

Deutschlandfunk
Forschung Aktuell

IBMs Weg zum Quantencomputer

Supraleitende Leiterschleifen haben das Zeug zum Herz künftiger Superrechner

Autor: Ralf Krauter
Redakteur: Jochen Steiner
Länge: 4'20"
Sendedatum: 26. 3. 2012
Gesprächspartner: Dr. Matthias Steffen,
Manager Experimental Quantum Computing,
IBM Watson Research Centre,
Yorktown Heights, NY

Moderation

Über Fortschritte beim Bau eines Quantencomputers, der konventionelle Superrechner alt aussehen ließe, haben wir in dieser Sendung schon oft berichtet. Doch in aller Regel waren das Trippelschritte auf dem Weg zu einem noch Jahrzehnte entfernt scheinenden Ziel. Doch mittlerweile glauben nicht mehr nur Grundlagenforscher an die Zukunft von Zahlenfressern, die sich die bizarren Gesetze der Quantenwelt zunutze machen, um Rechenaufgaben hochparallel zu lösen. Auch beim Computerriesen IBM arbeitet ein 15-köpfiges Team daran, diese Vision Wirklichkeit werden zu lassen – und hat dabei jüngst wichtige Meilensteine erreicht. Ralf Krauter.

Beitrag

Autor

Viele Wege führen zum Quantencomputer. Beim IBM-Forschungslabor in Yorktown Heights bei New York hat man den eingeschlagen, der am ehesten kompatibel mit konventioneller Halbleitertechnik scheint. Die Quantenchips, die Dr. Matthias Steffen und sein Team entwickeln, haben in etwa das Format heutiger Prozessoren. Doch statt Milliarden von Transistoren enthalten sie eine Handvoll supraleitender Metallringe.

Zuspiel 1: 01:40 – 01:50, 10s

There's still a long way to go. But there have been some very important advances from the whole community culminating in the most recent results from IBM.

Autor

Der Weg zum Quantencomputer sei zwar noch weit, erklärt der Leiter der Gruppe für Experimentelles Quantenrechnen, doch man habe jüngst sehr wichtige Fortschritte erzielt.

Gut zwei zehntel Millimeter messen die von einer Isolatorschicht unterbrochenen Aluminiumringe auf dem Quantenchip von IBM. Bei Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt verlieren sie ihren Widerstand – und das hat bizarre Folgen. Der Strom kann dann sowohl im als auch gegen den Uhrzeigersinn in ihnen fließen. Und zwar gleichzeitig. Die Gesetze der Quantenwelt machen's möglich. Quantenbits oder Qubits, so nennen Fachleute solche Sowohl-Als-Auch-Systeme. Für einen Quantencomputer, der konventionelle Elektronengehirne in den Schatten stellt, bräuchte man viele möglichst stabile Qubits, sagt Matthias Steffen.

Zuspiel 2: O-Ton Steffen, 02:00 – 02:50, 45s

Within the superconducting qubits, the first demonstration was in 1999...

Übersetzer: Darüber

Die ersten supraleitenden Qubits im Jahr 1999 hatten Kohärenzzeiten von einer Milliardstel Sekunde. Die Kohärenzzeit verrät, wie lange ein Qubit in seinem Sowohl-Als-Auch Zustand überlebt, bevor es durch die unvermeidliche Wechselwirkung mit seiner Umgebung so stark gestört wird, dass er zerfällt. Um mit Qubits rechnen zu können, muss die Kohärenzzeit so lange wie möglich sein. 1999 betrug sie eine Nanosekunde. Inzwischen erreichen wir in unserem Labor bis zu 100 Mikrosekunden. Wir sind also fast 100 000 mal besser geworden.

... almost a 100 000 improvement over the past 10 years.

Autor

Beeindruckende Fortschritte, die es nun erlauben, den zweiten zentralen Baustein jedes Quantencomputers zu realisieren: Einen Mechanismus zur Fehlerkorrektur, bei dem zusätzliche Qubits jene Information wieder herstellen, die durch zerfallene Überlagerungszustände verloren ging.

Zuspiel 3: O-Ton Steffen, 06:35 – 08:05, 50s

One of the main driving forces in quantum computing is factoring...

Übersetzer: Darüber

Ein Quantencomputer könnte Zahlen viel schneller in ihre Primfaktoren zerlegen, als klassische Superrechner. Und das ist sehr wichtig für die Entschlüsselung geheimer Botschaften. Praktisch alle sicheren Kommunikationsverbindungen heutzutage basieren darauf, dass der Rechenaufwand für die Primfaktorzerlegung großer Zahlen bei konventionellen Computern exponentiell wächst. Bei einem Quantencomputer dagegen wächst er viel langsamer. Um eine Zahl mit 1000 Stellen zu faktorisieren, bräuchte man wohl nur ein paar tausend perfekte Qubits. Weil es die nicht gibt, brauchen wir die Fehlerkorrektur. Dadurch erhöht sich die Zahl der benötigten Qubits noch einmal um das zehnfache bis hundertfache, also auf 10 bis 100 Tausend Qubits. Aber damit hätte man dann wirklich einen echten Codeknacker.

...So that is a full blown factoring machine.

Autor

Momentan beherbergt der IBM-Quantenchip allerdings erst drei Qubits. Mit Mikrowellenpulsen können die Forscher den Stromfluss in den Leiterschleifen so beeinflussen, dass das Qubit-Trio simple logische Operationen ausführt. Die Genauigkeit dieser Rechenoperationen beträgt derzeit 95%, immerhin 12 davon lassen sich schon auszuführen, bevor der fragile Überlagerungszustand zerfällt. Mit einer effizienten Fehlerkorrektur, wie sie Forscher der Universität Yale kürzlich demonstrierten, wäre dieses Limit aber passé – und der Weg frei für komplexere Berechnungen.

Zuspiel 4: O-Ton Steffen, 13:00 – 13:40, 40s

The whole field over the past 10 years has been worried about coherence times...

Übersetzer: Darüber

In den vergangenen 10 Jahren haben alle Gruppen auf dem Gebiet daran gearbeitet, die Lebensdauer supraleitender Qubits zu steigern. Das war reine Grundlagenforschung. Doch nun sind vor allem die Ingenieure gefordert. Es geht jetzt darum, möglichst viele dieser ziemlich guten Qubits, die wir haben, auf einem Chip unterzubringen. Und IBM ist gut aufgestellt, um das zu schaffen und so die nächste Hürde beim Bau eines Quantencomputers zu nehmen. Es ist eine unglaublich faszinierende Zeit.

... and take this to the next level. And it's an incredibly fascinating time.