Die Zukunft ist Quantum: Jahrzehnte der Innovation durch Quantencomputing

Veröffentlicht am 10. September 2025

Elvira Kuramshina
Associate Director, Quantitative Research

Die wichtigsten Erkenntnisse

- Das Quantencomputing stellt einen Paradigmenwechsel in der Datenverarbeitung dar, indem es sich die Prinzipien der Quantenmechanik zunutze macht, die die physikalische Welt bestimmen.
- Im Gegensatz zu klassischen Computern, die exponentielle Komplexität nicht bewältigen können, können Quantensysteme Herausforderungen angehen, die einst als unlösbar galten. Damit eröffnen sie bahnbrechende Möglichkeiten in den Bereichen Gesundheitswesen und Energie, Finanzwesen, Logistik und Cybersicherheit.
- Quantencomputer sind im Begriff, einige der drängendsten Herausforderungen unserer Zeit zu meistern: von der Beschleunigung der Arzneimittelentwicklung über die Ermöglichung nachhaltiger Energielösungen bis hin zur Verringerung des CO2-Fußabdrucks und der Verbesserung von Klimamodellen, die als Grundlage für die globale Politik dienen.
- Künstliche Intelligenz (KI) und Quantencomputing bilden einen leistungsstarken Innovationszyklus. Dabei trägt KI zur Weiterentwicklung der Quantenforschung bei, während das Quantencomputing mit seinem neuartigen Ansatz zur Datenverarbeitung künstliche Intelligenz erheblich voranbringen wird.
- Das Quantencomputing hat das Potenzial, eine Welle von Innovationen auszulösen und das Wirtschaftswachstum anzukurbeln. Aus diesem Grund entwickelt es sich zunehmend von einem wissenschaftlichen Forschungsgebiet zu einer globalen Priorität.
- Verbundene Produkte WisdomTree Quantum Computing UCITS ETF - USD Acc, WisdomTree Megatrends UCITS ETF - USD Acc Mehr erfahren

Ein Jahrhundert, nachdem die Quantentheorie erstmals die Regeln der Physik neu geschrieben hat, steht sie nun kurz davor, die Regeln der Technologie und Industrie neu zu schreiben, während die Welt allmählich zu einer seit Jahrzehnten anlaufenden Revolution der Datenverarbeitung erwacht. Von ihren Anfängen im frühen 20. Jahrhundert bis zur Entscheidung der Vereinten Nationen, das Jahr 2025 zum Internationalen Jahr der Quantenwissenschaft und -technologie zu erklären, hat sich die Quantenwissenschaft von einer abstrakten Theorie zu einer neuen technologischen Grenze entwickelt. Was als radikale Idee über die Struktur der Realität begann, nimmt nun Gestalt als ein Paradigma der Datenverarbeitung an, das Probleme lösen kann, die einst als unlösbar galten. Angesichts der neuesten technologischen Durchbrüche, die stetige Fortschritte auf dem Gebiet zeigen, und der ambitionierten Vorhaben führender Unternehmen für

vollständig fehlertolerante Quantencomputer hat sich die Diskussion von der Frage, ob Quantencomputer eine Rolle spielen werden, auf die Frage verlagert, wo ihre Auswirkungen zuerst zu spüren sein werden.

Warum Quantencomputer für bestimmte Branchen eine bahnbrechende Neuerung darstellen werden

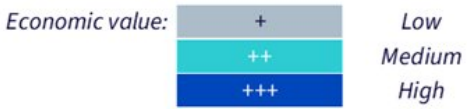
Was Quantencomputer in bestimmten Bereichen zu einer echten Neuerung macht, ist die Tatsache, dass die physikalische Welt um uns herum den Gesetzen der Quantenmechanik unterliegt. Wie Richard Feynman so treffend sagte: „Wenn man die Natur simulieren will, muss man es quantenmechanisch machen.“ Hier stoßen selbst die modernsten Supercomputer schnell an ihre Grenzen, wenn die Komplexität zunimmt, beispielsweise bei der Simulation des Verhaltens eines Moleküls, bei der die Anzahl der möglichen Wechselwirkungen exponentiell steigt. Der Brute-Force-Ansatz klassischer Computer unterliegt zwangsläufig gewissen Grenzen, sodass einige Probleme außerhalb ihrer Reichweite verbleiben. Quantencomputer hingegen funktionieren nach denselben Quantenregeln wie das Universum selbst. Dank dieser Abstimmung sind sie einzigartig positioniert, um einige der komplexesten Probleme zu simulieren, vorherzusagen und letztendlich Erkenntnisse darüber zu gewinnen.

Dieser revolutionäre Sprung in der Datenverarbeitung wird durch eine grundlegend andere Architektur ermöglicht, die sich die Prinzipien der Quantenmechanik wie Superposition, Verschränkung und Interferenz zunutze macht. Durch Superposition kann ein Qubit (die Grundeinheit der Quanteninformation) gleichzeitig in einer gewichteten Kombination aus 0 und 1 existieren – im Gegensatz zu einem klassischen Bit, das entweder das eine oder das andere sein muss. Dadurch kann ein Quantencomputer unzählige Möglichkeiten parallel statt Schritt für Schritt untersuchen. Durch die Verschränkung wiederum können Qubits starke Korrelationen austauschen, sodass der Zustand eines Qubits untrennbar mit dem Zustand eines anderen verbunden ist, selbst wenn sie durch große Entfernungen voneinander getrennt sind. Interferenz ergänzt eine weitere Leistungsebene, durch die Quantensysteme die vielversprechendsten Rechenwege verstärken und weniger nützliche unterdrücken können. Dieser Effekt ist aus dem berühmten Doppelspaltexperiment bekannt, das die Welleneigenschaften von Quantenpartikeln aufgezeigt hat.

Zusammen bilden diese Eigenschaften die Grundlage dafür, dass Quantencomputer in Bereichen mit exponentiell wachsender Komplexität herausragende Leistungen erbringen können – in Bereichen, in denen klassische Brute-Force-Methoden nicht nur ineffizient, sondern grundlegend unzureichend sind. Die Arzneimittelforschung und die Materialwissenschaften stehen dabei an vorderster Front, da Quantensysteme molekulare Wechselwirkungen mit einer Präzision simulieren können, die kein Supercomputer erreichen kann. Über die Simulation des Verhaltens von Molekülen und Materialien hinaus können Quantencomputer auch Probleme bewältigen, bei denen die Datendimension und Komplexität klassische Ansätze übersteigen.

Abbildung 1: Geschätzter wirtschaftlicher Wert des Quantencomputings in ausgewählten Bereichen in den nächsten fünf bis zehn Jahren

Key segment for quantum computing	Economic value		2035 market size, $ trillion	Value at stake with incremental impact of quantum computing by 2035, $ billion
	~2025-2030	~2030-2035		
Financial services*	++	+++	14.1	400-600
Sustainable energy**	+	+++		
Chemicals	++	+++	6.1	200-500
Travel, transport, and logistics	+	+++	14.1	200-500
Pharmaceuticals	++	+++	3.1	70-400
Automotive	+	++	8.3	50-100

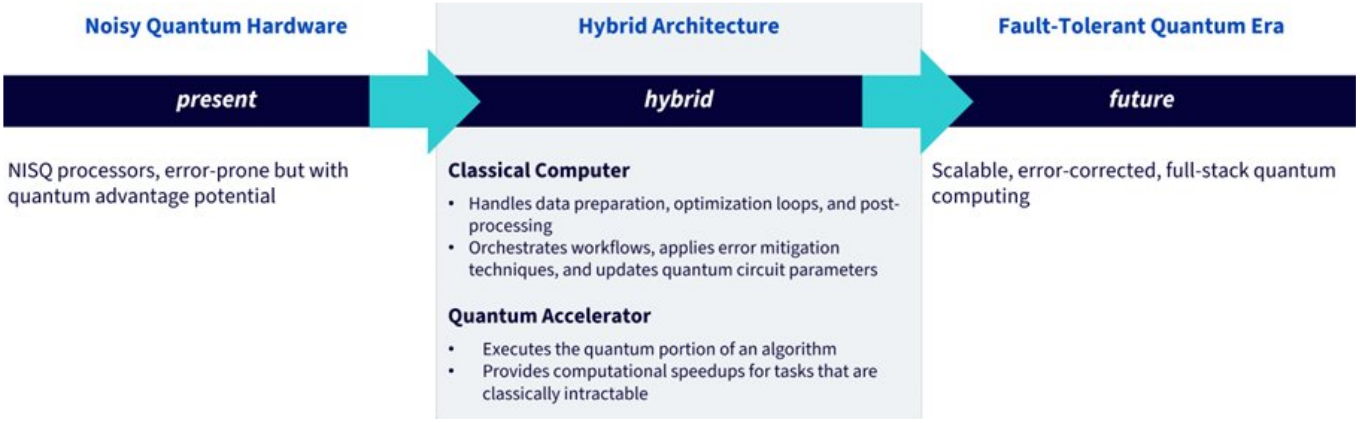


Quelle: McKinsey & Co, „Quantum Technology Monitor“, April 2024. *Die Technologien und die Industrie des Quantencomputings sind noch nicht ausgereift, und es bestehen große Unsicherheiten in Bezug auf die Durchführbarkeit und den Wert von Anwendungsfällen. Die Schätzungen des Geschäftswerts sind vorläufig und dienen dazu, die Forschung auf Bereiche mit hohem Wertpotenzial auszurichten, und sind nicht als endgültige Prognosen für den Geschäftswert zu verstehen. Versicherung ist nicht inbegriffen. **Der Markt für nachhaltige Energie wird voraussichtlich von 2022 bis 2035 schnell wachsen. Die Marktgröße für 2035 wird jedoch von zahlreichen Faktoren beeinflusst und lässt sich nur schwer vorhersagen. **Prognosen sind kein Hinweis auf die künftige Wertentwicklung, und alle Anlagen sind mit Risiken und Ungewissheiten verbunden.**

Der Finanzbereich ist ein Paradebeispiel dafür, wie die Fähigkeit, unzählige Marktszenarien gleichzeitig zu bewerten, die Portfoliooptimierung und Risikoanalyse revolutionieren könnte. Laut McKinsey & Co. könnten Finanzdienstleistungen kurzfristig das größte Wertpotenzial bergen, wobei innerhalb der nächsten fünf bis zehn Jahre erhebliche Auswirkungen zu erwarten sind (siehe Abbildung 1). Logistik und Lieferkettenmanagement bieten ein weiteres interessantes Anwendungsgebiet, in dem Quantenalgorithmen Milliarden von Routen, Zeitplänen und Beschränkungen durchforsten könnten, um nahezu optimale Lösungen in Echtzeit zu finden.

Trotz aller Begeisterung für das Gebiet muss das Quantencomputing noch gewaltige Herausforderungen überwinden, bevor es sich in großem Umfang durchsetzen kann. Der Übergang von den heutigen lauten Prototypen mit Dutzenden oder Hunderten von Qubits zu fehlertoleranten Maschinen mit Millionen von Qubits ist eines der größten technischen Unterfangen unserer Zeit. Die heutigen Durchbrüche sind wichtige Meilensteine auf dem Weg zu einer echten Quantenära. Unterdessen können hybride quantenklassische Ansätze bereits genutzt werden, um einen bedeutenden Mehrwert zu schaffen (siehe Abbildung 2). Dadurch können Unternehmen experimentieren und Kapazitäten aufbauen, ohne auf perfekte Hardware warten zu müssen. Sobald skalierbare Quantenmaschinen realisiert sind, werden sie viele Aspekte des täglichen Lebens, die im Hintergrund durch komplexe Berechnungen gesteuert werden, grundlegend verändern und einen echten Paradigmenwechsel in der Datenverarbeitung bewirken.

Abbildung 2: Die Lücke zum fehlertoleranten Quantencomputing schließen: Hybride quantenklassische Architektur



Quelle: WisdomTree. NISQ bezieht sich auf den aktuellen Stand des Quantencomputings, definiert durch den Begriff „Noisy Intermediate-Scale Quantum“ (NISQ), der 2018 vom Physiker John Preskill eingeführt wurde.

Die Technologie zur Lösung der dringendsten Herausforderungen unserer Zeit

Das Versprechen des Quantencomputings, Probleme anzugehen, die aufgrund ihrer Komplexität bislang unlösbar waren, ist nirgendwo so bedeutend wie bei den großen Herausforderungen, denen die Menschheit heute gegenübersteht. Von der Heilung von Krankheiten bis hin zur Eindämmung des Klimawandels – viele unserer dringendsten Probleme beruhen im Kern auf der Datenverarbeitung.

Nehmen wir die Arzneimittelentdeckung. Die Entwicklung eines neuen Medikaments kann mehr als zehn Jahre dauern und Milliarden von Dollar kosten, vor allem weil klassische Computer nicht in der Lage sind, die Wechselwirkungen potenzieller Wirkstoffe mit biologischen Systemen genau zu simulieren. Das Quantencomputing besitzt das Potenzial, diese Gleichung zu verändern. Durch die bisher unerreichte Genauigkeit bei der Simulation molekularer Vorgänge könnten fehlertolerante Quantensysteme die Suche nach neuen Behandlungsmethoden erheblich beschleunigen, Entwicklungskosten senken und sogar Therapien für bisher unheilbare Krankheiten ermöglichen. Laut einem aktuellen Beitrag des National Quantum Computing Centre (NQCC), dem nationalen Labor für Quantencomputing im Vereinigten Königreich, haben Forscher bereits mehr als 40 potenzielle Anwendungsfälle im Gesundheitswesen identifiziert – von der Arzneimittelentwicklung über Diagnostik und Früherkennung bis hin zur personalisierten Medizin und sogar der effizienten Zuweisung von Ressourcen innerhalb der Gesundheitssysteme.

Ein weiterer Bereich, in dem das Quantencomputing eine transformative Wirkung entfalten könnte, ist die Verringerung des CO2-Fußabdrucks der Menschen. Dies erfordert Durchbrüche in der Materialwissenschaft, von der Entwicklung von Batterien der nächsten Generation für Elektroautos bis hin zur Schaffung effizienterer Katalysatoren für die Kohlenstoffabscheidung und -speicherung. Quantencomputer sollten aufgrund ihrer Konzeption für diese Art von Aufgaben besonders gut geeignet sein. Durch die hochpräzise Simulation chemischer Reaktionen könnten sie die Entdeckung nachhaltiger Materialien fördern,

effizientere Technologien für erneuerbare Energien ermöglichen und letztlich komplexe Klimamodelle verbessern, die als Grundlage für die globale Politik dienen.

Die zunehmende Welle staatlicher Investitionen und das Engagement von Big Tech unterstreichen das Potenzial des Quantencomputings, die Welt von morgen zu gestalten. Gleichzeitig eröffnet der weltweite Fokus auf künstliche Intelligenz ein enormes Potenzial für Synergien. KI kann die Quantenforschung durch Verbesserung der Fehlerkorrektur, des Hardware-Designs und der Algorithmenentwicklung voranbringen, während Quantencomputer wiederum das Potenzial haben, KI durch eine enorme Erweiterung ihrer Rechenkapazitäten zu revolutionieren. Zusammen bildet dieses Duo eine Innovations-Feedbackschleife, die bahnbrechende Fortschritte in Wissenschaft, Industrie und Gesellschaft ermöglichen könnte. Und vielleicht am bemerkenswertesten ist, dass einige der umwälzendsten Anwendungen diejenigen sein könnten, die wir noch nicht vorhersehen können und die aus dem Innovationszyklus hervorgehen, der durch die gegenseitige Verstärkung von Quantencomputing und künstlicher Intelligenz ausgelöst wird.

Leistungsstarke Quantencomputer werden, sobald sie Realität sind, nicht nur den Weg für jahrzehntelange Innovationen ebnen, sondern auch das Potenzial haben, das Wirtschaftswachstum wieder anzukurbeln und die technologische Entwicklung der Menschheit neu zu definieren. Daher sind Fortschritte auf diesem Gebiet nicht mehr nur eine Frage wissenschaftlicher Neugier, sondern werden zunehmend zu einer globalen Priorität.

Important Risks Related to this Article

Wichtige Informationen

Im Europäischen Wirtschaffsraum („EWR“) herausgegebene Marketingkommunikation: Dieses Dokument wurde von WisdomTree Ireland Limited, einer von der Central Bank of Ireland zugelassenen und regulierten Gesellschaff, herausgegeben und genehmigt.

In Ländern außerhalb des EWR herausgegebene Marketingkommunikation: Dieses Dokument wurde von WisdomTree UK Limited, einer von der United Kingdom Financial Conduct Authority zugelassenen und regulierten Gesellschaff, herausgegeben und genehmigt.

WisdomTree Ireland Limited und WisdomTree UK Limited werden jeweils als „WisdomTree“ bezeichnet. Unsere Richtlinie über Interessenkonflikte und unser Verzeichnis sind auf Anfrage erhältlich.

Nur für professionelle Kunden. Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen dienen ausschließlich Ihrer Information und stellen weder ein Angebot zum Verkauf bzw. eine Aufforderung oder ein Angebot zum Kauf von Wertpapieren oder Anteilen dar. Dieses Dokument sollte nicht als Basis für eine Anlageentscheidung verwendet werden. Anlagen können an Wert zunehmen oder verlieren und Sie können einen Teil oder den gesamten Betrag der Anlage verlieren. Die Wertentwicklung in der Vergangenheit ist nicht notwendigerweise ein Hinweis auf zukünffige Ergebnisse. Anlageentscheidungen sollten auf den Angaben im entsprechenden Prospekt sowie auf unabhängiger Anlage-, Steuer- und Rechtsberatung basieren.

Die Anwendung von Verordnungen und Steuergesetzen kann off zu unterschiedlichen Interpretationen führen. Alle in dieser Mitteilung dargestellten Ansichten oder Meinungen spiegeln die Auffassung von WisdomTree wider und sollten nicht als aufsichtsrechtliche, steuerliche oder rechtliche Beratung ausgelegt werden. WisdomTree übernimmt keine Garantie oder Zusicherung hinsichtlich der Richtigkeit der in dieser Mitteilung geäußerten Ansichten oder Meinungen. Anlageentscheidungen sollten auf den Angaben im entsprechenden Prospekt sowie auf unabhängiger Anlage-, Steuer- und Rechtsberatung basieren.

Bei diesem Dokument handelt es sich nicht um Werbung bzw. eine Maßnahme zum öffentlichen Angebot von Anteilen oder Wertpapieren in den USA oder einer zugehörigen Provinz bzw. einem zugehörigen Territorium der USA, und es darf unter keinen Umständen als solche verstanden werden. Weder dieses Dokument noch etwaige Kopien dieses Dokuments sollten in die USA mitgenommen, (direkt oder indirekt) übermittelt oder verteilt werden.

Obwohl WisdomTree bestrebt ist, die Richtigkeit des Inhalts dieses Dokuments sicherzustellen, übernimmt WisdomTree keine Gewährleistung oder Garantie für seine Richtigkeit oder Genauigkeit. Die Drittanbieter, deren Dienste in Anspruch genommen werden, um die in diesem Dokument enthaltenen Informationen zu beziehen, übernehmen keine Gewährleistung oder Garantie jeglicher Art bezüglich dieser Daten. Dort, wo WisdomTree seine eigenen Ansichten in Bezug auf Produkte oder Marktaktivitäten äußert, können sich diese Auffassungen ändern. Weder WisdomTree, noch eines seiner verbundenen Unternehmen oder einer seiner jeweiligen leitenden Angestellten, Verwaltungsratsmitglieder, Partner oder Mitarbeiter übernimmt

irgendeine Haffung für direkte Schäden oder Folgeschäden, die durch die Verwendung dieses Dokuments oder seines Inhalts entstehen.