

Information, der menschliche Geist und die Drei-Welten-Sicht

Hartmut Ising

1. Einführung

Naturalismus und klassische Physik können das Bewusstsein nicht erklären. Um das Geist-Gehirn-Problem zu lösen, haben mehrere Philosophen und Wissenschaftler eine Anzahl von Ideen und Hypothesen vorgelegt.

Der Philosoph Thomas Nagel [1] plädiert in seinem Buch „Mind and Cosmos: Why the Materialist Neo-Darwinian Conception of Nature Is Almost Securely False“ (Geist und Kosmos: Warum die neodarwinistische Sicht der Natur mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit falsch ist) für eine umfassendere Weltanschauung. Andere Philosophen und Wissenschaftler haben die Drei-Welten-Sicht entwickelt. Karl Popper [2] positionierte die Welt 2 des Selbst oder Geistes zwischen der physikalischen Welt 1 und die Welt 3 der Kultur.

Eine etwas andere Version der Drei-Welten-Sicht wurde von Sir Roger Penrose [3] vorgeschlagen: 1) physikalische Welt, 2) mentale Welt, 3) Platonische Welt mathematischer Konzepte. Zu dieser Sicht fügte der Physiker und Philosoph C.-F. v. Weizsäcker [4] die Information hinzu: „Man beginnt sich daher heute daran zu gewöhnen, dass Information als eine dritte, von Materie und Bewusstsein verschiedene Sache aufgefasst werden muss.“... „Was man damit entdeckt hat, ist an neuem Ort eine alte Wahrheit. Es ist das platonische Eidos, die aristotelische Form, so eingekleidet, dass auch ein Mensch des 20. Jahrhunderts etwas von ihnen zu ahnen lernt.“

Tabelle 1 Verschiedene Varianten der Drei-Welten-Sicht

	Popper [2]	Penrose [3]/Weizsaecker [4]
Welt 1	Physikalische Welt	Physikalische Welt
Welt 2	Das Selbst	Mentale Welt
Welt 3	Welt der Kultur	Platonische Welt mathematischer Konzepte /Information

In Tabelle 1 werden die genannten Varianten der Drei-Welten-Sicht gegenübergestellt.

Es werden drei Informationsformen unterschieden. Als erste Form betrachten wir Ideen. Jede kreative Arbeit beginnt im Kopf. Beispiel: Ein Komponist sucht eine kurze Melodie als Thema für seine neue Komposition. Erste Versuche werden verworfen, bis er endlich sein Thema gefunden hat. Diese ganze Arbeit wurde nur in seinem Kopf erledigt. Niemand hat die Melodie jemals gehört. Anschließend spielt der Komponist die neue Melodie auf dem Klavier. Vor diesem ersten Erklängen existierte die Melodie 1. als reine Information in seinem Kopf. Die erklingende Musik stellt 2. einen Informationsfluss dar – Information als Funktion der Zeit. Durch die Aufzeichnung wird die Melodie 3. in gespeicherte Information umgewandelt – Information als Funktion des Raums.

In der vorliegenden Arbeit werden wir verschiedene Formen von Informationen im Zusammenhang mit Ideologie und der Drei-Welten-Sicht untersuchen. Nach einem Überblick über Quantenansätze zum Bewusstsein werden wir argumentieren, dass die mentale Welt eng mit der durch die Quantenphysik beschriebenen Welt verbunden ist und dass eine Quantenwelt existiert, die sich von der makroskopischen Welt unterscheidet. Die Eigenwelt des Photons ist – gemäß der Speziellen Relativitätstheorie [5] – unabhängig von Zeit und

Raum. Abschließend wird die Hypothese einer Äquivalenz von Informationsfluss und Energie erläutert.

2. Information und Ideologie

2.1 Eine irreführende Weltanschauung kann den Fortschritt der Wissenschaft behindern

Ein Beispiel für die negative Auswirkung einer irreführenden Weltanschauung ist Einsteins Zweifel an den Ergebnissen seiner eigenen Allgemeinen Relativitätstheorie. Seine Berechnungen sagten ein expandierendes Universum voraus, was Einstein ablehnte, weil es dem damals allgemein akzeptierten Weltbild eines ewigen und stationären Universums widersprach. Deshalb fügte er seinen ursprünglichen Formeln eine kosmologische Konstante hinzu und unterdrückte damit die Expansion. Später sagte Einstein dazu: „*Meine größte Eselei*“.

Die naturalistische Ideologie scheint zu eng zu sein, um das Bewusstsein zu erklären. Aber – wie kann eine Weltanschauung erweitert werden, ohne sie dem Aberglauben zu öffnen? Die Antwort ist, dass wir die Ergebnisse experimenteller Tests abwarten sollten, bevor wir ein neues Konzept in der Wissenschaft akzeptieren. Erscheint ein neues Konzept jedoch als prinzipiell nicht prüfbar, ist größte Vorsicht angebracht. Passt ein neues Konzept hingegen nicht in die aktuelle Weltanschauung, lässt sich aber experimentell überprüfen, sollte das Ergebnis dieses Experiments abgewartet werden, bevor eine endgültige Entscheidung getroffen wird.

Als Beispiel soll die Diskussion zwischen Einstein und Bohr über die Interpretation der Quantenphysik dienen. Für Einstein war es undenkbar, dass zufällige Prozesse ohne tiefere Gesetze existieren könnten, die diese Effekte erklären könnten. Er argumentierte: „*Gott würfelt nicht*“. Bohr antwortete: „*Schreibe Gott nicht vor, was zu tun ist.*“

Einstein entwarf schließlich zusammen mit Podolsky und Rosen das berühmte EPR-Gedankenexperiment, um seine Ansicht über die Quantentheorie zu beweisen. Das nach seinem Tod durchgeführte Experiment zeigt jedoch, dass Einsteins Ansicht falsch war.

Daher sollte eine umfassendere Weltanschauung als Möglichkeit in Betracht gezogen werden, solange eine experimentelle Überprüfung zumindest prinzipiell möglich ist. Die Machbarkeit eines experimentellen Tests für die hypothetische Äquivalenz von Informationsfluss und Energie wird am Ende dieses Artikels diskutiert.

2.2 Verschiedene Welten mit und ohne Informationsbeschränkung

In der physikalischen Welt ist die Information begrenzt. Das berühmteste Beispiel hierfür ist Heisenbergs Unschärferelation. Beispiele für die Begrenzung der Informationsübertragung in der makroskopischen Welt sind die begrenzte Auflösung eines optischen Abbildungssystems und die Begrenzung der Signalübertragung durch die Bandbreite eines elektronischen Systems.

Die kleinste Länge mit physikalischer Bedeutung ist die Planck Länge. Ebenso ist die kürzeste Zeitdauer die Planck Zeit. Daher können eine gegebene Länge und eine gegebene Dauer nicht bis ins Unendliche geteilt werden. Im Gegensatz dazu ist die Teilbarkeit in der Mathematik unbegrenzt. Die Gesetze der Physik werden in der Mathematik des Kontinuums ausgedrückt – Informationen sind jedoch diskontinuierlich.

Zeilinger [6] betonte, „*dass alles Wissen in der Physik in Propositionen ausgedrückt werden muss und dass daher das elementarste System den Wahrheitswert einer Proposition darstellt, d. h. es trägt 1bit Information.*“ Um die diskontinuierliche Information mit der Mathematik des Kontinuums zu kombinieren, wäre unbegrenzte Information erforderlich, was für einen Computer offensichtlich unmöglich ist. Im Gegensatz dazu ist der menschliche

Geist in der Lage, mit der Unendlichkeit umzugehen. Dies ist ein Hinweis auf einen grundlegenden Unterschied zwischen der makroskopischen Welt und der Welt des Geistes.

Der menschliche Geist hat Zugang zu einer anderen Welt, in der die Information unbegrenzt ist: Die platonische Welt der mathematischen Konzepte. Roger Penrose [3] schrieb über diese Welt: „Platon machte deutlich, dass sich die mathematischen Sätze – die Dinge, die als unanfechtbar wahr angesehen werden können – sich nicht auf tatsächliche physikalische Objekte beziehen (wie Quadrate, Dreiecke, Kreise, Kugeln und Würfel, die aus Markierungen im Sand oder aus Holz oder Stein bestehen können), sondern auf bestimmte idealisierte Formen. Er stellte sich vor, dass diese idealen Formen in einer anderen Welt existieren, die sich von der physikalischen Welt unterscheidet. Heute könnten wir diese Welt als die platonische Welt der mathematischen Formen bezeichnen ...“

„Die mathematischen Formen von Platons Welt haben eindeutig nicht die gleiche Existenz wie gewöhnliche physische Objekte wie Tische und Stühle. Sie haben keine räumlichen Standorte; sie existieren auch nicht in der Zeit. Objektive mathematische Vorstellungen müssen als zeitlose Einheiten betrachtet werden. Sie begannen nicht in dem Moment zu existieren, in dem sie zum ersten Mal von Menschen entdeckt werden.“

Teilbarkeit und Grenzen der Information in der makroskopischen Welt 1 und in der Welt 3 von Popper/Penrose/Weizsäcker werden in Tabelle 2 verglichen.

Tabelle 2 Teilbarkeit und Informationsbeschränkungen in Welt 1 und Welt 3

Welt 1	Makroskopische Welt	Eingeschränkte Teilbarkeit von Raum und Zeit, Begrenzung von Information und Informationsübertragung
Welt 2	Quanten-/mentale Welt	Zwischenglied
Welt 3	Welt der Ideen/Mathematik/Information	Unabhängig von Zeit und Raum, unbegrenzte Information

Welt 1 wird als „makroskopische Welt“ bezeichnet. Im Folgenden wird die makroskopische Welt von der „Quantenwelt“ unterschieden, die zusammen mit der mentalen Welt als Zwischenglied zwischen der makroskopischen Welt und der Welt der Ideen/Mathematik/Information in die modifizierte Drei-Welten-Sicht eingeordnet wird.

Die mentale Welt 2 fungiert als Zwischenglied zwischen Welt 1 und 3. Der menschliche Geist verfügt über die Fähigkeit, mit unbegrenzter Teilbarkeit und Unendlichkeit in Welt 3 umzugehen. Allerdings ist die Informationsübertragung von Welt 2 zu Welt 1 an Grenzen gebunden.

3. Information und das Geist-Gehirn-Problem

3.1 Quantenansätze zum Bewusstsein

Wilder Penfield [7], ein Pionier der Gehirnchirurgie und bekannt für seine Karten der sensorischen und motorischen Kortizes des Gehirns, vertrat eine ähnliche Ansicht wie Thomas Nagel. In seinem Buch „The Mystery of the Mind, a Critical Study of Consciousness and the Human Brain“ schrieb er: „Nachdem ich jahrelang versucht habe, den Geist allein auf der Grundlage von Gehirnaktivitäten zu erklären, bin ich zu dem Schluss gekommen, dass ...es einfacher (und viel eher logisch) ist, wenn man die Hypothese annimmt, dass unser

Wesen tatsächlich aus zwei Grundelementen besteht ... Wenn man die dualistische Alternative wählt, muss der Geist als ein Grundelement in sich selbst betrachtet werden.“

Quantenansätze zur Geist-Gehirn-Interaktion scheinen Schritte zur Lösung des Geist-Gehirn-Problems zu sein. An solchen Hypothesen arbeiteten unter anderem Beck/Eccles [8], Stapp [9] und Hameroff/Penrose [10].

Einer der Haupteinwände gegen einen Quantenansatz zum Bewusstsein war das Argument, dass Quantenphänomene in einer warmen und feuchten Umgebung wie dem Gehirn nicht existieren könnten. Gauger et al. [11] zeigten jedoch, dass die beiden Phänomene Verschränkung und Überlagerung im Gehirn eines Vogels „*mindestens mehrere zehn Mikrosekunden lang*“ anhalten.

Der Quantenansatz von Beck und Eccles kann sowohl bei Tieren als auch beim Menschen angewendet werden. Sie entwickelten die Hypothese, dass die Wahrscheinlichkeit der Freisetzung eines Transmitter Moleküls, der Exozytose, durch einen quantenphysikalischen Prozess erhöht werden kann. Ihr Quantenansatz beinhaltet ein hypothetisches Quantenfeld, das „Psychon“. Sir John Eccles schrieb [12]: „*Es kann angenommen werden, dass alle Säugetiere bewusste Wesen sind, die ihre Handlungen bewusst steuern und bewusste Erfahrungen machen. Die Dendron-Psychon-Interaktion ist daher für ihr geistiges Leben von wesentlicher Bedeutung.*“

Im Gegensatz dazu gilt Stapps Ansatz nur für den Menschen. Er schrieb [9]: „*Die orthodoxe Quantenmechanik bringt bestimmte bewusste Entscheidungen in die Dynamik ein, die nicht durch die derzeit bekannten Gesetze der Physik bestimmt werden, aber wichtige kausale Auswirkungen in der physikalischen Welt haben.*“ Diese bewussten Entscheidungen können Tiere offensichtlich nicht treffen. Aber das Geist-Gehirn-Problem scheint Quanteneffekte zu implizieren, die auch bei Tieren untersucht werden können. Daher könnten beide Ansätze Teil einer zukünftigen Lösung des Geist-Gehirn-Problems sein.

Im letzten Kapitel seines Buches „How the Self Controls its Brain“ [12] brachte Eccles seine Überzeugung zum Ausdruck, dass der quantenmechanische Ansatz das menschliche Geist-Gehirn-Problem vollständig erklären könnte: „*Die Einwirkung des Selbst auf das Gehirn (Neokortex) kann vermutlich erweitert werden durch geeignete Experimente ... um alle unsere bewussten Erfahrungen einzubeziehen, selbst die subtilsten und transzendenteren.*“

Es ist jedoch fraglich, ob der quantenmechanische Ansatz von Beck und Eccles zu einem vollständigen Verständnis des Geist-Gehirn-Problems führen wird. Roger Penrose schien dieser Frage zuzustimmen, als er schrieb [13]: „*Ich behaupte, dass das Phänomen des Bewusstseins nicht in den Rahmen der heutigen physikalischen Theorie passt... Dennoch meine ich nicht, dass wir außerhalb der Wissenschaft nach einem Verständnis für die Mentalität suchen sollten, nur dass die bestehende Wissenschaft nicht über den Reichtum verfügt, um das zu erreichen, was erforderlich ist.*“

Penrose und Hameroff [14] erklärten, dass ihre Hypothese außerhalb „*des Rahmens der heutigen physikalischen Theorie*“ liege – und „*einen Quantengravitationsprozess im Zusammenhang mit den Grundlagen der Raumzeitgeometrie*“ einschließe.

Die Stanford Encyclopedia of Philosophy [15] kommt in Quantum Approaches to Consciousness zu dem Schluss: „*Der Vorschlag von Penrose und Hameroff geht weit über den Bereich der heutigen Quantentheorie hinaus und ist das spekulativste Beispiel unter den diskutierten.*“ Die beiden anderen Ansätze werden wie folgt zusammengefasst: „*Der Ansatz*

von Beck und Eccles ist am detailliertesten und konkretesten in Bezug auf die Anwendung der Standardquantenmechanik auf den Prozess der Exozytose. Es löst jedoch nicht das Problem, wie die Aktivität einzelner Synapsen in die Dynamik neuronaler Anordnungen einfließt, und lässt die mentale Verursachung von Quantenprozessen als bloße Behauptung zurück. Stapps Ansatz schlägt eine radikal erweiterte ontologische Grundlage sowohl für den mentalen Bereich als auch für die Status-quo-Quantentheorie als Theorie der Materie vor, ohne den Formalismus der Quantentheorie wesentlich zu ändern. Obwohl es einen inspirierenden philosophischen und psychologischen Hintergrund hat, fehlt es noch an empirischer Bestätigung.“

Diese Zitate deuten darauf hin, dass quantenphysikalische Mechanismen offenbar eine wichtige Rolle in der Geist-Gehirn-Interaktion spielen, dass es jedoch bisher an experimentellen Bestätigungen mangelt und dass sie höchstwahrscheinlich nicht alle Beobachtungen erklären werden.

3.2 Gehirn, Tod und Bewusstsein

Für ein tieferes Verständnis des Geist-Gehirn-Problems ist offenbar eine umfassendere Weltanschauung als der Naturalismus notwendig. Studien zu Erfahrungen während eines Herzstillstands führten mich zu der Annahme, dass auch die Quantenansätze von Beck/Eccles und Stapp das Bewusstsein nicht vollständig erklären können.

Lommel et al. [16] berichteten über die Ergebnisse einer prospektiven Studie über Nahtoderfahrungen bei Überlebenden eines Herzstillstands. Drei Jahre später bemerkte Lommel [17]: „Während eines Herzstillstands stoppt die Funktion des Gehirns und anderer Zellen in unserem Körper aufgrund von Sauerstoffmangel ... Ein solches Verständnis verändert die Meinung über den Tod grundlegend, da die Schlussfolgerung fast unvermeidlich ist, dass zum Zeitpunkt des physischen Todes weiterhin Bewusstsein erfahren wird ...“

Sam Parnia startete eine prospektive Studie (AWAreness while REsuscitation), um die Behauptungen von Lommel zu testen. Bei der Erörterung der Ergebnisse der AWARE-Studie [18] stellten die Autoren fest: „Trotz vieler Einzelberichte und neuerer Studien, die das Auftreten von NTEs (Nahtoderlebnissen) und möglicher VA (visuelle Wahrnehmung) während CA (Herzstillstand) belegen, war dies die erste groß angelegte Studie zur Untersuchung der Häufigkeit von Wahrnehmungen... Unser verifizierter Fall von VA legt nahe, dass bewusste Wahrnehmungen über die ersten 20–30 Sekunden nach CA hinaus auftreten können (wenn eine gewisse verbleibende elektrische Aktivität des Gehirns auftreten kann), und liefert eine quantifizierbare Zeitspanne für Wahrnehmungen, nachdem das Gehirn normalerweise einen isoelektrischen Zustand erreicht.“

Sam Parnia erklärte [19]: In der AWARE-Studie beschrieb ein 57-jähriger Mann, dass er die Ereignisse aus der oberen Ecke des Raums beobachtete, und weiterhin das Gefühl verspürte, von oben nach unten zu schauen. Er beschrieb Menschen, Geräusche und Aktivitäten während seiner Wiederbelebung genau. Sein medizinischer Bericht bestätigte seine Angaben und stützte ausdrücklich seine Beschreibungen und die Verwendung eines automatisierten externen Defibrillators (AED). Aktuelle AED-Algorithmen zeigen, dass dies wahrscheinlich einer bewussten Wahrnehmung von bis zu 3 Minuten während eines Herz-Lungen-Stillstands und einer Wiederbelebung entsprach...

Das Bewusstsein (das Selbst oder die Seele) kann entweder als ein „Top-up“ Phänomen durch koordinierte Aktivitäten von Gehirnregionen entstehen; oder es kann ein „Top-down“ Phänomen sein, das heißt, eine separate Einheit, die zwar heute von der

Wissenschaft unentdeckt ist, aber nicht durch herkömmliche Gehirnzellaktivitäten erzeugt wird und selbst die Gehirnaktivität unabhängig modulieren kann.

Im Jahr 2023 stellten Parnia et al. [20] die Hypothese auf, dass das sterbende Gehirn natürliche Hemmsysteme (Bremsysteme) entfernt und dass diese Prozesse den Zugang zu „neuen Dimensionen der Realität“ eröffnen könnten.

Eine solche neue Dimension der Realität scheint die Welt 2, das Selbst oder die mentale Welt von Popper, Penrose und Weizsäcker zu sein.

Daher kann das Geist-Gehirn-Problem höchstwahrscheinlich nicht im engen Rahmen des Naturalismus erklärt werden kann. Ob die Quantenansätze zum Bewusstsein allein ausreichen werden, ist fraglich. Die Hypothese der Äquivalenz zwischen Energie- und Informationsfluss, die im Folgenden beschrieben wird, kann ebenfalls Teil des Gesamtbildes sein. Doch zunächst wird die Drei-Welten-Sicht im Zusammenhang mit drei unterschiedlichen Informationsformen besprochen.

4. Unterschiedliche Welten und Formen der Information

4.1 Die Drei-Welten-Sicht und die Quantenwelt

Wir haben bereits die grundlegenden Unterschiede der Informationsbeschränkungen in der makroskopischen Welt und in der Welt der Mathematik diskutiert. Die Untersuchung bewusster Erfahrungen, die zu Quantenansätzen zur Erklärung des Bewusstseins führte, zeigt, dass die mentale Welt eng mit der Quantenphysik verbunden ist. Die beobachtete visuelle Wahrnehmung während des Herzstillstands kann – sofern sie sich bestätigt – zu einer dualistischen Interpretation des Geistes-Gehirn-Problems und damit zur Akzeptanz einer von der Welt des Gehirns unabhängigen mentalen Welt führen. Im Folgenden werden wir die Möglichkeit einer Quantenwelt diskutieren, die mit der mentalen Welt verbunden, aber von der makroskopischen Welt getrennt ist.

Wie oben erwähnt unterscheidet Popper [3] drei Welten und erklärt: *„Es gibt erstens die Welt, die aus physikalischen Körpern besteht: aus Steinen und aus Sternen; aus Pflanzen und Tieren; aber auch aus Strahlung und anderen Formen physikalischer Energie. Ich werde diese physikalische Welt ‚Welt 1‘ nennen.“*

„Zweitens gibt es die mentale oder psychologische Welt, die Welt unserer Schmerz- und Lustgefühle, unserer Gedanken, unserer Entscheidungen, unserer Wahrnehmungen und unserer Beobachtungen; mit anderen Worten, die Welt der mentalen oder psychologischen Zustände oder Prozesse oder der subjektiven Erfahrungen. Ich werde diese „Welt 2“ nennen, Welt 2 fungiert als Vermittler zwischen Welt 3 und Welt 1.“

„Mit Welt 3 meine ich die Welt der Produkte des menschlichen Geistes, wie zum Beispiel Sprachen; Märchen und Geschichten und religiöse Mythen; wissenschaftliche Vermutungen oder Theorien und mathematische Konstruktionen; Lieder und Sinfonien; Gemälde und Skulpturen.“

Penrose [3] beschrieb seine Idee über das Bewusstsein (Welt 2) und seine Version von Welt 3 – der platonischen Welt der mathematischen Konzepte – wie folgt: *„Erinnern Sie sich an meinen Vorschlag, dass Bewusstsein im Wesentlichen das Sehen einer notwendigen Wahrheit ist; und dass es möglicherweise eine Art tatsächlichen Kontakt mit Platons Welt idealer mathematischer Konzepte darstellt. Denken Sie daran, dass Platons Welt selbst zeitlos ist.“*

Die Ähnlichkeit zwischen geistigen und Quanten-Effekten führte zum Quantenansatz für das Bewusstsein. Popper und Penrose stellten die mentale Welt zwischen die platonische und die physische Welt. Dieser Ansatz wird nun dahingehend erweitert, dass Quanteneffekte zu einer Welt gehören, die sich von der makroskopischen Welt unterscheidet, und dass diese Quantenwelt enger mit der mentalen Welt als mit der makroskopischen Welt verbunden ist.

Henry Stapp [9] schrieb über seinen Quantenansatz zum Bewusstsein: *„Der vorgeschlagene Ansatz ... basiert auf einem postulierten Zusammenhang zwischen Bemühung, Aufmerksamkeit und dem Quanten-Zeno-Effekt. Dieser Ansatz erklärt auf der Grundlage der Quantenphysik eine große Menge bisher ungeklärter Daten, die von Psychologen gesammelt wurden.“*

Später fügten Schwartz, Stapp und Beauregard hinzu [20]: *„Diese orthodoxen Quantengleichungen, angewendet auf menschliche Gehirne in der von John von Neumann vorgeschlagenen Weise, liefern eine kausale Erklärung neuerer neuropsychologischer Daten. In dieser Darstellung wird Gehirnverhalten, das durch geistige Bemühung verursacht zu sein erscheint, tatsächlich durch geistige Bemühung verursacht: Die kausale Wirksamkeit geistiger Bemühung ist keine Illusion. Unsere bewussten Entscheidungen sind weder redundante noch epiphänomenale Effekte, sondern grundlegende dynamische Elemente, die die kausale Wirksamkeit haben, die ihnen die objektiven Daten zuzuschreiben scheinen.“*

Allerdings fehlt diesem Quantenansatz zum Bewusstsein noch eine empirische Bestätigung. Ebenso sind die Beobachtungen von Parnia kein endgültiger Beweis für außerkörperliche Erfahrungen. Dennoch können beide als Hinweise auf eine Version der Drei-Welten-Sicht gewertet werden, mit dem Zusatz, dass die mentale Welt eng mit der Quantenwelt verbunden ist und dass eine Kombination aus mentaler und Quantenwelt die Welt 2 darstellt.

Als zusätzliches Argument für diese Sichtweise diskutieren wir die folgende Aussage von Zeilinger [21]: *„Die Annahme, dass ein Teilchen sowohl Ort als auch Impuls besitzt, bevor die Messung durchgeführt wird, ist falsch. Welche dieser Größen im Experiment Realität werden kann, entscheidet unsere Wahl der Messapparatur.“* Wenn wir Sapps Aussage hinzufügen, dass *„bestimmte bewusste Entscheidungen, die nicht durch die derzeit bekannten Gesetze der Physik bestimmt werden, wichtige kausale Auswirkungen auf die physische Welt haben“*, können wir zu dem Schluss kommen, dass bewusste Entscheidungen in der mentalen Welt, durch Interaktion von Quantenphänomenen mit Einrichtungen in der makroskopischen Welt Auswirkungen in der Quantenwelt haben. Durch diese Wechselwirkung werden Informationen von der Quantenwelt in die makroskopische Welt übertragen. Dies kann als Argument für die folgende Modifikation der Drei-Welten-Sicht herangezogen werden:

Welt 2 fungiert als vermittelndes Zwischenglied zwischen der makroskopischen Welt 1 und der Welt 3 der Ideen/Mathematik/Informationen. Zu dieser Welt 2 gehört neben dem menschlichen Geist (Ich-Bewusstsein) die Welt der Quantenphysik – Messungen gehören jedoch nicht zur Quantenwelt, da sie in der makroskopischen Welt durchgeführt werden.

Penrose [13] betonte die Zeitsymmetrie der Schrödinger-Gleichung und dass nur die Zustandsvektorreduktion zeitasymmetrisch ist. Er schrieb: *„Die Konstruktion einer vollständig objektiven Theorie der Zustandsvektorreduktion, die auf dem Geist der Relativität*

basiert, ist eine große Herausforderung ...“ Später erklärte er zusammen mit Hameroff [14], ihr Ziel sei die Beschreibung: „eines Quantengravitationsprozesses verbunden mit den Grundlagen der Raumzeitgeometrie.“

Gemäß der modifizierten Drei-Welten-Sicht ist die Zustandsvektorreduktion die Rückkehr von einer Berechnung mit komplexer Zeit zu Ergebnissen in realer Zeit – die Rückkehr von einer theoretischen Untersuchung von Welt 2 zu Ergebnissen in Welt 1. Da Messungen in Welt 1 durchgeführt werden, ist unsere einzige Möglichkeit, die Quantenwelt zu untersuchen auf theoretische Untersuchungen beschränkt.

Aus dieser Sicht erscheint die Suche nach einer Vereinigung von Quantenphysik und Relativitätstheorie wie der Weg in eine Sackgasse. Dies scheint im Einklang mit Robert Laughlins Buch zu stehen: *A Different Universe, Reinventing Physics from the Bottom Down* [23]. Die deutsche Fassung dieses Buches trägt den Titel: *Abschied von der Weltformel*.

4.3 Die Drei-Welten-Sicht und unterschiedliche Formen der Information

Wir alle kennen verschiedene Formen von Informationen, nämlich Gedanken, gesprochene Worte, um Gedanken auszudrücken, und gedruckte Worte, um die Informationen zu speichern. Im Folgenden werden wir den Zusammenhang zwischen der Drei-Welten-Sicht und diesen Informationsformen diskutieren.

Wir verwenden ein Beispiel von Penrose [13], der einen Mozart zugeschriebenen Brief zitierte: „*Wenn es mir gut geht ... oder in der Nacht, wenn ich nicht schlafen kann, drängen sich die Gedanken so leicht in meinen Kopf, wie man es sich nur wünschen kann ... Die, die mir gefallen, behalte ich im Kopf und summe sie; zumindest haben mir andere gesagt, dass ich das tue. Sobald ich mein Thema habe, kommt eine weitere Melodie, die sich mit der ersten verbindet, entsprechend den Bedürfnissen der gesamten Komposition ... Ich erweitere sie immer weiter und stelle sie mir immer klarer vor, bis ich die gesamte Komposition in meinem Kopf fertiggestellt habe, obwohl sie lang sein kann. Dann erfasst es mein Verstand – wie ein Blick meines Auges ein schönes Bild oder einen hübschen Jüngling erfasst. Es kommt mir nicht nach und nach, mit einzelnen, bis ins Detail ausgearbeiteten Teilen vor, wie es später der Fall sein wird, sondern in seiner Gesamtheit, so dass meine Vorstellungskraft es mich hören lässt.*“

In diesem Brief wird die Entstehung einer vollständigen Komposition im Kopf des Komponisten beschrieben. Der Autor dieses Briefes war höchstwahrscheinlich Mozart, da dokumentiert ist, dass Mozart nicht an seinen Musikmanuskripten gearbeitet hat. Er schrieb die endgültige Fassung ohne frühere schriftliche Fassungen mit Korrekturen. Mozart schuf in seinem Kopf zunächst die Gesamtkomposition in einer Art ganzheitlicher Form (Welt 3 der Ideen). In diesem Stadium existierte seine Komposition als reine Information und war nur seinem Geist zugänglich. Dann übertrug sein Geist (Welt 2) es Stück für Stück in Zeitreihen (*meine Vorstellungskraft lässt es mich hören*) und später übertrug er seine Komposition durch Summen und Schreiben des endgültigen Manuskripts in die makroskopische Welt 1.

Nach der rein geistigen Arbeit in Welt 3 kann das imaginative Hören als eine Umwandlung der reinen Information in Welt 3 in einen Informationsfluss in Welt 2 interpretiert werden. Später wurde die Information durch Summen einiger Teile in einen Informationsfluss in Welt 1 umgewandelt. Schließlich schrieb er die Musik nieder, nachdem er „*die gesamte Komposition in meinem Kopf fertiggestellt hatte, obwohl sie lang sein kann*“, und wandelte

die reine Information in auf Papier gespeicherte Information um. In diesem Beispiel werden drei Arten von Informationen unterschieden, wie in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4. Verschiedene Formen der Information

Reine Information	Information unabhängig von Zeit und Raum und physikalischen Informationsträgern
Dynamische Information	Information als Funktion der Zeit oder Änderung der Information pro Zeit in einem System
Statische Information	Information gespeichert als Funktion des Raums (auf Papier, CD, Speicher Chip, Gehirn, DNA...)

In Tabelle 5 wird der Zusammenhang dieser Informationsformen mit den drei Welten aufgezeigt.

Tabelle 5 Verschiedene Informationsformen in den drei Welten

Welt 3	Reine Information
Welt 2	Reine Information Dynamische Information
Welt 1	Dynamische Information Statische Information

In unserem Beispiel ist die dynamische Information das Zwischenglied zwischen der reinen Information in Welt 3 und der statischen Information, die in der makroskopischen Welt 1 gespeichert ist.

Statische Informationen können in dynamische Informationen umgewandelt werden, beispielsweise durch die Wiedergabe eines elektronisch gespeicherten Signals. Dieser Prozess findet in Welt 1 statt und unterliegt einer Begrenzung der Signalübertragung durch die Bandbreite elektronischer Schaltkreise.

4.4 Welt 3 enthält auch die Eigenwelt des Lichts

Wheeler [24] erklärte: „Wenn ein Photon absorbiert und dadurch „gemessen“ wird – bis zu seiner Absorption hatte es keine wahre Realität – wird dem, was wir über die Welt wissen, ein unteilbares Stück (1bit) Information hinzugefügt.“

Zeilinger [7] fügte hinzu: „Die Annahme, dass ein Teilchen (z. B. ein Photon) sowohl Position als auch Impuls besitzt, bevor die Messung durchgeführt wird, ist falsch. Welche dieser Größen im Experiment Realität werden kann, entscheidet unsere Wahl der Messapparatur.“

Bis zur Absorption hat ein Photon in unserer makroskopischen Welt keine wahre Realität – es ist weder ein Teilchen noch eine Welle – aber durch die Absorption erscheint es in unserer Welt entweder als Teilchen oder als Welle. Doch was ist ein Photon, bevor es in der physischen Welt absorbiert wird? Was ist es in der „Eigenwelt“ des Photons?

Die Lorentz-Transformationen [5] für die Zeitdehnung und die Längen Kontraktion sind:

$$\text{Zeitdehnung: } \Delta t = \Delta t_{\text{rest}} / (1 - v^2/c^2)^{1/2}$$

$$\text{Längen Kontraktion: } \Delta r = \Delta r_{\text{rest}} (1 - v^2/c^2)^{1/2}$$

Da die Geschwindigkeit v des Photons die Lichtgeschwindigkeit c ist, wird Δt unendlich und „ Δr “ Null. Daher ist Licht in seiner Eigenwelt unabhängig von Zeit und Raum.

Was ist nun ein Photon in seiner Eigenwelt? Vor seiner Absorption in unserer Welt ist es in seiner Eigenwelt eine „unteilbare“ Informationseinheit. Wir können das Photon daher als die elementare Einheit der reinen Information $i_1 = 1\text{bit}$ beschreiben, unabhängig nicht nur von Zeit und Raum, sondern auch unabhängig von einem Träger. Die Existenz der Eigenwelt des Photons ist ein Beweis für die Existenz der Welt 3 von Penrose.

5. Informationsübertragung von einem Photon in unsere Welt

5.1 Informationstheoretische Interpretation der Planck'schen Photonenformel

Im Folgenden wird eine informationstheoretische Interpretation der Planck'schen Formel für die Energie E eines Photons abgeleitet, die gleich der Frequenz ν mal Plancks Konstante h ist: $E = h \nu$.

Die Ableitung folgt einem Gedankenexperiment von Brukner und Zeilinger [25], aus dem sie schlussfolgerten, *„dass ein einzelnes Teilchen in Youngs Experiment nur der Repräsentant eines bit Information ist – und ... dass die tiefste Grundlage der Quantenmechanik Information ist.“*

Zu diesem Zweck wird das Gedankenexperiment von Brukner und Zeilinger [25] modifiziert: Anstelle von Weg und Interferenz werden Energie und Zeit als Variablen verwendet. Analog zu ihrem Ansatz muss die kontinuierliche Energie durch eine dichotomische Energie ersetzt werden.

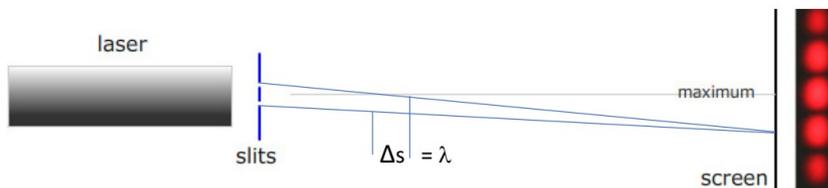
Dies kann erreicht werden, indem eine Lichtquelle verwendet wird, deren Frequenz stochastisch zwischen $\nu/2$ und ν wechselt und die eine so geringe Intensität aufweist, so dass die Emission einzelner Photonen beobachtet werden kann. Für die Frequenzbestimmung wird der klassische Doppelspalt aufgebaut verwendet, bei dem der Fotodetektor so hinter dem Doppelspalt positioniert wird, dass sich die Abstände zu den beiden Schlitzen um eine Wellenlänge λ unterscheiden. Wenn ein Photon diesen Ort erreicht, kann es nur die Energie $E = h \nu$ haben, da kein Photon mit der Frequenz $\nu/2$ diesen Punkt erreichen kann.

Experimentell besteht dieses Gedankenexperimentes aus dem Doppelspalt, dem Fotodetektor an einem speziellen Ort und einem Photon, das in seiner Eigenwelt die Information 1bit ist. Um diese Information auszulesen, muss die Anwesenheit des Photons am Detektor gemessen werden. Dieser Nachweisvorgang ist identisch mit der Absorption des Photons. Daher kann die Absorption des Photons als Übertragung der Information 1bit vom Photon in seiner Eigenwelt zum Fotodetektor in unserer Welt interpretiert werden.

Youngs Experiment kann wie folgt interpretiert werden: Die Übertragung der Information 1bit von der Eigenwelt des Photons zum Detektor ist der elementare Informationsfluss $i_1 = 1\text{bit}/\Delta t$. Für die Formulierung einer quantitativen Hypothese muss die Zeitdauer Δt dieser Informationsübertragung bestimmt werden.

Doppelspalt-Gedankenexperiment :

Lichtquelle mit zufälligem Frequenzwechsel zwischen ν oder $\nu/2$



Frequenz-Bestimmung:

Photodetektor am Ort des ersten Lichtmaximums für die Frequenz ν . Licht mit $\nu/2$ hätte hier ein Minimum

5.2 Informationsübertragung von der Welt des Photons in die makroskopische Welt.

Das Photon ist in seiner Eigenwelt weder Teilchen noch Welle, sondern die elementare Informationseinheit 1bit. Die Interaktion des Photons mit der makroskopischen Welt beginnt am Doppelspalt. Hier erscheint das Photon als Welle und durchdringt beide Spalte gleichzeitig. Die Laufzeit zwischen dem Doppelspalt und dem Detektor ist wegen der unterschiedlichen Abstände unbestimmt, die Energie wird jedoch durch die spezielle Position des Detektors bestimmt. Die Dauer der Übertragung der Information 1bit vom Photon zum Detektor beträgt $\Delta t = \lambda/c$ und für den elementaren Informationsfluss ergibt sich $i_1 = 1\text{bit } c/\lambda$. Daher kann die Planck'sche Formel für die Energie eines Photons $E = h\nu$ als Planck'sche Konstante h multipliziert mit dem elementaren Informationsfluss i_1 interpretiert werden: $E = h (1\text{bit}) c/\lambda = h i_1$.

5.3 Energiehypothese für einen komplexen Informationsfluss

Für die Übertragung eines komplexen Signals bestehend aus n bit wird der Informationsfluss I zu $I = n i_1$. Da die Übertragung von n bit in der Zeitdauer Δt erfolgt, beträgt das Zeitintervall für jedes bit $\Delta t/n$ und der Informationsfluss wird zu $I = n i_1$.

Das oben beschriebene Gedankenexperiment besteht aus einem Doppelspalt, einem Fotodetektor und 1bit Information in Form eines Photons. Die Absorption des Photons bzw. die Abnahme der Information um 1bit führt zu einer Energiezunahme am Detektor. Entsprechend ist ein positiver Informationsfluss I gleichbedeutend mit einer negativen Energie: $-E = I h$.

Diese Überlegungen führen zu der Hypothese eines verallgemeinerten Energieerhaltungssatzes: Die Summe der Energie E plus einem relativistischen Term $m c^2$ plus einem neuen quantenphysikalischen Term $I h$ ist konstant: $E + m c^2 + I h = \text{konstant}$.

Ein Fluss komplexer Information kann durch die Wiedergabe gespeicherter Information oder durch die Umwandlung reiner Information in einen Informationsfluss erzeugt werden.

Ein Beispiel für Letzteres ist das Schöpferwort Gottes. In der Schöpfung verwandelte Gott seinen ewigen Plan/Wort (griechisch logos) in das gesprochene Wort (griechisch rhema, siehe meinen Artikel: „Informationen in der Bibel und in der Wissenschaft“).

Dieses gesprochene Wort wird auch für *das Wort seiner Macht* verwendet, durch das Gott alles erhält (Hebräerbrief 1,3). Dieses Bibelwort führte mich zu der Idee, dass die dunkle Energie, die von Astronomen gefordert wird, um die beschleunigte Expansion des Universums zu erklären, dieses *Wort seiner Macht* sein könnte.

Der unidirektionale Zeitfluss in unserer Welt ist heute eines der großen Probleme der Physik. Penrose [11] erklärte, dass eine Feinabstimmung von $1/e^{10^{123}}$ notwendig sei, um diesen Zeitfluss zu erklären. Diese Feinabstimmung entspricht einer Information von ca. 10^{123} bit.

Wir werden die Energie abschätzen, die nach der oben beschriebenen Hypothese zu erwarten ist unter der Annahme, dass diese riesige Information durch das Universum fließt. Als Dauer dieses Informationsflusses wählen wir das Alter des Universums. Das Plancksche Wirkungsquantum h multipliziert mit der Information 10^{123} bit und geteilt durch fast 14 Milliarden Jahre ergibt die resultierende negative („dunkle“) Energie. Geteilt durch das Volumen des beobachtbaren Universums folgt eine Energiedichte von ca. 10^{-15} Joule/cm³, was etwa den astronomischen Beobachtungen entspricht.

Eine negative („dunkle“) Energiedichte wirkt sich als Druck aus. Dieser Druck soll die beobachtete, beschleunigte Expansion des Universums verursachen.

5.4 Möglichkeit einer experimentellen Überprüfung der Hypothese

Ein experimentelles Modell negativer („dunkler“) Energie scheint möglich zu sein, indem die Abstoßungskraft F zwischen zwei Glasfasern gemessen wird, durch die der Informationsfluss $I_{\text{flux}} = 20$ Tbit/s fließt [26].

Die Kraft F ist $F = (E/d) n$, wobei $E = I_{\text{flux}} h$ das Energieäquivalent des Informationsflusses ist; n ist die Anzahl von bit in einer Glasfaser mit der Länge $l = 1$ m und dem Durchmesser $d = 10^{-6}$ m. Mit diesen Parametern würde die zu erwartende Kraft $F = 1,3$ nN betragen.

Ein Kraftmessgerät wurde von der PTB (Physikalisch Technische Bundesanstalt) [27] entwickelt mit einem Messbereich für die Kraft F_m : $0,1 \text{ pN} \leq F_m < 10 \text{ } \mu\text{N}$ und der Messunsicherheit von 10^{-3} bei 1 nN.

Eine experimentelle Überprüfung der hypothetischen Äquivalenz zwischen Energie und Informationsfluss ist notwendig als nächster Schritt auf dem Weg, der zu einem besseren Verständnis des Bewusstseins sowie zu einer Theorie der Information im Zusammenhang mit der Physik führen könnte. Shannons Theorie [28] beschreibt nicht die Natur der Information sondern nur die Informationsübertragung.

Literatur

- 1) Nagel, T.: Mind and Cosmos: Why the Materialist Neo-Darwinian Conception of Nature Is Almost Certainly False. Oxford University Press, (2012). ISBN: 978-0-19-991975-5
- 2) Popper K.: Three worlds, The Tanner Lectures on Human Values, University of Michigan, (1978)
- 3) Penrose R.: The Road to Reality, Vintage, New York, (2007) ISBN 978-679-77631-4
- 4) Weizsaecker, C.-F.: Die Einheit der Natur (p.363). dtv, München (1974).
- 5) [Einstein, Albert](#) (1905). "[Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt](#)" *Annalen der Physik*.
- 6) Zeilinger A. A Foundational Principle for Quantum Mechanics. *Foundations of Physics*, 29,

(1999) 631-643.

7) Penfield W.: *The Mystery of the Mind: A Critical Study of Consciousness and the Human Brain*, Princeton University Press, (1975), ISBN 0-691- 02360-3

8) Beck F. and J.C. Eccles: *Quantum effects of brain activity and the role of consciousness in Eccles J.C. How the Self controls its Brain*, Springer Berlin Heidelberg New York, (1994), ISBN 3- 540-56290-7

9) Stapp H.: *Quantum Theory and the Role of Mind in Nature"*. *Found. of Phys.* (2001) 31 (10) 1465– 1499

10) Hameroff, S.R. and R. Penrose: *Conscious events as orchestrated space-time selections*, [Journal of Consciousness Studies](#), (1996) V olume 3, Number 1, pp. 36-53

11) Gauger E., Rieper E., Morton J. J. L., Benjamin S. C., Vedral V.: *Sustained quantum coherence and entanglement in the avian compass*. Available online at:

<http://arxiv.org/abs/0906.3725> 10.1103/PhysRevLett. (2011).106.040503,

12) Eccles J.C.: *How the Self controls its Brain*, Springer Berlin Heidelberg New York, (1994), ISBN 3-540-56290-7

13) Penrose R.: *The Emperor's New Mind*, Oxford University Press, (1989)

14) Penrose R. and S. Hameroff :"[Consciousness in the Universe: Neuroscience, Quantum Space- Time Geometry and Orch OR Theory](#)". *Journal of Cosmology* (2011) 14

15) [Stanford Encyclopedia of Philosophy](#): *Quantum Approaches to Consciousness*, (2011) <http://plato.stanford.edu/index.html>

16) Lommel P. et al: *Near Death Experience In Survivors of Cardiac Arrest: A Prospective Study in the Netherlands*, *THE LANCET* (2001) Vol 358 , 2039-45),

17) Lommel P.: *ABOUT THE CONTINUITY OF OUR CONSCIOUSNESS, "Brain Death and Disorders of Consciousness"*. Machado, C. and Shewmon, D.A., Eds. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic/ Plenum Publishers, *Advances in Experimental Medicine and Biology Adv Exp Med Biol.* (2004) 550: 115-132,

18) Parnia S. et al.: *AWARE—AWAreness during REsuscitation—A prospective study*, *Resuscitation*, (2014) Volume 85, Issue 12, Pages 1799–1805

19) Parnia S.: *Death and consciousness--an overview of the mental and cognitive experience of death*, *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1330 (2014) 75–93, New York Academy of Sciences.

20) Parnia et al. *AWAreness during REsuscitation - II: A multi-center study of consciousness and awareness in cardiac arrest*, *Resuscitation* Volume 191, October 2023, 109903.

21) Schwartz, J. H. Stapp and M. Beauregard: *Quantum physics in neuroscience and psychology: a neurophysical model of mind–brain interaction*. *Phil. Trans. R. Soc. B* (2005) 360, 1309–1327

22) Zeilinger A.: *The message of the quantum*. *NATURE*, (2005) Vol 438,8 December

23) Laughlin R.: *A Different Universe, Reinventing Physics from the Bottom Down*. Basic Books, New York (2005).

24) Wheeler, J. W. and Ford K. *Geons, Black Holes & Quantum Foam; a Life in Physics* (pp.340- 341). Norton & Co, New York, London (1998)

25) Brukner, C. and A. Zeilinger: *Young's experiment and the finiteness of Information*. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* (2004) A 360, 1061-1065,

26) Hao Hu et.al. (2018) *Single-source chip-based frequency comb enabling extreme parallel data transmission* <https://doi.org/10.1038/s41566-018-0205-5>

27) <https://www.ptb.de/cms/en/ptb/fachabteilungen/abt5/fb-51/ag-511/nanoforce-measurement-technique/about-nano-force-standard-device.html>

28) Shannon C.E.: *A Mathematical Theory of Communication*. *The Bell System Technical Journal*, (1948) Vol. 27, pp. 379–423, 623–656.

(2025-01)