



Verbundprojekt REALISTIQ

Fehlerkompensation für (NISQ-) Quantenrechner

Motivation

Quantenrechner versprechen die effiziente Lösung von rechnerischen Problemen, die selbst moderne Superrechner nicht lösen können. Allerdings sind bislang realisierte Quantenrechner verrauscht. Die Berechnungen auf diesen Quantenrechnern sind sehr anfällig gegenüber Rausch-Störungen. Praktisches Quantencomputing bedarf daher einer effektiven Fehlerkorrektur um dieses Rauschen zu korrigieren. Qubit-Systeme, auf denen die Rechner basieren, funktionieren also nicht perfekt. Für einen einzelnen rauschkorrigierten Qubit braucht man viele Korrektur-Qubits. Bisher entwickelte Fehlerkorrekturschemata um diese Probleme zu lösen sind jedoch sehr ressourcenintensiv und können daher in heute verfügbaren Systemen bislang nicht verwendet werden.

Ziele und Vorgehen

Das vorliegende Projekt erkennt an, dass ohne Quanten-Fehlerkorrektur kaum Quantenvorteile erreichbar sind, jedoch bekannte Methodiken für die mittelfristig verfügbare NISQ- (Noisy Intermediate Scale Quantum Computer) Gerätegeneration nicht nutzbar sind. Stattdessen wird ein innovatives Verfahren der Quanten-Fehlermitigation vorgeschlagen, das in einer Hierarchie zunehmender Komplexität Fehler in realistischen Quantenplattformen systemspezifisch unterdrückt. Das Ziel ist die Entwicklung einer Hierarchie von Quanten-Fehler-Mitigationsalgorithmen, die individuelle, reale physikalische Geräteeigenschaften von vornherein berücksichtigt und mit einem deutlich geringeren Ressourcenbedarf einhergeht.

Innovation und Perspektiven

Im Erfolgsfall kann es gelingen, Rechner der mittelfristig verfügbaren NISQ-Generation mit einem wirksamen Fehlerkompensationsverfahren auszustatten. Der gesellschaftliche Nutzen ist dann erheblich, weil es die Möglichkeit eröffnet, verhältnismäßig kleine, verrauschte (NISQ-) Quantenrechner für praxisrelevante Aufgabenstellungen nutzbar zu machen.

Projekttitel:

Realistische Quanten-Fehlermitigation (REALISTIQ)

Programm:

Quantentechnologien – von den Grundlagen zum Markt

Fördermaßnahme:

Quanteninformatik – Algorithmen, Software, Anwendungen

Projektvolumen:

829.000 Euro (zu 82,5% durch das BMBF gefördert)

Projektlaufzeit:

01.05.2021 – 30.04.2024

Projektpartner:

- Freie Universität Berlin, Fachbereich Physik, Berlin
- HQS Quantum Simulations GmbH, Karlsruhe

Projektkoordination:

Freie Universität Berlin

Prof. Dr. Jens Eisert

E-Mail: jense@zedat.fu-berlin.de