten obligatorisch. Festkörperbasierte Spin-Qubits sind eine aussichtsreiche Plattform, um skalierbare Quantencomputer zu realisieren. Diese können zur optischen Kopplung mehrerer Qubits Photonen im Wellenlängenbereich 800 - 900 nm emittieren (sog. »fliegende Qubits«). Zur Umsetzung der Wellenlängen in die Telekombänder werden optische Schnittstellen in Form von Quantenfrequenzkonvertern (QFC) benötigt.

Vorgehensweise

Bei der Quantenfrequenzkonversion (QFC) wird die Wellenlänge von Einzelphotonen, die als »fliegende« Qubits dienen, gezielt geändert, ohne dabei weitere Eigenschaften der Photonen zu verändern. Ein erster Schritt für die Entwicklung von effizienten Quantenfrequenzkonvertern ist somit die Demonstration einer hocheffizienten Frequenzkonversion von Einzelphotonen oder klassischen Eingangsfeldern mit hinreichend kleiner Leistung. Zur Konversion wird, analog

zur klassischen parametrischen Frequenzkonversion, neben den Eingangs- und Ausgangsfeldern ein leistungsstarker Laser zum Treiben des Konversionsprozesses in nichtlinearen Kristallen eingesetzt.

Ergebnis

Auf Basis eines periodisch-gepolten Lithiumniobat (PPLN)-Wellenleiters, der mit einem kommerziellen Faserlaser bei 1950 nm gepumpt wird, wurde die Frequenzkonversion von 856 nm nach 1526 nm mit einer Effizienz von 87 Prozent nachgewiesen. Die Eingangsleistung bei 856 nm lag dazu bei 1,8 mW. In einem nächsten Schritt wird nun die Konversion von einzelnen Photonen bei 856 nm untersucht, wobei eine ähnliche Effizienz angestrebt und erwartet wird.

Anwendungsfelder

Die hier demonstrierte Konversion ist ein erster Schritt zur Umsetzung effizienter Quantenfrequenzkonverter, die eine Schlüsselkomponente für zukünftige Quantennetzwerke darstellt. Quantenfrequenzkonverter sind weiterhin eine Schlüsselkomponente für die Realisierung von Quantenrepeatern.

Ansprechpartner

Florian Elsen M. Sc.
Telefon +49 241 8906-224
florian.elsen@ilt.fraunhofer.de

Dr. Bernd Jungbluth
Telefon +49 241 8906-414
bernd.jungbluth@ilt.fraunhofer.de

1 *Aufbau zur Frequenzkonversion
von Einzelphotonen in Wellenleitern.*