

# Quantencomputer

Ein Quantencomputer ist ein Rechner, der auf den Prinzipien der Quantenmechanik basiert. Er ist in der Lage, spezifische Berechnungen in kürzester Zeit durchzuführen, die ein traditioneller Computer nicht bewältigen kann.

Adam, Shar, Ilkay

# Traditionelle Computer vs. Quantencomputer

## Bits

Traditionelle Computer basieren auf Bits, den kleinsten Einheiten von Daten, die entweder als Null oder Eins dargestellt werden.

## Qubits

Quantencomputer arbeiten mit Qubits, die im Gegensatz zu Bits gleichzeitig als Null oder Eins existieren können.

## Berechnungen

Während traditionelle Computer Berechnungen sequentiell und nacheinander ausführen, sind Quantencomputer in der Lage, mehrere Berechnungen gleichzeitig zu verarbeiten.

## Geschwindigkeit

Quantencomputer können bestimmte Aufgaben wie das Faktorisieren großer Zahlen um ein Vielfaches schneller lösen als herkömmliche Computer.

# Der Weg zum ersten Quantencomputer



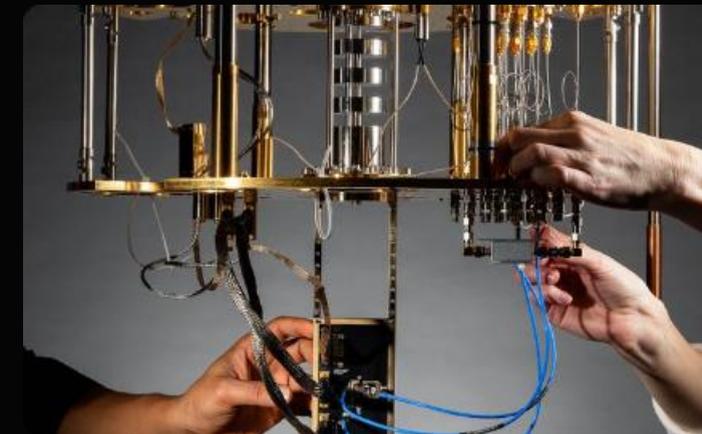
## IBM Quantum

IBM's erster Quantencomputer wurde 2016 vorgestellt und umfasste fünf Qubits.



## Google Quantum

Der Google Quantum Bristlecone hat 72 Qubits und gilt damit als einer der leistungsfähigsten Quantencomputer der Welt.



## Microsoft Quantum

Microsoft hat 2018 seinen eigenen Quantencomputer vorgestellt, der auf der Topologie von sogenannten Majorana-Fermionen basiert.



# Von Bits zu Qubits

1

## 1. Supraleitende Qubits

Basiert auf der Quantisierung von elektrischen Energien in supraleitenden Schaltkreisen.

2

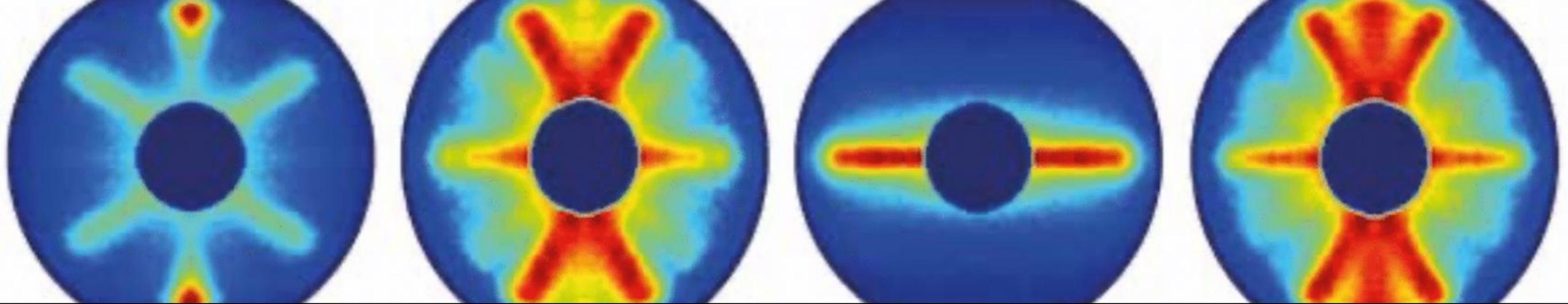
## 2. Ionenfallen-Qubits

Die Informationen werden in Ionen von Atomen gespeichert, die in einer Falle gefangen sind.

3

## 3. Quantendots-Qubits

Basiert auf der Manipulation von Elektronen in sogenannten Quantendots, winzigen Halbleiterstrukturen.



# Quantenüberlagerung und Quantenverschränkung

## Quantenüberlagerung

Qubits existieren in einem Zustand der Überlagerung, bei dem sie sowohl Null als auch Eins gleichzeitig sein können.

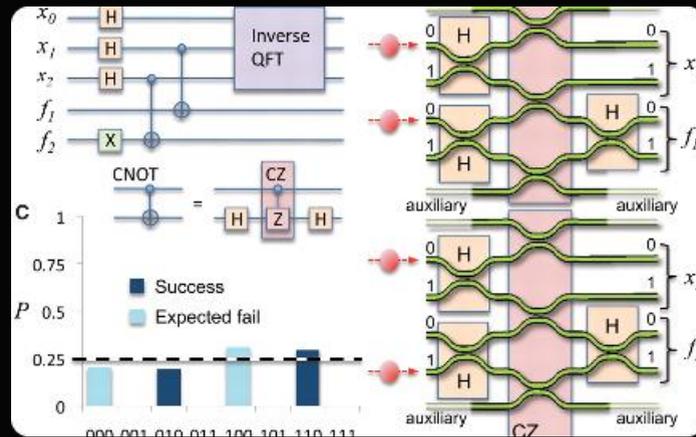
## Quantenverschränkung

Zwei oder mehr Qubits können in einer Verschränkung existieren, bei der der Zustand des einen Qubits vom Zustand des anderen abhängt.

## Quantenteleportation

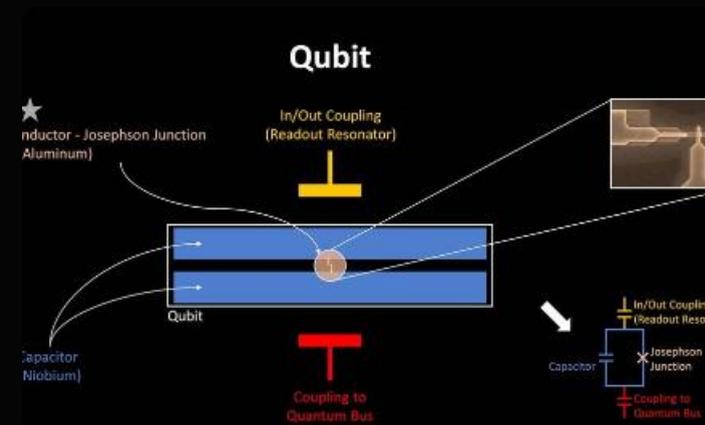
Die Quantenverschränkung ermöglicht es, Informationen ohne Übertragung von Materie oder Energie zu übertragen.

# Quantenalgorithmus: Shors Algorithmus



## Kernidee

Shors Algorithmus ermöglicht das schnelle Faktorisieren großer Zahlen, ein Problem, das für herkömmliche Computer sehr aufwendig ist.



## Quantenschaltung

Durch eine bestimmte Abfolge von Quantengattern und Messungen wird das gewünschte Ergebnis erzielt.

## Discrete-time Fourier transform

To obtain the forward transform, we make the same substitution in

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{jn\omega_0 t}$$

$$n \rightarrow k \quad T f(t) \rightarrow X(\omega) \quad c_n \rightarrow f_k$$

$$-2\pi t / T \rightarrow \omega \quad dt \rightarrow -\frac{T}{2\pi} d\omega$$

$$X(\omega) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} f_k e^{-j\omega k}$$

## Diskrete Fourier-Transformation

Ein wichtiger Schritt bei Shors Algorithmus, der es ermöglicht, periodische Muster in der Quantenüberlagerung zu identifizieren.



# Anwendung für Quantencomputer

1

## Optimierung von Prozessen

Quantencomputer können Prozessoptimierungen in zahlreichen Anwendungsfällen durchführen, z.B. in der Logistik oder bei der Materialforschung.

2

## Cryptography

Quantencomputer können herkömmliche Kryptosysteme brechen und sind daher in der Lage, bisher geschützte Informationen zu entschlüsseln.

3

## Künstliche Intelligenz

Quantencomputer können die Leistung von KI-Systemen erheblich erhöhen, da sie in der Lage sind, eine große Anzahl von Berechnungen effizient auszuführen.

# Ethik und Datenschutz

1

## Datenmissbrauch

Quantencomputer können verschlüsselte Daten binnen Sekunden entschlüsseln, was einen Missbrauch von persönlichen Daten ermöglichen würde.

2

## Waffenentwicklung

Quantencomputer könnten zur Entwicklung hochmoderner Waffensysteme oder auch zur Abwehr solcher Systeme verwendet werden.

3

## Personenbezogene Daten

Die Nutzung von Quantencomputing könnte eine Verschiebung in der Beziehung zwischen Staat und Bürgern mit sich bringen, insbesondere hinsichtlich des Datenschutzes.



# Quantensimulationen

Quantensimulationen dienen dazu, komplexe Quantensysteme zu verstehen, darzustellen und zu analysieren. Sie sind ein wichtiger Anwendungsbereich für Quantencomputer, da herkömmliche Computer diese Aufgaben nicht bewältigen können.

# Herausforderungen und technische Grenzen

## Hardwareprobleme

Quantencomputer müssen unter speziellen Bedingungen wie extremer Kälte oder Vakuum betrieben werden.

## Fehlerkorrektur

Quantencomputer sind sehr anfällig für Fehler aufgrund von Umwelteinflüssen und müssen daher laufend überwacht werden.

## Skalierung

Größere Quantencomputer benötigen mehr Qubits, was wiederum den Aufwand für Wartung und Fehlerkorrektur erhöht.

# Zukunftsaussichten

## Anwendungsbereiche

Quantencomputer werden in Zukunft eine wichtige Rolle in der Prozessoptimierung, Kryptographie und Materialforschung spielen.

## Industrie 4.0

Quantencomputer sind von zentraler Bedeutung für die Entwicklung digitaler Technologien in der Industrie, insbesondere im Bereich Künstliche Intelligenz.

## Fortschrittliche Waffensysteme

Die Entwicklung fortgeschrittener Waffensysteme wird von der Technologie der Quantencomputer profitieren, was auch Risiken mit sich bringt.