

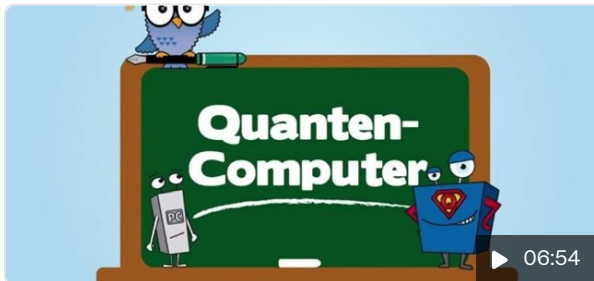


# Quantum & Spatial Computing: Der Board Director's Guide

Strategische Einblicke für Verwaltungsräte: Navigieren Sie die nächste Technologie-Revolution mit Klarheit und fundierter Governance-Perspektive.

# Video Quantum

# Video



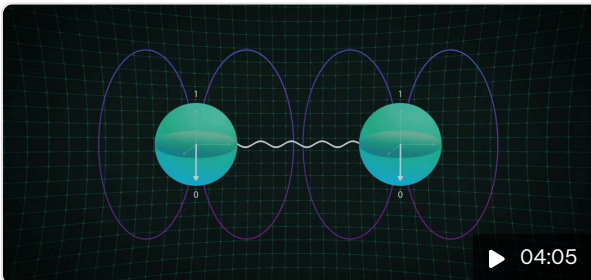
YouTube


**KIT for Kids: Was ist ein Quantencomputer?**


Optimale Routen berechnen, Klimamodelle entwerfen oder Medikamente am Computer entwickeln – ein Quantencomputer kann Dinge, die ein gewöhnlicher...

06:54

# Video

A visualization of two qubits in a quantum state. Each qubit is represented by a teal sphere with a vertical axis labeled '0' at the bottom and '1' at the top. The spheres are surrounded by purple elliptical probability distributions. A wavy line connects the two spheres, indicating entanglement. The background is a dark grid. A play button icon and the time '04:05' are visible in the bottom right corner of the video frame.

 YouTube



**Quantencomputer: Funktionsweise und Anwendungen**

Quantencomputing verspricht, durch hochparallele Datenverarbeitung Probleme bewältigen zu können, die mit der heutigen Rechenleistung kaum lösbar sind....

# Quantum Computing: Kernkonzepte verstehen

## Qubits vs. Klassische Bits

Klassische Bits sind entweder 0 oder 1. Qubits nutzen Superposition (0 UND 1 gleichzeitig) und Verschränkung (instantane Verbindung zwischen Qubits).

**Strategische Relevanz:** Klassische Computer skalieren linear. Quantum skaliert exponentiell mit der Qubit-Anzahl. Eine 300-Qubit-Maschine könnte theoretisch mehr Zustände berechnen als Atome im Universum existieren.

## Die Board-Perspektive

„Wenn klassisches Computing bedeutet, jedes Buch in einer Bibliothek nacheinander zu prüfen, dann prüft Quantum alle Bücher gleichzeitig.“

**Entscheidende Frage:** Welche Ihrer Geschäftsprobleme erfordern die Prüfung von Milliarden von Szenarien? Die Antwort: Die meisten Optimierungsprobleme.

---

Quantum Computing ersetzt klassisches Computing nicht – es löst spezifische Problemklassen: Optimierung, Simulation, Kryptographie-Analyse und Arzneimittelforschung.

# Quantum Computing: Reale Anwendungen heute

## Pharma & Drug Discovery

Simulation molekularer Interaktionen in Tagen statt Jahren. Biogen, GSK und Merck investieren aktiv in Quantum-Partnerschaften.

## Finanzdienstleistungen

Portfolio-Optimierung, Risikomodellierung, Betrugserkennung. JPMorgan, Goldman Sachs und BNY Mellon führen bereits Quantum-Pilotprojekte durch.

## Materialwissenschaften

Design neuer Verbindungen, Batterien und Halbleiter. Tesla und BMW erforschen Quantum für Batterieoptimierung.

## Supply Chain Optimierung

Komplexe Logistik-Routing-Probleme. Amazon, DHL und FedEx sind aktiv in der Quantum-Forschung engagiert.

### Heute: Research Phase

~1000 Qubits, fehleranfällig

### 2035+: Scaled Applications

Quantum-klassische Hybridsysteme

### 2028–2032: Utility Phase

Erste branchenspezifische Vorteile

❑ Positionierung: Quantum ist eine strategische Option, noch kein Mandat. Threshold für praktischen Nutzen: 10.000–100.000 stabile Qubits (5–10 Jahre entfernt).

# Quantum Computing: Limitierungen & Realitäts-Check

## Fehlerkorrektur

Qubits sind fragil. Aktuelle Fehlerraten: 0,1–1%. Benötigt: <0,0001% für praktischen Einsatz.

## Dekohärenz

Qubits verlieren ihren Quantenzustand in Mikro- bis Millisekunden. Erfordert extreme Isolation.

## Kühlkosten

Dilutionskryostaten halten Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt. Hohe Energiekosten pro Operation.

## Qubit-Skalierungsplateau

Skalierung über 1000 Qubits hinaus ist exponentiell schwieriger. Physikalische Grenzen, nicht nur Engineering.

## Software-Engpass

Weltweit existieren nur ~2.000 Quantum-Engineers. Workforce-Aufbau: 5–10 Jahre.

## Board Implikation

Quantum ist KEINE Capex-Entscheidung. Es ist ein Capability-Building- und Relationship-Building-Play.

### Partnerschaften aufbauen mit:

- Akademischen Institutionen
- Cloud-Providern (AWS Braket, Azure Quantum)
- Spezialisierten Quantum-Firmen



Referenz: Bain & Company's 2025 Quantum Computing Report betont genau diese Einschränkungen. Headlines versprechen „Quantum bricht alle Verschlüsselung“ – Realität: Das ist 10–20 Jahre entfernt, und wir migrieren bereits zu quantenresistenter Kryptographie.

# Quantum Advantage: Die Zukunftslandschaft



## Quantum Supremacy

Ein Quantum-Computer führt eine spezifische Aufgabe schneller aus als klassische Computer. Begrenzter praktischer Wert. Beispiel: Googles Sycamore (2019) bei Random Circuit Sampling.



## Quantum Advantage

Breiterer Begriff. Quantum löst ein reales Problem schneller/besser als klassische Ansätze. Das ist entscheidend für Business.



## Quantum Readiness

Nationale und organisatorische Strategien zur Vorbereitung auf Quantum-Systeme. Umfasst: Kryptographie-Migration (PQC-Standards), Workforce-Building, Infrastruktur-Investment.



## Quantum Utility

Die Schwelle, ab der Quantum wertvolle Business-Probleme zuverlässig löst. Timeline: 2028–2032 für erste Branchen (Pharma, Finance).

## Board Governance Framework

### 1. Quantum Readiness Sponsor

CTO, CFO oder Board-Komitee-Mitglied zuweisen

### 2. Jährliches Audit

Ist unsere Branche von Quantum-Bedrohungen betroffen?

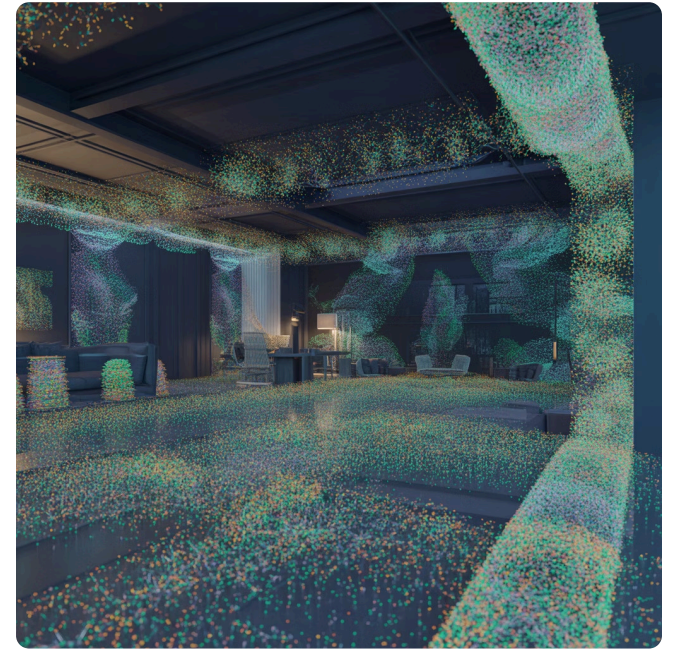
### 3. Pilot-Strategie

1–2 Quantum-Cloud-Plattformen für Awareness nutzen

☐ Bis 2030 wird Quantum so normal sein wie Cloud Computing heute. Readiness jetzt zu starten positioniert Sie vor Ihren Peers.



# Spatial Computing



# Spatial Computing: Das AR/VR/MR/XR-Spektrum

## Augmented Reality (AR)

Digitale Overlays auf der realen Welt. Sie sehen Ihre reale Umgebung plus digitale Informationen.

**Beispiele:** Snapchat-Filter, Apple Maps, Pokémon Go

## Virtual Reality (VR)

Vollständig immersive digitale Umgebung. Sie sehen nur die digitale Welt.

**Beispiele:** Meta Quest 3, PlayStation VR

## Mixed Reality (MR)

Digitale Objekte scheinen den physischen Raum zu bewohnen. Sie sehen beides, und sie interagieren.

**Beispiele:** Microsoft HoloLens (Enterprise), Magic Leap

## Extended Reality (XR)

Überbegriff für das gesamte AR/VR/MR-Spektrum. Strategische Richtung, aber noch nicht vereinheitlicht.

## Consumer Reality

- **AR gewinnt** bei Mainstream-Nutzern (bereits auf Milliarden Smartphones via ARKit/ARCore)
- **VR ist Nische** (Gaming, Enterprise Training)
- **MR entwickelt sich**, aber noch teuer
- **XR ist die strategische Richtung**, aber noch nicht vereinheitlicht

„Denken Sie an AR als 'Smartphone-AR-Layer' (heute Mainstream), VR als 'Nischen-Immersion' (Gaming), und MR als 'Zukunfts-Hybrid'."

# Das Metaverse-Narrativ: 2021 Hype vs. 2025 Realität

## Der Hype (2021–2023)

Was WEF, Accenture und Meta versprochen:

- Zentralisierte virtuelle Welten (Metas „Metaverse“ als vereinheitlichte Plattform)
- Milliarden Nutzer in gemeinsamen digitalen Räumen
- Virtuelle Wirtschaft ersetzt physischen Retail
- Unvermeidliche Zukunft (angekündigt als wäre es bereits Realität)



## Was tatsächlich geschah (2025)

- **Kein vereinheitlichtes Metaverse.** Stattdessen: Fragmentierte Erlebnisse (Fortnite ≠ Roblox ≠ Decentraland)
- **Gaming-Plattformen gewannen**, nicht corporate-geführtes Metaverse
- **Virtuelle Ökonomien existieren**, aber sind creator/nutzer-getrieben, nicht corporate-kontrolliert
- **Headset-Adoption stagnierte** (Consumer-Zurückhaltung, Form-Factor-Probleme)
- **Regulierung holte auf** (Privacy, Verbraucherschutz)



# „The best contraception on the market is the Apple Vision Pro.“

—Scott Galloway, Digital-Strategie & NYU-Professor

---

Form-Factor ist wichtiger als Tech-Specs für Massenadoption. Ein Headset, das Ihr Gesicht verdeckt, verletzt menschliche soziale Biologie.

**Deshalb gewinnt Smartphone-AR** (unsichtbare Tech, sichtbare Person). Deshalb scheiterte Vision Pro.

**Strategische Einsicht:** Bei der Bewertung aufkommender Tech-Adoption fragen Sie: „Verstärkt dies soziale Signale oder vermindert es sie?“



# Spatial Computing: Wo Nutzer tatsächlich Zeit verbringen

## ✓ GEWINNER

**500M+**

### Fortnite

Registrierte Spieler. Spatial Experiences, Cross-Platform. Epic Games: \$9B+ Jahresumsatz

**80M+**

### Roblox

Monatlich aktive Nutzer. User-Generated-Content-Metaverse mit realer Creator Economy

**Warum sie gewinnen:** Keine neue Hardware nötig. Spielbar auf bestehenden Geräten (PC, Konsole, Phone).

## ↗ WACHSEND

**1B+**

### Smartphone AR

ARKit (Apple) + ARCore (Google) auf über 1 Milliarde Geräten

**Use Cases:** Instagram/Snapchat-Filter, Möbel-Visualisierung (IKEA, Wayfair), Navigation (Google Maps)

**Zero Friction:** Nutzer bemerken nicht, dass sie AR verwenden

## □ STRUGGLING

**Apple Vision Pro:** Produktion eingestellt (Oktober 2025). Entwicklung von Nachfolgemodellen suspendiert. Retail gescheitert.

**Microsoft HoloLens:** Nur Enterprise, Adoption stagniert. Nicht Mainstream.

**Meta Quest:** Profitabel aber Nische (15M+ installierte Basis vs. 1B+ Smartphone-AR-Nutzer)

❑ Board Framework: Gewinner im Spatial Computing werden durch ADOPTION SCALE definiert, nicht durch Technologie-Coolness. Gaming-Plattformen und Smartphone-AR gewinnen. Teure Headsets verlieren.

# Spatial Computing: Enabling Technologies



## Point Clouds & LiDAR

Sensor-Arrays scannen 3D-Umgebungen in digitale „Point Clouds“ (Millionen Datenpunkte).  
Anwendung: Autonome Fahrzeuge, AR-Mapping, Robotik.



## Real-Time Environment Mapping

Konvertierung physischer Räume in digitale 3D-Modelle in Echtzeit. Ermöglicht: Objektplatzierung, Kollisionserkennung, Spatial Anchoring.



## Hand/Eye Tracking

Sensoren verfolgen Hände und Blick des Nutzers für natürliche Interaktion ohne Controller.



## 5G & Edge Computing

Low-Latency-Netzwerke für nahtlose AR/VR-Erlebnisse. Cloud-Processing an Edge reduziert Lag.

---

## Enterprise-Anwendungen heute

### Manufacturing

Digital Twins auf Fabriketage – Arbeiter sehen Montageanleitungen in Echtzeit

### Architektur/Bau

Räumliche Visualisierung vor dem Bau

### Medizin

Chirurgische Visualisierung, Trainingssimulationen

### Retail

Virtuelles Anprobieren, räumliches Inventar-Management

**Investment-Signale:** Infrastruktur-ROI ist klarer als Consumer-Headsets. Wenn Ihr Business Training, Logistik oder Visualisierung umfasst, ist Spatial Tech JETZT relevant.



# Der Metaverse Hype Cyle



## Lektionen für Boards

1. Hüten Sie sich vor narrativ-getriebener Technologie-Hype (erzeugt oft FOMO ohne Substanz)
2. Folgen Sie Adoption-Kurven, nicht PR-Ankündigungen
3. Gaming-Plattformen lehren: User-Generated Content + echte ökonomische Anreize schlagen corporate-kontrollierte Umgebungen
4. Technologie-Adoption wird durch soziale/kulturelle Faktoren beschränkt, nicht nur durch technische Möglichkeiten
5. Der Schaufelverkäufer gewinnt immer...

**Referenz:** Meta schrieb \$16B in Metaverse-Investitionen ab (2022–2024). Lektion: Hype-getriebene Capex-Allokation ist gefährlich.



# Video Waymo





# Action Framework für Ihr Board



## Quantum Readiness (3–5 Jahre)

- Board-Sponsor zuweisen
- Branchen-Bedrohungsaudit
- Cloud-Plattform-Pilots (AWS Braket, Azure Quantum)
- PQC-Migration (NIST Standards)



## Spatial Computing (1–3 Jahre)

- Use Cases identifizieren: Training, Logistik, Visualisierung, Retail
- Smartphone-AR zuerst (geringeres Investment)
- Gaming-Plattformen für Entertainment/Engagement
- Headset-Strategie nur bei Enterprise-Training-Rechtfertigung



## Organisatorische Readiness

- Partnerschaften mit Quantum/Spatial-Anbietern aufbauen
- Kleines Budget für Experimente (nicht Production)
- Große Capex-Wetten auf Basis von Hype vermeiden
- Adoption-Metriken tracken: Nutzeranzahl > Tech-Specs

**Ihre Rolle als Board:** Nicht Quantum/Spatial-Experte sein. Sondern strategisches Risiko verstehen und sicherstellen, dass die Organisation Fortschritte trackt. Folgen Sie Nutzern, nicht Hype.