

Alles oder Nichts -
Find gravity within

In der frühen Neuzeit wurden Geist und Materie getrennt. Mit Beginn der Aufklärung um 1700 wurde der Ratio noch einmal mehr Gewicht beigemessen. Schließlich im 20. Jahrhundert treibt die Existenzphilosophie dieses Denken auf die Spitze, wo Körper und Geist zwar nicht getrennt sind, jedoch der Körper nur ein Mittel, ein Gefäß, für den Geist, der subjektiv die Welt um sich herum erschafft.

Verschlagwortet in dem Arbeitstitel vom Sein und Nichts frage ich mich, ob es nicht gerade anders herum ist: Dass es das Nichts gar nicht gibt. Dass Alles alles ist?

Dass die Dunkle Materie, von der wir noch nichts wissen, eben, wie der Name schon sagt Materie ist, die wir uns auch als solche vorzustellen haben? Nur 5% der Materie im Universum ist bekannt. Der Rest ist Dunkle Materie. Unwahrscheinlich, dass das alles Nichts sein soll.

Wenn die Rede von der Raumkrümmung ist, davon dass man sich diese Krümmung wie ein gespanntes Tuch vorstellen kann, in welches man einen Ball hinein legt, ist es nicht ganz weit hergeholt, wenn man sich vorstellt, dass eben der Raum Raum, demnach Materie, ist und das Spannbettuch ein See – durch und durch Materie -, in den ein Stein geworfen wird, der seine Kreise zieht, das Wasser nach allen Richtungen verdrängt. Dazu noch die Analogie, dass Wasser seinen Aggregatzustand ändern kann – Eis, Dampf – ähnlich wie das Licht Welle oder Teilchen sein kann. Die gekrümmte Raumzeit ist kein Attribut des Universums, sie IST das Universum!

Verbildlicht wäre so das Universum selbst eine Kugel wie die Sterne und Planeten.

Oder literarisch-mythologisch der Baum des Lebens mit seinen Jahresringen, ein Wachstum, dem man das Alter ablesen kann. Oder aus zeitlich aufeinander folgende Sphären bestünde, ähnlich wie in die Antiken Kosmologie.

Die Grenzen des uns fassbaren Universums enden beim Ausgangspunkt der Hintergrundstrahlung, die von allen Richtungen her gleich ist. Und nichts ist schneller als die Lichtgeschwindigkeit.

In 'Eine kurze Geschichte der Zeit' macht Stephen Hawking deutlich, dass es an der Zeit ist, einen Richtungswechsel zu wagen, einen neuen Blick auf die Gesamtheit des Universum, um die wirkenden Grundkräfte anders in Beziehung zu setzen und besser zu verstehen. Darüber hinaus macht Stephen Hawking deutlich, dass ein solches Unterfangen überhaupt rein gar nicht heißt, etwa Gott – AA-Sprech: wie ich ihn verstehe - 'abzuschaffen'. Sondern: Erst, wenn wir begriffen haben, wie das Universum 'funktioniert', können wir uns der Frage nach dem Sinn des Lebens, des Universums und des ganzen Rests widmen.

Die Unendliche Geschichte angenommen, fürchte ich, dass diese Fragen nie beantwortet werden. Analog reziprok, also fundamental diametral, zur mythologischen Hydra werden wohl mit jeder beantworteten Frage neue auftreten. Das soll keine Entmutigung sein, im Gegenteil. Nur sollte man seine Erwartungen überprüfen.

Messungen des Teilchenbeschleunigers am CERN lieferten zunächst falsche Messdaten – gemäß den Messungen wären Neutrinos – ein Spaltprodukt beim Zerfall von Atomkernen - schneller als das Licht. Überprüfungen haben ergeben, dass sich Neutrinos mit Vakuumlichtgeschwindigkeit bewegen.

Dieses im Bildungsfernsehen erfahren, verleitete es mich zu den vorangegangenen und den folgenden Überlegungen:

Was nun, wenn diese Vorstellung bedeutete, dass die Neutrinos tatsächlich schneller als das Licht seien? Wenn sie also von jenseits unseres Verständnisses von einem Raum herrührten, der sich hinter der Hintergrundstrahlung befindet, quasi älter wäre als das Licht?

Nun, das hat sich ja aufgeklärt, s.o.

Das, was wir Zeit nennen, entstand mit der Geburt der Photonen. Das Davor ist unbekannt.

Klingt plump, ist es auch. Occams Rasiermesser sagt, von verschiedenen Erklärungen sei die simpelste die wahrscheinlichste. Vielleicht hat sich die Philosophie, die das Nichts überhaupt erst erschaffen hat, gehörig verstopft?

Demnach brauchte es nicht unbedingt einen Perspektivwechsel in der Physik, sondern in den Geisteswissenschaften. Denn ich glaube, die Physiker wissen oder ahnen das Beschriebene längst.

Oder: Was daran erscheint so bedrohlich für die menschliche Eitelkeit, so bedrohlich wie die kopernikanische Wende, dass wir diese Realität einfach nicht akzeptieren wollen?

Wie so gut wie immer diskutierte ich mein spekulatives Querdenken, das freilich voraussetzt, dass ich in erster Linie geradeaus denken kann, mit meinem besten Freund Stefan. Der empfahl mir ein youtube-Video der **Royal Institution in London: A Brief History of Quantum Mechanics - with Sean Carroll**. Also durch und durch Bildungsfernsehen. Alle hier verwendeten Folien stammen aus diesem Vortrag, der [hier](#) zu finden ist.

Vorausgeschickt sei, ganz wichtig: Im Vortrag fehlt bis ganz zum Schluss, nach den Erörterungen über Quantenphysik nicht als Weiterentwicklung, sondern als Ersatz der klassischen Mechanik nach Newton; nach Schrödingers Gleichung, nach der Einstein-Gleichung, nach dem Everett-Modell und dem Fazit, dass sich alles im Universum mit der **Schrödingergleichung** ausdrücken lässt - **bis ganz zum Schluss fehlt die Gravitation hier kein bisschen**.

Schrödinger Equation for a wave function Ψ

$$H\Psi = i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}$$

energy of the state

rate of change



(1926)

Die Gleichung besagt, dass die Geschwindigkeit, in der sich ein geladenes Teilchen entwickelt, davon abhängt, wie viel Energie in der Wellenfunktion des Elektrons vorhanden ist.

Rechts: Wie viel Energie ist in der Wellenfunktion eines Elektrons? Links: Wie schnell entwickelt es sich über einen bestimmten Zeitraum? $H\psi = i\hbar \cdot \partial \psi / \partial t$
Die Gleichung sagt aus, was als nächstes passieren wird.

Die Newtonsche Gleichung sagt aus, was als nächstes passieren wird: Kraft gleich Masse mal Beschleunigung - $F = m \cdot a$
Wo wird sich ein Teilchen wann befinden?

Die Quantenmechanik ersetzt die klassische Mechanik.
Was ist daran so bedrohlich? Isaac Newton wird ja von keinem Sockel gestoßen, mein Gott: 17. Jahrhundert! Es geht darum, für ein neues Zeitalter eine neue Sprache zu finden.

Die Kopenhagen-Interpretation:

Ri

Two sets of rules in quantum mechanics

When nobody is looking

- Systems are described by wave functions
- Wave functions obey the Schrödinger equation

When somebody looks

- Wave function collapses to a particular value
- Probability of any outcome is the wave function squared, $p(x) = |\Psi(x)|^2$

“Textbook” or “Copenhagen” interpretation

Schon hier sollte man stutzig werden und fragen: Befindet sich der Beobachter außerhalb des Systems?

Everett-Interpretation:

Ganz kurz: Die Everett-Interpretation, EWG-Interpretation (Everett/Wheeler/Graham), Theorie der universellen Wellenfunktion sagt nichts anderes als dass den Bewegungen des Universums, den Bewegungen im Universum eine einzige Wellenfunktion zugrunde liegt.

Ri

One set
~~Two sets~~ of rules in quantum mechanics

All the time

~~When nobody is looking~~

- Systems are described by wave functions
- Wave functions obey the Schrödinger equation

When somebody looks

- Wave function collapses to a particular value
- Probability of any outcome is the wave function square
 $P(x) = |\Psi(x)|^2$

"Everett" interpretation

Many-Worlds-Modell, echt ein doofer, fast pejorativer, ganz bestimmt ein irreführender Name für eine sehr vernünftige Theorie. Eine Theorie, die alles Überflüssige streicht und sich auf das Wesentliche konzentriert und mir so sehr verständlich erscheint. Und die vor allem dazu einlädt, Fragen zu ungeklärten Fragen neu zu stellen. Oder das ist halt so weit herunter gebrochen, dass es ein mittelmäßiger Verstand wie meiner erfassen kann, wer weiß.

Ri

There aren't separate wave functions for each particle.
There is only one wave function:
the wave function of the universe.

Not

$$\text{Particle 1} = \begin{array}{c} \uparrow \\ \text{1} \\ \downarrow \end{array} + \begin{array}{c} \downarrow \\ \text{1} \\ \uparrow \end{array}, \quad \text{Particle 2} = \begin{array}{c} \uparrow \\ \text{2} \\ \downarrow \end{array} + \begin{array}{c} \downarrow \\ \text{2} \\ \uparrow \end{array}$$

Rather,

$$\text{Two-particle system} = \left(\begin{array}{c} \uparrow \\ \text{1} \\ \downarrow \end{array}, \begin{array}{c} \downarrow \\ \text{2} \\ \uparrow \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \downarrow \\ \text{1} \\ \uparrow \end{array}, \begin{array}{c} \uparrow \\ \text{2} \\ \downarrow \end{array} \right)$$

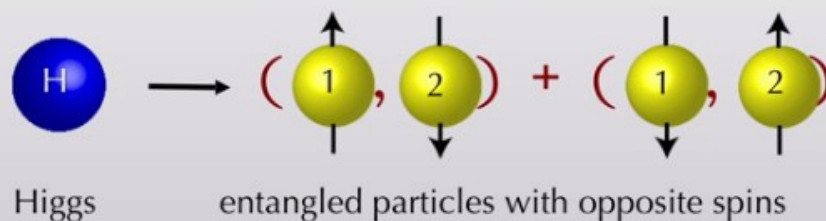
Das heißt, dass nach dem Zerfall der Superposition 'Higgs' zwei voneinander getrennte 'Welten' entstehen, die sich unabhängig voneinander entwickeln.

Ri

Secret: Entanglement

A Higgs boson can decay into two spinning particles.

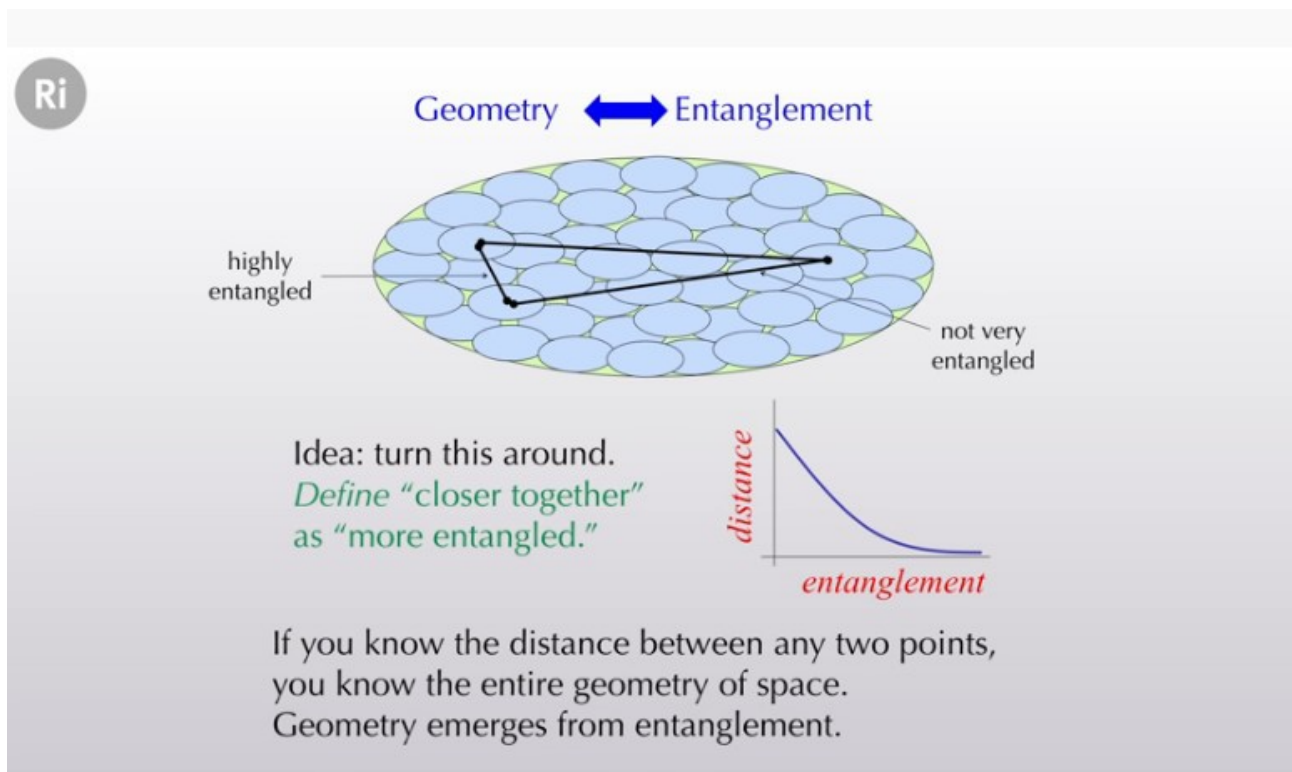
The Higgs has zero spin, so the two particles will be spinning in opposite directions. But we don't know which way for either particles; they are **entangled**.



Es ist fast so, als wäre das Universum eine epische Saga und die daraus resultierenden Welten die zahlreichen Spin-Offs.

Quantenverschränkung:

Der leere Raum ist voll von Feldern, elektrischen Feldern, Magnetfeldern, Gravitationsfeldern z. B., die alle einen bestimmten Grundzustand haben, der sich durch Veränderungen in der Vibration verändert, und die sich mit anderen Feldern verschränken. Je näher sich die Felder zueinander befinden, desto höher die Verschränkung; eine ganz simple Beziehung.



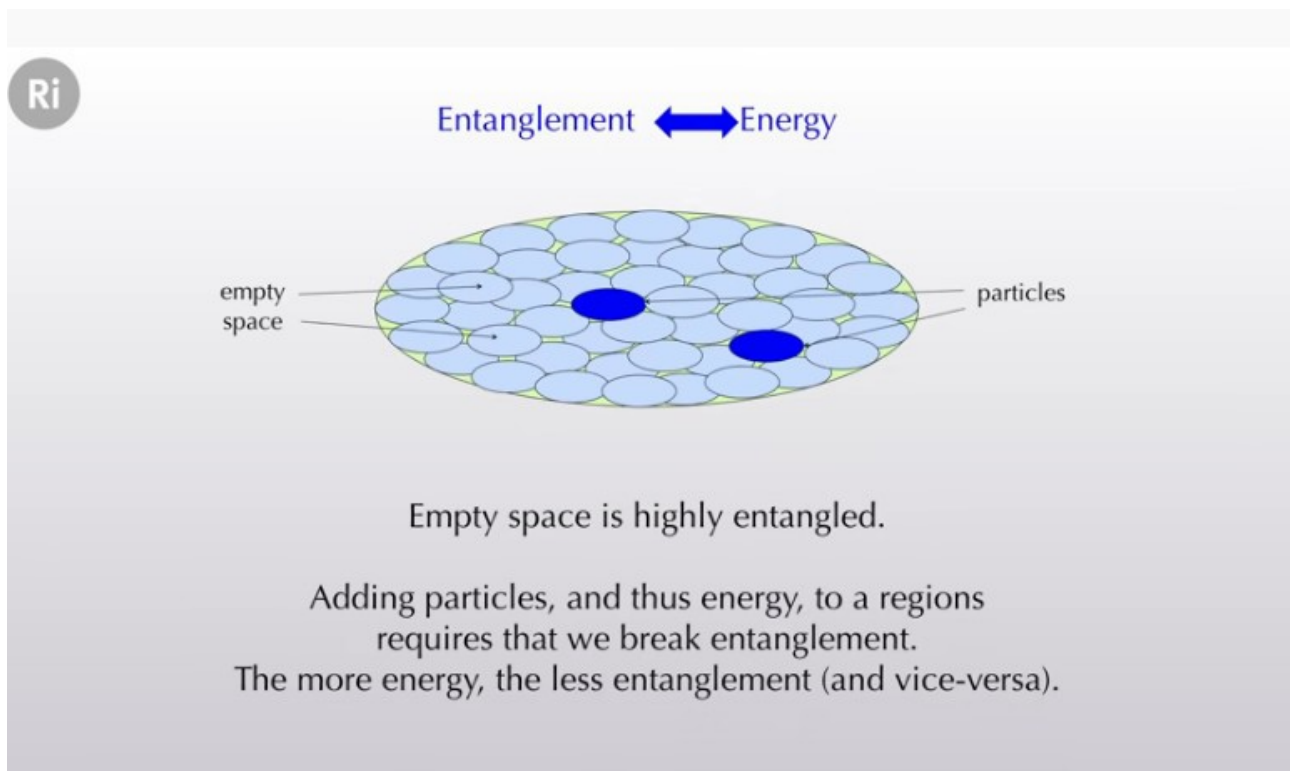
Dies ändert die Perspektive ganz fundamental: Der Fokus geht weg vom Teilchen als Zentrum allen Geschehens. Teilchen sind Teil der Felder. Unterschiede zeigen sich in unterschiedlichen Modi, also in verschiedenen Frequenzen der Vibration. Der vermeintlich leere Raum beherbergt Felder, sie in ihrem niedrigst möglichen Energielevel ruhen, quasi so wenig wie möglich tun.

Der Weltraum an sich und seine Geometrie ergeben sich ganz natürlich aus einer Wellenfunktion, in der der Raum gar nicht a priori Bestandteil derselben ist.

Wenn die Verschränkung gewisse Eigenschaften aufweist und sich die Struktur der Verschränkung auf eine bestimmte Art entwickelt, kann aus der Wellenfunktion eine 3-D-Funktion abgeleitet werden.

Es gibt eine Beziehung zwischen der Geometrie des Raums und der Verschränkung der Quantenfelder in diesem Raum.

Gleichzeitig besteht eine Verbindung zwischen den Quantenfeldern und ihrem Energieniveau.



Hier sind erst einmal keine Teilchen, buchstäblich leerer Raum.

Wenn man nun Teilchen hinzufügt, heißt das in der Sprache der Quantenmechanik: Ein Quantenfeld wird in Vibration versetzt.

Dies löst die Verschränkung zwischen der Vibrationsfrequenz dieses Teilchens und derjenigen der Region im Raum, in der es sich befindet - und allem anderen, was es umgibt.

Das Verringern der Verschränkung ist gleichbedeutend mit der Zugabe von Energie in ein System, hier durch die Zugabe eines Teilchens.

Es gilt: Je mehr Energie, desto weniger Verschränkung und umgekehrt.

Ri

So we obtain



That's precisely general relativity:
energy causes spacetime to curve.

Rather than postulating Einstein's equation,
we can derive it using entanglement.

The curved geometry of spacetime can
emerge naturally from the wave function.



Die Quantenfelder sind die Gravitation, sind unsere Umwelt!

Alles ist alles. Das Nichts ist eine menschliche Erfindung und bleibt abstrakt.

In einer anderen Welt, die völlig unabhängig von unserer existiert, könnte die Umwelt völlig anders aussehen.

Dies ist sowohl eine Aussage über die Gravitation, als auch über die Zeit.

Und ein Hinweis auf das Phänomen der Entropie und deren kuriosen Verlauf im Zusammenhang mit der zu- und abnehmenden Komplexität.

Das Phänomen der Dekohärenz beschreibt die Wechselwirkung zwischen den Systemzuständen und den Teilchen. Diese wird als eine Verschränkung der Einzelzustände mit den Zuständen der Umgebung definiert.

Am Beispiel von Schrödingers Katze:

Ri

Schrödinger's Cat, Everett version: no collapse, only one wave function

Treat both the cat and the observer as quantum. A measurement is simply a physical process that **entangles** the state of the cat with that of the observer.

$$(cat)(obs) = \left(\begin{array}{c} \text{cat} \\ + \\ \text{cat} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \text{obs} \end{array} \right)$$

measurement

$$(cat,obs) = \left(\begin{array}{c} \text{cat} \\ , \\ \text{obs} \end{array} + \begin{array}{c} \text{cat} \\ , \\ \text{obs} \end{array} \right)$$

Puzzle: we don't ever "feel like" we're in a superposition.

Auch der Beobachter steht nicht außerhalb der Quantenmechanik.
Das gängige und irgendwie gültige Erklärungsmodell sieht so aus:

Ri

Schrödinger's Cat: Textbook (Copenhagen) version

The cat is in a superposition of (**awake**) and (**asleep**), then observed by a classical observer.

$$(cat)[observer] = \left(\begin{array}{c} \text{cat} \\ + \\ \text{cat} \end{array} \right) \left[\begin{array}{c} \text{obs} \end{array} \right]$$

observation/collapse

$$(cat)[observer] = \left(\begin{array}{c} \text{cat} \end{array} \right) \left[\begin{array}{c} \text{obs} \\ \text{cat} \end{array} \right]$$

-or-

$$(cat)[observer] = \left(\begin{array}{c} \text{cat} \end{array} \right) \left[\begin{array}{c} \text{obs} \\ \text{cat} \end{array} \right]$$

Mathematisch ausgedrückt, gehören (cat) und [observer] unterschiedlichen Systemen an:
() Quantenmechanik und [] klassische Mechanik.

SCHRÖDINGERS KATZE

Ich habe den Hype um das Schrödinger-Gedankenexperiment um die Katze in der Kiste nie verstanden. Den Hype, der sich daraus speist, als klug zu gelten, wenn man Schrödingers Katze als Beispiel für die Irrationalität der 'Many-Worlds-Theorie' anzuführen, für das kontra-intuitive des Modells, dass nur Genies auch nur erahnen können oder so. Ich gucke keine Serien, vielleicht liegt's daran.

Ich habe das Prinzip verstanden und verstanden, dass ich die gängige Interpretation nicht verstehe, ich habe das so nicht gekauft. Der Bequemlichkeit halber gesagt: Muss ich nicht verstehen. Muss ich das verstehen? Eigentlich ist es ja ganz spannend....

Ich habe mich darauf beschränkt, das Gedankenexperiment als erfolgreich und gescheitert zu betrachten, vom ethischen Standpunkt her: meow!

Ein Gedankenexperiment, das es ausschließt, in einem Versuch nachgewiesen zu werden und das alle dermaßen fasziniert und beschäftigt, so dass sie jenen Aspekt glatt übersehen, oder so. Und von dem Schrödingers Tochter sagte: **I think my father just didn't like cats.**

Ri

This is clearly unacceptable as
a fundamental theory of nature.

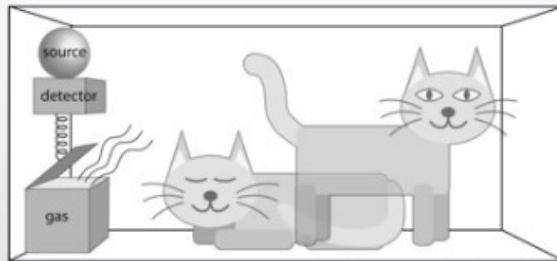
1. **The Measurement Problem.** What do you mean, "look at" or "observe"? When does it happen? Is *consciousness* somehow involved?
2. **The Reality Problem.** What *is* the wave function? Does it represent reality? Is it the only part of reality? Or does it just characterize our ignorance about the situation?

Was beobachten wir? Was können wir in der Umwelt beobachten? Was ist beobachtbar?

Hier die Lösung:
Das Szenario ist bekannt:

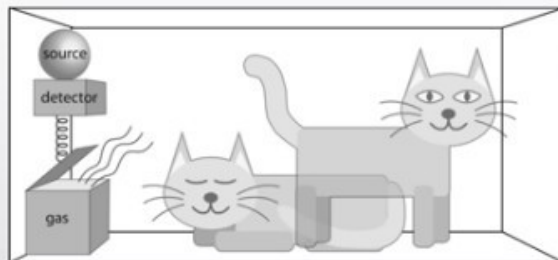
Ri

Schrödinger's Cat



Ri

Schrödinger's Cat



Schrödinger's daughter:
"I think my father
just didn't like cats."

A **classical** cat is in a definite awake/asleep state:

$$[\text{cat}] = \left[\begin{array}{c} \text{awake} \\ \text{cat} \end{array} \right] \quad \text{-or-} \quad [\text{cat}] = \left[\begin{array}{c} \text{asleep} \\ \text{cat} \end{array} \right]$$

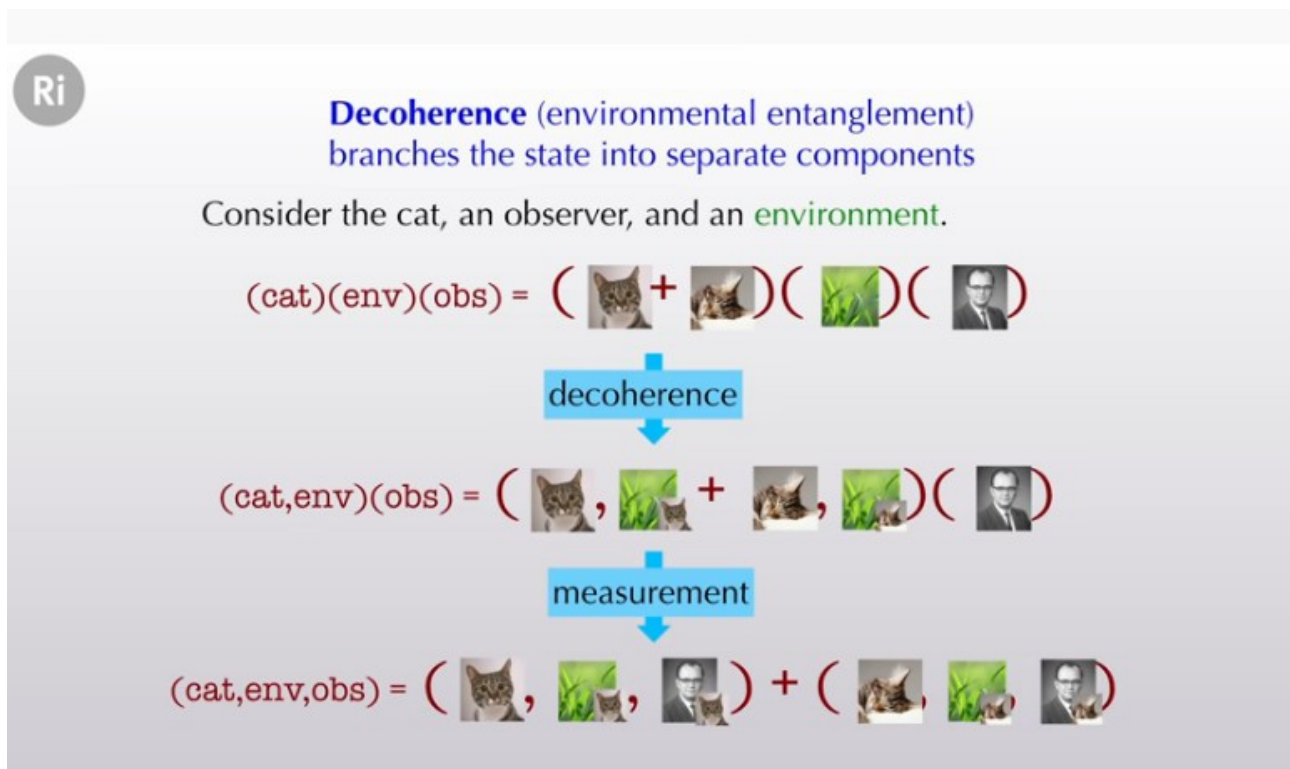
A **quantum** cat can be in a **superposition**:

$$(\text{cat}) = \left(\begin{array}{c} \text{awake} \\ \text{cat} \end{array} + \begin{array}{c} \text{asleep} \\ \text{cat} \end{array} \right)$$

Unter **Superposition**, auch Superpositionsprinzip, versteht man in der Physik eine Überlagerung gleicher physikalischer Größen, die sich dabei nicht gegenseitig behindern.

Superposition ist vergleichbar mit der klassischen Wellenlehre, da quantenmechanische Zustände ebenfalls durch Wellenfunktionen beschrieben werden.

Die Wellenfunktion eines Teilchens beschreibt einen Überlagerungszustand, in dem ein Teilchen an jeweils zwei Orten lokalisiert ist. Eine Möglichkeit mit einer Variablen, die genau zwei Zustände zulässt, die dann beide existieren können.



Als Folge dieser Dekohärenz bleiben die Verschränkungen zwischen den beteiligten Zuständen nur bei Betrachtung des Gesamtsystems (System + Umgebung) eindeutig definiert $|\psi\rangle$.

Das Paradox des Betrachters.

Bei isolierter Betrachtung der Systemzustände ergeben sich dagegen rein statistische, d. h. „klassische“ Verteilungen dieser Zustände $\{P_i\}$.

Der Zustand des Systems und der Zustand der Umgebung werden irreversibel verändert. Die Dekohärenz spaltet die Wellenfunktion in Zweige auf, die als Ergebnis verschiedene Messergebnisse haben.

Ri

$$(cat, env, obs) = \left(\img alt="cat" data-bbox="371 254 418 282", \img alt="grass" data-bbox="433 254 480 282", \img alt="man" data-bbox="495 254 542 282" \right) + \left(\img alt="cat" data-bbox="621 254 668 282", \img alt="grass" data-bbox="683 254 730 282", \img alt="man" data-bbox="735 254 782 282" \right)$$

Decoherence splits the wave function splits into **branches** representing different measurement outcomes.

Distinct branches will never affect each other in any way.

It's as if they have become part of separate worlds.

Thus, Everettian quantum mechanics is the "Many-Worlds Interpretation."

Verschiedene Zweige haben keinerlei Einfluss aufeinander. Es ist, als wären sie zu unterschiedlichen Welten geworden.

#Quantum First

Die many Worlds können uns getrost egal sein. Es geht erst einmal darum, unser Universum zu verstehen, die Grundfunktion. Es ist so eine schlichte, schöne, nachvollziehbare Gleichung.

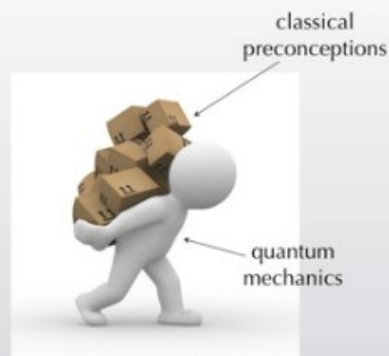
Ri

Quantum-first quantum mechanics

Physicists start with classical theories and “quantize” them.

Nature doesn’t do that.

Many-Worlds is intrinsically quantum, free of classical notions like “positions of particles.”



The task for Everettians is to start purely quantum (wave functions, entanglement) and show how classical concepts emerge naturally.

Das Schöne daran ist, die Schlichtheit der Schrödingergleichung.

Rechts: Wie viel Energie ist in der Wellenfunktion eines Elektrons? Links: Wie schnell entwickelt es sich über einen bestimmten Zeitraum? Die Gleichung sagt aus, was als nächstes passieren wird.

$$H\psi = i\hbar \cdot \partial \psi / \partial t$$

Die Newtonsche Gleichung sagt aus, was als nächstes passieren wird: Kraft gleich Masse mal Beschleunigung. Wo wird sich ein Teilchen wann befinden? (s.o. Seite 3)

$$F = m \cdot a$$

ist jetzt auch nicht übermäßig komplex, die Grundfunktion.

Muss man halt drauf kommen, wa?

$$H\psi = i\hbar \cdot \partial \psi / \partial t$$

ist jetzt auch keine Raketenwissenschaft, wie man so schön sagt. Oder doch?

Wie auch immer, die Quantenmechanik passt schon allein terminologisch gut ins Informationszeitalter.

Alles ist alles. Das Nichts ist eine menschliche Erfindung und bleibt abstrakt.

Alles ist. Was der Mensch erschaffen kann, ist nur: nichts.

Vielleicht ist das die große Beleidigung?

(Oder der Gottesbeweis)

... jedenfalls der Alles-Beweis.

Fazit:

Ri

Hugh Everett (1957):
you've been making things unnecessarily complicated

1. The wave function represents reality, entirely and exactly.
2. Wave functions never collapse. They always obey the Schrödinger equation.



quantum therapy

Ri

Two things we don't understand:
quantum gravity, and quantum mechanics.

Maybe they're related?

Don't try to "quantize gravity."

Instead, **find gravity within quantum mechanics.**

Find gravity within!



Weiterführende Fragen:

Ri

A possible opportunity: quantum gravity

Einstein: gravity is the curvature of spacetime.



Geometry ↔ Energy

Ri

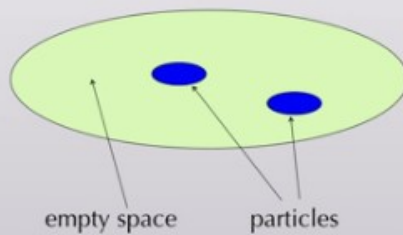
Take clues from Quantum Field Theory

The best current description we have of the world is as a system of interacting quantized *fields* (not particles).



In quantum field theory, empty space is a busy place

particle view:



quantum field view:

