

Projekt

Diamant-Nanophotonik für On-Chip Quantentechnologien (DiNOQuant)

Koordinator:

Dr. Tim Schröder
Humboldt-Universität zu Berlin
Newtonstraße 15
12489 Berlin
Tel.: +49 30 2093-4712
E-Mail: tim.schroeder@physik.hu-berlin.de

Projektvolumen:

ca. 3,7 Mio. € (Förderquote 100%)

Projektlaufzeit:

01.10.2018 – 30.09.2023

Projektpartner:

➔ Humboldt-Universität zu Berlin – Institut für Physik, Berlin

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)

Photonische Systeme – Basistechnologien für die Quantenwelt

Der Einsatz von Quantentechnologien verspricht in vielen Anwendungen des Informationszeitalters große Fortschritte, da mit den Wirkprinzipien der Quantenmechanik völlig neue Funktionen bereitstehen. Beispiele dafür sind verfahrensbedingt abhörsichere Kommunikationskanäle für die Datenübertragung sowie eine vollständig neue Klasse von Computern durch das Rechnen mit sogenannten Quantenbits. Dies bedeutet eine Überwindung der Grenzen der klassischen Datenverarbeitung und, damit verbunden, eine extreme Beschleunigung von Berechnungen, z. B. für die schnelle Suche in riesigen Datenmengen oder die bestmögliche Steuerung von Verkehrssystemen.

Eine wichtige Basistechnologie hierfür ist die Photonik, d. h. die Nutzung von Licht. Mit sehr kleinen Strukturen im Nanometer-Maßstab lassen sich optische Funktionen in verschiedenen Materialsystemen herstellen. Kombiniert man diese Strukturen mit Quantensystemen, z. B. mit den sogenannten Stickstoff-Fehlstellen in künstlichem Diamant, so kann man leistungsfähige Bauelemente für Quantentechnologien, wie z. B. Lichtquellen und Speicher, herstellen.

Das Ziel des Projektes ist die Erforschung solcher Bauelemente, die anwendungs-übergreifend in den Quantentechnologien Verwendung finden können. Dies betrifft insbesondere die Quantenkommunikation und die Quanteninformationsverarbeitung. Die erfolgreiche Durchführung des Forschungsvorhabens wird zu einer führenden Rolle des Standorts Deutschland im Bereich photonischer Quantentechnologien beitragen.

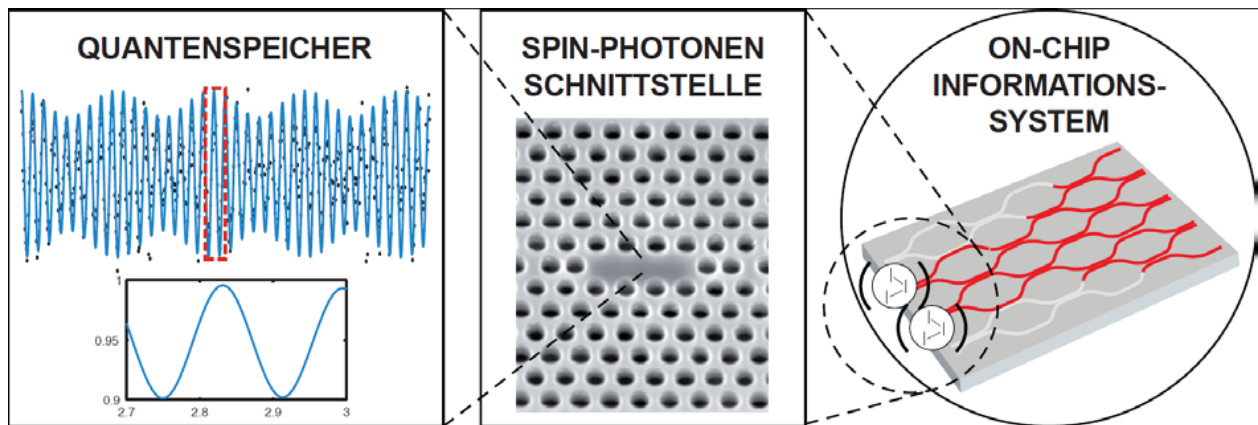


Bild 2: Prinzipische Skizze zu photonischen Schaltkreisen in Diamant. Die Quantenspeicher in Diamant werden auf einem Chip mit photonischen Elementen wie Wellenleitern verbunden. (Quelle: Humboldt-Universität zu Berlin)

Nanophotonik und Diamant als Plattform für integrierte Quantenbauteile

Aktuell ist die Nanostrukturierung von künstlichem Diamant weltweit in der Qualität und Prozessstabilität noch nicht vergleichbar mit anderen Halbleitertechnologien. Für den technologischen Durchbruch von strukturierten Bauteilen in einer Diamanttechnologie gilt es daher, ein umfassendes Know-how in der Diamantfertigung mit Expertise in der Herstellung von Festkörper-Nanosystemen sowie in der Quantenoptik zusammenzuführen.

An dieser Stelle setzt das „DiNOQuant“-Projekt an und schafft mit den durchzuführenden Arbeiten diese Verbindung. Speziell werden durch sogenannte Waferbonding Verfahren Diamant und photonische Schaltkreise miteinander verbunden. Eine solche Plattform kann als Baukasten dann generell für die photonische Integration der Defektzentren in Diamant, d. h. der Quantensysteme, verwendet werden. Konkrete Beispiele, die im Rahmen dieses Vorhabens gezeigt werden sollen, sind sehr helle Quantenlichtquellen, die sich für kommerzielle Anwendungen in ein kompaktes Gehäuse integrieren lassen. Weiterhin werden höchst effiziente Schnittstellen zwischen den optischen Systemen und den Quantenbauteilen demonstriert, die für die sogenannte Verschränkung von Quantensystemen für die Informationsverarbeitung Nutzen finden.