

Projekt

Quantenkommunikation mit integrierter Optik im Zusammenhang mit supraleitender Elektronik (ISOQC)

Koordinator:	Jun.-Prof. Dr. Tim Bartley Universität Paderborn Warburger Str. 100 33098 Paderborn Tel.: +49 5251 60-5881 E-Mail: tim.bartley@upb.de
Projektvolumen:	ca. 2,8 Mio. € (Förderquote 100%)
Projektlaufzeit:	01.08.2018 – 31.07.2023
Projektpartner:	➔ Universität Paderborn, Paderborn

Quantum Futur – Innovative Nachwuchswissenschaftler für Zukunftsthemen

Quantentechnologien sind Technologien, die auf der gezielten Ausnutzung von Quanteneffekten beruhen. Beispiele hierfür sind die Halbleitertechnologien, die Magnetresonanztomografie oder der Laser. Bei aktuellen Entwicklungen – der zweiten Generation der Quantentechnologien – steht der kontrollierte Quantenzustand einzelner oder gekoppelter Systeme selbst im Vordergrund. Dadurch ergeben sich Möglichkeiten für neue Anwendungen in der Informationsübertragung und -verarbeitung, höchstpräzise und -sensible Mess- und Abbildungsverfahren oder auch die Überwindung heutiger Beschränkungen bei der Simulation komplexer Systeme.

Herausfordernde Forschungsthemen wie die Quantentechnologien erfordern kluge Köpfe. Die Maßnahme „Quantum Futur“ soll exzellente Nachwuchswissenschaftler dabei unterstützen, mit Forschungsprojekten den Übergang von Erkenntnissen der Grundlagenforschung in neuartige Anwendungen voranzutreiben. Dabei erhalten sie die Möglichkeit, eine eigene, unabhängige Nachwuchsgruppe aufzubauen und neue interdisziplinäre Forschungsansätze aufzugreifen. Thematisch werden wesentliche Bereiche der Quantentechnologien zweiter Generation adressiert, insbesondere sind dies die Quantenkommunikation, die Quantensensorik und -metrologie sowie das Quantencomputing.

Neben der Durchführung innovativer Forschungsarbeiten ermöglicht die Maßnahme die Bildung von wissenschaftlichen Schwerpunkten und Zentren in der Quantentechnologie sowie eine thematische und personelle Ergänzung der bestehenden Forschungslandschaft. Deshalb unterstützt „Quantum Futur“ auch den Aufbau von Kompetenzen und die Vernetzung der Nachwuchswissenschaftler sowie die Schaffung von Synergien durch die gemeinsame Nutzung vorhandener Geräte und Anlagen.



Bild 1: Innovative Nachwuchswissenschaftler treiben die Quantentechnologien voran. (Quelle: vit_head/Fotolia)

Quanteneffekte für eine sichere Kommunikation

Sichere Kommunikationsnetzwerke sind in der modernen Welt von zentraler Bedeutung. Der Schutz kritischer Infrastruktur, verlässlicher Handel oder auch die Wahrung der Privatsphäre sind fundamental darauf angewiesen, dass Dritte nicht den Datenverkehr mithören und manipulieren können. Um dies zu gewährleisten, werden permanent neue Verschlüsselungsverfahren entwickelt und genutzt. Die Quantenkommunikation ermöglicht einen Datenaustausch, dessen Sicherheit durch die Gesetze der Physik gewährleistet wird. Prinzipbedingt ist das unbemerkte Abhören einer Leitung unmöglich. Die Quanteneigenschaften, die man ausnutzt, sind jedoch extrem empfindlich auf Störungen. Die Errichtung und der Betrieb eines Quanteninformationsnetzwerks mit stabilen Komponenten ist deshalb eine komplexe Aufgabe.

ISOQC – Eine Plattform für die Quantenkommunikation

Integrierte Optiken sind eine nützliche Plattform zur Manipulation von Quantenlicht. Viele Komponenten optischer Schaltkreise können wie bei elektrischen Mikrochips auf kleinstem Raum integriert werden. Das Ziel dieses Projekts ist die Erforschung einer Reihe von modularen Bausteinen, die bestimmte Operationen mit Quantenlicht durchführen. Der Baukasten umfasst die zentralen Elemente eines quantenoptischen Netzwerks, nämlich die Erzeugung, Manipulation und Detektion photonischer Zustände. Sämtliche Bausteine müssen untereinander kompatibel sein und an ihren Schnittstellen optimal angepasst werden.

Um dieses Ziel zu erreichen, werden etablierte Techniken aus der nichtlinearen Optik mit supraleitender Elektronik kombiniert. Dazu werden kristalline Strukturen wie Lithiumniobat genutzt. In diese können optische Schaltungen in Form von Wellenleitern „eingeschrieben“ werden. Dieses Vorgehen gewährleistet eine hohe Stabilität, geringe Verluste sowie eine kompakte Bauform. Die ultrasensitive Messung photonischer Zustände erfolgt mittels supraleitender Detektoren. Neben der hohen Genauigkeit haben diese den Vorteil, dass die Signale mit geringer Leistung und hoher Geschwindigkeit verarbeitet werden können. Eine der größten Herausforderung besteht darin, unter den Betriebsbedingungen der Supraleiter (u. a. Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt) die Funktionalität zu bewahren. An der Nachwuchsgruppe in Paderborn werden die dafür nötigen Kompetenzen im Bereich der nichtlinearen Quantenoptik und der supraleitenden Detektortechnologie zusammengeführt.

Durch die Forschung werden wichtige Ergebnisse für die Integration von Quantenkommunikationssystemen erwartet. Neben den Fortschritten zur Erzeugung, Manipulation und Detektion von Licht ist vor allem die modulare Bauweise von zentraler Bedeutung. So wird eine größere Flexibilität für weitere Forschung und für breitere Einsatzmöglichkeiten erreicht. Beispielsweise können Komponenten so separat optimieren oder repariert werden, ohne dem ganzen System zu schaden.

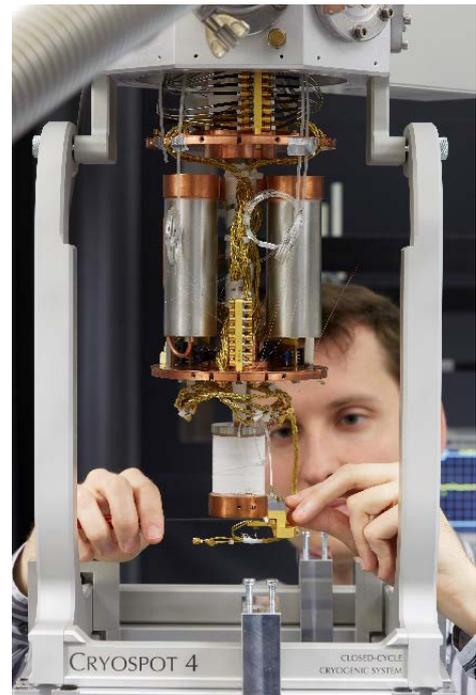


Bild 2: Einstellung eines integrierten optischen Chip im Kryostat (Quelle:AG Bartley/UPB)