A Novel Way of Quantum Information Processing and Spectroscopy with Trapped Ions via Microwave Manipulation

Initiative: zukunft.niedersachsen (nur ausgewählte Ausschreibungen)

Ausschreibung: Forschungskooperation Niedersachsen - Israel

Bewilligung: 05.01.2014

Laufzeit:

Quantenmetrologie ist ein vielversprechendes Feld, in dem quantenmechanische Eigenschaften benutzt werden, um hochauflösende Messungen durchzuführen. Die wichtigste Herausforderung in diesem Gebiet ist die Entkopplung des Quantensensors von den störenden Einflüssen der Umgebung bei gleichzeitiger starker Kopplung an die Messgröße. Quantenmetrologie erfährt derzeit eine exponentielle Verbesserung von z.B. optischen Uhren und eine steigende Aktivität auf dem Gebiet der Magnetfeldmessung. Fortschritte auf diesem Gebiet wurden stimuliert durch Fortschritte in Quanteninformationsverarbeitung. Eine zentrale Rolle in diesem Feld nimmt das Quantenbit ein und die Möglichkeit es zu manipulieren. Quantenkorrelationen zwischen Qubits können eingesetzt werden für besonders effiziente Berechnungen oder für Quantensimulationen von Systemen, die mit einem klassischen Computer nicht berechenbar wären. Genau wie bei der Quantenmetrologie ist die größte Herausforderung die Entkopplung der Qubits von ihrer Umgebung, wobei die Kopplung zwischen den Qubits so stark wie möglich bleiben soll. Dieses Projekt verfolgt das Ziel, die theoretischen Erkenntnisse aus der Quanteninformationsverarbeitung mit den experimentellen Möglichkeiten der Quantenmetrologie zu vereinigen um die Synergie zwischen beiden Feldern zu entfesseln. Das Vorhaben verfolgt dazu einen neuen, hybriden Ansatz, bei dem die Vorteile von Mikrowellen- mit Lasermanipulation mit gefangenen Ionen vereinigt werden. Die starke Wechselwirkung der Ionen-Qubits mit der Mikrowelle sorgt für eine dynamische Entkopplung von typischen Störgrößen, wie z.B. Magnetfeldschwankungen oder einer endlichen Temperatur, während verschränkungserzeugende Operationen effizient mit Laserpulsen realisiert werden. Die Resultate dieser Arbeiten könnten zur Entwicklung von effizienten Quantencomputern und noch genaueren Uhren und Magnetfeldsensoren führen, die eine große Bedeutung in der Forschung und in weiten Bereichen des täglichen Lebens haben.

Projektbeteiligte

Prof. Dr. Piet Schmidt
Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin (PTB)
QUEST Institute for Experimental Quantum Metrology
Braunschweig

Alex Retzker
The Hebrew University of Jerusalem
Racah Institute of Physics
Jerusalem
Israel