

Die Versprechen der Quantentechnologie

Autor(en): **Saraga, Daniel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin**

Band (Jahr): **28 (2016)**

Heft 110

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-772176>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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 Diferenzierung. 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

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.

Quanten
Sichere

Kommunikation
Übermittlung

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 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.

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 Quantenschweiz

Im Nationalen Forschungsschwerpunkt «QST – 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 abstrakte Probleme lösen wie die Faktorisierung von Zahlen für das Knacken einer Verschlüsselung oder das Durchsuchen von Datenbanken. Dazu wären Millionen von einzelnen ansteuerbaren Qubits erforderlich.

Quantensimulatoren
Ein richtiger Quantencomputer wird in der Lage sein, für die Chemie oder die Materialwissenschaften molekulare Systeme perfekt zu modellieren. So genannte «Quantum Annaler» 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.

Quantencomputer
Rechnen mit Quanten