



## Verbundprojekt QRydDemo

# Quantencomputer mit Rydbergatomen

### Motivation

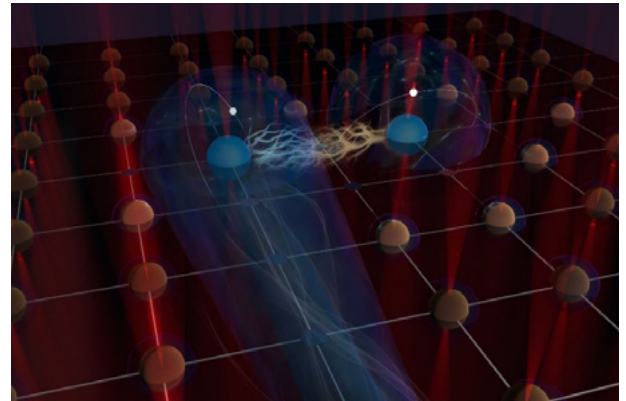
Im Vorhaben soll die Möglichkeit demonstriert werden, Rydbergatome in einer zweidimensionalen optischen Fallenstruktur zu gruppieren und mit diesen durch gezielte Verschränkung und Verschiebung der Atomfallen effizient quantenlogische Operationen durchzuführen. Dabei soll die Kohärenzzeit gegenüber dem Stand der Technik um drei Größenordnungen verbessert werden.

### Ziele und Vorgehen

Das Rennen um die Verwirklichung eines praxistauglichen Quantencomputers ist international in vollem Gange. Es ist noch nicht entschieden, welches physikalische Grundprinzip das geeignetste für einen Quantencomputer ist, speziell im Hinblick auf die erforderliche Skalierung des Computers, weg vom reinen Funktionsdemonstrator, hin zu einem praxistauglichen Gerät, das zur Lösung realer Problemstellungen eingesetzt werden kann. Die nach aktuellem Wissenstand aussichtsreichsten physikalischen Systeme für den Bau eines Quantencomputers der nächsten Generation sind Supraleiter, Ionenfallen und Atomfallen (für neutrale Atome).

### Innovation und Perspektiven

In den letzten Jahren haben aus Rydbergatomen bestehende Quantengatter im Hinblick auf die wichtigsten Funktionsparameter eines Quantencomputers erhebliche Fortschritte erzielt und Werte erreicht, die im Bereich derjenigen von Ionenfallen und Supraleitern liegen. Bei Rydbergatomen handelt es sich um hochangeregte Atome, bei denen sich das äußerste Elektron sehr weit entfernt vom Kern befindet. Entsprechend hat ein solches Atom einen Durchmesser, der etwa einen Faktor 10000 größer ist als der eines neutralen Atoms im Grundzustand. Es handelt sich dennoch nicht um ein Ion, da dieses äußere Elektron nicht frei, sondern noch schwach gebunden ist. Es reagiert deswegen sehr empfindlich auf externe elektromagnetische Einflüsse und infolge dessen wechselwirken benachbarte Rydbergatome sehr stark und kontrolliert miteinander. Dies ermöglicht die Realisierung von bedingten quantenlogischen Gattern.



Darstellung der Wechselwirkung zwischen zwei Rydbergatomen in einer dynamischen Anordnung von Fallen für Qubits

#### Projekttitel:

Quantencomputer mit Rydbergatomen (QRydDemo)

#### Programm:

Quantentechnologien – von den Grundlagen zum Markt

#### Fördermaßnahme:

Quantenprozessoren und Technologien für Quantencomputer

#### Projektvolumen:

10,2 Mio. Euro (zu 89,1% durch das BMBF gefördert)

#### Projektlaufzeit:

01.02.2021 – 31.01.2026

#### Projektpartner:

- Universität Stuttgart – 5. Physikalisches Institut
- Universität Ulm – Institut für komplexe Quantensysteme
- TOPTICA Photonics AG, Gräfelfing

#### Projektkoordinator:

Prof. Dr. Tilman Pfau  
Universität Stuttgart  
E-Mail: t.pfau@physik.uni-stuttgart.de

#### Impressum

**Herausgeber** Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Referat Quantentechnologien; Quantum Computing, 53170 Bonn;  
**Stand** Februar 2021; **Text** VDI Technologiezentrum GmbH; **Gestaltung** KOMPAKT MEDIEN Agentur für Kommunikation GmbH, familie redlich AG Agentur für Marken und Kommunikation; **Bildnachweis** Universität Stuttgart