ITAQC

Ion trap arrays for quantum computing

Programm / Ausschreibung	Quantum Austria, Quantum Austria 1. Ausschreibung (2022)	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.12.2022	**Projektende**	31.01.2026
Zeitraum	2022 - 2026	**Projektlaufzeit**	38 Monate
Keywords	quantum computing, Ion trap		

Projektbeschreibung

Ionenfallen sind eine der vielversprechendsten Plattformen für einen künftigen skalierbaren Quantencomputer. Ein nützlicher Quantencomputer muss die hohe Qualität der Operationen Prototypen in Systemen mit Tausenden von Qubits beibehalten, die in kleinen demonstriert wurde. Im Rahmen dieses Projekts stellen wir uns der herausragenden Herausforderung, eine realistisch skalierbare zweidimensionale Ionenfallen-Architektur für Quantencomputer zu entwickeln. Wir unterteilen diese Herausforderung in die folgenden Forschungsbereiche:
1.) Entwurf und Entwicklung von mikrofabrizierten Ionenfallen, die Interaktionen zwischen den Subregistern innerhalb eines 2D-Arrays ermöglichen.
2.) Erfindung und Erforschung eines maßgeschneiderten Gatter-Mechanismus, der hochwertige Operationen zwischen mehreren Unterregistern und innerhalb eines einzelnen Unterregisters ermöglicht.
3.) Entwurf und Realisierung eines Prototyps eines skalierbaren Kontrollsystems, das schnelle Operationen im gesamten 2D-Array ermöglicht.
4.) Nutzung der im Rahmen dieses Projekts erworbenen Kenntnisse zur Erstellung einer detaillierten Blaupause für ein 1000-Qubit-Ionenfallen-Array.

Eine erfolgreiche Umsetzung des Projekts wird weit über den derzeitigen Stand der Technik hinausgehen, einschließlich der weltweit ersten experimentellen Demonstration von Wechselwirkungen auf Quantenebene in einem skalierbaren 2D-System, und einen ganzheitlichen und dennoch spezifischen Ansatz zur Realisierung eines 1000-Qubit-Ionenfallensystems bieten.

Das Projektkonsortium besteht aus der Forschungsgruppe am Institut für Experimentalphysik der Universität Innsbruck um Philipp Schindler (UIBK) und einem der führenden österreichischen Quanten-Startups, Alpine quantum technologies (AQT). Die Forschungsgruppe an der UIBK ist eine der weltweit führenden Gruppen auf dem Gebiet der Quanteninformationsverarbeitung und verfügt über jahrzehntelange Forschungserfahrung, während AQT die bestehenden Ionenfallensysteme mit seinem industrietechnischen Know-how nachweislich konsolidiert und verbessert hat.

Abstract

Ion traps are one of the most promising platforms to host a future large-scale quantum computer. A useful quantum computer needs to maintain the high-quality operations that have already been demonstrated in small-scale prototypes in systems that provide thousands of qubits. Within this project, we tackle the outstanding challenge of developing a realistically scalable two-dimensional ion-trap quantum computing architecture. We divide this challenge into following research areas:
1.) To design and develop microfabricated ion traps that enable interactions between the subregisters within a 2D array.
2.) Invent and explore a tailored gate mechanism that enables high-quality operations between several subregisters and within a single subregister.
3.) Design and realise a prototype of a scalable control system to enable rapid operations in the entire 2D array.
4.) Exploit the knowledge that has been acquired within this project to create a specific blueprint for a 1000 qubit ion trap array.
A successful implementation of the project will go way beyond the current state of the art, including the world’s first experimental demonstration of interactions at the quantum level in a scalable 2D system and provide a holistic yet specific approach towards realising a 1000 qubit ion-trap system.

The project consortium consists of the research group at the Institute for Experimental physics at the University of Innsbruck around Philipp Schindler (UIBK), and one of Austria's leading quantum startups, Alpine quantum technologies (AQT). The research group at UIBK is one of the world-leading groups in quantum information processing, with decades of research experience, whereas AQT has proven to consolidate and improve the existing ion trap systems with their industrial engineering know-how.

Projektkoordinator

- Universität Innsbruck Institut für Experimentalphysik

Projektpartner

- Alpine Quantum Technologies GmbH