

QUANTEN
Zirkus

Der Quantenzirkus ist ein mobiles Vermittlungsformat des TüftelLab, das spielerisch und niedrigschwellig an Quantentechnologie heranführt.

Gefördert vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

TüftelLab



GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

TüftelLab Team

Ella Zickerick – Kreative Leitung

Markus Clausing, Fabian Kastner, Vin Kadiri – Inhalte, Umsetzung

Joan-Carolin Paetz – Video Animation, Grafik

Liam Tappeiner – Soundcollagen, Videoschnitt

Hendrieke Voss, Elisabeth Sassi – Organisation

Externe Unterstützung

Dana Kokisch – Konzeption, Planung, Umsetzung

William Guest – Konstruktion, Umsetzung

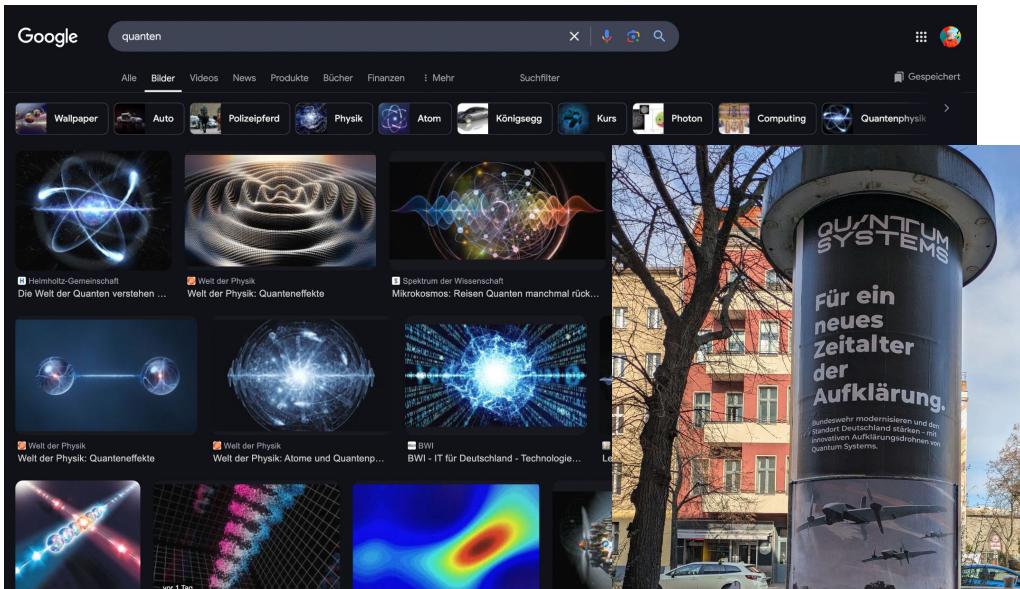
Papperocks – Umsetzung

Silvia Wald – Teilchenkissen

Silvan Gümüsdere – Software Entwicklung

David Gauffin – Foto- und Videodokumentation

Warum überhaupt?



Quantum Supremacy

Quantum Race



Quantum Winter

Warum überhaupt?

Der aktuelle Diskurs ist geprägt von einer sehr **kühlen, kompetitiven Ansprache** und einer **dystopisch-technischen Bildwelt**.

Zudem richtet er sich überwiegend an ein **erwachsenes Fachpublikum**.

Dem möchten wir bewusst etwas Positives, Fröhliches und Junges entgegensetzen – mit dem ...

QUANTEN
Zirkus

Exponate

Das Ziel

Im Zentrum steht die Idee, Quantenphänomene wie Superposition oder Verschränkung **nicht nur theoretisch zu erklären, sondern als magische Kunststücke der Physik erlebbar zu machen**. Die Ausstellung nutzt **interaktive Exponate und kreative Übungen**, um komplexe Inhalte in verständliche Erlebnisse zu übersetzen.

Besucher*innen können selbst aktiv werden: **Vom Drehen des »Quanten Queen Glücksrads« über die Erkundung der verschiedenen Buden-Installationen; vom Stöbern in der Quantenmedia Ecke bis hin zu horizontalem Lernen auf Quantenteilchen Sitzkissen.**

In begleitenden **Workshop-Formaten** wird spielerisch vermittelt, wie Quanteneffekte bereits heute Technologien wie Smartphones, Mikrowellen oder UV-Nagellack ermöglichen und welche Zukunft sie für Quantencomputer, sichere Kommunikation oder neue medizinische Anwendungen bereithalten.

Wir ermöglichen einen **Einstieg in das Thema Quanten**, zeigen neue Berufsbilder auf und fragen zusammen mit euch: **Wie wollen wir Quanten in Zukunft nutzen? Wie verändert das neue Verständnis der Welt unsere Sicht auf Technologie, Gesellschaft und Arbeit? Welche Berufsfelder entstehen gerade und über welche haben wir vielleicht noch gar nicht nachgedacht?**

Das Konzept

Der Quantenzirkus ist als **fröhliche Lernwelt** gestaltet, die wissenschaftliche Komplexität durch eine **spielerische, farbenfrohe und zugängliche Form erfahrbar** macht. Die Entscheidung für eine Zirkus Ästhetik ist bewusst gewählt: Wie in einem traditionellen Zirkus treffen hier Irritation und Neugier aufeinander. Gefühle, die auch die Quantenphysik seit jeher auslöst. **Der Zirkus wird so zur Metapher für eine Welt, in der die gewohnten Regeln außer Kraft treten und dadurch Neues sichtbar wird.** Teilchen, die Kunststücke vollführen, gleichzeitig an mehreren Orten sind oder über riesige Distanzen miteinander verbunden bleiben. Und wie ein herkömmlicher Zirkus wandert auch dieser von Ort zu Ort.

Gestalterisch setzt der Quantenzirkus auf **klare, kontrastreiche Farben, natürliche und weiche Materialien sowie modulare Installationen, die zum Anfassen einladen.** Die Buden, Kissen und Werkstattbereiche sind so konzipiert, dass sie wissenschaftliche Phänomene intuitiv vermitteln, bevor sie benannt oder erklärt werden: Besucher*innen erleben Superposition, Verschränkung oder den Tunneleffekt durch **Beobachtung, Spiel und Interaktion.**

Exponate und Begleitmaterialien

Quanten Queens Glücksrad

QUANTEN
QUEENS



Exponate

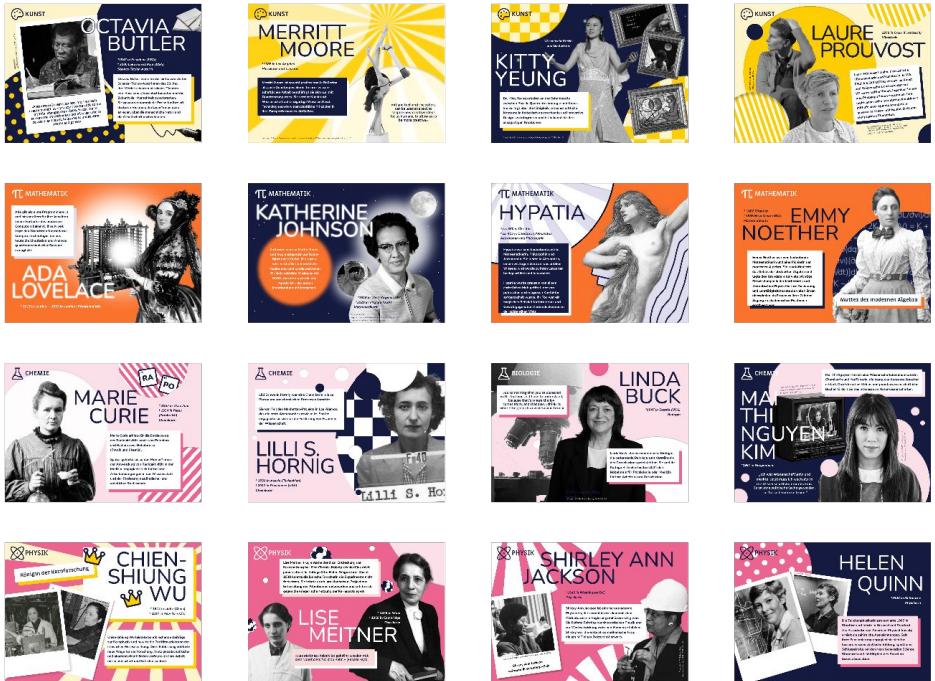
Quanten Queens Glücksrad

Das interaktive Glücksrad dient als **Einstieg** in die Ausstellung und ermöglicht Besucher*innen einen spielerischen Zugang zum Thema **ohne Hemmschwellen und ohne Vorwissen**. Mit einer **einfachen Drehbewegung** zeigt sich eine Welt voller bahnbrechender Wissenschaftlerinnen, die mit ihren Errungenschaften Mathematik, Physik, Chemie und Kunst geprägt haben.



Exponate

Quanten Queen Bingo Postkartset



Teilchen Sitzkissen



Teilchenkissen

Quantenteilchen sind die kleinsten bekannten **Bausteine der Materie** und folgen der Quantenmechanik. Dazu gehören z. B. Elektronen, Photonen und Quarks. Anders als klassische Teilchen können sie sich **in mehreren Zuständen gleichzeitig befinden** (Superposition) und miteinander **verschränkt** sein, sodass Änderungen an einem Teilchen sofort das andere beeinflussen und das selbst über große Entfernungen. Ihre Eigenschaften werden durch Wahrscheinlichkeiten beschrieben und erst bei einer Messung festgelegt. **Diese Besonderheiten machen sie zu einem spannenden Forschungsfeld mit Anwendungen in Quantencomputern und Kryptographie.**



Exponate

Teilchenkissen



Erste Modelle von Siliva Wald
(aufschnitt.de) in Knete für die
Gestaltung von Form und
Proportionen.



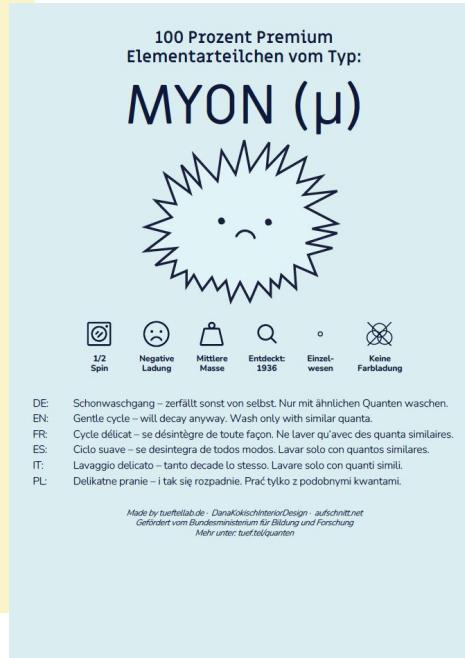
Exponate

Teilchenkissen Tags

Am Sitzkissen findet sich ein Teilchentag mit weiterführenden Informationen zu den Teilcheneigenschaften sowie den Interaktionen von Elementarteilchen.



Teilchenkissen Plakate



Quantenphänomene Buden



Quantenphänomene Buden

Die Quantenphänomene Buden sind gestalterisch an **Jahrmarktsbuden** und **interaktive Automaten** angelehnt. An jeder Station lädt **eine konkrete Handlung zur Interaktion** ein und vermittelt dabei einen zentralen Quanteneffekt. Ob **Superposition, Verschränkung, Unschärferelation, Interferenz oder Tunneleffekt**, jede Bude macht ein **abstraktes physikalisches Phänomen** durch eine greifbare Metapher **erlebbare** und schafft so einen intuitiven Zugang zum Verständnis.

Statt sich mit komplexen Theorien, mathematischen Formeln oder physikalischen Grundlagen auseinandersetzen zu müssen, ermöglicht der Quantenzirkus einen ersten **niederschwellige Einstieg in die Welt der Quantenphysik**. Die Ausstellung ist bewusst so konzipiert, dass **erste Berührungen mit Quanteneffekten spielerisch und ohne Vorwissen möglich sind**.

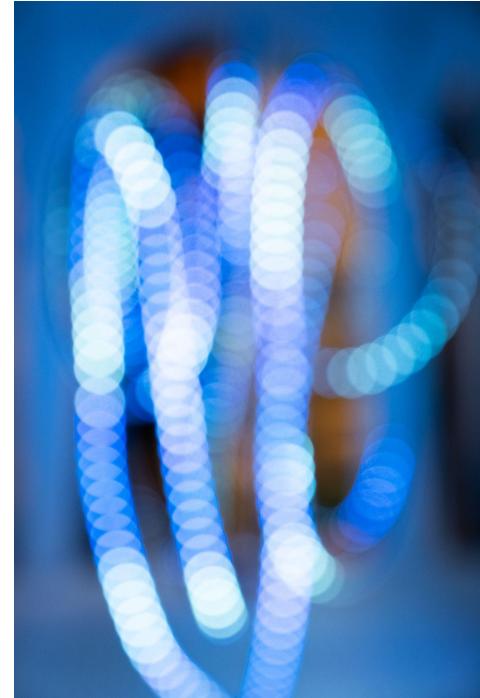
In den **begleitenden Workshop Formaten** wird dieses Erleben vertieft. Mit **DIY Experimenten, Spielen, Videos, Prototyping** und dem **Austausch mit Expertinnen und Experten** wird ein weiterführender Zugang zur Quantenwelt geschaffen, der Verständnis fördert und nachhaltige Aha Momente ermöglicht.

Exponate

Superposition

Solange wir sie nicht beobachten, befinden sich Quanten in einer Kombination aus allen möglichen Zuständen. Wir sagen, sie befinden sich in einer **Überlagerung (Superposition)** von Zuständen.

Wenn wir einen Quant messen, beobachten wir es jedoch nur an einem Ort oder in einem Zustand. Das nennen wir **Kollaps**.



Exponate

Unschärfe

Quanten sind ziemlich schwer zu verfolgen! Entweder kennen wir ihre Position genau, aber dann wissen wir nicht, wohin sie gehen. Oder wir wissen, wohin sie gehen, aber dann wird es schwieriger zu wissen, wo genau sie sind. Das nennen wir **U**n**s**chärfe.



Exponate

Verschränkung

Die Zustände von Quanten können manchmal miteinander **verknüpft** bleiben, z. B. wenn sie **gemeinsam erzeugt** werden. Wir nennen das **Verschränkung**. Selbst wenn man dann theoretisch einen Quant nach New York und einen nach Tokio schickt, können sie verschränkt bleiben. Diese Verbindung wird erst **unterbrochen**, wenn man die Quanten **misst oder sie mit etwas interagieren**.



Exponate

Interferenz

Schall- oder Wasserwellen können sich addieren oder voneinander abgezogen werden. Wir nennen dieses Verhalten **Interferenz** und es führt oft zu neuen, schönen Wellenmustern. Auch Quanten zeigen Interferenz und können **entweder miteinander oder mit sich selbst interferieren!**



Exponate

Tunneleffekt

Da Quanten schwer aufzuspüren sind, lassen sie sich auch nur schwer in eine Kiste sperren. Ähnlich wie die Techno-Musik aus der Wohnung nebenan können **Quanten Wände durchdringen**. Passt ihr auch nur eine Nanosekunde lang nicht auf, sind eure Quanten *schwupps* plötzlich durch eine Wand getunnelt! Dieser Effekt ist es aber auch, der z. B. die **Kernfusion** in der Sonne möglich macht.



Exponate

Poster

Das Quanteneffekte
Plakat dient als
Begleitmaterial
zu den Quantenphänomene
Buden.

QUANTENEFFEKTE

Willkommen in der wundersamen Welt der Quanten!

SUPERPOSITION

Solang wir sie nicht beobachten, befinden sich Quanten in einer Kombination aus allen möglichen Zuständen. Wir sagen, sie befinden sich in einer Überlagerung (Superposition) von Zuständen. Wenn wir ein Quant messen, beobachten wir es jedoch nur an einem Ort oder in einem Zustand. Das nennen wir Kollaps.

Vor einer Messung: Eine Katze ist in vier Zustände gleichzeitig überlappend dargestellt. Ende Messung: Die Katze ist entweder tot oder am Leben.

Für Erwin Schrödinger war die Konzept der Superposition absurd. Er schrieb einen Brief an eine Zeitung und erhielt eine lebendige Antwort: "Sie kann ja auch leben, wenn sie in eine Kiste mit einem zerkleinerten Gitterbüschchen gesetzt wird."

QUANTISIERUNG

Manche Quanten, wie zum Beispiel die Elektronen in Atomen können ihre Energie nur in diskreten, quantisierten Schritten erhöhen – wie Sprünge auf einer Leiter. Um das Elektron zu einem (Quanten-)Sprung anzuregen, muss die Energie hoch genug sein! Elektronen sind also ein bisschen wie die Security in einem Club – nicht alle haben die richtige Energie für sie.

VERSCHRÄNKUNG

Die Zustände von Quanten können manchmal miteinander verbunden bleiben, z. B. wenn sie gemeinsam erzeugt werden. Wir nennen das Verschränkung. Selbst wenn man dann theoretisch einen Quant nach New York und einen nach Tokio schickt, können sie verschärkt bleiben. Diese Verbindung wird erst unterbrochen, wenn man die Quanten misst oder sie mit etwas Interagieren.

INTERFERENZ

TUNNELEFFEKT

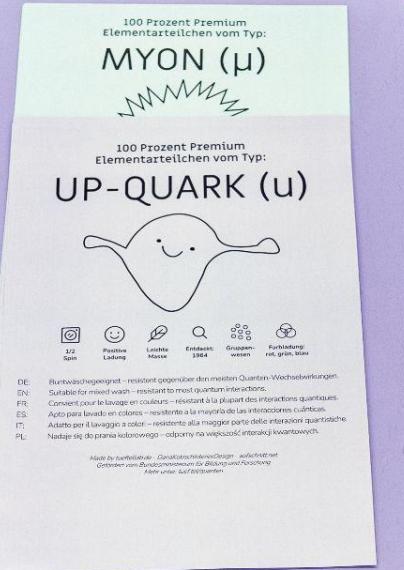
Da Quanten schwer austräufeln sind, lassen sie sich auch schwer in eine Kiste sperren. Ähnlich wie die Techno-Musik aus der Wohnung nebenan durch Quanten aus dem Raum dringt. Ihr auch in eine Vorratskunde lang nicht auf sind eure Quanten "schwapp" plötzlich durch eine Wand getummelt! Dieser Effekt ist es aber auch, der z. B. die Kernfusion in der Sonne möglich macht.

Kontinuierliche Interferenz: Viele kleine Wellen können zusammenfließen und verstärken. Destruktive Interferenz: Viele kleine Wellen können zusammenfließen und abnehmen.

Quellen:

- TüftelLab
- KOMPODE QUANTUM
- GOETHE INSTITUT
- Bundesministerium für Bildung und Forschung

Quantenmedia Station



Exponate

Quantenmedia Station

In der Quantenmedia Ecke finden sich **Begleit- und Lernmaterialien** sowie **weiterführende Lektüre** zum Stöbern und Entdecken.



