

# ScaleQUDITS

Scalable methods for trapped ion multilevel quantum technologies

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Quantum Austria 3. Ausschreibung (2023/2024)	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.06.2024	<b>Projektende</b>	31.12.2025
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	19 Monate
<b>Keywords</b>	Quantum computing, multi-level-system, qudit, scalable		

## Projektbeschreibung

In letzter Zeit hat die Quanteninformationsverarbeitung mit Multilevel-Systemen viel Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Die Verwendung von Quantenobjekten, die mehrere kontrollierbare Zustände bieten, verspricht eine effizientere Durchführung von Quanteninformationsverarbeitungsaufgaben. Insbesondere gefangene Ionen sind ein vielversprechender Kandidat für so ein System. In diesem Projekt verfolgen wir das langfristige Ziel der Quanteninformationsverarbeitung mit eingefangenen Ionen, das noch wenig erforscht und genutzt wird:

Das Projekt "ScaleQUDITS" konzentriert sich auf die Entwicklung von Techniken, die eine modulare und großmaßstäbliche Quanteninformationsverarbeitung mit mehrstufigen Systemen (Qudits) in gefangenen Ionensystemen ermöglichen.

Die übergreifenden Ziele von ScaleQUDITS sind die Entwicklung von experimentellen Kühl- und Herstellungsmethoden für Fallen, die für eine skalierbare Qudit-QIP mit gefangenen Ionen notwendig sind. Insbesondere wollen wir (i) Herstellungsmethoden entwickeln und einen Prototyp einer mikrogefertigten Ionenfalle mit hohem optischen Zugang realisieren, (ii) schnelle Qudit-Initialisierungsmethoden entwickeln und demonstrieren, die mit skalierbaren Ionenfallen kompatibel sind, und (iii) Qudit-Operationen in dem skalierbaren Fallenprototyp demonstrieren.

Das Projektkonsortium besteht aus der Universität Innsbruck und Joanneum Research.

## Abstract

Recently, quantum information processing with multilevel systems has drawn a lot of attention. Using quantum objects that provide multiple controllable levels promises to perform quantum information processing tasks with simpler and smaller devices. In particular, trapped ions seem a promising candidate to push towards qudit operation. In this project, we are targeting a long-term goal of qudit QIP with trapped ions that is less explored and exploited:

The project "ScaleQUDITS" is focused on developing techniques that will enable modular and large-scale quantum information processing with multilevel systems (qudits) in trapped ion systems.

The overarching goals of ScaleQUDITS are to develop experimental cooling and manufacturing methods that are necessary for scalable qudit QIP with trapped ions. In particular, we aim to (i) develop fabrication methods and realize a prototype of a microfabricated ion trap with high optical access, (ii) develop and demonstrate fast qudit-initialization methods that are compatible with scalable ion traps, and (iii) demonstrate qudit operations in the scalable trap prototype.

The project consortium consists of the University of Innsbruck and Joanneum Research.

### **Endberichtkurzfassung**

In the FFG funded project Scalequdits, researchers at Joanneum Weiz and the University of Innsbruck have developed a novel fabrication technique for scalable ion traps. These traps were specifically designed for the demands of storing quantum information in higher-dimensions, which drastically improves the memory density in an ion-trap quantum computer.

### **Projektkoordinator**

- Universität Innsbruck

### **Projektpartner**

- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH