

# Rauschfreie Frequenzkonverter für das Quanteninternet

Zum Aufbau eines Quanteninternets müssen Quantensysteme über große Entfernungen miteinander verschränkt werden, um Informationen effizient und sicher teilen und die Rechenleistung von Quantencomputern potenzieren zu können. Eine Voraussetzung für solche Netzwerke ist die verlustfreie Übertragung von Informationen mittels Einzelphotonen durch Glasfasern. Dazu müssen diese Signale unter Erhaltung ihres Quantenzustands in ihrer Wellenlänge konvertiert werden, ohne dass dabei ungewollt weitere Photonen erzeugt werden, die das Signal-zu-Rausch-Verhältnis reduzieren.

## Entwicklung von neuartigen QFC

Zur Konversion werden Quantenfrequenzkonverter (QFC) verwendet, die auf nichtlinear-optischen Prozessen beruhen. Bisherige Systeme nutzten periodisch-gepolte Kristalle mit Wellenleiter. Sie erreichen Effizienzen bis zu 50 Prozent, sind jedoch die wesentliche Quelle von Rauschphotonen. Für den Quantum-Internet-Demonstrator in den Niederlanden wurden am Fraunhofer ILT neuartige QFC für die Konversion von 637 nm nach 1588 nm entwickelt. Dabei wird ein nichtlinearer Kristall ohne periodische Polung und Wellenleiter mit einer Überhöhungskavität kombiniert.

## Schlüsselkomponente für Quantentechnologie

Der neuartige Konverter wurde als kompaktes, modular einsetzbares und stabiles System umgesetzt, am QuTech in Delft getestet und anschließend als fester Bestandteil in den Quantum-Internet-Demonstrator integriert. Die Rate erzeugter Rauschphotonen wurde gegenüber bisherigen QFC ohne Einbußen bei der Konversionseffizienz um den Faktor 100 auf 2 Hz/pm reduziert, wodurch dieses System den neuen Stand der Technik definiert. Gegenüber allen anderen Netzwerk-komponenten ist der QFC effektiv rauschfrei.

Effiziente, rauscharme Frequenzkonverter sind eine Schlüsselkomponente für ein zukünftiges Quanteninternet, für Quantennetze und für Quantenrepeater. Das neuartige Design kann adaptiert werden, um auch Quantensignale bei anderen Wellenlängen im sichtbaren und nahinfraroten Bereich zu konvertieren.

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

*Autor: Fabian Geus M. Sc.,  
jan.fabian.geus@ilt.fraunhofer.de*



*Justage des Konverters mithilfe eines abgeschwächten roten Lasers zur Emulation der Einzelphotonen.*