

HORIZON
2020

Indefinite Causal Structures on an Integrated Silicon Platform for Applications in Quantum Computing

Ergebnisse in Kürze

Superposition von Operationsanordnungen für eine effizientere Quanteninformatik

Hinsichtlich experimenteller Demonstrationen der Quanteninformatik ist noch ein langer Weg zu gehen. Das InCaSQuC-Team ist davon überzeugt, dass in der Superposition von Operationen, die durch Quantenmechanik möglich sind, ein aussichtsreicher Weg liegt. Es wurde ein Quantenschalter entwickelt, um die Skalierbarkeit dieses Ansatzes zu demonstrieren.



GRUNDLAGENFORSCHUNG



© Production Perig, Shutterstock

Haben Sie schon einmal etwas von Quantenschaltern gehört? Falls nicht, dann stellen Sie sich vor, dass Sie eine Berechnung mit zwei Operatoren (A und B) anstellen. Anstatt zwischen der Anordnung AB und BA zu entscheiden, kann ein Quantenschalter durch Superponieren beide Anordnungen gleichzeitig berücksichtigen – und so eine effizientere Berechnung ermöglichen.

Dies ist womöglich einer der aussichtsreichsten Wege für die

Quanteninformatik. Während die Quanteninformatik üblicherweise die Geschwindigkeit durch das Platzieren von Quantenbits (Qubits) mittels dem Superponieren verschiedener Zustände erhöht, ermöglicht es die Quantenmechanik, noch einen Schritt weiter zu gehen, indem das Superponieren von Zuständen wie

auch Operationen ermöglicht wird. Anders gesagt: Aufgaben können mit weniger Operationen erledigt werden, als mit allen sonstigen bekannten Quantenalgorithmen.

Komplexer als einfach nur A, B, C

Aber was, wenn die Berechnung drei Operatoren anstelle von zweien beinhaltet? Plötzlich werden die Dinge komplexer. „In der ‚A, B, C‘-Situation sind die Optionen weitaus vielfältiger. Mischen wir die Anordnungen ABC und ACB oder vielleicht einfach CBA und ABC? Es gibt insgesamt 57 Optionen“, sagt Nadia Belabas, Koordinatorin des InCaSQuC-Projekts im Auftrag von C2N – einem gemeinsamen Labor von CNRS und der Universität Paris-Saclay.

Gemeinsam mit Marie-Sklodowska-Curie-Stipendiat Lorenzo Procopio hat sich Belabas daran gemacht, eine solche Skalierbarkeit zu erreichen. Es wurde insbesondere untersucht, wie die integrierte und die Faseroptik die Herstellung eines Quantenschalters für mehr als zwei Operationen ermöglichen könnten.

„Wir sprechen von einem komplexen Quantenschaltkreis, der eine Quantenlichtquelle mit den Operatoren A, B und C kombiniert. Dieser soll unter Befolgung der Grundsätze der Quantenmechanik die verschiedenen möglichen Wege implementieren und zwischen diesen schalten. In experimenteller Hinsicht stellt dies ähnliche Schwierigkeiten wie die Implementierung eines jeden Schaltkreises für Quantenlicht: nachteilige Verluste“, erklärt Procopio.

Die erste Errungenschaft von InCaSQuC besteht in der theoretischen Demonstration dieser komplexen Bedingungen, bei denen ein Quantenschalter mehr als zwei Operationen bewältigen muss. Im Kontext der Quantenkommunikation beispielsweise konnte das Team auf einer innovativen Studie des Forschers Giulio Chiribella aufbauen, die gezeigt hatte, dass die Anordnung von zwei verdrahteten Kanälen in beliebiger Reihenfolge kontraintuitiv die Übertragung von Informationen ermöglichte. „Wir haben gezeigt, dass sich dieser Effekt verstärkt, wenn alle sechs möglichen Anordnungen von drei Kanälen superponiert werden, aber auch, wenn eine geringere Anzahl von Anordnungen verwendet wird“, bemerkt Procopio.

Inspiziert von der Siliziumphotonik, aber nicht darauf beschränkt

Für die Umsetzung dieser Ideen ließ sich das Projektteam von neuen Fortschritten im Bereich der Siliziumphotonik inspirieren. „Die Siliziumphotonik ist eine ausgereifte Technologie für Aktiv- und Passivelemente“, erklärt Belabas. „Wir arbeiten eng mit Teams bei C2N und InPhyNi zusammen, die Filter und Quellen im Telekommunikationsbereich entwickelt haben, welche über den aktuellen Stand der Technik hinausreichen. Wir sind insbesondere an der hohen Dimension des

Frequenzbereichs interessiert, der mit diesen Quellen zugänglich ist.“

Obgleich letztlich alle Funktionalitäten auf einem Chip erreicht werden können und Herstellerfirmen hochwertige Proben zur Verfügung stellen, ragt der InCaSQuC-Ansatz heraus, da er auch mit handelsüblichen Telekommunikationsbauteilen realisiert werden kann. Procopio erklärt hierzu: „Silizium ist in der Tat ein überaus aussichtsreicher Horizont, doch wir möchten uns ungeachtet der Plattform auf die Implementierung einer indefiniten kausalen Anordnung fokussieren.“

Drei Monate vor seinem Abschluss tritt InCaSQuC in die wichtigste Phase ein. Ob eine experimentelle Demonstration erreicht werden kann, ist noch nicht klar. Laut Belabas ist eine vollständig skalierbare Implementierung des Quantenschalters in einem Szenario mit mehreren Operationen bereits ohne Pandemiekrise höchst anspruchsvoll. „Wir müssen viele experimentelle Parameter und die kumulativen Verluste jedes Elements kontrollieren. Falls wir die erforderlichen Kernelemente – zum Beispiel frequenzkodierte Quantenoperationen bei Quellen mit angemessener Helligkeit – demonstrieren können, wäre dies ein entscheidender Schritt in Richtung einer skalierbaren, integrierten Faserversion des Quantenschalters“, sagt sie.

Falls solche Demonstrationen erfolgen, wird die Superposition von Operatoren zweifellos zu einer ernstzunehmenden Option für die zukünftige Implementierung der Quanteninformatik werden.

Schlüsselbegriffe

[InCaSQuC](#)

[Superposition](#)

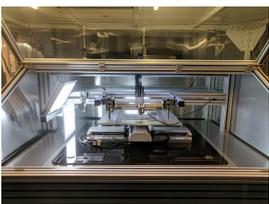
[Quanteninformatik](#)

[Quantenmechanik](#)

[Quantenschalter](#)

[mehrere Operationen](#)

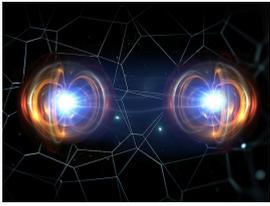
Entdecken Sie Artikel in demselben Anwendungsbereich



Neuartiges Tintenstrahlsystem könnte die gedruckte Elektronik auf die nächste Stufe hieven

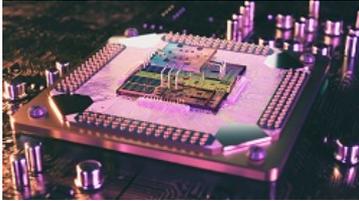
29 Januar 2019





Anwendung der Quantenmechanik auf komplexe Systeme

28 Oktober 2022



Quantennetzwerke sind der Schlüssel für die zukünftige Kommunikation

23 März 2018



Quantenteilchen in Bewegung: Neue faszinierende Hinweise auf kollektive Reaktion auf schwache Kräfte

20 November 2020



Projektinformationen

InCaSQuC

ID Finanzhilfvereinbarung: 800306

[Projektwebsite](#)

DOI

[10.3030/800306](https://doi.org/10.3030/800306)

Projekt abgeschlossen

Finanziert unter

EXCELLENT SCIENCE - Marie Skłodowska-Curie Actions

Gesamtkosten

€ 185 076,00

EU-Beitrag

€ 185 076,00

Koordiniert durch

EK-Unterschriftsdatum

9 März 2018

CENTRE NATIONAL DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
CNRS

 France

Startdatum

7 August 2018

Enddatum

6 August 2020

Dieses Projekt findet Erwähnung in ...



Letzte Aktualisierung: 29 Mai 2020

Permalink: <https://cordis.europa.eu/article/id/418218-superposition-of-operation-orders-for-more-efficient-quantum-computing/de>

European Union, 2025