

Info-Karte 1

Absoluter Nullpunkt

Der absolute Nullpunkt (-273,15°C) ist die tiefste mögliche Temperatur in unserem Universum. Alle Materie erstarrt, und nicht einmal Elektronen, Protonen oder Neutronen können sich bewegen.

Viele Anwendungen mit Quanten (z.B. Quantencomputer) müssen bei Temperaturen nahe dem absolutem Nullpunkt betrieben werden. Dies ist aber sehr aufwändig und teuer.

Info-Karte 2

Verschränkung

Verschränkung bedeutet, dass ein System als Ganzes betrachtet einen wohldefinierten Zustand einnimmt, obwohl den Teilsystemen kein eindeutiger Zustand zugeordnet werden kann. Das hat verblüffende Konsequenzen: Führt man an jedem der Teilsysteme eine Messung durch, so sind die Messergebnisse zwar für sich genommen zufällig, aber aufeinander abgestimmt. So als ob zwei Würfel mysteriöser Weise immer dasselbe Ergebnis würfeln würden.

Info-Karte 3

Quantensimulationen

Die Quantenphysik hat es uns ermöglicht, die Eigenschaften vieler Materialien, z.B. Halbleiter, besser zu verstehen. Bei anderen Materialien sind Materialsimulationen zu komplex für unsere heutigen Computer.

Forschende können nun einfache Quantensysteme, wie etwa eine Wolke aus kalten Atomen, nutzen, um größere Festkörper zu simulieren.

Info-Karte 4

Quantentechnologien 1.0

Viele heute alltägliche Technologien basieren auf Phänomenen, die sich durch die Quantenphysik erklären lassen. Beispiele hierfür sind Laser, Photovoltaikzellen, Transistoren, MRT-Bildgebung, LEDs oder GPS. All diese Technologien sind für das moderne Leben unerlässlich und sind Teil der so genannten ersten Quantenrevolution.

Info-Karte 5

Dekohärenz

Quantenmechanische Objekte weisen seltsame Eigenschaften auf, aber wieso erleben wir diese nicht im Alltag? Warum kann z.B. ein Elektron an zwei Orten gleichzeitig sein, aber eine Katze nicht? Die Antwort liegt in der Dekohärenz. Bei großen Objekten wie eine Katze wirken unzählige Quantenteilchen permanent aufeinander ein. Diese Interaktionen zerstören mögliche Superpositionszustände, die Katze bleibt an einem Ort.

Info-Karte 6

Tunneleffekt

Normalerweise kann ein Objekt eine Wand nur überwinden, wenn es genügend Energie hat, oben drüber zu kommen. Ein quantenmechanisches Teilchen hat dank Superposition jedoch immer eine (kleine) Wahrscheinlichkeit, dass es bereits auf der anderen Seite ist, es „tunnelt“ sozusagen durch die Wand hindurch. Spezielle Mikroskope nutzen diesen Effekt, um einzelne Atome oder Moleküle sichtbar zu machen und zu manipulieren.

Info-Karte 7

Elementarteilchen

Elementarteilchen sind Teilchen, die nach heutiger Kenntnis unteilbar sind. Sie sind die fundamentalen Bausteine der Materie unseres Universums, und daher von großem Interesse. Jedoch verschlingt die Forschung an Elementarteilchen enorme Summen. Der Bau eines einzelnen Teilchenbeschleunigers (das LHC am Forschungsinstitut CERN) hat z.B. ca. 4,5 Milliarden Euro gekostet.

Info-Karte 8

Quantensensoren

Mit der Entwicklung von hochempfindlichen Quantensensoren werden wir sehr kleine physikalische Größen messen können. Forschende arbeiten z.B. an ultrasensiblen Waagen, die ein einzelnes Atom mit Kohlenstoffnanoröhrchen wiegen, oder an Sensoren, die die Magnetfelder unserer Hirnströme messen können.

Info-Karte 9

Grundzustand

Der Grundzustand beschreibt in einem quantenmechanischen System den energieärmsten Zustand. Teilchen, die sich im Grundzustand befinden, sind dort stabil. Teilchen in einem System streben immer an, zuerst dessen Grundzustand zu besetzen.

Info-Karte 10

Interferenz

Treffen zwei Wellen aufeinander, können sie sich gegenseitig verstärken oder abschwächen. Dies bezeichnet man als Interferenz. Wirft man etwa zwei Steine in einen See, kann man beobachten, wie die ringförmigen Wellen miteinander interferieren: Wellenberge werden höher, Täler tiefer, treffen aber Berg und Tal aufeinander, löschen sie sich gegenseitig aus. Dieses Phänomen beobachtet man bei allen Wellen, also auch Schall, Licht und Quantenteilchen.

Info-Karte 11

Laser

Ein Laser erzeugt einfarbiges, phasengleiches Licht. Ein Photon trifft hierbei auf ein angeregtes Atom, dadurch wird ein weiteres, identisches Photon abgegeben. Dies wiederholt sich mehrfach, eine große Zahl identischer Photonen wird erzeugt: der Laserstrahl.

Laser haben sehr viele Anwendungen, von CDs und DVDs über Entfernungsmessungen bis hin zu Augen-OPs in der Medizin.

Info-Karte 12

Licht

Licht ist elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge zwischen 400 und 800 Nanometer hat. Die Wellenlänge legt die Farbe des Lichtes fest. Andere Strahlungsarten (z.B. Mikrowellen, Radiowellen, UV-Licht), kann man als Licht verstehen mit Farben, die wir nicht sehen können.

Bei der Erforschung des Lichts entdeckten Forscher, dass Licht aus kleinsten Teilchen besteht, den Photonen. Dies war der Beginn der Quantenmechanik.

Info-Karte 13

Photon

Ein Photon ist die kleinste mögliche Menge an Licht. Dieses hat eine bestimmte Energie und damit eine bestimmte Wellenlänge. Als quantenmechanisches Objekt hat es gleichzeitig Eigenschaften von Welle und Teilchen.

Einzelne Photonen werden in der so genannten Quantenverschlüsselung und Quantenkryptographie genutzt, sie sind der Grundstein für eine abhörsichere Datenübertragung.

Info-Karte 14

Polarisation

Die Polarisation beschreibt die Auslenkungsrichtung einer Welle senkrecht zu ihrer Ausbreitungsrichtung. Wenn man ein gestrecktes Seil an einem Ende auf- und abschwingt, breitet sich eine Welle durch das Seil hindurch aus. Die Auslenkung ist hoch und runter, die Welle ist also vertikal polarisiert.

Licht, auch einzelne Photonen, kann polarisiert werden. Dieser Effekt wird z.B. in der Quantenkryptographie benutzt.

Info-Karte 15

Photoelektrischer Effekt

Bestrahlt man einen Festkörper mit Licht einer passenden Wellenlänge, werden die Photonen von den Elektronen im Festkörper absorbiert. Diese können dadurch aus den Atomhüllen gelöst werden.

Diese Eigenschaft von Licht ist ein Beweis für die Existenz von Photonen, da dieser Effekt nur von der Wellenlänge abhängt.

Solarzellen basieren auf diesen Effekt, so wie auch Fotodioden oder CCD-Chips in digitalen Kameras.

Info-Karte 16

Unschärferelation

Es ist nicht möglich, zwei komplementäre Messgrößen, wie Position und Geschwindigkeit eines Quantenteilchens, gleichzeitig zu kennen. Dieses Phänomen ist als Heisenbergsche Unschärferelation bekannt.

Je sicherer eine Größe bestimmt ist, desto unsicherer wird die andere sein. Ist z.B. der Impuls eines Teilchens genau bekannt, kann man nicht sagen, an welchem Ort es sich gerade aufhält.

Info-Karte 17

Quantelung

Quantelung ist der Begriff, nach dem die Quantenmechanik benannt ist. Viele Größen, von denen man früher dachte, sie wären beliebig oft unterteilbar, sind in Wahrheit gequantelt. Licht kann z.B. in Photonen zerlegt werden, die eine bestimmte Menge an minimaler Energie haben.

Das ist wie bei einem Bildschirm: aus der Ferne denkt man, dass man beliebig weit hereinzoomen kann, aus der Nähe erkennt man die Pixel als kleinste mögliche Unterteilung.

Info-Karte 18

Superposition

Superposition bedeutet, dass man jeden quantenmechanischen Zustand eines Systems als die Überlagerung mehrerer anderer Zustände beschreiben kann.

Bei einer Messung muss sich das System für einen Zustand aus einer bestimmten Auswahl entscheiden. Die Form der Superposition legt dann die Wahrscheinlichkeiten fest, einen dieser möglichen Zustände bei der Messung zu erhalten.

Info-Karte 19

Quantenpunkte

Quantenpunkte sind Nanopartikel, die bestimmte Lichtfarben emittieren und absorbieren. Sie können durch die Veränderung der Größe und Zusammensetzung des Punktes eingestellt werden.

Quantenpunkte kommen in der Computertechnik, als Marker in der Mikroskopie, oder in LED-Fernsehern zum Einsatz.

Info-Karte 20

Spin

Der Spin eines Teilchens ist dessen quantenmechanischer Eigendrehimpuls. Anders als beim klassischen Drehimpuls geht der Spin nicht auf die Bewegung von Materie auf Kreisbahnen zurück.

Der Spin ist eine intrinsische Eigenschaft eines jeden Teilchens. Dabei unterscheidet man Teilchen mit ganzzahligem Spin (Bosonen) und solche mit halbzahligem Spin (Fermionen).

Info-Karte 21

Supraleitung

Bei sehr tiefen Temperaturen fällt der elektrische Widerstand eines Supraleiters auf null ab, elektrischer Strom kann dann verlustfrei durch den Supraleiter fließen.

Dieser Quanteneffekt wird bereits in Kernspintomographen oder Teilchenbeschleunigern genutzt. Wenn wir diesen Effekt bei Raumtemperatur erzeugen könnten, hätte es viele Vorteile: effizientere Stromerzeugung, stärkere Elektromotoren, kaum mehr Verluste im Stromnetz.

Info-Karte 22

Qubit

Qubits (auch Quanten-Bits) sind die Grundlage für Quantencomputer. Ein Bit in einem klassischen Computer nimmt nur die Zustände 0 und 1 an, wohingegen ein Qubit dank Superposition jeden Wert zwischen 0 und 1 annehmen kann.

Diese Eigenschaft ermöglicht die enormen Rechenleistungen von Quantencomputern.

Info-Karte 23

Quantencomputer - Vorteile

Quantencomputer versprechen durch die Verwendung von Qubits enorme Rechenleistungen. Viele Fragestellungen, die von klassischen Computern nicht berechnet werden können, sind für Quantencomputer kein Problem.

Ob Routenoptimierung, Simulationen von neuen Medikamenten oder hochpräzise Klimamodellierung, Quantencomputer könnten in vielen Bereichen unser Leben revolutionieren.

Info-Karte 24

Quantencomputer - Nachteile

Durch die enorme Rechenleistung von Quantencomputern könnten unsere derzeitigen Verschlüsselungsmethoden leicht geknackt werden, viele Daten wären nicht mehr sicher!

Zudem bestehen noch große technische Herausforderungen: die Kontrolle von Qubits ist derzeit schwierig, noch dazu sind diese recht fehleranfällig. Auch müssen Quantencomputer bei sehr tiefen Temperaturen betrieben werden - dies treibt den Aufwand und die Kosten in die Höhe.

Themen-Karte 1

Wie lange müssen wir noch warten? (1)

Oft kann die Umsetzung von Forschungsergebnissen in ein anwendbares Produkt Jahrzehnte dauern. Im Fall des Lasers waren es beispielsweise mehr als 40 Jahre von der theoretischen Formulierung bis zu ihrer Herstellung.

Was wäre gewesen, wenn wir die Hoffnung schon vor Jahren aufgegeben hätten und den Laser nie erfunden hätten?

Themen-Karte 2

Wie lange müssen wir noch warten? (2)

Einige Vorhersagen in der Wissenschaft benötigen Jahre der Forschung, bevor sie bestätigt werden. Es dauerte beispielsweise mehr als 40 Jahre von der vorhergesagten Existenz des Higgs-Bosons bis zu seinem Nachweis.

Was wäre, wenn wir die Hoffnung schon vor Jahren aufgegeben hätten und das Higgs-Boson nie entdeckt hätten? Die Forschung dazu hat aber auch viel Geld und Mühe gekostet - hätte man damit andere Probleme der Menschheit lösen können?

Themen-Karte 3

Schwachstellen der Kryptographie

Im Prinzip liefert die Quantenphysik theoretische Protokolle, die gegen Cyberangriffe unverwundbar sind. Dennoch ist es einigen Wissenschaftlern gelungen, die Sicherheit bestehender Quantenprotokolle aufgrund von Schwachstellen in ihrer Umsetzung zu knacken. Können wir uns trotzdem auf theoretische Vorhersagen über Anwendungen verlassen, angesichts der begrenzten Präzision jeder menschlichen Konstruktion?

Themen-Karte 4

Großes Potenzial

Obwohl sich die Quantentechnologien noch in einem sehr frühen Stadium befinden, sind ihre Anwendungen in einer Vielzahl von Bereichen äußerst vielversprechend. Thomas J. Watson, Vorstandsvorsitzender von IBM, soll 1943 gesagt haben, dass es "einen Markt für etwa 5 Computer" auf der Welt gibt. Rückblickend natürlich eine komplette Fehleinschätzung! Können wir zum jetzigen Zeitpunkt die möglichen Auswirkungen der neuen Technologien beurteilen?

Themen-Karte 5

Wird es eine neue Quantentheorie geben?

In der Geschichte der Wissenschaft ist es schon oft vorgekommen, dass eine neue Theorie eine ältere abgelöst hat: Der Heliozentrismus hat z.B. den Geozentrismus abgelöst, die Evolutionstheorie die Katastrophentheorie. Niemand kann sicher sein, dass dies nicht auch bei der Quantenphysik geschehen wird.

Aber ist das wirklich relevant, wenn die aktuelle Theorie es uns ermöglicht, Vorhersagen zu treffen und Technologien zu entwickeln?

Themen-Karte 6

Was messen wir?

Wenn wir ein Quantensystem messen, verändern wir seine Eigenschaften: Die Wellenfunktion kollabiert und wir beobachten eine einzige, genau definierte Eigenschaft.

Wenn wir die Auswirkung unserer Anwesenheit als Beobachter auf das System nicht vermeiden können, wie können wir dann wirklich etwas mit Sicherheit wissen?

Themen-Karte 7

Intuition

Wir haben oft das Gefühl, dass die Quantenphysik extrem schwer zu verstehen ist, was häufig zu Missverständnissen führt. Ist das wirklich so, verglichen mit anderen Disziplinen wie Astronomie und Chemie, oder liegt es daran, dass die Konzepte nicht intuitiv sind?

Warum sollte uns der Zufallscharakter der Quantenphysik mehr überraschen als die Existenz der Schwerkraft?

Themen-Karte 8

Es gibt dringendere Probleme

Wissenschaft und Technologie haben unsere Lebensqualität verbessert und werden dies auch weiterhin tun. Neue Forschungsentwicklungen brauchen jedoch oft viel Zeit. Es bleiben jedoch viele dringende und wichtige Herausforderungen, die Lösungen erfordern.

Sollten wir nicht lieber z.B. soziale Ungleichheiten, Arbeitslosigkeit oder Klimawandel bekämpfen. Oder können Wissenschaft und Technologie auch bei diesen Aspekten helfen?

Themen-Karte 9

Grundlagenforschung oder angewandte Forschung?

Es ist nicht leicht vorherzusagen, wann eine bestimmte Technologie der Gesellschaft zur Verfügung stehen wird: bei der Kernfusion beispielsweise gibt es immer wieder Probleme, die sie in weitere Ferne rücken lassen. Andererseits sind einige Technologien, wie z.B. der Laser, aus der Neugier an grundlegenden Fragen entstanden, ohne dass eine Anwendung im Vordergrund stand. Wie wählen wir die Forschungsbereiche aus, die den größten Nutzen bringen?

Themen-Karte 10

Fake News

Es ist wichtig, dass die Menschen über wissenschaftliche Fortschritte informiert sind, damit sie sich kritisch zu Nachrichten in den Medien, der Werbung, den sozialen Netzwerken usw. äußern können und nicht auf Falschmeldungen hereinfliegen. Manchmal stammen die Informationen jedoch aus pseudowissenschaftlichen Quellen von zweifelhafter Zuverlässigkeit.

Wie sollten wir mit diesem oft zweifelhaften Informationsfluss umgehen?

Themen-Karte 11

Können wir die Zukunft vorhersagen?

In den 1960er Jahren gehörten fliegende Autos zu den meisten futuristischen Darstellungen des 21. Jahrhunderts. Heute haben sich unsere Erwartungen an die Zukunft erheblich verändert.

Ist es sinnvoll, auf Leute zu hören, die uns versprechen, dass ihr Fachgebiet uns die Technologie der Zukunft bringen wird?

Können wir wirklich Vorhersagen über die Zukunft von Wissenschaft und Technologie machen?

Themen-Karte 12

Rückzahlung der Investition

Die Grundlagenforschung erfordert wirtschaftliche Ressourcen, führt aber nicht direkt zu kommerziellen oder industriellen Anwendungen. Andererseits ist es ohne Investitionen in die Grundlagenforschung schwierig, den Entwicklungsstand zu erreichen, der notwendig ist, um in technologischen Bereichen wirtschaftlichen Wohlstand zu schaffen.

Wie kann man diesen Teufelskreis durchbrechen?

Themen-Karte 13

Öffentliche oder private Forschung

Viele Menschen argumentieren, dass Wissen im Besitz der gesamten Menschheit sein sollte. Auf der anderen Seite findet die Entwicklung von Anwendungen oft in der Industrie statt, die große Investitionen im Austausch für eine wirtschaftliche Rendite macht. Dies führt zwangsläufig zu einer Privatisierung von Wissen. Wie können öffentliche und private Interessen an der Forschung vereint werden?

Themen-Karte 14

Die Anwendungen der Grundlagenforschung

Manchmal entstehen in Forschungsbereichen, die im Prinzip keine offensichtlichen Anwendungen haben, nützliche Technologien als Nebeneffekt, wie z.B. das Internet (aus der Kernforschung) oder Satellitenortungssysteme (basiert auf Relativitätstheorie). Sollten wir in Grundlagenforschung investieren, um von möglichen Nebenanwendungen zu profitieren? Oder ist der Wissenszuwachs ein ausreichender Grund, um Ressourcen in die Forschung zu stecken?

Themen-Karte 15

Mehr als ein Universum?

Wie ist die Quantenphysik zu interpretieren? Die gebräuchlichste und älteste (1925-1927) Interpretation ist die Kopenhagener Deutung. Es gibt jedoch auch andere, wie z. B. die Viel-Universen-Interpretation (ca. 1960).

Diese besagt, dass bei einer Messung alle möglichen Ergebnisse in Paralleluniversen erscheinen, wir aber nur eines beobachten. Wir wissen aber meist nicht, wie wir diese Interpretationen experimentell überprüfen könnten.

Themen-Karte 16

Militärischer Einsatz

Nicht nur im zivilen Bereich setzt man große Hoffnung in die Versprechen der Quantentechnologie. Auch im militärischen Bereich gibt es Anwendungen dafür: von sicherer Kommunikation über bessere Navigation für U-Boote bis hin zu Kriegssimulationen aus dem Quantencomputer, diese Technologien könnten unsere aktuellen geopolitischen Strukturen erheblich beeinflussen. Ist diese Entwicklung eine Bedrohung, oder wird die Welt dadurch sicherer?

Themen-Karte 17

Vision: Quantenakkus

Quantenakkus unterscheiden sich von herkömmlichen Akkus, die chemische Prozesse nutzen, indem sie Quanteneffekte wie Überlagerung und Verschränkung einsetzen. Die Forschung dazu steckt noch in den Kinderschuhen, theoretisch sollten diese aber eine deutlich höhere Energiedichte und viel schnellere Ladezeiten aufweisen. Quantenakkus haben daher das Potential, die Art und Weise, wie wir Energie speichern und nutzen, völlig zu verändern.

Themen-Karte 18

Vision: Quantennavigation

Die Quantennavigation nutzt Effekte wie Verschränkung und Superposition für präzise Navigation, vor allem in schwierigen Umgebungen und unabhängig von GPS-Signalen.

Mögliche zivile Einsatzgebiete wären z.B. Tiefseeforschung, Luftfahrt oder autonome Fahrzeugnavigation, aber auch das Militär hätte großes Interesse an dieser Technologie.

Themen-Karte 19

Vision:
Prothesensteuerung durch
Quantensensoren

Hochempfindliche Quantensensoren sollen die elektrischen Ströme der menschlichen Nervenbahnen messen und in Steuersignale für Prothesen umwandeln. Dies soll eine intuitive und störungsfreie Bewegungssteuerung ermöglichen, welches die Lebensqualität von Menschen mit Amputationen erheblich verbessern würde.

Themen-Karte 20

Vision:
Medikamentenentwicklung
im Quantencomputer

Quantencomputer können Moleküle und deren Wechselwirkungen viel besser simulieren als klassische Computer. Dies ermöglicht eine genauere Charakterisierung von Molekülen und kann die Entwicklung von pharmazeutischen Innovationen und Therapien stark beschleunigen, da die dafür notwendigen komplexen Berechnungen und Simulationen erheblich schneller durchgeführt werden können als bisher.

Themen-Karte 21

Vision:
Krebserkennung durch
Quantensensoren

Quantensensoren sollen die Früherkennung von Krebs signifikant verbessern. Durch die so genannte Hyperpolarisation von relevanten Molekülen und mit Hilfe von Nanodiamanten kann die Signalstärke in einer Magnetresonanztomographie (MRT) erheblich gesteigert werden. Die so gewonnenen, hochsensiblen Bilder ermöglichen es, Tumorzellen deutlich früher und genauer zu erkennen.

Themen-Karte 22

Vision:
Quantenkryptographie

Quantenkryptographie nutzt quantenmechanische Superposition und Verschränkung, um einen so genannten Quantenschlüssel auszutauschen. Mit diesem wird dann die Hauptnachricht ver- und entschlüsselt. Jeglicher Versuch, diesen Schlüssel abzufangen oder abzuhören führt unweigerlich zu einer Veränderung des Schlüssels, was sofort bemerkt werden würde. Dies macht die Quantenkryptographie zu einer besonders sicheren Methode der Datenübertragung.

Themen-Karte 23

Vision:
Hochkomplexe Probleme
berechnen

Der Einsatz von Quantencomputern in der Logistik- und Verkehrsplanung kann zukünftig dazu beitragen, Routen zu optimieren und Transportwege zu verkürzen. Heutige Computer stoßen bei der Verarbeitung großer Datenmengen und der Berücksichtigung zahlreicher Variablen an ihre Grenzen. Quantencomputer dagegen können alle möglichen Wege gleichzeitig berechnen und aus diesen die optimalen Routen bestimmen.

Themen-Karte 24

Vision:
Bildgebung durch Quanten-
phasenverschiebung

Die Verschränkung und Überlagerung von Lichtteilchen kann genutzt werden, um extrem präzise und detaillierte Bilder zu erzeugen. Forscher hoffen mit Hilfe der Bildgebung durch Quanten-Phasenverschiebung, Informationen aus Wellenlängenbereichen zu gewinnen, die mit klassischen optischen Methoden nicht zugänglich sind. Dadurch könnten versteckte Schichten in Gemälden oder die innere Struktur von Fossilien sichtbar gemacht werden.

Geschichten-Karte 1

Prof. David Doleman



Ich bin Historiker und Universitätsdozent. Ich glaube, die Gesellschaft setzt die Wissenschaftler zu sehr unter Druck, ihre Forschungsergebnisse schnell in Anwendungen umzusetzen.

Die Geschichte zeigt aber, dass Forschung Zeit braucht: So wurden die theoretischen Grundlagen der Quantentheorie der Strahlung 1917 von Einstein veröffentlicht und damit das Grundprinzip des Lasers beschrieben, aber erst in den 1960er Jahren gab es den ersten Prototyp. Dann dauerte es noch viele Jahre, bis er zu einem wichtigen technologischen Werkzeug wurde.

Ich denke, wir sollten nicht so schnell Ergebnisse verlangen, sondern lieber geduldig sein und die Forschung in Ruhe weiter vorantreiben.

Weißer Karte

Geschichten-Karte 2

Natalie Neuhaus



Ich bin Physiklehrerin an einer Sekundarschule. Ich bin besorgt über das mangelnde Wissen der Menschen über wissenschaftliche Themen. Es gibt immer mehr pseudowissenschaftliche Betrugereien, die technische Namen verwenden und sich Fehlinformationen und mangelnden kritischen Geist zunutze machen. Dabei tun sie nichts Anderes, als den Leuten Geld abzuknöpfen. Nein, es gibt nicht so etwas wie einen Quantenheiler - Wissenschaft ist keine Magie.

Deswegen versuche ich, meine Schüler dazu zu bringen, wissenschaftliche Konzepte zu verstehen und in der Lage zu sein, kritische Analysen durchzuführen und im Alltag anzuwenden. Aber wem glauben sie mehr?

Weißer Karte

Geschichten-Karte 3

Pavlos Papadopoulos



Ich bin Paketzusteller bei einem großen Paketdienst. Jeden Tag muss ich unzählige Adressen anfahren. Oft werde ich nicht fertig mit der Arbeit und muss Überstunden machen. Mir fällt dabei auf, dass ich ständig dieselben Straßen mehrfach entlangfahre - mit einer guten Routenplanung könnte ich viel Zeit einsparen.

Gestern habe ich im Radio gehört, dass Quantencomputer solche komplexen Routen viel besser planen können. Ich dachte sofort: genau so ein Ding brauche ich!

Mit einem Quantencomputer in der Hosentasche könnte ich jeden Tag zum Abendessen daheim sein, und dann viel mehr Zeit mit meiner zweijährigen Tochter verbringen. Aber angeblich gibt es Quantencomputer bisher nur im Labor...

Weißer Karte

Geschichten-Karte 4

Dr. Clara Caldini



Ich arbeite für eine Quanteninformations-Forschungsgruppe am Max-Planck-Institut für Quantenoptik. Neben der Förderung der wissenschaftlichen und technologischen Forschung ist es meiner Meinung nach wichtig, die Menschen darüber zu informieren, wie die neuesten wissenschaftlichen Fortschritte ihr Leben beeinflussen können.

In unserem Schülerlabor Photonlab versuchen wir deshalb die Grundlagen der Quantentechnologien für Schüler und Lehrer verständlich zu erklären. Dieser Einsatz wird jedoch von anderen Wissenschaftlern oft belächelt.

Weiß Karte

Geschichten-Karte 5

Jun Jiang



Ich leite ein globales Telekommunikationsunternehmen. Kürzlich traf ich auf dem Mobile World Congress Forscher, die mir sagten, dass mit Hilfe von Quantentechnologien die Übertragung von Daten sicherer gestaltet werden kann. Als ich wieder zu Hause war, bat ich die Ingenieure meines Unternehmens zu untersuchen, wie die Quantenphysik unserem Unternehmen nützen könnte.

Es kann aber jetzt sein, dass ich deswegen mein ganzes Unternehmen umstrukturieren muss.

Weiß Karte

Geschichten-Karte 6

Franziska Friedrich



Einer meiner Lieblings-YouTube-Kanäle ist einer, in dem eine junge Ingenieurin erklärt, wie Alltagsgegenstände funktionieren. Erst gestern erklärte sie, wie unsere Mobiltelefone viele Transistoren und andere Teile aus Halbleitern enthalten. Diese sind die Grundbausteine der digitalen Elektronik und es wäre nicht möglich sie zu bauen, wenn man die Quanteneigenschaften der Halbleitermaterialien nicht versteht.

Ich wusste gar nicht, dass ich Quantentechnologie in meiner Tasche habe!

Weiß Karte

Geschichten-Karte 7

Alex Albrecht



Ich mache bald mein Abitur und muss mich dann entscheiden, was ich in Zukunft machen will. Die Naturwissenschaften fand ich immer schon interessant, aber ich weiß nicht, welches Fach ich studieren soll. Ich habe mich kürzlich über die Fortschritte in der Welt der Quantenphysik informiert.

Das klingt alles sehr vielversprechend und ich bin begeistert von der Idee, neue Sachen zu erforschen! In gewisser Weise kann man sagen, dass Wissenschaftler die Entdecker der Neuzeit sind - aber gibt es noch genug Neues zu entdecken?

Weiße Karte

Geschichten-Karte 8

Sahra Silva



Da ich in einem kleinen Bergdorf mit wenigen Geschäften lebe, habe ich mich daran gewöhnt, alles, was ich brauche, online zu kaufen. Aber es gibt viele Leute im Dorf, darunter meine Großmutter, die lieber eine Stunde in die Stadt fahren, als ihre Daten im Internet einzugeben, weil sie Angst vor Hackerangriffen haben.

Mir ist zwar bewusst, dass auch ich Opfer eines solchen Angriffs werden könnte. Dennoch bin ich nicht beunruhigt, denn ich habe gelesen, dass Wissenschaftler gerade an extrem sicheren Methoden der Verschlüsselung arbeiten, die die exotischen Eigenschaften der Quantenphysik nutzen.

Wie kann ich meine Oma davon überzeugen, dass diese neue Technologie uns sicherer machen kann?

Weiße Karte

Geschichten-Karte 9

Dr. Minho Ma



Ich bin Biochemiker und erforsche neue Substanzen, die zu Medikamenten werden können. Damit könnten Krankheiten geheilt werden, die derzeit unheilbar sind. Bei der Entwicklung von möglichen neuen Medikamenten ist der schwierigste Teil des Prozesses die Erforschung der Auswirkungen auf lebende Organismen.

Mit dem Aufkommen von Quantencomputern könnten wir unsere Simulationsprogramme erheblich verbessern. Dies die Notwendigkeit von Experimenten an Lebewesen drastisch reduzieren und damit die Entwicklung von neuen Medikamenten beschleunigen.

Ich bin zwar von diesem neuen Ansatz begeistert, aber um das volle Potential dieses neuen Ansatzes auszuschöpfen müssten die Zulassungsverfahren für Arzneimittel angepasst werden.

Weiße Karte

Weiße Karte

Weiße Karte

Weiße Karte

Weiße Karte

Weiße Karte

Weiße Karte

Weiße Karte

Weiße Karte

Weiße Karte

Gelbe-Karte! Richtlinien Benutze die gelbe Karte, um der Gruppe zu helfen, sich an die Richtlinien zu halten! Schwenke die gelbe Karte wenn du das Gefühl hast, dass eine Regel nicht eingehalten wird oder wenn du nicht verstehst, was vor sich geht!	Gelbe-Karte! Richtlinien Benutze die gelbe Karte, um der Gruppe zu helfen, sich an die Richtlinien zu halten! Schwenke die gelbe Karte wenn du das Gefühl hast, dass eine Regel nicht eingehalten wird oder wenn du nicht verstehst, was vor sich geht!	Gelbe-Karte! Richtlinien Benutze die gelbe Karte, um der Gruppe zu helfen, sich an die Richtlinien zu halten! Schwenke die gelbe Karte wenn du das Gefühl hast, dass eine Regel nicht eingehalten wird oder wenn du nicht verstehst, was vor sich geht!
Gelbe-Karte! Richtlinien Benutze die gelbe Karte, um der Gruppe zu helfen, sich an die Richtlinien zu halten! Schwenke die gelbe Karte wenn du das Gefühl hast, dass eine Regel nicht eingehalten wird oder wenn du nicht verstehst, was vor sich geht!	Gelbe-Karte! Richtlinien Benutze die gelbe Karte, um der Gruppe zu helfen, sich an die Richtlinien zu halten! Schwenke die gelbe Karte wenn du das Gefühl hast, dass eine Regel nicht eingehalten wird oder wenn du nicht verstehst, was vor sich geht!	Gelbe-Karte! Richtlinien Benutze die gelbe Karte, um der Gruppe zu helfen, sich an die Richtlinien zu halten! Schwenke die gelbe Karte wenn du das Gefühl hast, dass eine Regel nicht eingehalten wird oder wenn du nicht verstehst, was vor sich geht!
Gelbe-Karte! Richtlinien Benutze die gelbe Karte, um der Gruppe zu helfen, sich an die Richtlinien zu halten! Schwenke die gelbe Karte wenn du das Gefühl hast, dass eine Regel nicht eingehalten wird oder wenn du nicht verstehst, was vor sich geht!	Gelbe-Karte! Richtlinien Benutze die gelbe Karte, um der Gruppe zu helfen, sich an die Richtlinien zu halten! Schwenke die gelbe Karte wenn du das Gefühl hast, dass eine Regel nicht eingehalten wird oder wenn du nicht verstehst, was vor sich geht!	Gelbe-Karte! Richtlinien Benutze die gelbe Karte, um der Gruppe zu helfen, sich an die Richtlinien zu halten! Schwenke die gelbe Karte wenn du das Gefühl hast, dass eine Regel nicht eingehalten wird oder wenn du nicht verstehst, was vor sich geht!

Aufgaben-Karte

Finde heraus, was die Person rechts neben dir über dieses Thema denkt! Finde ein Argument, das ihre Meinung unterstützt!

Aufgaben-Karte

Wähle eine Geschichten-Karte aus, die sich von deinem eigenen Standpunkt unterscheidet! Erzähle der Gruppe, inwiefern deine eigenen Ansichten diejenigen der Person ähnlich sind und inwiefern sie sich unterscheiden!

Aufgaben-Karte

Erkläre deinen Mitspielern kurz, welche möglichen Auswirkungen deiner Ansicht nach für zukünftige Generationen bestehen!

Aufgaben-Karte

Können wir es, angesichts der Ungleichheiten im Gesundheitswesen zwischen europäischen Ländern und Entwicklungsländern rechtfertigen, Geld für diese Forschung auszugeben?

Aufgaben-Karte

Nimm eine Geschichten-Karte! Präsentiere der Gruppe deine Ansichten zu diesem Thema als Person der Geschichten-Karte!

Aufgaben-Karte

Äußere der Gruppe gegenüber alle Gefühle zu diesem Thema, die du bisher noch nicht geäußert hast!

Aufgaben-Karte

Hat dies Auswirkungen auf die Natur? Teile der Gruppe deine Ansichten mit!

Aufgaben-Karte

Stell dir vor was deine Großeltern zu diesem Thema sagen würden und teile dies der Gruppe mit!

Aufgaben-Karte

Sind damit Risiken verbunden? Überlege dir ein Risiko und erzähle dies der Gruppe! Frage zwei deiner Mitspieler, ob ihnen ein weiteres Risiko einfällt!

Aufgaben-Karte

Sag der Gruppe wer deiner Ansicht nach zählt (hinsichtlich Ressourcen oder Konsequenzen) und auf welche Weise!

Aufgaben-Karte

Finde heraus, was die Person links neben dir über dieses Thema denkt! Spiel des Teufels Advokaten und widersprich deren Standpunkt!

Aufgaben-Karte

Wie wird deiner Ansicht nach das Thema in den Medien präsentiert?

Aufgaben-Karte

Wird in den sozialen Medien über dieses Thema berichtet? Falls ja, wie vertrauenswürdig sind die Berichte darüber. Falls nein, wieso wird nicht über dieses Thema geredet?

Aufgaben-Karte

Welche Vorteile würde diese Technologie für dich persönlich bringen?

Aufgaben-Karte

Frage zwei Personen in der Runde nach ihren Hoffnungen und Erwartungen in Bezug auf dieses Thema.

Politische Positionen Quantentechnologien

1 - Schnelle Ausbreitung, minimale Regulierung

Förderung der schnellen Entwicklung und Verbreitung der Quantentechnologie-Anwendungen mit einem Minimum an nationaler und internationaler Regulierung, um sicherzustellen, dass ihr Nutzen schnellstmöglich verwirklicht wird.

2 - Regulierte Forschung & Entwicklung

Bewilligung und Weiterführung der Forschung und Entwicklung der Quantentechnologien, parallel dazu Festsetzen und Anpassung von nationaler und internationaler Regulierung zu Forschungsbereichen und Anwendungen.

3 - Regulierte Forschung & Entwicklung mit öffentlichem Dialog

Wie Position 2, aber Öffnung eines öffentlichen Dialogs zur Quantentechnologie in Richtung Forschung und Anwendung.

4 - Nur genehmigte Forschung & Entwicklung

Bewilligung von Forschungsbereichen und Entwicklung der Quantentechnologie ausschließlich, wenn spezifische Ziele national und international diskutiert und vereinbart worden sind.

5 - _____

Abstimmung

Akzeptabel + + +

+ +

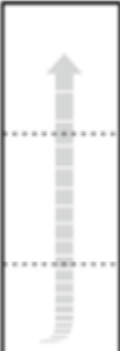
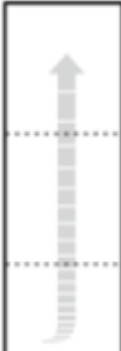
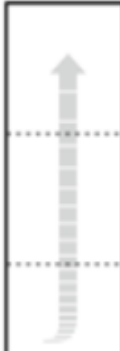
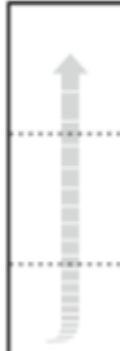
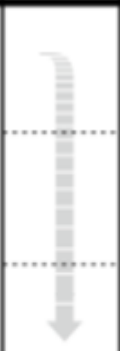
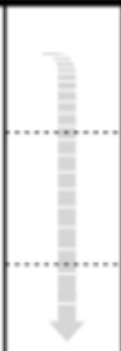
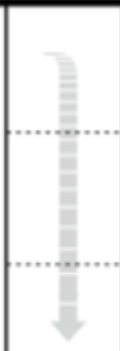
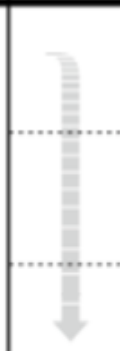
+

-

- -

Inakzeptabel - - -

Enthaltung

	1	2	3	4	5
Akzeptabel + + +					
+ +					
+					
-					
- -					
Inakzeptabel - - -					
Enthaltung	☐	☐	☐	☐	☐

Name des Clusters:

Zu welchem Ergebnis führt dieses Cluster?

Karten in diesem Cluster:

Info-Karten	Themen-Karten	Geschichten-Karten	Weißer Karten?

Name des Clusters:

Zu welchem Ergebnis führt dieses Cluster?

Karten in diesem Cluster:

Info-Karten	Themen-Karten	Geschichten-Karten	Weißer Karten?