

(Dies ist ein Teil des Buchs [Der Begriff der Wirklichkeit.pdf](#))

Zusammenfassung

Jedes Mal, wenn ich ans Ende eines Kapitels gelangt bin, hat mich der Gedanke verfolgt, dass ich manches einfacher hätte sagen müssen. Bei einigen Kapiteln habe ich es versucht, aber es ist mir in keinem Fall gelungen.

Deshalb habe ich beschlossen, ans Ende meiner Arbeit eine Zusammenfassung zu stellen, die nicht die vollständigen Beschreibungen und Erklärungen der jeweiligen Szenarien enthält, sondern nur die Grundkonzepte.

Es gibt aber noch einen weiteren Grund, weshalb ich eine solche Auflistung der Ideen, die die Basis der in den Teilen 1 bis 3 ausführlicher dargestellten Hypothesen bilden, für wichtig halte:

Alles, was ich zu irgendeinem Thema zu sagen habe, wirkt vor dem Hintergrund der bisher für gültig gehaltenen Sicht des Universums befremdlich oder vielleicht sogar absurd – selbst dann, wenn es für sich betrachtet, als Einzelnes, stimmig erscheint. Erst im neuen Gesamtzusammenhang, als Teile eines Universums mit anderen, neuen Grundelementen und Verbindungen zwischen diesen Elementen zeigen die einzelnen Hypothesen ihre Stärke, indem sie sich gegenseitig bestätigen und von verschiedenen Ausgangspunkten her unabhängig voneinander zu denselben Resultaten führen.

Deshalb ist der Blick aufs Gesamte von großer Bedeutung – und es ist wesentlich einfacher, ihn durch einen kurzen zusammenfassenden Text zu gewinnen als durch einen ausführlichen, auf Vollständigkeit ausgerichteten Text von einigen hundert Seiten.

Hätte ich dieses Vorhaben nicht auch schon in der Einleitung verwirklichen können? Nein. Als Einleitung würde eine neue Erzählung über das Universum bloß absonderlich wirken. Aber als Postskript zu einer Reihe möglichst strenger Argumentationen kann sie dazu dienen, das Gelesene zu ordnen und in einen übersichtlichen Zusammenhang zu bringen.

Womit also beginnen? Mit dem *Ursprung alles Seienden*? Das wäre der richtige Beginn, wenn es nicht schon eine Interpretation des Universums gäbe. Da es sie aber gibt, und weil sie ihren Platz als fundamentale Welterklärung erobert hat – auch wenn sie eigentlich gar nichts *Fundamentales* erklärt –, werde ich mich auch in dieser Zusammenfassung an die Reihenfolge des Haupttextes halten: *Zuerst* muss der Weg frei gemacht werden, der zum *Mechanismus des Universums* führt. Die Unvollständigkeiten, Irrtümer und, um es offen auszusprechen: die Verrücktheiten, die nun schon seit mehr als hundert Jahren die Gedanken aller Beteiligten verzerren und Anlass zu den wildesten Spekulationen bieten, müssen korrigiert werden; erst dann ist es möglich, zu jenem gedanklichen Abenteuer aufzubrechen, an dessen Ende das Verständnis dessen steht, was Seiendes wirklich ist.

Also beginnen wir wieder mit jenem Faktum, das die Undenkbarkeit dessen, was sich auf dem Grund der Dinge wirklich ereignet, zum Gesetz zu machen schien: mit den Zusammenhängen zwischen Messungen an räumlich getrennten quantenmechanischen Systemen.

Worum geht es dabei? Kurz gesagt um Folgendes:

Seien A und B zwei Objekte, die in der Vergangenheit in Wechselwirkung standen und daher durch eine gemeinsame Funktion Ψ beschrieben werden. Es soll nun durch eine Messung der Wert $E(A)$ eines Attributs E von A ermittelt werden. Durch Ψ wird für den Messwert $E(A)$ kein fester Wert vorausgesagt, sondern nur eine Wahrscheinlichkeitsverteilung, und dasselbe gilt für $E(B)$. Ψ enthält allerdings die Voraussage, dass $E(A)$ und $E(B)$ in jedem Fall eine Bedingung Z erfüllen (sie könnte etwa $E(A) + E(B) = 0$ lauten), so dass nach der Messung an *einem* der Objekte immer auch der Messwert des *anderen* Objekts bekannt ist.

Nehmen wir jetzt eine Messung an A vor. Dann kennen wir $E(A)$ und damit – wegen Z – auch $E(B)$. Es gibt nun zwei Möglichkeiten:

- (1) Der Messwert $E(B)$ stand schon vor der Messung an A fest.
- (2) *Vor* der Messung war der Messwert $E(B)$ nicht festgelegt, *nach* der Messung steht er fest. Die Messung an A hat den Zustand von B geändert.

Im ersten Fall ist die Wahrscheinlichkeit, die Ψ für $E(B)$ angibt, eine *normale* Wahrscheinlichkeit, d.h. $E(B)$ hat vor der Messung an A einen festen Wert; wir kennen ihn bloß nicht. Die Quantentheorie wäre demnach *unvollständig*.

Im zweiten Fall muss zwischen A und B eine *nichtlokale* Verbindung angenommen werden, d.h. ein Zusammenhang, der entweder durch überlichtschnelle Signale vermittelt wird oder überhaupt ohne jede Vermittlung existiert. Die Wahrscheinlichkeit, die Ψ für $E(B)$ angibt, ist eine sogenannte *objektive* Wahrscheinlichkeit, d.h. $E(B)$ *hat* vor der Messung an A keinen festen Wert.

Zunächst sieht es so aus, als wäre die Wahl ganz einfach: (1) erscheint vernünftig und selbstverständlich, (2) führt zur Annahme nichtlokaler Zusammenhänge und "objektiver" Wahrscheinlichkeiten.¹

¹ Dem Begriff der Wahrscheinlichkeit wird durch die Annahme "objektiver" Wahrscheinlichkeiten die logische Grundlage entzogen. Bei "normalen" Wahrscheinlichkeiten hängt die Verteilung von den (unbekannten) Werten bestimmter Parameter ab. *Wovon* sollte sie bei einer "objektiven" Wahrscheinlichkeit abhängen? *Wie* sollte die

Also entscheiden wir uns – so wie Einstein, Podolski und Rosen in ihrem berühmten Artikel – für (1).

Nun tritt allerdings eine unerwartete Komplikation auf, die unsere vernünftigen Absichten zunichte zu machen scheint:

Unter der Voraussetzung, dass (1) gilt – dass also $E(B)$ schon vor der Messung an A feststeht –, lassen sich Fälle konstruieren, die den quantenmechanischen Voraussagen widersprechen. Es kann experimentell überprüft werden, ob (1) zutrifft *oder* die Quantenmechanik. Die Experimente entscheiden klar für die Quantenmechanik.

Also muss (1) falsch sein und (2) richtig.

Ist das tatsächlich so? Ist damit die Existenz von Nichtlokalitäten und objektiven Wahrscheinlichkeiten bewiesen? Ist die Wirklichkeit wirklich so verrückt?

Zu unserem Glück ist die Antwort *nein*!

Die Konstruktion der Fälle, die der Quantenmechanik widersprechen – die sogenannte Bellsche Ungleichung – setzt nämlich nicht bloß voraus, dass $E(B)$ schon vor der Messung an A feststeht, sondern sie enthält *noch eine weitere Voraussetzung*, die wegen ihrer scheinbaren Selbstverständlichkeit bisher der Aufmerksamkeit der Physiker entgangen ist – die Voraussetzung nämlich, dass der Messwert *ausschließlich* von dem Objekt abhängt, das sich vor der Messung auf dem Weg zum Messapparat befand.

Diese zusätzliche Voraussetzung wird deshalb benötigt, weil die Ungleichung auch Aussagen über *weitere Messungen an denselben Objekten* enthalten muss. Ohne solche Aussagen gäbe es nur die Resultate der Messungen, die wirklich durchgeführt wurden, und es könnten keine weiteren Schlüsse gezogen werden.

Wenn $E(B)$ einfach dem Wert einer Eigenschaft von B entspräche, die B schon vor der Messung hatte, dann ließe sich natürlich voraussagen, zu welchen Resultaten *andere* Messungen an B führen *würden*.

Wenn $E(B)$ aber *zusätzlich* auch vom zeitlich veränderlichen Zustand des Messapparats abhängt, sind solche Aussagen nicht mehr möglich, ohne dass dieser Zustand mit einbezogen wird.

Natur es bewerkstelligen, die vorausgesagte Verteilung einzuhalten, wenn solche Parameter überhaupt nicht existieren? Das wäre nur dann möglich, wenn sie sich an alle vergangenen Ereignisse "erinnerte"!

Das scheinbar unverrückbar feststehende logische Schema hat sich dadurch verändert: Die Fallunterscheidung in (1) und (2), die wir zuvor getroffen haben, ist unvollständig. Der Fall (1) muss weiter unterteilt werden, und zwar in

(1.1) Der Messwert $E(B)$ stand schon vor der Messung an A fest *und* er hängt nur von B ab.

(1.2) Der Messwert $E(B)$ stand schon vor der Messung an A fest *und* er hängt nicht nur von B ab, sondern auch vom zeitlich veränderlichen Zustand des Messapparats.

(1.1) führt wiederum zur Bellschen Ungleichung und kann dadurch experimentell widerlegt werden.

Die neue Alternative, vor der wir nun stehen, lautet somit:

Entweder gilt (2) – die Welt ist verrückt, sie ist nichtlokal und enthält objektive Wahrscheinlichkeiten – *oder* es gilt (1.2).

Was sollten das für Fälle sein, bei denen die Messung auch vom Zustand des Messapparats abhängt?

Zunächst ist festzustellen, dass es sich dabei keineswegs um irgendwelche exotischen oder abseitigen, sondern um ganz einfache Messereignisse handelt. Ich erinnere an das Beispiel aus 1.3 im ersten Teil: Hier werden Kugeln mit verschiedenem Gewicht in Behälter nach links und rechts verteilt. Der Wert 1 wird einer Messung zugeordnet, bei der das Gewicht in mindestens einem Behälter 5 Gramm oder ein Vielfaches von 5 Gramm erreicht oder übertrifft, ansonsten ist der Messwert 0.

In diesem einfachen Szenario steht das Messergebnis natürlich schon vor der Messung fest. Dennoch kann nichts darüber gesagt werden, wie eine *andere Messung an genau denselben Objekten* – denjenigen Kugeln, die verteilt worden sind – ausfallen würde, weil die Messung eben nicht nur von *diesen* Kugeln abhängt, sondern auch von den Kugeln, die sich schon *vorher* in den Behältern befanden.

Das Beispiel ist deshalb so instruktiv, weil es trotz seiner Einfachheit alles Wichtige enthält:

Das Szenario ist (selbstverständlich) vollständig *lokal*. Die Messergebnisse stehen schon vor den Messungen fest. Sie sind jedoch nicht nur von den Messobjekten abhängig, sondern auch vom zeitlich veränderlichen Zustand der Messapparate – und im Fall einer ganzen Serie von Messungen heißt das: vom spezifischen Verlauf der jeweiligen Serie – und das bedeutet: *Über weitere Messungen an denselben Objekten kann nichts ausgesagt werden.*

Außerdem lässt sich das Schema des Beispiels direkt auf das EPR-Szenario übertragen. Im Fall zweier verschränkter Photonen muss beispielsweise bloß angenommen werden, dass der Übergang, der gemessen wird, nicht durch ein "Photon" verursacht wird, sondern durch die Akkumulation von Wellenintensitäten – völlig analog zur Akkumulation der Kugeln des anschaulichen Beispiels.²

Allerdings muss dafür gesorgt werden, dass die Bedingung Z , die in Ψ enthalten ist, im Rahmen einer Mess-Serie in jedem Fall eingehalten wird. Das ist aber leicht zu erreichen. (Z.B. dadurch, dass die Wahrscheinlichkeit der Messergebnisse, wie in I, 3.11 gezeigt, als Funktion der Kovarianz der Wellenintensitäten ausgedrückt wird.)

Auf diese Weise gelingt es, das EPR-Szenario zunächst dem Zugriff der Bellschen Ungleichung zu entziehen und dann – nachdem der Weg für lokale Interpretationen freigemacht ist – die quantenmechanischen Voraussagen für die Messwerte auf vollständig lokale Weise zu rekonstruieren.

Es ist also keineswegs bewiesen, dass die Wirklichkeit verrückt ist; Vielmehr gibt es Grund zur Hoffnung, dass die Wirklichkeit vernünftig ist und nur einige ihrer Interpreten verrückt sind, und das ist – sofern man nicht selbst einer dieser Interpreten ist – gewiss eine äußerst erfreuliche Erkenntnis! Erheben wir unsere Gläser und trinken wir auf die vernünftige Wirklichkeit!

Nun tritt aber genau das ein, worauf ich am Anfang dieser Zusammenfassung hingewiesen habe:

Für sich mag der eben durchgeführte Gedankengang stimmig erscheinen, aber im gesamten Interpretationszusammenhang der Physik erscheint er vollkommen absurd. Es ist seit mehr als hundert Jahren erwiesen, dass Übergänge zwischen verschiedenen Elektronen-Zuständen durch *Photonen* ausgelöst werden und nicht durch Wellen. Das Wellenmodell ist für die Beschreibung der Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie ungeeignet. Es gibt keine "Akkumulation" von Wellen; Photonen sind *unteilbare* Ganze.

Diese und andere Gewissheiten scheinen zu beweisen, dass die lokale Alternative, die ich vorschlage, unmöglich zutreffen kann und einfach unsinnig ist – *es sei denn*, das gesamte physikalische Interpretationsnetz wäre in seinen Fundamenten fehlerhaft.

Wer würde schon ernsthaft in Erwägung ziehen, dass das der Fall sein könnte? Und doch ist es wahr; genau so verhält es sich: Das gesamte physikalische Interpretationsnetz muss umgestellt werden.

² Die quantenmechanische Formel für die Ereigniswahrscheinlichkeiten enthält ja *Wellenamplituden*. Sie werden bloß nicht als Amplituden existierender Wellen aufgefasst, sondern als Quadratwurzeln von Wahrscheinlichkeiten.

Halten wir fest:

(A1) Eine notwendige Bedingung für die lokale Erklärung der Messresultate in einem EPR-Szenario ist die Annahme, dass die Mess-Ereignisse (die gemessenen Attribut-Werte) durch **Akkumulation von Wellenintensitäten** zustande kommen.

*Die un stetigen Veränderungen, denen die Quantentheorie ihren Namen verdankt, müssen somit als Übergänge zwischen (kurzzeitig) stabilen lokalen Wellenzuständen aufgefasst werden. Unstetig bzw. "sprunghaft" sind also nur die beobachtbaren Übergänge zwischen den lokalen Wellenzuständen; der ursächliche Prozess ist jedoch stetig.*³

Bevor wir Schritt für Schritt die Umstellung vom Begriff "Teilchen" auf den Begriff "Übergang zwischen stabilen lokalen Wellenzuständen" durchführen, der durch Wellen-Akkumulation verursacht wird, wenden wir uns jedoch zunächst – wie im Haupttext – der Interpretation der speziellen Relativität zu.

Die Spezielle Relativitätstheorie ist im Gebäude der physikalischen Theorien der einfachste Baustein. Sie ist vieltausendfach bestätigt und ohne Zweifel korrekt. Was sollte dazu noch zu sagen sein?

Nur dies, dass sie *uninterpretiert* ist, und damit meine ich, dass die fundamentale Erkenntnis, aus der sich die Tatsache der speziellen Relativität *als Schlussfolgerung* ergibt, bis jetzt unentdeckt geblieben ist.

Um aufzuklären, um welche Erkenntnis es sich handelt, beginne ich mit einer Bemerkung Einsteins. In dem Buch "*Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie*" legt er dem Leser die folgende Definition der Gleichzeitigkeit zweier Ereignisse in den Mund:⁴

"Die Verbindungsstrecke AB werde [...] ausgemessen und in die Mitte M der Strecke ein Beobachter gestellt, der mit einer Einrichtung versehen ist, [...] die ihm eine gleichzeitige optische Fixierung beider Orte A und B erlaubt. Nimmt dieser die beiden Blitzschläge [Anm. des Autors: die in A und B einschlagen] gleichzeitig wahr, so sind sie gleichzeitig."

³ Eine anschauliche Analogie sind die Übergänge zwischen den stehenden Wellenzuständen der Luft in einem Blasinstrument: Hörbar (beobachtbar) ist nur eine diskrete Folge von Tönen, die sich sprunghaft ändern; der eigentliche, ursächliche Prozess verläuft stetig.

⁴ A. Einstein, *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie*, Friedrich Vieweg + Sohn, Braunschweig 1973, WTB Band 59, S 22.

Einstein wendet nun dem Leser gegenüber ein, dass man bei dieser Definition doch schon *voraussetzen* müsse, dass sich Licht von A nach M genauso schnell fortpflanze wie von B nach M. (Der Einwand zielt natürlich auf die Frage ab, inwiefern diese Definition der Gleichzeitigkeit auch für andere, relativ zum ersten Beobachter bewegte Beobachter gelten kann, für die doch anscheinend die Geschwindigkeit des Lichts in verschiedene Richtungen nicht mehr gleich ist.)

Einstein lässt dann den Leser die Diskussion siegreich beenden, indem er ihn sagen lässt:

"Dass das Licht zum Durchlaufen des Weges AM und zum Durchlaufen der Strecke BM dieselbe Zeit brauche, ist [...] keine *Voraussetzung oder Hypothese* über die physikalische Natur des Lichts, sondern eine *Festsetzung*, die ich nach freiem Ermessen treffen kann, um zu einer Definition der Gleichzeitigkeit zu gelangen."

Ist das wirklich so? Keineswegs! Diese "Festsetzung" hat nämlich *Folgen*, wie z.B. das langsamere Vergehen der Zeit in bewegten Systemen, und es fragt sich, ob die Natur bereit ist, sich daran zu halten. Ich habe in I, 2.4 eine Zeitdefinition durch Schallsignale gegeben, die logisch konsistent und eindeutig ist, die aber dennoch unsinnig ist, weil die Natur sich nicht darum kümmert. Die mit annähernd Schallgeschwindigkeit bewegten Beobachter werden *nicht* in dem durch die Schallzeit vorgeschriebenen Maß langsamer altern. Und der Grund ist genau der, dass die Geschwindigkeit des Schalls eben *nicht* für alle gleichförmig bewegten Beobachter gleich *ist*, obwohl ich sie durch die Definition der Zeit über Schallsignale als gleich *festgelegt* habe. Der Natur ist diese Festlegung aber gleichgültig, und daher gilt die Definition nur für Schall und für sonst nichts.

Also kann ich die Zeit keineswegs nach meinem Ermessen festlegen. Ich könnte die Lichtgeschwindigkeit nicht für alle Beobachter gleich *machen* – ebenso wenig wie die Schallgeschwindigkeit – wenn sie nicht gleich *wäre*.

Damit erhebt sich aber die dringende Frage: **Warum** fügt sich die Natur den raumzeitlichen Verhältnissen, die durch Lichtsignale festgesetzt werden?

Um dies nochmals zu konkretisieren: zwei Ereignisse in A und B, die für einen ruhenden Beobachter X nach der obigen Definition gleichzeitig sind, sind für einen relativ zu X bewegten Beobachter Y nicht gleichzeitig. Sagen wir, das Ereignis in A beobachtet er eine Sekunde früher als X, das Ereignis in B eine Sekunde später. Das heißt: Wenn die beiden Ereignisse für X genau um 12:00:00 stattfinden, dann hat für Y das Ereignis in A um 11:59:59 stattgefunden, und das Ereignis in B wird um 12:00:01 stattfinden.

Das bedeutet aber, dass in A und B für Y eine andere *Zeit ist* als für X, und *dass sich alle überhaupt möglichen Prozesse, die im System von Y stattfinden, an diese veränderte Zeit halten müssen.*

Alle Paare von Signalen, die in A und B zur selben Zeit wie die Lichtsignale ausgesendet werden, müssen, wenn sie zum System von Y gehören (das könnte z.B. ein Raumschiff sein), bei Y im Abstand von 2 Sekunden eintreffen. Und genau das wird auch der Fall sein. Aber warum?

Warum, bei der heiligen Aufklärung – sollten sich die Signale an diese Vorschrift halten?

Oder: Personen, die mit Y reisen, müssen in dem durch die Lichtzeit vorgeschriebenen Maß langsamer altern. Und genau das wird eintreten. Doch die Frage ist abermals: Warum?

Warum hält sich die Wirklichkeit *nur* an die Lichtzeit und nicht an die Schallzeit oder irgendeine andere Zeit?

Natürlich kann man sagen, es ist einfach so – wie man das ja auch bisher getan hat. Damit erhebt man den relativistischen Formalismus zur Wirklichkeit. Aber die Wirklichkeit ist *offensichtlich* nicht vierdimensional – sie ist ein dreidimensionaler Raum, in dem sich Objekte bewegen. Und das Fatale an der Gleichsetzung von Formalismus und Wirklichkeit ist, dass sie die grundlegende Erkenntnis verhindert, die sich aus der Beantwortung all dieser Warum-Fragen ergibt.

Welche Erkenntnis ist das? Das ergibt sich aus folgendem Gedankengang:

Alles, was sich ereignet, jede Veränderung, ist *Ortsveränderung*, die mit einer bestimmten Geschwindigkeit erfolgt. Wenn die Zeit durch Lichtsignale festgelegt wird, dann müssen sich *alle Geschwindigkeiten* an diese Zeit-Definition anpassen. Gäbe es jedoch Prozesse, die keine Verbindung zur Lichtgeschwindigkeit hätten, dann gäbe es auch keinen Grund, warum diese Prozesse sich an die durch Licht festgelegte Zeit halten sollten.

Es muss also bei jedem Prozess eine Verbindung zur Lichtgeschwindigkeit geben. Welcher Art könnte diese "Verbindung" sein? Es ist klar, dass sie nur dann die Anpassung der Geschwindigkeit des jeweiligen Prozesses an die durch Licht definierte Zeit begründet, wenn der Prozess sich *letztlich* auf einen anderen, fundamentalen Prozess zurückführen lässt, der sich mit Lichtgeschwindigkeit fortpflanzt.

Also lässt sich behaupten (ich zitiere aus dem Haupttext):

Es besteht zwischen Licht und Schall überhaupt kein Unterschied bezüglich des prinzipiellen Gültigkeitsbereichs des darauf beruhenden Maßsystems: dieses gilt in beiden Fällen nur für die jeweils daraus abgeleiteten Phänomene.

Daher ist der einzig mögliche Grund, warum sich alle überhaupt existierenden Prozesse an die Zeit-Festlegung durch Licht halten, dieser:

Die Natur gehorcht den Beziehungen für zeitliche und räumliche Maße, die durch Licht vorgegeben werden, weil es nur Lichtgeschwindigkeit und daraus abgeleitete Phänomene gibt.

Daraus folgt wiederum:

(A2) *Alles, was existiert und was sich ereignet, ist ein **Interferenzphänomen**, ein Muster aus Superpositionen von Wellen mit Lichtgeschwindigkeit.*

In I, 2.6. habe ich gezeigt, dass diese Annahme in direkter Verbindung mit der quantenmechanischen Beschreibung materieller Objekte steht. Der Abschnitt I, 2.7 enthält den Beweis, dass sich aus ebendieser Annahme die relativistischen Raum-Zeit-Verhältnisse *direkt* ableiten lassen – ohne alle weiteren Voraussetzungen und, wie es einer dermaßen fundamentalen Behauptung zukommt, ohne jede Physik. Die relativistische Welt wird von Grund auf neu errichtet.

Wie sich aus (A1) und (A2) ablesen lässt, führt sowohl die Wiederherstellung der Lokalität der Welt als auch die Erklärung der speziellen Relativität auf *Wellen* als Grundlage dessen, was existiert und was sich ereignet.

Wenden wir uns nun wieder den quantenmechanischen Phänomenen zu.

Die Hypothese (A1) hat jetzt eine erste Bewährungsprobe zu überstehen. Ist es möglich, diejenigen Phänomene der Wechselwirkung zwischen Licht und Materie, die sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts einer Erklärung durch das Wellenmodell des Lichts widersetzen – den Lichtelektrischen Effekt und den Compton-Effekt – durch ein reines Wellenmodell zu beschreiben?

Wie sich herausstellt, ist es nicht nur möglich, sondern sogar unerhört einfach. Abermals gelingt die Herleitung ohne jede Physik. Die einzige Voraussetzung ist die beim Neuaufbau der relativistischen raum-zeitlichen Zusammenhänge abgeleitete Lorentz-Transformation.

Da die gewünschten Resultate – entsprechend der Annahme, dass eine Überlagerung von Wellen stattfindet – *ausschließlich* aus den Frequenzen und Wellenlängen der Wechselwirkungspartner Licht

und Elektron folgen und alle anderen physikalischen Begriffe, auch der Teilchenbegriff, zunächst gänzlich überflüssig sind, können die Begriffe "Frequenz" und "Wellenlänge" hier als *fundamental* und die Begriffe "Energie" und "Impuls" als *abgeleitet* aufgefasst werden.

Allerdings enthalten die Definitionsgleichungen $E = h\nu$ und $p = h/\lambda$ die Größe h , die den Begriff "Masse" voraussetzt und die allgemein als genau diejenige Naturkonstante betrachtet wird, die die beiden Aspekte des Seienden – den Teilchenaspekt und den Wellenaspekt – miteinander verbindet. Um also tatsächlich behaupten zu können, Energie sei aus Frequenz und Impuls aus Wellenlänge *abgeleitet*, fehlt noch die Elimination des Begriffs "Masse", oder, um es genauer zuzusagen: die Verwandlung des Begriffs "Masse" von einem Grundbegriff in einen abgeleiteten Begriff. Das kann jedoch erst später, im Rahmen des Aufbaus eines rein metrisch-dynamischen Universums durchgeführt werden.

(A3) *Der Lichtelektrische Effekt und der Compton-Effekt lassen sich aus der Annahme ableiten, dass die Wechselwirkung zwischen Licht und Materie eine Wellenüberlagerung ist. Die Ableitung erfolgt allein aus dieser Annahme; es werden keine physikalischen Begriffe und Relationen benötigt.*

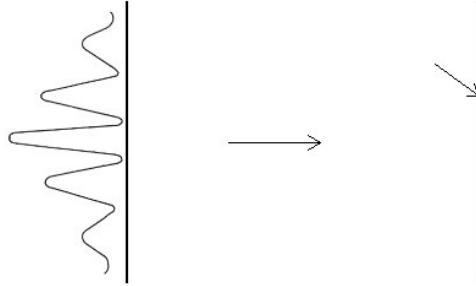
Die Kurzform von (A1), von (A2) und von (A3) lautet: *Es gibt nur Wellen.*

Mit dieser Annahme gerüstet treten wir nun vor das Allerheiligste der Quantentheorie: die *Reduktion der Wellenfunktion*.

Das Rätsel, vor das wir gestellt sind, gleicht den Rätseln, die aus Märchen und Sagen bekannt sind. Viele, die es zu lösen versuchten, haben den Verstand verloren. Ihre Symptome werden in unserer Kultur als Äußerungen des heiligen Geistes der Quantentheorie verehrt und gelten als alternative Deutungen. Ich nenne nur zwei davon: die Annahme, das Bewusstsein des Beobachters bewirke die Reduktion, und die Annahme, bei jeder Messung spalte sich das Universum in einige – oder auch unendlich viele – Kopien seiner selbst, die sich voneinander nur hinsichtlich des Messwerts der eben durchgeführten Messung unterscheiden.

Um der Quantentheorie ihr Geheimnis zu entreißen, treten wir vor den Altar, an dem viele Generationen von Studenten der Physik ihr Denkvermögen geopfert und ihr *credo quia absurdum* gesprochen haben, um in den Kreis der Eingeweihten aufgenommen zu werden: vor das *Doppelspaltexperiment*.

Die folgende Skizze zeigt das angeblich Unerklärbare:



Links im Bild die quantenmechanische Beschreibung irgendeines Teilchens im Augenblick des Auftreffens auf eine Detektorplatte: *eine ausgedehnte Welle*, die durch Beugung am Doppelspalt und nachfolgende Interferenz entstanden ist.

Rechts im Bild – an dem Ort, auf den der kleine Pfeil hinweist – dasselbe Teilchen im nächsten Augenblick: *ein mikroskopisch kleines Objekt*. Die ausgedehnte Welle ist verschwunden.

Da die Erklärung in I, 3,6 einfach und verständlich ist, kann ich mich hier ganz kurz fassen:

Die Annahme (A1), durch die die Nichtlokalität des EPR-Szenarios beseitigt werden konnte, enthält bereits die Antwort auf die Frage, was sich beim Doppelspaltexperiment *wirklich* ereignet:

(A1) besagt, dass materielle Objekte – stehenden Wellen vergleichbar – nur in bestimmten Zuständen existieren können, die durch Wellenlängen definiert sind. Auf solche Objekte auftreffende Wellen verursachen durch die Akkumulation ihrer Intensitäten *Übergänge* zwischen diesen Zuständen. Diese Übergänge erscheinen sprunghaft und werden von uns als *Teilchen* interpretiert.

Die Welle, die in der obigen Skizze links dargestellt ist, verschwindet also gar nicht. Vielmehr dringt sie *überall* in das materielle Wellenfeld – die Detektorplatte – ein, und die Wellenintensitäten werden überall dort, wo die Wellenamplitude nicht 0 ist, zu einem späteren Zeitpunkt zu Übergängen führen, falls weitere "Teilchen" nachfolgen. Und natürlich wird die Häufigkeit der Übergänge von der Größe derjenigen Variablen abhängen, die sie verursacht, also von der lokalen Intensität bzw. dem lokalen Amplitudenquadrat der Wellen, genau so, wie es der quantenmechanische Formalismus vorschreibt.

Das Teilchen, das rechts in der Skizze an dem durch den Pfeil bezeichneten Ort erscheint, ist daher *nicht* mit der Welle links in der Skizze identisch. Es enthält auch Anteile von Wellen, die *vorher* eingetroffen sind.

Und das ist auch schon alles. Damit ist die quantenmechanische Wahrscheinlichkeitsverteilung der Ereignisse beim Doppelspaltexperiment aufs Einfachste aufgeklärt. Alles ist lokal und objektiv, nichts verschwindet, es gibt keine objektiven Wahrscheinlichkeiten.

Das Geheimnis hat sich aufgelöst.

Die Wahl des Doppelspaltexperiments als Mittel zur Aufklärung, welches physikalische Geschehen hinter dem quantenmechanischen Formalismus steht, ist im Grunde willkürlich. Die quantenmechanischen Mess-Szenarien sind nämlich alle von gleicher Art: Das, was gemessen wird, ist immer eine Welle bzw. ein Wellenpaket, und nur die Art der Wellen, in die das Paket zerlegt wird, ändert sich. Sie hängt von dem Attribut ab, dessen Wert ermittelt werden soll.

Man könnte etwa statt einer Ortsmessung eine Impulsmessung analysieren. Der Impuls ist der Wellenlänge von Sinuswellen zugeordnet. Also muss das Wellenpaket, dessen "Impuls" gemessen werden soll, in Sinuswellen mit verschiedenen Wellenlängen zerlegt werden.

Formal erfolgt diese Zerlegung durch die Anwendung des Impulsoperators. Man erhält dann eine Verteilung der Amplituden von Sinuswellen mit verschiedenen Wellenlängen, die das Paket bilden. Das Amplitudenquadrat wird als Wahrscheinlichkeitsdichte der möglichen Ereignisse – d.h. der Messung von Impulswerten, die zu diesen Wellenlängen gehören – interpretiert

Experimentell könnte die Zerlegung durch Streuung an einer Kristalloberfläche durchgeführt werden. Dadurch wird das Wellenpaket *tatsächlich* zerlegt und in Sinuswellen mit verschiedenen Wellenlängen aufgespaltet, die nun in verschiedene Richtungen laufen. Offensichtlich muss die Verteilung der Amplituden dieser Wellen dieselbe sein wie *vor* der Zerlegung, als die Wellen noch ein Wellenpaket bildeten, und ebenso offensichtlich muss die Ereignis- bzw. Übergangswahrscheinlichkeit in einem Detektor, der in einen Strahlengang eingebracht wird, dem Quadrat der Amplituden der Wellen proportional sein, die in diesen Detektor gelangen.

Auf diese Weise ist die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Ereignisse bei einer Impulsmessung vollständig erklärt.

Dasselbe Schema kann auf alle quantenmechanischen Messungen übertragen werden. Jedes Attribut entspricht einer bestimmten Art von Wellen. Die Berechnung der Wahrscheinlichkeit, mit der ein bestimmter Wert eines Attributs bei einer Messung auftritt, erfolgt immer durch die Zerlegung des Wellenpakets in die Teilwellen der Art, die zu diesem Attribut gehören, und durch die Bestimmung der

Amplitude, mit welcher die genau diesem Wert entsprechende Welle im ganzen Wellenpaket enthalten ist. Ihr Quadrat muss dann der Wahrscheinlichkeit einer Messung mit diesem Wert proportional sein.

Zusammenfassend kann also behauptet werden:

(A4) *In einer Welt, die nur aus Wellen besteht, müssen alle physikalischen Eigenschaften auf Eigenschaften von Wellen zurückgeführt werden. Der quantenmechanische Formalismus ist nichts anderes als eine Wellenanalyse, die der Ermittlung der Amplituden jener Wellen dient, deren Intensitäten durch ihre Akkumulation die Übergänge bewirken, die als Messereignisse beobachtet werden.*

Das Schema ist immer dasselbe wie beim Doppelspaltexperiment: Keine Welle verschwindet, jede liefert einen Beitrag zu künftigen Messereignissen. Die sogenannte "Reduktion der Wellenfunktion" wird zu einem normalen physikalischen Vorgang.

Auch die sogenannte Unschärfe klärt sich auf: sie ist ein Faktum, das bei Wellenpaketen selbstverständlich ist.

Wir sind also in einer lokalen, objektiven Welt angekommen. Der scheinbar undurchdringliche Nebel, der das, was tatsächlich geschieht, verbarg, hat sich gelichtet, und nun können wir endlich freien Sinnes darangehen, darüber nachzudenken, woraus die Welt *wirklich* besteht.

Diese fundamentale Frage hat sogar schon eine konkrete Form angenommen:

Wenn es nur Wellen gibt – *was* schwingt da eigentlich? Wie lautet das Gesetz dieser Schwingung?

Und außerdem:

Formal ist eine Schwingung die periodische Änderung des Werts einer Variablen. Um welche Variable handelt es sich? In welchem Zusammenhang ändert sie sich? Ist es tatsächlich möglich, die ganze Physik auf *einen* solchen Zusammenhang zurückzuführen?

Die bisherige Physik enthält keine Hinweise auf die gesuchten Antworten. In ihrem Rahmen gibt es nicht einmal ein Bewusstsein von deren Fehlen; – wie denn auch, wenn der Rückzug in die Mathematik, ins formale Schema so vollständig vollzogen ist, dass nicht mehr gefragt werden kann, was das, was existiert, eigentlich ist, und wenn dem, was mathematisch behandelt wird – den Wellen –, gar keine Existenz zuerkannt wird?

Also muss, um die "Warum" und "Was ist" Fragen zu beantworten, das Projekt *Erkenntnis der Natur* noch einmal von Grund auf neu begonnen werden – nicht, um alles bisher Errungene zu ändern, sondern um es auf eine neue Basis zu stellen.

Was also ist der Urgrund der Wirklichkeit?

Dieser Frage werde ich mich nun etwas ausführlicher widmen. Bei ihrer ersten Erwähnung im Haupttext (in II, 1.3) habe ich mich auf das Notwendigste beschränkt, um den Gedankengang nicht gleich an seinem Anfang metaphysisch zu überfrachten und stattdessen die Begriffe sich im Laufe der weiteren Schlussfolgerungen entfalten zu lassen. Jetzt aber, in der Wiederholung, werde ich versuchen, alles Wichtige schon zu Beginn zu sagen.

Fragen wir zunächst: Wie gelangt man gedanklich zu diesem Urgrund der Wirklichkeit?

Auf einem sehr kurzen Weg. Man beginnt bei irgendwelchen Objekten und fragt, woraus sie bestehen. Falls sie aus einfacheren Objekten zusammengesetzt sind, fragt man, woraus *diese* bestehen. So gelangt man schließlich zu Objekten, die nicht weiter zerlegt werden können.

Ist man dann ans Ende möglichen Fragens gelangt? Auf den ersten Blick mag es so scheinen. Man kann zwar die Eigenschaften eines unzerlegbaren, elementaren Objekts aufzählen, aber auf die Frage, woraus etwa ein *Elektron* oder auch ein *String* besteht, scheint es keine Antwort zu geben.

Es ist jedoch unmittelbar einsichtig, dass jedes Objekt aus irgendetwas bestehen *muss*; die Annahme, es bestünde aus Nichts, wäre offensichtlich absurd.

Woraus besteht es also? Beginnen wir zunächst mit einer Definition. Nennen wir die Eigenschaften eines Objekts seine *Akzidenzien*, und das, woraus es besteht, seine *Substanz*. Die Substanz ist dann auch das, was übrig bleibt, wenn man vom Objekt gedanklich alle Eigenschaften entfernt.

Wir haben gerade eben festgestellt, dass die Substanz nicht *Nichts* sein kann: ein Objekt kann nicht aus Nichts bestehen.

Zugleich ist aber klar, dass die Substanz auch nicht das Kriterium für *Existenz* erfüllt: Etwas, was *keine Eigenschaften* hat, existiert nicht. Keine Eigenschaften zu haben bedeutet, mit nichts anderem in Wechselwirkung treten zu können, und einer Entität, die mit nichts wechselwirkt, kann keine Existenz zuerkannt werden.

Also kann die Substanz auch nicht *Etwas* sein. Sie ist somit weder Nichts noch Etwas. Weder existiert sie, noch existiert sie nicht.

Vor aller Existenz gibt es daher nicht etwa die Alternative *Etwas oder Nichts*, sondern es gibt dasjenige, was *weder Etwas noch Nichts* ist.

Was aber weder existiert noch nicht existiert, das ist *notwendig*, weil es für seine Art des "Vorhanden-Seins" keine Alternative gibt: Würde man es gedanklich entfernen, wäre es ja Nichts.

Alles, was existiert, kann auch nicht existieren; alles Seiende steht in der Alternative *sein oder nicht-sein*. Aber das, was weder existiert noch nicht existiert, zu dem gibt es keine Alternative – es kann nicht nicht-sein, es ist notwendig.

Damit haben wir den ontologischen Status der Substanz bestimmt: Nicht als Existenz, nicht als Nicht-Existenz, sondern als ***Notwendigkeit***.

Zugleich ist dadurch die *erste und fundamentale Frage* beantwortet: *Warum ist Etwas und nicht Nichts?*

Die Antwort ist: *Es kann nicht Nichts sein, denn vor aller Existenz ist nicht Nichts, sondern das, was notwendig ist.*

Zur weiteren Bestimmung dessen, was die Substanz ist, dient der Unterschied zwischen wirklich existierenden Dingen und Dingen, die Elemente einer Beschreibung der Wirklichkeit sind.

Wirklich existierende Dinge sind stets *aktiv*: Die Erde übt immer Gravitation aus, das Elektron trägt immer elektrische Ladung.

Die Dinge in einer Beschreibung sind jedoch *passiv*. Ich kann der Erde Gravitation und dem Elektron Ladung zuschreiben, aber ohne mein Zutun werden diese Akzidenzien nicht aktiv; von selbst geschieht in der Beschreibung nichts.

Im Gegensatz zu einem wirklich existierenden Ding besteht ein Ding in einer Beschreibung nicht aus *Substanz und Akzidenzien*, sondern *nur aus Akzidenzien*: Es ist durch seine Akzidenzien *definiert*, und es ist *nichts als* diese Definition. Ohne seine Definition verschwindet das Ding in der Beschreibung. Es gibt nichts, *woraus* es besteht, es übt keine Wirkungen aus, die *von etwas* ausgehen müssen. Das Ding in der Beschreibung hat keine Substanz.

Substanz ist also dasjenige, was wirklichen Dingen *Aktivität* verleiht; es ist dasjenige, was ihre Akzidenzien *aktiv* macht.

Daher ist dies die metaphysische Qualität der Substanz: ***Aktivität***.

Es könnte die Frage auftauchen, ob der Begriff "Substanz" tatsächlich eine *ontologische Voraussetzung* von Seiendem bezeichnet und nicht bloß eine *logische Voraussetzung*.

Was einem Objekt "logisch vorausgesetzt" ist, stellt eine Bedingung seiner Existenz dar, was ihm aber "ontologisch vorausgesetzt" ist, aus dem ist es *tatsächlich hervorgegangen*. Nun gilt aber allgemein, dass das jeweils Einfachere, aus dem ein Objekt gebildet ist, immer die ontologische Voraussetzung dieses Objekts ist. Um dieses Prinzip auch auf jenes Einfachste und Allgemeinste anwenden zu können, auf das wir durch unseren Gedankengang geführt worden sind – auf die Substanz –, muss nur anerkannt werden, dass *alles Seiende entstanden* ist.

Diese Erkenntnis ist jedoch selbstverständlich. Nicht entstandenes Seiendes anzunehmen heißt, dieses Seiende absolut zu setzen und ihm einen ontologischen Rang zuzuschreiben, der ihm nicht zukommt.⁵

Nehmen wir also an, dass die Substanz eines Seienden nicht nur die logische, sondern auch die ontologische Voraussetzung dieses Seienden ist, dass also das Seiende daraus entstanden ist.

Definitionsgemäß ist die Substanz das, was keine Eigenschaften hat, also *ununterscheidbar* ist, und das bedeutet, dass sie nicht nur die Voraussetzung *eines* Seienden, sondern *jedes* Seienden ist.

Daher gilt: ***Die Substanz ist der Ursprung alles Seienden.***

Warum entfaltet sich der *Ursprung des Seienden* zum Seienden? Warum bleibt er nicht einfach, was er "ist"?

⁵ Außerdem entstehen infolge dieser Annahme *unlösbare* Probleme: zugleich mit den absoluten Entitäten treten Naturkonstanten auf, deren Größen somit *definitionsgemäß* unerklärbar sind. Daraus folgt dann das Problem des sogenannten "Feintunings", d.h. der Frage, warum die Naturkonstanten so abgestimmt sind, dass daraus ein Universum entsteht, das Leben und schließlich Geist hervorbringt. Diese Frage führt wiederum zum sogenannten "anthropischen Prinzip" usw. Man sieht, wie ein grundsätzlicher Irrtum fortwährend weiteren Unsinn zeugt.

Das wirklich fundamentale Problem der Annahme von nicht entstandenem Seienden besteht aber darin, dass dadurch alle "Warum-" und "Was ist-" Fragen als *unbeantwortbar* festgeschrieben werden.

Weil seine metaphysische Qualität *Aktivität* ist. Sich selbst gleich zu bleiben wäre jedoch *Inaktivität*. Einen Unterschied zu machen heißt aber nichts anderes als zur Existenz aufzusteigen.

Die Frage ist nun: *Wie* entsteht Seiendes aus dem *Ursprung des Seienden*?⁶

Als das, was er *an sich* ist, kann er nicht gedacht werden. Um ihn denken zu können, müssen wir ihm ein Prädikat zuschreiben.

Seine metaphysische Qualität ist *Aktivität*. Also ist dies das erste Akzidens: "Aktivität". Es ist aber zu beachten, dass der Begriff der *Aktivität* als metaphysischer Qualität *mehr* ist als der Begriff der "Aktivität" als Akzidens. Dieses "mehr" verbleibt im Begriff der Substanz.

Der Substanzbegriff hat sich durch diese in Gedanken vollzogene Teilung verändert. Die Substanz, die mit dem Akzidens Aktivität verbunden ist, ist nicht mehr mit dem *Ursprung des Seienden an sich* identisch. Dieser ist ungeteilt, er ist *reine Substanz* und zugleich *reine Aktivität*.

Dieser erste gedankliche Schritt – die Teilung dessen, was *an sich* ungeteilt ist – ist genau der Akt, wo sich *an sich* und *für uns* trennt. Er betrifft jedoch nicht nur den *Ursprung des Seienden*, sondern auch alles Seiende. Auch am Seienden selbst sind Substanz und Akzidenzien *an sich* stets *untrennbar verbunden*, und nur *für uns* erscheinen sie getrennt. Diese Einheit von Substanz und Akzidenzien ist das *Wesen* des Seienden.

Betrachten wir etwa die Erde: sie ist mit ihrem Akzidens Gravitation untrennbar verbunden: die *wirkliche* Erde bestimmt unaufhörlich die Bahn des Mondes. Für die *gedachte* Erde gilt das aber nicht: in Gedanken kann der Mond jederzeit angehalten werden.

Es ist auch leicht einzusehen, warum das so ist: Die Dinge der Wirklichkeit treten ja nicht "als sie selbst" in unseren Wahrnehmungen und Gedanken auf, sondern in der Gestalt von Repräsentationen, die auf den Einfluss zurückgehen, den die Dinge auf ihre Umgebung ausüben, also auf ihre Eigenschaften bzw. Wechselwirkungen.

Deshalb erfahren wir von dem, was Existenz *an sich* ist, immer nur jenen Teil, der uns über unsere Sinne – entweder direkt oder durch Geräte vermittelt – erreichen kann, und diesen Teil nennen wir *Akzidenzien*. Von dem, was Existenz *außerdem* ist, erfahren wir nichts. Dieser Teil der Existenz ist undenkbar. Wir wissen bloß, dass er da ist, und nennen ihn *Substanz*.

⁶ Das ist nicht zeitlich, sondern ontologisch zu verstehen. Es ist nicht etwa *irgendwann* geschehen, es ist *immer schon* der Fall. Der *Ursprung des Seienden* ist *das sich zum Seienden Entfaltende*.

Bei Seiendem sind wir in einem solchen Maß daran gewöhnt, die Substanz vorauszusetzen, dass uns dieses fundamentale Defizit nicht mehr auffällt. Beim *Ursprung des Seienden* jedoch bricht das Schema von Substanz und Akzidens zusammen, und die *metaphysische Differenz* zwischen dem, was *ist*, und dem, als was wir es wahrnehmen und denken, wird offenbar. Sie zeigt sich dadurch, dass dasjenige, woraus alles Seiende besteht, verschwindet, wenn man es zu denken versucht.

An sich ist der *Ursprung des Seienden* ungeteilt. Er ist *reine Substanz* und zugleich *reine Aktivität*.

Für uns zerfällt der *Ursprung des Seienden* in Substanz und Akzidens. Er ist Aktivität von NICHTS, wobei die Schreibweise in Großbuchstaben ausdrückt, dass sich dieses NICHTS vom rein begrifflichen Nichts unterscheidet. NICHTS ist die *erste Substanz*, Aktivität ist das *erste Akzidens*.

Aktivität bedeutet Veränderung. Was ändert sich? NICHTS.

Die untrennbare Einheit von *Substanz* und *Aktivität* äußert sich *für uns* darin, dass NICHTS nur *als sich Veränderndes* existiert. Ohne das Akzidens Veränderung wäre Nichts.

Bleibe die Veränderung von NICHTS ohne Folge, dann wäre wieder einfach Nichts – im Widerspruch zur Notwendigkeit des *Ursprungs des Seienden*. Aus der Veränderung muss also etwas folgen, und diese Folge muss wieder eine Veränderung von NICHTS sein. Es muss daher zwei verschiedene Veränderungen geben.

Da wir zuvor abgeleitet haben, dass der *Ursprung des Seienden* notwendig ist und dass er sich zur Existenz entfalten *muss*, kann Existenz vorausgesetzt werden, und wir können zur Bestimmung dieser Veränderungen auf die notwendigen Voraussetzungen von Existenz zurückgreifen: Raum und Bewegung (alternativ: Raum und Zeit). Die erste Substanz NICHTS wird dadurch zur *Raumzeit*.

Damit sind wir zu unserem ersten Satz gelangt: *Die Änderung des Raumes bewirkt die Änderung der Bewegung*.

Aber nur dann, wenn auch das Umgekehrte gilt, entsteht die unaufhörliche Kette von Veränderungen, die notwendig ist, um zu verhindern, dass wiederum Nichts wäre. Also muss auch gelten: *Die Änderung der Bewegung bewirkt die Änderung des Raumes*, und daraus folgt:

Die Änderung des Raumes ist gleich der Änderung der Bewegung.

Ich kürze den Rest des Gedankengangs ab, der zur ersten Gleichung führt:

Es gibt kein Gedächtnis. Das bedeutet, dass sich Änderungen nur von Augenblick zu Augenblick vollziehen können. Sie müssen also die Gestalt von Differenzialquotienten haben. Außerdem folgt daraus, dass es keine feste Größe gibt, auf die sich die Änderungen beziehen können. Es muss sich also um relative Änderungen handeln. Diese Annahmen führen zur Gleichung (1):

$$\frac{d\sigma}{dr} = \pm \frac{1}{c^2} \frac{dv}{dt} \quad (1)$$

wo σ die metrische Dichte der Länge (oder des Winkels) ist und v die Geschwindigkeit des longitudinalen (oder des transversalen) metrischen Flusses. c ist die (spätere) Lichtgeschwindigkeit.

Damit haben wir die Basis der physikalischen Welt erreicht. Der metaphysische Gedankengang, der zur Gleichung (1) geführt hat, muss sich nun dadurch bewähren, dass sich aus dieser Gleichung bekannte physikalische Tatsachen und Theorien und möglichst auch neue physikalische Erkenntnisse ableiten lassen.

Sollte das in einem ausreichenden Maß gelingen, dann bedeutet Gleichung (1), dass *alles, was existiert, ein Muster aus Änderungen der metrischen Dichte und der Geschwindigkeit des metrischen Flusses* ist.

Dies ist der richtige Moment, um einen Augenblick innezuhalten. Zwar mag schon die Neuinterpretation der Relativitäts- und der Quantentheorie äußerst seltsam erschienen sein, und das mühsame Fortkommen im unwegsamen metaphysischen Gelände mag Befremden erregt haben – aber nirgends ist der Unterschied zwischen meinen Aussagen und denen der Standardphysik größer als hier.

Die Standardphysik kommt nach ihrem eigenen Dafürhalten dem Ursprung des Seienden in der sogenannten M-Theorie am nächsten, die eine Vereinheitlichung der verschiedenen Stringtheorien ist. Demnach soll das Fundament des Universums 11-dimensional sein. Die zugehörige Mathematik ist so komplex, dass daraus bisher keine überprüfaren Voraussagen abgeleitet werden konnten.

Mag sein, dass dies die notwendige Bedingung für ein Universum ist. Ich halte es jedoch für viel wahrscheinlicher, dass solche Annahmen bloß der Ausdruck dafür sind, dass das Paradigma, innerhalb dessen der physikalische Fortschritt stattfindet, erschöpft und nicht länger fruchtbar ist.

Die Physik hat mit der Beobachtung von materiellen Objekten begonnen, und sie hat sich von den Begriffen, die zu diesen Objekten gehören, nie gelöst. Sie bestehen als Altlasten weiter und führen dort, wo sich die Physik den elementaren Sachverhalten nähert, zu absurden Schlussfolgerungen – ich erinnere an die Reduktion der Wellenfunktion. Die Annahmen der Stringtheoretiker erscheinen in

diesem Zusammenhang als das letzte Glied in einer Kette von irregeleiteten Interpretationen, die, solange die mit ihnen verknüpfte Mathematik konkrete Vorhersagen ermöglichte, mit der Wirklichkeit noch in Verbindung standen, die aber mit der Preisgabe dieses Kriteriums vollends ins Abseits geraten sind.

Die Gleichung, die in dieser Arbeit den *Ursprung des Seienden* darstellt, ist nicht die letzte Folge von Beobachtungen an existierenden Objekten, sondern die erste Folge von als notwendig erkannten Aussagen über ebendiesen Ursprung. Sie ist deren *einfachst-möglicher* Ausdruck.

Gerade durch ihre Einfachheit ermöglicht sie den größten strukturellen Reichtum, und ihre rein differenzielle Form wird sich als notwendige Bedingung für die Existenz der Freiheit herausstellen.

Das bringt mich zu einem weiteren wichtigen Punkt, auf den schon an dieser Stelle hingewiesen werden sollte: Alle Begriffe, die zu der soeben durchgeführten metaphysischen Ableitung gehören, erweisen sich nicht nur als geeignet für den Aufbau der physikalischen Welt, sie bilden auch die Grundlage für die Integration des Geistes in die auf diesen Begriffen errichtete Wirklichkeit.

Zurück zu der Physik, die sich aus Gleichung (1) folgern lässt.

Das erste Resultat ist, dass *im metrischen Fluss Wellen mit Lichtgeschwindigkeit* auftreten: Longitudinalwellen (sie werden später der Gravitation zugeordnet) und Transversalwellen (sie gehören zum Elektromagnetismus). Beide Wellenformen können auf zwei Arten erscheinen: Bei der einen Art ist die periodisch veränderliche Größe die metrische Dichte (der Länge bei den Longitudinalwellen bzw. des Winkels bei den Transversalwellen), bei der anderen Art ist es die Geschwindigkeit des metrischen Flusses (parallel zur Richtung des Flusses, in dem die Wellen auftreten, oder normal dazu).

Damit ist die grundlegende Schlussfolgerung bestätigt, die den Kernpunkt der Neuinterpretation der speziellen Relativität bildete: *Es gibt nur Wellen mit Lichtgeschwindigkeit. Alles, was existiert und was sich ereignet, ist ein Interferenzphänomen, ein Muster aus Superpositionen dieser Wellen.*

Nun ist die Erkenntnis hinzugekommen, dass die Wellen *im metrischen Fluss* existieren.

Daraus folgt, dass es in diesem Universum nur zwei Grundgrößen gibt: metrische Dichte und metrischer Fluss. Alle anderen Größen sind abgeleitet. Das fundamentale Einheitensystem besteht nur aus einer Längen- und einer Zeiteinheit. Es ist **ein metrisch-dynamisches Universum**.

Das zweite Resultat ist die Ableitung der **Gravitation einer zentralen Masse** aus Gleichung (1), und zwar in der Newtonschen *und* in der Einsteinschen Form.

Dafür ist die folgende metrische Annahme erforderlich:

Sei R^3 ein leeres, glattes Kontinuum. r sei die Entfernung eines beliebigen Punktes P von einem gegebenen Punkt O . Wenn sich nun in O eine geometrische Masse m befindet ($m = MG/c^2$), dann beträgt die Entfernung PO nur noch $r - m$.

Jeder Punkt liegt also um m Einheiten näher am Zentrum O als vorher. *Dem Kontinuum fehlen in jede Richtung m Einheiten.* Für die metrische Dichte σ gilt dann $\sigma(r) = (r - m)/r$.

In Gleichung (1) eingesetzt ergibt das die Newtonsche Gravitationsbeschleunigung $dv/dt = -MG/r^2$.

Bevor ich mit der Darstellung der Gravitation fortfahre, möchte ich darauf hinweisen, dass aus metrisch-dynamischer Sicht der Elektromagnetismus auf einer metrischen Deformation beruht, die analog zur metrischen Deformation bei der Gravitation ist:

Bei der Gravitation sind – im Vergleich zu einem euklidischen Kontinuum – alle Distanzen zu einer zentralen (geometrischen) Masse m um m Einheiten kleiner. Dadurch entsteht ein radialer, zum Zentrum hin beschleunigter metrischer Fluss.

Beim Elektromagnetismus sind die Umfänge aller Kreise, in deren Mittelpunkt sich eine elektrische Ladung μ befindet, um $2\pi\mu$ Einheiten kleiner (wobei μ die geometrische Ladung ist). Dadurch entsteht ein metrischer Fluss, der um den Mittelpunkt rotiert.

Das ist ein geradezu wunderbarer Zusammenhang! Beide Wechselwirkungen werden auf eine Weise erklärt, die den zugrunde liegenden Mechanismus aufdeckt, und sie erweisen sich als direkte Folgen aus den beiden Interpretationen des fundamentalen Gesetzes mit σ als metrischer Dichte der Länge oder des Winkels – als Folgen eines Gesetzes also, das seinerseits nur der mathematische Ausdruck für dasjenige ist, was *für uns* der *Ursprung des Seienden* ist und das auf rein metaphysische Weise und keineswegs im Hinblick auf seine mögliche physikalische Nützlichkeit abgeleitet wurde!

Zurück zur Gravitation. Wir waren bei der Newtonschen Näherung.

Von dem hier eingenommenen Standpunkt aus führt die Anwendung der Gleichung $dv/dt = -MG/r^2$ deshalb nur zu annähernd korrekten Ergebnissen, weil dabei die Tatsache nicht berücksichtigt wird, dass die Beschleunigung nicht auf Objekte wirkt, sondern dass es sich um einen *beschleunigten metrischen Fluss* handelt.

Exakte Resultate erhält man durch folgende Modellannahmen:

Gravitation einer zentralen Masse ist ein stationärer, zum Zentrum O hin beschleunigter metrischer Fluss; *Das Kontinuum selbst* fließt ins Zentrum. Im Fluss existieren Wellen mit Lichtgeschwindigkeit. Objekte sind Interferenzphänomene, Muster aus Superpositionen dieser Wellen.

Unter diesen Voraussetzungen kann nun z.B. die Lichtablenkung oder die Größe der Periheldrehung ermittelt werden. Wer die Ableitung der Periheldrehung aus der Allgemeinen Relativitätstheorie kennt, wird darüber erstaunt sein, dass sie hier nur wenige Zeilen lang ist.

Ebenso erstaunlich ist, dass die Darstellung nicht-relativistisch ist. Es scheint, als würde sich die Einfachheit des Mechanismus des Universums nur dem absoluten Blick von außen offenbaren!

Auch der Übergang auf die relativistische Sicht ist einfach. Da die Geschwindigkeit des metrischen Flusses und sein differenzielles Längenmaß bekannt ist, kann in jedem Punkt auf ein lokales relativistisches System transformiert werden. Die Gesamtheit dieser lokalen Systeme ergibt die Schwarzschild-Metrik.

Bei dieser Definition der Gravitation bleibt zunächst die Frage offen, *wodurch* der kugelsymmetrische metrische Defekt hervorgerufen wird. Ich vermute, dass die Superpositionen von Wellen, aus denen materielle Objekte bestehen, zu einer metrischen Verdichtung führen, so dass im Außenraum die metrische Dichte geringer wird.⁷

Die Vorstellung, dass ein gravitierendes materielles Objekt einem metrischen Defekt entspricht, führt zur Annahme, dass ein gravitierendes Objekt, das aus **Antimaterie** besteht, dem *umgekehrten* metrischen Defekt entspricht. Dadurch wäre unmittelbar klar, warum Materie und Antimaterie sich gegenseitig auslöschen.

Wenn also bei Materie dem Kontinuum in jeder Richtung m Einheiten fehlen, dann müssen bei Antimaterie in jeder Richtung m Einheiten zuviel sein. Die metrische Dichte σ ist dann nicht kleiner, sondern größer als im euklidischen Kontinuum, und es gilt $\sigma(r) = (r + m)/r$ bzw. $\sigma(r) = (r - (-m))/r$.

Die geometrische Masse – und damit auch die "normale" Masse – hat also bei Antimaterie das umgekehrte Vorzeichen: sie ist negativ.

⁷ Das wäre ein *nichtlinearer* Welleneffekt.

Das heißt: Befindet sich in O eine Masse der Größe $-m$, dann ist jeder Punkt um m Einheiten weiter von O entfernt als im glatten Kontinuum.

Der dadurch entstehende metrische Fluss ist imaginär.⁸ Die Newtonsche Näherung bleibt gleich, aber in der exakten Beschreibung wird die Gravitation nicht größer als in der Newtonschen Näherung (wie es bei Materie der Fall ist), sondern kleiner; die Periheldrehung erfolgt in der umgekehrten Richtung, entgegen der Umlaufrichtung des Objekts.

Die Zeit vergeht in der Umgebung von Antimaterie nicht langsamer, sondern schneller als im euklidischen Kontinuum. Trotzdem erfolgt die Beschleunigung zum Zentrum hin.

Die Metrik der Raumzeit ist im Fall von Antimaterie nicht die Schwarzschild-Metrik. Statt des Korrekturfaktors $(1 - 2m/r)$ tritt der Faktor $(1 + 2m/r)$ auf.

Ein wichtiger Unterschied zwischen Materie und Antimaterie ist, dass im Gravitationsfeld von Antimaterie, d.h. im beschleunigten Fluss, keine longitudinalen, zur Gravitation gehörenden Wellen existieren, oder genauer, dass diese Wellen dort nach kurzer Zeit verschwinden.

Um weitere physikalische Zusammenhänge abzuleiten ist die folgende Annahme erforderlich:

Die Wellen mit Lichtgeschwindigkeit, die in den metrischen Flüssen auftreten, bilden stehende Wellen, deren Wellenlänge gleich der Planck-Länge ist.

Wie in einem Universum zu erwarten, in dem es nur Wellen gibt, ist hier die fundamentale Länge eine Wellenlänge.

Daraus lässt sich nun Folgendes ableiten:

Es befinde sich in O eine (geometrische) Masse m . Sie erzeugt einen kugelsymmetrischen, stationären metrischen Fluss in Richtung O. Im Fluss gibt es stehende Wellen von Planck-Länge.

Für einen relativ zu O ruhenden Beobachter ist wegen der relativistischen Zeitverschiebung die Phasenübereinstimmung der gegenlaufenden Planck-Wellen aufgehoben. Er sieht also keine stehenden Wellen, sondern Phasenwellen, und es gilt:

⁸ Da die Energie des Feldes das Quadrat der Geschwindigkeit v des metrischen Flusses enthält, wird auch die Energie negativ, wenn v imaginär wird.

Die Wellenlänge der Phasenwelle ist gleich der Compton-Wellenlänge λ_C eines Teilchens mit der Masse m . Auf einer Kugelfläche mit O als Mittelpunkt und mit diesem Radius existiert eine gleichphasige Schwingung mit der Frequenz des Teilchens.

Der Zusammenhang zwischen der geometrischen Masse m , der zugehörigen Wellenlänge λ_C und der Planck-(Wellen)-Länge λ_{Pl} , der sich aus dieser metrisch-dynamischen Struktur ergibt, ist

$$m \lambda_C = \lambda_{Pl}^2$$

Die Planck-Länge ist also das geometrische Mittel von geometrischer Masse m und zugehöriger Wellenlänge λ_C . Das heißt, es gibt ein Z_m , so dass

$$m Z_m = \lambda_{Pl} \text{ und } \lambda_{Pl} Z_m = \lambda_C .$$

(Z.B. ist im Fall eines Elektrons $Z_m = 5.990 \cdot 10^{22}$)

Die Gleichung $m \lambda_C = \lambda_{Pl}^2$ überbrückt mehr als 40 Größenordnungen und liefert eine metrisch-dynamische Begründung des Zusammenhangs zwischen diesen fundamentalen Größen. Außerdem ist sie – wie sich später herausstellen wird – das gravitative Analogon zu der aus dem Atomaufbau bekannten Gleichung:

$$r_e r_B = \tilde{\lambda}_{Ce}^2$$

wo r_e der klassische Elektronenradius ist, r_B der Bohr-Radius und $\tilde{\lambda}_{Ce}$ die Compton-Wellenlänge des Elektrons. Hier ist $\tilde{\lambda}_{Ce}$ das geometrische Mittel von r_e und r_B , und der Faktor, um den sich die Größen unterscheiden, ist die Feinstrukturkonstante $1/\alpha$:

$$r_e 1/\alpha = \tilde{\lambda}_{Ce} \text{ und } \tilde{\lambda}_{Ce} 1/\alpha = r_B \text{ (mit } 1/\alpha = 137.036)$$

Auch dieser Zusammenhang wird im Folgenden metrisch-dynamisch begründet.

Betrachten wir nochmals die Gleichung

$$m \lambda_C = \lambda_{Pl}^2$$

Da die Compton-Wellenlänge λ_C multipliziert mit der Teilchenfrequenz ν_m gleich der Lichtgeschwindigkeit c ist, also $\lambda_C \nu_m = c$, folgt daraus

$$m c = \lambda_{pl}^2 \nu_m$$

Diese Gleichung ist das metrisch-dynamische Äquivalent zu $M c^2 = h \nu$ bzw. $E = h \nu$ und $E = M c^2$.

Ich fasse den grundlegenden metrisch-dynamischen Sachverhalt zusammen (ich nenne die folgende Aussage P1, um mich später darauf beziehen zu können):

(P1) Im metrischen Fluss, der durch eine zentrale Masse m verursacht wird, existieren stehende Wellen von Planck-Länge. Im System eines relativ zur Masse m ruhenden Beobachters treten Phasenwellen auf. Dadurch entsteht in diesem System auf einer Kugelfläche im Abstand einer Compton-Wellenlänge vom Zentrum eine gleichphasige Schwingung mit der zu m gehörenden Frequenz.

Das ist natürlich noch kein Modell der metrischen Struktur eines Teilchens; aber es ist ein Hinweis auf eine solche Struktur. Und es ist der erste Schritt zum metrisch-dynamischen Atomaufbau.

Zuvor muss aber der **Elektromagnetismus** aus metrisch-dynamischer Sicht definiert werden.

Wie die Gravitation ist auch der Elektromagnetismus ein metrischer Defekt. Gravitation ist eine Änderung des Längenmaßes, Elektromagnetismus ist eine Änderung des Winkelmaßes: Die metrische Dichte des Winkels ist im Vergleich mit einem euklidischen Kontinuum verändert.⁹

Die elektrische Ladung wird dadurch auf analoge Weise geometrisiert wie die Masse. Die geometrische Ladung μ hat die Dimension einer Länge. Sie ist dadurch definiert, dass sich die Umfänge von Kreisen, in deren Mittelpunkt sich die Ladung μ befindet, um $2\pi\mu$ Einheiten von denen des euklidischen Kontinuums unterscheiden. Sie betragen also $2\pi(r - \mu)$.

Bei positiver Ladung ist $\mu > 0$ (im Abstand μ wird der Kreisumfang 0), bei negativer Ladung ist $\mu < 0$ (im Abstand μ wird der Kreisumfang $4\pi\mu$).

⁹ Diese metrische "Koexistenz" von Gravitation und Elektromagnetismus ist nur im *Flussbild* der beiden Wechselwirkungen erkennbar, da nur in dieser Sicht Gravitation sich ausschließlich durch Änderungen der Längendifferenziale in Flussrichtung äußert. Das Universum besteht hier also aus *Flusslinien*.

Durch die Änderung der Umfangslängen entsteht ein metrischer Fluss. Bei der Gravitation ist der Fluss radial, beim Elektromagnetismus ist er tangential; er rotiert also um das Zentrum. Beide Drehrichtungen sind möglich. Die Geschwindigkeit des Flusses hängt vom Ausmaß der Änderung des Bogendifferenzials in derselben Weise ab wie bei der Gravitation von der Änderung des radialen Längendifferenzials.

Im Fall von positiver Ladung ist der Fluss reell, im Fall von negativer Ladung ist er imaginär.

Positive und negative elektrische Ladung stehen zueinander also im selben Verhältnis wie die gravitativen "Ladungen" von Materie und Antimaterie.

In derselben Weise wie durch eine Masse m wird auch durch eine Ladung μ die Zeit verändert: bei positiver Ladung vergeht sie langsamer, bei negativer schneller.

Wie bei der Gravitation liegt dieses metrisch-dynamische Szenario zunächst in nicht-relativistischer Form vor. Aber es ist hier auf dieselbe Weise möglich, auf die relativistische Sicht überzuwechseln.

Was sofort auffällt, ist, dass die metrischen Änderungen *in jeder Ebene* durch das Zentrum auftreten. In jeder Ebene fehlt den Kreisumfängen $2\pi\mu$, und in jeder Ebene existiert ein rotierender metrischer Fluss in beide Richtungen. Das sind genau die Fakten, die den quantenmechanischen *Spin* charakterisieren und die ihn so erscheinen lassen, als sei er nicht auf realistische Weise interpretierbar.

Das gilt aber nur, solange er als Eigenschaft eines *Objekts* aufgefasst wird. Im metrisch-dynamischen Bild erscheint er jedoch als Eigenschaft des *Kontinuums*, und als solche ist er geometrisch einsichtig, denn es ist zweifellos möglich, das Kontinuum aus Ebenen zusammensetzen und diesen Ebenen Eigenschaften zuzuschreiben wie etwa Rotation. Dass dadurch einem Punkt in *jeder* Richtung auf einer Ebene (die tangential auf einer Kugel um das Zentrum liegt) dieselbe Geschwindigkeit (des rotierenden metrischen Flusses) zugeschrieben werden muss, ist kein Widerspruch. Bei einem *Objekt* wäre es widersprüchlich, anzunehmen, es bewege sich in mehr als einer Richtung, einem Punkt des Kontinuums eine Geschwindigkeit in mehr als einer Richtung zuzuschreiben, ist jedoch nicht widersprüchlich – es bewegt sich ja nichts. Der Punkt ist nur ein Ort und keine Abstraktion von Seiendem.

Aus diesem metrisch-dynamischen Modell des Elektromagnetismus lässt sich nun der quantenmechanische **Aufbau der Atomhülle** ableiten. Folgendermaßen:

Nehmen wir an, in einem Punkt O befinde sich die geometrische Ladung $\mu > 0$ (μ hat die Dimension *Länge*). Sie erzeugt einen rotierenden metrischen Fluss in jeder Ebene durch O.

Nun denken wir uns in dieses rotierende Kontinuum ein *Elektron* versetzt.

Gemäß den Ausführungen des ersten Teils ist das Elektron jedoch kein *Teilchen*, sondern ein *Schwingungszustand des Kontinuums*. Nach (P1) existiert durch diesen "Elektron" genannten Schwingungszustand eine gleichphasige Schwingung auf einer Kugelfläche um O mit Radius λ_c .

In bezug auf eine *mit dem Fluss rotierende Ebene* durch O ist die Gleichphasigkeit der Schwingung aufgehoben, und es entsteht eine Phasenwelle. (Man beachte, dass das nur in bezug auf die rotierende Ebene gilt. Im nicht-rotierenden System schwingt nach wie vor eine Kugelfläche phasengleich.)

Die Eigenschaften des Grundzustands des Wasserstoffatoms können nun aus der Bedingung abgeleitet werden, dass die Phasenwellenlänge gleich dem Kreisumfang sein muss. Daraus folgt zunächst der Bohr-Radius, und daraus kann dann die Frequenz mittels der Änderung des Zeitvergehens ermittelt werden.

Die aus dem metrisch-dynamischen Modell errechneten Werte stimmen genau dann mit den bekannten Werten überein, wenn die geometrische Ladung μ gleich dem klassischen Elektronenradius r_e gesetzt wird. Dann hat die Rotation diejenige Geschwindigkeit, die dazu führt, dass die obige Bedingung im Abstand des Bohr-Radius erfüllt ist. μ wird damit zur *geometrischen Elementarladung*.

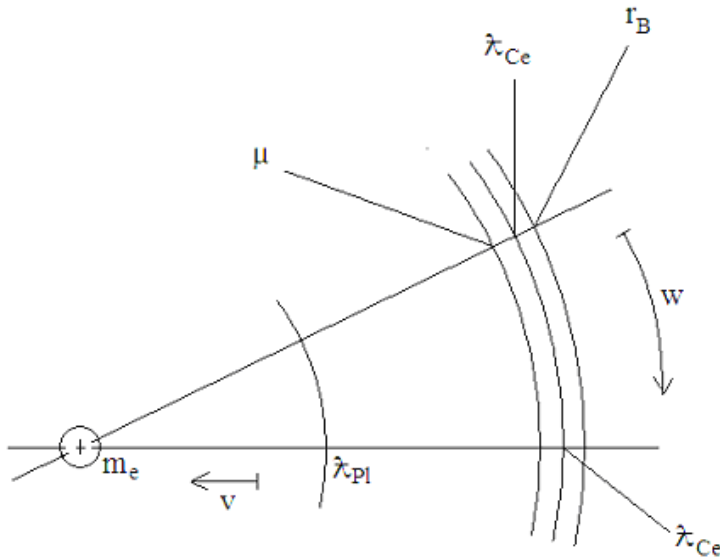
Aus $r_e r_B = \lambda_{ce}^2$ wird also $\mu r_B = \lambda_{ce}^2$

Es ist dann $\mu / \alpha = \lambda_{ce}$ und $\lambda_{ce} / \alpha = r_B$.

Dadurch erfährt auch dieser bekannte Zusammenhang eine metrisch-dynamische Erklärung.

Zur besseren Übersicht über das ganze Szenario, das sich aus der Bedingung stehender Phasenwellen im radialen Fluss $v(r)$ und im rotierenden Fluss $w(r)$ zusammensetzt, hier nochmals die Skizze (S21) aus II, 5.8.

(Die Größenverhältnisse sind trotz der logarithmischen Skalierung nicht korrekt wiedergegeben. Die wirklichen Größen unterscheiden sich um 47 Größenordnungen: $m_e = 6.763 \cdot 10^{-58}$ Meter, $r_B = 5.2918 \cdot 10^{-11}$ Meter.)



Ebenso wie der Grundzustand können auch die anderen Zustände abgeleitet werden. Es ist tatsächlich möglich, aus den zuvor beschriebenen einfachen metrischen Annahmen alle Orbitale der quantenmechanischen Darstellung nicht nur des Wasserstoffatoms, sondern auch aller anderen Atome zu rekonstruieren – auch die Orbitale mit einer Rotation $\neq 0$ –, indem sie als *Schwingungszustände des Kontinuums* aufgefasst werden.¹⁰

Genau diese Annahme war für eine lokale und objektive Interpretation der Quantentheorie erforderlich. Sie hat sich nun bestätigt. Elektronen sind keine "Teilchen"; Ein zusätzliches Elektron bedeutet einfach eine zusätzliche Knotenfläche im Gesamtschwingungszustand.

Soviel zur Rekonstruktion des Atomaufbaus.

Es sind nun hinreichend viele bekannte und unbekannte Zusammenhänge auf einfache und einsichtige Weise abgeleitet worden, um der metrisch-dynamischen Sicht den Status einer plausiblen Alternative zu den üblichen Interpretationen zu verschaffen.

¹⁰ Dass sie im Haupttext nur als Näherungen erscheinen, ist dadurch begründet, dass ich die Berechnungen nur in bezug auf ebene Schnitte durch die räumlichen Schwingungszustände durchgeführt habe. Deshalb entsprechen die Resultate denen der "alten" Quantenmechanik, die von Teilchen ausging, die in einer Ebene rotieren.

Ihre Attraktivität verdankt sie vor allem der Tatsache, dass sie Gravitation und Elektromagnetismus, Materie und Antimaterie, positive und negative Ladung und einige weitere Hypothesen in einem einzigen geometrischen Bild vereinigt.

Überdies stehen alle Resultate in Übereinstimmung mit den neuen Interpretationen von Relativitätstheorie und Quantentheorie, die im ersten Teil abgeleitet wurden.

(Es ist klar, dass an eine fundamentale neue Sichtweise nicht die Forderung der Vollständigkeit gestellt werden kann. Ich will aber dennoch einiges zum Fehlen der beiden anderen Wechselwirkungen bemerken:

Das sogenannte Schalenmodell des Atomkerns kann dadurch rekonstruiert werden, dass man das Verfahren, aus der Geschwindigkeit der Rotation die Radien abzuleiten, wo stehende Phasenwellen der Compton-Welle des Elektrons existieren, auf die Compton-Welle des Protons anwendet. Da die Compton-Wellenlänge des Protons kleiner ist als die geometrische Ladung, führt diese Methode nach innen, in einen Bereich, wo die Flussgeschwindigkeit größer als die Lichtgeschwindigkeit ist bzw. – in der relativistischen Darstellung – die Metrik komplex wird. Möglicherweise kann also die schwache Wechselwirkung weitgehend analog zur elektromagnetischen Wechselwirkung definiert werden, mit dem Unterschied, dass – von der geometrischen Ladung $Z\mu$ (Z Kernladungszahl) aus gesehen – die eine *nach innen* und die andere *nach außen* gerichtet ist.

Zur starken Wechselwirkung lässt sich Folgendes feststellen: Wenn es sich, wie im metrisch-dynamischen Modell angenommen wird, bei den Wellen der Quantentheorie um wirklich existierende Wellen handelt, dann muss irgendwo – d.h. bei einer bestimmten Größenordnung – eine Grenze der Linearität erreicht sein. Vermutlich ist das bei der Größenordnung der Atomkerne der Fall. Wenn das zutrifft, dann muss die starke Wechselwirkung als nichtlineares Phänomen verstanden werden, das aus Gleichung (1) mit σ als Winkeldichte-Parameter hervorgeht.)

Im metrisch-dynamischen Universum gibt es, wie erwähnt, nur die Grundgrößen metrische Dichte und metrischer Fluss. Alle anderen Größen sind abgeleitet.

Also kann – oder genauer: *muss* die Grundgröße "Masse" eliminiert werden, indem man sie durch die Größe "geometrische Masse" *ersetzt*, und zwar überall dort, wo sie auftritt, also *in allen physikalischen Größen, die die Einheit kg enthalten, und in allen Gleichungen, die solche Größen enthalten*.

Masse hat dann die Dimension einer Länge, und entsprechend ändern sich die Dimensionen aller Größen, in denen die Einheit kg enthalten ist. Die Dimension der Kraft F ändert sich dadurch von

kg m s^{-2} zu $\text{m}^2 \text{s}^{-2}$, und dieselbe Veränderung – Division durch [kg] und Multiplikation mit [Meter] – ist für alle massebehafteten Größen durchzuführen.

Damit ist der Übergang auf ein rein geometrisches Universum vollzogen, und jetzt kann mit Recht – wie beim Lichtelektrischen Effekt angekündigt – behauptet werden, dass die Größen Energie und Impuls aus den Größen Frequenz und Wellenlänge abgeleitet sind.

Die Gravitationskonstante G verliert ihre Bedeutung als eigenständige Naturkonstante. Aus

$$F = G \frac{M_1 M_2}{r^2} \quad \text{wird} \quad F^* = c^2 \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Analog dazu geht das Coulombsche Gesetz, das die Kraft zwischen zwei Ladungen Q_1 und Q_2 im Abstand r beschreibt (β ist eine dimensionslose Konstante)

$$F_E = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad \text{über in} \quad F_E^* = \beta c^2 \frac{Z_1 \mu Z_2 \mu}{r^2} \quad (\mu > 0, Z_1, Z_2 \in \mathbb{Z}, \beta \in \mathbb{R})$$

Zuletzt, wie im Haupttext, einige Bemerkungen über Kosmologie.

Es ist bekannt, wie die Vorstellung, dass sich das Universum ausdehnt, entstanden ist. An kosmischen Objekten wurde eine Rotverschiebung beobachtet, die mit der Entfernung zunimmt. Daraus wurde geschlossen, dass sich die Objekte von uns – und damit auch von einander – entfernen.

Es gibt jedoch auch eine andere Erklärung für die Rotverschiebung: Nicht die Objekte entfernen sich voneinander, sondern die Maßstäbe, mit denen wir messen, werden mit der Zeit kürzer. Da das Längenmaß durch eine Wellenlänge definiert ist, und weil wir ja jede Welle als Maßstab verwenden könnten, bedeutet das, dass alle materiellen Wellenlängen im Lauf der Zeit im selben Maß abnehmen.

Mit anderen Worten: Nicht das Universum dehnt sich aus, sondern wir selbst – und alle anderen materiellen Objekte – werden kleiner.

Im ersten Augenblick erscheint diese Hypothese natürlich verrückt – aber nur unter den gegenwärtig als selbstverständlich akzeptierten Voraussetzungen. Die Rotverschiebung selbst erlaubt keine Entscheidung zwischen den beiden Hypothesen – beide sind zu ihrer Erklärung geeignet. Also hängt

die Entscheidung ausschließlich von der Sicht des Universums ab, die man hat, *bevor* man sich für eine der beiden Hypothesen entscheidet.

In einem Universum, das aus elementaren Teilchen und damit verbundenen Naturkonstanten besteht, wird man sich selbstverständlich für die Expansionshypothese entscheiden. Eigentlich ist diese Aussage aber nicht korrekt, denn es gab gar keine Entscheidung; über die Alternative ist niemals nachgedacht worden.

Wenn es aber keine Teilchen gibt, sondern nur *metrische Änderungen* und sonst nichts, dann ist es näher liegend, eine Verringerung der Wellenlängen anzunehmen.

Im Rahmen der Standardphysik wird angenommen, dass die Verhältnisse zwischen den physikalischen Größen konstant bleiben *und* dass diese Größen selbst konstant sind. Im Alternativmodell genügt die Annahme konstanter Verhältnisse. Die Standardinterpretation benötigt also *mehr* Voraussetzungen.

Was ist mit den zahlreichen Zusammenhängen zwischen physikalischen Größen? Ist es nicht absurd, anzunehmen, dass sie bei einer solchen Schrumpfung erhalten bleiben?

Nein. Durch die bisherigen Schlussfolgerungen ist klar geworden, warum eine Verkleinerung von Wellenlängen *alle* Wellen betrifft: Alle Wellenlängen hängen miteinander zusammen. Die gerade eben durchgeführte Geometrisierung des Atomaufbaus demonstriert das auf eindruckliche Weise.

Noch ein weiterer Grund spricht für die Alternativannahme: Größe ist ein relativer Begriff. Er kann auf alles angewendet werden, was existiert. Das Universum im Ganzen existiert aber nicht; Das Kriterium für Existenz ist Wechselwirkung. Womit sollte das Universum wechselwirken?

Das Universum im Ganzen ist *nicht relational*. Wenn es eine Gleichung gibt, die die Größe des Universums zur Größe eines existierenden Objekts ins Verhältnis setzt, dann muss eine Änderung dieses Verhältnisses immer zu Lasten der Objektgröße gehen.

Kurz gesagt: Es gibt nur Größenverhältnisse. Die *zusätzliche* Annahme einer absoluten Größe ist ein logischer Luxus, der Ockhams Messer zum Opfer fällt.

Mit der Annahme, dass nicht das Universum sich ausdehnt, sondern die Wellenlängen sich verringern, verschwindet auch sofort das leidige Problem – um nicht zu sagen: der lästige Unfug – der sogenannten *dunklen Energie*: Wenn es keine Expansion gibt, dann gibt es auch keine dunkle Energie.

Auch die logische und ontologische Unsinnigkeit der Annahme eines *Urknalls* ist dann endlich beseitigt.

In einem Universum, das nur aus metrischen Verschiebungen besteht, gibt es auch bessere Möglichkeiten zur Erklärung dynamischer Phänomene, die nicht durch Gravitation leuchtender Materie begründet werden können, als die Annahme *dunkler Materie*. In einem solchen Universum ist diejenige Art von Gravitation, auf die etwa die Galaxienrotation üblicherweise zurückgeführt wird, nur ein stationärer Sonderfall der longitudinalen metrischen Veränderungen, durch die sich das Universum permanent selbst organisiert. In dieser Sicht erscheint es naheliegend, dass auf großen Skalen nirgendwo im Universum jemals ein dynamisches Gleichgewicht erreicht wird. Man könnte sich z.B. vorstellen, dass in den Leerräumen zwischen den Galaxien metrische Flüsse (oder auch Wellen) existieren, durch die die äußeren Bereich von Galaxien nach innen verschoben werden.

Wie verläuft die Entwicklung in diesem alternativen Universum? Grundsätzlich genauso wie im Standarduniversum – mit einer wesentlichen Ausnahme: das Alternativuniversum ist *geschlossen*, und *eine* Form der Selbstorganisation ist daher die Bildung stehender Wellen. Die riesigen kosmischen Leerräume sind vermutlich solche Wellen, und die Galaxienhaufen sind die "Knotenflächen".

Damit ist die Kurzvorstellung des metrisch-dynamischen physikalischen Universums abgeschlossen.

Seine Basis sind nicht Beobachtungstatsachen, sondern metaphysische Überlegungen, deren Folgen sich jedoch an Beobachtungstatsachen bewähren müssen. Alle physikalischen Aussagen folgen aus der fundamentalen Gleichung und einigen metrischen Zusatzannahmen. Es gibt nur zwei Grundgrößen: metrische Dichte und metrischer Fluss, und somit auch nur zwei fundamentale Einheiten. Meter und Sekunde.

Die Wirklichkeit ist ein differenzielles Gewebe aus Raum- und Zeitänderungen.

Als ich das metaphysische Szenario erstellte, das die Basis meiner physikalischen Hypothesen bildet, habe ich nicht im Geringsten damit gerechnet, dass mich die Begriffe und Konzepte, aus denen es besteht, so weit tragen könnten. Nicht weniger groß war mein Erstaunen, als sich anschließend herausstellte, dass in der Wirklichkeit, die sich daraus entfaltet – im Gegensatz zur gegenwärtigen naturwissenschaftlichen Wirklichkeit – auch die Existenz von Geist und Willensfreiheit begründet werden kann.

Beobachtungstatsachen, die in großer Zahl vorliegen, lassen nur einen Schluss zu: *Geist wird von neuronalen Netzen hinreichender Komplexität hervorgebracht*. Ihn von neuronalen Netzen zu trennen und ihm eine davon unabhängige Existenz zuzuerkennen, entbehrt jeder Rechtfertigung. Anlass für

Phantastereien dieser Art bietet einzig die Tatsache, dass der Versuch, Geist in das naturwissenschaftliche Weltbild zu integrieren, bisher an zwei Widersprüchen gescheitert ist:

1. Die Annahme der Willensfreiheit widerspricht der universellen, lückenlosen Gesetzmäßigkeit der Natur.
2. Geistige Zustände sind *Qualia*: Sie sind nicht nur *Information*, sondern auch *Empfindung*. Es ist aber auszuschließen, dass ein physikalischer Zustand zur Empfindung werden kann.

Das, was in einem neuronalen Netz beobachtet werden kann, ist ein neuronales Erregungsmuster. Es kann als Repräsentation innerer oder äußerer Gegebenheiten beschrieben und verstanden werden. Die Empfindung, die damit verbunden ist, ist jedoch in dieser Beschreibung nicht enthalten. Das, was dieses Muster *ist* – das Quale, die Einheit von Information und Empfindung – scheint das, was beobachtet wird, auf unerklärliche Weise zu transzendieren.

Ich beginne mit dem Widerspruch zwischen Naturkausalität und Willensfreiheit.

Wie äußert sich die Kausalität der Natur in der Beschreibung? Durch Naturgesetze und Anfangsbedingungen. Gesetze sind quantitative Beziehungen zwischen Variablen, also Gleichungen, Anfangsbedingungen sind die Werte der Variablen zu einem bestimmten Zeitpunkt.

Es gibt zwei Typen von Systemen: solche, bei denen die dynamischen Gleichungen der Elemente des Systems lösbar sind und eine genaue Voraussage über die Zukunft ermöglichen, und solche, wo diese Gleichungen unlösbar sind und die Zukunft auf der Basis dieser Gleichungen entweder überhaupt nicht oder nur befristet und näherungsweise berechnet werden kann.

Ein Beispiel für den ersten Typ wäre etwa ein System von zwei gravitativ aneinander gebundenen Körpern, die vom Rest des Universums isoliert sind, ein Beispiel für Typ zwei wäre ein System von tausenden solcher Körper.

Der Typ zwei muss jedoch abermals unterteilt werden: es gibt auch Systeme mit einer großen Zahl von Elementen, bei denen die Bewegungsgleichungen nicht lösbar sind, wo aber eine Voraussage für die zeitliche Entwicklung des Systems dennoch möglich ist, weil hier zusätzlich zu den Naturgesetzen ein weiteres Gesetz auftritt, das seine Existenz der Form bzw. der Struktur des Systems verdankt.

Ein einfaches Beispiel für ein solches Gesetz ist das *Schwingungsgesetz eines Gefäßes*. Dieses Gesetz kann unabhängig vom physikalischen Aufbau des Gefäßes formuliert werden. Es ist ein Gesetz, das nicht aus den Naturgesetzen ableitbar ist und daher zu den Naturgesetzen hinzugefügt werden muss,

um die Dynamik des Gefäßes beschreiben zu können.¹¹ Dieses *Strukturgesetz* ist das dominante Gesetz: es bestimmt die globale *und* lokale Dynamik, d.h. die Bewegung der einzelnen Elemente.

Die Form bzw. Struktur des Objekts, seine globalen Eigenschaften, bestimmen also die Dynamik der Bestandteile und nicht umgekehrt. Das Konzept der *Kausalität von unten* muss durch das Konzept der *Kausalität von oben* ergänzt werden.

Ein weiteres Beispiel ist das *neuronale Input-Output-Gesetz*. Durch die Form und Struktur eines Neurons ist festgelegt, wie die elektrische Erregung erzeugt, weitergeleitet, aufsummiert und schließlich abgegeben wird. Auch dieses Gesetz ist unabhängig von seiner physikalischen Realisierung. Nur deshalb ist es möglich, die neuronale Dynamik durch Computersimulationen nachzubilden.

Das neuronale Input-Output-Gesetz bestimmt außerdem die Dynamik des neuronalen Netzes. Das Netz bildet also eine eigene Schicht der Wirklichkeit, die als solche beschrieben werden muss. Es ist aus dieser Sicht ein kybernetisches System, dessen Elemente Neuronen sind, deren Interaktion dem neuronalen Input-Output-Gesetz gehorcht. Dieses Gesetz ist ein Strukturgesetz, und es kann als Wechselwirkungsgesetz der Neurone aufgefasst werden.

Wie beim Gravitationsszenario mit tausenden von Körpern sehen wir uns hier einer so großen Zahl von Neuronen gegenüber, die entweder direkt oder über eine geringe Zahl von Zwischenschritten miteinander wechselwirken, dass es unmöglich ist, die zeitliche Entwicklung des Netzes vorherzusagen, *es sei denn*, die Verhältnisse wären nicht wie beim Gravitationsszenario, sondern wie beim Gefäß, wo durch das Auftreten eines weiteren Gesetzes die Bewegung einer ungeheuren Zahl von Teilchen auf einfache Weise organisiert wird.

Gibt es im neuronalen Netz solch ein zusätzliches Gesetz? Die Antwort ist *ja*. Folgendermaßen:

Das neuronale Input-Output-Gesetz bestimmt die Dynamik eines Netzes nur solange, als dieses Netz nicht mit der Außenwelt verbunden ist. Sobald jedoch eine solche Verbindung besteht, hängen die neuronalen Erregungsmuster von äußeren Gegebenheiten ab. Sie werden dann durch Information, die über die Sinnesorgane ins Netz gelangt, verursacht und *repräsentieren* etwas.

Falls ein Muster über eine gewisse Zeit existiert, werden die neuronalen Verbindungen, die dabei aktiv sind, verstärkt. Das Muster wird dadurch zum *Attraktor* im Phasenraum des neuronalen Netzes. Die

¹¹ Falls man annähme, dass aus einem Zustand des Universums alle späteren Zustände folgen, könnte man dennoch behaupten, das Schwingungsgesetz s abgeleitet. Diese Annahme wird gleich anschließend widerlegt.

Abfolge solcher Muster wird zunächst durch die Abfolge der Ereignisse festgelegt, deren Elemente sie repräsentieren. Da die Muster aber Attraktoren der neuronalen Dynamik selbst sind, besteht die Tendenz, dass das Netz sie auch *unabhängig von äußeren Umständen* herstellt und dass auch ihre Abfolge intern, durch verstärkte neuronale Verbindungen, d.h. *assoziativ*, geregelt wird.¹²

Der Phasenraum des Gefäßes, das uns zuvor als Beispiel diente, ist durch einige Attraktoren – die möglichen Schwingungszustände des Gefäßes – strukturiert. Die Kausalität wirkt von oben nach unten: die globalen Bedingungen sind die Ursache der Bewegungen der Teilchen.

Im neuronalen Netz sind die Verhältnisse analog: Hier existiert eine große Zahl von Attraktoren im Phasenraum. Die gesamte Dynamik des Netzes verläuft von Attraktor zu Attraktor. Auch hier wirkt die Kausalität von oben nach unten. Globale Bedingungen – die Struktur des Phasenraums, also die Attraktoren selbst und die Übergänge zwischen ihnen – bestimmen die zeitliche Entwicklung des Netzes und damit auch die lokalen neuronalen Prozesse.

Nun identifizieren wir *geistige Prozesse* mit der eben dargestellten Dynamik; damit haben wir *Geist* als eigenständige Schicht der Wirklichkeit abgeleitet. Er ist im neuronalen Netz *dominant*, er ist also *Ursache* dessen, was geschieht.

Es ist daher falsch, Geist als *neuronales Phänomen* aufzufassen. Geist ist eine Schicht der Wirklichkeit, die *über* der neuronalen Schicht liegt, ebenso wie diese über der molekularen Schicht. So, wie Moleküle Elemente von Neuronen sind, sind Neurone Elemente von geistigen Zuständen, und genauso, wie die aus dem neuronalen Input-Output-Gesetz hervorgehende neuronale Dynamik eine eigenständige Schicht der Wirklichkeit ist, die nicht aus der molekularen Dynamik abgeleitet werden kann, ist auch die geistige Dynamik eine eigenständige Schicht der Wirklichkeit, die nicht aus der neuronalen Dynamik abgeleitet werden kann.

Zum Beweis der Willensfreiheit ist noch ein weiterer Schritt notwendig.

Es besteht kein Zweifel, dass geistige Prozesse Regeln unterworfen sind. Haben wir damit also nur die physikalische Kausalität gegen eine andere eingetauscht?

Nein. Der Unterschied zwischen den Gesetzen, denen physikalische Systeme unterworfen sind, und den Gesetzen, denen geistige Prozesse folgen, besteht darin, dass bei physikalischen Systemen zwar

¹² Das wird allerdings nur dann der Fall sein, wenn das Netz *funktionell ungebundene Bereiche* enthält, in denen sich solche internen, rückkoppelnden Prozesse entwickeln können. Ansonsten würde die Abfolge der Attraktoren bzw. Repräsentationen von der Architektur des Netzes und von äußeren Gegebenheiten abhängig bleiben.

neue Zustände auftreten können, aber die Gesetze immer gleich bleiben, wogegen geistige Prozesse ihre eigenen Gesetze ändern können, während sie stattfinden.

Die physiologische Grundlage dieser Tatsache ist das Hebbsche Gesetz, das besagt, dass benachbarte Neurone, die gleichzeitig aktiv sind, ihre gegenseitige Stimulation verstärken. Umgekehrt werden nicht benutzte Verbindungen abgebaut. Die neuronale Codierung geistiger Inhalte wird modifiziert.

Auch die Änderung der Struktur des Phasenraums des Netzes, die durch diese Rückkopplung erfolgt, muss aber wieder der dominanten Schicht der Wirklichkeit zugeschrieben werden, d.h. auch sie ist ein geistiges und kein neuronales Phänomen. Das Hebbsche Gesetz stellt nur die notwendige Bedingung dafür dar, dass der Geist seine eigenen Gesetze verändern und damit zugleich bestimmen kann.

Es existiert also kein System vorgegebener Gesetze und Anfangsbedingungen, in dem geistige Prozesse und Willensentscheidungen vollständig enthalten sind. Auf die Frage, warum eine Person so und nicht anders entschieden hat, gibt es nur eine einzige zulässige Antwort: *Weil sie es so wollte.*

Wir sind zu dem Schluss gelangt: *Es gibt Willensfreiheit.*

Unsere Schlussfolgerung ist aber noch unvollständig. Wir haben globale Entitäten und *Kausalität von oben* als eigenständige Phänomene angenommen. Es ist also notwendig, zu zeigen, dass die *globalen Bedingungen* nicht aus früheren Zuständen abgeleitet werden können. (Wären sie ableitbar, dann wären sie kein selbständiges Element der Wirklichkeit und ihrer Beschreibung.)

Fragen wir uns also: *Existiert ein Verfahren, durch das die Zukunft aus der Gegenwart in endlich vielen Schritten berechnet werden kann?*

In diesem Fall wäre die Zukunft *vollständig* in der Gegenwart enthalten – mit allen Phänomenen einschließlich geistiger Prozesse und Willensakte; Die Behauptung der Kausalität von oben wäre nicht möglich, und Freiheit wäre eine Illusion.

Wichtig ist, dass es dabei nur um die *Existenz* eines solchen Algorithmus geht und nicht darum, ob wir ihn kennen oder ob wir dazu in der Lage wären, ihn auszuführen, falls er uns bekannt wäre. (Beides ist mit Sicherheit auszuschließen.) Allein schon durch seine Existenz wäre die Annahme der Freiheit widerlegt.

Also ist zu fragen, ob in derjenigen Wirklichkeit, die hier in ihren Grundzügen vorgestellt wurde, ein solcher Algorithmus existiert.

Als Ausgangspunkt dient wieder der Unterschied zwischen Wirklichkeit und Beschreibung: Die Wirklichkeit hat die metaphysische Qualität *Aktivität*; Beschreibungen der Wirklichkeit – wie auch Modellen oder Simulationen – fehlt hingegen diese Qualität: *von sich aus* sind sie *passiv*.

Dass die Wirklichkeit *aktiv* ist bedeutet, dass sie an jedem Ort und zu jedem Zeitpunkt das fundamentale, rein differenzielle Gesetz *vollzieht* – und dieser Vollzug ist notwendig *und* hinreichend dafür, dass aus der Gegenwart die Zukunft entsteht. Aufgrund ihrer *Aktivität* ist es für die Wirklichkeit nicht erforderlich, aus dem unendlich Kleinen herauszutreten und die überabzählbar unendlich vielen Beziehungen zwischen den Punkten des Kontinuums zu "kennen", die voneinander distanziert liegen. Es genügt, dass sie an jedem Ort und zu jeder Zeit den differenziell benachbarten raumzeitlichen Änderungen folgt.

Die Weise, wie die Wirklichkeit die Zukunft aus der Gegenwart erzeugt, kann jedoch in Beschreibungen nicht nachgeahmt werden. Beschreibungen sind *passiv* – *von selbst* geschieht nichts, das Gesetz vollzieht sich nicht. Deshalb ist es für uns unumgänglich, die Beziehungen zwischen räumlich oder zeitlich getrennten Punkten des Kontinuums *schon jetzt* zu kennen, wenn wir die Zukunft aus der Gegenwart ableiten wollen. Das heißt, wir benötigen ein Verfahren, das uns ermöglicht, aus dem unendlich Kleinen herauszutreten und Aussagen über endliche Bereiche zu machen. Wir müssen also *integrieren*.

Ein Blick auf Gleichung (1) genügt, um zu sehen, dass das nicht möglich ist. Um integrieren zu können, wird *weitere Information* benötigt. Zudem kann im allgemeinen Fall nicht vorausgesetzt werden, dass die metrische Dichte und die Flussgeschwindigkeit *berechenbare* Funktionen sind. Es ist also notwendig, dass der Bereich, über den etwas ausgesagt werden soll, *mehr an Ordnung* enthält als durch das Gesetz allein schon vorgegeben ist.

Das bedeutet: *Im allgemeinen Fall existiert kein Algorithmus, um die Zukunft aus der Gegenwart zu berechnen. Die Zukunft ist in der Gegenwart nicht enthalten. Sie folgt nicht aus dieser.*

Die einzige Möglichkeit, die Zukunft zu kennen, ist, zu warten, bis sie eintritt.

Ist die Wirklichkeit determiniert oder nicht?

Aus formaler Sicht ist das eine *unentscheidbare* Frage. Aus ontologischer Sicht aber gilt, dass die Wirklichkeit *weder determiniert noch nicht determiniert ist*. Diese Alternative ist nur für Beschreibungen der Wirklichkeit gültig. Auf die Wirklichkeit selbst ist sie nicht anwendbar. Man könnte vereinfacht sagen, die Wirklichkeit sei irgendetwas "dazwischen", aber damit würde man nur

verschleiern, dass uns das Wesen der Wirklichkeit als Einheit von *Substanz und Akzidenzien* auch in dieser Hinsicht gedanklich nicht zugänglich ist.

Der oben dargestellte Sachverhalt kann auch so ausgedrückt werden: In einer Beschreibung müssen die Beziehungen zwischen räumlich oder zeitlich getrennten Punkten des Kontinuums *explizit* vorhanden sein oder durch einen Algorithmus explizit gemacht werden. In der Wirklichkeit bleiben sie *implizit*; explizit werden sie erst durch die Entfaltung der Zukunft und die dabei entstehende Ordnung.

Was ist diese "entstehende Ordnung"? Es ist Seiendes und dessen Gesetzmäßigkeiten. Durch Selbstorganisation entfaltet sich der *Ursprung des Seienden* zu Seiendem, zu *Objekten*, und diese Objekte bilden dann die erste Ebene der Existenz. Zu dieser Ebene gehören die Gesetze, die in der gegenwärtigen Physik als fundamentale Wechselwirkungsgesetze gelten.

Ein Beispiel dafür ist die Gravitation einer zentralen Masse, die in der metrisch-dynamischen Darstellung aus Gleichung (1) und einer zusätzliche Annahme über die metrische Dichte folgt.

Aber auch auf dieser Ebene der Existenz ist die Zukunft nur in vereinfachten, idealisierten Fällen berechenbar, wie etwa im Fall von zwei Körpern, die vom Rest des Universums isoliert sind. Im Fall von 1000 Körpern verschwindet die Illusion der Berechenbarkeit vollständig.

Falls sich dieses evolutionäre Spiel wiederholt, d.h. falls sich aus den einfachen Objekten und ihren Wechselwirkungen nun komplexere Objekte mit den zu ihnen gehörenden neuen Strukturgesetzen bilden, dann gilt wiederum dasselbe: nur unter vereinfachten, in der Wirklichkeit niemals vollständig realisierten Bedingungen liefern die Gesetze auch einen Algorithmus zur Berechnung der Zukunft.

Die Wirklichkeit nähert sich infolge der Bildung von Ordnung durch Selbstorganisation im Laufe ihrer evolutionären Entfaltung zu Objekten und Strukturen von zunehmender Komplexität immer wieder algorithmischer Beschreibbarkeit an, ohne sie jedoch jemals ganz zu erreichen.

Damit löst sich die Vorstellung auf, dass die Wirklichkeit durch *Kausalität von unten*, von einer elementaren Schicht des Seienden her determiniert ist. Im allgemeinen Fall lässt diese Art der Beschreibung entweder überhaupt keine oder nur eine angenähert korrekte Prognose der Zukunft zu – und ich betone nochmals: diese Einschränkung der Vorhersagbarkeit besteht nicht etwa deshalb, weil wir den zur Berechnung der Zukunft geeigneten Algorithmus nicht kennen, sondern *weil keiner existiert*.

Dadurch ist Freiraum geschaffen für *Kausalität von oben*, d.h. dafür, dass *die globalen Bedingungen* als Ursache lokaler Veränderungen aufgefasst werden können.

Kausalität von oben wird durch Gesetze beschrieben, die *globale* Parameter beinhalten, Kausalität von unten durch Gesetze mit *lokalen* Parametern. Keine der beiden Beschreibungen ist aus der anderen ableitbar. Beide Arten sind für das Verständnis von Systemen erforderlich. Aber sie ergänzen sich *nicht* zu einer deterministischen Darstellung.

Damit ist der erste Teil der Aufgabe erledigt, Geist und Materie unter einen Begriff zu bringen. Geist ist ein eigenständiger Bereich der Wirklichkeit, und er ist frei.

Um zu diesem Resultat zu gelangen, war es ausreichend, geistige Vorgänge als *informationsverarbeitende Prozesse* aufzufassen. Es war nicht notwendig, die Tatsache einzubeziehen, dass alle geistigen Zustände *Qualia* sind, also eine untrennbare Einheit von Information und Empfindung bilden.

Jetzt aber rückt genau diese Tatsache in den Mittelpunkt, denn der zweite Teil der Aufgabe, Geist und Materie unter einen Begriff zu bringen, besteht in der Aufklärung der Frage:

Wie ist es möglich, dass ein neuronales Muster zur Empfindung wird? Warum verwandelt sich ein physikalisches Seiendes in ein Quale?

Auch hier beginnt die Erklärung wieder mit der unaufhebbaren *metaphysischen Differenz* zwischen Seiendem und dem, als was wir es wahrnehmen, denken und beschreiben:

Wirklich existierende Objekte bestehen aus *Substanz und Akzidenzien*, Objekte in einer Beschreibung bestehen hingegen *nur aus Akzidenzien*.

Die Substanz ist dadurch als dasjenige bestimmt, was unseren Beschreibungen der Wirklichkeit fehlt. Dieses Fehlende – das, was das existierende Ding *mehr* ist als das Ding in der Beschreibung – kann nicht gedacht werden. Es ist aber notwendig, diese Differenz in unser Verständnis der Wirklichkeit stets mit einzubeziehen.

Wenn wir also fragen: *Wie kann physikalisches Seiendes zu einem Quale werden und eine Empfindung beinhalten?* – dann ist zu bedenken, dass dieses physikalische Seiende – das neuronale Erregungsmuster – als *Existierendes* jedenfalls *mehr* ist als unser Begriff davon; Unser Begriff enthält bloß die Akzidenzien und nicht die Substanz dieses Seienden.

Aufgrund dieser Tatsache kann nun zunächst bestimmt werden, was die Substanz und das Akzidens des Quale sind: sein Akzidens ist dasjenige, was wir erfassen und beschreiben können: *Bedeutung*, seine Substanz ist dasjenige, was sich unserem Denken und unseren Beschreibungen entzieht: *Empfindung*.

Empfindung ist also die Substanz des geistigen Seienden. Ich nenne sie *zweite Substanz*. Sie ist aber nicht unabhängig von der ersten Substanz *Raumzeit* oder ihr gegenübergestellt; sondern geht aus ihr hervor.

Die Frage ist nun: Warum verwandelt sich die erste Substanz *Raumzeit* in die zweite Substanz *Empfindung*?

Es ist zu beachten, dass hier der Begriff *Raumzeit* ein *metaphysischer* Begriff und nicht mit dem physikalischen Begriff identisch ist. Der physikalische Begriff "Raumzeit" besteht aus nichts als seiner Definition – er ist ebenso substanzlos wie der Begriff "neuronales Muster" –, während der metaphysische Begriff *Raumzeit* ein *Substanzbegriff* ist. *Raumzeit* hat die metaphysische Qualität *Aktivität*, die sich *für uns* dadurch äußert, dass die physikalische Raumzeit nur als sich verändernde existiert; ohne ihr Akzidens "Veränderung" ist sie Nichts. *Raumzeit* ist das, was den materiellen Entitäten – Mustern aus Veränderungen der Raumzeit – *Aktivität* verleiht.

Damit verringert sich die gedankliche Kluft zwischen der ersten und zweiten Substanz: Die erste Substanz *Raumzeit* ist dasjenige, was den materiellen Entitäten *Aktivität* verleiht, die zweite Substanz *Empfindung* – Gefühl, Trieb, Motivation usw. – ist dasjenige, was den geistigen Entitäten *Aktivität* verleiht.

Diese Überlegung ist aber nicht mehr als eine erste Annäherung an das Problem der Verwandlung der Substanz und keine Antwort auf die Frage, warum sie sich ereignet. Zu dieser Antwort führt der folgende Gedankengang:

Die Beschaffenheit des Existierenden erscheint uns einheitlich: alles, was existiert, lässt sich als Element einer kosmischen Evolution auffassen, in der die komplexeren Dinge aus den einfacheren hervorgehen. Nur wenn man zu den Grundlagen der Existenz vordringt, offenbart sich die unaufhebbare Differenz zwischen Seiendem und seiner Beschreibung. Das, was am Seienden nicht gedacht werden kann, hindert uns aber nicht daran, die beobachtbaren Phänomene zu verstehen – aber das gilt eben nur bis zu dem Punkt der Entfaltung der Natur, an dem neuronale Netze hoher Komplexität erscheinen, denn damit tritt zugleich ein Phänomen auf, das sich nicht nur der wissenschaftlichen, sondern überhaupt jeder Beschreibung entzieht: *Empfindung*.

Was ist der Grund für diesen Bruch?

Da die Substanz nicht gedacht werden kann – weder als erste noch als zweite Substanz – kann die Argumentation nur im Bereich der Akzidenzien stattfinden.

Im Laufe der evolutionären Entfaltung der Natur entstehen neue, komplexere Schichten des Seienden mit neuen Akzidenzien. Die Akzidenzien ändern sich also. Die Änderung der Substanz muss mit der Änderung der Akzidenzien zusammenhängen. Das bedeutet: der Grund für die Änderung der Substanz muss darin zu finden sein, dass sich – beim evolutionären Übergang von Entitäten ohne Geist zu Entitäten mit Geist – an den Akzidenzien eine Änderung vollzieht, die von *anderer Art* ist als die Änderungen der Akzidenzien, die im Rahmen der Evolution vorher stattgefunden haben.

Was also ist den Änderungen der Akzidenzien gemeinsam, solange sie sich im Bereich von Materie ereignen, und was unterscheidet die Änderung der Akzidenzien, die mit der Entstehung von Geist verbunden ist, von all diesen anderen Änderungen?

Es stellt sich Folgendes heraus: *Akzidenzien, die bei der Bildung neuer, komplexerer Schichten des Seienden auftreten, lassen sich, sofern es sich um materielles Seiendes handelt, auf Akzidenzien einfacherer Schichten des Seienden zurückführen.*

Dazu ein Beispiel: Das Akzidens *Gravitation* folgt aus dem Gesetz des Kontinuums und einer zusätzlichen metrischen Bedingung. Es ist also nicht notwendig, Masse als neue Substanz, d.h. als neue, nicht denkbare metaphysische Wesenheit aufzufassen, wie das in der Standard-Physik der Fall ist.

Diese Rückführbarkeit der Akzidenzien lässt sich bei allen evolutionären Schichten des Seienden feststellen, bis hin zu einfachen neuronalen Netzen, die keinen Geist hervorbringen.

In solchen einfachen Netzen verlaufen die Informationsverarbeitungsprozesse stereotyp, in der Form eines Reflexes oder eines erlernten Programms. Somit können sie als Funktionen der vorgegebenen Architektur des Netzes und äußerer Bedingungen aufgefasst werden.

Das Verhalten von Tieren, die neuronale Netze dieser Art haben, lässt sich dann ebenfalls auf diese Weise bestimmen.

Betrachten wir nun neuronale Netze, die Geist hervorbringen. Hier verlaufen die neuronalen Prozesse nicht stereotyp; Reiz und Verhalten sind nicht in jedem Fall fest miteinander verbunden. Die sinnliche Information wird einer *weiteren Verarbeitung* zugeführt.

Bei der Überlegung, durch die zuvor die Willensfreiheit begründet wurde, haben wir festgestellt, dass eine notwendige Bedingung für das Auftreten von Geist die Existenz funktionell ungebundener neuronaler Bereiche ist, in denen interne, rückkoppelnde Prozesse stattfinden können. Die Attraktoren der Dynamik des Netzes – neuronale Muster, die etwas repräsentieren – bilden hier ein Netzwerk

höherer Ordnung, d.h. sie beziehen sich aufeinander und verändern sich dadurch. Der Informationsgehalt dieser Muster wird damit in zunehmendem Maß von den *internen* Beziehungen zwischen den neuronalen Zuständen bestimmt, während die ursprüngliche funktionelle Abhängigkeit von der Architektur des Netzes und äußeren Bedingungen in den Hintergrund tritt: Repräsentationen werden zu *intrinsischen Bedeutungen*.

Also ist dies der gesuchte Unterschied zwischen der Änderung der Akzidenzien im Bereich der Materie und der Änderung der Akzidenzien beim Übergang von Materie zu Geist:

Intrinsische Bedeutung, das Akzidens geistiger Zustände, kann nicht aus Akzidenzien einfacherer Schichten des Seienden abgeleitet werden.

Damit kann nun begründet werden, warum es bei der Entstehung von Geist *für uns* zu einer Verwandlung der Substanz kommt. Folgendermaßen:

Alles Seiende besteht aus Substanz und Akzidenzien. Sie sind *untrennbar* verbunden.

Die erste Substanz *Raumzeit* ist mit dem ersten Akzidens *Veränderung* verbunden. Betrachten wir nun irgendein Akzidens, das auf einer höheren Schicht des Seienden auftritt. Was ist die zugehörige Substanz, und worin besteht die Verbindung zwischen beiden?

Die Antwort ist: Solange das Akzidens aus einfacheren Akzidenzien abgeleitet werden kann, ist es über diese Akzidenzien und weitere, abermals einfachere Akzidenzien *letztlich* mit dem ersten Akzidens und somit auch mit der ersten Substanz verbunden.

Wenn jedoch ein Akzidens erscheint, das nicht mehr aus einfacheren Akzidenzien ableitbar ist – wie das bei geistigen Akzidenzien der Fall ist –, dann ist die Verbindung mit der ersten Substanz durchtrennt. Also kann die erste Substanz nicht mehr die zu diesem Akzidens gehörende Substanz sein, und das bedeutet, dass nun *für uns* zugleich mit diesem Akzidens eine neue Substanz entstanden ist, oder, anders ausgedrückt, dass die Substanz sich verwandelt hat.

Damit haben wir unser Ziel erreicht. Die Verwandlung eines materiellen Objekts in ein Quale ist erklärt. Geist und Materie sind unter einen Begriff gebracht.

Es gibt jedoch noch eine dritte Art des Seienden: Seiendes, das von Wesen mit Geist *hervorgebracht* wird. Ein wichtiges Beispiel ist hier schon oft erwähnt worden: *Beschreibungen der Wirklichkeit*.

Auch Seiendes dieser Art lässt sich auf einfache Weise in unser Begriffsschema einordnen: Es ist dadurch definiert, dass es *nur aus Akzidenzien* besteht. Die physische Voraussetzung, die es benötigt – das Papier, auf dem die Beschreibung notiert ist, oder der Computer, in dem die Simulation läuft – ist nicht etwa die zu den Akzidenzien eines solchen Seienden gehörende Substanz, sondern nur die *materielle Basis* dieser Akzidenzien.

Das ist auch der metaphysische Grund dafür, dass die *Simulation von Geist* unmöglich ist: Da den Akzidenzien der Simulation die Substanz fehlt, kann sich keine Verwandlung der Substanz ereignen. Die Zustände der Simulation werden nicht zu Qualia, die Information wird nicht zur Empfindung.

Soweit die Zusammenfassung der Gedankengänge, die zu einem vollständigen Begriff der Wirklichkeit führen, einem Begriff, der alles Seiende umfasst.

Den Abschluss sollen wieder – wie schon in der Einleitung – einige unsystematische Bemerkungen bilden.

Der Unterschied. Wie ließe sich der Unterschied zwischen dem Wirklichkeitsverständnis, das aus meinen Grundannahmen entsteht, und der derzeitigen Sicht der Wirklichkeit am besten beschreiben, wenn er aufs Kürzeste zusammengefasst werden sollte? Vermutlich auf folgende Weise:

Der gegenwärtigen naturwissenschaftlichen Überzeugung zufolge besteht die Wirklichkeit aus *elementaren Objekten*, deren Existenz mit dem Auftreten *absoluter Größen* (Naturkonstanten) verbunden ist. Die Basis dieser Sichtweise ist ein Existenzbegriff, der von den Objekten der Alltagserfahrung übernommen worden ist.

Die Wirklichkeit, die ich hier entwerfe, ist hingegen nicht auf *Existenz*, sondern auf *Veränderung* aufgebaut. *Existenz* ist ein abgeleiteter Begriff. Alles Existierende ist entstanden; Objekte sind Muster aus Veränderungen der Raumzeit. Wenn ein Objekt elementar ist, dann ist es nicht als substanzielle Entität, sondern als *Gestalt* unteilbar, wie z.B. eine stehende Welle. Es gibt keine absoluten Größen, sondern nur *Verhältnisse zwischen Größen*.

In der Standardphysik gibt es mehrere Felder bzw. Wechselwirkungen. Der Weg zum Einfachen führt über die Vereinheitlichung dieser Wechselwirkungen.

Das metrisch-dynamische Modell *beginnt* mit dem Einfachsten. Es gibt nur einen einzigen Sachverhalt, der die Wirklichkeit webt. Er ist zugleich Sachverhalt und Gesetz, Einzelnes und Allgemeines. Er ist *notwendig*, und mit ihm zugleich das, was er webt: die Wirklichkeit.

In der konventionellen Sicht der Wirklichkeit ist die Naturkausalität *vollständig*. Trotz Quantenmechanik und Chaodynamik ist kein Platz für Geist und Willensfreiheit.

Aus meiner Sicht ist die Wirklichkeit ein *differenzielles Gewebe* der Raumzeit. Das differenzielle Gesetz ist aber kein Algorithmus; die Kausalität *von unten* ist *unvollständig* und muss durch die Kausalität *von oben* ergänzt werden. Es ist Raum für Geist und Freiheit. Bei dem Versuch, über die Wirklichkeit einen Algorithmus zu breiten, *verarmt* die Wirklichkeit: die metaphysische Qualität *Aktivität* und die Substanz *Empfindung* verschwinden dadurch. *Geist* ist dann unmöglich.

Der wichtigste Unterschied ist aber dieser: In der derzeitigen Beschreibung der Natur wird zwischen einem existierenden Objekt und seiner Beschreibung nicht unterschieden. Der Formalismus hat die Wirklichkeit aufgesogen. Die Wirklichkeit selbst ist verschwunden. *Für uns* verkümmert sie dadurch zu einem mathematischen System, dessen künftige Entwicklung vollständig durch Gesetze festgelegt ist, die von Anfang an bestehen und deren Herkunft unerklärbar ist.

Aus meiner Sicht krankt das konventionelle Naturverständnis deshalb an einem fundamentalen metaphysischen Defekt. Denn erst die begriffliche Bestimmung der *metaphysischen Differenz* zwischen Wirklichkeit und Beschreibung macht die Wirklichkeit für uns zugänglich und gibt uns die Möglichkeit, zu einem *vollständigen Begriff der Wirklichkeit* zu gelangen. Diese Wirklichkeit ist *kein* mathematisches System. Außer dem einen, fundamentalen Sachverhalt, der aus der Notwendigkeit des *Ursprungs des Seienden* folgt, sind alle Gesetze *entstanden*. Die Zukunft ist offen.

Das Gewebe der Wirklichkeit ist von unendlicher Feinheit. Das bedeutet: die Welt ist nicht, "was der Fall ist", nicht eine Menge von "Tatsachen". Zwar präsentiert sich uns die Welt zunächst auf diese Weise, aber wir wissen: Alles, was der Fall ist, wird durch das differenzielle Bildungsgesetz der Wirklichkeit hervorgebracht. "Tatsachen" bilden ein zu grobes Netz, mit dem die Wirklichkeit nicht vollständig eingefangen werden kann. Geist, Empfindung und Freiheit fallen durch seine Maschen.

Damit sind auch Sätze wie: "Alles hat einen zureichenden Grund" hinfällig. Was auch immer als "Grund" für ein "Ereignis" formuliert werden könnte, als "Ursache" einer "Wirkung", kann nur eine Näherung dessen darstellen, was wirklich geschieht, denn sowohl "Grund" als auch "Ereignis" bestehen *letztlich* aus überabzählbaren Mengen differenzieller Gegebenheiten, die nicht in endlichen Aussagen sprachlicher oder mathematischer Art zusammengefasst werden können.

Deshalb ist schon die Teilung des Geschehens in Ursache und Wirkung unzulässig. Es gibt weder "die Gegenwart", definiert als Menge gegenwärtiger Fakten, noch "die Zukunft", definiert als Menge zukünftiger Fakten, sondern nur den differenziellen Prozess, in dem sowohl Gegenwart als auch Zukunft als auch der Übergang zwischen beiden enthalten sind.

Der metaphysische Begriff "Aktivität". Gedachte Objekte sind passiv, wirklich existierende Objekte sind aktiv. Deshalb muss dem, woraus wirklich existierende Objekte *letztlich* bestehen – der *Substanz* – die metaphysische Qualität *Aktivität* zuerkannt werden.

Hier kommt aber nicht irgendeine geheimnisvolle metaphysische Wesenheit, "Aktivität" genannt, ins Spiel; diese Zuerkennung bedeutet nur, dass der Begriff von Seiendem sich von einem *statischen* in einen *dynamischen* Begriff verwandelt: Seiendes ist dann nicht mehr etwas, was aktiv sein *kann*, sondern etwas, was aktiv sein *muss*; ohne *Aktivität* ist es kein Seiendes. Es gibt nicht mehr Existenz *und* Aktivität, sondern nur beides vereint. Seiendes muss nicht *aktiviert* werden – es *ist* aktiv. Der statische Existenzbegriff ist eine Folge der apriorischen Getrenntheit von Substanz und Akzidens. Die Einsicht, dass sie *an sich* eine untrennbare Einheit bilden, führt zwingend zu einem dynamischen Begriff von Existenz, in dem Existenz – aufgefasst als Muster aus Veränderungen des Flusses von NICHTS – selbst zum Prozess wird.

Formal entspricht dem Übergang von einem statischen zu einem dynamischen Existenzbegriff der Übergang von *Zeit-Punkten* zu *Zeit-Differenzialen*; es existiert dann weder ein gegenwärtiger noch ein zukünftiger Augenblick, sondern nur das differenzielle zeitliche Fortschreiten. Zeitdifferenziale sind die Basis einer dynamischen Wirklichkeit, und sie geben Prozessen eine Richtung: was sich in einem Zeitdifferenzial ereignet, trägt in sich den Keim der folgenden Entwicklung. Hingegen wäre eine als Aufeinanderfolge von Zeitpunkten gedachte Wirklichkeit statisch und richtungslos.

Der metaphysische Begriff "Notwendigkeit". Ein Freund hat mir gesagt, die Ableitung der Notwendigkeit des Seienden aus dem Seienden selbst erinnere ihn an die Geschichte von Münchhausen, der sich an seinen eigenen Haaren aus dem Sumpf zieht.

Zwar gefällt mir der Vergleich, aber ich halte ihn nicht für gerechtfertigt. Münchhausen fehlt offensichtlich *etwas*, woran er sich festhalten und aus dem Sumpf ziehen könnte. Wir aber haben dieses *etwas*, worauf wir unsere Schlussfolgerung stützen können: *Dass* etwas existiert, ist einfach eine Tatsache. Was existiert, muss *entstanden* sein. So wird man zum *Ursprung des Seienden* geführt. Dieser existiert weder, noch existiert er nicht. Wäre nun aber *überhaupt nichts*, dann würde auch der *Ursprung des Seienden* nicht existieren, und das haben wir gerade ausgeschlossen.

Ich vermute, dass die Schwierigkeit, diesen Schluss nachzuvollziehen, darin besteht, dass hier ein bekanntes Schluss-Schema außer Kraft gesetzt wird. Folgendermaßen:

Sei p ein Prädikat, derart, dass für jedes existierende Objekt gilt, dass entweder p oder *nicht p* zutrifft. Sei X ein Objekt, für das weder p noch *nicht p* gilt. Dann ist der übliche Schluss, dass X *nicht existiert*.

Wenn nun aber das Prädikat *p* gleich *existieren* ist, dann ist dieser Schluss unzulässig, weil er auf einen Widerspruch führt: wenn *X* weder *existiert* noch *nicht existiert*, dann kann daraus offenbar nicht geschlossen werden dass *X nicht existiert*. Somit ist die einzig verbleibende Möglichkeit, *X* einen ontologischen Status zuzuschreiben, der weder *Existenz* noch *Nicht-Existenz ist*, sondern eben *Notwendigkeit*.

Es ist also die besondere, fundamentale Stellung des Prädikats *existieren*, die dazu zwingt, aus dem gewohnten Schluss-Schema herauszutreten und den metaphysischen Begriff *Notwendigkeit* einzuführen. Aber nur dann, wenn der Begriff "existieren" im *ontologischen* und nicht bloß im *logischen* Sinn verwendet wird, ist diese Vorgangsweise zulässig.

Das Begriffspaar "an sich" und "für uns". Wenn es um den Unterschied zwischen Denken und Wirklichkeit geht, ist dieses Begriffspaar nahezu unvermeidlich. Es besteht jedoch die Gefahr, dass dadurch eine zu große Distanz zwischen Denken und Wirklichkeit suggeriert wird. Deshalb will ich hier nochmals betonen, dass die Wirklichkeit sich uns vollständig offenbart – mit dieser einen, allerdings fundamentalen Ausnahme: das, woraus alles Seiende entsteht und was *in* allem Seienden ist und es *aktiv* macht, können wir als das, was es "ist", nicht denken. Andererseits garantiert aber gerade die Untrennbarkeit von Substanz und Akzidenzien, dass sich uns das Seiende durch seine Akzidenzien erschließt. Es gibt keinen Grund, anzunehmen, dass uns irgendetwas am Seienden verborgen bleiben muss.

Der Begriff *für uns* erweckt außerdem den Eindruck, als wäre unser Denken nicht objektiv. Es besteht jedoch kein Zweifel, dass die physikalischen Dinge *für einander* genau das sind, was sie *für uns* sind, sofern man nur den Informationsgehalt unserer Begriffe zum Vergleich heranzieht, und von diesem wiederum nur den physikalischen Teil. Eine Billardkugel ist für eine andere Billardkugel, auf die sie trifft, genau dasjenige physikalische Objekt, als das wir sie betrachten. Selbst dann, wenn wir nicht über die richtige Theorie der Wechselwirkung verfügen, entspricht doch das wahrgenommene Ereignis dem wirklichen Ereignis. Das lässt sich deshalb behaupten, weil auch die Dinge untereinander nur durch ihre Akzidenzien bzw. Wechselwirkungen interagieren, d.h. auf dieselbe Art, wie sie mit uns interagieren. Die sinnliche Information übermittelt uns also genau das, was sich ereignet. Unser Bild der Wirklichkeit ist *objektiv* – allerdings nur, falls es uns gelingt, unsere Begriffe von dem zu befreien, was unser Geist ihrer objektiven Bedeutung hinzugefügt und was er daran verändert hat. Das ist, wie die Geschichte bis heute zeigt, eine schwierige Aufgabe. Es ist aber wichtig, zu erkennen, dass einer objektiven Sicht der Wirklichkeit kein *prinzipielles metaphysisches* Hindernis im Weg steht.

Erst auf dem Grund der Dinge scheitert unser Denken, aber das ist jenseits der Grenze des Bereichs, in dem Objektivität überhaupt definiert werden kann. Und auch dort ist, wie zuvor festgestellt, nichts

Verborgenes oder Geheimnisvolles, nichts, was Anlass zu weiteren Spekulationen geben würde oder religiöse, esoterische und wissenschaftliche Projektionen und Phantasien rechtfertigen könnte.

Erkenntnistheoretischer Zweifel. Mit dem soeben Gesagten hängen einige Arten erkenntnistheoretischen Zweifels zusammen, die allerdings so unsinnig sind, dass ich sie nicht erwähnen würde, wenn sie nicht so verbreitet wären.

Da wäre der Zweifel an der Objektivität unserer Raum- und Zeitwahrnehmung, der bisweilen so weit geht, dass sogar die geometrische Struktur unserer unmittelbaren Umgebung in Frage gestellt wird. Das ist grober Unfug! Wäre der uns umgebende Raum nicht genau so, wie wir ihn wahrnehmen, dann könnte nicht erklärt werden, wie sich in der kindlichen Entwicklung Greif- und Sehraum miteinander ausbilden und schließlich übereinstimmen, dann wäre es ein Geheimnis, warum Fotoapparate mit optischen Einrichtungen, die ähnlich wie unsere Augen aufgebaut sind, Bilder produzieren, die wir als das erkennen, was wir gesehen haben, und ... hier könnte eine lange Liste folgen. Wer meint, er würde sich über die räumlichen und zeitlichen Verhältnisse täuschen, sollte ernstgenommen werden und Verkehrsverbot erhalten!

Auch der allgemeinere Zweifel, ob es Raum und Zeit überhaupt gibt, ist unsinnig. Ohne Raum gibt es kein Seiendes. Ohne Zeit gibt es keine Veränderung, also wiederum kein Seiendes. Und diese beiden Behauptungen gelten *in jedem Fall* – gleichgültig, welche Art von Seiendem man im Sinn hat.

Raum und Zeit entspringen unmittelbar aus dem ersten, fundamentalen Satz: *Eine Änderung ist gleich einer anderen Änderung.* Die eine Änderung *wird* zum Raum, die andere *wird* zur Zeit, und Seiendes ist stets ein *Muster aus solchen Änderungen.*

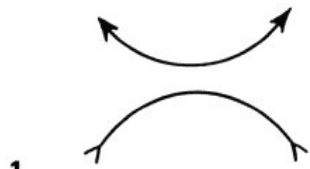
Das gilt in bezug auf *jede mögliche* Wirklichkeit. Es ist nicht notwendig, mit dem Raum und der Zeit der physikalischen Welt zu beginnen; stattdessen könnten *irgendwelche* Parameter eingeführt werden. Aber wie auch immer die beiden Änderungen anfangs aufgefasst werden, schließlich werden sie doch in jedem Fall gleichbedeutend mit dem Raum und der Zeit des Universums sein, das wir kennen. Es ist – in diesem Sinn – die *einzig mögliche* Wirklichkeit.

Raum und Zeit sind also zweifellos objektiv, und in unserer Umgebung sind sie genau so, wie wir sie wahrnehmen. Erst wenn es um die Frage nach der Struktur des Raumes auf sehr großen oder sehr kleinen Skalen oder in der Nähe großer Massen geht, oder um das Vergehen der Zeit in Abhängigkeit von hohen Relativgeschwindigkeiten, müssen wir unsere Sicht von Raum und Zeit verändern und erweitern. Aber auch hier gilt dasselbe wie zuvor: Erst am *Ursprung des Seienden* kann gefragt werden, woher Raum und Zeit kommen. Wenn aber etwas existiert, dann gibt es Raum und Zeit. Sie sind *objektiv.*

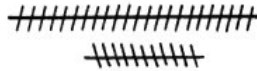
Konstruktivismus. Der konstruktivistische Zweifel an der wahrgenommenen Wirklichkeit gründet sich auf der Annahme, dass wir die Welt nicht abbilden, sondern konstruieren. Unser inneres Bild sei also kein Bild der Wirklichkeit, sondern nur das Ergebnis eines Spiels, das die Neuronen miteinander treiben.

Dazu ist Folgendes zu sagen: *Selbstverständlich* bilden wir die Welt nicht einfach ab. Es ist offensichtlich, dass eine bloße Abbildung nicht ausreicht, um sich in einer Umgebung mit ständig wechselnden Situationen zurechtzufinden. Dafür ist es notwendig, die Umwelt in Objekte und Zusammenhänge zu zerlegen und daraus wieder aufzubauen. Um das zu leisten, ist ein aufwändiger neuronaler Apparat erforderlich. Dieser Apparat arbeitet möglichst ökonomisch und kann getäuscht werden. Solche hauptsächlich optischen Täuschungen sind unterhaltsam, aber sie rechtfertigen keinen erkenntnistheoretischen Zweifel. (Wer gegenteiliger Meinung ist, sollte, wie gesagt, ernstgenommen und von der Teilnahme am Verkehr ausgeschlossen werden.)

Dazu eine Skizze¹³:



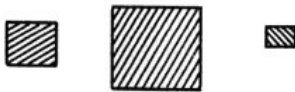
1
Note that the lines do not appear parallel



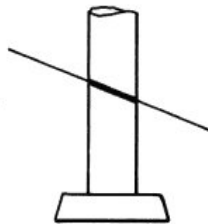
2
Note how one line appears longer



3
Note how the pipe appears bent under the arrow



4
Note that the boxes appear to be different sizes



5
Note how the line appears thicker where it passes through the column

6
Note how quickly the figure disappears when you look directly at it

¹³ <http://joyreactor.com/post/491308>

Nur die Annahme, dass die neuronale Rekonstruktion der Wirklichkeit *korrekt* ist, liefert eine Erklärung der Tatsache, dass ich die Straße ohne Verletzung überqueren kann; Ganz zu schweigen davon, dass die konstruktivistische Argumentation ja selbst voraussetzt, dass unser Bild von Neuronen *richtig* ist und somit ihre eigene Voraussetzung aufhebt. Es ist ein destruktiver Zirkel von geradezu lächerlicher Kleinräumigkeit.

Man begegnet Formulierungen wie "Wir sind mit der Welt nicht direkt, sondern nur durch Neurone verbunden" oder "Das Bewusstsein ist eine Online-Simulation". Das sind eitle Worthülsen, die nichts bedeuten. Wir *sind* das neuronale System, sofern der Begriff "neuronales System" nicht bloß naturwissenschaftlich, sondern in seiner vollen metaphysischen Bedeutung verstanden wird. Also sind wir *direkt* mit der Umwelt in Kontakt, genauso wie irgendwelche anderen Entitäten.

Erkenntnistheoretische Zuversicht. Nach soviel Kritik am Zweifel sollte ich nun meine eigene Sicht zur Frage äußern, was wir erkennen können.

Ich finde den oft gebrauchten Vergleich angemessen, dass unser Wissen dem Inneren einer Kugel vergleichbar ist, deren Oberfläche die Grenze zum Nichtwissen bildet. Aber ich sehe die Kugel nicht in einem euklidischen, sondern in einem geschlossenen, sphärischen Raum. Hier ist das maximale Volumen der Kugel endlich, und das Volumen des außerhalb der Kugel liegenden Bereichs, der das Nichtwissen repräsentiert, geht schließlich gegen Null.

Ich bin also zuversichtlich. Der *Berechenbarkeit* sind zwar enge Grenzen gesetzt, aber ich sehe keine prinzipielle Grenze für unser *Verstehen* – mit Ausnahme dieser einen, hinter der das liegt, was nicht gedacht werden kann. Aber auch dort verbirgt sich ja nichts.

Die Welt ist also *erkennbar*. Ich meine sogar, dass man sich, wäre man nur klug genug, das richtige Verständnis und die korrekte Beschreibung der Welt durch reines – metaphysisches, vernünftiges, logisches und mathematisches – Denken erschließen könnte. Ich selbst bin dazu nicht imstande, aber die Schlussfolgerungen, die ich hier vorgestellt habe, rechtfertigen diese Hypothese – insbesondere durch die Art, wie sie durchgeführt wurden.

Alles zu wissen, wird allerdings an der schier Menge der Fakten scheitern. Es ist unmöglich, das evolutionäre Spiel der Natur, aus dem Leben und Geist hervorgehen, in allen Einzelheiten zu kennen. Aber es ist durchaus möglich, es in seinen Grundzügen zu verstehen. Dasselbe gilt für die Entstehung eines komplexen Organismus wie des unseren aus der befruchteten Eizelle. In diesem Fall bin ich aber davon überzeugt, dass wir auch von der Kenntnis einiger Grundprinzipien noch weit entfernt sind.

Ich sehe ein, dass man

- wenn man als Philosoph vor Problemen steht, die seit Jahrhunderten, wenn nicht sogar seit Jahrtausenden ungelöst sind, wie die Frage "Warum ist etwas und nicht nichts?", oder der scheinbar unbehebbarer Widerspruch zwischen Naturkausalität und Freiheit,
- oder wenn man als Physiker zu erkennen meint, dass die bekannte Physik nur einen kleinen Bruchteil alles Existierenden beschreibt, während der Rest *dunkel* bleibt, wenn man von nichts weiß, was es eigentlich ist, und wenn man die *Reduktion der Wellenfunktion* akzeptiert,

dazu neigt, die Grundfragen für unbeantwortbar, das Verstehen für prinzipiell begrenzt und den Raum des Nichtwissens für unfassbar groß zu halten.

Ich aber gehe von meiner eigenen Erfahrung mit Erkenntnis aus, die ich in diesem Buch zusammengefasst habe. Sie stimmt mich optimistisch.

Wien, August 2011

Post Scriptum

Wenn DIE WAHRHEIT doch auf dem Zettel gestanden hätte, den das kleine Mädchen aus dem Wald mitgebracht hatte – nun wissen wir, was darauf zu lesen gewesen wäre:

Die Wirklichkeit ist nach einer einzigen Regel gewebt.

Das, was webt und zugleich gewebt wird, existiert weder, noch existiert es nicht. Deshalb ist es notwendig, und mit ihm das, was es webt: die Wirklichkeit.

Die Web-Regel ist zugleich Einzelnes und Allgemeines, Sachverhalt und Gesetz.

Sie lautet: die Änderung des Raumes ist gleich der Änderung der Zeit.

Es ist eine differenzielle Regel. Deshalb folgt aus ihr allein nichts, und deshalb ist die Zukunft offen.

Alles Seiende ist ein Muster aus Raum-Zeit Änderungen.

Jedes Muster ist verursacht und verursachend. Es gehorcht der Web-Regel, und diese fügt sich seiner Form.

Indem die Wirklichkeit sich entfaltet, entstehen neue Schichten des Seienden, mit neuen Eigenschaften und neuen Regeln. Die bekannten Naturgesetze sind solche Regeln.

Auch wir sind Muster aus Raum-Zeit Änderungen. Auch wir folgen Regeln. Aber wir können unsere Regeln ändern. Wir sind frei.

Das wirkliche Ding unterscheidet sich vom beschriebenen Ding durch seine Aktivität.

Aktivität wandelt sich beim Aufstieg des Seienden. Sie wird zur Empfindung.

Wir hätten es wohl nicht verstanden.