



RAUSCHREDUZIERTE FREQUENZKONVERTER FÜR DAS QUANTENINTERNET

Aufgabenstellung

Entwicklung und Aufbau eines Quanteninternets sind übergeordnete Ziele der europäischen Quantentechnologie-Roadmap. Hierbei müssen Quantenprozessoren, -sensoren und -netzwerkknoten über große Entfernungen miteinander verschränkt werden, um Informationen effizient und sicher teilen sowie die Leistung und Anwendungsmöglichkeiten von Quantencomputern potenzieren zu können. Eine Grundlage für die Umsetzung solcher Netzwerke ist die dämpfungsarme Übertragung von Quanteninformation mittels Einzelphotonen durch Glasfasern. Um Netzwerke aus heterogenen Knoten realisieren und Wellenlängen im Telekomband nutzen zu können, müssen die Photonen in ihrer Wellenlänge unter Beibehaltung ihres Quantenzustands effizient konvertiert werden. Bei dem Konversionsprozess muss dabei die Zahl der Rauschphotonen, die das Signal-zu-Rausch-Verhältnis beeinflussen, minimiert werden.

Vorgehensweise

Zur effizienten Konversion kommen sogenannte Quantenfrequenzkonverter (QFC) zum Einsatz, die auf nichtlinear-optischer Frequenzkonversion beruhen. In der Regel werden hierbei periodisch-gepolte Kristalle mit Wellenleitern verwendet, bei denen Konversionseffizienzen bis über 90 Prozent erreicht werden können. Allerdings werden bei diesen Systemen gleichzeitig hohe Raten an Rauschphotonen erzeugt.

Im Rahmen des Fraunhofer ICON QFC-4-1QID-Projekts werden in Kooperation mit dem QuTech in Delft am Fraunhofer ILT neuartige rauscharme QFC entwickelt. Diese basieren auf dem Ansatz, nichtlineare Kristalle ohne periodische Polung und ohne Wellenleiter in einer Überhöhungskavität zu verwenden. Hierdurch können die wesentlichen Prozesse zur Entstehung von Rauschphotonen wirksam unterdrückt werden.

Ergebnis

Ein Technologiedemonstrator des Konverters wurde als kompaktes, mobiles und stabiles System umgesetzt und in einer Messkampagne am QuTech in Delft getestet. Der Konverter erreicht eine interne Photonen-Konversionseffizienz von etwa 50 Prozent, wobei die Rate der Rauschphotonen gegenüber dem bisherigen Stand der Technik um einen Faktor 4 reduziert ist.

Anwendungsfelder

Effiziente, rauscharme Frequenzkonverter sind eine Schlüsselkomponente für ein zukünftiges Quanteninternet, für Quantennetzwerke und für Quantenrepeater.

Die Arbeiten wurden im Rahmen des ICON-Projekts QFC-4-1-QID finanziell durch die Fraunhofer-Gesellschaft gefördert.

Ansprechpartner

Florian Elsen M. Sc., DW: -224
florian.elsen@ilt.fraunhofer.de

Dr. Bernd Jungbluth, DW: -414
bernd.jungbluth@ilt.fraunhofer.de

2 Demonstrator für einen effizienten,
rauscharmen QFC.