Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin

Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung

Band: 28 (2016)

Heft: 110

Artikel: Die Versprechen der Quantentechnologie

Autor: Saraga, Daniel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-772176

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Versprechen der Quantentechnologie

Das ungewöhnliche Verhalten mikroskopischer Objekte soll neue Technologien, revolutionäre Computer und eine absolut sichere Verschlüsselung hervorbringen.

Journalist: Daniel Saraga
Infografik: onlab, Thibaud Tissot

Gravitation
Wegen der Wellennatur der Materie kann ein Atominterferometer winzige Veränderungen im Gravitationsfeld aufspüren. Es könnte als Kreiselinstrument für die Trägheitsnavigation eingesetzt werden – zum Beispiel in U-Booten oder für geologische Untersuchungen.

Zeitmessung
Uhren, die auf verschränkten Qubits beruhen, sind bereits genauer als die Atomuhren, die in GPS-Satelliten oder zur offiziellen Definition einer Sekunde verwendet werden.

Mikroskopie
Ein bildgebendes Gerät, das mit verschränkten Photonen arbeitet, könnte die Mikroskopie bei schwachem Licht verbessern.

Magnetfelddetektor
Besondere Defekte in Diamanten verhalten sich wie künstliche Atome, die auf ein Magnetfeld reagieren. Dafür gibt es Anwendungen in der medizinischen Bildgebung und der Ölförderung. So könnte die SQUID ersetzt werden, die nur mit supraleitenden Materialien bei minus 170 Grad funktioniert.

Sichere Übermittlung
Quantenverschlüsselung funktioniert bereits bei Glasfaserverbindungen über Distanzen von mehr als hundert Kilometern. Im August 2016 hat China einen Satelliten ins Weltall geschickt, um satellitenbasierte Kryptografie zu testen.

Quantensensoren
An der Nachweisgrenze

Quantenkommunikation
Sichere Übermittlung

Quantencomputer
Rechnen mit Quanten

Ein Zeitplan für neue Technologien

Quantensensoren
Der Wellencharakter von Quantenmaterie ist extrem empfindlich gegenüber der Umgebung. Die Messung der Zerfallsdauer (Dekohärenz) erlaubt schwächste Signale zu detektieren.

Quantenkommunikation
Verschränkte Photonen (Lichtteilchen) lassen sich für die Verschlüsselung einsetzen. Sender und Empfänger erzeugen eine zufällige Folge von Bits (011011101011...) und teilen sie unmittelbar. Sie dient als geheimer Schlüssel für die Kodierung einer Nachricht. Die Nachricht selbst wird auf herkömmlichem Weg versendet, aber nur der Empfänger hat den Schlüssel dazu.

Quantencomputer
Als Quantenbits gespeicherte Informationen sind sehr fragil. Durch ihre Verschränkung und den Parallelismus können bestimmte Probleme aber theoretisch unvergleichlich schneller als mit gewöhnlichen Computern gelöst werden.

Ungewöhnliche Eigenschaften

Welle und Teilchen
Sehr kleine Objekte wie Atome, Elektronen oder Photonen zeigen ein manipulierbares quantenmechanisches Verhalten, solange sie extrem gut von ihrer Umgebung isoliert sind.

Quanteninformation
Digitale Information lässt sich mit Quantenbits (Qubits) speichern. Sie sind zum Beispiel durch die Rotationsrichtung eines Elektrons oder das Energieniveau eines Atoms festgelegt.

Superposition
Ein Qubit kann gleichzeitig und mit beliebiger Gewichtung die Zustände 0 und 1 darstellen.

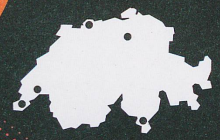
Parallelismus
Mehrere Qubits lassen sich gleichzeitig verarbeiten.

Verschränkung
Verschränkte Qubits sind eng miteinander verbunden: Die Messung eines Qubits hat einen unmittelbaren Einfluss auf das andere, und das unabhängig von ihrer Entfernung.

Längerfristig | Nächste Jahrzehnte | Gegenwärtig | Gegenwärtig | Nächste Jahrzehnte | Längerfristig

Quanteninternet
Mit der Übertragung von Qubits über grosse Distanzen liesse sich ein sicheres Web schaffen. Noch zu entwickelnde Quantenrepeater müssten den Signalverlust verhindern. Um die Bandbreite zu verbessern, wären auch bessere Einzelphotonenquellen und -Detektoren erforderlich.

Eine Quanten-Schweiz



Im Nationalen Forschungsschwerpunkt «QSIT – Quantenwissenschaften und -technologie» stehen fünf Hochschulen und IBM Zürich 115 Millionen Franken zur Verfügung – von 2011 bis 2018.

Die Universität Genf und ihr Start-up ID Quantique sind in der Quantenkryptografie weltweit führend.

Pionierarbeit hat die Universität Basel geleistet, bei Quantencomputern auf Halbleiterbasis und bei der Messung im atomaren Bereich.

ETH-Forschende sind eine Autorität für D-Wave, entwickeln verschiedene Quantencomputer und schliessen Schlupflöcher in der Quantenkryptografie.

Universalmaschine
Ein richtiger Quantencomputer könnte zusätzlich algebraische Probleme lösen wie die Faktorisierung von Zahlen für das Knacken einer Verschlüsselung oder das Durchsuchen von Datenbanken. Dazu wären Millionen von einzeln ansteuerbaren Qubits erforderlich.

Quantensimulatoren
Ein einfacher Quantencomputer wird in der Lage sein, für die Chemie oder die Materialwissenschaften molekulare Systeme perfekt zu modellieren. So genannte «Quantum Annealer» könnten Optimierungsprobleme lösen (schnellste Verbindungen und optimale Fahrpläne).

Erste Schritte
Die besten Laborgeräte arbeiten mit nur rund einem Dutzend Qubits. Das Unternehmen D-Wave vermietet zwar Rechner mit 1152 Qubits, aber die angebliche quantenmechanische Beschleunigung gegenüber herkömmlichen Computern wurde widerlegt.