

# Quantencomputer

## Lösungen für komplexe Problemfälle



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

### Motivation

Quantencomputer versprechen gegenüber klassischen digitalen Rechnern für bestimmte Aufgabenstellungen erhebliche Vorteile. Bislang ist es jedoch aufgrund der hohen technischen Komplexität noch nicht gelungen, einen praxistauglichen Quantencomputer mit einer ausreichenden Zahl an Quanten-Bits (Qubits) herzustellen. Es werden daher auch Alternativen zu den bislang im Mittelpunkt stehenden, gatterbasierten Quantencomputern mit Qubits gesucht. Das Forschungsprojekt verfolgt einen solchen Ansatz, der auf dem Prinzip des sogenannten Quanten-Annealers beruht. Dieser ist weniger komplex und weniger universell als ein gatterbasierter Ansatz. Obwohl er nur einen geringeren Quantenvorteil erreicht, verspricht der Quanten-Annealer jedoch ein früheres Erreichen der Schwelle zur Praxistauglichkeit speziell für Optimierungsprobleme.

### Ziele und Vorgehen

Es wird ein vollständig kohärenter Quanten-Annealer auf der physikalischen Grundlage von 500 neutralen, in einem optischen Gitter gefangenen Ytterbium-Atom aufgebaut. Hierfür sind in nahezu allen Komponenten und Teilsystemen, insbesondere bei der Laser-Kontrolltechnik erhebliche Fortschritte gegenüber dem Stand der Technik erforderlich. Der Verbund verfolgt das Ziel, einen entsprechenden Demonstrator bis Projektende fertigzustellen, in eine High-Performance-Computing-Umgebung einzubinden und interessierten Anwendern über einen Cloud-Zugang für einen HPC/Quantencomputer-Hybridbetrieb zugänglich zu machen.

### Innovation und Perspektiven

Im Erfolgsfall kann der Rymax-Quanten-Annealer mittelfristig zu praxisrelevanten Größen skaliert und für die Lösung konkreter Problemstellungen der Industrie kommerziell eingesetzt werden. Längerfristig können dann einzelne Hardwarekomponenten und Komplettsysteme am Markt angeboten werden.

### Aufgabe der HHLA im Projekt

In enger Zusammenarbeit mit den Partnern Fraunhofer ITWM und der Universität Hamburg wird die HHLA herausfordernde Anwendungsfälle aus dem Bereich der Logistik bereitstellen, die sich bestens für die Quantenoptimierung eignen. Von

besonderer Bedeutung sind zum Beispiel echtzeitnahe Neuberechnungen der Einsatzplanung, um Abweichungen von zugesagten Zeitplänen nach dem Auftreten unvorhergesehener Ereignisse zu begrenzen. Fraunhofer ITWM und Universität Hamburg werden diese Probleme auf dem Quantencomputer simulieren und mit den besten klassischen Ansätzen vergleichen. Die HHLA kann anschließend die Anwendbarkeit der Lösungen im realen Betrieb prüfen und bewerten.