

## Press release

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

Angelika Hamacher

02/18/2021

<http://idw-online.de/en/news763351>

Research results, Scientific Publications  
Information technology, Physics / astronomy  
transregional, national



# Neuer supraleitender Schaltkreis könnte die Realisierung eines fehlertoleranten Quantencomputers beschleunigen

Forschungsergebnisse mit RWTH-Beteiligung in Fachzeitschrift „Physical Review X“ veröffentlicht

RWTH-Wissenschaftler haben jetzt mit Kollegen von der Universität Basel und der Technischen Universität Delft einen supraleitenden Schaltkreis entworfen, der die Realisierung eines fehlertoleranten Quantencomputers beschleunigen könnte. Hieran waren Professor David DiVincenzo und Martin Rymarz vom Lehrstuhl für theoretische Physik der RWTH Aachen beteiligt. DiVincenzo ist gleichzeitig Direktor des JARA-Instituts für Quanteninformation und des Instituts für Theoretische Nanoelektronik am Forschungszentrum Jülich. Beide Wissenschaftler forschen auch im Rahmen des Exzellenzclusters „Materie und Licht für Quanteninformation (ML4Q)“.

Der Bau eines universellen Quantencomputers ist aufgrund der Störanfälligkeit von Quantenbits, kurz Qubits, eine anspruchsvolle Aufgabe. Um dieses Problem einzugrenzen, wurden quantenfehlerkorrigierende – genannt quantum error-correcting oder QEC – Codes entwickelt, die Quanteninformationen zuverlässig kodieren können. Herkömmliche QEC-Codes kombinieren dazu mehrere unvollkommene Qubits, um ein logisches Qubit zu kodieren, das verbesserte Eigenschaften und eine bessere Leistung bietet. Solche Codes basieren in der Regel auf komplizierten aktiven Protokollen, die einen hohen Hardware-Einsatz erfordern. Das neue Schema umgeht die Notwendigkeit einer aktiven Stabilisierung und verspricht die erwünschten Vorteile von QEC-Codes auf eine hochgradig Hardware-effiziente Weise. Diese eingebaute Eigenschaft kodiert so ein Qubit, das inhärent gegen Störungen der Umgebung geschützt und dennoch kontrollierbar ist, was es zu einem konkurrenzfähigen Anwärter für ein Qubit zukünftiger groß angelegter Quantenprozessoren macht.

„Durch die Implementierung eines Gytrators – ein elektrisches Bauelement mit zwei Anschlüssen, das Strom an einem Anschluss mit Spannung am anderen koppelt – zwischen zwei supraleitenden Bauteilen (sogenannte Josephson-Kontakte), könnten wir auf eine aktive Fehlererkennung und Stabilisierung verzichten: Wenn das Qubit gekühlt wird, ist es inhärent gegen gängige Arten von Rauschen geschützt“, erklärt Rymarz. Er ist Erstautor des Fachartikels „Hardware-Encoding Grid States in a Non-Reciprocal Superconducting Circuit“, der jetzt in „Physical Review X“ veröffentlicht wurde und die Forschungsergebnisse darstellt.

Die Forschungen wurden im Rahmen des Exzellenzclusters „Materie und Licht für Quanteninformation“ (ML4Q) durchgeführt. Innerhalb von vier Schwerpunktbereichen und durch Zusammenarbeit mit experimentellen Gruppen ist es eines der Ziele von ML4Q, erweiterte Fehlerkorrekturschemata zu entwickeln, sie experimentell zu testen und auf physikalische Plattformen anzuwenden, die in anderen Schwerpunktbereichen des Clusters entworfen werden.

„Ich hoffe, dass unsere Arbeit die Bemühungen im Labor inspirieren wird; mir ist bewusst, dass dies, wie viele unserer Vorschläge, ein wenig seiner Zeit voraus sein mag“, so DiVincenzo. „Angesichts der fachlichen Expertise, die in den experimentellen Gruppen von ML4Q vorhanden ist, sehen wir die Möglichkeit, unseren Vorschlag in absehbarer Zeit im

Labor zu testen“.

Der Exzellenzcluster „Materie und Licht für Quanteninformation“ (ML4Q)

Der Exzellenzcluster ML4Q ist ein Forschungsverbund der Universität zu Köln, der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, der RWTH Aachen sowie des Forschungszentrums Jülich. Er wird seit 2019 im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder gefördert. Ziel ist es, neue Computer- und Netzwerkarchitekturen zu schaffen, die auf den Prinzipien der Quantenmechanik beruhen. Quantencomputer versprechen Rechenleistungen jenseits derer aller klassischen Computer zum Beispiel für die Materialforschung, Pharmazeutik oder künstliche Intelligenz. Quantenkommunikation ist abhörsicher und verschlüsselbar – sie kann helfen, sichere Kommunikationsnetzwerke zu realisieren. ML4Q bündelt die Expertise der Partner in drei Schlüsseldisziplinen der Physik: der Festkörperforschung, der Quantenoptik und der Quanteninformation. Dies soll dazu führen, die beste Hardware-Plattform für Quanteninformations-Technologie und Blaupausen für ein funktionales Quanteninformations-Netzwerk zu schaffen.

#### Publikation

Hardware-Encoding Grid States in a Non-Reciprocal Superconducting Circuit. Martin Rymarz, Stefano Bosco, Alessandro Ciani, David P. DiVincenzo. Phys Rev X 2021.  
DOI 10.1103/PhysRevX.11.011032

#### Kontakt

Martin Rymarz

E-Mail: martin.rymarz@rwth-aachen.de