

So groß wie eine Centmünze

Fortschritte in der Magnonenforschung ermöglichen prinzipiell den Bau kleiner Quantencomputer

Von Marc Püschel

Die Computertechnik der Zukunft entwickelt sich zäher als noch vor ein paar Jahren angenommen. Immer wieder werden bei der Entwicklung von Quantencomputern Durchbrüche vermeldet. Doch verläuft die nötige Grundlagenforschung langsamer als vor allem von den großen IT-Konzernen erhofft. Wo diese großspurig Fortschritte verkünden, melden Experten in der Regel schnell Zweifel an. So hat Microsoft in der Nacht zum 3. Juni seinen neuen Quantenchip »Majorana 2« vorgestellt und mit ihm zahlreiche Versprechungen auf einen in den nächsten Jahren bevorstehenden kommerziellen Einsatz von Quantencomputern verknüpft. Bei der Vorstellung von »Majorana 1« im Februar 2025 beispielsweise meinte der damals [von der BBC dazu befragte Physiker Henry Legg](#), der Konzern habe sich in Sachen Quantenforschung »von der Wissenschaft entfernt und in den Bereich des Glaubens« begeben. Auch bei dem Nachfolgemodell gab es wieder Kritik an den vorschnellen Ankündigungen Microsofts ([vgl. Heise Online, 3.6.2026](#)).

Quantencomputer funktionieren grundlegend anders als klassische Rechner, die auf dem Bit (Binary Digit, binäre Ziffer) als Informationsträger beruhen, der lediglich den Zustand 0 oder 1 annehmen kann. Beim Quantencomputer dient dagegen das Qubit (Quantenbit) als Informationseinheit. Dieses kann seiner Physik entsprechend eine Superposition einnehmen, das heißt, gleichzeitig in den Zuständen 0 und 1 sein. Während die Leistung eines herkömmlichen Computers linear mit der Zahl der in ihm verbauten Schaltkreise wächst und diese nicht beliebig klein werden können, steigert sich die Leistung eines Quantencomputers mit der Anzahl seiner Qubits exponentiell. So lassen sich mit nur 300 verbundenen Qubits theoretisch 2^{300} Operationen gleichzeitig ausführen. Außerdem kann jedes beliebige Teilchen als Qubit dienen, das Quanteneffekten unterliegt, das heißt Atome, Elektronen oder Photonen.

Das größte Problem, vor dem die Quantencomputertechnologie steht, liegt darin, dass die äußerst instabilen Qubits daran gehindert werden müssen, mit ihrer Umwelt in Austausch zu treten. Bereits minimalste Einflüsse von außen – vor allem Wärmeschwankungen – führen dazu, dass der Zustand der Superposition zerstört wird. Die Qubits müssen daher so nahe wie möglich an die tiefstmögliche Temperatur von minus 273,15 Grad Celsius, den absoluten Nullpunkt, gebracht werden. Die bisherige Technologie ist noch kaum praxistauglich, da die Fehlerrate, die sich durch instabile Qubits ergibt, noch zu hoch, das Arbeiten damit also schlicht nicht verlässlich ist. Das Problem kann auf verschiedene Arten angegangen werden.

Eine vielversprechende Methode besteht in der Verwendung von »Magnonen«. Dabei handelt es sich um sogenannte Quasiteilchen, die durch atomare Spins in magnetischen Festkörpern entstehen, die sich wie winzige Magnetwellen durch diese Festkörper bewegen. Quasiteilchen entstehen aus bestimmten Zuständen in einem Vielteilchensystem und weisen vergleichbare Energie-Impuls-Beziehungen wie echte Teilchen auf. Da die Magnonen sich sowohl wie Teilchen verhalten als auch Wellenmuster bilden – also in Superposition sind –, sind sie ideale Bestandteile in Quantensystemen und können darin die Rolle von Qubits übernehmen.

Einem internationalen Team von Physikerinnen und Physikern unter Leitung von Andrii Chumak von der Universität Wien ist jetzt – basierend auf einem Experiment, das Rostyslav Serha im Rahmen seiner Dissertation dort durchführte – auf diesem Gebiet ein Durchbruch gelungen. Sie haben die »Lebensdauer« der Magnonen, die eigentlich binnen Nanosekunden wieder zerfallen, signifikant steigern können. Dazu kühlten sie Kugeln aus Yttrium-Eisen-Granat (YIG) in einem Mischungskryostaten, einem speziellen Kühlgerät, auf 30 Millikelvin ab, also auf einen Punkt nahe dem absoluten Nullpunkt. Dadurch werden thermische Prozesse, durch die Magnonen zerfallen, aufgehalten. Dabei konnten die Physiker die Lebensdauer der Magnonen auf bis zu 18 Mikrosekunden (eine Mikrosekunde entspricht 1.000 Nanosekunden) steigern.

Dies reiche, um die Magnonen zu einer ernsthaften Alternative für andere Formen von Qubits zu machen. Die Forschungsergebnisse »positionieren Magnonen als praktikable, langlebige Informationsträger für die Festkörper-Quantencomputertechnik«, resümieren die Wissenschaftler in ihrer Anfang Mai 2026 in der Fachzeitschrift [Science Advances veröffentlichten Studie »Ultralong-living magnons in the quantum limit«](#). Zudem wies das Forscherteam nach, dass die »verbleibende Begrenzung der Magnonenlebensdauer nicht durch ein fundamentales Naturgesetz bestimmt wird, sondern durch winzige Spurenverunreinigungen«, wie in einer [Pressemitteilung der Universität Wien vom 4. Mai 2026](#) erläutert wird. Beim Test unterschiedlicher Kugeln zeigte sich eine klare Abhängigkeit der Magnonenlebensdauer von der Reinheit des Materials. Entsprechend können weitere Fortschritte in der Nutzung von Magnonen als Qubits durch Entwicklungen in der Materialwissenschaft realisiert werden und sind nicht von neuen Entdeckungen in der physikalischen Grundlagenforschung abhängig.

Zudem können die Wellenlängen der Magnonen stark verkleinert werden – bis in den Bereich von Nanometern. Dadurch werden Magnonenschaltkreise in der Größe herkömmlicher Chips möglich. Oder, wie die Universität Wien verkündete: »Damit ist der Weg frei zu einem Quantencomputer in der Größe einer 1-Cent-Münze.« Hilfreich könnten womöglich parallel stattfindende Erfolge in der Magnonenforschung sein. So verkündete das [Berliner Max-Born-Institut am 2. Juni](#) die Erfindung der Magnonimpulsmikroskopie, einer neuen Röntgentechnik, mit der Magnonen erstmals sichtbar gemacht werden können.

<https://www.jungewelt.de/artikel/523960.quantenphysik-so-groß-wie-eine-centmünze.html>