

Abstract

Dieses Papier untersucht die Idee, dass das Universum eine virtuelle Realität ist, aufgebaut auf Informationsprozesse und vergleicht diese sonderbare Idee mit den Entdeckungen der modernen Physik über die physikalische Welt. Das Konzept der Virtuellen Realität ist uns vertraut aus den Online-Welten, aber unsere Welt als virtuelle Realität ist gewöhnlich eher Gegenstand von Science-Fiction als von Wissenschaft. Dennoch kann diese Welt logischerweise auch eine Informations-Simulation sein, die auf einem Multi-dimensionalen Raum-Zeit Gefüge läuft. Wenn der Kern des Universums Information ist, dann sind Materie, Ladung, Energie und Bewegung Aspekte von Information und die meisten Erhaltungssätze der Physik können auf einen einzigen Erhaltungssatz der Information zurückgeführt werden.

Wenn das Universum eine virtuelle Realität wäre, wäre seine Entstehung durch den Urknall nicht länger paradox, denn jedes virtuelle System muss booten.

Ob die Welt eine objektive oder eine virtuelle Realität ist, es ist Gegenstand der Wissenschaft, dieses zu entdecken. Moderne Informations-Wissenschaft kann die Herkunft der grundlegenden physikalischen Eigenschaften wie Raum, Zeit, Licht, Materie und Bewegung durch Informationsprozesse erklären. Dieser Denkansatz kann Relativitäts- und Quantentheorie miteinander versöhnen. Die Relativitätstheorie erklärt wie Informationsverarbeitung die Raum-Zeit aufspannt und die Quantentheorie erklärt wie Materie und Energie erzeugt werden.

Schlagworte: Digitale Physik, Virtuelle Realität, Informationstheorie

Moderne Computerspiele zeigen das Informationsprozesse virtuelle „Welten“ erschaffen können, mit ihrer eigenen Zeit, Raum, Gesetzen und Objekten wie „The Sims“. Dass unsere Physische Welt eine Virtuelle Realität (VR) ist, ist normalerweise nur Betrachtungsgegenstand von Science Fiction, Religion oder Philosophie, nicht Gegenstand physikalischer Theorien. Hier wird vom Leser ein offener Geist gefordert, der eine Theorie überdenkt, bevor er sie verwirft. In diesem Papier wird hinterfragt, ob eine, aus einer VR Simulation hervor gegangene Welt so beschaffen sein kann, wie die, in der wir leben. Zuerst wird definiert was VR Theorie einschließt, gefragt, ob es logisch möglich ist, dann wird erwogen, ob es die bekannten Fakten besser erklärt als andere Theorien.

Seltsame Physik

Die VR-Theorie erscheint seltsam, ebenso wie andere gegenwärtige Theorien der Physik. Z.B. postuliert die Multiversum-Theorie der Quantenphysik [1], das jede Wahl das Universum in parallele Universen spaltet, so das alles was passieren kann auch wirklich irgendwo passiert, in einem unvorstellbaren „Multiversum“, einem parallelen Universum. Diese Sicht einer Minderheit ist aber überraschend populär. Aber selbst Theorien, mit vergleichsweise großer Akzeptanz sind ebenso seltsam. Guth's Inflations-Modell unterstellt, das unser Universum nur eines von vielen „Universum-Blasen“ ist, die der Urknall [2]erzeugt hat. Die String-Theorie unterstellt, dass die physische Welt 9 Raumdimensionen hat, von denen 6 so eingerollt sind das wir sie nicht sehen können. M-Theorie unterstellt, das unser Universum auf einer 3-dimensionalen Membran liegt die sich zeitlich entlang

einer fünften Dimension bewegt die wir nicht sehen können [3, p177-180].. Das Zyklische Modell postuliert, dass wir in einer von 2 3D-Welten existieren, die kollidieren und sich ausbreiten in einem ewigen Zyklus entlang einer versteckten zusätzlichen Dimension [4]. Gleichermäßen seltsam sind die Ergebnisse von modernen Experimenten der Physik wie Zeitdehnung, Raumkrümmung, Transport von Gebilden und Objekte, die an mehreren Orten zugleich sind. Z.B. auf kosmischer Ebene:

1. Gravitation verlangsamt die Zeit: eine Atomuhr auf einem hohen Gebäude läuft langsamer als eines auf dem Boden
2. Gravitation krümmt den Raum: Lichtstrahlen laufen um die Sonne herum und folgen damit dem gekrümmten Raum
3. Geschwindigkeit verlangsamt Zeit: eine Atomuhr auf einem fliegenden Flugzeug geht langsamer als eine auf dem Erdboden.
4. Geschwindigkeit erhöht die Massen: Wenn man ein Objekt beschleunigt, nimmt ihre Masse zu.
5. Die Lichtgeschwindigkeit ist absolut: Licht, das von einer Taschenlampe auf einem Raumschiff ausgestrahlt wird, welches mit 9/10 der Lichtgeschwindigkeit fliegt, verläßt das Raumschiff mit Lichtgeschwindigkeit.

Die oben genannten Fakten passen nicht in unsere normalen Realitätskonzepte, aber sie sind experimentell bewiesen. Z.B. wurde 1962 eine von zwei synchronisierten Atomuhren mit einem Flugzeug für mehrere Tage herumgeflogen, während die andere am festen Standort auf der Erde blieb. Das Ergebnis war, wie von Einstein vorhergesagt: im Flugzeug war für die Uhr weniger Zeit vergangen als für die stationäre Uhr. Nach der Relativitätstheorie: ein junger Astronaut verläßt seinen Zwilling auf der Erde und kommt nach einem Jahr Reise mit fast Lichtgeschwindigkeit im Weltraum zurück zu seinem Zwillingsbruder an dessen 80tem Geburtstag. Das ist keine theoretische Möglichkeit, sondern etwas, was sich tatsächlich ereignen könnte.

Auf der Quantenebene der Physik ereignen sich noch mehr Seltsamkeiten.

1. Teleportation: Quantenteilchen können „tunneln“, wobei sie plötzlich hinter einer nicht überschreitbaren Barriere erscheinen, die sie eigentlich nicht überwinden können, wie eine Münze, die in einer versiegelten Glasflasche steckt, aber plötzlich außerhalb dieser auftaucht.
2. Auswirkungen, schneller als Licht: Zwei miteinander verschränkte Quanten-Partikel verändern gleichzeitig ihren Zustand, was einem passiert, wirkt sich auch auf den Anderen aus, direkt, ohne Zeitverzögerung, auch wenn sie sich an Orten befinden die Lichtjahre voneinander entfernt sind.
3. Schöpfung aus dem Nichts: Wenn genug Energie vorhanden ist, kann Materie plötzlich aus dem Nichts entstehen.
4. Gleichzeitige Mehrfachexistenz: Licht, das durch 2 Spalten fällt, erzeugt ein Interferenz-Muster, auch dann, wenn Photonen einzeln abgeschossen werden und

unabhängig von der Zeitverzögerung. Es scheint, als ob ein Quant mit sich selbst wechselwirken kann.

5. Physikalische Auswirkungen ohne Ursachen: Quanten-Ereignisse wie Gamma-Strahlung treten zufällig auf, und es konnte kein physikalischer Grund dafür gefunden werden.

Das sind die seltsamen Ergebnisse von physikalischen Experimenten, die die seltsamen Theorien der Physik antreiben.

Seltsame Theorien

Moderne Physik begann als Maxwell 1900 seine Wellengleichungen veröffentlichte und Einstein 1905 seine spezielle Relativitätstheorie und 1915 die Allgemeine Relativitätstheorie. Trotz der Skepsis der Wissenschaft konnten diese Theorien durch viele Experimente und sinnvolle Prüfungen die Kritiken zurückweisen. Das Eintreten ihrer Vorhersagen verblüffte nicht nur ihre Vertreter, z.B. sagten Fermi's Berechnungen 1933 das Neutrino (ein Teilchen ohne Ladung und Masse) voraus, das erst 1953 bei Kernexperimenten gefunden wurde. Dirac's Gleichungen erforderten in ähnlicher Weise die Anti-Materie, bevor ihre Existenz tatsächlich später bestätigt wurde. Diese und andere erstaunliche Erfolge haben die Theorien der Quantenmechanik und der Relativität von Raum und Zeit zu den Kronjuwelen der modernen Physik gemacht. Sie konnten bisher einfach nicht widerlegt werden. Aber jetzt, ein Jahrhundert später, machen sie noch immer keinen Sinn. Wie Kenneth Ford über die Quantentheorie sagt: „Diese Theorie ergibt keinen Sinn“. „Warum gibt es Quanten?“ fragte John Wheeler und Berichten zufolge sagte Niels Bohr: „Wenn dir der Kopf nicht schwirrt, wenn du über die Quantentheorie nachdenkst, dann hast du sie nicht verstanden.“ Richard Feynman... der die Quantenmechanik besser verstand als sonst jemand, schrieb: „Meine Physikstudenten verstehen sie auch nicht und zwar, weil ich sie nicht verstehe ...“ [5, p98]

Ähnliche Aussagen können über die Behauptung der Relativitätstheorie, das Raum und Zeit dehnbar sind, gemacht werden. Vielleicht erstmals in der Geschichte der Wissenschaften glauben die Vertreter der Physik einfach selbst nicht was die herrschenden Theorien ihres Fachgebiets aussagen. Sie akzeptieren sie als mathematische Aussagen, die korrekte Antworten geben, aber nicht als konkrete Beschreibungen der Wirklichkeit. Dies ist letztendlich eine ungewöhnliche Sachlage. Es liegt nicht an dem mangelnden Nutzen, da diese Theorien die Anwendungen der modernen Physik durchdringen, von Mikro-Computern bis zur Weltraum-Forschung. Nach einigen Schätzungen beruhen 40 % der US Produktivität auf Technologien, die sich aus der Quantentheorie ableiten, einschließlich Handy, Transistoren, Laser, CD Player und Computer. Dennoch nutzen Physiker die Quantentheorie weil sie funktioniert, und nicht weil sie Sinn ergibt:

„... Physiker, die jeden Tag mit dieser Theorie arbeiten, wissen nicht so recht, was sie davon halten sollen. Sie füllen Tafeln mit Quanten-Kalkulationen und erkennen an, dass es die möglicherweise mächtigste Theorie ist, die je entwickelt wurde und von der die genauesten Voraussagen getroffen werden. Aber... der

tatsächlichen Vorstellung, das sie wirklich wahr ist, als Beschreibung der Natur, wird mit Zynismus, Unverständnis und Unmut begegnet.[6]

Es gibt keinen Bedarf nach mehr Anwendungen und Beweisen, sondern nach Verständnis. Physiker verstehen die Mathematik, aber sie können ihr praktisches Wissen über die Welt nicht dazu in Beziehung setzen. Z.B. sind die Theorien zwar nützlich aber nicht einleuchtend. Physik hat Theorien die funktionieren, aber keinen Sinn ergeben. Z.B. Feynman beobachtete, das ein Elektron, das von A nach B wandert, das auf allen möglichen Wegen gleichzeitig tut. Seine Pfadintegrale-Theorie stellt die Mathematik für diese Berechnungen bereit und sie trifft konkrete Voraussagen, die funktionieren. Dennoch, während die meisten wissenschaftlichen Theorien das Verständnis wachsen lassen, scheint diese Theorie Verständnis zu unterwandern. Wie kann ein Elektron gleichzeitig auf allen möglichen Wegen zwischen zwei Punkten reisen? Ist die Theorie nur ein mathematisches Werkzeug und keine Beschreibung der Wirklichkeit?

Ironischerweise widersprechen Relativitäts- und Quantentheorie nicht nur dem was wir von der Welt wissen, (oder denken, wir wissen) sondern auch einander. Jede hat ihren Bereich – RT beschreibt große Raum-Zeit-Ereignisse und QT beschreibt kleine subatomare Ereignisse. Jede Theorie funktioniert perfekt in ihrer eigenen Sphäre, aber sie zu kombinieren erzeugt Widersprüche. Z.B. Relativität erfordert, das nichts schneller als Licht sein kann, aber im Quantenbereich beeinflussen verschränkte Teilchen einander kontinuierlich über jede Distanz innerhalb des Universums, weshalb Einstein von „geisterhaftem Eingriff aus der Ferne“ sprach.

Wie Green sagte: „das Problem ... ist; wenn die Gleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie mit denen der Quantenmechanik gemischt werden, ist das Ergebnis ein Desaster. [7, p15]

Ein Symptom des logischen Scheiterns der modernen theoretischen Physik ist, das nach einem Jahrhundert des erfolgreichen Gebrauchs und Experiments, auch einfache Versionen von gewöhnlichen Theorien nicht reif für die Lehre in den weiterführenden Schulen sind, vielleicht weil es schwierig ist, etwas zu unterrichten, an das man nicht glaubt. Physiker haben das Problem eingegrenzt, indem sie einen mathematischen „Zaun“ darum errichtet haben wie eine Art Quarantäne:

„... wir haben die Quantenphysik in eine „Black Box“ gesperrt, mit der wir umgehen und arbeiten können ohne zu wissen was darin vor sich geht.“ [8]
(Preface, p x).

Relativität und Quantentheorie werden zu Zauberstäben, mit denen Physiker umgehen, um Vorhersagen über das Universum zu treffen, aber wie oder warum die mathematischen Zaubersprüche funktionieren ist unbekannt. Manche argumentieren pragmatisch, dass es nichts ausmacht – wenn die Mathematik stimmt, was brauchen wir mehr? Aber andere denken, dass eine Erklärung überfällig ist, da schließlich diese Formeln das Wesen der Wirklichkeit beschreiben. *„Viele Physiker glauben, dass manche Gründe für die Quantenmechanik auf die Entdeckung warten.“ [5, p98]*

Man kann Quanten- und Relativitäts-Effekte nicht in die skuriele Ecke der Physik verbannen, weil diese Theorien in vieler Hinsicht moderne Physik sind. Die Quantentheorie regiert die atomare Welt aus der die sichtbare Welt hervorgeht. Spezielle und allgemeine Relativität regiert den Kosmos der weiten Sternwelt welche unsere Welt umgibt und enthält. Zwischen diesen zwei Polen, ist alles was wir sehen und wissen über die physische Welt eingeschlossen. Es ist unakzeptabel, dass diese Theorien sich dem gesunden Menschenverstand verschließen, obwohl sie mathematisch korrekt sind, während moderne Physik eine physische Welt beschreibt, in der Information zunehmend zentraler wird. VR-Theorie erscheint hinter Sherlock Holmes Grundsatz: „... wenn du ausgeschlossen hast was unmöglich ist, ist, was immer übrig bleibt, so unwahrscheinlich es auch scheint, es muss die Wahrheit sein“. Laßt uns das Undenkbare aussprechen: die „Reale Welt“ ist eine Virtuelle Welt.

Das Axiom der VR

Obwohl es gemeinhin niemand glaubt, die Idee, das die Welt eine VR ist, hat eine lange Tradition. Vor mehr als 2000 Jahren dachte Pythagoras, das Zahlen die nicht materielle Grundlage der physischen Welt erzeugen. Der Buddhismus sagt, die Welt ist eine Illusion und der Hinduismus betrachtet sie als Gottes „Spiel“ oder Lila, während Plato's Höhlengleichnis unterstellt, das die Welt, die wir sehen, wie Schatten an der Höhlenwand sind, die nur die Wirklichkeit reflektieren ohne sie selbst zu sein. Genauso fühlte Plato „Gott geometrisiert“ und Gauss glaubte das „Gott rechnet“ (Svozil, 2005). Beide argumentierten das göttlicher Geist in den mathematischen Naturgesetzen aufscheint. Blake's Darstellung „Der Alte der Tage“ zeigt wie dieser die Welt mit dem Zirkel vermisst. Zuse drückte als Erster dieses Konzept in modernen wissenschaftlichen Begriffen aus und unterstellte, das der Raum rechnet[9]. Seitdem haben auch andere Wissenschaftler diese Idee in Betracht gezogen [10-16].

Eine VR wird hier erwogen als eine Realität, erzeugt durch Informationsverarbeitung und so kann sie per Definition nicht unabhängig in und aus sich selbst existieren, weil sie diese Verarbeitungsprozesse zu ihrer Existenz benötigt. Wenn die Verarbeitung stoppt, hört auch die VR auf zu existieren. Im Gegensatz dazu ist eine objektive Realität einfach nur da, und es bedarf nichts um sie zu erhalten. So gibt es zwei Hypothesen über unsere Realität:

1. **Die objektive Realitäts-(OR) Hypothese:** das unsere physische Realität eine objektive Realität ist, die in und aus sich selbst existiert und die, da sie in sich geschlossen ist, nichts außerhalb ihrer selbst zu ihrer Erklärung benötigt.
2. **Die virtuelle Realitäts-(VR) Hypothese:** Das unsere physische Realität eine VR ist, die auf Informationsverarbeitung beruht, die außerhalb ihrer selbst stattfinden müssen.

Wie auch immer die persönliche Meinung ist, diese beiden Ansichten sind klar gegensätzlich. Wenn die Welt eine OR ist, kann sie nicht virtuell sein, und wenn

sie eine VR ist, kann sie nicht objektiv sein. Beide Ansichten schließen einander aus. Jede Hypothese zieht ihre Schlußfolgerungen, z.B. OR unterstellt, dass das Universum als Ganzes beständig ist, da es keinen Ursprung und keinen Abschluss hat. Das schießt die Art von physikalischen Aussagen ein, zu denen die Quantentheorie im Widerspruch steht. Zum Beispiel:[17]

1. Objekt-Lokalität: Dinge existieren an einem Ort, der ihre möglichen Interaktionen beschränkt.

2. Reales Objekt: Dinge haben ihnen zugehörnde Eigenschaften ihrer Existenz die sie von einem zum anderen Moment behalten und die ihr Verhalten bestimmen, unabhängig von der Messung.

Um die Tiefe des Gegensatzes darzustellen, bedenke das elementare Axiom von Lee Smolin's neuestem Buch:

„Es gibt nichts außerhalb des Universums“ [18 p17].

Es wird oft angenommen, dass das Gebäude der Wissenschaft auf dieser anscheinend selbstverständlichen Aussage beruht. Dennoch ist es genau diese Aussage, der die VR-Theorie widerspricht. Tatsächlich kann das Haupt-Axiom der VR Theorie eben durch die Umkehrung von Smolin's Axiom ausgedrückt werden:

Es gibt nichts in unserem Universum, das aus und durch sich selbst existiert.

Dieses Axiom entsteht weil ein VR Prozessor logischerweise nicht Teil des auf ihm laufenden Programms sein kann. Die VR kann nicht starten, wenn kein Prozessor existiert, auf dem sie laufen kann. Jede VR Welt muss folglich per Definition Dimensionen außerhalb ihrer selbst haben. Viele Physikalische Theorien wie String-Theorie, unterstellen bereits das unsere Welt zusätzliche Dimensionen enthält, die aus verschiedenen Gründen aber jetzt „aufgerollt“ und damit für uns nicht zu sehen sind. Im Gegensatz dazu müssen die zusätzlichen Dimensionen der VR-Theorie außerhalb der VR Welt sein. Aber was ist der Unterschied zwischen unauffindbaren Dimensionen die sich „in der Welt“ befinden und welchen die „außerhalb der Welt“ sind? Beide sind nicht verifizierbar, darum bevorzugt die Wissenschaft keine der beiden Ansichten. Zu unterstellen, dass die Welt virtuell ist, widerspricht der Wissenschaft nicht, sondern gibt ihrem Hinterfragen neuen Schwung. Wissenschaft ist eine Methode Fragen zu stellen, nicht ein Bündel von Realitäts- Vermutungen [19]. Wissenschaftler sind angehalten zu fragen ob etwas tatsächlich so sein könnte. Die einzige Beschränkung ist, dass die Frage durch das Feedback, das die Welt zurückgibt, mit Hilfe einer anerkannten Forschungsmethode überprüft werden kann. Wissenschaft fordert keine objektive Welt, nur Informationen, um die Theorien testen zu können, die VR leicht bereitstellen kann. Die Wissenschaft kann mit dem VR-Welt Konzept nicht nur in Einklang gebracht werden, es kann die Wissenschaft auch unterstützen.

Kann eine Virtuelle Realität real sein?

Widerspricht es nicht dem gesunden Menschenverstand, das eine Welt, die uns so real erscheint, eine virtuelle Realität ist? Philosophen wie Plato haben schon lange verstanden das die Realität der Wirklichkeit nicht nachweisbar ist [20]. Bischof Berkeley's Solipsismus argumentierte das ein Baum, der im Wald fällt, kein Geräusch macht, wenn niemand da ist, der es hört. Von Dr. Johnson wird gesagt das er die Idee, das die Welt von Geist erzeugt wird, seiner Meinung nach widerlegt hat, indem er mit seinem Zeh an einen Stein gestoßen ist. Allerdings behauptet die VR Theorie nicht das die Welt für ihre Bewohner nicht real ist, sondern nur das sie nicht objektiv real ist.

Um den Unterschied klar zu stellen nehmen wir an, dass Informationsverarbeitung in einer Welt eine 2te virtuelle Welt erschafft. Für einen Beobachter in der 1ten Welt sind Ereignisse in der virtuellen Welt „nicht real“, aber für den Beobachter in der virtuellen Welt sind virtuelle Ereignisse so real wie sie nur sein können. Wenn ein virtuelles Gewehr einen virtuellen Mann verwundet, sind die Schmerzen für den Virtuellen Mann „real“. Dass die Welt berechnet ist, bedeutet nicht das sie keine „Realität“ hat. Ihre Realität ist bloß bezogen auf sie selbst. In einer virtuellen Realität, schmerzen angestoßene Zehen und machen fallende Bäume auch dann ein Geräusch, wenn niemand anwesend ist. Realität ist relativ zum Beobachter. Analog dazu: Ein Tisch ist „solide“ wie unsere Hand, weil beide aus denselben Atomen gemacht sind. Für ein Neutrino ist der Tisch so durchlässig wie ein Geist, durch den es ebenso fliegt, wie durch die gesamte Erde. Dinge sind auf die gleiche Art wirklich für einander, so das von der Welt selbst zugemessen wird was zueinander „real“ ist. Zu sagen eine Welt wäre virtuell, unterstellt nicht, dass sie für ihre Bewohner unreal ist, nur das diese Realität nicht objektiv real ist, sondern nur in Bezug auf ihre Bewohner.

Der Science-Fikton-Film The Matrix zeigt wie eine berechnete Realität ihren Bewohnern real erscheinen kann (so lange sie in ihr sind). Das war möglich weil die Menschen in der Matrix ihre Informationen über die Welt nur gezielt empfangen haben, genauso wie wir unsere erfahren. Dennoch stellt dieser Film nicht die VR Theorie dar, weil die Matrix von Maschinen in der physischen Welt erzeugt wurde und Matrix-Bewohner in eine „reale“ Welt flüchten konnten. Z.B. die physische Welt unterstellt es sei eine „Grenzlinie“ „der Realität“. Im Gegensatz dazu nimmt dies die VR-Theorie nicht an. Sie sagt nur dass unsere Realität nur lokaler Natur ist, z.B. abhängig von Prozessen außerhalb ihrer selbst. Dennoch zeigt der Matrix-Film korrekt, das eine virtuelle Welt als solche nicht zwingend offensichtlich ist.

„Möglicherweise sendet die große Computersimulation, in der wir alle verlinkt sind, ein Signal von Schmerz wenn wir einen imaginären Fuß an einen imaginären Stein treten. Vielleicht sind wir Charaktere in einem Computerspiel, gespielt von Aliens“ [6, p131]

Wie auch immer, Hawking's nächster Satz war, „Spaß beiseite, ...“ überdenken wir logisch ob unsere Welt virtuell sein könnte. Diese Vorstellung funktioniert für unsere Sicht aber nur als Scherz, in dem auch Aliens vorkommen.

Annäherung an die virtuelle Realität.

Gegenwärtige Physik nähert sich der VR Theorie auf drei Wegen:

1. Berechenbares Universum Hypothese: Das unsere physische Realität durch Informationsverarbeitung simuliert werden kann, die berechenbar ist.
- 2.. Berechnende Universum Hypothese: Das unsere Physische Realität in gewissem Maße Informationverarbeitung für ihre Prozesse benötigt.
3. Berechnetes Universum Hypothese: das unsere physische Realität von Informations-Prozessen geschaffen wird, die außerhalb der Welt laufen, die wir sehen.

Die *Berechenbares-Universum-Hypothese* sagt aus, dass die physikalische Realität **durch Informationsverarbeitung simuliert werden kann** [14]. Berechenbar meint hier nicht deterministisch, Berechnungen können wahrscheinlichkeitstheoretisch sein, es meint auch nicht mathematisch bestimmbar, denn nicht alle bestimmbare Mathematik ist auch berechenbar. Z.B. eine unendliche Reihe. Viele Wissenschaftler akzeptieren, dass das Universum theoretisch berechenbar ist. Nach der Church-Turing-These der theoretischen Informatik gibt es für jedes bestimmbare Ergebnis ein endliches Programm, das seine Simulation möglich macht. Wenn unser Universum durch Naturgesetze beschrieben werden kann, wenn auch nur wahrscheinlichkeitstheoretisch, dann könnte ein Programm das theoretisch auch simulieren. (Allerdings könnte dieses Programm dann größer sein als das Universum selbst.) Diese Hypothese sagt nicht das das Universum ein Computer ist, aber das es von einem simuliert werden könnte. D.h.: es widerspricht nicht der objektiven Realität.

Die *Berechnendes-Universum-Hypothese* sagt aus dass die physikalische Realität des Universums **informationsverarbeitende Algorithmen benutzt** um die Realität zu konstruieren, z.B. in Form von quantenmechanischen Formeln. Unterstützer dieser Ansicht sind in in der Minderzahl, aber ihr gehören auch Mainstream Physiker wie John Wheeler an, dessen Phrase „It from Bit“ unterstellt, dass Objekte („it“) sich irgendwie von Information herleiten. Informationsverarbeitung modelliert aber nicht nur das Universum, sie erklärt es [21]. Während die Ergebnisse einer Computersimulation mit der physischen Welt vergleichbar sind, beruht die vom Computer erzeugte Realität auf der Informationsverarbeitung innerhalb des Computers. D.h. die Letzte ist eine Theorie über die Welt wie sie wirklich funktioniert. Die Welt ist eben nicht wie ein Computer, sie ist ein Computer.

Die *Berechnetes-Universum-Hypothese* geht noch etwas weiter, indem sie unterstellt, dass die physikalische Realität von externen Informationsprozessen **erzeugt wird**, was der oben präsentierten VR-Hypothese entspricht. Die physikalische „reale“ Welt ist der Output des Computers, im Gegensatz zu dem Computer-Prozess. Unterstützer dieser „Starken“ VR-Theorie gibt es nur einige [10], keinen im physikalischen Mainstream.

Eine viel geäußerte Kritik an der Berechnetes-Universum-Hypothese ist das wir „... keine Chance zur Erkenntnis der Hardware haben, auf der eine solche Software läuft. So haben wir auch keine Möglichkeit die tatsächliche Physik dieser Realität zu verstehen.“ [22]. Das Argument lautet, das diese These unwissenschaftlich ist und verworfen werden sollte, weil diese Virtualität eine Realität voraussetzt, die nicht überprüft werden kann. Jedoch entstellt das die VR-Theorie, welche keine andere Hardware-Dimensionale voraussetzt. Es ist aber eine Theorie über diese Welt, nicht über andere Welten, die wir nicht kennen können. Der scheinbare Gegensatz ist, dass diese Welt eine objektive physikalische Realität ist. Nicht zu beweisende Spekulationen über andere virtuelle Universen [23], oder dass das Universum „abgespeichert“ und „wiederhergestellt“ [11] werden könnte, oder das unsere virtuelle Realität von einer anderen VR [24] erzeugt werden kann, fallen nicht in den Bereich der VR-Theorie, wie sie hier vorgestellt wird. Ferner ist die Theorie, das die Welt eine objektive Realität ist, genauso unbeweisbar wie die Theorie, das sie eine virtuelle Realität ist. Es ist inkonsequent eine neue Theorie zu verwerfen weil sie unbeweisbar ist, wenn akzeptierte Theorien in „genau dem selben Boot sitzen“ (das also für akzeptierte Theorien genauso gilt)

Die drei oben genannten Hypothesen kumulieren, weil die Wahrheit der Vorherigen die Voraussetzung für die Wahrheit der Nachfolgenden ist. Wenn das Universum nicht berechenbar ist, kann es keine Berechnungen für seine Ereignisse benutzen, und wenn es nicht mit Berechnungen arbeitet, kann es keine berechnete Realität sein. Daher ist VR-Theorie widerlegt, wenn jemand nicht berechenbare Physik findet. Wenn Realität Dinge tut, die Informationsprozesse nicht können, dann kann die Welt nicht virtuell sein, dieses würde die Objektive-Realitäts-Hypothese unterstützen. Obwohl es einige nicht berechenbare Algorithmen in der Mathematik gibt, scheint alle bekannte Physik berechenbar zu sein.

Die oben genannten drei Hypothesen stellen ein „glitschiges Gefälle“ dar, so dass jemand, der akzeptiert das physikalische Realität *berechenbar* ist, sie ebenso *berechnend* findet und wenn sie

berechnend ist, dann ist sie auch *berechnet*, d.h. virtuell. Oberflächlich betrachtet scheint die Berechnendes-Universum-Hypothese die beste Betrachtung der Welt abzugeben. Die Kombination von einem objektiven Universum und Informations-Prozessen. z.B. sagt Deutsch:

„Das Universum ist kein Programm, das irgendwo anders läuft. Es ist ein universeller Computer, und es ist nichts außerhalb seiner.“ [25]

Dennoch, wenn die physikalische Welt ein Universeller Computer ist, außerhalb dessen nichts ist, was berechnet er dann? Was ist z.B. der Output des Sonnen-Systems? Während der Geist eine Menge Input und Output verarbeitet, wie ein Computer, tut der Großteil der Welt das nicht [21]. Oder, wenn die physische Welt der Output des Computers ist, auf welchen Prozessen beruht sie dann? Damit, dass das Universum rechnet, erzeugt es ein sich selbst aufrufendes Paradoxon [26]. Das physikalische Prozesse, wie sie in der physikalischen Welt auftreten, der Grund für die Erzeugung eben dieser physikalischen Welt sind, ist eine sich selbst bewirkende Ursache, die unlogisch ist. Ein Universum kann sich nicht selbst erschaffen, so wie ein Computer sich nicht selbst herstellen kann. Das physikalische Universum kann nicht beides sein, ein Computer und seine Berechnungen. Wenn die physikalische Welt von Informationsprozessen generiert wird, wie die Berechnungen der modernen Physik nahelegen, dann kann dieser Prozess nicht innerhalb der physikalischen Welt stattfinden, d.h. er muss irgendwo anders stattfinden. Die Berechnendes-Universum-Hypothese bricht unter der Prüfung zusammen, zugunsten einer Berechnetes-Universum-Hypothese, d.h. zugunsten der VR-Theorie. Es gibt also nur zwei unterschiedliche theoretische Alternativen – Objektive Realität und Virtuelle Realität.

Voraussetzungen der virtuellen Realität

Wenn da jemand vorhätte eine VR zu erzeugen, die die Beschaffenheit unserer Welt hat, was wären die Voraussetzungen dafür? Zunächst muss **der Informationsprozess konstant aufrecht erhalten werden**: *In allen Welten arbeiten die Informationsprozesse auf die gleiche Art und Weise*, d.h. Informationsprozesse in unserer Welt umfassen diskrete (diskontinuierliche) Ein- und Ausgabe, berechenbare algorithmische Prozesse und begrenztes Gedächtnis und Entwicklung. Also arbeitet die VR vermutlich ebenso. Andere Voraussetzungen schließen ein:

1. **Begrenzte Entwicklungs-Bereitstellung**: *das der Prozess, der eine VR erzeugt die wie unsere Welt beschaffen ist, stellt ihre Entwicklung in begrenzten Beträgen bereit*. Abgesehen von der Tatsache das wir kein Konzept haben was „unbegrenzte“ Entwicklung/Bereitstellung meint, unterstellt begrenzte Bereitstellung, dass jede Portion von Materie, Zeit, Energie und Raum eine begrenzte Informations-Kapazität hat: *„... kürzliche Beobachtungen begünstigen kosmologische Modelle mit unüberwindbaren Obergrenzen, sowohl an Informationsgehalt, als auch an Informationsprozessen.“* [27 ,p13] Während der Bedarf an Rechenleistung für den Betrieb eines Universums enorm ist, es ist nicht unvorstellbar. D.h. Bostrom argumentierte dass alle menschliche Geschichte von weniger als 10^{36} Berechnungen simuliert werden kann und ein Computer, groß wie ein Planet, kann 10^{42} Berechnungen pro Sekunde durchführen.[24]

2. **Autonomie** Einmal gestartet, braucht eine VR, die wie unsere Welt beschaffen ist keine weitere Information als Input. Die meisten menschlichen Computer-Simulationen benötigen regelmäßigen Daten-Input um zu funktionieren. In einer virtuellen Welt die wie unsere beschaffen ist, würde ein solcher externer Dateninput ein „Wunder“ darstellen und in unserer Welt sind Wunder rar. Diese VR-Simulation muss aus sich selbst ohne Wunder ablaufen d.h. ohne beständigen Daten-Input.

3. **Gleichbleibende Eigen-Wahrnehmung**. Eine VR, die wie unsere Welt beschaffen ist, muss für ihre internen Beobachter beständig sein. Die meisten menschlichen Computer-Simulationen geben Daten an einen äußeren Beobachter, aber wir sehen unsere Welt von Innen. Wir erkennen die Realität wenn das Licht der Welt mit unseren Augen interagiert, es geschieht also in der gleichen Welt. Um eine virtuelle Realität zu erfassen, wie wir das tun, müssen die Interaktionen konsistent sein für die Beziehungen zu jedem lokalen Beobachter

4. **Berechenbarkeit.** Eine VR, die beschaffen ist wie unsere Welt, muss jederzeit berechenbar sein. Eine begrenzte Verarbeitungsquelle muss sicherstellen, dass keine Berechnung ins Unendliche tendiert, z.B. die Verarbeitungsanforderungen bestimmter Mehrkörperberechnungen explodieren unkalkulierbar. Berechenbarkeit benötigt eine Simulation die solche Unkalkulierbarkeiten vermeidet.

Diese Hauptvoraussetzungen beschränken jedes VR Modell unserer Welt. Ein mögliches Beispiel, bei dem ein solches Modell helfen kann, einige der seltsamen Ergebnisse der modernen Physik zu erklären.

Ein „auf den ersten Blick“-Beispiel, dass die physikalische Welt eine virtuelle Realität ist

Eines der Mysterien unserer Welt ist, das jedes Lichtphoton, jedes Elektron und Quark und ebenso jeder Punkt des Raumes selbst, genau zu wissen scheint, was in jedem Moment zu tun ist. Das Geheimnis ist, dass diese winzigsten Teilchen des Universums, keinen Mechanismus oder Struktur in sich selbst haben, die ihnen solche Entscheidungen möglich machen. Wenn die Welt eine virtuelle Realität ist, verschwindet dieses Problem. Der Ansatz der VR-Theorie kann beispielsweise auch andere gegenwärtige Physik-Probleme beleuchten.

1. *die Erzeugung der Virtuellen Realität.* Eine virtuelle Realität kommt gewöhnlich aus dem „Nichts“. Das passt zu dem was die Big-Bang-Theorie über das Entstehen des Universums sagt. (siehe unten)

2. *Maximale Verarbeitungs-Rate.* Die maximale Geschwindigkeit mit der ein Pixel in einer virtuellen Realität-Spiel den Bildschirm überqueren kann wird begrenzt von der Verarbeitungskapazität des Computers auf dem es läuft. Allgemein gesprochen, eine VR-Welt-schnellste Ereignisgeschwindigkeit wird begrenzt von der Kapazität des Prozessors. In unserer Welt liegt die Geschwindigkeitsgrenze in der Lichtgeschwindigkeit. Dass dies eine Maximalgeschwindigkeit ist, kann die maximale Verarbeitungsgeschwindigkeit reflektieren. (siehe unten).

3. *Digitale Verarbeitung.* Wenn eine Welt virtuell ist, muss alles digitalisiert sein und damit auf kleinstem Level unteilbar. Plank's Entdeckung, dass Licht quantisiert (als Photon) ist, kann dann verallgemeinert werden, nicht nur für Ladung, Spin und Materie, sondern auch für die Raum-Zeit. So vereinzelt Raumzeit vermeidet die mathematischen Unendlichkeiten von kontinuierlicher Raumzeit wie die Schleifenquantengravitäts-Theorie argumentiert. [18]

4. *Nicht-lokale Effekte.* Der Prozess, der die VR erzeugt ist nicht limitiert vom Raum der Welt, z.B. ist kein Punkt auf dem Bildschirm weiter vom CPU entfernt als irgendein anderer Punkt auf dem Screen. Alle Bildschirmpunkte sind im gleichen Abstand zur CPU, so dass VR Prozessor-Effekte die Bildschirm-Distanz ignorieren d.h. nicht-lokal sein können. Wenn unser Universum ein 3-Dimensionaler Bildschirm ist, ist die Verarbeitung gleich weit an allen Punkten des Universums, so wären die nichtlokalen Kollapse der Quantenwellen, solche Effekte.

5. **Prozessor-Lade Effekte.** In einem verteilten Netzwerk belasten Knoten mit einer hohen Verarbeitungslast, die Prozessrate und verlangsamen die Verarbeitung. z.B. wenn viele Anfragen einen lokalen Server beanspruchen, dauert es länger, ein Video herunter zu laden. Gleichermäßen könnte eine hohe Materie-Konzentration eine hohe Verarbeitungsrate darstellen, so dass ein massiver Körper die Verarbeitungsprozesse des Raumes „krümmt“ und Zeit verlangsamt. Gleichermäßen, können schnelle Bewegungen mehr Verarbeitung benötigen und Geschwindigkeiten nahe der Lichtgeschwindigkeit die Raumzeit beeinflussen. Das verursacht Zeitverzögerungen und Raumdehnungen. Relativitäts-Effekte können dann von den lokalen Verarbeitungs-Überlastungen verursacht sein.

6. **Erhaltung von Information.** Wenn in ein System nach seinen Start keine neuen Informationen eingespeist werden, kann es auch keine Informationen verlieren, sonst „läuft es sich tot“. Unser Universum hat sich bisher nicht totgelaufen, trotz unvorstellbarer Mengen an mikroskopischen

Interaktionen über mehr als 14 Milliarden Jahre. Also muss es diese Informationen behalten haben, wenn es aus ihnen besteht. Wenn Materie, Energie, Ladung, Impuls und Spin alles Informationen sind, können alle Erhaltungssätze auf einen reduziert werden. Einstein's Transformation von Materie in Energie ($E=mc^2$) wäre dann einfach die Umwandlungsformel von Information in eine andere Form. Der einzige Erhaltungssatz der VR Theorie benötigt die Erhaltung von Information.

7. Einfache Berechnung. Wenn die Welt aus einem endlichen Informationsprozess hervorgeht, ist es nötig die häufigen Berechnungen simpel zu halten. Tatsächlich ist der Kern der Mathematischen Gesetze, die unsere Welt beschreiben, überraschend einfach. „*Die enorme Nützlichkeit der Mathematik in den Naturwissenschaften grenzt oftmals an ein Mysterium und es gibt keine rationale Erklärung dafür*“ [28]. In der VR Theorie sind Naturgesetze einfach, weil ständig mit ihnen gerechnet werden muss.

8. Schaffung von Wahlfreiheit. Information entsteht durch die Auswahl zwischen Optionen [29]. Eine mechanische oder vorhersehbare Wahl ist keine reale Wahl in diesem Sinn. Einstein akzeptierte nicht, dass Quantenereignisse wirklich zufällig sind. z.B. keine Ereignisse der Gegenwart oder Vergangenheit können sie beeinflussen. Dass ein radioaktives Atom zufällig zerfällt, wann immer es das „will“, war für ihn unakzeptabel, denn es war ein physikalisches Ereignis ohne eine andere physikalische Ursache. Er argumentierte, dass eines Tages Quanteneffekte als, von bislang unbekanntes „verstecktes Eigenschaft“ verursacht, erkannt würden. Wenn jedoch der Grund von Quanteneffekten der VR Prozessor ist, der sich außerhalb der physikalischen Welt befindet, dann gibt es keine versteckten Eigenschaften, die wir einmal finden werden.

9. Gegenseitig bedingte Unsicherheit. In der Newton'schen Mechanik kann man sowohl die Position als auch den Impuls des Objekts kennen, aber für Quanten-Objekte gilt Heisenberg's Unschärferelation, die besagt, dass man beides nicht gleichzeitig wissen kann. Wenn man eines genau weiß, zu 100 %, ist das andere völlig ungewiss. Dies ist keine Messungenauigkeit, sondern eine Eigenschaft der Realität. z.B.. wenn man die Position eines Partikels misst, entfernt diese Messung die Information des Impulses und umgekehrt. Auf einem ähnlichen Weg werden werden VR-„Screens“ typischerweise nur berechnet wenn sie gesehen werden. d.h. wenn eine Interaktion geschieht [12]. Wenn sich gegenseitig ergänzende Eigenschaften denselben Speicherort benutzen, kann das Objekt erscheinen als hätte es entweder Position oder Impuls, aber nicht beides zugleich.

10. Digitale Äquivalenz. Jedes digitale Symbol, das vom selben Programm berechnet wird, ist identisch zu jedem anderen seiner Art, z.B. jedes „a“ auf dieser Seite ist identisch zu jedem anderen weil alle aus demselben Computer-Code hervorgehen. In Begriffen der Computersprache können Objekte „Ausprägungen“ einer generellen Klasse sein. Gleichermaßen ist jedes Photon im Universum exakt identisch zu jedem anderen Photon. Ebenso jedes Elektron, Quark, etc. Während die Objekte die wir sehen individuelle Eigenschaften haben, scheinen Quanten-Objekte wie Photonen alle nach dem gleichen Guss gemacht zu sein. VR-Theorie unterstellt dass dieses so ist, weil alle von der gleichen digitalen Berechnung erzeugt wurden.

11. Digitaler Übergang. Wenn jemand eine digitale Animation ansieht, sieht sie kontinuierlich aus, aber tatsächlich ist sie eine Serie von Zustandsübergängen. z.B. ist ein Film eine Serie von Einzelbildern, die so schnell hintereinander her laufen, dass sie aussehen wie ein kontinuierliches Ereignis. Wenn der Projektor langsamer gestellt wird, dann sieht man eine Serie von Einzelbildern. Quantenmechanik beschreibt Quantenereignisse in gleichem Sinne, als Zustandsübergänge. Diese Übergänge können als Quanten-Tunneln erscheinen, wenn ein Elektron von A plötzlich bei C erscheint, ohne die dazwischenliegende Region B durchquert zu haben die für es eigentlich undurchdringbar wäre. Während das in einer OR schwer zu verstehen ist, würde in der VR Theorie jede Objektbewegung erwartbar in Zustandsübergängen stattfinden.

Jeder einzelne der oben genannten Punkte ist nicht überzeugend, aber zusammen stellen sie das dar, was ein Gericht einen „Indizienbeweis“ nennen würden, der die VR gegen die OR favorisiert. Wenn Zufälligkeiten zunehmen, dann präsentieren sie ein plausibles Argument, wenn nicht gar einen Beweis.

Mehr machtvolle Nachweise kann die VR Theorie leicht erklären, bei welchen die OR große Schwierigkeiten hat. Zwei dieser Fälle werden hier mit mehr Details betrachtet.

Wo kommt das Universum her?

Die traditionelle Sicht auf unser Universum war, das eine OR „einfach ist“ und so auch immer existiert hat. Obwohl sich Teile ändern können, im ganzen ist es in einem „stabilen Zustand“ der immer war und immer sein wird. Die alternative Sicht ist, das das Universum nicht immer existierte, aber an einen bestimmten Punkt entstand, der gleichzeitig Raum und Zeit erschuf. Während des letzten Jahrhunderts, wurden diese beiden Theorien heftig diskutiert und kämpften um die Vormachtstellung innerhalb der Wissenschaft. Befürworter der Steady-state Theorie, einschließlich anerkannter Physiker, dachten, dass die Idee, dass das ganze Universum aus einem einzigen Punkt heraus expandierte, wäre höchst unwahrscheinlich um wahr zu sein. Trotzdem, Hubble's, bei allen Sterne um uns herum, gefundene Rotverschiebung legt nahe, dass das Universum tatsächlich mit Lichtgeschwindigkeit expandiert. So ein expandierendes Universum muss aber von irgendwoher expandieren, also haben die Wissenschaftler die Expansion rückwärts zu ihrer Quelle laufen lassen, einem „Urknall“, dem Beginn unseres Universums vor ca. 15 Milliarden Jahren. Die Entdeckung der kosmischen Hintergrundstrahlung, die durch den Big-Bang entstanden ist, hat diese Theorie, in den Augen der meisten Wissenschaftler, zu großen Teilen bestätigt.

Die dadurch hervorgerufenen Fragen wie „Was existierte vor dem Big-Bang?“ wurden mit „Vor dem Big-Bang gab es weder Zeit noch Raum“ beantwortet. Aber wenn Zeit und Raum plötzlich „erscheinen“ aus keinen anderen Grund als dem Urknall, können sie nicht morgen ebenso wieder verschwinden? Big-Bang Theorie unterstellt ein sich entwickelndes Universum, aber was ist mit Entwicklung ohne die unbeantwortete Frage nach Zeit und Raum? Wenn nichts in unserem Universum aus nichts hervorgeht, wie kann ein ganzes Universum von nichts kommen? Dass unser Universum aus nichts hervorgeht, ist nicht nur unglaublich, es ist unvorstellbar. Man kann dieses Problem einfach darstellen:

1. Was verursachte den Big-Bang?
2. Was verursachte die Ausbreitung des Raumes?
3. Was verursachte den Beginn der Zeit?
4. Wie kann ein Urknall stattfinden wenn da keine Zeit und kein Raum ist?
5. Wie kann Raum verursacht werden wenn da nichts ist, was seine Existenz verursachen kann?
6. Wie kann Zeit starten, wenn da kein Zeitablauf ist, in dem ein Start der Zeit gegeben werden könnte?

Der Urknall widerspricht jeder Theorie die unterstellt das das Universum objektiv real und in sich geschlossen ist. Wie kann eine objektive Realität in und aus sich selbst existieren, hervorgegangen aus nichts? Das Scheitern der Steady-state Theorie des Universums entfernt einen Eckstein der Unterstützung für die OR-Hypothese. Im Gegensatz dazu passt die VR-Theorie gut zum Big-Bang. Keine VR kann schon immer existiert haben, weil sie einen Prozessor benötigt um zu starten. Alle VR starten an einem spezifischen Punkt der Zeit, typischerweise mit einem geballten Zustrom von Information. Immer dann wenn ein Computer ein Spiel startet, oder bootet, geschieht so ein „Urknall“. Aus der Perspektive der virtuellen Welt selbst, ist sie immer aus dem Nichts entstanden, weil vor dem Beginn der virtuellen Welt war tatsächlich keine Zeit und keine Raum, so wie sie *in dieser Welt definiert werden*. Da war nichts relativ zu dieser Welt, weil diese Welt selbst noch nicht existierte. Es ist das Kennzeichen virtueller Realitäten das sie zu einem spezifischen Zeitpunkt in ihre Existenz kommen, mitsamt ihrem eigenen Raum und ihrer eigenen Zeit die dann darin unabhängig von der äußeren Welt abläuft. Bemerke, dass in einer virtuellen Welt kein logischer Grund besteht warum alle initialisierenden Informationen nicht an einem initialisierenden „Punkt“ des willkürlichen

Ortes vorhanden sein sollen, d.h. es gibt keinen Grund warum ein ganzes Universum nicht an einem einzigen Punkt existieren kann. In der VR Theorie ist der Big-Bang einfach der Start, an dem unser Universum „gebootet“ hat.

Der Urknall ist ein akzeptierter Aspekt der modernen Physik der der VR-Theorie entgegenkommt, während das bei der OR-Theorie nicht der Fall ist. Das verdeutlicht, VR/OR Argumente lösen sich per Anschauung experimenteller Daten aus dieser Welt. So wie sich Steady-State versus Big-Bang Theorien durch Forschung gelöst haben, so kann der allgemeinere theoretische Kontrast „virtuell versus objektiv“ gelöst werden. Um zu erkennen, ob die Welt objektiv ist oder virtuell, müssen wir nur prüfen, was die Daten aus der Welt uns erzählen.

Warum hat unser Universum eine Maximalgeschwindigkeit?

Das Interesse des Autors an dieser Tatsache begann mit einer simplen Frage: Warum hat unser Universum eine Maximalgeschwindigkeit? Einstein schloss aus der Beschaffenheit der Welt, dass nichts schneller läuft als das Licht, aber das erklärt nicht, warum die Welt so beschaffen ist. Warum kann ein Objekt nicht unbeschränkt beschleunigen? Warum muss eine Obergrenze der Geschwindigkeit da sein? Wenn Licht wie eine klassische Welle wäre, würde seine Geschwindigkeit auf der Elastizität und Trägheit des Trägermediums beruhen. Wenn Licht durch einen leeren Raum läuft, sollte seine Geschwindigkeit von der Elastizität und Trägheit des Raumes beruhen. Indes, kann ein leerer Raum Eigenschaften haben? Einmal wurde Raum als lichterzeugender „Äther“ betrachtet, durch den sich Objekte bewegen, wie ein Fisch durch Wasser schwimmt. Allerdings würde solch ein Raum einen festen Bezugsrahmen für Bewegung abgeben und 1887 zeigten Michelson und Morley das der Raum nicht so beschaffen ist. Als Einstein schloss das die Lichtgeschwindigkeit absolut war, diskreditierte das die räumliche „Äther“-Idee.

Allerdings hinterlässt dieses ein Problem, namentlich das leere Raum (das Medium das Licht überträgt) „nichts“ war. Mathematische Eigenschaften des leeren Raumes wie Länge, Breite und Tiefe ergeben keine Basis für Elastizität oder Trägheit. Wie können Eigenschaften von einem „Nichts“-Vakuum eine Maximalgeschwindigkeit bewirken? Zu sagen die Lichtgeschwindigkeit definiert die Elastizität des Raumes, argumentiert rückwärts, das Ergebnis bestimmt den Grund. Die Natur des Raumes sollte die Übertragungsraten definieren. Die Lichtgeschwindigkeit sollte dann das Argument bestätigen, aber nicht beginnen. Wenn der „leere Raum“ frei von Objekt-Eigenschaften ist, wie kann es ein „Medium“ sein, das nicht nur Licht überträgt, sondern auch seine Geschwindigkeit begrenzt?

Dieses Paradoxon, wie einige andere, kommen zustande, wenn man annimmt, dass es eine OR gibt. Wenn man annimmt, Objekte existieren in und von sich selbst, muss man ebenso einen Kontext für ihre Existenz annehmen. Die Äther-Befürworter nehmen an, dass Raum (der Kontext) ein „Objekt“ ist wie die Objekte die zu ihm in Bezug stehen, wie beide, Fisch und Wasser physikalische Objekte sind. Einstein zeigte, dass Raum, der Objekte enthält, selbst kein Objekt sein kann, weil er dann in sich selbst existieren würde, was unmöglich ist. Also ersetzte er Raum und Zeit durch ein entsprechend uneingeschränktes Raum-Zeit Konzept.

„... absolute Raum-Zeit ist so absolut für die Spezielle Relativität wie absoluter Raum und absolute Zeit für Newton war...“ [7, p51]

Einstein ersetzte den alten Objekt-Kontext (Raum/Zeit) durch einen neuen Kontext (Raum-Zeit), aber es war noch immer ein Kontext. Wie Newton glaubte er, dass Objekte aus sich selbst existieren, was ihn in Konflikte mit den nicht-lokalen Gleichungen der Quanten-Theorie brachte. Jede Theorie die unterstellt das Objekte unabhängig existieren, muss auch ein entsprechendes Realitätskonzept annehmen, in dem sie existieren. Wenn man solch einen Kontext unterstellt, egal, Raum oder Raum-Zeit, kann er keine solchen Eigenschaften haben wie die Objekte die er enthält. Dennoch die Lichtgeschwindigkeitsgrenze unterstellt, dass Raum, als ein Medium der Übermittlung, Eigenschaften hat. String-Theorie hat dasselbe Problem, weil Strings vermutlich in einem Raum-Zeit Kontext

existieren. Im Gegensatz dazu unterstellt die VR Theorie nichts außer das alles Information ist. Während OR sowohl Raum als auch Zeit oder Beides vermuten muss, braucht VR-Theorie das nicht.

Information, als ein universeller Bestandteil, vermeidet das Problem, dass eine Substanz nicht aus sich selbst existieren kann, weil Informationsverarbeitung „Stapeln“ kann, d.h. das Verarbeitung Verarbeitung erzeugen kann. Das VR Objekte aus Informationsverarbeitung entstehen, steht nicht in Konflikt mit Raum, weil er auf dem selben Weg erzeugt wird. Das virtueller Raum leer ist von „Objekten“, macht ihn nicht notwendig frei von Strukturen, so wie ein leeres Computer-Netzwerk weiterhin Protokolle und Verbindungen zu unterhalten hat. Raum als ein virtuelles Verarbeitungs-Netzwerk zu sehen, unterstützt die moderne Sicht, dass ein leerer Raum nicht „leer“ ist. Außerdem erlaubt es eine maximale Verarbeitungsgeschwindigkeit. Die Lorentz-Transformation unterstellt, dass die maximale Geschwindigkeit, mit der sich Objekte durch die Raum-Zeit bewegen können, der Ausgleich ist, zwischen Raum und Zeit. So das für ein Photon das sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegt die Zeit stillsteht. Wenn beide, Raum und Zeit, aus einer festen Zuteilung der Informationsverarbeitung hervorgehen, dann läppert sich die Summe aller Raum und Zeit Verarbeitung auf zu den vernünftig verfügbaren lokalen Verarbeitungsprozessen. Das unser Universum eine maximale Änderungsrate hat ist eine Tatsache der Physik. VR-Theorie erklärt sie gut, OR kann das nicht.

Beurteilung der VR-Theorie

Mögliche Reaktionen auf diesen ersten Blick der Welt als eine VR enthalten:

1. Täuschung. Man kann den Anforderungen entsprechen die jede Welt stellt, wenn man geeignete Annahmen trifft. So kann immer ein VR Modell gefunden werden, das zu unserer Welt passt. Diese Antwort ist weniger wahrscheinlich wenn das Annahmen für das Modell nur wenige vernünftige sind.
2. Zufall. Die Entsprechungen zwischen VR Theorie und moderner Physik sind glückliche Zufälle. Diese Reaktion ist weniger wahrscheinlich wenn die gefundenen Entsprechungen vielfältig und detailreich sind.
3. Nützlich. Wenn man die Welt unter Bedingungen der Informationsverarbeitung betrachtet, öffnet das neue Perspektiven in der Physik. Diese Antwort ist wahrscheinlicher, wenn die VR Theorie vieles erklärt.
4. Wahrheitsgetreu. Unsere Welt ist aller Wahrscheinlichkeit nach eine VR. Diese Option ist wahrscheinlicher, wenn die VR Theorie erklärt was andere Theorien nicht können.

Während der Leser selbst entscheiden kann wie seine eigene Antwort aussieht, ist es naheliegend, dass VR Theorie eine logische Option ist, die es verdient in Betracht gezogen zu werden, ebenso wie andere seltsame Theorien der Physik. Dass der Kern des Universums Information ist, mag nicht richtig sein, aber es ist eine nützlichen Annäherung an einige der hartnäckigen Probleme der Physik. Kann Wissenschaft von innen beurteilen, ob die Welt eine VR ist? Nehmen wir an, der Computer Code der „The Sims“, eine virtuelle Online-Welt, erzeugt hat, würde so komplex, das einige der Sims in der Simulation zu „denken“ begännen. Würden sie erschließen können, dass ihre Welt eine Virtuelle Welt wäre, oder wenigstens dass es wahrscheinlich so wäre? Wenn simulierte Wesen in einer simulierten Welt über eigenen Gedanken verfügen, wie wir, würden sie ihre Welt sehen wie wir unsere jetzt? Ein virtuelles Dasein kann den Prozess nicht wahrnehmen, der seine Welt erzeugt hat, aber es kann ihn sich vorstellen, wie wir das jetzt tun. Sie können vergleichen, wie eine VR beschaffen sein muss, damit, wie ihre Welt tatsächlich beschaffen ist. Sie können nicht „wissen“, aber sie können eine Wahrscheinlichkeit folgern, wie unsere Wissenschaft das immerzu tut.

Wissenschaft warnt davor Fakten auszuwählen um eine Theorie zu unterstützen. Es benötigt unverfälschte Daten, nicht Daten, die vom Forscher ausgesucht wurden (um seine Theorie zu stützen). Es reicht nicht, dass ausgewählte Computerprogramme wie zelluläre Automaten, ausgewählte

Bestandteile der Welt nachahmen, weil der Forscher sich dann aussuchen kann, was erklärt werden soll. Es gibt keine Notwendigkeit für „eine neue Art von Wissenschaft“ wenn die alte Art gut funktioniert. d.h. man darf nicht die Aspekte der Realität herausuchen, die die VR Theorie erklären soll. Ein Weg diese Falle zu vermeiden ist, den Kern der Physik von den ersten Prinzipien abzuleiten. z.B. mit den Eigenschaften des Rechnens und daraus Grundsätze wie Raum, Zeit, Licht, Energie, Elektronen, Quarks und Bewegung abzuleiten. Dieses würde nicht nur einzelne Ereignisse der Welt erklären sondern seinen funktionsfähigen Kern. Dieser Ansatz, vorauszusetzen VR Theorie sei wahr, und dann „der Logik folgen“ bis sie sich als falsch erweist, hat sich bisher als überraschend erfolgreich gezeigt, wie ein folgendes Papier zeigen will. Wenn die Welt keine VR ist, wird die Annahme, sie sei so, zu Ergebnissen führen, die nicht zu den Beobachtungen passen, aber wenn die Welt tatsächlich eine VR ist, sollte sie durchgängig Fakten erklären können, die OR Theorien nicht können. Letztendlich, der Erfolg oder Misserfolg des VR Modells beruht auf dem was sie uns von unserer Welt erklären kann.

Diskussion

Vor fast einem Jahrhundert verwarf Bertrand Russell die Idee dass das Leben ein Traum ist. Er nutzte Occam's Razor (das die einfachste Theorie immer zu bevorzugen ist):

„Es gibt keine logische Unmöglichkeit zu der Vermutung das das ganze Leben ein Traum ist, in dem wir uns selbst alle Objekte erzeugen, die in Bezug zu uns stehen. Aber obwohl es logisch nicht unmöglich ist, gibt es keinen Grund, welchen auch immer, anzunehmen dass das wahr ist; und das ist tatsächlich eine weniger simple Hypothese, mittels der Bilanz der Fakten unseres eigenen Lebens, als die Hypothese des gesunden Menschenverstandes, dass da wirklich Objekte unabhängig von uns sind, deren Aktionen unsere Sinneseindrücke verursachen“. [30]

Allerdings, in der VR Theorie können Objekte unabhängig von uns sein, jedoch nicht objektiv real. Sie unterstellt, dass alle physikalischen Objekte, alle Ereignisse, die mit ihnen stattfinden und der Hintergrund der Raumzeit selbst, auf Informationsverarbeitung beruhen. Das Information die grundlegende „Bezugsbasis“ des Universums ist, kann heute nicht so einfach verworfen werden. Nehmen wir den Urknall, was ist einfacher, das ein objektives Universum aus Nichts erzeugt wird, oder das eine VR gebootet wird? Nehmen wir die Lichtgeschwindigkeit als universelles Maximum, was ist einfacher, dass sie auf Eigenschaften eines eigenschaftslosen Raumes beruht, oder dass es die maximale Verarbeitungsrate des universalen Netzwerkes repräsentiert? Ähnliche Fragen können zu jedem der aufgelisteten Punkte in der untenstehenden Tabelle 1 gestellt werden. Moderne Physik legt in zunehmendem Maße nahe, das VR eine einfachere Theorie ist, d.h. das Occam's Razor die VR der OR vorzieht.

VR Theorie wird die Mathematik der Physik nicht ändern, aber sehr drastisch deren Bedeutung, denn wenn das Universum virtuell ist, dann sind wir das auch. Dieses reduziert uns zu gepixelten Avataren in einer digitalen Welt, was dem menschlichen Ego kaum schmeicheln wird, wie Wissenschaft das früher auch schon getan hat:

„Seit unser frühester Vorfahre die Sterne bewundert hat, hat unser menschliches Ego eine Serie von Schlägen erlitten.“ [14]

Kopernikus entdeckte zuerst das die Erde nicht im Zentrum des Universums steht und wir wissen dass unser winziger Planet einen mittelmäßigen Stern umkreist, wie 2/3 von Aber-Millionen Sternen in wiederum Aber-Millionen Galaxien des Universums. Darwin entdeckte dass wir ebenfalls nicht das Zentrum der biologischen Dinge sind, denn mehr als 99,9% aller jemals lebenden Spezies sind heute ausgestorben. Sogar die Materie aus der wir gemacht sind, ist nur 4% des Universums, der Rest ist dunkle Materie (23%) und dunkle Energie (73%) [5, p246] . Freud fand dass das Unterbewusstsein mehr Einfluss auf uns hat als das Bewusstsein und Neurowissenschaftler finden dass das Gehirn auf höchster (Kortikaler) Ebene [31] geteilt ist, vermutlich ist unser Individuelles „Selbst“ ebenso eine Illusion [32]. Wissenschaft könnte sich auch in anderen Bereichen wie Träume, Genetik und

Bewusstsein noch weiteres Desillusionierendes vorbereiten. Der Trend ist klar: Wissenschaft findet uns tatsächlich als weniger vor, als wir uns vorstellen und wir stellen uns selbst mehr wirkliches Sein vor, als die Wissenschaft findet. Würde noch ein Schlag mehr für unser Ego, das unsere Wirklichkeit tatsächlich nicht objektiv existiert, da noch eine Überraschung sein?

Seit einem Jahrhundert haben Physiker ohne Erfolg versucht die Quanten- und Relativitäts-Theorie mit dem traditionellen Konzept der Objektiven Realität zu interpretieren. Quanten-Experimente nach Bell's Theorem widersprechen grundlegend, sowohl der Lokalitätsannahme als auch der Annahme des physikalischen Realismus [17]. Es ist Zeit etwas Neues zu versuchen. Sogar dann, wenn Physiker von einer radikal neuen Sicht auf die Realität sprechen, scheuen sie vor der Idee einer VR zurück. Moderne Physik bedingt eine berechnete Welt, aber dass solch eine Welt ist, scheint eine ärgerliche Sache zu sein. Dennoch, das wir uns etwas nicht vorstellen können, oder das wir uns wünschen es wäre anders, sind keine Gründe dass es nicht tatsächlich so ist. Letztendlich, ob unsere Welt virtuell oder real ist, liegt nicht in unserer Wahl, wir müssen unsere Realität so akzeptieren wie auch immer sie ist.

Theoretische Physik ist heutzutage ein Rätsel. Auf der einen Seite mathematische Spekulationen über unbekannt Dimensionen, Branes und Strings scheinen zunehmend zwecklos und nicht überprüfbar [33]. Auf der anderen Seite scheinen der objektiven Realität immer mehr Paradoxen gegenüber zu stehen, die nicht zu lösen sind. Dieses Papier wendet Computerwissen auf Physik an und schlägt die VR Theorie als eine reale Hypothese über erkennbare Welt vor. Dieser Ansatz kann neue Ideen eröffnen, weil virtuelle Objekte keine ihnen innewohnenden Eigenschaften oder Orte benötigen, jenseits derer, die in den Berechnungen enthalten sind, die sie erzeugen. Eine VR-Theorie kann die Widersprüche zwischen Relativität und Quanten-Theorie auflösen, denn die Erste könnte der Rechenprozess sein, der die Raumzeit aufspannt und die andere die Art wie Energie, Materie und Ladung erzeugt wird. Es kann ebenso das Quanten-Mess-Problem lösen, denn wenn unsere Realität tatsächlich eine Schnittstelle in einem Verarbeitungsprozess ist, kann ein Beobachter der ein Objekt ansieht es damit tatsächlich erzeugen. Ähnlich wie in einer virtuellen online-Welt nicht die ganze Welt gleichzeitig und überall durch berechnet ist. Der Computer kalkuliert aus praktischen Gründen immer nur was der Blick des Beobachters gerade auswählt, d.h. das Bildschirmberechnungen vorgenommen werden wenn sie erforderlich sind. Wenn dass, was wir Realität nennen, eine Multi-dimensionale Raum-Zeit Schnittstelle ist, wird sie voraussichtliche ebenfalls nur nach Bedarf berechnet. Der VR Beobachter würde dann nicht mehr davon bemerken als ein Spieler eines virtuellen Spiels, denn überall wohin er sieht, würde die Welt „existieren“. Unsere Realität könnte tatsächlich neu soweit berechnet sein wie wir sie „messen“. Allerdings ist da ein Haken, denn wenn unsere Welt eine VR ist, sehen wir sie von Innen, nicht von außen. In einem Computerspiel steht der Spieler außerhalb des Computer-Interface. Im Falle unserer Welt sehen wir sie aber von innen. Das macht diese Welt zu einer auf sich selbst beziehenden Schnittstelle, die beides tut, Senden an und Empfangen von sich selbst. Wenn es so ist, ist es wie keine andere Art Information-Schnittstelle die wir kennen.

Virtuelle Merkmale

Physikalisches Ergebnis

Erzeugung der VR. Virtuelle Welten müssen mit einer Informations-Einspeisung aus dem Nichts beginnen, damit beginnt auch die VR-Raumzeit	Der Big Bang. Das Universum wurde aus dem Nichts als einmaliges Ereignis, „Big-Bang“, mit der Raumzeit erzeugt.
Digitale Verarbeitung. Alle Ereignisse und Objekte die aus der digitalen Verarbeitung hervorgehen, müssen minimale Quantitäten haben bzw. sind Quanten.	Kleinste Einheiten. Licht ist quantisiert als Photonen. Materie, Energie, Zeit und Raum ebenfalls. Sie haben einen minimalen Betrag.
Maximale Verarbeitungsrate. Ereignisse in einer VR-Welt müssen eine Maximale Rate haben, begrenzt durch die Leistung des Prozessors.	Lichtgeschwindigkeit. Die Geschwindigkeit des Lichts ist die feste Grenze in unserem Universum und nichts in unserer Raum-Zeit kann sich

	schneller bewegen.
Nicht-lokale Effekte. Ein Computer-Prozessor ist gleich weit von allen Pixeln des Bildschirms entfernt, so dass Effekte „nichtlokal“ innerhalb des Bildschirms sein können.	Kollaps der Wellenfunktion. Der Kollaps der Quantenwellenfunktion ist nicht lokal – verschränkte Photonen an entgegengesetzten Enden des Universum können sofort den Erfordernissen entsprechen.
Prozessor Last-Effekte. Wenn ein virtuelles Netzwerk überlastet ist, muss die Ausgabe verlangsamt werden.	Materie und Geschwindigkeitseffekte. Raumkrümmung an massiven Körpern und Zeitverzögerung bei hohen Geschwindigkeiten.
Informationserhaltung. Wenn eine stabile VR keine Informationen sammelt oder verliert, muss sie sie erhalten.	Physikalische Erhaltung. Eigenschaften der physikalischen Existenz wie Materie, Energie, Ladung, Impuls etc. werden alle erhalten oder ineinander umgeformt
Einfache Algorithmen. Berechnungen müssen für jeden Punkt eines gewaltigen VR-Universums berechnet werden, deshalb müssen sie einfach und leicht zu berechnen sein.	Einfache physikalische Gesetze. Die grundlegenden physikalischen Prozesse sind durch relativ einfache mathematische Formeln zu beschreiben. z.B. Gravitation.
Erzeugung von Wahlmöglichkeit. Zufallsfunktionen im VR-Prozessor stellen die benötigte Wahlmöglichkeit bereit, die neue Information erzeugt.	Quanten Unschärfe. Das Quant „würfelt“ nach unserem besten Wissen wirklich zufällig, und das ist innerhalb dieser Welt schon gar nicht vorhersehbar.
<i>Gegenseitig bedingte Unsicherheit.</i> Eine Eigenschaft einer auf sich selbst bezogenen Schnittstelle zu berechnen, könnte komplementäre Daten verdrängen.	Heisenberg's Unschärfe-Prinzip. Man kann nicht beides wissen, die Position eines Quantenobjekts und seinen Impuls. Das eine zu wissen macht es unmöglich das andere zu erkennen.
Digitale Äquivalenz. Jedes digitale Objekt das vom gleichen Code erzeugt wird, ist jedem anderen gleich.	Quanten-Äquivalenz. Alle Quanten-Objekte wie Photonen oder Elektronen sind zueinander identisch.
Digitale Übergänge. Digitale Prozesse simulieren die Kontinuität von Ereignissen als eine Serie von Zustandsübergängen, wie Bilder in einem Film.	Quanten-Übergänge. Quantenmechanik unterstellt, dass Realität eine Serie von Zustandsübergängen auf Quanten-Ebene ist.

Danksagung

Danke an Professor Onofrio L. Russo, NJIT, dafür dass er mein Interesse an diesem Thema geweckt hat und an Professor Ken Hawick, Massey University für das Anhören meiner Ausschweifungen.

Literatur

[1] H. Everett, "'Relative state' formulation of quantum mechanics," *Rev. of Mod. Phys.*, vol. 29, pp. 454-462, 1957.

[2] A. Guth, *The Inflationary Universe: The Quest for a New Theory of Cosmic Origins* Perseus Books, 1998.

- [3] J. Gribbin, *The Search for Superstrings, Symmetry, and the Theory of Everything*: Little, Brown & Company, 2000.
- [4] B. A. O. J. Khoury, P.J. Steinhardt and N. Turok, "Ekpyrotic universe: Colliding branes and the origin of the hot big bang," *Phys. Rev. D*64, 2001.
- [5] K. W. Ford, *The Quantum World: Quantum Physics for Everyone*. Cambridge, Ma.: Harvard University Press, 2004.
- [6] J. Vacca, *The World's 20 Greatest Unsolved Problems*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2005.
- [7] B. Greene, *The Fabric of the Cosmos*. New York: Vintage Books, 2004.
- [8] J. Audretsch, "Entangled World: The fascination of quantum information and computation," Verlag: Wiley, 2004, p. 347.
- [9] K. Zuse, *Calculating Space*. Cambridge Mass.: MIT, 1969.
- [10] E. Fredkin, "Digital Mechanics," *Physica D*, pp. 254-270, 1990.
- [11] J. Schmidhuber, "A Computer Scientist's View of Life, the Universe and Everything," in *Foundations of Computer Science: Potential-Theory-Cognition Lecture Notes in Computer Science*, C. Freksa, Ed.: Springer, 1997, pp. 201-208.
- [12] R. Rhodes, "A Cybernetic Interpretation of Quantum Mechanics," in <http://www.bottomlayer.com/bottom/Argument4.PDF>. vol. Ver. 2.0 July 11, 2001, 2001.
- [13] S. Wolfram, *A New Kind of Science*: Wolfram Media 2002.
- [14] M. Tegmark, "The Mathematical Universe," in *Visions of Discovery: Shedding New Light on Physics and Cosmology*, R. Chiao, Ed. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2007.
- [15] K. Svozil, "Computational Universes," *Chaos, Solitons & Fractals*, vol. 25, pp. 845-859, 2005.
- [16] S. Lloyd, *Programming the Universe. A Quantum Computer Scientist Takes On the Cosmos* Alfred A. Knopf., 2006.
- [17] S. Groblacher, T. Paterek, R. Kaltenbaek, C. Brukner, M. Zukowski, M. Aspelmeyer, and A. Zeilinger, "An experimental test of non-local realism," in *arXiv:0704.2529v2 [quant-ph]* 6 Aug 2007, 2007.
- [18] L. Smolin, *Three Roads to Quantum Gravity*. New York: Basic Books, 2001.
- [19] B. Whitworth, "A Research Publishing Checklist For New Authors," in *18th Australasian Conference on Information Systems (ACIS)* Toowoomba: USQ, 2007.

- [20] M. Esfeld, "Quantum Theory: A Challenge for Philosophy!," in *Entangled World*, J. Audretsch, Ed. Weinheim: Wiley-VCH, 2004, pp. 271-296.
- [21] G. Piccinini, "Computational modelling vs computational explanation: Is everything a Turing machine and does it matter to a philosophy of mind?," *The Australasian Journal of Philosophy*, vol. 85, pp. 93 - 115, 2007.
- [22] D. Deutsch, "Physics, Philosophy and Quantum Technology," in *Proceedings of the Sixth International Conference on Quantum Communication, Measurement and Computing*, Princeton, NJ, 2003.
- [23] M. Tegmark, "The interpretation of Quantum Mechanics: Many Worlds or Many Words," in *arXiv:quant-ph/9709032v1* vol. 15 Sep, 1997.
- [24] N. Bostrom, "Are you Living in a Computer Simulation?," *Philosophical Quarterly*, vol. 53, pp. 243-255, 2002.
- [25] K. Kelly, "God is the Machine," *Wired*, vol. 10, 2002.
- [26] D. R. Hofstadter, *Godel, Escher, Bach: An eternal golden braid*. New York: Basic Books, 1999.
- [27] P. Davies, "Emergent Biological Principles and the Computational Properties of the Universe," *Complexity* vol. 10 pp. 11-15, 2004.
- [28] E. Wigner, "The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences," in *Communications in Pure and Applied Mathematics*, vol. 13, No. 1 New York: John Wiley & Sons, Inc., 1960.
- [29] C. E. Shannon and W. Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press, 1949.
- [30] B. Russell, *The Problems of Philosophy*. London: Williams and Norgate, 1912.
- [31] R. W. Sperry and M. S. Gazzaniga, "Language following surgical disconnection of the hemispheres," in *Brain Mechanisms Underlying Speech and Language*, C. H. Millikan and F. L. Darley, Eds. USA: Grune & Stratton, 1967.
- [32] B. Whitworth, "Brain Systems and the Concept of Self," University of Auckland, New Zealand, Auckland, MA Thesis 1975.
- [33] P. Woit, "The problem with physics," *Cosmos*, vol. 16, 2007.