

Quantum.Light

Quantenlicht aus Halbleiterchips für abhörsichere Kommunikation

Programm / Ausschreibung	Spin-off Fellowship, Spin-off Fellowship, 2. AS Spin Off Fellowship 2022-2027	Status	laufend
Projektstart	01.08.2026	Projektende	31.01.2028
Zeitraum	2026 - 2028	Projektlaufzeit	18 Monate
Projektförderung	€ 461.715		
Keywords	quantentechnologie; halbleiter; kommunikation; infrastruktur		

Projektbeschreibung

Quantencomputer läuten einen Paradigmenwechsel in der sicheren Kommunikation ein. Viele heute eingesetzte kryptografische Verfahren basieren auf mathematischen Problemen, die mit ausreichend leistungsfähigen Quantencomputern lösbar werden. Damit geraten bestehende Sicherheitskonzepte für Datenübertragung, kritische Infrastrukturen und digitale Kommunikation zunehmend unter Druck. Anstatt Verschlüsselungsarten marginal anzupassen und damit die Bedrohung in die Zukunft aufzuschieben, gibt es einen Ansatz, dessen Sicherheit auf physikalischen Naturgesetzen beruht. Verschränkte Lichtteilchen, Ergebnisse aus Nobelpreis-prämierter Forschung, ermöglichen neue Formen der abhörsicheren Datenübertragung, wie Quantenschlüsselaustausch (QKD) und zukünftige Quantennetzwerke. Heutige Quellen für solche verschränkten Photonen unterliegen allerdings fundamentalen Beschränkungen in ihrer maximalen Helligkeit oder sind komplex und nur eingeschränkt skalierbar, was ihren Einsatz außerhalb spezialisierter Forschungslabore erschwert.

Basierend auf den bestehenden Forschungsergebnissen und daraus resultierenden Patenten ist es das Ziel dieses Projektes eine kompakte, stabile und leistungsfähige Quantenlichtquelle zu entwickeln, die auf diese Lücke abzielt. Dazu sollen Halbleiter-Quantenpunkte in ein Rack-montierbares System integriert werden, um zuverlässig verschränkte Photonenpaare mit hohen Raten zu erzeugen. Die Konstruktion eines solchen Prototypen einer plug&play Quantenlichtquelle soll den robusten Betrieb gewährleisten und denkt reale Einsatzbedingungen und Transportfähigkeit bereits zu Beginn an mit. Das Herzstück, ein Quantenpunkt, kann man sich als künstliches Atom, das fest im Halbleiterchip sitzt, vorstellen. Dieser wandelt einen Laserpuls in ein verschränktes Photonenpaar um, und das "auf Knopfdruck", was dem Goldstandard für Sicherheitsprotokolle entspricht. Zudem ermöglicht die Halbleitertechnologie Feinjustierungsmöglichkeiten bereits verbauter Chips, um Eigenschaften der verschränkten Photonen, wie ihre Wellenlänge, auf Wunsch gezielt zu verändern.

Mit Hilfe der Förderung liegt nach dem Projekt eine für die heimische und europäische Quantenforschung und Quantenwirtschaft nutzbare Hardware vor, die verschränkte Photonenpaare mit hohen Raten "auf Knopfdruck" erzeugt und damit industriennahe Anwendungen in der quantensicheren Kommunikation ermöglicht. Die Ergebnisse dieses Projektes

bilden zugleich die Grundlage für ein geplantes Spin-off Unternehmen, das diese Technologie in marktfähige Produkte überführen soll. Ziel ist es, eine Marktführerposition einzunehmen, eine Schlüsselkomponente für zukünftige quantensichere Kommunikationssysteme bereitzustellen und damit einen Beitrag zur nächsten Generation sicherer digitaler Infrastruktur zu leisten.

Abstract

Quantum computers are reshaping the landscape of secure communication. Many cryptographic methods in use today rely on mathematical problems that can be solved by sufficiently powerful quantum computers. As this technology matures, long-established security models for digital communication and critical systems are losing their reliability. Rather than adapting encryption schemes and thereby postponing the threat into the future, there is an approach where security is based on the laws of physics. Entangled photons, a subject in Nobel Prize-winning research, enable eavesdropping-resistant data transmission, via quantum key distribution (QKD) and future quantum networks. However, current sources of entangled photons either suffer from fundamental limitations in maximum brightness or are complex and only partially scalable, which hinders their deployment beyond specialized research laboratories.

Building on existing research results and the resulting patents, the goal of this project is to develop a compact, stable, and high-performance quantum light source that addresses this gap. To this end, semiconductor quantum dots will be integrated into a rack-mountable system capable of reliably generating entangled photon pairs at high rates. The construction of such a plug&play quantum light source prototype is designed to ensure robust operation while accounting for real-world deployment conditions and transportability from the outset. The core component, a quantum dot, can be understood as an artificial atom embedded in a semiconductor chip. It converts a laser pulse into an entangled photon pair “on demand,” meeting the gold standard required for security protocols. Moreover, semiconductor technology enables fine-tuning of already integrated chips, allowing key properties of the entangled photons, such as their wavelength, to be adjusted on demand.

With the support of this funding, the project will deliver hardware that is usable by the Austrian and European quantum research and quantum technology communities, generating entangled photon pairs at high rates “on demand,” thereby enabling industrial-grade applications in quantum-secure communication. At the same time, the project outcomes will form the basis for a planned spin-off company aimed at translating this technology into market-ready products. The long-term objective is to establish a leading market position, provide a key component for future quantum-secure communication systems, and contribute to the next generation of secure digital infrastructure.

Projektpartner

- Universität Linz