FAQT

Fast Quantum Entanglement

Programm / Ausschreibung	Quantenforschung (QFTE), Quantenforschung und -technologie (QFTE), QFTE 2020 national	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.12.2021	**Projektende**	30.11.2022
Zeitraum	2021 - 2022	**Projektlaufzeit**	12 Monate
Keywords	photonic entanglement; heralded single photon source; quantum communication; high repetition rate pump laser		

Projektbeschreibung

Verschränkung ist eine sehr vielseitige Quantenressource für verschiedenste Quantenanwendungen, die von der Quantenkommunikation bis zum Quantencomputer reichen. Für Quanten-Repeater, die die Schaffung des zukünftigen Quanten-Internets ermöglichen, sind verschränkte Photonen unumgänglich. Aber bereits jetzt wird die Verschränkung für die Quantenschlüsselverteilung (QKD) und optische Quantencomputer eingesetzt. Ein breiter Einsatz von verschränkten Photonenquellen für diese Aufgaben wird durch ihre niedrige Erzeugungsrate (MHz), im Vergleich zur GHz-Erzeugung schwacher kohärenter Laserpulse in QKD-Aufbauten, behindert.
Ziel des FAQT-Projekts ist es eine hohe Erzeugungsrate von verschränkten Photonen unter Verwendung von Standardkomponenten zu demonstrieren. Die hohe Erzeugungsrate wird Verschränkungsquellen attraktiver für den Einsatz für Quantenkommunikationsanwendungen machen und auch die Taktrate von optischen Quantencomputern erhöhen, wodurch Quantenalgorithmen mit größerer Tiefe ausgeführt werden können.
Das Ziel, einen kompakten und robusten Aufbau mit Standardteilen zu schaffen, wird den schnellen Einsatz der technologischen Entwicklungen in zukünftigen Quantenkommunikationsinitiativen erleichtern. Um die Erzeugungsrate zu erhöhen, wird im FAQT-Projekt ein neues Pumplaser-Setup entwickelt, mit dem Wiederholungsraten von bis zu 42 GHz möglich sind. Dies wird frühere Demonstrationen, die im Bereich von 1 bis 10 GHz gelegen sind, weit übertreffen. Die hohe Wiederholungsrate bedeutet auch, dass die Pumpleistung pro Laserpuls ausreichend reduziert werden kann, um die Emission von Multi-Paaren zu unterdrücken und dass damit, selbst bei solch hohen Raten, eine sehr hohe Güte des verschränkten Zustandes gewährleistet werden kann.
Um dies zu erreichen, wird zusätzlich zum gepulsten Laser ein opto-elektronischer Pulspicker gebaut um die Wiederholungsrate variabel (1 - 42 GHz) einstellen zu können. Darüber hinaus wird eine optische Verstärkungsstufe eingesetzt um die Pumpleistung, benötigt für einen effizienten Erzeugungsprozess zu steigern. Abschließend wird eine Frequenzumwandlungsstufe eingesetzt um die Laserpulse auf die richtige Pumpwellenlänge zu bringen. Der quantenoptische Aufbau wird optimiert, um die Effizienz zu steigern, sodass verschränkte Photonenpaare mit Raten über 1 GHz erzeugt werden. Supraleitende Einzelphotonendetektoren werden eingesetzt, um eine beispiellose Detektionsrate (50 MHz) von verschränkten Photonen mit hoher Güte zu erzielen. Der gesamte Aufbau wird aus handelsüblichen Komponenten bestehen, um die Entwicklung einer einsatzbereiten Quelle für photonische Verschränkung so schnell wie möglich zu

ermöglichen.

Abstract

Entanglement is a very versatile quantum resource for many quantum applications ranging from communication to quantum computing. In quantum communication it is indispensable for the implementation of quantum repeaters that will allow the creation of the future quantum internet. But even now, entanglement is already employed for quantum key distribution (QKD) and optical quantum computers. Wider take up of entangled photon sources for these tasks is hampered by their low generation rate (MHz) as compared to GHz generation of weak coherent pulses in QKD set-ups.
The FAQT project is specifically designed to demonstrate a high generation rate of entangled photons using off-the-shelf components. The high rate will make entanglement sources more attractive to be employed for quantum communication applications and will also increase the clock speed of all-optical quantum computers, allowing a greater depth of quantum algorithms to be run. The aim to produce a compact and robust set-up with standard parts will facilitate the quick take up and deployment of the technological developments in upcoming quantum communication initiatives.
To increase the production rate, the FAQT project will devise a new pump laser set-up, capable of producing a repetition rate of up to 42 GHz. This will swarth earlier demonstrations which were in the range of 1 to 10 GHz. The high repetition rate means that the pump power per pulse can be reduced sufficiently to suppress multi-pair emission and hence produce very high fidelity of entangled states even at such high rates.
To achieve this, a pump laser set-up will be assembled containing not only the pulsed laser source but also opto-electronic pulse picking to control and adjust the repetition rate (1 – 42 GHz), an optical amplification stage to boost pump power to drive the generation process and finally a frequency conversion stage to yield the correct pump frequency. The quantum optical set-up will be optimized to increase generation efficiency so that entangled photons pairs are generated with rates above 1 GHz. Superconducting single photon detectors will be employed to achieve also an unprecedented detection rate (50 MHz) of high-fidelity entanglement. The whole set-up will be made from commercially available components to facilitate a quick development of a deployment-ready source of photonic entanglement.

Projektkoordinator

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Projektpartner

- Universität Wien Quantenoptik, Quantennanophysik, Quanteninformation