

Projekt

Quantum Photonics Labs (QPL)

Koordinator:

Prof. Andreas Tünnermann
Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF
Albert-Einstein-Str. 7
07745 Jena
Tel.: +49 3641-807 201
E-Mail: andreas.tuennermann@iof.fraunhofer.de

Projektvolumen:

ca. 6,4 Mio. € (Förderquote 100,0%)

Projektlaufzeit:

01.04.2019 – 31.03.2021

Projektpartner:

entfällt, da Einzelvorhaben

Schlüsselkomponenten für die Herausforderungen der 2. Quantenrevolution

Die zweite Quantenrevolution, d. h. die Adressierung einzelner Quantensysteme, verspricht gleichsam tiefgreifende technologische Fortschritte zu ermöglichen. Neuartige Phänomene wie Verschränkung auf Ebene einzelner oder weniger kontrollierter Quanten sowie die hohe Sensitivität isolierter Quantenzustände treten hier in den Vordergrund. Die Quantentechnologie setzt neue Maßstäbe in der Kombination eines enormen Anwendungspotentials mit dem Vorhandensein hoher Forschungsrisiken. Diese müssen überschritten werden, um das Anwendungspotential der Quantentechnologien zu heben. Aus der Grundlagenforschung extrapolierte Anwendungsfälle bedürfen insbesondere des Transfers auf skalierbare Technologieplattformen, um aus prinzipiellen Quantenvorteilen tatsächlich Anwendungen mit Mehrwert zu generieren. Dieser Transfer bedarf großer Anstrengungen in der quantenphysikalischen Forschung sowie in wissenschaftlichen Schlüsseldisziplinen. Insbesondere für die Quantenkommunikation, die Quantenbildung und das Quantensensing sind Photonen, also Lichtteilchen, ideale Träger von Informationen. Die Erforschung wissenschaftlicher und technischer Methoden in der Quantenoptik zur Entwicklung einer anwendungsbezogenen Quantenphotonik ist demzufolge für den Erfolg der Quantentechnologie essentiell.

Die Erforschung ihrer Quanteneigenschaften bringen zugleich neue Herausforderungen mit sich, die es zu überwinden gilt. Dies wiederum kann nur gelingen, wenn man die relevanten Effekte sowohl theoretisch gut durchdringt, als auch neue praktische bzw. technologische Ansätze erprobt. Beide Elemente sind dabei intrinsisch eng miteinander verbunden und erlauben es nur in ihrer Kombination, signifikante Fortschritte in fundamentalen Forschungsfragen sowie Anwendungsszenarien zu erlangen. Beispielweise sind fundamentale Erkenntnisse über die Natur der Verschränkung im Rahmen sogenannter loophole-free Bell-Tests ohne neuartige Quantenlichtquellen undenkbar. Umgekehrt ist die Skalierung von Übertragungsraten in der Quantenschlüsselverteilung in anwendungsrelevante Größenordnungen ohne neuartige Verschränkungsmodi und Quantenlichtquellenkonzepten nicht umsetzbar.

Integrierte Quantenlichtquellen und photonische Konversionssysteme

Das übergreifende Ziel des QPL-Projekts ist es, robuste integrierte Quellenkonzepte und Schlüsselkomponenten für die Quantenoptik zu realisieren. Damit werden verschiedene Forschungsarbeiten und perspektivisch Anwendungen in den quantentechnologischen Schlüsseldisziplinen erleichtert oder erst möglich. Hierzu werden die neuesten Ansätze in der Quantenoptik mit den umfassenden Kompetenzen des Fraunhofer IOF in den Bereichen Nanophotonik, angewandte Optik und Systemintegration kombiniert und in eine vielseitige Hardwareplattform überführt. Diese bestehen aus neuartigen, integrierten Photonenquellen und Modenkonzernern. Die Ergebnisse werden wichtige Beiträge dazu liefern, dass Quantenlichtquellen vom wissenschaftlichen Experiment zu einem leistungsfähigen und flexiblen Werkzeug werden. Damit werden Wissenschaftler, Quantenexperimente schneller, effizienter und nachhaltiger durchführen können.

Die Forschungsaktivitäten im QPL-Projekt werden in drei Teilprojekten durchgeführt, deren Ziel es ist, erstens exzellente Quellen von Einzelphotonen skalierbar als optische Komponenten zu integrieren, zweitens neuartige und skalierbare Methoden zur Erzeugung verschränkter Photonen zu demonstrieren und drittens neuartige quantenphotonische Bauelemente zu entwickeln, mit deren Hilfe Quantenzustände gezielt eingestellt und konvertiert werden können.

Im Erfolgsfall stehen bei Projektende wichtige Schlüsselkomponenten für die Quantentechnologien zur Verfügung. Die maßgeschneiderten und hochintegrierten Quantenlichtquellen sowie Quantenlichtkonversionslösungen können für eigene Versuche genutzt werden. Vor allem liefern sie aber eine bessere Zugänglichkeit dieser Technologie für die gesamte Quantentechnologie-Community. Der Zusammenarbeit mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft kommt eine besondere Bedeutung zu. So werden bereits im Projekt Anwendungsfälle erforscht und somit der Weg für einen Technologietransfer bereitet.

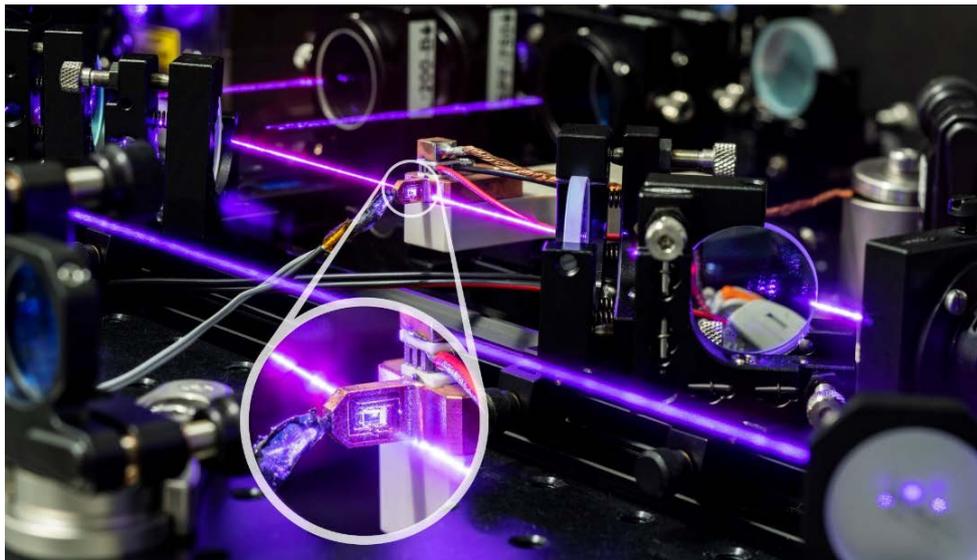


Bild 2: Quantenoptisches Bildgebungssystem (Quelle: Fraunhofer IOF)