



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

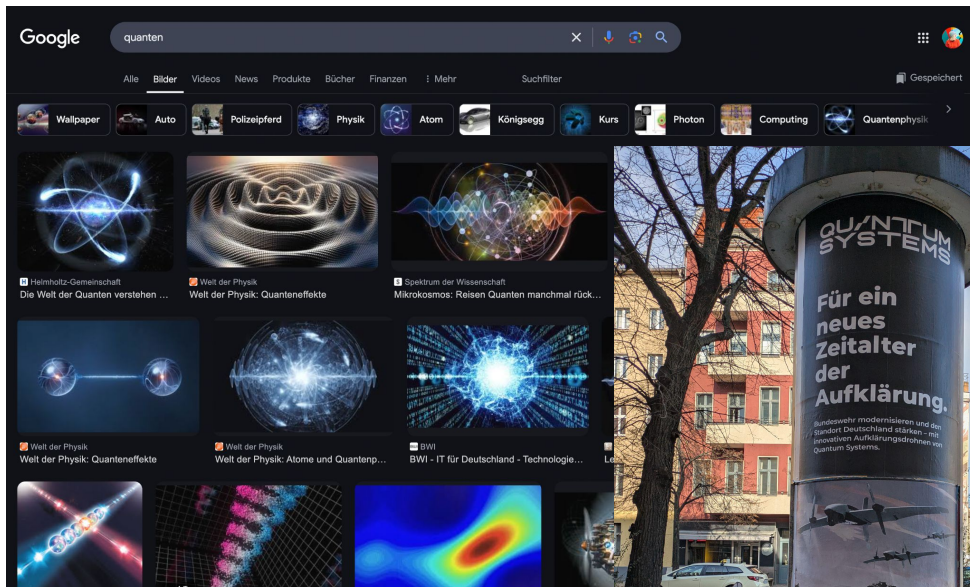
Papperocks – Umsetzung

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

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

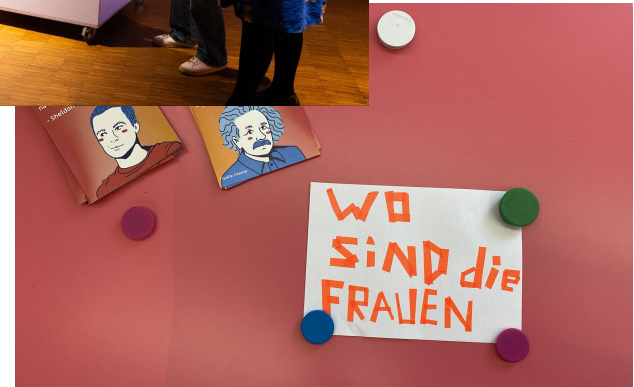
QUANTEN
QUEENS



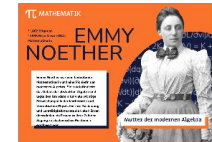
Exponate

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.



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

100 Prozent Premium
Elementarteilchen vom Typ:
GLUON (g)

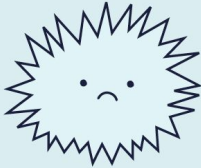


1 Spin Neutrale Ladung Leichte Masse Entdeckt: 1979 Gruppenwesen Farbblaudung: rot, grün, blau, anti-rot, anti-grün und anti-blau

DE: Glueballs vor dem Waschgang trennen – interagieren stark mit sich selbst!
EN: Separate glueballs before washing – they interact strongly with themselves!
FR: Séparer les glueballs avant le lavage – elles interagissent fortement entre elles!
ES: Separar los glueballs antes del lavado – interactúan fuertemente entre sí!
IT: Separare i glueball prima del lavaggio – interagiscono fortemente tra loro!
PL: Oddziel glueballa przed praniem – silnie oddziałują same ze sobą!

Made by tuftellab.de - DanaKokischInteriorDesign - aufschnitt.net
Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung
Mehr unter: tuftelquantum

100 Prozent Premium
Elementarteilchen vom Typ:
MYON (μ)




1/2 Spin Negative Ladung Mittlere Masse Entdeckt: 1936 Einzelwesen Keine Farbblaudung

DE: Schonwaschgang – zerfällt sonst von selbst. Nur mit ähnlichen Quanten waschen.
EN: Gentle cycle – will decay anyway. Wash only with similar quanta.
FR: Cycle délicat – se désintègre de toute façon. Ne laver qu'avec des quanta similaires.
ES: Ciclo suave – se desintegra de todos modos. Lavar solo con quantos similares.
IT: Lavaggio delicato – tanto decade lo stesso. Lavare solo con quanti simili.
PL: Delikatne pranie – i tak się rozpadnie. Prać tylko z podobnymi kwantami.

Made by tuftellab.de - DanaKokischInteriorDesign - aufschnitt.net
Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung
Mehr unter: tuftelquantum

100 Prozent Premium
Elementarteilchen vom Typ:
UP-QUARK (u)



1/2 Spin Positive Ladung Leichte Masse Entdeckt: 1964 Gruppenwesen Farbblaudung: rot, grün, blau

DE: Buntwäschegeeignet – resistent gegenüber den meisten Quanten-Wechselwirkungen.
EN: Suitable for mixed wash – resistant to most quantum interactions.
FR: Convient pour le lavage en couleurs – résistant à la plupart des interactions quantiques.
ES: Apto para lavado en colores – resistente a la mayoría de las interacciones cuánticas.
IT: Adatto per il lavaggio a colori – resistente alla maggior parte delle interazioni quantistiche.
PL: Nadaje się do prania kolorowego – odporny na większość interakcji kwantowych.

Made by tuftellab.de - DanaKokischInteriorDesign - aufschnitt.net
Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung
Mehr unter: tuftelquantum

Quantenphänomene Buden



QUINTEN
MEDIEN

UN
SCHÄRFE

QUINTEN
MEDIEN

VER
SCHRÄNK
UNG

TafelLab

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 erlebbar** 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 **niederschweligen Einstieg in die Welt der Quantenphysik**. Die Ausstellung ist bewusst so konzipiert, dass **erste Berührungen mit Quanteneffekten spielerisch und ohne Vorwissen möglich sind**.

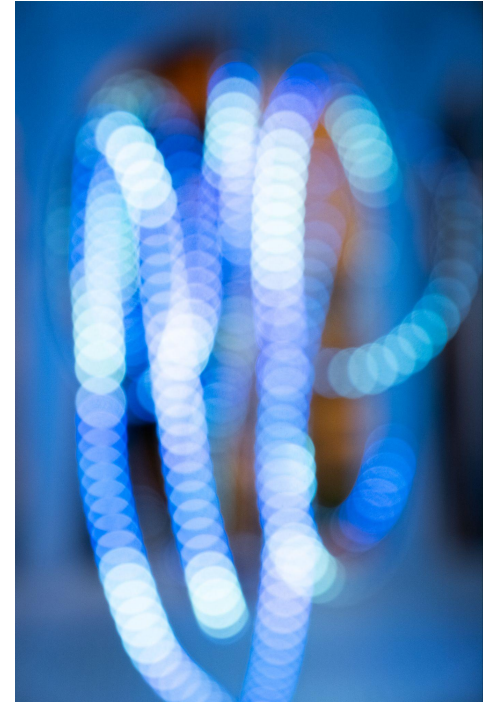
In den **begleitenden Workshop Formaten** wird dieses Erleben vertieft. Mit **DIY Experimenten, Spielen, Videos, Prototyping** und dem **Austausch mit Expertinnen und Experten** wird ein weiterführender Zugang zur Quantenwelt geschaffen, der Verständnis fördert und nachhaltige Aha Momente ermöglicht.

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

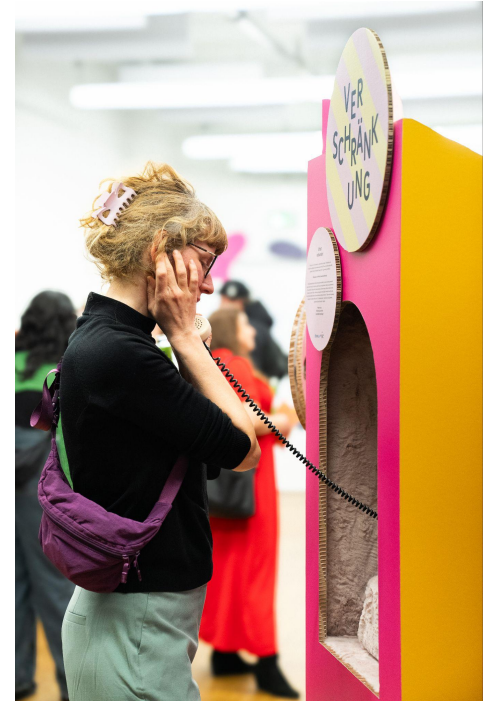
Quanten sind ziemlich schwer zu verfolgen! **Entweder kennen wir ihre Position genau**, aber dann wissen wir nicht, wohin sie gehen. **Oder wir wissen, wohin sie gehen**, aber dann wird es schwieriger zu wissen, wo genau sie sind. Das nennen wir **Unschärfe**.



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

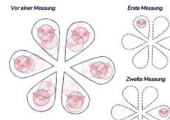
Das Quanteneffekte
Plakat dient als
Begleitmaterial
zu den Quantenphänomene
Buden.

QUANTENEFFEKTE

Willkommen in der
wundersamen Welt der Quanten!

SUPERPOSITION

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

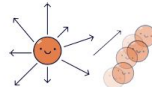


Für einen Schädling ist das Konzept der Superposition absurd. Um dies zu veranschaulichen, stelle dir ein katzenartiges Gedankenexperiment vor: Eine Katze bewegt sich durch einen Tunnel, wenn sie in eine Kiste mit einem zerbrechlichen Gefäßchen springt?

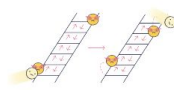


UNSCHÄRFE

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 Unschärfe.



QUANTISIERUNG

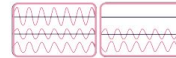


Manche Quanten, wie zum Beispiel die Elektronen in Atomen können ihre Energie nur in diskreten, quantisierten Schritten erhöhen – wie Sprünge auf einer Leiter. Um das Elektron zu einem (Quanten-)Sprung anzuregen, muss die Energie hoch genug sein! Elektronen sind also ein bisschen wie die Security in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

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!



Konstruktive Interferenz: Wellenberge treffen zusammen. Hohes Berge-Tal und Täler ergeben zusammen höheren möglichen Tal.

Destruktive Interferenz: Wellenberge und -teller treffen sich gegenteilig auf.

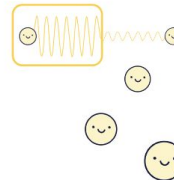
VERSCHRÄNKUNG

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.

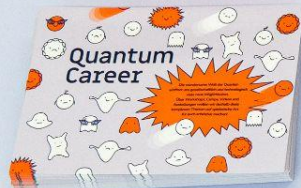


TUNNELEFFECT

Da Quanten schwer aufzuspielen sind, lassen sie sich auch nur schwer in eine Kiste sperren. Ähnlich wie die Techno-Musik aus der Wohnung nebenan können Quanten Wände durchdringen. Fast! 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.



Quantenmedia Station



100 Prozent Premium
Elementarteilchen vom Typ:

MYON (μ)

100 Prozent Premium
Elementarteilchen vom Typ:

UP-QUARK (u)

1/2 Spin

Positive Ladung

Leichte Masse

Entdeckt 1946

Gruppen von 6

Farbladung rot, grün, blau

DE: Benutzungsgeheimnis – resistent gegenüber den meisten Quanten-Wiederholungen.
 EN: Suitable for mixed work – resistant to most quantum interactions.
 FR: Convient pour le lavage en couleurs – résistant à la plupart des interactions quantiques.
 ES: Ayudo para lavado en colores – resistente a la mayoría de las interacciones cuánticas.
 IT: Aiuto per il lavaggio a colori – resistente alla maggior parte delle interazioni quantistiche.
 PL: Nadaje się do prania kolorowego – odporny na większość interakcji kwantowych.

Made by: herbertbauer, dankowsky/interactivdesign, adolfheidt mit
Guttem vom Designzentrum für Bildung und Forschung
Alle unter: auf: herbertbauer

100 Prozent Premium
Elementarteilchen vom Typ:

GLUON (g)

QUANTENEFFEKTE

Willkommen in der
wundersamen Welt der Quanten!

SUPERPOSITION

Quanten können sich gleichzeitig in mehreren Zuständen befinden. Erst wenn sie gemessen werden, 'entscheiden' sie sich für einen Zustand.

QUANTISIERUNG

Energie und andere physikalische Größen sind in diskreten Schritten (Quanten) verpackt.

VERSCHRÄNKUNG

Zwei Quanten können so verbunden werden, dass der Zustand des einen sofort den Zustand des anderen beeinflusst.

INTERFERENZ

Quantenwellen können sich überlagern und verstärken oder auslöschen.

TUNNELLEFFKT

Quanten können durch Energiebarrieren hindurch 'tunneln'.

UNSCHÄRFE

Es ist unmöglich, die Position und den Impuls eines Teilchens gleichzeitig genau zu bestimmen.

TOTALLAB

Exponate

Quantenmedia Station

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



