

ICON

Hollow Core Fibers for Quantum Communication with Quantum Dots

Programm / Ausschreibung	DST 24/26, Internationale DST 2025, QuantERA Call 2025	Status	laufend
Projektstart	01.09.2026	Projektende	31.08.2029
Zeitraum	2026 - 2029	Projektlaufzeit	36 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 499.898		
Keywords	Quantum communication, Quantum Phenomena		

Projektbeschreibung

ICON entwickelt eine neuartige Quantenkommunikationsplattform, die zwei bislang unverbundene Spitzentechnologien kombiniert und dadurch eine skalierbare, abhörsichere Kommunikation für mehrere Nutzer gleichzeitig ermöglicht: Quantenpunkt-Einzelphotonenquellen und speziell auf deren Emissionswellenlänge angepasste Hohlkern-Glasfasern.

Heutige Quantenkommunikationssysteme kämpfen mit begrenzter Skalierbarkeit und ineffizienter Verteilung verschränkter Mehrphotonenzustände. Eine zentrale Ursache ist, dass Standardfasern nur in engen Wellenlängenbereichen (zentriert um 1550 nm) niedrige Verluste bieten, allerdings genau dort, wo die besten Einzelphotonenquellen und Detektoren nicht optimal arbeiten. ICON verschiebt das verlustarme Übertragungsfenster gezielt in den Bereich maximaler Leistungsfähigkeit moderner Quantenhardware. Dadurch werden verschränkte Mehrphotonenzustände deutlich effizienter erzeugt, und hocheffiziente Einzelphotonendetektoren können bei Raumtemperatur betrieben werden.

Dies eröffnet erstmals eine praktische, schnelle und kostengünstige multi-user Quantenkommunikation.

Quantenpunkte bieten eine hohe Rate ununterscheidbarer Einzelphotonen mit extrem niedrigem Mehrphotonenanteil und eignen sich daher ideal für Quantennetzwerke. ICON wird jeweils drei dieser Photonen zu einem verschränkten Mehrphotonenzustand fusionieren, der in weiterer Folge als zentrale Ressource für fortgeschrittene Quantenkommunikationsprotokolle dient. Da die leistungsfähigsten Quantenpunkte bei 920-980 nm emittieren, entwickelt ICON Hohlkernfasern mit Verlusten von etwa 0,2 dB/km, vergleichbar mit herkömmlichen Glasfasern bei 1550 nm, die zudem gleichzeitig Quanten- (~930 nm) und klassische Signale (1550 nm) übertragen und vollständig mit bestehender Infrastruktur kompatibel bleiben.

Zur Integration in reale Netzwerke werden extrem verlustarme Verbindungsstücke zwischen Hohlkern- und herkömmlichen Glasfasern realisiert, sowohl durch permanente Verklebungen (<0,2 dB/Anschluss) als auch durch praxistaugliche Spleißtechniken (<0,5 dB/Anschluss). Auf der Empfängerseite ersetzen effiziente Silizium-Einzelphotonendetektoren bei

Raumtemperatur teure kryogene Systeme und reduzieren so Komplexität und Betriebskosten erheblich. Das resultierende System verbindet eine zentrale auf einem Quantenpunkt basierende Mehrphotonenquelle über kilometerlange Hohlkernfasern mit flexibel rekonfigurierbaren Empfängermodulen. In Kombination mit fortschrittlichen kryptografischen Protokollen entsteht so ein skalierbares, wirtschaftlich tragfähiges Mehrparteien-Quantennetzwerk mit unmittelbaren Anwendungen in sicherer Finanzkommunikation, Gesundheitswesen, verteiltem Quantenrechnen und dem zukünftigen Quanteninternet.

Abstract

ICON will develop a metropolitan-scale quantum communication platform that delivers unbreakable, multi-user security by combining two powerful but previously unconnected technologies: quantum dot single-photon sources operating at 930 nm and hollow-core optical fibers engineered for low-loss transmission at that same wavelength. Current quantum communication systems struggle with scalability and the distribution of multi-photon entangled states. A major bottleneck is that standard telecom fibers provide low loss only around 1550 nm, far from the optimal wavelengths of single photon sources and detectors. ICON shifts the low-loss window to where quantum hardware performs best, eliminating the need for lossy frequency conversion, enabling efficient multi-photon entanglement generation, and allowing the use of high-efficiency, room-temperature detectors. This change paves the way for practical, high-rate, and cost-effective multi-user quantum communication. Quantum dots are ideal for quantum networks because they emit bright, indistinguishable photons with extremely low multi-photon noise. In ICON, these photons will be actively demultiplexed to generate three-photon GHZ states for advanced protocols such as quantum secret sharing. Since the best available quantum dots emit near 900–980 nm, where telecom fibers are highly lossy, the project will develop new hollow-core fibers with attenuation below 0.2 dB/km at 930 nm, matching or surpassing telecom performance at 1550 nm. These fibers can simultaneously carry quantum (930 nm) and classical (1550 nm) signals, enabling easy integration with existing infrastructure. To connect HCFs with standard components, the project will create ultra-low-loss HCF-SMF interfaces via permanent gluing (<0.2 dB) and field-deployable splicing (<0.5 dB). At the network nodes, efficient, room-temperature Si-APDs replace costly cryogenic detectors, reducing system complexity. The resulting platform will link a central quantum-dot GHZ source to three reconfigurable receiver nodes over kilometer-scale HCF. By combining next-generation fiber technology, state-of-the-art quantum light sources, and advanced cryptographic protocols, ICON will deliver a scalable, economically viable multi-user quantum network with applications in secure finance, healthcare, distributed computing, and the future quantum internet.

Projektkoordinator

- Universität Wien Quantenoptik, Quantennanophysik, Quanteninformation

Projektpartner

- QUBO Technology GmbH