



## Verbundprojekt QUASAR

# Halbleiter-Quantenprozessor mit shuttlingbasierter skalierbarer Architektur

### Motivation

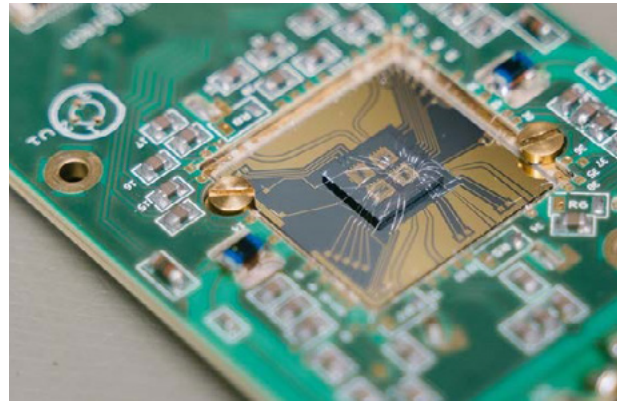
Ein großes Problem bei der Realisierung von weitreichend nutzbaren Quantencomputern ist die Skalierbarkeit zu hinreichend großen Qubitanzahlen. Spinqubits sind dafür ein vielversprechender Ansatz, da diese auf bereits verfügbarer Halbleitertechnologie aufbauen. Verglichen mit supraleitenden Qubits haben sie zudem die Vorteile einer geringeren Größe und bei höheren Temperaturen (bis zu etwa 1 K) funktionsfähig zu sein. Jedoch ist die industriekompatible Herstellung von solchen Qubits noch nicht demonstriert und es ist noch unklar, wie ein darauf aufbauende skalierbare Quantencomputer-Architektur aussehen sollte.

### Ziele und Vorgehen

Das Ziel dieses Projekts ist die Implementierung und Demonstration einer Mikroarchitektur ohne geometrische Skalierungsgrenzen auf Quantenebene mit in Deutschland verfügbarer Halbleitertechnologie. Als technologische Basis dazu dienen Si/SiGe-Quantentöpfe, für die die Reproduzierbarkeit von Qubits bereits gezeigt wurde. Ein zentrales Element ist das Shutteln von Elektronen auf dem Chip, um Qubits auf skalierbare Weise aneinander zu koppeln. Im Projekt sollen alle wesentlichen Architekturelemente und deren Funktionen mit konkurrenzfähiger Güte nachgewiesen werden.

### Innovation und Perspektiven

Das Projekt schafft die Grundlage für einen Demonstrator mit 25 2D-gekoppelten Qubits, welcher in einem Nachfolgeprojekt realisiert und online zugänglich gemacht werden soll. Darüber hinaus wird eine Weiterentwicklung mit mehr als 1000 Qubits angestrebt. Durch die Einbindung von Industriepartnern und anwendungsorientierten Forschungsinstituten wird die gesamte Wertschöpfungskette für die verfolgte Quantenhardware bereits industriell oder mit direktem Transferpotential in Deutschland aufgebaut.



Qubit Chip auf speziell angefertigtem Silizium-Interposer und Printed Circuit Board (PCB)

#### Projekttitel:

Halbleiter-Quantenprozessor mit shuttlingbasierter skalierbarer Architektur (QUASAR)

#### Programm:

Quantentechnologien – von den Grundlagen zum Markt

#### Fördermaßnahme:

Quantenprozessoren und Technologien für Quantencomputer

#### Projektvolumen:

8,7 Mio. Euro (zu 86,7 % gefördert durch das BMBF)

#### Projektlaufzeit:

01.02.2021 – 31.01.2025

#### Projektpartner:

- Forschungszentrum Jülich GmbH – Peter Grünberg Institut (PGI) – JARA-Institute für Quanteninformation (PGI-11), Jülich
- HQS Quantum Simulations GmbH, Karlsruhe
- IHP GmbH, Frankfurt (Oder)
- Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF, Freiburg im Breisgau
- Infineon Technologies Dresden GmbH & Co. KG, Dresden
- Universität Konstanz – Mathematisch-Naturwissenschaftliche Sektion – Fachbereich Physik – Lehrstuhl Theorie der kondensierten Materie und Quanteninformation, Konstanz
- Universität Regensburg, Regensburg
- Leibniz-Institut für Kristallzüchtung im Forschungsverbund Berlin e.V., Berlin

#### Projektkoordinatoren:

Prof. Dr. Hendrik Bluhm, Dr. Markus Beckers  
Forschungszentrum Jülich GmbH – Peter Grünberg Institut (PGI) – JARA-Institute für Quanteninformation (PGI-11)  
E-Mail: h.bluhm@fz-juelich.de, m.beckers@fz-juelich.de