

Neues Verbundvorhaben forscht an Technologien und Demonstratoren für Quantenrepeater

Quantennetzwerke haben in den vergangenen Jahren in der Forschung zunehmend an Bedeutung gewonnen. Sie könnten nicht nur die Sicherheit kritischer Infrastrukturen erhöhen, sondern auch neue Anwendungen erschließen – von der sicheren Vernetzung von Quantencomputern bis hin zu einem zukünftigen Quanteninternet. Grundlage solcher Netzwerke sind sogenannte Quantenrepeater, die eine verlustarme Verteilung von Quanteninformation und damit eine Ende-zu-Ende-sichere, quantenphysikalisch geschützte Kommunikation ermöglichen. Großflächige Quantennetzwerke setzen voraus, dass Quantenzustände zwischen weit voneinander entfernten Knoten zuverlässig übertragen werden können. Das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) fördert nun ein neues Verbundprojekt, in dem Technologien und Demonstratoren für Quantenrepeater weiterentwickelt und unter realen Betriebsbedingungen getestet werden sollen.

Quantenkommunikation gilt als zentrale Säule moderner IT-Sicherheitsforschung. Sie schafft die Grundlage für sichere digitale Infrastrukturen, den Schutz sensibler Daten und die technologische Souveränität Deutschlands. Die im Juli 2025 vom Bundeskabinett beschlossene Hightech Agenda Deutschland benennt Quantentechnologien, insbesondere die Quantenkommunikation, als eine der Schlüsseltechnologien der Zukunft. Für den Auf- und Ausbau leistungsfähiger Quantennetzwerke sind Quantenrepeater unverzichtbar. Sie überwinden die Reichweitenbegrenzung optischer Kommunikationskanäle und ermöglichen die verlustarme Übertragung von Quanteninformation über große Distanzen. Als Meilenstein definiert die Hightech Agenda die Technologiedemonstration eines ersten Quantenrepeaters bis 2028 – als Basis für eine weitreichende Quantenkommunikation und perspektivisch für ein zukünftiges Quanteninternet.

Vor diesem Hintergrund ist im Januar 2026 ein neues BMFTR-gefördertes Projekt gestartet. Das Forschungsvorhaben „Technologien und Demonstratoren für Quantenrepeater (TD.QR)“ zielt in seiner 14-monatigen Laufzeit auf die Entwicklung, Optimierung und Erprobung zentraler Repeater-Technologien ab und schafft damit, gemeinsam mit weiteren Forschungsarbeiten, entscheidende Voraussetzungen für das Erreichen des Meilensteins 2028.

TD.QR kann dabei auf den Vorarbeiten des Verbundprojekts „Quantenrepeater.Net (QR.N)“ sowie früheren Forschungsverbänden aufbauen, in deren Rahmen bereits zentrale Technologien, Konzepte und Protokolle für Quantenrepeater entwickelt und in ersten Demonstrationen erprobt wurden – darunter die Verteilung von Verschränkung und die Quantenteleportation über Glasfaserstrecken.

Das Vorhaben geht nun den nächsten Schritt: Geplant sind die Implementierung von Quantenrepeater-Verbindungen auf realen Teststrecken außerhalb geschützter Laborumgebungen sowie die Demonstration grundlegender Funktionen von Quantennetzwerken. Dazu zählen der Aufbau mobiler und skalierbarer Quantenknoten, die Optimierung von Komponenten zur Verschränkungsverteilung zwischen unterschiedlichen Quantenspeicher-Plattformen sowie die Einrichtung von Repeater-Strecken mit mehreren Knoten.

Getragen wird das Projekt von einem Konsortium aus elf führenden akademischen Partnern – darunter auch die Humboldt-Universität zu Berlin mit allein drei Projektpartnern – an sieben Standorten, die in komplementären Teilprojekten eng zusammenarbeiten. Die übergreifende Koordination des Projekts liegt bei der Universität des Saarlandes. Die Verbindung von Grundlagenforschung, Technologieentwicklung und Anwendungsperspektiven ermöglicht es, zentrale Herausforderungen der Quantenrepeater-Technologie systematisch zu adressieren und Forschungsergebnisse in konkrete Anwendungen zu überführen. Mit seinem Beitrag zur Quantenkommunikation im Rahmen der Hightech Agenda stärkt TD.QR die technologische Leistungsfähigkeit und Souveränität Deutschlands in einem strategisch zentralen Zukunftsfeld.

Mehr Informationen zum Projekt „Technologien und Demonstratoren für Quantenrepeater (TD.QR)“ sind im Projektsteckbrief des BMFTR verfügbar: <https://www.forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/td.qr>

New Joint Project explores Technologies and Demonstrators for Quantum Repeaters

Quantum networks have gained increasing importance in research over recent years. They could not only enhance the security of critical infrastructures but also enable new applications – from the secure interconnection of quantum computers to a future quantum internet. The foundation of such networks are so-called quantum repeaters, which enable low-loss distribution of quantum information, ensuring end-to-end quantum-secured communication. Large-scale quantum networks require reliable transmission of quantum states between widely separated nodes. The Federal Ministry of Research, Technology and Space (BMFTR) is now funding a new joint project aimed at further developing technologies and demonstrators for quantum repeaters and testing them under real-world conditions.

Quantum communication is considered a central pillar of modern IT security research. It provides the basis for secure digital infrastructures, the protection of sensitive data, and Germany's technological sovereignty. The Hightech Agenda Germany, adopted by the Federal Cabinet in July 2025, identifies quantum technologies – and quantum communication in particular – as one of the key technologies of the future. Quantum repeaters are indispensable for deploying and expanding high-performance quantum networks. They overcome the range limitations of optical communication channels and enable the low-loss transmission of quantum information over long distances. As a milestone, the Hightech Agenda defines the demonstration of first quantum repeater Technologies by 2028 – serving as the foundation for far-reaching quantum communication and, in the long term, a future quantum internet.

Against this backdrop, a new BMFTR-funded project was launched in January 2026. The research initiative “Technologien und Demonstratoren für Quantenrepeater (TD.QR)” aims, over its 14-month duration, to develop, optimize, and test core repeater technologies, thereby – together with other research efforts – establishing crucial prerequisites for achieving the 2028 milestone.

TD.QR builds on the work of the joint project “Quantenrepeater.Net (QR.N)” and earlier research consortia, in which key technologies, concepts, and protocols for quantum repeaters were developed and tested in initial demonstrations – including entanglement distribution and quantum teleportation over fiber-optic links.

The project now takes the next step: planned activities include implementing quantum repeater connections on test tracks outside controlled laboratory environments, as well as demonstrating fundamental quantum network functionalities. This includes establishing mobile and scalable quantum nodes, optimizing components for entanglement distribution across different quantum memory platforms, and deploying repeater links with multiple nodes.

TD.QR is carried out by a consortium of eleven leading academic partners – including Humboldt University with three partners – at seven locations, working closely together in complementary subprojects. The overall coordination of the project is carried out by Saarland University. The combination of fundamental research, technology development, and application-oriented perspectives enables the consortium to systematically address the central challenges of quantum repeater technology and translate research results into practical applications. Through its contribution to quantum communication within the framework of the Hightech Agenda, TD.QR strengthens Germany's technological capabilities and sovereignty in this strategically important future field.

Further information about the project “Technologies and Demonstrators for Quantum Repeaters (TD.QR)” is available in the BMFTR project brief: <https://www.forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/td.qr>