

Heinz Heinzmann

Was ist

*falsch*

an der Physik?

# Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1: Wahrheit oder Unsinn?.....	3
1.0. Einleitung.....	3
1.1. Erstes Beispiel: Entstehung des Universums.....	3
1.2. Zweites Beispiel: Der Messprozess.....	6
Kapitel 2: Systematischer Vergleich.....	25
2.1. Spezielle Relativität.....	25
2.2. Gravitation .....	30
2.3. Quantentheorie.....	33
Kapitel 3: Philosophischer Ausflug.....	39
3.1. Zwei philosophische Anekdoten .....	39
3.2. Warum gibt es Kausalität? .....	43
Kapitel 4: Was noch zu sagen wäre .....	49
<u>über Willensfreiheit</u> .....	51
<u>über Roboter-Empfindung</u> .....	52
<u>über die Änderung unserer Sicht der Wirklichkeit</u> .....	54
Kapitel 5: Bemerkungen zur Gravitation.....	56
5.1. Das Verhältnis von AR und MDG.....	56
5.2. Die Gleichung $R_U = M_U G/c^2$ .....	64
5.3. Der analoge elektromagnetische Zusammenhang .....	65

Alles Folgende bezieht sich auf die Inhalte meiner beiden Bücher "Der Begriff der Wirklichkeit" und "Die Struktur der Wirklichkeit".

## Kapitel 1: Wahrheit oder Unsinn?

### 1.0. Einleitung

Meine Absicht war, hier eine abschließende – oder vielleicht auch vorwegnehmende – Übersicht meines Zugangs zur Wirklichkeit zu präsentieren und mit der Standardphysik zu vergleichen. Aus zwei Gründen fällt mir das unerwartet schwer.

Der erste Grund ist mit meinem Vorhaben zwar nur indirekt verbunden, lässt sich aber dennoch nur schwer ausblenden: der gegenwärtige Zustand der Welt. Ich will kurz beschreiben, wie er sich mir darstellt:

Politiker – durch realitätsferne Ideologien verblendet, die sie anscheinend tatsächlich für wahr halten (was allerdings eine leere Aussage ist, weil sie weder durch Verstand noch durch Moral daran gehindert werden, stets genau das zu glauben, was ihnen nützt) – sind höchst engagiert damit beschäftigt, die Welt zu retten, indem sie sie wirtschaftlich zu Grunde richten und in einen Krieg führen. Intellektuelle und Wissenschaftler – in zunehmend skurrilen "Narrativen" gefangen – untergraben das Vertrauen in Wissenschaft und Aufklärung. Immer mehr Menschen bilden Gruppen oder "Lager", die sich durch radikale Parolen definieren, und gefährden auf diese Weise den sozialen Frieden. Und es ist fast unmöglich, die wahren Hintergründe dieses verrückten Theaters herauszufinden, weil Fakten hinter Bestechung, Propaganda und Manipulation verschwinden und es kaum noch sauber gebliebene Informationsquellen gibt.

Das ist außerordentlich deprimierend, und ich finde es schwierig, mich vor diesem apokalyptischen Hintergrund auf Erkenntnisfragen zu konzentrieren.

Der zweite Grund ist, dass mir schon am Beginn des Versuchs, meinen Aufbau der Wirklichkeit zu skizzieren, deutlicher als je zuvor klar geworden ist, wie fundamental der Unterschied ist zwischen den Überzeugungen, auf denen die gegenwärtige Physik beruht, und dem, wovon ich – nach meinem eigenen, weiten Weg zur Wirklichkeit – überzeugt bin.

Mit nur geringer Ungenauigkeit gilt:

***Der Katalog, in dem all das aufgelistet ist, was in der Standardphysik für richtig gehalten wird, entspricht dem Katalog, in dem all das aufgelistet ist, was ich für unsinnig halte, und umgekehrt.***

### 1.1. Erstes Beispiel: Entstehung des Universums

Es gilt als gesichert, dass die Wirklichkeit aus einem ***Urknall*** entstanden ist, sich dann durch ***Inflation*** mit exponentiell wachsender Geschwindigkeit ausgedehnt hat, und dass diese Inflation ***genau zur richtigen Zeit*** aufhörte und in eine Phase "normaler" Expansion überging. Damit sich Strukturen bilden konnten, wird eine unbekannte Form von Materie, die sogenannte ***dunkle Materie*** benötigt, ***in genau der Menge***, die erforderlich ist, damit das Universum so wird, wie wir es kennen. Sie muss sich ***zu einem bestimmten Zeitpunkt*** – früher als die bekannte Materie – von der Strahlung entkoppeln, damit die Strukturen, die wir beobachten, entstehen können. Selbstverständlich hat die dunkle Materie ***genau die Eigenschaften***, die für die Entwicklung unseres Universums erforderlich sind. Da die Expansion des Universums nicht, wie früher angenommen, langsamer wird, sondern sich im Gegenteil beschleunigt, muss die Existenz einer unbekannt

Energieform, der sogenannten **dunklen Energie**, postuliert werden, wiederum **in genau dem Ausmaß**, das zu den Beobachtungen passt.

Die **ad hoc-Annahmen** sind fett hervorgehoben. Die Absurdität dieses Karussells aus erfundenen Entitäten und frei bestimmbar Parameterwerten wird jedoch kaum wahrgenommen, und das gilt ebenso für die Tatsache, dass die darauf beruhende Simulation der Entwicklung des Universums am besten funktioniert, wenn sie zunächst *nur* aus dunkler Energie und dunkler Materie aufgebaut wird, also *ausschließlich* aus postulierten Entitäten mit postulierten Eigenschaften, sodass es zweifelhaft ist, ob das ganze Szenario die Bezeichnung "Wissenschaft" verdient: Hypothesen, die in einem solchen Ausmaß *ad hoc* konstruiert sind, können im Grunde nur dann akzeptiert werden, wenn sie sich nicht nur in genau dem Fall bewähren, auf den sich die Konstruktion bezieht, sondern auch in weiteren Fällen, was allerdings bei Hypothesen über die Entstehung unseres Universums nicht möglich ist, da sie ja nur ein einziges Mal stattfindet.

Zum Glück macht die bekannte, "normale" Materie nur 4 Prozent des Gesamtinhalts des Universums aus, sodass sie die Simulation nicht allzu sehr verschmutzt.

Auch dass das bisher für fundamental gehaltene Prinzip der Energieerhaltung aufgrund der Expansionshypothese aufgegeben werden muss, scheint nur Wenige zu irritieren.

***Ich hingegen bin davon überzeugt, dass es keinen Urknall, keine Inflation, keine Expansion, keine dunkle Materie und keine dunkle Energie gibt.***

Warum bin ich davon überzeugt?

Beginnen wir mit der Behauptung der veränderlichen Größe des Universums.

**Größe** ist ein **relationaler Begriff**: Irgendetwas wird mit etwas Anderem verglichen.

Das Universum ist *per definitionem* alles, was existiert. Es kann also mit nichts *Anderem* verglichen werden, sondern nur mit einem *Teil seiner selbst*. Betrachten wir also irgendeinen solchen Teil – ein willkürlich ausgewähltes Objekt, das im Universum existiert. Seine Größe steht zur Größe des Universums in einem bestimmten Verhältnis.

Was bedeutet es nun, wenn dieses Verhältnis sich mit der Zeit ändert – oder wenn es sogar gegen Null oder gegen Unendlich strebt? Kann ich dann behaupten, das Universum werde unendlich groß oder es verschwinde?

Nein, selbstverständlich kann ich das nicht behaupten. Es würde ja bedeuten, die Größe eines *Teils* des Universums **absolut** zu setzen, was unsinnig wäre: Das Universum ist nicht nur alles, was existiert, es **erzeugt** auch alles, was in ihm existiert. Ein solches von ihm Erzeugtes absolut zu setzen und daran das Verschwinden dessen zu demonstrieren, **wovon** es erzeugt wurde – also des Universums – ist offenbar **widersprüchlich**: wenn die Größe des Universums als **veränderlich** angenommen wird, dann kann keinem seiner Teile – keinem Objekt, das es hervorgebracht hat – eine **absolute** Größe zugeschrieben werden.

**Satz:**

**Die Größe jedes Gegenstands kann durch einen anderen Gegenstand gemessen werden, und wenn diese Messung mit der Zeit variiert, dann kann behauptet werden, dass sich die Größe des gemessenen Gegenstandes ändert.**

**Da das Universum jedoch alles ist, was existiert, kann seine Größe an nichts Anderem gemessen werden, sondern nur an einem Teil seiner selbst, und das bedeutet: Wenn diese Messung mit der Zeit variiert, dann muss diese Änderung immer zu Lasten des Teils gehen, der als Maßstab gewählt wurde.**

Bezüglich der Beobachtung, die zur Hypothese der Expansion geführt hat – der mit der Entfernung zunehmenden Rotverschiebung – ist die Annahme des Schrumpfens des gewählten Maßstabs offensichtlich äquivalent zur Annahme der Expansion des Universums.

Was mich allerdings lange Zeit irritiert hat, ist, dass der Annahme schrumpfender Maßstäbe ein kaum zu überwindendes Hindernis im Weg zu stehen schien:

Die Wahl des Maßstabs, mit dem wir die Ausdehnung des Universums messen, ist vollkommen beliebig, und das bedeutet: nicht nur der *gewählte* Maßstab, sondern *alles, was uns als Maßstab dienen könnte* – mit anderen Worten: **alles, was überhaupt existiert** – muss *im selben Maß* kleiner werden, und dafür gibt es in der Standardphysik einfach keine plausible Begründung.

Also befand ich mich in einer unangenehmen Lage: Einerseits war da das ontologische, **zwingende** Argument, das eine Schrumpfung des Maßstabs fordert, aber andererseits war keine physikalische Argumentation in Sicht, mit der man das übereinstimmende Schrumpfen *alles Existierenden* begründen oder wenigstens verstehen hätte können.

Dann aber geschah Folgendes:

Auf Basis meiner Gleichung, die den Prozess beschreibt, der die Wirklichkeit hervorbringt – und zwar *permanent*, und nicht in Form eines (durch Raum- und Zeitkoordinaten *im Nichts* lokalisierbaren) Urknall-*Ereignisses* – lässt sich der Aufbau des quantenmechanischen Atommodells rekonstruieren. Diese Rekonstruktion stellt einen Zusammenhang zwischen allen in Atomen und Molekülen auftretenden Wellenlängen her, aus dem folgt, dass sich alle diese Wellenlängen *in demselben Maß* ändern, wenn sich die *fundamentale* Wellenlänge ändert, die hier der Planck-Länge entspricht.

Damit hat sich das oben genannte physikalische Problem erledigt: die Alternative: "Expansion des Universums" oder "Schrumpfung **aller** Maßstäbe" hat sich zur Alternative: "Expansion des Universums" oder "Schrumpfung der fundamentalen Wellenlänge" vereinfacht. Dadurch wird die Entscheidung gegen die Expansion des Universums und für die Verkleinerung des Maßstabs zur Selbstverständlichkeit, denn nur auf diese Weise wird die Absolutsetzung des Maßstabs vermieden, wie von der Ontologie gefordert, und die Größe des Universums bleibt unberührt.

Diese notwendige Übereinstimmung von Ontologie und Physik war keineswegs beabsichtigt, ja nicht einmal erahnt – sie ergab sich überraschend und von selbst.

Zurück zur Geschichte des Universums:

***Wenn es keine Expansion gibt, dann erübrigen sich auch die Hypothesen vom Urknall, von Inflation, dunkler Energie und dunkler Materie*** – letztere allerdings nur, soweit sie für die Entwicklung der materiellen Strukturen in den frühen Phasen der Expansion erforderlich wäre; ihre Notwendigkeit für die Strukturbildung und Strukturhaltung ganz allgemein wird erst durch meine neue Sicht der Gravitation in Frage gestellt, die (unter anderem) eine wesentlich größere Rotationsgeschwindigkeit von Galaxien zur Folge hat als die Theorien von Newton oder Einstein.

(Auch hier ist wieder anzumerken, dass diese Konsequenz meiner Gravitationstheorie nicht beabsichtigt, also nicht *ad hoc* war. Sie ist mir zunächst nicht einmal aufgefallen. Ich wiederholte die bekannten Tests der Allgemeinen Relativitätstheorie mit meiner eigenen Theorie, und als die Ergebnisse mit denen der AR übereinstimmten, nahm ich an, dass die beiden Theorien – jedenfalls hinsichtlich ihrer Resultate – identisch seien.

Erst viel später ist mir klar geworden, dass dies nur dann der Fall ist, wenn das Gesamtdrehmoment des betrachteten Systems vernachlässigbar klein ist. Genau dort, wo die AR alle Tests bestanden hat – in Sonnensystemen sowie im Gravitationsfeld von Planeten – trifft das zu, aber nicht in Galaxien:

hier ist das Gesamtdrehmoment meist ungeheuer groß, und dann führen Einsteins und meine Theorie zu Resultaten, die sich erheblich voneinander unterscheiden.)

Halten wir fest:

Wenn man die Annahme der Expansion des Universums durch die Annahme der Verkleinerung der fundamentalen Wellenlänge ersetzt, dann wird man mit einem Schlag den ganzen Unsinn los, der oben aufgelistet ist.

Der (geringe) Preis für diese dringend benötigte Säuberung ist, dass dadurch die Frage entsteht, wodurch die Änderung der fundamentalen Wellenlänge verursacht wird. Ich habe diese Frage nicht beantwortet, aber ich bin sicher, dass die Antwort deutlich weniger hanebüchene Erfindungen erfordert als die Annahme der Expansion.

Der Grund für diese Sicherheit ist, dass bei meinem Aufbau der Wirklichkeit das Universum ein System ist, das sich *durch metrische Veränderungen selbst organisiert*, und diese Veränderungen müssen auch die Basis des Systems betreffen.

## 1.2. Zweites Beispiel: Der Messprozess

Ich will nun den Vergleich zwischen dem Standardkatalog physikalischer Überzeugungen und meinem eigenen Katalog mit einem weiteren Beispiel fortführen: mit der Interpretation des quantenmechanischen Messprozesses.

In diesem Fall kann allerdings nicht von einer allgemein anerkannten Interpretation die Rede sein, vielmehr existiert eine ganze Reihe verschiedener Interpretationsversuche. Es gibt jedoch einige den Messprozess betreffende Voraussetzungen, die in der gegenwärtigen Physik den Status von Gewissheiten haben und die deshalb all diesen Varianten gemeinsam sind.

Auch hier gilt wieder:

***Der Standard-Katalog dieser Gewissheiten entspricht meinem Katalog fundamentalen Unsinnns, und umgekehrt.***

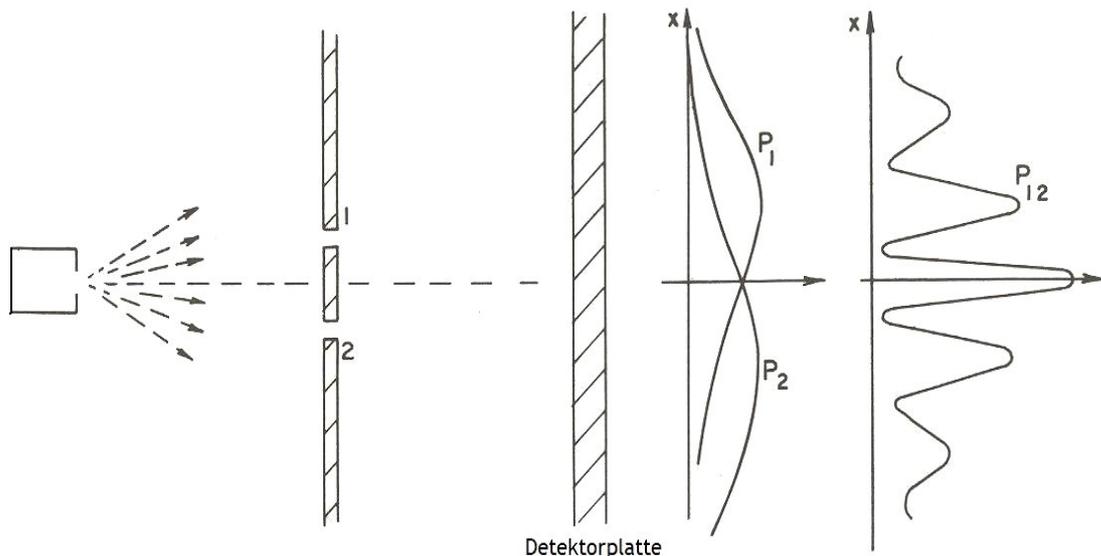
Ich werde den Messprozess nur kurz skizzieren und dann meine Interpretation präsentieren. Dabei wird sofort klar, dass es genau diese allgemeinen Überzeugungen sind, die nicht nur *meine* Interpretation vollkommen unmöglich machen, sondern überhaupt *jede* vernünftige Interpretation – und damit meine ich eine Beschreibung, die die Bezeichnung "Interpretation" deshalb verdient, weil sie *erklärt*, *was* geschieht und *warum* es geschieht, und die sich nicht, wie das bei den bisherigen Interpretationsversuchen der Fall war, entweder mit der Behauptung begnügt, es sei unmöglich, den Vorgang zu verstehen – oder auch überflüssig, weil ohnehin alles klar sei –, oder sich mangels wirklichen Verständnisses in wilde Spekulationen flüchtet.

Um zu einer solchen Erklärung zu gelangen, ist es daher notwendig, alle diese Überzeugungen zu widerlegen oder ihre Voraussetzungen zu beseitigen.

Zur Darstellung meiner Sicht des quantenmechanischen Messprozesses wähle ich das sogenannte "Doppelspaltexperiment": alles Wichtige erscheint darin auf besonders klare und eindeutige Weise.

Die Information, die uns durch Theorie und Experiment zur Verfügung gestellt wird, ist so einfach und überschaubar, dass sie sich in Form weniger Skizzen präsentieren lässt:

Zunächst eine Skizze des Ablaufs:



(S1)

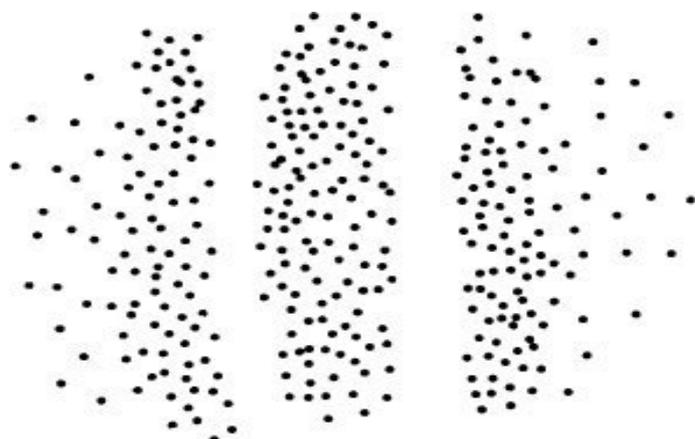
Links im Bild ist eine Vorrichtung zur Erzeugung irgendwelcher Teilchen. (Z.B. Elektronen, oder auch Photonen – das Folgende gilt für *alle* Arten von Teilchen.) Wird dieser Apparat eingeschaltet, dann erscheint auf der Detektorplatte in unregelmäßiger Folge ein Schwärzungspunkt nach dem anderen. Im Lauf der Zeit ergeben die Schwärzungen das bekannte Interferenzmuster. ( $P_1$  zeigt die Verteilung der Punkte, wenn nur Spalt 1 offen ist,  $P_2$  für Spalt 2,  $P_{1,2}$  für beide Spalte.)

Das Scheitern aller anschaulichen Interpretationsversuche wird folgendermaßen dargestellt:

Einerseits treten Elektronen (oder Photonen usw.) ausschließlich als unteilbare Einheiten auf. Sie müssen daher als Teilchen beschrieben werden, das heißt: sie gehen *entweder* durch Spalt 1 *oder* durch Spalt 2.  $P_{1,2}$  ist aber nicht die Summe von  $P_1$  und  $P_2$  – es gibt Interferenz, was im Teilchenbild unmöglich ist. Wir müssen also andererseits das Wellenbild der Elektronen verwenden, um diese Interferenz zu beschreiben. In diesem Bild tritt eine Welle durch *beide* Spalte, wird durch diese gebeugt, interferiert mit sich selbst und trifft auf die Detektorplatte. Abhängig von der Entfernung der Platte vom Doppelspalt kann die Welle dabei beliebig ausgedehnt sein.

Wir beobachten aber kein allmähliches gleichmäßiges Ansteigen der Schwärzung der Detektorplatte gemäß  $P_{1,2}$ , sondern eine Folge lokalisierter Ereignisse, das heißt einzelner winziger Schwärzungen, die durch jeweils ein Elektron ausgelöst werden, das also jetzt wieder der Teilchenvorstellung entspricht. Erst eine große Zahl solcher lokalen Ereignisse ergibt das Interferenzbild.

Es präsentiert sich uns also ein Bild folgender Art:



(S2)

Mit dem Auftreten des Teilchens verflüchtigt sich augenblicklich die ganze ausgedehnte Welle – das ist die sogenannte "Reduktion der Wellenfunktion": von allen wellenförmig sich ausbreitenden Möglichkeiten bleibt nur eine einzige übrig, die zum beobachteten Ereignis wird; alle anderen verschwinden.

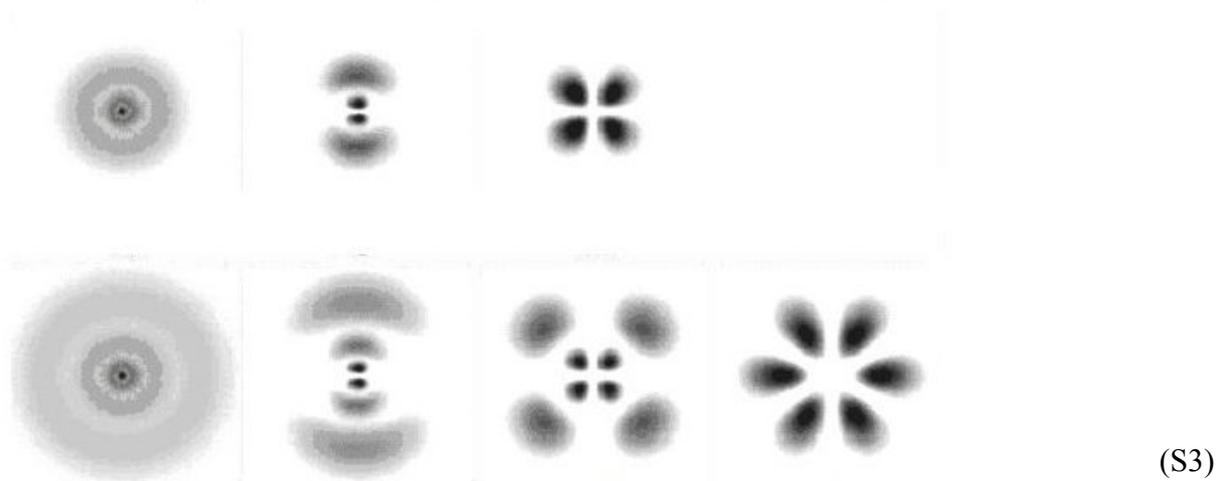
Teilchen- und Wellenbild sind miteinander unvereinbar. Dennoch benötigen wir beide zur Beschreibung. Somit scheinen wir gezwungen, die Beschränktheit unserer Begriffe und Vorstellungen zuzugeben und uns dort, wo sie versagen, ins mathematische Schema zurückzuziehen.

Dieses Schema ist allerdings überraschend einfach: Der Vorgang wird durch eine Wellengleichung beschrieben. Tatsächlich stellt  $P_{1,2}$  genau die Verteilung dar, die sich auch durch die Interferenz "ganz normaler" Wellen ergeben würde, nur dass bei "normalen" Wellen eben keine punktartigen Schwärzungen auftreten würden, sondern überall eine allmähliche Zunahme der Schwärzung zu erwarten wäre.

Deshalb wird die in dieser Wellengleichung auftretende Amplitude nicht als Amplitude einer *wirklich existierenden Welle* aufgefasst, sondern als "Wahrscheinlichkeitsamplitude": Das Quadrat ihres Absolutbetrags an irgendeinem Ort auf der Detektorplatte ergibt die Wahrscheinlichkeit, dass dort ein Elektron erscheint.

Zuletzt betrachten wir eine schematische Darstellung derjenigen Objekte, von denen die Elektronen stammen, die in Skizze (S1) links erzeugt werden.

Ebensolche Objekte befinden sich auch auf der Oberfläche der Detektorplatte. Ihre sprunghaften Veränderungen führen zu den Schwärzungspunkten, die wir dann beobachten:



Bei den abgebildeten Strukturen handelt es sich um Elektronenhüllen in verschiedenen Zuständen.<sup>1</sup> Sie werden als "Dichteverteilungen" bezeichnet: das Amplitudenquadrat der jeweils abgebildeten stehenden Welle zeigt die Wahrscheinlichkeit an, dass sich dort ein Elektron befindet (wie bei der laufenden Welle nach dem Doppelspalt).

Mit diesen wenigen Informationen sind wir bereits ausreichend darauf vorbereitet, uns nun der Beantwortung der Frage zuzuwenden:

### ***Was geschieht wirklich beim Doppelspaltexperiment?***

<sup>1</sup> Es sind Zustände des Wasserstoff-Atoms. Für Atome mit mehreren Elektronen müssen Anpassungen vorgenommen werden.

Um diese Frage beantworten zu können, müssen wir den Doppelspalt-Versuch in der Form eines Gedankenexperiments durchführen, bei dem wir uns ausschließlich auf die Information stützen, die in unseren drei Skizzen präsent ist – einfach ausgedrückt: ***auf das, was wir dort sehen*** – und die seit hundert Jahren bestehende, letztlich ergebnislose Diskussion darüber außer Acht lassen.

Skizze (S1) bezieht sich auf einen ***Prozess, der durch Wellen verursacht ist***, und für den überdies gilt, dass er aufgrund der Interferenz mit Sicherheit ***ausschließlich durch Wellen*** verursacht werden kann.

Skizze (S2) zeigt die ***Schwärzungspunkte*** auf der Detektorplatte, die ***nur als Folgen lokaler Prozesse erklärbar*** sind.

Skizze (S3), in der ***Elektronenhüllen*** abgebildet sind, zeigt ***Schwingungszustände einer Kugel***, also ***stehende Wellen***, wobei die Grauwerte den Quadraten der Wellenamplituden entsprechen.

Es gilt:

**Wenn man das, was beim Doppelspaltexperiment geschieht, aus der in den drei Skizzen enthaltenen Information erschließt und (zunächst) alle weiteren – irreführenden – physikalischen Gewissheiten beiseite lässt, dann folgt zwingend eine Interpretation des Experiments, die von überraschender Einfachheit und im Grunde unabweisbarer Selbstverständlichkeit ist.**

Für Elektronen lautet sie wie folgt:

Aus einer Elektronenhülle (d.h. *aus einer stehenden Elektronen-Welle*, siehe Skizze (S3)) löst sich ein Elektron (*eine laufende Elektronen-Welle*) – mit anderen Worten: ***ein Teil der stehenden Welle wird zur laufenden Welle***.

Danach durchquert diese laufende Welle einen Doppelspalt.

Die Welle interferiert mit sich selbst und trifft dann auf eine Detektorplatte (*eine ungeheure Anzahl von stehenden Elektronen-Wellen*).

Dort löst sie bei einer dieser stehenden Wellen, die *nahe genug* am Übergang zum nächsthöheren Zustand ist (***dem Zustand mit einer Knotenfläche mehr***), genau diesen Übergang aus, indem sie sich mit der lokalen stehenden Welle vereinigt – ***die laufende Elektronen-Welle wird also zu einem Teil der stehenden Elektronen-Welle***. Dieser Übergang erscheint ***sprunghaft*** (*wie das bei stehenden Wellen immer der Fall ist*) und wird als ***Erscheinen eines Elektrons*** aufgefasst.

Der Rest der laufenden Welle ***verschwindet natürlich nicht***, sondern trifft auf andere stehende Wellen, wo er jedoch keinen Übergang auslöst und nur die Wahrscheinlichkeit künftiger Übergänge erhöht, indem er den Zustand der stehenden Welle näher an diesen Übergang bringt.

Das ist schon alles! Der ganze Vorgang kann auf diese extrem simple Weise – und ***nur*** auf diese Weise – erklärt und verstanden werden.

Bevor ich damit beginne, die physikalischen Überzeugungen zu widerlegen, die diese Erklärung zu verhindern scheinen, will ich sie zunächst auflisten und außerdem in jedem Fall unmittelbar anschließend (*schräggestellt*) anführen, wodurch sie ersetzt werden:

1. Das Wellenbild allein ist nicht ausreichend. Wie Planck, Einstein, Compton und de Broglie (und viele Andere nach ihnen) bewiesen haben, gilt sowohl für Materie als auch für Strahlung: sie sind quantisiert und sie haben Welleneigenschaften. Wenn eine dieser beiden Voraussetzungen fehlt, dann ist es nicht möglich, die Wechselwirkung von Materie und Strahlung korrekt zu beschreiben.

*Es gibt keinen "Welle-Teilchen-Dualismus". An seine Stelle tritt der – triviale und völlig unproblematische – Gegensatz zwischen laufenden und stehenden Wellen. Ich werde gleich anschließend zeigen, dass die Beweise für die Quantisierung ungültig sind. Die übliche Sicht der "Teilchen" genannten Zustände und Zustandsänderungen ist falsch. Die Definition des Begriffs "Quantisierung" kann nicht in ihrer gegenwärtigen Form beibehalten werden.*

2. Elektronen sind "unteilbar". Falls sich nur ein einziges Elektron in der Versuchsanordnung befindet, muss es daher *als Ganzes* in beiden Spalten zugleich unterwegs sein.

*Auf diese absurde Vorstellung kann verzichtet werden, da es ja einfach eine Welle ist, die durch beide Spalte läuft.*

3. Mit dem Eintreten des Ereignisses verschwindet die ganze, ausgedehnte Welle.

*Keine Welle verschwindet. Statt zu verschwinden, laufen die nicht für das Ereignis benötigten Teile der Welle weiter und können an der Auslösung künftiger Ereignisse beteiligt sein.*

4. Das Verschwinden der Wellen ist ein nichtlokales Phänomen.

*Durch meine Interpretation wird die Nichtlokalität beseitigt. Der ganze Vorgang ist offensichtlich vollständig lokal.*

5. Die Fragen, wann der Übergang von Wahrscheinlichkeit zu Wirklichkeit stattfindet und wodurch er ausgelöst wird, bleiben entweder offen oder können nur durch zusätzliche Annahmen beantwortet werden, wie z.B. "durch den Akt der Beobachtung" (wobei allerdings nur das "wann" geklärt wird und nicht das "wie"), oder "durch das Bewusstsein des Beobachters", oder "durch Aufspaltung des Universums" usw. 🤪

*Diese Fragen sind gegenstandslos, da es sich um "normale" Prozesse handelt: reale Wellen verursachen reale Ereignisse (Übergänge zwischen verschiedenen Zuständen stehender Wellen).*

*(Die Frage, welche physikalische Größe der Amplitude zuzuordnen ist, werde ich weiter unten beantworten.)*

6. Der Akt der Beobachtung (bzw. Messung) und/oder das "Bewusstsein" des Beobachters müssen eine Rolle spielen; ansonsten wäre die Darstellung des Doppelspaltversuchs unvollständig, da die Schrödingergleichung nichts enthält, was die "Reduktion der Wellenfunktion" erklärt.

*Das gemessene Ereignis ist auf keine Weise davon abhängig, ob und von wem es beobachtet wird. Von der Schrödingergleichung zu erwarten, dass sie die Beschreibung dieses Ereignisses – der Auslösung des Übergangs zwischen zwei verschiedenen Zuständen der stehenden Welle – enthalten sollte, wäre unsinnig.*

7. In der gesamten Physik lässt sich nichts finden, von dem behauptet werden könnte, es sei dasjenige, was in der Schrödinger-Gleichung schwingt.

*Die der Amplitude zugeordnete physikalische Größe ist einer der beiden fundamentalen Parameter meines Beschreibungssystems der Wirklichkeit. (Wie schon unter 5. angekündigt, werde ich weiter unten darauf eingehen.)*

8. Die Wellen können keine "wirklichen" Wellen sein, weil die Schrödinger-Gleichung komplexe Zahlen enthält.

*Durch meine Erklärung, was diese Wellen wirklich sind, wird das Auftreten komplexer Zahlen auf einfache Weise begründet.*

9. Im Fall von mehreren Elektronen findet die mathematische Darstellung im multi-dimensionalen Konfigurationsraum statt. Es kann sich daher um keinen realen Vorgang handeln.

*Dieser Einwand bedarf eines längeren Kommentars, der einige fundamentale Missverständnisse über das Verhältnis von Mathematik und Wirklichkeit thematisiert. Ich werde ihn später ausführen.*

10. Elektronen haben die quantenmechanische Eigenschaft "Spin", die nicht anschaulich interpretierbar ist. Insbesondere beweist der Spin-Wert  $\frac{1}{2}$  des Elektrons, dass es nicht als reales Objekt verstanden werden kann, weil aus diesem Wert folgt, dass für das Elektron eine ganze Drehung  $720^\circ$  beträgt, während sie bei realen Objekten im realen Raum offenbar  $360^\circ$  sein muss.

*Mittels der physikalischen Größe, die der in der Schrödingergleichung auftretenden Amplitude zugeordnet ist, kann die Eigenschaft "Spin" auf verständliche Weise erklärt werden, und auch der dem Elektron zugeordnete Spin-Wert  $\frac{1}{2}$  wird anschaulich begreifbar.*

Nun zu den Widerlegungen der aufgelisteten Überzeugungen.

### **1: Welle-Teilchen-Dualismus, Quantisierung**

Ende des 19. Jahrhunderts erschien die Physik weitgehend abgeschlossen. Die meisten der Szenarien, die die Physiker im Blick hatten, konnten zufriedenstellend beschrieben werden, und nur noch wenige galt es aufzuklären, wie etwa die Strahlung schwarzer Körper oder den lichtelektrischen Effekt. Planck, Einstein und Compton gelang es schließlich, diese Szenarien übereinstimmend mit dem Experiment mathematisch darzustellen, jedoch nicht mit den Mitteln der klassischen Physik, sondern nur dadurch, dass sie die Erzeugung und Aufnahme der Strahlung durch Atome und Moleküle (Planck) oder sogar die Strahlung selbst (Einstein und Compton) quantisierten.

Ich beginne mit dem lichtelektrischen Effekt.<sup>2</sup> Zunächst die experimentellen Fakten:

Wird eine Metallplatte mit UV-Licht bestrahlt, dessen Frequenz über einer bestimmten Grenze liegt, dann werden ohne messbare Verzögerung Elektronen freigesetzt, deren Geschwindigkeit nur von der Frequenz der Strahlung abhängt.

Das steht in eklatantem Widerspruch zum Wellenbild des Lichts, demzufolge die Geschwindigkeit der Elektronen von der Intensität des Lichts abhängen müsste und ihre Ablösung bei jeder beliebigen Frequenz erfolgen sollte. Überdies wäre eine geradezu enorme Verzögerung (unter realistischen Bedingungen tausende Stunden) bis zur Ablösung des ersten Elektrons zu erwarten, wenn man annimmt, dass die auf eine Fläche der Größenordnung des Elektronenquerschnitts eingestrahlte Lichtenergie sich bis zum erforderlichen Wert summieren müsste.

Einsteins Lösung ist bekanntlich, die Wechselwirkung zwischen Licht und Materie als *Stoßprozess von Teilchen* aufzufassen. Damit ist zugleich klar, dass die Licht-Teilchen – bei Licht mit bestimmter Frequenz – immer identisch sein müssen: gäbe es auch andere Licht-Teilchen, oder

---

<sup>2</sup> Ich werde mein Vorgehen hier nur skizzieren. Für die komplette Ableitung verweise ich auf mein Buch *Die Struktur der Wirklichkeit* (S 121 ff). Das gilt ebenso für alle nachfolgenden Argumentationen.

wären sie teilbar, dann müssten nach dem Stoß auch Elektronen mit anderen Geschwindigkeiten auftreten.

### ***Auf diese Weise fand die Quantisierung der Strahlung Eingang in die Physik.***

Wenn man dagegen von den Annahmen ausgeht, auf denen meine Interpretation des Doppelspaltversuchs beruht – wenn man also den Welle-Teilchen-Dualismus ganz einfach durch die zwei Formen ersetzt, in denen Wellen immer auftreten: als laufende und stehende Wellen – dann ergeben sich die experimentellen Fakten auf triviale Weise von selbst. Die Wechselwirkung von Licht und Elektronen muss dann als *Wellenüberlagerung* (von Lichtwellen und Materiewellen) aufgefasst werden, und daraus folgt, dass "Elektronen" sofort austreten und dass sie immer dieselbe Geschwindigkeit haben: Wellenüberlagerungen lassen keine anderen Resultate zu. Das Ergebnis ist mit dem Ergebnis Einsteins identisch.

Auch der Compton-Effekt – die Wechselwirkung zwischen hochfrequentem Licht und Elektronen – kann auf diese Weise beschrieben werden, und auch hier stimmt das Resultat mit Comptons Resultat überein.

Plancks Darstellung der Schwarzkörperstrahlung bedarf keiner weiteren Aufklärung: dass Erzeugung und Aufnahme der Strahlung quantisiert sein müssen, ist im Wellenbild selbstverständlich, da die Änderung stehender Wellen immer "quantisiert" ist – allerdings nicht in dem fundamentalen *ontologischen* Sinn, der dieser "Quantisierung" in der Standardphysik beigelegt wird, sondern in dem ganz trivialen, oder sagen wir: alltäglichen Sinn, dass stetige Prozesse zu scheinbar sprunghaften Übergängen führen, wie das bei stehenden Wellen eben immer der Fall ist.

Hier erscheint ein Vergleich mit einem solchen "alltäglichen" Phänomen angebracht: Angenommen, ein Rohr wird auf eine Weise angeblasen, dass die Luftsäule im dritten Oberton schwingt. Durch Erhöhung der Lippenspannung wird der Schwingungszustand der Luft so verändert, dass die Luftsäule in den vierten Oberton "springt". Hörbar – *beobachtbar* – ist nur die sprunghafte Veränderung, die verursachenden *stetigen* Prozesse bleiben verborgen.

Die Definitionen der Begriffe "Quantisierung" und "Teilchen" verändern sich dadurch auf folgende Weise:

1. Die laufenden Wellen – und zwar *alle* Wellen, auch Lichtwellen und Materiewellen – sind *überhaupt nicht quantisiert*, sie sind *niemals "teilchenartig"*.
2. Der Begriff "Teilchen" bezeichnet stationäre Zustände von Wellen oder Übergänge zwischen solchen Zuständen.
3. Am Wichtigsten ist jedoch Folgendes:

**Der Begriff "Quantisierung" bezieht sich nicht auf die Wirklichkeit selbst, sondern nur auf die Beobachtungen und Messungen. Die fundamentale Schicht der Wirklichkeit selbst ist kontinuierlich.**

Damit verschwindet bereits ein Großteil des ganzen Spuks: Es gibt keinen Welle-Teilchen-Dualismus, keine Teilchen, die zugleich an verschiedenen Orten sind oder verschiedene Zustände einnehmen, usw.

Ich will aber diese Aufzählung nicht weiter fortsetzen, sondern nur noch einmal auf die **Skizze (S3)** verweisen, die Schwingungszustände einer Kugel zeigt, also **stehende Wellen**, und dazu die Frage stellen:

***Warum*** befinden sich in dieser Skizze – auf der doch die errechneten Aufenthaltswahrscheinlichkeiten (punktförmiger?) Elektronen abgebildet sein sollen – stehende Wellen in Kugelform?

Die einzig sinnvolle Antwort ist offenbar: *Weil es Wellen **sind**.*

Dann ist es aber unmöglich, dass die Amplituden der Wellen Wurzeln der Aufenthalts- bzw. Ereigniswahrscheinlichkeit sind **und nichts sonst**, und zwar aus folgendem Grund:

Nach dem Doppelspalt tritt *Interferenz* auf. Das bedeutet, dass sich hier zwei Phänomene *gegenseitig beeinflussen*. Und da es sich ja nicht bloß um Mathematik **und nichts sonst** handelt, sondern um Mathematik, **die etwas beschreibt**, muss diesen beiden Phänomenen **Existenz** zuerkannt werden, denn nur unter dieser Voraussetzung ist es möglich, dass sie sich gegenseitig beeinflussen.

Dann kann aber die Wellenamplitude nicht die Wurzel einer Ereigniswahrscheinlichkeit **sein**:

*Wurzeln aus Wahrscheinlichkeiten sind **rein formale Größen**, denen keinesfalls Existenz zugeschrieben werden kann.*

Daraus folgt, dass **alle** bekannten Interpretationsvarianten in sich widersprüchlich und somit **falsch** sind.

Es handelt sich somit gar nicht um **Interpretationen**, sondern vielmehr um ein **totales Scheitern der Interpretation**, oder, um es ganz klar auszudrücken: um den **vollständigen Verlust der Wirklichkeit**.

## **2: Unteilbarkeit der Elektronen und 3: Verschwinden der Wellen**

Beide Punkte sind in meiner Interpretation enthalten und bedürfen keines eigenen Kommentars.

## **4: Nichtlokalität des Verschwindens der Wellen**

Was den Doppelspaltversuch betrifft, ist keine weitere Erklärung erforderlich. Ich will aber die Gelegenheit nützen, zur Frage der Nichtlokalität ganz allgemein Stellung zu nehmen:

### **Satz:**

**Es gibt keine "Nichtlokalität". Die Wirklichkeit ist vollständig lokal.**

Nichtlokalität ist schlichtweg **fundamentaler, katastrophaler Unsinn**.

Die Annahme nichtlokaler Zusammenhänge verletzt das wichtigste Prinzip der Naturbeschreibung: das Prinzip der **lokalen** Kausalität:

***Es gibt keinen Zusammenhang zwischen voneinander distanzierter Sachverhalten, der schneller als mit Lichtgeschwindigkeit übermittelt wird oder überhaupt ohne jede Vermittlung existiert.***

Was ist dann mit dem Bellschen Beweis? Was ist mit all den experimentell nachgewiesenen nichtlokalen Zusammenhängen?

Darauf werde ich nun eingehen. Ich werde aber die Widerlegung des Bellschen Beweises hier nicht in voller Länge ausführen, sondern nur den entscheidenden Irrtum präsentieren.<sup>3</sup>

Zunächst die Fakten:

(1) Durch die quantenmechanische Beschreibung eines Objekts wird für einige Attribute dieses Objekts kein eindeutiger Wert festgelegt, sondern nur die Wahrscheinlichkeitsverteilung möglicher Messwerte.

---

<sup>3</sup> Das Buch Struktur enthält den vollständigen Beweis (ab Seite 152). Im Buch Begriff wird außerdem auch Bells Ableitung einbezogen. (John Stewart Bell: *On the Einstein Podolsky Rosen Paradox*, Physics, 1, 195-200, 1964 ). Das zugehörige Kapitel beginnt auf Seite 42, der formale Teil befindet sich auf Seite 58. Ab Seite 143 folgen weitere Erläuterungen.

(2) Das gilt auch im Fall zweier räumlich getrennter Objekte, die in der Vergangenheit miteinander in Wechselwirkung standen oder die dem Zerfall eines Objektes entstammen.

(3) Zwischen den Ergebnissen bestimmter Messungen an diesen beiden Objekten besteht dann ein Zusammenhang, der "Verschränkung" genannt wird. Z.B. sind bei zwei identischen Objekten A und B, die aus dem Zerfall eines ruhenden Objektes hervorgegangen sind und sich vom Ort des Zerfalls in entgegengesetzte Richtungen entfernen, die Geschwindigkeiten in derselben Weise miteinander verknüpft wie in der klassischen Physik, d.h. sie sind gleich groß und einander entgegengesetzt.

Nehmen wir an, es wurde noch keine Messung durchgeführt. Dann ist also bloß die Wahrscheinlichkeitsverteilung der möglichen Messwerte bekannt. Wird aber jetzt die Geschwindigkeit von A gemessen, dann ist wegen (3) natürlich *im selben Augenblick* auch die Geschwindigkeit von B bekannt.

Es erscheint naheliegend, folgendermaßen zu argumentieren:

B ist von A beliebig weit entfernt. Die Messung der Geschwindigkeit von A kann daher keinen Einfluss auf B haben. Wenn also **nach** der Messung der Geschwindigkeit von A auch die von B gegeben ist, dann muss das Ergebnis der Messung von B schon **vor** der Messung von A festgestanden haben, oder anders gesagt: das Objekt B muss diese Geschwindigkeit schon **vor** der Messung von A gehabt haben. (Andernfalls hätte ja die Messung von A eine *Zustandsänderung* von B bewirkt.) Da aber die quantenmechanische Beschreibung diese Geschwindigkeit nicht enthält, ist sie *unvollständig*. (Die Geschwindigkeit wäre in diesem Fall ein sogenannter *verborgener Parameter*.)

Genau diese so plausibel erscheinende Argumentation hat John Bell widerlegt, indem er bewies, dass es Fälle gibt, in denen sie zu Ergebnissen führt, die der Quantentheorie widersprechen. In zahlreichen Experimenten wurde gezeigt, dass die von der Quantentheorie vorhergesagten Ergebnisse richtig sind. Also muss das obige Argument falsch sein.

***Diese Schlussfolgerung ist ohne Zweifel korrekt, und in der Physik gilt sie als Beweis für die Existenz nichtlokaler Zusammenhänge, weil ja nun offenbar feststeht, dass sich der Zustand von B tatsächlich durch die Messung an A verändert hat.***

Um diese Überzeugung zu widerlegen, kehren wir kurz zum Doppelspaltexperiment zurück. Hier wird durch die Wellenfunktion (die Schrödingergleichung) die Wahrscheinlichkeit angegeben, wo das Elektron auf der Detektorplatte erscheint. Auch hier gilt somit, genau wie im Fall der Verschränkung: **vor** der Messung hatte dieses Elektron **keinen** eindeutigen Ort, **nach** der Messung **hat** es einen eindeutigen Ort.

Der entscheidende Punkt ist jedoch:

***Vor der Messung existierte dieses Elektron überhaupt nicht!***

Vor der Messung gab es ja nur die ausgedehnte Welle, und sie ist **nicht** identisch mit dem danach erscheinenden Elektron, denn in meiner Interpretation wird der Übergang der lokalen stehenden Welle – der nach gängiger Auffassung als Erscheinen eines Elektrons verstanden wird – ja nicht durch die *ganze* Welle, sondern nur durch einen (sehr kleinen) *Teil* dieser Welle ausgelöst.

Dasselbe ist auch bei den Experimenten zur Verschränkung der Fall: auch hier sind die korrelierten Ereignisse immer *Übergänge*, die durch *Teile von Wellen* ausgelöst werden und **nicht** durch "Teilchen", wie etwa "Photonen". Z.B. gehen bei den Experimenten mit "polarisierten Photonen" in meiner Interpretation nicht *ganze Photonen* mit einer gewissen *Wahrscheinlichkeit* durch die Polarisatoren, sondern *Teile von Lichtwellen* gehen *wirklich* durch und summieren sich dann bis zu einem Übergang, genau wie beim Doppelspaltversuch.

Sowohl beim Doppelspaltversuch wie auch bei den Experimenten zur Verschränkung gilt daher:

**Das Objekt, das gemessen wird, wird erst durch den Messprozess erzeugt. Vor der Messung existierte es nicht.**

Und das bedeutet:

*Es ist unsinnig, von einer Eigenschaft zu reden, die das Objekt vor der Messung hatte.*

**Damit bricht die ganze logische Struktur zusammen, die der allgemeinen Diskussion der Nichtlokalität zugrunde liegt und auf der auch der Bellsche Beweis aufbaut:**

**Sowohl die Behauptung, dass das Objekt B die Eigenschaft schon vor der Messung gehabt haben muss, als auch ihre Widerlegung durch John Bell werden gegenstandslos, weil sie sich auf einen nicht-existenten Sachverhalt beziehen: Das Objekt, dessen Zustandsänderung bewiesen wird, hat vor der Messung keinen Zustand, weil es vor der Messung nicht existiert.**

Damit ist der Bellsche Beweis hinfällig, und daraus folgt, dass die Diskussion über die Fälle von Verschränkung und die dabei auftretenden Korrelationen *erst jetzt* wirklich beginnen kann, weil sie bisher infolge falscher Modellannahmen zu absurden Schlussfolgerungen führen musste.<sup>4</sup>

Ich wiederhole, was ich zuvor sagte:

*Nichtlokalität ist fundamentaler, katastrophaler Unsinn.*

Da das Verständnis dessen, was sich ereignet, Einsicht in die *Kausalstruktur* des Geschehens erfordert, ist die Annahme der Nichtlokalität gleichbedeutend mit der totalen Preisgabe von Verstand und Vernunft. Es wird dadurch ein Bereich von Narrenfreiheit eröffnet, in dem viele der bösen Geister wieder auferstehen, die durch die Aufklärung bezwungen worden sind. Die Folgen für die Physik und Philosophie, aber auch für die menschliche Gesellschaft insgesamt sind äußerst negativ, und wir sehen seit langer Zeit, wie sie sich immer weiter ausbreiten.

## **5: Übergang von Wahrscheinlichkeit zu Wirklichkeit (Reduktion der Wellenfunktion)**

Wann und warum dieser Übergang stattfindet, wird in meiner Interpretation beantwortet; Es findet überhaupt keine "Reduktion" der Wellenfunktion statt, jedenfalls nicht im üblichen Sinn: ein Teil der laufenden Welle löst bei einer stehenden Welle einen Übergang aus und wird dadurch zu einem Teil dieser stehenden Welle, während der Rest der laufenden Welle einfach weiterläuft.

Ich will aber diesen zentralen Punkt des Versagens aller bisherigen Interpretationen des quantenmechanischen Messprozesses zum Anlass nehmen, darauf hinzuweisen, in welchem Ausmaß die Entwicklung der theoretischen Physik – vor allem das vollständige Scheitern aller Versuche, das Standardmodell der "Teilchen"-Physik zu überwinden – meine negative Beurteilung dieser "Interpretationen" bestätigt hat: auf Basis einer so grundsätzlich falschen Sicht der Wirklichkeit ist eine Weiterentwicklung der theoretischen Grundlagen kaum möglich.

Die Welle als "Wahrscheinlichkeitswelle" aufzufassen, schließt außerdem die Annahme der Nichtlokalität ein, und in dem Bereich von Narrenfreiheit, den ich soeben mit dieser Annahme in Verbindung gebracht habe, hat sich bekanntlich eine Reihe skurriler Gestalten angesiedelt, die nun nicht nur in der Physik ihr Unwesen treiben, sondern auch in Hollywood für Unterhaltung sorgen:

---

4 Wenn die Korrelationen *nicht* auf einer nichtlokalen Verbindung beruhen, dann folgt daraus, dass die dafür erforderliche Symmetrie der korrelierten Systeme sich erst im Verlauf der jeweiligen Versuchsserie – und *durch* diese Serie – herausbildet. (Siehe [Begriff](#) ab Seite 143.) Das erklärt auch, warum es immer eine "Anlaufphase" gibt und warum es nie gelungen ist, den Zusammenhang zwischen voneinander distanzierten Systemen am Einzelprozess zu verifizieren, sondern immer nur an der Statistik von Versuchsserien.

Beobachterbewusstsein, Schrödingers Katze, Wigners Freund, das sich selbst beobachtende Universum, das erst durch diese Beobachtung real wird, Aufspaltung des Universums in eine Reihe von Universen, die sich nur hinsichtlich des eben ermittelten Messwerts voneinander unterscheiden, Quantenradierer, Wirkung in die Vergangenheit (siehe [hier](#)), usw.

Insbesondere die Idee vom "Multiversum" ist ja inzwischen in der Unterhaltungsliteratur und in der Filmindustrie vollständig etabliert und sogar Oscar-prämiert (*Everything Everywhere All at Once*).

Endlich der verdiente Erfolg für die theoretische Physik!

## **6: Beobachtung und Bewusstsein des Beobachters**

Alles Wichtige ist bereits gesagt.

## **7: Was schwingt in der Schrödingergleichung?**

Das ist ein Punkt von außerordentlicher Bedeutung: Meine Behauptung, dass es sich um *wirkliche Wellen* handelt, setzt ja voraus, dass es eine physikalische Größe gibt, die der Amplitude in der Schrödingergleichung zugeordnet werden kann, oder noch konkreter: **dass da etwas existiert, was schwingt**. Überdies ist aufgrund der fundamentalen Stellung der Schrödingergleichung im physikalischen Beschreibungssystem zu erwarten, dass sich die Antwort auf diese Frage direkt auf die Basis der Wirklichkeit bezieht.

Es werden also zwei Möglichkeiten nahegelegt, wo man mit der Suche nach der Antwort beginnen könnte: Entweder beim *Messprozess*, oder bei der *Entstehung der Wirklichkeit*. Da weder der Messprozess noch die Schrödingergleichung einen Hinweis auf die gesuchte physikalische Größe enthalten, habe ich mich (vor etlichen Jahren) auf die zweite Variante eingelassen.<sup>5</sup>

Die erste wichtige Voraussetzung steht bereits fest:

Die Annahme einer veränderlichen Größe des Universums ist falsch, da sie in sich widersprüchlich ist (wie auch schon am Anfang dieser Schrift gezeigt). Es gibt also **keine Expansion** und daher auch **keinen Urknall**.

Die Vorstellung eines räumlich und zeitlich lokalisierten *Anfangsereignisses* muss daher durch die Vorstellung eines **überall stattfindenden und permanenten Erzeugungsprozesses** ersetzt werden.

Diese Vorstellung lässt sich auf folgende Weise konkretisieren:

Wenn man Existenz **begründen** will, kann man nicht mit etwas beginnen, was selbst schon existiert.

Dasjenige, was die Wirklichkeit hervorbringt, muss daher – im ontologischen Sinn – **vor** aller Existenz liegen.

Ohne Vergleich gibt es keine Unterscheidung. Also setzt Unterscheidung Existenz voraus. Somit muss das, was **vor** aller Existenz liegt, **in sich unterschiedslos** sein. Das bedeutet: es hat keine Struktur und somit auch kein Gedächtnis.

Um zur Existenz aufzusteigen, muss es diese Unterschiedslosigkeit aufheben. Es muss sich also **ändern**, mit anderen Worten: es muss **aktiv** sein.

Da es kein Gedächtnis hat, kann jede **zeitliche** Änderung nur von dem jeweils vorhergehenden Augenblick herrühren, und jede **räumliche** Änderung sich nur auf einen unmittelbar benachbarten Ort beziehen.

---

<sup>5</sup> Es folgt eine stark vereinfachte und verkürzte Variante meines Gedankengangs. Für die vollständige Version siehe [Struktur](#) ab Seite 14.

Mit diesen wenigen Feststellungen sind wir zu folgender Vermutung gelangt:

**Die Wirklichkeit wird durch ein aktives, sich veränderndes Kontinuum hervorgebracht.**

Unsere Überlegungen haben uns also in die Nähe unseres *Vorstellungsraumes* und seiner mathematischen Darstellung geführt.

Die nächste Frage ist:

**Wie kann sich ein Kontinuum – oder sagen wir gleich: der Raum – ändern?**

Die Antwort lautet:

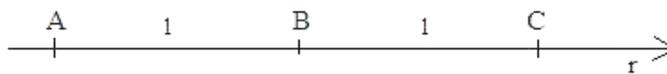
**Auf zwei Arten: durch Änderung des Längenmaßes und durch Änderung des Winkelmaßes.**

Für die Beschreibung dieser Änderungen verwende ich den Begriff "metrische Dichte".<sup>6</sup>

Es gibt zwei Arten von metrischer Dichte: die *metrische Dichte der Länge*, und die *metrische Dichte des Winkels*.

Zunächst zur metrischen Dichte der Länge. Hier eine Skizze zur Illustration:

Seien A, B und C drei Punkte entlang der Koordinate  $r$ . Die Abstände zwischen A und B sowie zwischen B und C seien gleich 1.



(S4)

Hier ist die metrische Dichte der Länge konstant. Nun ändern wir die Verhältnisse folgendermaßen:



(S5)

Die *Abstände* sind gleich 1 geblieben, aber die *Länge des Maßstabs* hat sich zwischen A und B vergrößert, zwischen B und C dagegen verringert. Das bedeutet: die *metrische Dichte der Länge* ist zwischen B und C **größer** als zwischen A und B.

Was ergibt sich in (S5) für B? Es entsteht ein Kontinuumsfluss, den ich **metrischen Fluss** nenne, d.h. B erfährt eine Beschleunigung in Richtung A.<sup>7</sup>

Das entspricht im Grunde der intuitiven Vorstellung der Veränderungen eines elastischen Bandes. Allerdings hat dieser anschauliche Vergleich Grenzen: Da es sich hier nicht um ein *Material*, sondern um ein *Kontinuum* handelt, fließt eigentlich *nichts*, und das bedeutet, dass es auch metrische Flüsse gibt – sagen wir: von einem Bereich X in einen Bereich Y – die beliebig lange bestehen, ohne dass sich irgendetwas ändert: Y nimmt nicht zu, und X nimmt nicht ab.

Es ist wie bei der Zahlengeraden: wenn man den Bereich zwischen 0 und 100 auf die Länge des Bereichs zwischen 0 und 1 zusammendrückt, dann hat man *nichts* geändert: die Zahlen werden weder *mehr* noch liegen sie *dichter* aneinander als vorher. Mit anderen Worten: die metrische

<sup>6</sup> Ich werde hier auf Mathematik verzichten. Die folgenden Definitionen sind aber intuitiv verständlich.

<sup>7</sup> In der vollständigen Version im Buch [Struktur](#) ist das mathematisch abgeleitet. Ich will hier aber zumindest versuchen, die geometrischen Ideen verständlich zu machen.

Dichte gibt es eigentlich gar nicht, es gibt nur ihre *zeitliche Änderung*: die Dichte selbst verursacht *nichts*, die Änderung der Dichte verursacht *Beschleunigung*.

Dazu gleich ein Beispiel, durch das auch klar wird, wie in meiner Gravitationstheorie *Masse* als *Länge* definiert wird. (Ich nenne meine Theorie *metrisch-dynamische* Gravitation, kurz MDG.)

Betrachten wir die Erde. Nehmen wir an, ihr Radius sei genau 6370 km und sie sei exakt kugelförmig. Sie wird also von einer Kugelfläche mit diesem Radius begrenzt.

Jetzt entfernen wir die Erde aus dieser sie begrenzenden Kugelfläche.

*Dann nimmt der Radius dieser Kugelfläche um 8,8 mm zu, d.h. sie rückt überall um 8,8 mm nach außen.* (8,8 mm ist der Radius eines schwarzen Lochs mit der Masse der Erde.)

Wie in den Bemerkungen erläutert, die der Skizze (S5) folgen, wird dadurch (in der MDG) ein zeitlich konstanter metrischer Fluss erzeugt, der zu metrischen Änderungen führt, die genau den aus der allgemeinen Relativitätstheorie errechneten entsprechen. Die physikalischen Folgerungen, die sich aus der AR und aus der MDG ergeben, sind also identisch. Z.B. ist die Drehung der Merkur-Ellipse in der MDG genau gleich groß wie in der AR.

Für die (geometrische) Masse der Erde gilt dann:

$$m_G(\text{Erde}) = 8,8 \text{ mm}$$

In der MDG ist Masse also wie folgt definiert:

***Die geometrische Masse hat die Dimension Länge. Ein kugelförmiges Objekt mit der geometrischen Masse  $m$  verkleinert den Radius des Raumbereichs, den es einnimmt, um  $m$  Einheiten.***

***Masse entspricht somit einer metrischen Verdichtung, die einen metrischen Fluss verursacht.***

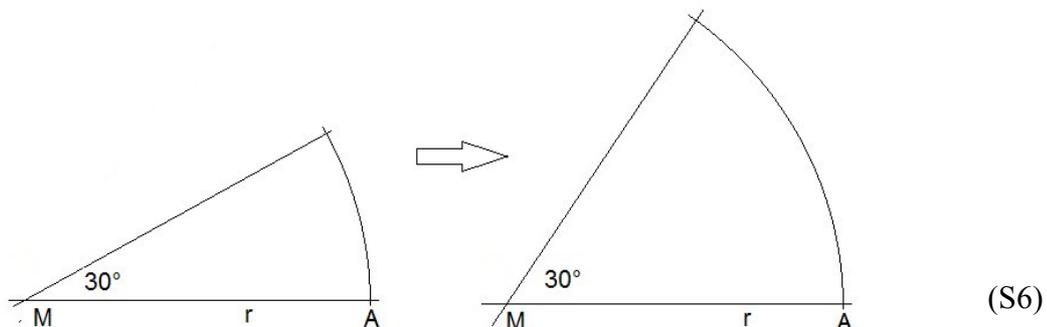
Das bedeutet:

**In der MDG ist Gravitation die Beschleunigung des metrischen Flusses, die aus einer metrischen Verdichtung folgt.**

Dazu wird später noch mehr zu sagen sein. Hinsichtlich unseres Vorhabens, die physikalische Größe zu bestimmen, die der Amplitude in der Schrödingergleichung zugeordnet werden kann, stellt das bisher Gesagte allerdings bloß eine Einleitung dar. Sie ist ein wenig lang geraten, nicht nur wegen ihrer Wichtigkeit, sondern auch weil die *Längenänderung* ja aus der AR einigermaßen bekannt ist und dadurch den Einstieg in die Vorstellung metrischer Veränderungen erleichtert.

Hingegen ist die *Winkeländerung*, zu der wir jetzt kommen, meines Wissens vollkommen neu, obwohl sie doch so naheliegend erscheint.

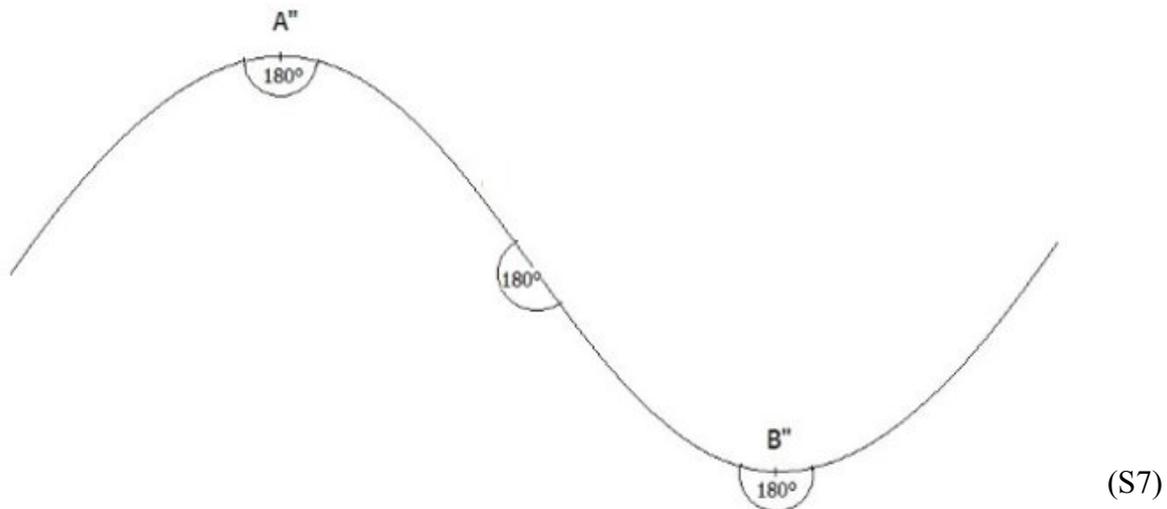
Hier wieder eine Skizze zur Illustration:



Links ist ein Winkel von  $30^\circ$  abgebildet. Der rechts gezeigte Winkel ist nach wie vor  $30^\circ$ , aber das *Winkelmaß* hat sich offenbar *vergrößert*, und das bedeutet: **die metrische Dichte des nach diesem Maß konstruierten Winkels ist geringer** als die des linken, "normalen" Winkels.

Was folgt durch diese Veränderung für A? Auch hier entsteht ein Kontinuumsfluss, diesmal aber *normal* zu  $r$ , d.h. A erfährt eine Beschleunigung nach *oben*.

Die nächste Skizze zeigt, dass es unter diesen Voraussetzungen möglich ist, **Transversalwellen** als **Wellen der Winkeldichte** aufzufassen, wenn die Änderung der Amplitude als *metrische Veränderung des Winkels* interpretiert wird:



Bei meinem Aufbau der Wirklichkeit hat sich Folgendes herausgestellt:

Ebenso, wie das Konzept der **metrischen Dichte der Länge** auf direktem Weg zu einer **Gravitationstheorie** führt, die mit der allgemeinen Relativitätstheorie in Sonnensystemen und in der Umgebung von Planeten übereinstimmt, in Galaxien jedoch eine wesentlich größere Rotationsgeschwindigkeit ergibt, kann auch der **Elektromagnetismus** – völlig analog zur Gravitation – mittels des Konzepts der **metrischen Dichte des Winkels** definiert werden, und auf Basis dieser Definition lässt sich mit einfachen mathematischen Mitteln das **quantenmechanische Atommodell** rekonstruieren – und überdies auch **verstehen**.

Auf diese Weise verschwindet das Problem, das die theoretische Physik seit Jahrzehnten ohne Erfolg zu lösen versucht – die Unvereinbarkeit von **Gravitationstheorie** und **Quantentheorie** – sozusagen ganz von selbst: der gemeinsame Ursprung beider liegt in der Entstehung der Wirklichkeit.

Somit wird folgende **Annahme** nahegelegt:

**Die Wirklichkeit beruht ausschließlich auf den metrischen Änderungen des Kontinuums: der Änderung der Länge und der Änderung des Winkels. Alles, was existiert und was sich ereignet, folgt aus diesen Änderungen. Sie sind die fundamentale Ebene der Wirklichkeit.**

Daraus folgt:

Da die Gravitation als Längenänderung *definiert* ist, müssen alle anderen Wechselwirkungen aus der Winkeländerung hervorgehen.

Und das bedeutet:

**Satz:**

**Die metrische Dichte des Winkels kann der Amplitude in der Schrödingergleichung zugeordnet werden. Ein Beispiel für die zugehörigen Wellen sind die in Skizze (S7) dargestellten Transversalwellen.**

### Bemerkung:

Es erhebt sich die Frage, wie man zur Masse in Kilogramm kommt, wenn es, wie oben vorausgesetzt, nur die Dimensionen *Länge* (Winkel ist *Bogenlänge*) und *Zeit* und somit nur die Einheiten *Meter* und *Sekunde* gibt.

Die Antwort ist: Man kann einen Gegenstand mit der geometrischen Masse  $m$  in Metern auf eine Waage legen und auf diese Weise die Verbindung mit der üblichen Masse  $M$  in Kilogramm herstellen, die dadurch *definiert* wird. "Definieren" hat hier also die Bedeutung: die Verbindung mit einer spezifischen *Erfahrung* herstellen.

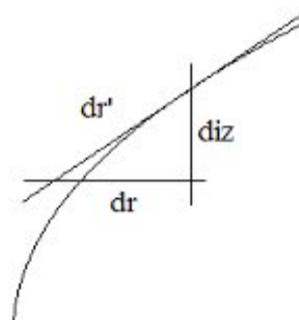
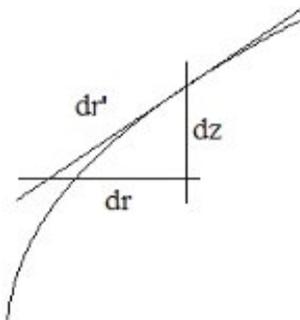
Es ist jedoch anzumerken, dass die Masse in Kilogramm dann nicht mehr Teil der kausalen Struktur ist. Sie verliert ihren Status als unabhängige *Grundeinheit*.

Die kausale Struktur selbst bleibt auf rein metrische Tatsachen beschränkt. Das ist deshalb von fundamentaler Bedeutung, weil nur auf diese Weise Kausalität begründet werden kann. Mehr dazu folgt im Kapitel 3.

## **8: Komplexe Zahlen in der Wellenfunktion**

Nach den Ausführungen des vorigen Abschnitts ist es einfach, das Auftreten komplexer Zahlen in der Schrödingergleichung zu begründen.

Um das *Anwachsen* des Längenmaßes in der AR oder der MDG darzustellen, wird eine Hilfsdimension eingeführt. Das verlängerte Differenzial kann dann, wie in der Skizze links gezeigt, auf folgende Weise dargestellt werden ( $dr$  ist das unveränderte Differenzial,  $dr'$  das veränderte Differenzial,  $dz$  ist das Differenzial entlang der nach oben gerichteten Hilfsdimension):



(S8)

Offenbar gilt:  $dr' = \sqrt{(dr^2 + dz^2)}$

Falls die Maßeinheit der Koordinate  $r$  jedoch nicht *vergrößert*, sondern *verkleinert* werden soll, dann muss statt der reellen Hilfsdimension  $z$  die imaginäre Hilfsdimension  $iz$  verwendet werden, sodass nun Folgendes gilt, wie in der Skizze rechts gezeigt:

$$dr' = \sqrt{(dr^2 + diz^2)}$$

Wie gefordert, ist  $dr'$  nun kleiner als  $dr$ .

Dasselbe ist beim Winkelmaß der Fall. Wenn es verringert wird, dann werden *daraus konstruierte* Winkel und zugehörige Bogenlängen *kleiner*, und ihre Darstellung erfordert imaginäre Zahlen.

Das bedeutet:

***Wenn die Amplitude in der Wellenfunktion als metrische Winkeldichte aufgefasst wird, dann ist das Auftreten komplexer Zahlen in der Wellenfunktion selbstverständlich und begründet keinen Zweifel an der Annahme, dass es sich um reale Wellen handelt.***

## 9: Darstellung im multidimensionalen Konfigurationsraum

Wie angekündigt, folgen hier einige Erläuterungen über das Verhältnis zwischen Wirklichkeit und Mathematik.

Das Erste und Wichtigste, was man sich klar machen muss, ist Folgendes:

***Die Wirklichkeit wendet keine Mathematik an. Sie rechnet nicht.***

Es wäre wohl mehr als absurd anzunehmen, dass der Grashalm *berechnet*, wohin er sich bewegen soll – er folgt einfach dem Wind, der ihn berührt.

*Wir* hingegen benötigen Mathematik, um die Bewegung des Grashalms zu beschreiben. Falls uns das in hinreichender Näherung gelingt, dann neigen wir dazu, zu glauben, dass unsere Beschreibung genau das wiedergibt, was die Natur macht, dass also unsere ***Differenzialgleichung*** und der ***Prozess***, der sich in der Wirklichkeit vollzieht, ***ein und dasselbe*** sind.

Diese Gleichsetzung von Mathematik und Wirklichkeit reicht weit zurück, noch weiter als bis zu den Pythagoreern. Im 16. Jahrhundert war sie so selbstverständlich, dass selbst dann, als *reelle* Lösungen von Gleichungen nur mit Hilfe von Wurzeln aus negativen Zahlen gefunden werden konnten, noch einige Zeit vergehen musste, bis die Existenz solcher Zahlen in der Mathematik akzeptiert wurde – die Gewissheit, dass sie nicht *existieren* können, war einfach zu stark.

Ähnliches geschah im 19. Jahrhundert hinsichtlich der mathematischen Unendlichkeiten, die Georg Cantor entdeckt hatte. Die Mathematiker-Gemeinde hatte einen (unsicheren) Frieden mit dem Unendlichen geschlossen, indem sie es in aktual und potentiell Unendliches unterteilte und nur dem potentiell Unendlichen Existenz zuerkannte. Die massive Ablehnung, die Cantor erfuhr, lässt sich nur aufgrund der weiten Verbreitung der Überzeugung verstehen, dass zwischen Mathematik und Wirklichkeit eine enge *ontologische* Verwandtschaft besteht, sodass Cantors Behauptung, es gäbe nicht nur *eine* Unendlichkeit, sondern *unendlich viele* Unendlichkeiten – von denen die jeweils nächste *unendlich* größer als die vorhergehende ist – nur als Sakrileg gegen die Vernunft oder sogar als Wahnsinn aufgefasst werden konnte.

In diesen beiden Beispielen dominiert die *Vorstellung der Wirklichkeit* über die Mathematik: wenn in der Mathematik etwas erscheint, was zur Vorstellung der Wirklichkeit nicht passt, dann wird es zunächst zurückgewiesen, ja sogar bekämpft.

Inzwischen hat sich dieses Verhältnis jedoch umgekehrt, wie sich im folgenden Fall zeigt:

Nach dem Tod seines Freundes Michele Besso schrieb Einstein an dessen Familie: "Für uns gläubige Physiker hat die Scheidung zwischen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft nur die Bedeutung einer wenn auch hartnäckigen Illusion."

Dazu ist zu sagen: Diese Illusion ist nicht nur hartnäckig, sondern *unüberwindbar* – einfach deshalb, weil es keine Illusion ist. Die Unbegrenztheit der Zeitkoordinate weist eben nicht, wie bei den Raumkoordinaten, auf ihre unbegrenzte Verfügbarkeit hin. Tatsächlich existent ist immer nur die Gesamtheit der *lokalen* – miteinander kausal verknüpften und sich permanent verändernden – *gegenwärtigen Momente*. Vergangenheit und Zukunft bleiben unzugänglich.

Deshalb lässt sich aus der relativistischen Tatsache, dass die zeitliche Einordnung von Ereignissen vom Bewegungszustand des Beobachters abhängt, kein Trost für die Hinterbliebenen ableiten. Was *tatsächlich* zur jeweiligen Wirklichkeit eines Beobachters gehört, wird ausschließlich durch die *Kausalstruktur* bestimmt, und daraus folgt: der Tote bleibt tot.

Selbst wenn also – unter der Voraussetzung, dass der Tod sich in großer Entfernung ereignet, z.B. in der Andromeda-Galaxie – der *Zeitpunkt* des Todes sich um einige Tage in die Zukunft verschieben lässt, einfach dadurch, dass der Beobachter aufsteht und sich von der Andromeda-Galaxie *weg*

bewegt, ist diese Verschiebung doch völlig ohne Bedeutung. Zwar ist der Freund "jetzt" noch am Leben, aber er bleibt als "Lebender" ebenso *aus der Wirklichkeit des Beobachters ausgeschlossen*, wie er es vorher als Toter war. Es hat sich also *nichts* geändert. Die Aussage, er sei "jetzt" noch nicht tot, ist leer, da eine *Begegnung* mit dem wirklich lebenden Freund – oder auch die *Verhinderung* seines Todes – durch solche relativistischen Verschiebungen in keinem Fall ermöglicht wird.

Ganz allgemein gilt: Aussagen, die sich auf die zeitliche Einordnung (Vergangenheit, Gegenwart oder Zukunft) von Ereignissen beziehen, zu denen keine mögliche kausale Verbindung existiert, sind *leer* und daher *sinnlos*. In diesem Fall – jedoch *ausschließlich* in diesem Fall – ist Einsteins Behauptung korrekt.

In diesem Beispiel dominiert also die *Mathematik* über die Vorstellung der Wirklichkeit: Einstein zufolge *täuscht* uns diese Vorstellung, und die Mathematik gibt uns Auskunft darüber, wie es sich *wirklich* verhält. Allerdings lässt sich diese Behauptung leicht durch Experimente widerlegen: Man braucht ja nur versuchen, sich entlang der Zeitkoordinate zu bewegen. Wer nach einer hinreichend großen Zahl solcher vergeblichen Versuche dennoch unbeirrt bei seiner Überzeugung bleibt, dass die Wirklichkeit im Einsteinschen Sinn vierdimensional *ist* – dass also "die Scheidung zwischen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft nur eine Illusion ist" –, dem kann dann mit Recht vorgeworfen werden, dass *er* einer Illusion anhängt.

Allerdings ist diese Illusion außerordentlich wirkmächtig: die weitverbreitete Ansicht, dass Gravitation keine Kraft sei, weil ja in der vierdimensionalen, verkrümmten Raumzeit alle Körper sich auf *Geraden* (Geodäten) – also auf definitionsgemäß *kräftefreien* Bahnen – bewegen, beruht offenbar auf der Annahme, dass die Wirklichkeit – *unsere* Wirklichkeit – vierdimensional *ist*.

Das ist jedoch, wie soeben festgestellt, ganz einfach falsch – vierdimensional im Einsteinschen Sinn ist nur die *Struktur der Beschreibung* und nicht die Wirklichkeit selbst. In der Wirklichkeit gibt es keine Koordinate *ict*. Richtig ist, wie sich in allen drei Beispielen zeigt, dass Mathematik für die Beschreibung der Wirklichkeit *notwendig* ist, und dass dabei mathematische Strukturen (vierdimensionale Raumzeit, Konfigurationsraum, Hilbertraum usw.) und Begriffe (imaginäre Einheit) auftreten können, denen keine Existenz "in der Natur" zugeschrieben werden kann – und ich möchte hinzufügen, dass das eigentlich *selbstverständlich* ist: in der Natur existieren ja auch keine *Zahlen*. Wäre das den Mathematikern im 16. Jahrhundert klar gewesen, dann hätte ihnen die imaginäre Einheit keine schlaflosen Nächte bereitet.

In manchen Fällen hilft uns das Auftreten solcher Strukturen und Begriffe, die Wirklichkeit besser zu verstehen, aber in den meisten Fällen ist ihre Einführung und Verwendung bloß notwendig, weil ohne sie entweder überhaupt keine oder nur eine wesentlich kompliziertere mathematische Darstellung möglich wäre. Der Konfigurationsraum ist ein solcher Fall.

*Zum Problem wird ihr Erscheinen jedoch nur dann, wenn Mathematik und Wirklichkeit miteinander identifiziert oder verwechselt werden.*

Um den in unseren drei und auch in zahlreichen anderen Beispielen in ähnlicher Form auftretenden Irrtum aufzuklären, ist es daher nicht erforderlich, das Verhältnis zwischen Mathematik und Wirklichkeit genauer zu analysieren.<sup>8</sup> Es genügt die einfache, durch unsere Beispiele hinreichend gestützte Annahme:

**Mathematik ist ein unverzichtbares Mittel zur Beschreibung der Wirklichkeit. Aber sie ist weder *identisch* mit der Wirklichkeit noch ist sie die *eigentliche* Wirklichkeit.**

**Wenn also eine mathematische Darstellung in einem anderen Raum als dem dreidimensionalen Raum unserer Anschauung stattfindet, ist das kein Hinweis darauf, dass Elemente dieser Darstellung oder sogar der gesamte dargestellte Prozess *nicht real* sind.**

---

8 Im Buch [Struktur](#) habe ich das durchgeführt.

### Bemerkung:

Cantors Unendlichkeiten begegnete ich, als ich noch sehr jung war. Diese Begegnung war für mich sehr wichtig. Auch ich hatte vorher Unendlichkeit intuitiv eher im Sinn von "potenziell" – als Möglichkeit "endlosen Weiterzählens" – verstanden. Von diesem naiven Standpunkt aus war dann für mich schon die Tatsache überraschend, dass die rationalen Zahlen *abzählbar* sind.

Aber erst durch Cantors wunderbar einfachen Beweis, dass die reellen Zahlen zwischen 0 und 1 auch in einer unendlich langen Liste mit unendlich langen Zahlen keinen Platz haben – und natürlich umso mehr durch seine phantastische unendliche Folge von immer "größeren" Unendlichkeiten – ist mir dann klar geworden, wie verschieden Wirklichkeit und Mathematik sind.

Vielen Physikern scheint diese Erfahrung leider zu fehlen – ansonsten könnte die Identifikation von Wirklichkeit und Mathematik oder die Verwechslung beider nicht dermaßen verbreitet sein.

### 10: Der Spin und die 720°-Drehung

Die allgemeine Überzeugung, dass der Spin nicht als Eigenschaft eines Objekts aufgefasst werden kann, das in derselben Weise *existiert* wie die Objekte unserer Alltagserfahrung, ist korrekt.

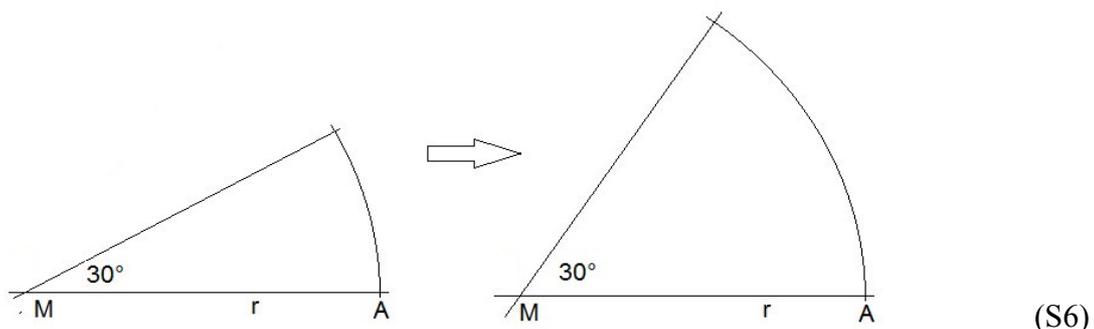
Die Behauptung, dass das Elektron nicht in dieser Weise existieren kann, weil es diese Eigenschaft hat, ist hingegen falsch.

Ist das kein Widerspruch? Die Antwort ist *nein*. Um das zu begründen, müssen wir zu den metrischen Veränderungen zurückkehren, aus denen die Wirklichkeit hervorgeht:

**Masse** ist als Änderung der *metrischen Dichte der Länge* definiert, die einen *metrischen Fluss* auf die Verdichtung hin verursacht, dessen Geschwindigkeit mit abnehmender Entfernung größer wird. Es stellt sich ein stationärer Zustand ein (der Fluss ist zeitlich konstant).

Ganz analog ist elektrische **Ladung** als Änderung der *metrischen Dichte des Winkels* definiert, die einen metrischen Fluss *normal* zur Richtung eines Schenkels des Winkels verursacht.

Hier nochmals Skizze (S6): Der durch die Verringerung der Winkeldichte (die Vergrößerung des 30°-Winkels) erzeugte Fluss ist normal zu  $r$ , d.h. A wird *nach oben* beschleunigt:



Auch hier bildet sich ein stationärer Zustand aus: es entsteht ein zeitlich konstanter Fluss, dessen Geschwindigkeit umso größer ist, je kleiner die Distanz zwischen M und A ist, falls sich in M eine elektrische Ladung befindet.

$r$  geht durch M, ansonsten ist die Lage von  $r$  in der Ebene, in der sich der abgebildete Winkel befindet, beliebig. Das bedeutet, dass der Fluss in dieser Ebene um den Mittelpunkt M *rotiert*.

Jedem Punkt auf dem Kreis mit Mittelpunkt M und Radius MA muss also *dieselbe tangentiale Geschwindigkeit* zugeordnet werden. Für die Richtung dieser Geschwindigkeit gibt es immer zwei Möglichkeiten: in der Skizze kann der metrische Fluss bei A nach oben oder nach unten weisen.

Da auch die Lage der Winkelebene beliebig ist, gilt außerdem:

Jedem Punkt P auf der Kugel­fläche mit Mittelpunkt M und Radius MA muss auf der durch P definierten Tangentialebene *dieselbe Tangentialgeschwindigkeit in jeder Richtung* zugeordnet werden, oder, anders ausgedrückt, wir sind zu einer Drehung in jeder Ebene gelangt, deren Größe feststeht und für die es bei jeder bestimmten Richtung zwei Möglichkeiten gibt.

Das entspricht der Definition des quantenmechanischen Spins, aber mit dem wesentlichen Unterschied, dass er hier nicht als **Eigenschaft eines Objekts** auftritt, sondern als **Eigenschaft des Kontinuums**, das durch die Anwesenheit einer elektrischen Ladung metrisch verändert ist. Diese Veränderung stellt dann die notwendige und hinreichende *Voraussetzung* dafür dar, dass sich *stationäre Wellenzustände* ausbilden können.

Erst diese stationären Wellenzustände können als **"Objekte"** aufgefasst werden. Sie enthalten den soeben bestimmten, in jeder Ebene durch den Mittelpunkt vorhandenen rotierenden Fluss – die Rotationsgeschwindigkeit – also nicht als **Eigenschaft**, sondern als **Voraussetzung**.

Während das durch **Masse** veränderte Kontinuum aus *Linien* – im kugelsymmetrischen Fall aus *Geraden* durch den Mittelpunkt – aufgebaut ist, besteht das durch **Ladung** veränderte Kontinuum aus *Flächen* – im kugelsymmetrischen Fall aus *Ebenen* durch den Mittelpunkt.

Warum das so ist, wird aus den Definitionen klar: Im Fall von Masse werden *Längen* verändert, also *Linien*, im Fall von Ladung aber *Winkel*, also *Flächen*.

Was bedeutet es nun, dass es sich beim Spin nicht um eine Eigenschaft von Objekten handelt, sondern um eine Eigenschaft des Kontinuums?

Es bedeutet, dass das Argument, das Elektron könne wegen des Spins nicht als reales Objekt betrachtet werden, hinfällig ist: Als Eigenschaft eines *Objekts* wäre der Spin nicht möglich, aber als Eigenschaft des *Kontinuums* ist er zwar höchst abstrakt, aber unproblematisch: das Kontinuum aus Ebenen aufgebaut zu denken, denen bestimmte Eigenschaften zugeordnet sind, ist genauso möglich wie es aus Linien aufgebaut zu denken, denen bestimmte Eigenschaften zugeordnet sind, wie im Fall der Gravitation. Zwar entfernt sich der Begriff des Kontinuums durch diesen Akt von unserer naiven Anfangsvorstellung, aber diese Distanzierung ist ohnehin unvermeidlich: schon die Zuordnung von reellen Zahlen zu Punkten des Kontinuums ist ja keineswegs so selbstverständlich, wie sie uns heute erscheint.

Im durch Ladung veränderten Kontinuum bilden sich demnach stationäre Wellenzustände aus, wie in unserer Skizze (S3). Wann immer wir also einen Zustand vorfinden, den wir als "Elektron" auffassen, begegnet er uns in einer dieser Gestalten, und **in jedem Fall** tritt dann auch die Rotationsgeschwindigkeit auf, die wir als "Spin" bezeichnen.

Es ist also selbstverständlich, dass wir diesen Spin für eine Eigenschaft des *Elektrons* halten – und dennoch ist es falsch.

Nachdem wir das Elektron als "reales Objekt" wiederhergestellt haben – zumindest in der durch meine Interpretation eingeschränkten Form als stationären Wellenzustand oder Übergang zwischen solchen Zuständen – müssen wir noch die Frage beantworten, warum es sich erst nach einer Drehung von  $720^\circ$  wieder in derselben Lage befindet.

Damit meine metrisch-dynamische Rekonstruktion des Atommodells mit den quantenmechanischen Vorgaben übereinstimmt, muss die – als Länge definierte – Einheitsladung dem klassischen Elektronenradius gleichgesetzt werden. (So wie bei der Gravitation die Länge der Masse dem Radius des schwarzen Lochs mit ebendieser Masse gleichgesetzt werden muss, um Übereinstimmung mit der AR zu erreichen.)

Bei negativer Ladung wird die Winkeldichte größer, somit das Winkelmaß kleiner und der *damit gemessene* Umfang des ganzen Kreises größer.

Es stellt sich heraus, dass *im Abstand des Bohr-Radius* – d.h. auf der ersten Elektronen-"Bahn" – die Winkeldichte genau *doppelt so groß ist wie im normalen Raum*, sodass also der Umfang jedes Kreises nicht  $2\pi r$ , sondern  $4\pi r$  beträgt, und dasselbe gilt für alle weiteren Bahnen bzw. Orbitale.

Im metrisch-dynamischen Modell ist es daher selbstverständlich, dass für das "Elektron" im Grundzustand sowie in angeregten Zuständen eine ganze Drehung immer  $720^\circ$  beträgt.

---

Damit beende ich den an Hand von Beispielen durchgeführten Vergleich des Katalogs der üblichen Überzeugungen mit dem Katalog meiner Überzeugungen. Er ist ausführlicher geworden, als ich erwartet hatte: obwohl es nur zwei Beispiele waren, musste doch ein großer Teil der Grundlagen der gegenwärtigen Physik zur Sprache gebracht werden.

## Kapitel 2: Systematischer Vergleich

In diesem Kapitel werde ich die üblichen Versionen und Interpretationen einiger der fundamentalen physikalischen Theorien damit vergleichen, welche Form sie in meinem Aufbau der Wirklichkeit angenommen haben.

### 2.1. Spezielle Relativität

Der bekannteste Weg zur speziellen Relativitätstheorie führt über die Relativierung der Gleichzeitigkeit.

In seinem Buch *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie*<sup>9</sup> führt Einstein den Leser in einem fiktiven Dialog an die korrekte Definition der Gleichzeitigkeit heran, und zwar auf folgende Weise:

An zwei weit voneinander entfernten Orten A und B schlägt gleichzeitig ein Blitz ein. Einstein fragt nun den Leser, wie sich diese Behauptung so konkretisieren lässt, dass sie überprüfbar ist.

Der Leser antwortet: Wenn ein Beobachter, der sich in der Mitte M der Strecke AB befindet, die beiden Blitzeinschläge gleichzeitig wahrnimmt, dann sind sie gleichzeitig.

Einstein wendet ein, dass man aber doch vorher wissen müsse, ob sich das Licht entlang der Strecke A→M mit der gleichen Geschwindigkeit fortpflanzt wie entlang der Strecke B→M.

Dieser Einwand bezieht sich auf die im Buch einige Seiten vorher gestellte Frage:

Wenn die Lichtgeschwindigkeit für einen ruhenden Beobachter  $c$  beträgt, müsste dann nicht für einen mit der Geschwindigkeit  $v$  bewegten Beobachter die Geschwindigkeit des Lichts  $c - v$  bzw.  $c + v$  betragen?

Nach einiger Überlegung antwortet der Leser:

" (...) An die Definition der Gleichzeitigkeit ist nur die eine Forderung zu stellen, dass sie in jedem Fall eine empirische Entscheidung an die Hand gibt über das Zutreffen oder Nichtzutreffen des zu definierenden Begriffs. (...) Dass das Licht zum Durchlaufen der Strecke A→M und zum

---

<sup>9</sup> A. Einstein, Akademie-Verlag, Berlin 1973. Das Folgende findet sich im 1. Teil, § 8, S 21 ff.

Durchlaufen der Strecke B→M dieselbe Zeit brauche, ist in Wahrheit 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." (*italic* im Original.)

Damit ist Einstein einverstanden, und das ist erstaunlich, weil diese Aussage falsch ist, und zwar *fundamental* falsch.

Ich hebe das nicht deshalb hervor, um Einstein einen Fehler nachzuweisen – das ist mir sogar unangenehm – sondern aus dem Grund, dass durch diese falsche Behauptung *der Weg zur korrekten Erklärung der speziellen Relativität* vollkommen verstellt wird, wie ich nun zeigen werde.

Dass die Aussage falsch ist, geht zunächst schon aus dem Michelson-Experiment hervor, das Einstein im Buch erwähnt (am Ende von § 5, allerdings nicht namentlich). Durch dieses Experiment sollte die Änderung der Lichtgeschwindigkeit aufgrund der Bewegung der Erde durch den Äther ermittelt werden. Trotz größter Sorgfalt bei der Vorbereitung und Durchführung des Experiments wurde jedoch keine solche Änderung festgestellt.

***Somit folgt aus dem Experiment, dass die Lichtgeschwindigkeit nicht von der Bewegung des Beobachters abhängt.***

Da ihm das aber undenkbar schien, stellte Michelson fest, das Experiment sei gescheitert.

Aus Einsteins Sicht *musste* dieses Ergebnis jedoch ein klares Indiz dafür sein, dass es keineswegs *unsere Entscheidung* ist, ob Licht für alle gleichförmig bewegten Beobachter gleich schnell ist oder nicht: das Experiment zeigt, dass das nicht *von uns*, sondern *von der Natur* entschieden wird.

Noch viel wichtiger ist aber dies:

Wenn Einstein meint, wir könnten auch irgendeinen anderen Prozess mit einer anderen Geschwindigkeit zur Definition der Gleichzeitigkeit wählen<sup>10</sup>, sofern er uns nur "eine empirische Entscheidung an die Hand gibt über das Zutreffen oder Nichtzutreffen" dieses Begriffs, dann ist er im Irrtum, denn es gilt:

***Die Zeitbestimmung ist ausschließlich dann korrekt, wenn sie durch Licht – oder allgemeiner: durch Prozesse mit Lichtgeschwindigkeit – ausgeführt wird. Bei jeder anderen Art der Zeitbestimmung würde sich die Natur widersetzen und die experimentelle Bestätigung verweigern.***

Es ist also keineswegs so – wie Einstein glaubt – dass wir frei wählen könnten, *womit* wir die Zeitverhältnisse bestimmen; Wir *müssen* es mit Licht durchführen.

Um diesen Sachverhalt zu demonstrieren, habe ich im Buch [Begriff](#) (ab Seite 69 unten) die Folgen einer Zeitbestimmung durch Schallsignale beschrieben. Dadurch wird Schall für alle gleichförmig bewegten Beobachter gleich schnell. Die so definierte Zeit gilt jedoch *ausschließlich* für Schall und daraus abgeleitete Phänomene und für nichts anderes. Für Beobachter, die sich mit annähernd Schallgeschwindigkeit bewegen, vergeht die an ihren Schalluhren abgelesene Zeit zwar wesentlich langsamer, aber sie altern selbstverständlich *nicht* langsamer.

Dasselbe wäre für jede andere Wahl der Fall: die Zeit würde jeweils nur für den zur Zeitbestimmung gewählten Prozess und für alle daraus abgeleiteten Phänomene gelten und für nichts sonst.

Nur bei Licht ist das anders: die durch Licht bestimmten Zeitverhältnisse gelten allgemein. Und erst dann, wenn man sich das klargemacht hat, steht man vor der entscheidenden Frage:

---

<sup>10</sup> An anderer Stelle (*Grundzüge der Relativitätstheorie*, 4. Auflage, Vieweg und Sohn, Braunschweig 1965, Seite 19) äußert sich Einstein noch deutlicher: "Um dem Zeitbegriff überhaupt physikalische Bedeutung zu geben, bedarf es der Benutzung irgendwelcher Vorgänge, welche Relationen zwischen verschiedenen Orten herstellen können. Welche Art von Vorgängen man für eine solche Zeitdefinition wählt, ist an sich gleichgültig."

***Warum ist das so? Warum gehorcht die ganze Wirklichkeit den durch Licht bestimmten Raum- und Zeitverhältnissen?***

Wenn man diese Frage jedoch *nicht* stellt, sondern die spezielle Relativitätstheorie durch die bekannten Postulate<sup>11</sup> begründet, dann erlangt man zwar das richtige Ergebnis, aber der fundamentale Mechanismus, durch den die Zeitverhältnisse erzeugt werden, bleibt unentdeckt, und ebenso seine Voraussetzungen, die uns – wie sich gleich anschließend herausstellen wird – direkt an die Basis der Wirklichkeit heranführen.

Was ist dieser "Mechanismus"?

Wir wissen, dass die Zeit nicht – wie Newton annahm – "von selbst" und "vermöge ihres Wesens" überall gleich abläuft. Das bedeutet aber, dass jedes lokale Zeitvergehen sowie die Beziehungen zwischen den lokalen Zeiten erst durch irgendetwas **erzeugt** bzw. **verursacht** werden müssen. Diese Verursachung muss offenbar den kausalen Prozessen zugeschrieben werden, durch die die Objekte der Wirklichkeit miteinander verbunden sind.

Um zu begreifen, wie diese zeitlichen Zusammenhänge entstehen, führen wir folgendes Gedankenexperiment durch:

Wir betrachten zwei Objekte. Zunächst ruhen sie beide. Wenn sie nun aber beginnen, sich entlang ihrer Verbindungsgeraden in der selben Richtung mit der selben Geschwindigkeit zu bewegen, dann ändert sich das Verhältnis der für sie geltenden Zeiten – einfach deshalb, weil *jeder* der kausalen, Zeit-erzeugenden Prozesse, die beim vorderen Objekt beginnen und beim hinteren enden, bei diesem hinteren Objekt jetzt *früher* ankommt als derselbe Prozess im Fall der Objekte in Ruhe, weil das hintere Objekt diesem Prozess ja jetzt entgegenläuft.

Das bedeutet aber nichts anderes, als dass – bezogen auf das hintere Objekt – der Zeitpunkt des *Aussendens* des Prozesses nun – im Vergleich zu vorher – *in die Vergangenheit verschoben* ist.

Offensichtlich hängt jedoch das Ausmaß dieser Verschiebung von der Geschwindigkeit des betrachteten Prozesses ab: je kleiner diese Geschwindigkeit ist, desto größer ist die Verschiebung.

Daraus lässt sich der folgende – überraschende und weitreichende – Schluss ziehen:

Nehmen wir an, die Objekte eines Systems seien durch Prozesse verknüpft, die sich mit der Geschwindigkeit  $c$  ausbreiten. Dann erhalten wir eine Zeitstruktur, die vollkommen durch  $c$  bestimmt ist – wie das ja auch tatsächlich der Fall ist.

Nehmen wir nun außerdem an, es gäbe weitere Prozesse, die sich mit einer anderen Geschwindigkeit  $d$  ausbreiten, die von  $c$  *unabhängig* ist. Dann erzeugen diese Prozesse ein zweites, von dem durch  $c$  erzeugten *verschiedenes, davon unabhängiges* Zeitsystem. Das ist aber unmöglich. Das Zeitsystem muss eindeutig sein.

Daraus folgt:

**Es gibt nur eine einzige Geschwindigkeit, nämlich  $c$ . Alle anderen Geschwindigkeiten müssen daraus abgeleitet sein.**

Zuvor hatten wir uns die Frage gestellt:

***Warum gehorcht die Wirklichkeit den durch Licht bestimmten Raum- und Zeitverhältnissen – während doch die durch einen Prozess mit anderer Geschwindigkeit als  $c$  bestimmte Zeit in jedem Fall nur für den zur Zeitbestimmung gewählten Prozess selbst und für alle daraus abgeleiteten Phänomene gelten würde und für nichts sonst?***

---

<sup>11</sup> Diese Postulate sind: (1) das *Spezielle Relativitätsprinzip* (Ununterscheidbarkeit gleichförmig bewegter Systeme in Bezug auf alle physikalischen Phänomene) und (2) das Prinzip der *Konstanz der Lichtgeschwindigkeit* für alle gleichförmig bewegten Beobachter.

Jetzt kennen wir die Antwort:

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

Wie entstehen dann andere, aus Licht *abgeleitete* Geschwindigkeiten?

Aus Überlagerungen der Wellen. Die Geschwindigkeiten der Überlagerungen hängen von den Frequenzen der Wellen ab.

Ich habe das im Buch [Struktur](#) (im Kapitel 6) durchgeführt und daraus die Spezielle Relativitätstheorie abgeleitet, ohne das Relativitätsprinzip oder die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit für alle gleichförmig bewegten Beobachter vorauszusetzen. Das ist deshalb möglich, weil die Wellenüberlagerungen sich an die durch Licht vorgegebenen räumlichen und zeitlichen Zusammenhänge halten, oder genauer: weil sie ebenfalls – genauso wie das Licht selbst – diese Raum-Zeit-Struktur *erzeugen*.

Schon durch diesen einfachen Schritt werden also alle Geschwindigkeiten  $v < c$  in die relativistische Raum-Zeit-Struktur integriert.

Vergleichen wir zuletzt noch einmal Einsteins Einführung der speziellen Relativität mit der Erklärung, die ich soeben präsentiert habe:

*Einstein* rechtfertigt die Annahme der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit durch die Behauptung, es sei unsere freie Entscheidung, diese Annahme zu treffen. Die Rechtfertigung ist falsch: diese Entscheidung wird von der Natur getroffen und nicht von uns. Da die Annahme selbst aber korrekt ist, hat der Irrtum keine Auswirkung auf das Ergebnis. Allerdings verhindert dieser Irrtum – da er sich ja als *Erklärung* ausgibt – die Suche nach dem wahren Grund dafür, *warum* die Zeitverhältnisse durch Licht bestimmt sind. Einsteins falsche Voraussetzung, die sich in den obigen Zitaten offenbart, macht es für ihn selbst und für alle, die ihm gefolgt sind, unmöglich, die *wirkliche Ursache* für die fundamentale Bedeutung der Lichtgeschwindigkeit zu erkennen.

Wie soll man also über die Einführung der SR urteilen? Natürlich ist sie eine großartige Errungenschaft. Es wäre geradezu absurd, sich eine Physik ohne sie vorzustellen, und es bedurfte Einsteins Genie, um die Loslösung vom Newtonschen Zeitbegriff zu vollziehen.

Aber andererseits ist die Weise, *wie* Einstein diese Loslösung vollzogen hat, zugleich ein Unglück für die Entwicklung der Physik, denn wie wir soeben gezeigt haben, hätte die Erkenntnis der wahren Ursachen der Relativität von Zeit und Raum auch den Blick auf die fundamentale Ebene der Wirklichkeit ermöglicht.

Das ist aber nicht geschehen, und so hat es mehr als hundert Jahre gedauert, bis diese Erkenntnis nun endlich nachgeholt worden ist.

Jetzt aber zu den Folgen *meiner* Erklärung der speziellen Relativität.

Sie beginnt mit der Frage:

**Warum gehorcht die Wirklichkeit den durch Licht bestimmten Raum- und Zeitverhältnissen?**

– setzt sich dann mit der Beschreibung des Vorgangs der *Erzeugung* der Verhältnisse der lokalen Zeiten fort, aus der direkt der fundamentale **Satz über die Wirklichkeit** folgt:

**Es gibt nur eine einzige Geschwindigkeit, nämlich  $c$ . Alle anderen Geschwindigkeiten müssen daraus abgeleitet sein,**

– und daraus folgt die Antwort:

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

Durch die wenigen Sätze, die diese Erklärung enthält, werden die Grundlagen der Physik offensichtlich vollständig verändert. Im Rahmen meines Aufbaus der Wirklichkeit ist das aber nicht der einzige Grund für diese Umgestaltung: die Änderungen, zu denen meine Interpretation des quantenmechanischen Messprozesses führt, decken sich ja weitgehend mit den Änderungen, die sich aus der Begründung der Relativität ergeben.

Die wichtigste Änderung ist:

***Es gibt nur Wellen – keine "Wahrscheinlichkeitswellen", sondern wirklich existierende metrische Wellen. Was als "Teilchen" bezeichnet wird, das sind stationäre Zustände von Wellen oder Übergänge zwischen solchen Zuständen. Quantisiert sind nur die Messungen – beobachtbare Ereignisse sind immer Übergänge! – die Wirklichkeit selbst ist kontinuierlich.***

Wie die Physik durch die Erklärung des Messprozesses umgestaltet wird, habe ich im ersten Kapitel beschrieben.

Durch die Erklärung der Relativität erfahren wir außerdem, dass es nur Lichtgeschwindigkeit gibt (woraus abermals folgt, dass es nur Wellen gibt), und überdies gelangen wir auf einfachste Weise zu **Materiewellen**, denn es gilt:

Eine stehende Welle in einem bewegten System, die durch zwei mit Lichtgeschwindigkeit laufende Wellen erzeugt wird, ist – vom Ruhesystem aus betrachtet – die Überlagerung einer Materiewelle und einer Welle mit der Geschwindigkeit der Gruppe, d.h. des assoziierten Teilchens. ([Struktur](#) Seite 110f.)

Bevor ich diesen Abschnitt beende, will ich noch kurz auf eine Folge meiner Interpretation der SR eingehen, die ich für wichtig halte:

Bisher gab es keine *Erklärung* der speziellen Relativitätstheorie, sondern nur ihre Ableitung aus Prinzipien. Dadurch musste der Eindruck entstehen, dass zwar die *Notwendigkeit* der SR eingesehen werden kann, dass sie selbst aber *nicht begreifbar* ist, weil sie unseren apriorischen Raum- und Zeitvorstellungen widerspricht – mit der Folge, dass diese Vorstellungen aufgegeben werden müssen.

Auf Basis meiner Interpretation ist jedoch das Gegenteil der Fall:

Wir müssen zwar einsehen, dass die räumlichen und zeitlichen Verhältnisse *erzeugt* werden, aber unter dieser Voraussetzung ist es dann *anschaulich* erklärbar, wie Raum- und Zeitmessungen sich aufgrund relativer Bewegungen ändern. Bei der dafür erforderlichen Argumentation werden unsere apriorischen Raum- und Zeitvorstellungen keineswegs *aufgehoben*, sondern ganz im Gegenteil *vorausgesetzt*. Da diese Argumentation aber ein wenig zu lang ist, werde ich sie hier nicht ausführen. Im Buch [Struktur](#) beginnt sie auf Seite 164.

Ich halte das deshalb für wichtig, weil durch die bisherige Sicht der SR die Ohnmacht und damit zugleich die Überflüssigkeit des auf *Verstehen* hin orientierten begrifflichen, bildhaften und anschaulichen Denkens suggeriert wurde – ebenso wie bei der Standardinterpretation der Quantentheorie, auf die ich weiter unten eingehen werde. Das hat ganz entscheidend zur Dominanz der Mathematik über diese Art des Denkens beigetragen, und es ist ja im Verlauf meiner Ausführungen sicher klar geworden, dass ich der Suche nach Verstehen eindeutig die Führungsrolle auf dem Weg zur Erkenntnis der Wirklichkeit zuerkenne. Wie durch die theoretische Physik der letzten Jahrzehnte eindrücklich demonstriert worden ist, geht Mathematik ohne diese Führung in die Irre und endet in Sackgassen.

## 2.2. Gravitation

In der Newtonschen Mechanik sind Schwere und Trägheit *verschiedene* Eigenschaften. Ihre Messwerte sind jedoch (bei gleicher Maßeinheit kg) immer identisch.

Einstein fasste diese numerische Gleichheit als Indiz dafür auf, dass es sich um *ein- und dieselbe* Eigenschaft handelt. Diese Annahme ermöglichte es ihm, das *spezielle Relativitätsprinzip* (SRP) zum *allgemeinen Relativitätsprinzip* (ARP) zu erweitern:

SRP: Jeder *gleichförmig* bewegte Beobachter ist berechtigt, sich als *ruhend* aufzufassen.

ARP: Jeder *beliebig* bewegte Beobachter ist berechtigt, sich als *ruhend* aufzufassen. Er muss nur alle Beschleunigungen, die er erfährt, auf ein (veränderliches) Gravitationsfeld beziehen.

Dazu ein Beispiel:

Wir betrachten einen beschleunigten Beobachter – etwa einen Beobachter auf einer rotierenden Scheibe.

In der Newtonschen Sicht ist die Kraft, die auf ihn wirkt, eine Folge seiner *Trägheit*. Gemäß ARP ist er jedoch berechtigt, diese Kraft auf seine *Schwere* zu beziehen, d.h. sich als *ruhend* aufzufassen und seine Beschleunigung auf ein Gravitationsfeld zurückzuführen.

Dadurch entstehen Verbindungen sowohl zur Metrik als auch zur Mechanik:

Die metrischen Veränderungen ergeben sich aus der speziellen Relativitätstheorie: aufgrund der Bewegung des Beobachters sind die tangentialen Längen verkürzt und das Zeitvergehen ist verlangsamt, und selbstverständlich kann er seinen Zustand auch durch mechanische Größen – Masse, Energie, Impuls – ausdrücken.

Somit ist sein Zustand auf beide Arten eindeutig definiert, und die *Gleichsetzung* der metrischen und der mechanischen Verhältnisse kann als *Definition des Gravitationsfeldes* interpretiert werden, wie das in verallgemeinerter Form in Einsteins Gravitationsgleichung geschieht:

$$(\text{Einstein-Tensor}) = (\text{Energie-Impuls-Tensor})$$

So großartig dieser Gedankengang auch ist, es ist in ihm doch schon das spätere Scheitern von Einsteins Versuch vorgezeichnet, seine Gleichung so zu verallgemeinern, dass sie *die ganze Physik* beschreibt – ein Ziel, dem er die letzten drei Jahrzehnte seines Lebens gewidmet hat.

Zwar wird es durch die Identifikation von Schwere und Trägheit tatsächlich möglich, *rein formal* jede Beschleunigung auf ein Gravitationsfeld zu beziehen, aber dadurch ergeben sich zwei unlösbare Probleme:

Wenn *alle* metrisch veränderten Zustände des Raum-Zeit-Kontinuums als Auswirkungen von *Gravitation* interpretiert werden,

- dann ist *einerseits* in dem daraus abgeleiteten Formalismus für den "Rest" der Physik kein Platz. Er ist also, in diesem Sinn, "zu eng",
- dann geraten *andererseits* aber auch physikalisch unmögliche Fälle in den Formalismus, weil eben nicht alles Gravitation *ist*, was durch die Gleichsetzung von Schwere und Trägheit als Gravitation verarbeitet wird. In diesem Sinn ist der Formalismus also "zu weit", und es ist zu erwarten, dass es Lösungen gibt, die keine Entsprechung in der Wirklichkeit haben.

Der erste Punkt ist der Grund für Einsteins Scheitern, der zweite Punkt ist der Grund dafür, dass es bei etlichen Lösungen der Feldgleichungen bloß eine Frage der persönlichen Vorlieben ist, ob man sie für real hält oder als mathematische Artefakte einschätzt.

Nun zu meiner Sicht der Gravitation.

Wie im ersten Kapitel unter 7: Was schwingt in der Schrödingergleichung? beschrieben, ist Masse als **metrische Verdichtung** definiert, die eine Beschleunigung des **metrischen Flusses** verursacht.

Selbstverständlich sind auch hier schwere und träge Masse identisch. Betrachten wir z.B. die Erde: sie verursacht einen zum Erdmittelpunkt hin gerichteten metrischen Fluss, dessen Geschwindigkeit an der Erdoberfläche 11,1 km/s beträgt. Was uns gegen die Erdoberfläche drückt, ist also nicht unser Gewicht, sondern unsere Trägheit: die Erdoberfläche wirkt der Beschleunigung entgegen, die wir durch den metrischen Fluss erfahren, der (beschleunigt) durch uns fließt. (Auch wir selbst sind ja, wie alles Existierende, Zustände der Metrik.)

Mit anderen Worten: Schwere **ist** Trägheit.<sup>12</sup>

Allerdings ist das hier, anders als bei Einsteins Ableitung, kein Problem, da bei mir Gravitation ja nicht aus dieser Identität abgeleitet wird, sondern aus dem Prozess, der die Wirklichkeit erzeugt.

Die Gleichung dieses Prozesses lautet wie folgt ( $\sigma$  ist die metrische Dichte der Länge **oder** des Winkels,  $\zeta$  ist die metrische Dichte der Zeit,  $c$  ist die Lichtgeschwindigkeit):

$$\frac{d\sigma}{dr} = -\frac{1}{c} \frac{d\zeta}{dt}$$

In Worten: **Die räumliche Änderung der metrischen Dichte der Länge (oder des Winkels) ist proportional der zeitlichen Änderung der metrischen Dichte der Zeit. Der Proportionalitätsfaktor ist die Geschwindigkeit  $c$ .**

Die metrische Dichte  $\sigma$  hat in dieser Gleichung also zwei Interpretationen: als Dichte der Länge und als Dichte des Winkels. Wird  $\sigma$  als Längendichte aufgefasst, dann führt das auf direktem Weg zur Gravitation, wird  $\sigma$  als Winkeldichte betrachtet, dann führt das zum Elektromagnetismus.<sup>13</sup>

Aus dieser Gleichung lassen sich nun – ohne dass dafür weitere Annahmen erforderlich sind – fünf Arten von metrischen Wellen ableiten: vier davon folgen aus den Änderungen der Längen- und der Winkeldichte, und eine aus der Änderung der metrischen Dichte der Zeit. Alle Wellen haben die Geschwindigkeit  $c$ . (Siehe [Struktur](#) Kapitel 3)

Hier zeigt sich also eine weitere fundamentale Übereinstimmung. Genauso wie aus der Erklärung der speziellen Relativität folgt, dass es nur Lichtgeschwindigkeit gibt und dass daher alles, was existiert und was sich ereignet, daraus abgeleitet sein muss, und wie aus der Erklärung des quantenmechanischen Messprozesses folgt, dass es nur Wellen gibt und dass die Schrödingergleichung sich auf Wellen der Winkeldichte bezieht, so führt auch die Darstellung der Entstehung der Wirklichkeit wiederum zu einem damit übereinstimmenden Ergebnis.

Und ich betone: nichts davon war beabsichtigt – ganz im Gegenteil: ich hatte damit nicht im geringsten gerechnet.

Für mich ist diese Übereinstimmung der Resultate, die ja ganz im Gegensatz zur Disharmonie der Bruchstücke steht, aus denen sich die Standardphysik zusammensetzt, ein wichtiges Indiz für die Korrektheit meiner Schlussfolgerungen.

---

<sup>12</sup> Diese Identität hat hier eine fundamentalere Bedeutung als in der AR. Dort ist sie eine durch Beispiele nahegelegte Verallgemeinerung, in meiner Theorie ist sie *ontologischer* Natur: Schwere **ist** Trägheit.

<sup>13</sup> Das habe ich allerdings nicht ausgeführt, sondern den Elektromagnetismus nur analog zur Gravitation *definiert*. Der EM liegt also nur als Konzept vor, wobei dieses Konzept jedoch zumindest soweit ausgearbeitet ist, dass es den Aufbau eines Atommodells ermöglicht, das mit dem quantenmechanischen Atommodell übereinstimmt.

Dort, wo die allgemeine Relativitätstheorie so perfekt bestätigt worden ist: im Gravitationsfeld der Erde und im Sonnensystem, stimmt meine Gravitationstheorie mit der AR fast vollkommen überein. Die Schwarzschildlösung ist identisch.

In Galaxien ist das jedoch nicht der Fall: hier führen die beiden Theorien zu stark unterschiedlichen Ergebnissen. Die Abweichung meiner Theorie von der AR folgt aber nicht, wie das bei MOND (modified Newtonian dynamics) der Fall ist, aus einer Korrektur im Bereich hinreichend großer Entfernung. Vielmehr ist sie in einer fundamental anderen Auffassung des Raums begründet: der Raum selbst – als metrischer Raum verstanden – wird in Bewegung versetzt, und genau das ist die Ursache für die wesentlich höhere Rotationsgeschwindigkeit von Galaxien.

Von der AR aus gesehen ist diese dynamische Sicht des Raums – das, was ich als metrischen Fluss bezeichne – unerreichbar, und die hohe Rotationsgeschwindigkeit muss daher als Hinweis auf unsichtbare Materie aufgefasst werden.

Was ist mit der "Unvereinbarkeit" von Gravitation (G) und Elektromagnetismus (EM)?

Die Aufklärung besteht aus mehreren Schritten.

Zunächst entstammen beide demselben Ursprung. Aus dieser Abstammung folgen dann ganz direkt ihre Unterschiede und deren Begründungen. Folgendermaßen:

G ist als Beschleunigung des longitudinalen metrischen Flusses definiert. In diesem Sinn *ist* G dieser beschleunigte Fluss.

Beim EM ist der metrische Fluss hingegen *transversal* (siehe Skizze (S6) auf Seite 18) und *unbeschleunigt*. Daher kann der EM – im Gegensatz zu G – *nicht* mit dem Fluss identifiziert werden: er wirkt nicht direkt durch den Fluss, sondern durch die Wellen, deren Frequenzen infolge des durch elektrische Ladung metrisch veränderten Kontinuums sich nun ebenfalls geändert haben. Es verhält sich also ganz ähnlich wie in der Standardbeschreibung des EM, wo die Wechselwirkung durch "Austauschteilchen" erfolgt, aber mit dem Unterschied, dass diese Wechselwirkung jetzt – da es ja keine Quantisierung und keine "Teilchen" gibt – einfach durch Wellenüberlagerung und die daraus resultierende Geschwindigkeitsänderung ersetzt wird, genauso wie ich es beim licht-elektrischen und beim Compton-Effekt durchgeführt habe. Das Ergebnis bleibt gleich.

Dass EM isoliert werden kann, G aber nicht, ist leicht einzusehen:

G *ist* der metrische Fluss, aus dem *alles* besteht: dieser ist fundamental und somit nicht "isolierbar", weil er *durch alles* fließt, während der EM isoliert werden kann, weil er durch *Wellen* wirkt, und Wellen können selbstverständlich aufgehoben werden.

Der Aharonov-Bohm-Effekt wird dadurch ebenfalls begreifbar:

Zwar wird der EM selbst *nicht* durch den metrischen Fluss verursacht, aber die Phasenverschiebung der Elektronen wird durch den mit der Ladung verknüpften rotierenden metrischen Fluss bewirkt, sodass auch dann, wenn die Wellen unterbrochen werden – der EM also isoliert ist – die Phasenverschiebung stattfindet, weil der *Fluss* eben nicht isoliert werden kann. (In der Standardphysik wird der Effekt auf das magnetische Vektorpotential zurückgeführt und als eines der "Wunder" der Quantenwelt betrachtet.)

Zusammengefasst:

G und EM entstammen beide dem rein metrischen, überall und jederzeit stattfindenden Erzeugungsprozess der Wirklichkeit. Sie sind daraus erklärbar und ableitbar. Daraus folgt jedoch auch, dass ihre Wirkmechanismen verschieden sind, und dass der Versuch, sie zu "vereinheitlichen", unsinnig wäre, da sie sich nicht *widersprechen*, sondern *ergänzen*.

## 2.3. Quantentheorie

Jeder Gegenstand hat zu jedem Zeitpunkt einen Ort und eine Geschwindigkeit – jedenfalls, solange man sich einen Gegenstand als etwas vorstellt, was in jedem Augenblick ein wohldefiniertes Raumvolumen einnimmt.

Von genau dieser Vorstellung ist die Physik vor dem 20. Jahrhundert ausgegangen, und deshalb war die Verwunderung groß, als sich herausstellte, dass es unmöglich ist, bei *sehr kleinen* Gegenständen beides, Ort und Geschwindigkeit, zur selben Zeit genau zu ermitteln. Anfangs wurde dies durch den Messprozess begründet, im Lauf der Zeit wurde aber klar, dass es sich um eine Begrenzung handelt, die für die Natur selbst gilt.

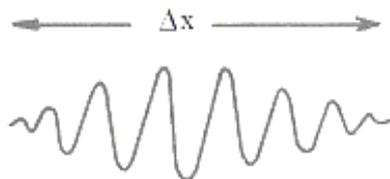
Zu diesem Zeitpunkt war bereits bekannt, dass Objekte in atomaren Größenordnungen durch die von de Broglie entdeckten Materiewellen beschrieben werden können, und dass Energie und Impuls solcher Objekte durch die Gleichungen

$$E = hf \quad \text{und} \quad p = h * 1/\lambda$$

gegeben sind. Damit waren eigentlich alle Voraussetzungen vorhanden, die für das Herstellen des Zusammenhangs zwischen den beiden Welten benötigt werden: zwischen der abstrakten kausalen metrischen Welt aus Wellen und der konkreten erfahrbaren Welt der Gegenstände, von der die Physik bis dahin handelte:

Erstens war die *Wellenart* bzw. *Wellenklasse* bekannt, durch die Energie und Impuls definiert sind: Materiewellen sind *Sinuswellen*, und zweitens existierte eine umkehrbar eindeutige Beziehung zwischen den Werten der Welleneigenschaften *Frequenz* und *Wellenlänge* und den Werten der zugeordneten Objekteigenschaften *Energie* und *Impuls*. Leider war aber keiner der Physiker imstande, diesen Zusammenhang richtig zu interpretieren – außer Schrödinger, dessen Versuch aber scheiterte, weil er von seinen Wellengruppen erwartete, dass sie – der Teilchenvorstellung entsprechend – räumlich begrenzt bleiben, was aber nicht der Fall ist.

Hätte man erkannt, dass Elektronen oder andere Objekte dieser Größenordnung durch Wellengruppen nicht nur *dargestellt* werden können, sondern dass sie tatsächlich solche Wellengruppen *sind*, dann wäre es auch keineswegs verwirrend, sondern selbstverständlich gewesen, dass für die Größen *Ort* und *Impuls* eine "Unschärferelation" gilt. Unserer realistischen Auffassung zufolge ist das einfach deshalb der Fall, weil bei räumlich begrenzten Wellenzügen (Wellenpaketen) wie in der folgenden Skizze



(S9)

bekanntlich *immer* eine "Unschärferelation"

$$\Delta x * \Delta(1/\lambda) \geq 1$$

gilt. Solche Wellenzüge *haben* einfach keine eindeutige Wellenlänge. Sie sind aus Wellen mit verschiedenen Wellenlängen zusammengesetzt. Je kleiner die räumliche Eingrenzung  $\Delta x$  ist, umso

größer ist das Intervall der benötigten Wellenlängen. Je genauer umgekehrt die Wellenlänge – und damit in unserem Fall zugleich die Geschwindigkeit (bzw. der Impuls) – festgelegt ist, desto größer wird die Ortsunschärfe  $\Delta x$ . In Verbindung mit der Definitionsgleichung

$$p = h * 1/\lambda$$

ergibt sich also

$$\Delta x * \Delta p \geq h .$$

Das ist ja zur Genüge bekannt. Es musste aber dennoch nochmals erwähnt werden, weil es in der üblichen Interpretation der Quantenmechanik ja nicht als Erklärung der Unschärfe betrachtet wird, sondern bloß als eine rein formale Tatsache. Zur **Erklärung** wird es erst durch die Annahme, dass Teilchen Zustände von Wellen **sind** und dass **deshalb** der Impuls durch die Wellenlänge definiert ist.

*Für die Größen Ort und Impuls gilt also Folgendes:*

1. Beide Größen sind als Welleneigenschaften *definiert*, und sie entsprechen bestimmten *Wellenarten*: dem Impuls sind Sinuswellen zugeordnet, dem Ort Pulswellen (das sind Wellen, deren Amplitude nur in einem Punkt ungleich 0 ist).
2. Voraussetzung für die Zuordnung ist, dass eine umkehrbar eindeutige Beziehung zwischen der Welleneigenschaft (Wellenlänge bzw. Amplitude) und der zugeordneten Objekteigenschaft (Impuls bzw. Ort) besteht. Diese Bedingung ist hier erfüllt.
3. Zwischen den Werten der beiden Objekteigenschaften besteht eine Unschärferelation. *Diese Unschärfe ist ein rein wellenmathematisches Faktum* (mehr dazu gleich anschließend). Sie wird auf die beiden Objekteigenschaften durch deren Definition übertragen.

Was Ort und Impuls betrifft, sind damit alle Seltsamkeiten verschwunden: Während es im Rahmen der konventionellen Teilchenvorstellung absurd erscheint, dass Ort und Impuls nicht zugleich scharfe Werte haben können, ist es bei unserer alternativen Teilchendefinition – bei der "Gegenstände" eben *kein* wohldefiniertes Raumvolumen einnehmen – vollkommen klar, dass das der Fall sein *muss*.

Die Frage ist, ob sich dieses Schema auf alle physikalischen Attribute von Objekten übertragen lässt. Die Antwort ist *ja*. Genau genommen gilt sogar, dass gar nichts übertragen werden muss – die Quantenmechanik **ist** dieses Schema. Sie muss nur anders interpretiert werden.

Betrachten wir also das quantenmechanische Schema:

Messgrößen sind Observablen. Ihnen werden Operatoren zugeordnet. Durch die Anwendung eines Operators auf den Vektor im Hilbertraum, der den Zustand des Messobjekts repräsentiert, wird dieser Zustandsvektor in eine Reihe von Eigenfunktionen zerlegt, d.h. es wird eine *Spektralanalyse* durchgeführt: Eigenfunktionen sind Wellen, deren Form von der Art des Operators abhängt. Z.B. sind die de Broglieschen Materiewellen Eigenfunktionen des Impulsoperators, und stehende Wellen auf Kugeloberflächen – d.h. Kugelflächenfunktionen – sind Eigenfunktionen des Drehimpulsoperators.

Die Zuordnung von Observablen zu Operatoren bedeutet damit zugleich eine Zuordnung zu *Klassen von Wellen*.

Es gilt aber ganz allgemein, dass es unter den Klassen von Wellen, in die eine Wellengestalt zerlegt werden kann, stets Paare gibt, zwischen denen – wie bei Sinuswellen und Pulswellen – eine

*Unschärferelation* besteht.<sup>14</sup> Das ist somit auch bei der spektralen Zerlegung des Zustandsvektors der Fall. Und *diese Unschärfe überträgt sich wiederum auf die durch diese Wellenklassen definierten physikalischen Attribute*.

Das bedeutet:

Das Schema, das gerade eben für Ort und Impuls beschrieben wurde, gilt in gleicher Weise für *alle* physikalischen Attribute (Observablen): Sie sind **durch Wellenklassen definiert**, und die für sogenannte kanonisch konjugierte Attribute gültige Unschärferelation ist daher eine rein wellenmathematische – und als solche *vollkommen verständliche* – Gesetzmäßigkeit, die auf die Attribute durch deren Definition übertragen wird.<sup>15</sup>

Wie ist nun dieses formale Schema von dem hier eingenommenen Standpunkt aus zu interpretieren?

Die wesentlichen Elemente der Interpretation wurden schon erklärt. Ich will sie hier zusammenfassen:

Das Objekt, das als Folge einer Messung auftritt, ist *nicht* dasselbe Objekt wie dasjenige, an dem die Messung vollzogen wird; dieses ist (im Allgemeinen) eine Wellenüberlagerung (ein "Wellenpaket"), dessen Teilwellen zu verschiedenen Messereignissen beitragen – genauso, wie wir das bei der Erklärung des Doppelspaltversuchs dargestellt haben.

Der Zustandsvektor repräsentiert das Messobjekt. Er bezieht sich also auf das Wellenpaket *vor* der Messung, und die Spektralanalyse bezieht sich somit auf die Teilung dieses Wellenpakets in Wellen, die derjenigen Wellenklasse angehören, der die Eigenschaft zugeordnet ist, die gemessen werden soll.

Da die Klasse der Wellen, in die der Zustandsvektor geteilt wird, **frei wählbar** ist, enthält er alle messbaren Eigenschaften *als Möglichkeiten*, aber nicht etwa (im Sinne Heisenbergs) als eigenständige Form der Existenz bzw. Nicht-Existenz, sondern in einem völlig alltäglichen Sinn: Jede der im Wellenpaket enthaltenen Wellen, die zu irgendeiner Klasse gehören, kann zur Entstehung eines Objekts mit der entsprechenden Eigenschaft – des Objekts der aktuellen Messung oder des Objekts einer späteren Messung – beitragen.

Im Experiment ist es meist erforderlich, das Wellenpaket *tatsächlich* zu zerlegen. Die Verteilung der Messwerte wird dann, wie gleich anschließend erläutert, der Verteilung der Amplitudenquadrate der im Zustandsvektor enthaltenen Wellen entsprechen.

Dazu ein Beispiel:

Nehmen wir an, das Messobjekt sei ein Elektron. Sein Impuls soll zunächst berechnet und dann gemessen werden.

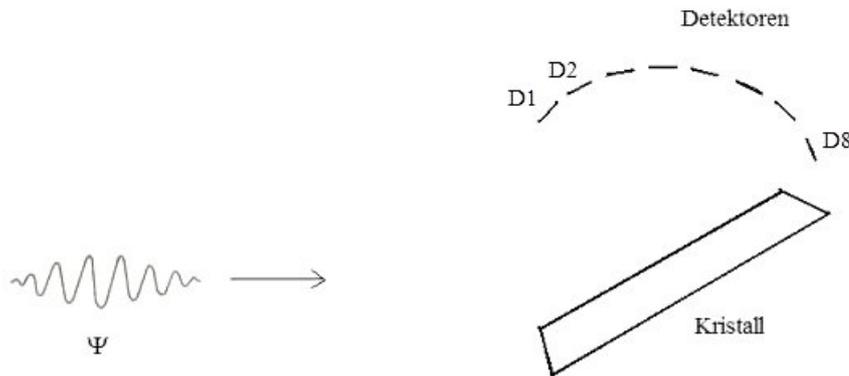
Um die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Messwerte zu berechnen, muss auf die Wellenfunktion  $\Psi$ , durch die das Elektron repräsentiert wird, der Impulsoperator angewendet werden. Wie oben festgestellt, ist dieses Verfahren eine Spektralanalyse:  $\Psi$  wird in Sinuswellen mit verschiedenen Wellenlängen zerlegt, und die zugehörigen Amplituden werden bestimmt. Deren Quadrate ergeben die gesuchten Wahrscheinlichkeiten.

---

14 Bei einer Zerlegung in zwei solche Wellenklassen kann das Produkt der *Bandbreiten* nicht kleiner als 1 werden.

15 Da es nur Wellen gibt, **müssen** alle kausalen Zusammenhänge auf Wellen zurückgeführt werden. Daher ist die Zuordnung der Eigenschaften von Gegenständen zu Wellenklassen ein *notwendiger* Akt, der sich in der Physik genau zu dem Zeitpunkt vollzogen hat, als sie in Größenordnungen vorgedrungen war, bei denen sich die fundamentale Wellennatur der Wirklichkeit offenbarte.

Im Experiment wird das Wellenpaket *tatsächlich* geteilt. Das könnte z.B. durch folgende Versuchsanordnung ausgeführt werden:



(S10)

Das Wellenpaket wird an einem Kristall gestreut, das heißt: die darin enthaltenen Wellen mit verschiedenen Wellenlängen werden durch die Kristalloberfläche gebeugt. Diese wirkt wie ein ebenes Beugungsgitter, das das Wellenpaket in nahezu monochromatische Strahlenbündel zerlegt.

In der Nähe der Kristalloberfläche kommt es zur Interferenz sämtlicher Wellen, in ausreichender Entfernung trennen sich aber die Strahlen, sodass alle Wellen, die auf einen bestimmten Detektor auftreffen, fast dieselbe Wellenlänge haben. Wir haben also die Wellengruppe nach Wellenlängen (bzw. Impulsen) sortiert.

Der *formalen* Zerlegung durch die Anwendung des Impulsoperators auf  $\Psi$  entspricht also die *reale* Zerlegung des Wellenpakets in Sinuswellen mit verschiedenen Wellenlängen durch die Versuchsanordnung.

Bei der Messung führt in der üblichen Interpretation eine der Eigenfunktionen des Impulsoperators zum Messergebnis, das heißt: sie wird **wirklich**, die anderen **verschwinden**. In einem Detektor befindet sich jetzt ein *Elektron* mit einem bestimmten Impuls – der vorher nicht existierte –, in den anderen Detektoren befindet sich **nichts**.

In der hier vorgeschlagenen Interpretation gibt es dagegen keine Reduktion. Keine Eigenfunktion verschwindet. Alle Eigenfunktionen liefern Beiträge zu späteren Ereignissen bzw. Messungen (wiederum wie beim Doppelspaltversuch). Die Amplituden der Wellen mit identischer Wellenlänge werden summiert, bis es im betreffenden Detektor zu einem *Übergang* kommt: ein charakteristisches Wellenmuster entsteht – eine Impulsmessung hat stattgefunden (die auch hier wieder im Allgemeinen nicht die Folge einer einzelnen Wellengruppe ist, sondern der Summierung der Amplituden von Wellen aus mehreren Wellengruppen bedarf).

Es ist klar zu erkennen, dass sich quantitativ nichts ändert: Die Wellenpakete werden in Sinuswellen mit verschiedenen Wellenlängen zerlegt, die auf die entsprechenden Detektoren treffen. Wenn nun, gemäß unserer Grundannahme, die charakteristische Neuorganisation eines lokalen räumlichen Schwingungszustandes – also das "Erscheinen eines Elektrons" – durch die Summierung von Wellenamplituden *verursacht* wird, dann muss die Wahrscheinlichkeit der Ereignisse in einem bestimmten Detektor dem Quadrat der Amplituden der Wellen, die *tatsächlich* auf diesen Detektor auftreffen, proportional sein – genau so, wie durch die Quantentheorie vorausgesagt.

Widerspricht es nicht eigentlich dem quantenmechanischen Formalismus, anzunehmen, dass das *vor* der Messung vorhandene Teilchen kurze Zeit später als *dasselbe* Teilchen wieder erscheint – selbst dann, wenn formal – *und* experimentell – eine Teilung erfolgt und die Teile sich beliebig weit voneinander entfernen? Es wäre nicht ganz abwegig, dies eine Interpretation **gegen den Formalismus** zu nennen.

Mein Vorschlag folgt dagegen einfach dem, was der Formalismus vorgibt, und erlaubt es, diese Vorgabe mit einer lokalen und objektiven Realität zu verbinden: Wenn ein "Teilchen" X *vor* der Messung an einer bestimmten Stelle erzeugt wird und *nach* der Messung an anderer Stelle ein *identisches* Teilchen erscheint, dann ist dies **nicht dasselbe** Teilchen; die Wellen, die aus der Auflösung des charakteristischen Wellenmusters X stammen, verteilen sich entsprechend ihrer formalen Beschreibung – sie laufen also **tatsächlich** auseinander – und tragen zur Entstehung eines anderen Wellenmusters X bei, das dieselbe Bezeichnung X aber nicht deshalb verdient, weil es *substanziell*, sondern weil es *formal* identisch mit dem ersten ist.

Kehren wir nun wieder zu unserer allgemeinen Interpretation des Formalismus zurück.

Das gemessene Objekt – der Träger der gemessenen Variablen – wird, sofern es sich um ein Objekt atomarer oder molekularer Größenordnung handelt, in jedem Fall durch den Messprozess *neugebildet*. Erst durch diese Neuformation der Messobjekte können die Wellen, die der Zustandsvektor enthält, zu *gemessenen Eigenschaften* werden, mit anderen Worten: kann das Mögliche zum Wirklichen werden.

Natürlich muss in jedem Fall der Zuordnung eines Attributs zu einer Wellenklasse erklärbar sein, was der physikalische Grund für diese Zuordnung ist. Im Buch [Struktur](#) wird ein Teil der Erklärung geleistet:

Im Kapitel über Relativitätstheorie wird Bewegung (Geschwindigkeit) von Objekten durch *Superposition von Wellen* definiert, Änderung der Bewegung durch Änderung der Frequenzen. Materiewellen werden durch Lorentz-Transformation stehender Sinuswellen erzeugt. Damit ist die konzeptionelle Basis für die Definition von Energie und Impuls geschaffen, und es kann eingesehen werden, warum die Eigenschaft *Energie* der (ungerichteten) Größe *Frequenz der Materiewellen* zugeordnet ist und die Eigenschaft *Impuls* der (gerichteten) Größe *Wellenlänge der Materiewellen*.

Formal werden diese Definitionen bei den Beschreibungen des Photoeffekts und des Compton-Effekts demonstriert und bestätigt.

Warum in atomaren und molekularen Größenordnungen Spin und Drehimpuls *Kugelflächenfunktionen* (stehende Wellen auf Kugeloberflächen) zugeordnet sind, wird im Kapitel 9 ab Seite 200 erklärt.

Damit sind bereits einige der wichtigsten Zuordnungen auf einsichtige Zusammenhänge zurückgeführt.

Die Quantentheorie vereinigt also nicht etwa die Wellen- und Teilcheneigenschaften von Objekten der fundamentalen Schicht der Wirklichkeit. Vielmehr treffen sich in ihr die fundamentale Wellenwelt und die daraus erzeugte gegenständliche Erfahrungswelt. Damit ist zugleich geklärt, weshalb die Quantentheorie unumgänglich ist: alle physikalischen Beschreibungen – seien sie auch noch so abstrakt – dienen letztlich der Erklärung erfahrbarer gegenständlicher Sachverhalte.

Somit kann behauptet werden:

**Die Quantentheorie ist genau jene Theorie, die es ermöglicht, das Fundament der Wirklichkeit, das *ausschließlich aus Wellen* besteht, durch Größen zu beschreiben, die der**

**erfahrbaren Gegenstandswelt entstammen. Sie bildet die Verbindung – gewissermaßen die "Schnittstelle" – dieser beiden Bereiche.**

Wie gezeigt wurde, wurzelt die mehr als 100 Jahre dauernde und bis in die Gegenwart reichende erkenntnistheoretische Verwirrung also nicht im quantenmechanischen Formalismus selbst, sondern in dessen Interpretation: erst die Unfähigkeit, sich von gegenständlichen Denkmustern zu lösen, erzeugt Paradoxien und führt schließlich zum Verlust jeglichen Verständnisses der Wirklichkeit.

Ich schließe mit einer kurzen Zusammenfassung:

Die zentrale Annahme der lokalen und objektiven Interpretation der Quantentheorie lautet:

***Wenn durch eine quantenmechanische Wellenfunktion Ereigniswahrscheinlichkeiten vorausgesetzt werden können, dann gibt es eine wirklich existierende Welle, die diese Ereignisse verursacht.***

Quantenmechanische Amplitudenquadrate sind also nicht bloß formale Hilfsmittel; sie entsprechen nur deshalb Wahrscheinlichkeiten, weil sie sich auf die Intensitäten wirklich existierender Wellen beziehen.<sup>16</sup>

Daraus folgt unmittelbar, dass **keine Reduktion der Wellenfunktion** stattfindet; Was existiert, kann nicht verschwinden.

Da bei Wellenfunktionen von Teilchen, die sich außerhalb von Materie bewegen, die Wellen im Allgemeinen auseinanderlaufen, ist eine realistische Interpretation gleichbedeutend mit der Aufgabe des Teilchenbegriffs in der gewohnten Form. An dessen Stelle tritt ein anderer Teilchenbegriff, der folgendermaßen definiert ist:

***Die Phänomene, die üblicherweise als "Teilchen" bezeichnet werden, sind stationäre Zustände von Wellen – im einfachsten Fall stehende Wellen bzw. durch Knotenflächen getrennte Schwingungsbereiche stehender Wellen – oder Übergänge zwischen solchen Zuständen. Außerhalb dieser Zustände gibt es nur laufende Wellen oder auseinanderlaufende Wellengruppen; der Begriff "Teilchen" verliert dann seinen Sinn.***

***Da die Identität des anfangs durch einen Übergang erzeugten und schließlich ebenfalls durch einen Übergang gemessenen "Teilchens" nun aufgehoben ist, ist die Behauptung seiner Existenz zwischen Erzeugung und Messung irreführend.***

*Wellen und Teilchen* – oder sagen wir statt "Teilchen" besser *Gegenstände* – gibt es also nur im Bereich der Phänomene. Die fundamentale, ursächliche Ebene der Wirklichkeit ist wellenartig.

Bemerkung:

Auch bei der Erklärung der Quantentheorie gilt wiederum, wie bei allen bisherigen Erklärungen und Schlussfolgerungen:

***Die korrekte Interpretation des quantenmechanischen Formalismus führt zu derselben Vorstellung der Wirklichkeit wie alle anderen in dieser Schrift präsentierten Interpretationen.***

---

<sup>16</sup> Was ist mit den Wahrscheinlichkeitsamplituden für *nicht* eintretende Ereignisse? Der Zustand eines radioaktiven Kerns z.B. ist eine Überlagerung der Zustände *zerfallen* und *nicht zerfallen*.

Dazu ist Folgendes zu sagen: Wenn Amplitudenquadrate als Wahrscheinlichkeiten *definiert* werden, dann erfordert dies die Einführung von Amplitudenquadraten, die die komplementären Wahrscheinlichkeiten darstellen. Es ist dieser Akt formaler Vervollständigung, dem die in diesem Sinn "komplementären" Amplituden ihre Existenz verdanken. Es lässt sich trotzdem behaupten, dass sie sich auf wirkliche Wellen beziehen, aber eben nur über den gerade beschriebenen formalen Zwischenschritt.

## Kapitel 3: Philosophischer Ausflug

Nach den Anstrengungen des vorigen Kapitels haben wir uns ein wenig Entspannung verdient. Deshalb folgen nun zwei philosophische Anekdoten, die auf unterhaltsame Weise demonstrieren, auf welche faszinierende und zugleich lächerliche Abwege gerade die größten Denker geraten können, wenn sie aufgrund von Annahmen, die sie für *absolut sicher* halten, die aber dennoch falsch sind, mit äußerster Konsequenz vollkommen absurde Systeme entwickeln.

Allerdings präsentiere ich diese Anekdoten nicht nur wegen ihres Unterhaltungswertes; Sie dienen auch als Einleitung für das darauf Folgende, denn danach werden wir uns der Frage, um die es in beiden Anekdoten geht – der Frage nach der *Herkunft der Kausalität* – ernsthaft widmen. Auch wenn diese Frage nicht direkt zur Physik gehört, so ist sie doch aufs Engste mit Physik verbunden: ohne irgendeine Form von Kausalität wäre Physik nicht möglich.

### 3.1. Zwei philosophische Anekdoten

Nach Leibniz besteht die Wirklichkeit aus unendlich vielen *einfachen* (d.h. nicht zusammengesetzten) *Substanzen*, die er "Monaden" nennt. In seiner *Monadologie* schreibt er (unter Punkt 7):

"Zu erklären, wie es möglich sei, dass eine Monade in ihrem Innern durch eine andere einen Wechsel oder eine Veränderung erfahre, haben wir durchaus kein Mittel. Denn es lässt sich weder aus der einen in die andere etwas übertragen, noch in dieser letzteren durch die erstere eine innerliche Bewegung erzeugen, die von außen geweckt, geleitet, vermehrt oder vermindert werden könnte, wie dies bei zusammengesetzten Dingen möglich ist, wo die mehreren Teile eine Vertauschung oder Verschiebung unter einander gestatten. Die Monaden jedoch haben keine Fenster, durch welche irgend etwas ein- oder auszutreten vermöchte. Die Accidenzen dürfen sich von ihren Substanzen nicht ablösen, wenn sie nicht haltlos im leeren Raume, etwa wie die sichtbaren Schemen der Scholastiker herumflattern sollen. Weder Substanz noch Accidenz kann von außen her Eingang in eine Monade finden."

In moderner Sprache ausgedrückt heißt das:

Es ist nicht möglich, dass eine Monade auf eine andere Monade eine Wirkung ausübt. Keine Monade hat auch nur die geringste Verbindung mit der Wirklichkeit, jede Monade ist vollständig isoliert.

Da aber *die ganze Wirklichkeit* aus Monaden besteht, folgt daraus, dass es *überhaupt keine Wechselwirkung* gibt.

Auf Sie und mich angewendet heißt das: Ich schreibe nicht, Sie lesen nicht. Würden wir uns unterhalten, dann würden wir uns tatsächlich **nicht** unterhalten: Sie sprechen nicht, ich höre nicht. *In uns* geschieht zwar alles genauso, wie es wäre, wenn wir uns tatsächlich unterhielten, aber nur deshalb, weil jede Monade vom Anbeginn der Zeit an von Gott so eingerichtet wurde, dass ihre inneren Zustände und Veränderungen *für alle Zeit* exakt den inneren Zuständen und Veränderungen gleichen, die sich als Folge der wirklich stattfindenden Wechselwirkungen ergeben hätten.

In Leibniz' Worten (Punkt 51):

"... unter den einfachen Substanzen herrscht nur ein idealer Einfluss einer Monade auf die andere, und dieser gelangt zu seiner Wirksamkeit nicht anders, als durch die Dazwischenkunft Gottes selbst, indem in seinem Gedankenkreise jede Monade mit Recht verlangen kann, dass er bei Anordnung und Regelung der übrigen von Anbeginn der Dinge her auch auf sie Rücksicht nehme. Denn da keine geschaffene Monade einen physischen Einfluss auf das Innere einer anderen nehmen kann, so

bleibt dies als das einzige Mittel übrig, um die eine in der Abhängigkeit von der andern zu erhalten."

Halten wir einen Moment inne, um uns zu vergegenwärtigen, was Leibniz hier macht:

Aufgrund seiner – für ihn *absolut zwingenden* – Argumente hält er es für erwiesen, dass Wechselwirkungen unmöglich sind. Also muss er *alles*, was sich in einer Monade *als Folge einer Wechselwirkung ereignen würde*, in die Monade selbst hineinnehmen.

In seinen Worten (Punkt 56):

"Diese innige Verknüpfung oder die vollkommene Übereinstimmung aller geschaffenen Dinge mit jedem einzelnen und jedes einzelnen mit allen übrigen macht, dass jede einfache Substanz Beziehungen an sich trägt, die ein Abdruck aller Übrigen einfachen Substanzen sind, und folglich jede einzelne gleichsam als ein lebender immerwährender Spiegel des gesamten Universums erscheint."

Der kausale Ablauf, der in der Wirklichkeit unmöglich ist, wird somit *in das Innere jeder Monade* verlegt (Punkt 22):

"... jeder gegenwärtige Zustand einer einfachen Substanz [ist] notwendigerweise eine Folge ihrer sämtlichen vorhergehenden Zustände und die Gegenwart daher (so zu sagen) die schwangere Mutter der Zukunft."

Wie nun eigentlich diese "innere" Kausalität funktionieren soll, darüber schweigt Leibniz, er konstatiert nur ihr Vorhandensein. Für ihn genügt es, dass die Argumente, die eine Naturkausalität ausschließen, im Inneren der Monade nicht zutreffen, weil sie ja *einfach* ist.

Leibniz löst also das Problem der Kausalität nicht, im Gegenteil vervielfacht – oder genauer "verunendlichacht" er dieses Problem, weil ja nun all das, was ansonsten als Folge *universeller* Gesetze interpretiert werden könnte, *in jeder Monade* – individuell und ganz unabhängig von allen anderen Monaden – stattfinden muss.

Was nach Leibniz allerdings noch erklärt werden muss, ist die *Synchronisierung* der Erlebnisse aller Monaden. Diese Aufgabe überträgt er Gott (II. Eclaircissement S. 134):

"... denkt Euch zwei Turm- oder auch Taschenuhren, die vollkommen übereinstimmen. Dies kann auf dreierlei Weise geschehen. Die erste besteht in dem wechselseitigen Einfluss einer Uhr auf die andere; die zweite in der Sorge eines Menschen, der auf beide beständig Acht gibt; die dritte darin, beide so kunstreich und kunstgerecht zu verfertigen, dass man in der Folge ihrer Übereinstimmung gewiss sein kann."

– und weiter:

"Gott hat vom Anfang der Dinge her jede von je zwei Substanzen so eingerichtet, dass sie zufolge ihrer innewohnenden, zugleich mit ihrem Dasein empfangenen Gesetze beständig mit der andern dergestalt übereinstimmt, als gäbe es eine wechselseitige wahrhafte Einwirkung zwischen beiden, oder als hätte Gott beständig seine Hand im Spiel."

Man fragt sich, warum Leibniz diese ungeheure Komplikation postuliert. Hätte er nicht ganz einfach gleich die *universelle* Kausalität auf Gott übertragen können, statt ihm diese ins Unendliche gesteigerte Uhrmacherskunst der Gleichrichtung aller Monaden zuzumuten?

Nein, das wäre nicht möglich gewesen, da auch Gott selbst nichts erschaffen könnte, was den absolut wahren, logischen Argumenten widerspricht, die Leibniz gegen die Kausalität anführt.

Außerdem empfindet Leibniz diese Komplikation gar nicht als Problem, vielmehr erscheint sie ihm als wunderbarer Beweis für die Allmacht Gottes (Punkt 59):

"Auch ist es nur diese Annahme allein – ich wage es, sie für bewiesen zu halten, – die das Ansehen der Größe Gottes, so wie es sich gebührt, wieder herzustellen vermag. Dies gesteht selbst Bayle und bemerkt zu seinen Einwürfen bloß, ich weise Gott zu viel, und mehr als zu leisten möglich, zu. Aber er vermag nicht *einen* Grund beizubringen, warum diese allgemeine Übereinstimmung, welche macht, dass jede Substanz mittels ihrer allseitigen Beziehungen ein Bild aller übrigen liefere, unmöglich sein sollte."

Hier unterläuft Leibniz allerdings ein Fehler: Sein "Beweis" der Größe Gottes ist in dieser Form nicht haltbar, da es ja gar nicht notwendig ist, dass alle Monaden synchronisiert sind. Wir selbst – oder sagen wir gleich: alle Lebewesen – könnten auch als winzige graue Kugeln in einem sehr großen, lichtlosen Keller des allmächtigen Wesens liegen, beliebig angeordnet und unsynchronisiert. Da ja ohnehin keine Wechselwirkung möglich ist, hat sich überhaupt nichts geändert: jede Monade erlebt, was sie zu erleben hat, jede kommt zu ihrem Recht.

Leibniz könnte – wie Descartes – argumentieren, dass Gott uns nicht täuschen würde. Aber das wäre kein stichhaltiges Argument, da er uns ja sowieso täuscht, indem er uns vorgaukelt, dass wir miteinander kommunizieren.

Oder er könnte behaupten, dass Gott dann das Wohlbehagen verlöre, das er bei der Beobachtung seiner Schöpfung empfindet. Aber auch das wäre nicht stichhaltig: Gott ist *außerhalb der Zeit*, sodass Synchronizität für ihn ohne Bedeutung ist.

Ich will an dieser Stelle abbrechen. Ich denke, es ist deutlich geworden, dass selbst äußerste Klugheit und Konsequenz für die Schaffung eines tragfähigen Verständnisses der Wirklichkeit keine hinreichenden Voraussetzungen sind. Und – wie Sie sicher schon vermutet haben – ich sehe durchaus eine Verbindung zur gegenwärtigen theoretischen Physik: wer die ontologische Reichweite seiner Grundbegriffe nicht ausreichend überprüft, der muss scheitern.

Das gilt auch für die zweite Anekdote. Sie handelt von Kants Versuch, Kausalität zu begründen.

David Hume schreibt 1740 in seinem "Traktat über die menschliche Natur":

"... dass in keinem Gegenstand, für sich betrachtet, etwas liegt, was uns veranlassen könnte, einen Schluss zu ziehen, der über den Gegenstand hinausgeht; und dass wir auch dann, wenn wir die häufige oder beständige Verbindung gewisser Gegenstände beobachtet haben, keinen Grund haben, einen Schluss zu ziehen, der andere Gegenstände betreffe, als eben jene, die uns in den Erfahrungen gegeben waren."

Kant schließt sich Humes Argumentation an. Er meint jedoch, diesem Mangel durch die Annahme abhelfen zu können, dass Kausalität nicht in *den Dingen selbst* liege, sondern *in uns* – in der Weise, wie die Dinge *für uns* erscheinen. Nach Kant ist es *unser Verstand*, der die Beobachtungen als kausale Abläufe strukturiert. Diese Strukturierung ist Kant zufolge *a priori* gegeben und somit unumgänglich. Nur deshalb also, weil *alles, was überhaupt beobachtet werden kann*, dieser kategorialen Strukturierung durch den Verstand unterworfen wird, ist das Prinzip der Kausalität universell gültig. Auf diese Weise vermeidet Kant Humes Argumente, die ja nur in Bezug auf die Annahme einer Kausalität in den Dingen selbst gelten.

Er schreibt (Kritik der reinen Vernunft, 2. Auflage von 1787, § 26):

"Dingen an sich selbst würde ihre Gesetzmäßigkeit notwendig, auch außer einem Verstand, der sie erkennt, zukommen. Allein Erscheinungen sind nur Vorstellungen von Dingen, die nach dem, was sie an sich sein mögen, unerkannt da sind. Als bloße Vorstellungen aber stehen sie unter gar keinem Gesetz der Verknüpfung, als demjenigen, welches das verknüpfende Vermögen vorschreibt." – und weiter (Prolegomena, § 36): "(...) da (...) die Gesetzmäßigkeit auf der notwendigen Verknüpfung der Erscheinungen in einer Erfahrung (ohne welche wir ganz und gar keinen Gegenstand der

Sinnenwelt erkennen können) mithin auf den ursprünglichen Gesetzen des Verstandes beruht; so klingt es zwar anfangs befremdlich, ist aber nichtsdestoweniger gewiss, wenn ich in Ansehung der letzteren sage: *der Verstand schöpft seine Gesetze (a priori) nicht aus der Natur, sondern schreibt sie dieser vor.*" (*Italic im Original*)

Was Kant hier völlig übersieht, ist, dass wir keineswegs frei sind, dem Ding *für uns* etwas vorzuschreiben, weil ja das Ding *an sich* – auch wenn es nicht in Raum und Zeit ist und wir nicht wissen, *was* es eigentlich ist – dennoch mit dem Ding *für uns* **verbunden** sein muss: wenn wir also das Ding *für uns* herumschieben, dann schieben wir *auf jeden Fall* auch das Ding *an sich* herum, wenn auch (vielleicht) nicht in Raum und Zeit. Man könnte sagen: gewissermaßen "kleben" Ding *an sich* und Ding *für uns* aneinander, und daraus folgt, dass zwischen dem Gesetz, das wir den Dingen *für uns* vorschreiben, und dem Verhalten der Dinge *an sich* ein enger Zusammenhang, oder genauer: eine *strukturelle Übereinstimmung* bestehen muss.

Deshalb hat Kants Behauptung völlig absurde Konsequenzen. Das Ding *an sich* ist nun in unserer Gewalt. Es kann überhaupt keine *eigenen*, d.h. keine Bestimmungen *an sich* haben, da es ja *unsere* kausalen Erwartungen erfüllen muss. Man fragt sich, was so ein Ding *an sich* eigentlich treibt, wenn es gerade nicht die Sinne eines apriorisch strukturierten Wesens affiziert, das ihm vorschreibt, was es zu tun hat; Es muss dann ratlos *im Nichts* herumhängen, da ihm nicht nur alle *Gesetzmäßigkeit* seines Verhaltens genommen wurde – die ja von uns stammende kategoriale Bestimmtheit ist –, sondern auch *Raum und Zeit*, die als *Formen der Anschauung* ebenfalls zu uns und nicht zum Ding *an sich* gehören. Erst wenn es wieder die Sinne eines solchen Wesens affiziert, wird es aus seiner Hilflosigkeit erlöst und weiß dann endlich wieder, **wo** und **wann** es ist und **was** es zu tun hat.

Ein Beispiel: der Planet Merkur. Wir beobachten ihn einige Zeit. Er verhält sich gemäß unseren apriorischen Vorschriften (die sich übrigens seit Kant geändert haben: damals waren sie von Newton, gegenwärtig stammen sie von Einstein, und neuerdings gibt es auch welche von mir). Dann unterbrechen wir unsere Beobachtungen. Nun torkelt das *Ding an sich*, das *für uns* der Merkur ist, gesetzlos im Nichts herum, um dann dennoch, wenn wir wieder hinsehen, genau an der Stelle in Raum und Zeit aufzutauchen, wo wir es erwarten.

Diese Vorstellung ist offenbar unsinnig. Das Ding *an sich*, das *für uns* der Merkur ist, muss auch eine Bestimmung *an sich* haben, durch die es weitergeführt wird, wenn es nicht beobachtet wird; Zudem beweist die Tatsache seines Erscheinens an der vorausberechneten Stelle nicht nur die *Existenz* dieser Bestimmung *an sich*, sondern auch, dass sie entweder genau oder zumindest in ausgezeichneter Näherung dem von uns angenommenen Gesetz entspricht.

Daraus folgt, dass das beobachtete gesetzmäßige Verhalten der Dinge nicht hinreichend durch etwas erklärt werden kann, was *in uns* ist bzw. *von uns* stammt. Die Beobachtung von Gesetzmäßigkeiten setzt in jedem Fall voraus, dass sich auch die Dinge *an sich* gesetzmäßig verhalten, dass also ihre Gesetzmäßigkeit in ihnen selbst liegt und nicht erst von uns an sie herangetragen wird.

Also landen wir doch wieder bei Humes Begründungsproblem, und es bleibt wiederum offen, warum die *beobachteten* Gesetzmäßigkeiten auch *ganz allgemein* gelten sollten.

Was Kant da bewiesen zu haben glaubt, ist also, sagen wir es offen, schlicht und einfach Unsinn. Die Sicherheit, mit der er daraus schließt, dass die von uns erkannten – oder genauer: von uns *verordneten* – Naturgesetze *wahr sein müssen*, ist eine Chimäre, wie sich ja auch später gezeigt hat.

Einigermaßen absurd ist auch, dass Kant diese Versetzung der Kausalität von der äußeren Wirklichkeit in uns selbst hinein mit der "kopernikanischen Wende" vergleicht. Sie ist das Gegenteil: der Mensch wird nicht etwa aus dem Mittelpunkt des Universums *verstoßen*, sondern genau *dorthin versetzt*, indem ihm Macht über die Gesetze der Natur verliehen wird. (In Prolegomena § 36 stellt Kant fest: "In Ansehung der reinen und allgemeinen Naturgesetze ist Natur und *mögliche* Erfahrung ganz und gar einerlei" (*italic im Original*).

### 3.2. Warum gibt es Kausalität?

Viele der alten Argumente gegen das Vorhandensein von Kausalität in der Wirklichkeit sind mittlerweile bedeutungslos geworden, wie etwa Leibniz' "absolut sicheres" Argument, dass "die Accidenzen sich von ihren Substanzen nicht ablösen" können. Auch das sogenannte "Induktionsproblem" hat an Gewicht verloren, da es ja physikalische Gesetze gibt, die nicht bloß *Verallgemeinerungen von Einzelfällen* darstellen, sondern auch *aus allgemeinen Überlegungen abgeleitet* sind, wie z.B. Einsteins Gravitationsgesetz. Der Einzelfall dient dann nicht mehr als Basis, sondern nur noch als Test. Aber auch bei der AR bleibt z.B. die Frage unbeantwortet: "Warum krümmt Masse das Raum-Zeit-Kontinuum?" – oder bei Newton die Frage: "Warum zieht Masse andere Masse an?"

Die grundsätzlichen Probleme sind also nach wie vor ungelöst. Es sind die folgenden

#### Fragen über die Naturgesetze:

1. *Warum gibt es sie?*
2. *Woher kommen sie?*
3. *Wo sind sie?*
4. *Wie bestimmen sie das Verhalten der Objekte?*
5. *Warum sind sie, wie sie sind?*

Bei meinem Aufbau der Wirklichkeit werden alle fünf Fragen in dem Szenario beantwortet, das von der *Entstehung* der Wirklichkeit handelt.

Im zweiten Kapitel habe ich bereits eine kurze Skizze dieses Szenarios präsentiert (unter Punkt 7). Nun folgt eine etwas ausführlichere Version, die die gesuchten Antworten enthält.

Dasjenige, was die Wirklichkeit hervorbringt, nenne ich **Substanz**.

Die entscheidende Frage ist:

***Lassen sich aus der Annahme, dass die Wirklichkeit selbst aus der Substanz entsteht, Aussagen über die Substanz folgern, aus denen die Beschreibung der Wirklichkeit abgeleitet werden kann?***

Die Antwort ist **ja**. Folgendermaßen:

Wenn man Existenz **begründen** will, kann man nicht mit etwas beginnen, was selbst schon existiert.

Die Substanz muss daher – im ontologischen Sinn – **vor** aller Existenz liegen. Sie ist also *kein Objekt*. Daraus folgt, dass wir sie als das, was sie "ist", nicht denken können, da unser Denken das Netz der Beziehungen zwischen Objekten nicht verlassen kann.

Aber auch wenn wir sie als *sie selbst* nicht denken können, ist es dennoch möglich, *über sie* etwas auszusagen:

- (1) Die Substanz bringt die Wirklichkeit hervor. Daher müssen wir ihr **Aktivität** zuschreiben.
- (2) Ohne Vergleich gibt es keine Unterscheidung. Also setzt Unterscheidung *Existenz* voraus. Somit muss die Substanz – *bevor* sie die Wirklichkeit hervorbringt – *in sich unterschiedslos* sein.
- (3) Dass die Substanz *aktiv* ist, bedeutet, dass sie ihre Unterschiedslosigkeit aufhebt: Substanz ist *Das-Sich-Verändernde*. Indem die Substanz sich **ändert**, erzeugt sie *Unterschiede* und steigt damit zur *Existenz* auf.

Nun bringen wir diese Aussagen über die Substanz in eine mathematische Form.

Zu diesem Zweck wechseln wir vom *Ursprung der Wirklichkeit* zum *Ursprung der Beschreibung der Wirklichkeit* – oder, um es philosophisch auszudrücken: wir wechseln von dem, was die Substanz *an sich* ist, zu dem, was sie *für uns* ist.

Unsere Aufgabe ist es also, dasjenige zu bestimmen, was für eine *Beschreibung der Wirklichkeit* denselben Status hat wie die Substanz für *die Wirklichkeit selbst*.

Was ist die Substanz? Die logische und ontologische Voraussetzung der Wirklichkeit.

Was sind die logischen und ontologischen Voraussetzungen der Beschreibung der Wirklichkeit?

*Raum und Zeit.*

Das bedeutet: *Für uns ist* die Substanz *Raum und Zeit*.

Nach (1) und (3) bringt die Substanz die Wirklichkeit hervor, indem sie sich *ändert*. Daher beginnen wir den Aufbau unserer Beschreibung der Wirklichkeit mit der Beschreibung einer Änderung.

Die erste Frage ist: *Was ändert sich?*

Das, was die Substanz *für uns* ist: Raum und Zeit. (Da wir noch *vor* aller Existenz sind, *kann* es nur Raum oder Zeit sein, was sich ändert.)

Die zweite Frage ist: *Wie* stellen wir diese Änderung dar?

Nach (2) ist die Substanz *in sich unterschiedslos*. Es gibt also *keine Struktur und kein Gedächtnis*.

Das bedeutet, dass sich jede zeitliche Änderung nur auf den jeweils vorhergehenden Augenblick beziehen kann, und jede räumliche Änderung nur auf einen unmittelbar benachbarten Ort. Somit müssen Änderungen als Differenzialquotienten dargestellt werden.

Beginnen wir mit einer Änderung des Raumes. Wie kann sich der Raum in der Beschreibung ändern? Nur, indem sich sein *Längenmaß* oder *Winkelmaß* ändert.

Betrachten wir die Änderung des Längenmaßes. Wir definieren  $\sigma$ , die *metrische Dichte der Länge*, wie folgt:

Sei  $r$  eine räumliche Koordinate. Dann ist

$$\frac{dr}{\sigma(r)} = dr' \quad \Leftrightarrow \quad dr = \sigma(r) dr'$$

– wobei  $r'$  dieselbe räumliche Koordinate *nach* der metrischen Änderung bezeichnet.  $\sigma$  ist dimensionslos.

Wir setzen also für die erste Änderung:

$$\text{Änderung 1} = \frac{d\sigma}{dr}$$

Es ist aber klar, dass *eine* Änderung nicht ausreicht, um eine Beschreibung zu begründen. Da ohne Änderung *Nichts* wäre, *muss* aus der ersten Änderung etwas folgen, und diese Folge muss wiederum eine Änderung der Substanz sein, d.h. von Raum oder Zeit.

Unsere erste Änderung war eine Änderung des Raumes. Als zweite Änderung benötigen wir eine andere, von der ersten verschiedene Änderung, also eine Änderung der Zeit.

Daher setzen wir für die zweite Änderung:

$$\text{Änderung 2} = \frac{d\zeta}{d(ct)}$$

– wo  $\zeta$  die **metrische Dichte der Zeit  $t$**  bezeichnet.

Aus Dimensionsgründen, die im Folgenden klar werden, muss hier  $ct$  anstelle von  $t$  gesetzt werden, wobei  $c$  eine Konstante ist, die die Dimension einer Geschwindigkeit hat.  $\zeta$  ist dimensionslos.

Damit haben wir nun, ausgehend von den Aussagen über die Substanz, zwei Änderungen bestimmt, wobei wir angenommen haben, dass die zweite Änderung aus der ersten folgt.

Da aber weiterhin gilt, dass ohne Änderung *Nichts* wäre, sehen wir uns jetzt abermals gezwungen, die Kette der Veränderungen fortzusetzen. Allerdings steht uns als das, was sich ändern kann, nur Raum und Zeit zur Verfügung, und beides haben wir bereits verwendet. Das bedeutet, dass die Kette der Veränderungen, in der die jeweils nächste aus der jeweils vorhergehenden folgt, nur dadurch unaufhörlich werden kann, dass aus der zweiten Änderung wiederum die erste folgt.

Wir erhalten somit:

$$(\text{Änderung 1} \Rightarrow \text{Änderung 2}) \text{ und } (\text{Änderung 2} \Rightarrow \text{Änderung 1})$$

Daraus folgt:

$$\text{Änderung 1} = \text{Änderung 2}$$

Die Gleichung, zu der wir auf diese Weise gelangt sind, lautet also

$$\boxed{\frac{d\sigma}{dr} = \pm \frac{d\zeta}{dct}} \quad \text{oder} \quad \boxed{\frac{d\sigma}{dr} = \pm \frac{1}{c} \frac{d\zeta}{dt}} \quad (0)$$

In Worten:

**Die räumliche Änderung der metrischen Dichte der Länge ist proportional der zeitlichen Änderung der metrischen Dichte der Zeit. Der Proportionalitätsfaktor ist die Geschwindigkeit  $c$ .**

Gleichung (0) stellt dar, was der Entstehungsvorgang der Wirklichkeit *für uns* ist: **das Gesetz, aus dem die Wirklichkeit gewebt ist**, oder, anders gesagt, **die fundamentale Gleichung**, wobei fundamental bedeutet, dass sich daraus alles ableiten lassen muss, was überhaupt ableitbar ist.

Da die metrische Dichte  $\sigma$  in Gleichung (0) zwei Bedeutungen hat: als Längen- und als Winkeldichte, muss das, was soeben für die Änderung des Längenmaßes durchgeführt wurde, in analoger Weise auf die Änderung des Winkelmaßes angewendet werden. Dafür verweise ich auf mein Buch [Struktur](#), wo die ganze Ableitung präsentiert wird, beginnend auf Seite 20.

Nun aber zurück zu den Fragen über die Naturgesetze. Für die Beantwortung der am Beginn dieses Abschnitts gestellten Fragen ist der soeben durchgeführte Teil der Ableitung von Gleichung (0) ausreichend.

Die Ableitung beginnt mit den 3 Aussagen über dasjenige, woraus die Wirklichkeit entsteht – über die *Substanz*. Alle 3 Aussagen sind *allgemein* und *a priori* gültig. Sie besagen, dass die Substanz sich *ändert*, und außerdem folgt aus ihnen auch die mathematische Gestalt dieser Änderungen.

Grundlegende Voraussetzung für den weiteren Verlauf der Ableitung ist die Tatsache, dass ohne Änderung *Nichts* wäre. Deshalb muss aus jeder Änderung eine weitere Änderung folgen, sodass die Kette der Änderungen endlos wird. Da die Zahl verschiedener möglicher Änderungen aber begrenzt ist, muss sich der Kreis schließen, d.h. auch die erste Änderung muss die Folge einer anderen

Änderung sein. Die kürzest-mögliche und somit *einfachste* Variante dieses Vorgehens führt dann unmittelbar zur fundamentalen Gleichung (0).

Also gilt Folgendes:

Gleichung (0) ist ausschließlich aus allgemeinen, *a priori* gültigen Hypothesen abgeleitet. Sie stellt eine fundamentale *kausale* Beziehung zwischen zeitlicher und räumlicher Dichte her.

Allerdings scheint es zunächst so, als wären alle in den Beweis eingegangenen – als *notwendig* erkannten – Voraussetzungen auch dann schon erfüllt, wenn der in (0) dargestellte Sachverhalt bloß für bestimmte Werte der beiden Differenzialquotienten gilt, an bestimmten Orten und zu bestimmten Zeiten.

Das kann jedoch auf folgende Weise ausgeschlossen werden:

Gleichung (0) beschreibt, wie die Wirklichkeit aus einem Zustand entsteht, der *vor* aller Existenz liegt: vor aller Existenz ist die Substanz in sich unterschiedslos – es gibt also keine Struktur, kein Gedächtnis und keine Größe.

Diese Eigenschaften müssen auf das übertragen werden, was die Substanz *für uns* ist, also auf Raum und Zeit *vor* aller Existenz. Daraus folgt, dass es in diesem Zustand a) keine Möglichkeit gibt, einen Ort festzulegen, b) keine Möglichkeit, einen Zeitpunkt auszuzeichnen, und c) keine Möglichkeit, Längen- und Zeiteinheiten zu definieren. Die Behauptung, Gleichung (0) gelte nur an einem bestimmten Ort oder nur zu einem bestimmten Zeitpunkt oder nur für eine bestimmte Größe, wäre daher unsinnig.

***Das bedeutet, dass es in diesem Zustand unmöglich ist, zu unterscheiden, ob (0) einen Einzelfall beschreibt oder einen allgemeinen Sachverhalt.***

Bezogen auf a) und b) ist diese Folgerung selbstverständlich.

Für c) kann sie durch ein einfaches Beispiel demonstriert werden:

Sei P ein Punkt in einer Ebene mit den Koordinaten  $x_0$  und  $y_0$ . Sei  $x_0 = y_0$ . Dann ist P ein Punkt auf der 45°-Geraden durch den Koordinatenursprung. Wenn es aber keine Einheit der Länge gibt, dann wird die Lage des Punktes auf der Geraden beliebig, mit anderen Worten: ohne Festlegung einer Einheit sind Punkt und Gerade *ununterscheidbar*.

Das heißt: *Ohne Festlegung von Einheiten sind hier Allgemeines und Einzelnes äquivalent.*

Genau das trifft auch auf Gleichung (0) zu.

Aus dem bisher Gesagten folgt somit:

Die aus zwei Teilen bestehende Aussage:

(0) gilt für **einen** Punkt der Raumzeit mit einem **bestimmten** Wert der beiden Differenzialquotienten

(und)

es gibt keine Möglichkeit, Ort, Zeitpunkt und Größe zu bestimmen

ist äquivalent zur Aussage:

(0) gilt für **alle** Punkte der Raumzeit mit **beliebigen** Werten der beiden Differenzialquotienten

***Also ist der durch (0) ausgedrückte Sachverhalt zugleich Einzelnes und Allgemeines. Hier ist Einzelnes und Allgemeines nicht unterscheidbar.***

Ebenso wie für die Begründung von *Existenz* ist es also auch für die Begründung von *Kausalität* und der *Möglichkeit von Naturgesetzen* erforderlich, auf den Zustand *vor* aller Existenz zurück zu gehen.

***Tatsächlich ist dies die einzige Möglichkeit, die Existenz des Allgemeinen zu erklären.***

Die Substanz erzeugt die Wirklichkeit, indem sie sich ändert und so ihre Unterschiedslosigkeit aufhebt. *Für uns* vollzieht sich die Aufhebung der Unterschiedslosigkeit an Raum und Zeit.

Der durch Gleichung (0) dargestellte differenzielle Zusammenhang, der das Gewebe der Wirklichkeit herstellt, hat kein Gedächtnis und kennt keine Größe. Indem er die Wirklichkeit hervorbringt, erzeugt er zugleich ein Gedächtnis und Größenverhältnisse.

Auf diese Weise wird das, was zuvor *Einzelnes* – abstrakter Sachverhalt – und zugleich *Allgemeines* – fundamentales Gesetz – war, zum Einzelnen: zu dem, was der Fall ist; Aber nur *für uns*; *an sich* trägt das, was jeweils der Fall ist: das Einzelne, stets das Allgemeine in sich.

Was Gleichung (0) – das *fundamentale Naturgesetz* – betrifft, haben wir damit die anfangs gestellten Fragen 1, 2, 3 und 4 beantwortet:

1. ***Warum*** gibt es das *fundamentale Naturgesetz*?

Es folgt aus den Aussagen über das, was die Wirklichkeit hervorbringt – über die ***Substanz***.

2. ***Woher*** kommt es?

Dieselbe Antwort wie bei 1.

3. ***Wo*** ist es?

Es ist ***in allem, was existiert***, Jeder Einzelfall trägt das Allgemeine in sich. Er ist niemals nur Einzelfall, sondern immer auch Verkörperung des Gesetzes.

4. ***Wie*** bestimmt es das Verhalten der Objekte?

Dieselbe Antwort wie bei 3.

Zuletzt also zur Frage

5. ***Warum*** ist das *fundamentale Naturgesetz*, wie es ist?

Die Antwort ist:

Jeder Bestandteil von Gleichung (0) stellt *die einfachste Möglichkeit* dar, die Bedingung, aus der sein Auftreten folgt, zu erfüllen. Das bedeutet: alles, was an Gleichung (0) verändert oder hinzugefügt werden könnte, wäre *unbegründet* oder *überflüssig* und damit zugleich *unzulässig*, und zwar aus folgendem Grund:

Gleichung (0) repräsentiert die notwendigen und hinreichenden Bedingungen für das *Entstehen der Wirklichkeit*. Deshalb darf sie nur genau das enthalten, was für die *Beschreibung* der Entstehung der Wirklichkeit notwendig und hinreichend ist.

Kurz zusammengefasst, lautet also die Antwort auf die Frage

5. ***Warum*** ist das *fundamentale Naturgesetz*, wie es ist?

Gleichung (0) ist, wie sie ist, weil sie nur in dieser Form ***für uns*** genau dem entspricht, wie die Wirklichkeit ***an sich*** entsteht.

Nachdem alle Fragen zum *fundamentalen Naturgesetz* beantwortet sind, stehen wir nun vor der Frage, was daraus in Bezug auf weitere Naturgesetze folgt. Die Antwort ist:

Alles, was aus Gleichung (0) und weiteren allgemeinen *metrischen* Annahmen abgeleitet werden kann, erbt von dieser Gleichung nicht nur die Kausalität selbst, sondern auch alle zugehörigen Antworten – die Antwort auf die Frage 5. **Warum ist das Gesetz, wie es ist?** jedoch nur dann, wenn bei der jeweiligen Ableitung abermals das Prinzip der *Notwendigkeit* eingehalten und alles *Überflüssige* vermieden wird.

Falls Gleichung (0) tatsächlich den Erzeugungsprozess der Wirklichkeit repräsentiert, dann gilt das für die ganze Beschreibung der Wirklichkeit, soweit sie ableitbar ist.

Es gibt jedoch eine wichtige Einschränkung:

Das soeben Gesagte gilt nur, solange das Beschreibungssystem *rein metrisch* bleibt. Wenn die "normale" Masse in Kilogramm definiert und ins System integriert wird (wie im zweiten Kapitel in der [Bemerkung](#) auf Seite 20 beschrieben), dann wird die Allgemeingültigkeit der abgeleiteten Gesetze wieder auf die einer Arbeitshypothese herabgestuft, da die Definition nur auf einem *Messwert* beruht, d.h. auf einer *Erfahrung*, deren Allgemeingültigkeit nicht beweisbar ist.

Mit dem Hinzufügen der Masse in Kilogramm ist man also wieder mit dem *unlösbaeren* Problem konfrontiert, das die Begründung der Kausalität in der Geschichte der Physik und Philosophie bis heute verhindert hat: auf die Tatsache, dass man im Bereich der Erfahrung nur *Einzelfälle* antrifft und niemals *Allgemeines*.

Das führt zur Frage: *Kann das physikalische Beschreibungssystem auch ohne die Masse in Kilogramm aufgebaut werden?*

Die Regel für einen solchen Neuaufbau ist ganz einfach: In allen physikalischen Gleichungen wird die normale Masse in Kilogramm gegen die geometrische Masse in Metern *ausgetauscht* – und ich meine damit einen *direkten* Austausch, ohne den dimensionsbehafteten Faktor  $G/c^2$  einzufügen. [Kilogramm] wird also aus dem Beschreibungssystem *entfernt* – es wird durch [Meter] *ersetzt*. Da auch die elektrische Ladung als Länge definiert wird, sind [Meter] und [Sekunde] die einzigen Basiseinheiten.

In meinen beiden Büchern habe ich bloß diese Frage gestellt und einige Hinweise auf die Folgen präsentiert ([Struktur](#) Seite 226 ff). Ich habe aber keinen Versuch unternommen, das System ohne die Masse in kg tatsächlich neu aufzubauen. Allerdings bin ich davon überzeugt, dass – falls Gleichung (0) vorausgesetzt wird – eine solche Umstellung auf ein rein metrisches System durchführbar ist.

#### Bemerkung:

Die Tatsache, dass aus meiner Darstellung des Entstehungsvorgangs der Wirklichkeit die Existenz des Allgemeinen und damit zugleich die Gesetzmäßigkeit der Natur begründet werden kann, ist für mich eines der wichtigsten Argumente dafür, dass zumindest die für diese Darstellung notwendigen Voraussetzungen richtig sind.

Für die Korrektheit der Ableitung selbst spricht die Einfachheit des Weges zur Gravitation, der Reichtum an Folgerungen für den Rest der Physik und – was mir am Wichtigsten erscheint – die Schritt für Schritt sich offenbarende Übereinstimmung und Zusammengehörigkeit aller Resultate.

#### Das Prinzip der lokalen Kausalität:

**So, wie der Grashalm nicht berechnet, wohin er sich bewegt, sondern nur dem Wind folgt, der ihn berührt, so berechnet auch die Wirklichkeit nicht ihren nächsten Schritt, sondern folgt an jedem Ort und zu jeder Zeit nur den differenziell benachbarten raumzeitlichen Änderungen.**

## Kapitel 4: Was noch zu sagen wäre

Schon im Alter von 12 Jahren versuchte ich erste Schritte auf dem Weg zur Erkenntnis der Wirklichkeit, und schon damals hatten sich in mir zwei Idealvorstellungen herausgebildet.

Die eine war: *Eine Wirklichkeit – Ein Buch!*

Die andere: *Für jede Wahrheit gibt es nur eine einzige richtige Formulierung, und erst dann, wenn man sie gefunden hat, darf man sie aufschreiben.*

Deshalb blieb ich dann lange Zeit ein Philosoph ohne Werke, und als ich schließlich doch mein erstes Buch verfasst hatte – es war "Der Begriff der Wirklichkeit" – war ich danach sehr beunruhigt, weil so Vieles ungesagt geblieben war und so Vieles nicht die richtige Formulierung erhalten hatte. Ich versuchte, diesen Mangel dadurch abzumildern, dass ich "unsystematische Bemerkungen" hinzufügte, die der Vervollständigung und Klärung dienen sollten.

Genauso erging es mir bei meinem zweiten Buch "Die Struktur der Wirklichkeit", an dessen Ende ich – aus genau denselben Gründen – ein Postskriptum setzte.

Und damit sind wir bereits bei dieser Schrift angelangt. Noch immer treiben mich die Ideale von damals an; das erste sogar fast unverändert, das zweite allerdings stark abgeschwächt, weil mir durch das Schreiben schmerzhaft klar geworden ist, dass es eigentlich *niemals* gelingt – bei keinem Gedankengang oder Argument – schon beim ersten Mal die "einzig richtige" Formulierung für das zu finden, was man für wahr hält.

Und deshalb schreibe ich nun dieses "unsystematische" Kapitel.

Das jüngste Beispiel dafür, wie lange es dauern kann, bis sich endlich die "richtige" Formulierung für ein Argument einstellt, findet sich in dieser Schrift auf Seite 4.

Das Argument richtet sich gegen die Behauptung der veränderlichen Größe des Universums. Es ist eines meiner ältesten Argumente. Als ich 14 Jahre alt war, trat es in meinem Geist als Bild auf:

*Ein Physiker, der sich im Nichts befindet, hält einen Metermaßstab in der Hand und beobachtet das Universum, das soeben im letzten Stadium seiner Verkleinerung ist und dann verschwindet.*

Mir war schon damals klar, dass das unsinnig ist, und die logische Struktur, die das Argument in seiner neuen, erst vor kurzem entwickelten Form hat, war auch damals schon vorhanden, aber leider nicht explizit.

Jetzt lautet das Argument wie folgt (ich wiederhole es von Seite 4):

**Größe** ist ein **relationaler Begriff**: Irgendetwas wird mit etwas Anderem verglichen.

Das Universum ist *per definitionem* alles, was existiert. Es kann also mit nichts *Anderem* verglichen werden, sondern nur mit einem *Teil seiner selbst*. Betrachten wir also irgendeinen solchen Teil – ein willkürlich ausgewähltes Objekt, das im Universum existiert. Seine Größe steht zur Größe des Universums in einem bestimmten Verhältnis.

Was bedeutet es nun, wenn dieses Verhältnis sich mit der Zeit ändert – oder wenn es sogar gegen Null oder gegen Unendlich strebt? Kann ich dann behaupten, das Universum werde unendlich groß oder es verschwinde?

Nein, selbstverständlich kann ich das nicht behaupten. Es würde ja bedeuten, die Größe eines *Teils* des Universums **absolut** zu setzen, was unsinnig wäre: Das Universum ist nicht nur alles, was existiert, es **erzeugt** auch alles, was in ihm existiert. Ein solches von ihm Erzeugtes absolut zu setzen und daran das Verschwinden dessen zu demonstrieren, **wovon** es erzeugt wurde – also des Universums – ist offenbar **widersprüchlich**: wenn die Größe des

Universums als **veränderlich** angenommen wird, dann kann keinem seiner Teile – keinem Objekt, das es hervorgebracht hat – eine **absolute** Größe zugeschrieben werden.

Hier ist der logische und ontologische Vorrang des Universums gegenüber jedem *Teil* von ihm beim Vergleich der Größe hinreichend klar hervorgehoben, und daraus folgt, dass eine Änderung des Größenverhältnisses zwischen Universum und Maßstab immer zu Lasten des Maßstabs gehen muss, weil man andernfalls einen logischen Fehler begeht.

Das Einzige, was dem widerspräche, wäre das Postulat der *vollständigen ontologischen Getrenntheit* von Raum und Materie: nur unter dieser Voraussetzung könnte der Raum seine Größe ändern, während die Größe der Materie *absolut* unverändert bliebe – so lange, bis sie durch ihre eigene Gravitation zusammengepresst würde. Diese ontologische Getrenntheit ist allerdings auch in der Standardphysik längst aufgehoben: in der AR krümmt Materie die Raumzeit, in der Quantenfeldtheorie existiert im Grunde überhaupt keine Grenze mehr zwischen Materie und Raum. Also erscheint auch in der Standardphysik das Postulat der absoluten Größe der Materie immer mehr als reine Willkür, als Suggestion, die der Alltagserfahrung mit Gegenständen entstammt, sich dann verfestigt und unreflektiert beibehalten wird.

Ich denke jedoch, dass mein Argument – ganz unabhängig von dem, was in der Standardphysik vorgeht – diese Absolutsetzung ohnehin ausschließt, weil die Aussage "*Etwas, dessen Größe als veränderlich angenommen wird, kann nichts hervorbringen, dessen Größe absolut ist*" offensichtlich wahr ist: zwischen dem *erzeugenden Ganzen* und einem *von ihm erzeugten Teil kann* es keine ontologische Getrenntheit geben, und daher auch nicht zwischen den Teilen untereinander.<sup>17</sup>

In meiner Physik treten außerdem zwei weitere Argumente an die Seite dieser Schlussfolgerung:

1. Aus der Analyse des Vorgangs, der die Verhältnisse der lokal geltenden Zeiten erzeugt, folgt eindeutig (siehe Seite 26):

***Es gibt nur Lichtgeschwindigkeit***

– und das bedeutet selbstverständlich, dass auch die Materie selbst ein **Zustand der Raumzeit** sein muss.

2. Die Wirklichkeit entfaltet sich aus einer rein metrischen Basis. Es gibt also nur Raum und Zeit, und daraus folgt wiederum **dasselbe**.

Damit ist dann der Beweis, dass die Absolutsetzung des Maßstabs ein logischer Widerspruch ist, durch zwei voneinander unabhängige Argumente zusätzlich abgesichert.

Somit gilt:

***Nicht das Universum ändert seine Größe, sondern unser Maßstab.***

(Weitere zugehörige Erläuterungen finden sich auf den Seiten 3 bis 6.)

---

Welche Irrtümer und Pannen die Interpretation des quantenmechanischen Messprozesses verhindert haben, darüber habe ich ja bereits im ersten Kapitel hinreichend ausführlich und deutlich berichtet.

Ich will aber noch einmal auf den zentralen Punkt zurückkommen:

---

<sup>17</sup> Es gibt Physiker, die meinen, man könnte das gesamte soeben präsentierte Szenario in ein weiteres Koordinatensystem einbetten und dadurch die veränderliche Größe des Universums rechtfertigen. Das ist unsinnig: ohne Bezugnahme auf Seiendes ist es weder möglich, eine Einheit zu definieren noch ihre zeitliche Entwicklung zu bestimmen – die Behauptung ihrer Konstanz wäre ein unbegründbares Postulat.

Im Doppelspaltexperiment tritt **Interferenz** auf. Die Amplitude der Wellen, die diese Interferenz verursachen, wird als *Wurzel aus der Wahrscheinlichkeit* aufgefasst, dass ein Elektron an der entsprechenden Position erscheint.

Vom errechneten und überprüften Ergebnis her betrachtet, ist das zweifellos korrekt.

Genauso klar ist aber, dass **Wurzeln aus Wahrscheinlichkeiten nicht interferieren können**: Interferieren kann nur etwas, was **existiert**. Wurzeln aus Wahrscheinlichkeiten sind aber rein formale Größen, denen keinesfalls Existenz zuerkannt werden kann.

Das ist so offensichtlich, dass vollkommen unverständlich ist, warum es nicht beachtet wurde. Die einzig sinnvolle Reaktion wäre offenbar gewesen, das **Nichtwissen** einzugestehen und sich auf die Suche zu begeben, um **welche wirklich existierenden Wellen** es sich eigentlich handelt – oder, einfach ausgedrückt: **was da eigentlich schwingt**.

Das ist auch der Grund, warum ich das Thema noch einmal vorbringe. Es ist mir – von Anfang an und bis heute – ein unlösbares Rätsel, wie es geschehen konnte, dass auf diesem klaren Versagen der Interpretation, auf diesem fundamentalen Nichtwissen, eine Reihe von völlig abstrusen Konzepten errichtet werden konnte, die bis heute als *Interpretationen* gelten. Zwar hat man nach wie vor überhaupt keine Ahnung, was da eigentlich vor sich geht, anstatt aber diese Ahnungslosigkeit endlich zu korrigieren, nützt man sie als Freibrief für weitere phantastische Spekulationen.

---

Im Bereich der Physik können sich Zorn und Trauer über soviel versteinerte Beschränktheit in den Grundlagen immerhin an der Großartigkeit der Technologien besänftigen, die die Physik hervorgebracht hat.

In der Philosophie gibt es dagegen keinen solchen Trost. Bei ihren Aussagen über die Elemente und Strukturen der Wirklichkeit – Materie, Geist, Naturgesetze, Determiniertheit, Freiheit, Bewusstsein usw. – verharrt sie hinsichtlich der Grundfragen seit Jahrtausenden in der immer gleichen Hilflosigkeit. (Die zwei am Beginn des Kapitels 3 vorgestellten Beispiele demonstrieren das mit beeindruckender Deutlichkeit.)

Allerdings betrifft das nicht nur Philosophen, sondern auch Naturwissenschaftler, sofern sie sich zu diesen Fragen äußern, und neuerdings auch Experten für künstliche Intelligenz, die sich ja auf dem Weg zur Schaffung einer Superintelligenz wähen und deshalb ganz direkt von den Fragen nach Geist, Freiheit und Bewusstsein betroffen sind.

Bei einigen ungeklärten Problemen wird – ebenso wie beim quantenmechanischen Messprozess – die Lösung dadurch erschwert, dass eine anfängliche Blindheit verhindert, das Problem überhaupt zu erkennen.

Dazu ein Beispiel.

In unserem Universum scheint ganz allgemein Folgendes zu gelten:

**Alles, was existiert**, besteht aus elementaren Objekten, die miteinander wechselwirken. Wie sich diese Objekte verhalten, **wird vollständig durch physikalische Gesetze geregelt**.

Somit folgt die *gesamte* zukünftige Entwicklung aus sogenannten "Anfangsbedingungen" – der Gesamtheit der Attribute aller Objekte zu irgendeinem Zeitpunkt – und physikalischen Gesetzen.

Wenn diese Annahme korrekt ist, **dann gibt es nur Physik**.

**Die Kausalität ist dann immer "unten", in der elementaren Schicht der Wirklichkeit.**

Alle anderen, komplexeren Schichten haben ihre Selbständigkeit verloren. Beschreibungen, die sich auf solche Schichten beziehen – etwa neuronale oder psychologische Beschreibungen unserer geistigen Aktivität – benötigen wir dennoch, aber nur deshalb, weil es undurchführbar wäre, diese Aktivität auf physikalische Weise darzustellen; Aber das ändert nichts daran, dass sie *eigentlich* physikalischer Natur ist.

Damit sind wir bereits bei der "anfänglichen Blindheit" angelangt: der Unfähigkeit, das Problem zu erkennen, wodurch dessen Lösung erschwert oder sogar verhindert wird.

Im vorliegenden Fall ist es dieses Problem:

***Aus der obigen Annahme folgt, dass wir nicht argumentieren oder schlussfolgern können.***

Denn offenbar gilt:

***Jede Argumentation oder Schlussfolgerung setzt voraus, dass ein Gedanke aus einem anderen Gedanken folgt.***

Das ist aber die ***Definition geistiger Kausalität***.

Mit anderen Worten: genau das, was es gemäß der oben zitierten Grundannahme der Naturwissenschaft nicht geben kann, wird von Philosophen, Naturwissenschaftlern und KI-Experten permanent *vorausgesetzt* – es ist die Grundlage ihrer Existenz.

Ich betrachte es als eine Groteske der Geistesgeschichte, dass diese Tatsache weder von der Philosophie noch von der Naturwissenschaft noch von der KI-Forschung in gebührendem Maß beachtet – ja meist nicht einmal wahrgenommen wird. Seit den ersten französischen Materialisten im 18. Jahrhundert bis in die Gegenwart wird zwar von Physikalisten und Deterministen die Existenz der *Moral* bezweifelt, aber das *Denken* behält immer seine Selbständigkeit (ansonsten könnten sie ja nicht argumentieren), obwohl es sich doch ganz offensichtlich ebenso in Physik auflöst wie die *Moral*, falls es nicht *selbst* als kausal aufgefasst wird.

Genauso, wie das schlussfolgernde Denken verschwindet, hört auch der *freie Wille* auf zu existieren. Diese Konsequenz scheint aber intuitiv eher zugänglich und wird deshalb viel öfter wahrgenommen. Der Grund dafür ist wohl, dass beim Wollen – im Gegensatz zum Denken – ein *Motiv* im Mittelpunkt steht, sodass das Wollen stärker mit der Person verknüpft ist und deshalb seine Auflösung in Physik auch stärker als Verlust empfunden wird.

Aber auch hier gelingt es nur Wenigen, sich für längere Zeit der Härte der Einsicht auszusetzen, dass mit der konsequenten Übernahme der physikalischen Weltsicht der Wille, der Geist, ja die ganze Person – ***das Ich*** – tatsächlich ***verschwindet***. In den meisten Fällen wird sofort ein Weichzeichner eingesetzt, der den Namen *Kompatibilismus* trägt.

Gegen dieses Verschwinden des Denkens und Wollens – das ja letztlich die Auflösung von *uns selbst* bedeuten würde – gibt es einen einfachen Beweis. Ich führe ihn aber hier nicht aus, sondern verweise auf meine Arbeit "[Die Begründung der Willensfreiheit](#)", in der er enthalten ist.

Mein nächstes (und auch letztes) Beispiel betrifft die KI-Forschung, die sich, wie gesagt, auf dem Weg zur Schaffung einer Superintelligenz wähnt – und ich sage "wähnt", weil eine für die Ausführung dieses Vorhabens notwendige Voraussetzung – ja sogar die *fundamentale Ingredienz* – fehlt, und zwar aus *prinzipiellen* Gründen, sodass dieser Mangel nicht korrigierbar ist.

Der Beweis, dass KI-Systeme *niemals* zu einer neuen, superintelligenten Spezies werden können, liegt außerhalb des Blickfeldes der gegenwärtigen Naturwissenschaft. Ich will hier zumindest eine Skizze der Beweismethode vorstellen:

Jeder geistige Zustand ist eine Verbindung zweier ungleichartiger Elemente: ***Information und Empfindung***.

Sein **Informationsgehalt** ist das, was er repräsentiert bzw. *bedeutet*. **Information** ist **definierbar**.

**Empfindung** steht für *alles*, was an einem geistigen Zustand **über Information hinaus** geht, also für dasjenige, was nicht **definiert**, sondern nur **geföhlt** und **erlebt** werden kann. Zwei Beispiele: die Frequenz der Farbe rot kann definiert werden, die Empfindung *rot* aber nicht; die Stärke eines Drucks kann definiert werden, die Empfindung *Schmerz* aber nicht.

Der wesentliche Ausgangspunkt des Beweises ist die Tatsache, dass **alles**, was existiert, aus einem **definierbaren** und einem **nicht definierbaren** Teil besteht.

Im physikalischen Bereich der Wirklichkeit – oder sagen wir besser: im Bereich der Materie – sind uns diese Verhältnisse vertraut. Wir wissen, dass *Masse* Gravitation bewirkt, und dass *elektrische Ladung* die elektromagnetische Wechselwirkung verursacht. Wir wissen also, dass *da etwas sein muss*, was die **Ursache** des Geschehens ist und benennen es, aber wir wissen nicht, was es "ist". Wir können es nicht **definieren**, wir können nur bestimmen, wie es sich *auswirkt* – genauso wie bei **Empfindung**.

Damit hat sich das Problem, warum es Empfindung gibt, nun ganz grundsätzlich verändert, und zwar folgendermaßen:

In der naturwissenschaftlichen Sicht ist Geist **nichts als Informationsverarbeitung**.

Es gilt jedoch:

*Alles, was definiert werden kann*, ist durch Informationsverarbeitung erreichbar, *alles, was nicht definiert werden kann*, ist für Informationsverarbeitung *prinzipiell* unerreichbar: gleichgültig, welche Funktion man auf Information anwendet – das Ergebnis ist immer bloß Information und sonst nichts; die Information "rot" wird niemals zur Empfindung *rot*, die Information "Druck" wird niemals zur Empfindung *Schmerz*.

Das bedeutet: Aus naturwissenschaftlicher Sicht gibt es auf die Frage, **warum** in unserem Geist Empfindung auftritt, *prinzipiell* keine Antwort.<sup>18</sup>

In der hier präsentierten Sicht ist Geist jedoch **nicht nur Informationsverarbeitung**, sondern **Informationsverarbeitung und Empfindung**.

Wir fragen also nicht, wie alle Anderen:

**"Wieso gibt es nur im Geist etwas Undefinierbares, wie 'Farbe' oder 'Schmerz', und sonst nirgends?"**

Stattdessen lautet unsere Frage:

**"Wieso ändert das Undefinierbare, das es überall in der Wirklichkeit gibt, seinen Charakter, wenn es im Geist auftritt?"**

Es wird also nicht mehr nach dem Grund der **Existenz** dieses Undefinierbaren gefragt, sondern nach dem Grund seiner **Veränderung**.

In der ersten Version kann die Frage nicht beantwortet werden. In dieser (falschen) Form führt sie zu seltsamen Hypothesen, wie Qualia-Eliminativismus, oder Panpsychismus.

In der zweiten Version lässt sie sich aber beantworten, und diese Antwort enthält überdies den Beweis, dass **Empfindung** – die *geistige Erscheinungsform* dieses "Undefinierbaren" – in Systemen, die **nicht durch Evolution entstanden**, sondern **von uns konstruiert** sind, **nicht existiert**.

In von uns konstruierten Systemen gibt es tatsächlich **nur Informationsverarbeitung**.

---

<sup>18</sup> David Chalmers ist einer der ganz Wenigen, die das erkannt haben. Er ist seither – notgedrungen – Panpsychist, was ich für keine zufriedenstellende Lösung halte: die Vorstellung eines "empfindsamen Elektrons" ist kaum zu rechtfertigen, auch wenn es sich bloß um eine "Proto-Empfindung" handelt.

Da der Beweis aber doch etwas aufwendiger ist – es werden einige ontologische Voraussetzungen benötigt – will ich an dieser Stelle abbrechen und stattdessen auf meine Arbeit "[Warum es Willensfreiheit gibt und warum Roboter nichts empfinden](#)" verweisen, in der er vollständig durchgeführt ist. (Da der Beweis auf der Argumentation zur Willensfreiheit aufbaut, ist diese Argumentation ebenfalls darin enthalten.)

Außerdem gibt es auch eine [längere Version](#), in der auch die Folgen für die KI analysiert werden.

KI-Systeme haben also keine Empfindungen. Demnach können wir *keinesfalls* eine uns überlegene Spezies erzeugen, sondern nur gefühllose, willenlose Zombies – bloß Automaten, die nicht einmal imstande sind, etwas *wahrzunehmen*. (Auch jede Wahrnehmung besteht aus Information **und** Empfindung.)

Und sie werden auch keinesfalls "die Kontrolle übernehmen", weil sie das gar nicht *wollen* können, da auch das *Wollen* Empfindung voraussetzt: Information ohne Empfindung ist antriebslos.

Sie werden uns also weder mögen noch dulden, weder verachten noch vernichten, ja es wäre sogar unangemessen zu behaupten, wir wären ihnen *gleichgültig* – da ist einfach **gar nichts**.

Zusammengefasst:

***KI-Systeme können niemals zu einer neuen, super-intelligenten, dominanten Art werden. Sie sind keine empfindenden, fühlenden, wollenden Wesen, sondern Automaten.***

Damit will ich aber keineswegs Geringschätzung oder gar Ablehnung ausdrücken. Im Gegenteil: ich finde die Leistungen gegenwärtiger KI-Systeme großartig, und ich bedaure es, dass mir beim Verfassen meiner Bücher derart leistungsfähige Systeme noch nicht zur Verfügung standen.

Aber trotz dieser Bewunderung halte ich es für notwendig, auf die feststehenden und nicht zu beseitigenden Beschränkungen hinzuweisen, weil sich dadurch unsere Erwartungen für die Zukunft der KI – und damit auch für unsere eigene Zukunft – ganz wesentlich verändern.

Bemerkung:

***Information und Empfindung*** (in der oben festgelegten Bedeutung) bilden ***das einzige Begriffspaar***, das es ermöglicht, zwischen künstlicher Intelligenz und menschlichem Geist eine klare und eindeutige Grenze zu ziehen und dafür eine Begründung zu liefern.

Daraus folgt, dass der häufig im Mittelpunkt der Diskussion stehende Begriff "Bewusstsein" nur dann für diese Grenzziehung geeignet ist, wenn die geistigen Phänomene, die ihm (in seiner jeweiligen Definition) zugeschrieben werden, gemäß ihrer Zugehörigkeit zu *Information* oder *Empfindung* analysiert und eingeteilt werden: der zur Informationsverarbeitung gehörende Teil des Bewusstseins (z.B. jede Art von Selbst-Repräsentation) ist *reproduzierbar* – gleichgültig, welche technischen Schwierigkeiten seiner Simulation auch im Weg stehen, während der zur Empfindung gehörende Teil für KI *unzugänglich* bleibt.

Es ist also eine unnötige und überdies auf Abwege führende Komplikation, den Unterschied zwischen KI und Geist auf den Begriff "Bewusstsein" zu gründen.

---

Die drei Beweise – der Beweis für die Existenz der ***Willensfreiheit***, der Beweis gegen die Existenz von ***Empfindung*** in konstruierten Systemen, und schließlich der Beweis für die Existenz des ***Allgemeinen***, der im vorigen Kapitel durchgeführt wurde, bedeuten eine ganz grundsätzliche Änderung unserer Sicht der Wirklichkeit:

Durch die Argumentation im Beweis der Willensfreiheit wird die **Kausalität** vom physikalischen **in den geistigen Bereich verschoben**. Geist gehört dann – in diesem Sinn – nicht mehr der *physikalischen Wirklichkeit* an: geistige Prozesse können nicht mehr als Veränderungen *physikalischer Objekte* betrachtet werden, die *physikalischen Gesetzen* gehorchen, sondern müssen als Veränderungen *geistiger Objekte* aufgefasst werden, die *geistigen Gesetzen* folgen.

Durch den Beweis gegen Roboterempfindung wird dieser Unterschied in unserem Verständnis der Wirklichkeit noch deutlich vergrößert. *Empfindung* – gemäß der obigen Definition "das, was über Information *hinaus* geht" – hat hier denselben Status wie *Masse* in Systemen, die durch Gravitation bestimmt sind (z.B. Sonnensysteme), oder wie *elektrische Ladung* in elektromagnetischen Systemen: So, wie *Masse* und *Ladung* *physikalische Objekte* antreiben und führen, so treibt *Empfindung* die *geistigen Zustände* an und führt sie, indem sie sie *aktiviert, organisiert, und aufeinander bezieht*.

Durch diese Veränderung und Erweiterung des naturwissenschaftlichen Weltbildes wird **Empfindung** in dieses Weltbild **integriert**. Wird der Beweis des Allgemeinen einbezogen, dann bedeutet das die **Lösung des alten Substanz-Problems**, d.h. der bis jetzt unbeantworteten Frage, *wie viele Substanzen es gibt und was sie sind*:

Existiert nur Materie? Oder nur Geist? Oder beide? Oder gibt es eine dritte Substanz, in der das Allgemeine existiert – die Universalien und Gesetze?

Durch die ersten beiden Beweise wird zunächst Geist und Materie zusammengeführt, und danach wird in der Begründung der Kausalität gezeigt, dass das Allgemeine in allen physikalischen und geistigen Objekten existiert: nur *für uns* sind sie *nichts als* Einzelfälle, *an sich* aber tragen sie stets auch das Allgemeine in sich, das sie ihrer Entstehung aus der Substanz verdanken, in der Einzelnes und Allgemeines ununterscheidbar sind. (Siehe die Seiten 46 und 47)

**Es gibt demnach nur eine Substanz**. *An sich* ist sie die *ganze* Wirklichkeit. *Für uns* zerfällt sie in einen *denkbaren* und einen *nicht denkbaren* Teil. Den denkbaren Teil bezeichne ich als *Akzidenzien*, den undenkbbaren nenne ich weiterhin *Substanz*.

Substanz ist dasjenige, was die Akzidenzien *aktiv* macht. **Masse, elektrische Ladung und Empfindung sind somit Erscheinungsformen der Substanz**.

Wir haben ja schon in der Beschreibung der Entstehung der Wirklichkeit demjenigen, was die Wirklichkeit hervorbringt – der Substanz – *Aktivität* zugeschrieben. In dieser fundamentalen Schicht der Wirklichkeit ist die Substanz also der Antrieb der *metrischen Veränderungen*. Im physikalischen Bereich wird sie dann zu dem, was physikalische Systeme antreibt, also zu *Masse* und *Ladung*. Im geistigen Bereich ist sie das, was die geistige Aktivität verursacht: *Empfindung*.

Der undenkbbare Teil von Existenz **verändert** sich also beim Aufstieg des Seienden zu immer komplexeren Formen. Da wir aber Veränderung *ausschließlich* durch Akzidenzien denken können, ist diese **Veränderung** unserem Denken nicht zugänglich und **bleibt** dadurch **verborgen**, bis sie sich schließlich *in uns selbst* zeigt: als *Empfindung*, die wir zwar nach wie vor nicht definieren können, von der wir aber doch genau wissen, *was* sie ist, weil unser Bewusstsein ein unaufhörlicher Strom von Qualia ist – von unseren geistigen Zuständen, die untrennbare Einheiten von *Empfindung* und *Information* sind.

---

Der unsystematische Aufbau dieses Kapitels gibt mir nun auch Gelegenheit, mich zur Frage zu äußern, warum ich kaum zitiere und auch keine Literaturliste anfüge. Der Grund dafür ist allerdings ganz offensichtlich. Ich erinnere an meine Aussage am Beginn dieser Schrift:

*Der Katalog, in dem all das aufgelistet ist, was in der Standardphysik für richtig gehalten wird, entspricht dem Katalog, in dem all das aufgelistet ist, was ich für unsinnig halte, und umgekehrt.*

Die Aufgabe von Zitaten ist es, den eigenen Standpunkt in der vorhandenen Literatur zu positionieren und dadurch zu rechtfertigen und abzusichern. Ich habe aber mit mehr als hinreichender Deutlichkeit klargemacht, was ich von den Errungenschaften der theoretischen Physik der letzten Jahrzehnte halte. Eine Positionierung in dieser – aus meiner Sicht – auf vollkommen verfehlten Grundlagen errichteten Struktur wäre somit geradezu absurd.

Ich kann mich also auf niemanden berufen, sondern nur auflisten, *wogegen* ich argumentiere, und genau das habe ich hier getan.

Ich füge noch hinzu, dass ich die extreme Aufwertung von Zitaten und die daraus folgende Abwertung von Argumenten für falsch halte: Ein Argument wird nicht dadurch besser, dass es von Anderen unterstützt wird. Es braucht keine *Fürsprecher*, es muss *für sich selbst* sprechen, und wenn es neu ist – was bei vielen meiner Argumente der Fall ist – dann ist das sogar das einzige Kriterium.

Und, *last not least*: die gegenwärtige, mehrheitlich ins Leere laufende Überproduktion von Arbeiten im Bereich der theoretischen Physik wird wohl nur noch von wenigen Wissenschaftlern als Fortsetzung der Erfolgsgeschichte der Physik betrachtet.

Auch wenn ich das nicht unerwähnt lassen wollte, ist es mir doch im Grunde gleichgültig; Mein Ideal – das in einem fast grotesken Gegensatz zu den üblichen Gepflogenheiten steht – habe ich ja schon vorgestellt: *Eine Wirklichkeit – Ein Buch*.

Allerdings sind es nun – wegen meines zweiten Ideals – doch zweieinhalb Bücher geworden.

## Kapitel 5: Bemerkungen zur Gravitation

Ich nenne meine Theorie der Gravitation *metrisch-dynamische Gravitationstheorie*, kurz MDG. Einige Aspekte dieser Theorie, die ich für wichtig halte, treten in meinen Büchern noch nicht in der Gestalt auf, in der ich sie gegenwärtig sehe, weil sie mir noch nicht ausreichend klar waren.

Da es sich dabei auch um Verbindungen zwischen meiner Theorie und bekannten Tatsachen handelt – Verbindungen, die neue, wesentlich einfachere Wege zu diesen Tatsachen aufzeigen – bilden sie zugleich ideale Einstiegsmöglichkeiten in meine Sicht der Gravitation. Deshalb wird ihnen der letzte Teil dieser Arbeit gewidmet sein.

### 5.1. Das Verhältnis von AR und MDG

Zunächst kurz zu den Voraussetzungen (im Buch [Struktur](#) ab Seite 36):

In der MDG ist Masse als *metrische Verdichtung der Länge* definiert, die im Außenraum einer Masse eine zur Masse hin gerichtete *Beschleunigung des metrischen Flusses* verursacht.

Sei  $m$  diese metrische Masse.  $m$  hat die Dimension *Länge*. (In der Standardphysik ist  $m$  gleich dem halben Schwarzschildradius und wird gelegentlich als "geometrische Masse" bezeichnet.)  $M$  ist die "normale" Masse,  $v$  die Geschwindigkeit des metrischen Flusses,  $G$  die Gravitationskonstante,  $c$  die Lichtgeschwindigkeit.

Dann gilt:

$$\frac{dv}{dt} = -c^2 \frac{m}{r^2} \quad (G1)$$

Mit  $m = MG/c^2$  wird daraus

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{MG}{r^2}$$

Die Beschleunigung des metrischen Flusses  $v$  durch die Masse  $m$  ist also gleich der Beschleunigung eines Testkörpers durch die Masse  $M$  in der Newtonschen Theorie – allerdings mit dem Unterschied, dass in der MDG der gravitative Einfluss sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreitet und nicht, wie bei Newton, ohne Zeitverlust wirkt.

Damit kommen wir zu dem angekündigten, überraschenden Zusammenhang:

***Die Geschwindigkeit  $v$  des metrischen Flusses kann dazu benützt werden, um die metrischen Verhältnisse an jedem Ort des Gravitationsfeldes zu bestimmen.***

Sei  $dr$  das Längendifferenzial,  $dt$  das Zeitdifferenzial im feldfreien Raum. Sei  $dr'$  das Längendifferenzial eines ruhenden Beobachters entlang der Flussrichtung (wobei "ruhend" hier bedeutet: "relativ zum Fluss mit der Geschwindigkeit  $-v$  bewegt"), und sei  $dt'$  das Zeitdifferenzial dieses Beobachters. Dann gilt

$$dr' = dr \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1/2} \quad (G2)$$

$$dt' = dt \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2} \quad (G3)$$

Die Längendifferenziale *normal* zur Flussrichtung bleiben unverändert.

Da die Geschwindigkeit des metrischen Flusses nach derselben Formel berechnet wird wie die Newtonsche Fallgeschwindigkeit aus dem Unendlichen (bis auf den Unterschied aufgrund der endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit), ist diese Berechnung wesentlich einfacher als die Berechnung auf Basis der AR.

Im stationären Fall – wie z.B. im Gravitationsfeld der Erde oder ganz allgemein bei der Schwarzschildlösung – muss sogar fast überhaupt nichts berechnet werden. Hier ist die Geschwindigkeit des metrischen Flusses  $v$

$$v(r) = -c \sqrt{\frac{2m}{r}} \quad (G4)$$

*genau* gleich der Newtonschen Fallgeschwindigkeit (für den Fall aus dem Unendlichen).<sup>19</sup> Aufgrund dieser Gleichung und der beiden obenstehenden Gleichungen G2 und G3 kann dann einfach sofort die Schwarzschild-Metrik notiert werden:

$$ds^2 = \left(1 - \frac{2m}{r}\right) dt^2 - \left(1 - \frac{2m}{r}\right)^{-1} dr^2 - r^2 d\phi^2$$

Die dafür erforderlichen Berechnungen ([Struktur](#) Seite 43 ff.) sind also auch hier viel kürzer und einfacher als bei der AR.

Auch die Ellipsendrehung des Merkur – der seinerzeit genaueste Test der AR – kann *in wenigen Zeilen* berechnet werden.

<sup>19</sup>  $2m$  ist in der MDG – ebenso wie in der AR – der Radius  $R$  des schwarzen Lochs mit der Masse  $m$  (in *Meter*) bzw. der entsprechenden Masse  $M$  (in *Kilogramm*). Zwar ist die Masse  $m$  zunächst gleich diesem Radius definiert, also  $m = R$ , aber die metrische Darstellung ist nicht-relativistisch, und beim Übergang zur relativistischen Darstellung wird  $m$  zu  $2m$ .

Die soeben genannten Zusammenhänge sind zwar aus der MDG abgeleitet, aber sie können – unabhängig von ihrer Herkunft – als **Fakten** betrachtet werden, da es sich ja nicht um Näherungen handelt, sondern um exakte Resultate, die mit der AR übereinstimmen.

Dieser Sachverhalt lässt sich wie folgt zusammenfassen:<sup>20</sup>

***In Sonnensystemen und im Gravitationsfeld von Planeten kann zur Bestimmung der metrischen Verhältnisse auf den Formalismus der AR verzichtet werden, da es einen wesentlich einfacheren Weg gibt:***

***Die Geschwindigkeit des metrischen Flusses  $v$ , die gleich der Newtonschen Fallgeschwindigkeit aus dem Unendlichen ist, wird in den aus der SR bekannten Faktor  $k = \sqrt{1 - v^2/c^2}$  eingesetzt.***

Dann gilt für das radiale Differenzial:  $dr' = dr/k$  (G2)

und für das Zeitdifferenzial:  $dt' = dt k$  (G3)

Aufgrund dieses Zusammenhangs dachte ich zunächst, ich hätte die AR bloß *rekonstruiert* – wenn auch auf eine Weise, die wesentlich einfachere Berechnungen ermöglicht. Der metrische Fluss erschien mir zu diesem Zeitpunkt wie ein Zwischenschritt, der eine mathematische Vereinfachung gegenüber der AR darstellt, in der die Berechnungen zwar *direkt* durchführbar sind, aber doch deutlich aufwendiger ausfallen.

Bis hierher können diese Folgerungen aus der MDG also, wie gesagt, als Fakten betrachtet werden. Allerdings gelten sie gemäß der MDG ja ganz allgemein und nicht nur in den oben erwähnten Szenarien. Als ich mich später dem allgemeinen Fall zuwendete, wurde mir aber klar, dass die Übereinstimmung zwischen AR und MDG nur dann besteht, wenn der metrische Fluss genau *auf den Massenmittelpunkt des Systems hin* gerichtet ist. In Sonnensystemen und in den Gravitationsfeldern einzelner Körper (z.B. Planeten) ist das aufgrund der dominanten Masse meist in ausgezeichneter Näherung der Fall. Wenn das betrachtete System aber keine dominante Masse hat, sondern seine Gesamtmasse auf etliche Körper verteilt ist, dann weichen MDG und AR voneinander ab, und noch viel deutlicher wird die Verschiedenheit der beiden Theorien, wenn das Gesamtdrehmoment des Systems groß ist.

In Galaxien ist das fast immer der Fall. Ein Großteil der Masse – meist ein Vieltausendfaches der Masse des zentralen schwarzen Lochs – ist in rotierender Bewegung, und da die metrischen Elemente (die aus dem Unendlichen kommenden, im Fluss mitbewegten Längendifferenziale) ebenso wie Newtonsche Testkörper den Massen *folgen*, hat der metrische Fluss hier eine tangentielle Komponente, und genau das ist in der MDG die Ursache für die wesentlich höhere Rotationsgeschwindigkeit. Von der Newtonschen oder der Einsteinschen Gravitationstheorie aus gesehen kann diese Auswirkung des rotierenden metrischen Flusses nur als zusätzliche Gravitation aufgefasst werden, die von unsichtbarer Masse verursacht wird. (Mehr darüber folgt weiter unten.)

Durch die MDG eröffnet sich somit die Möglichkeit, dass auf dunkle Materie zur Erklärung der Galaxienrotation sowie anderer gravitativer Effekte verzichtet werden kann.

Es gilt also Folgendes:

***Im Fall einer einzigen, nicht rotierenden Masse – d.h. bei der Schwarzschildlösung – liefern AR und MDG identische Resultate. Wenn im System eine dominante Masse existiert und das Gesamtdrehmoment gering ist, sind die Differenzen beider Theorien in fast allen Fällen***

---

<sup>20</sup> Ich weiß nicht, ob die folgende Tatsache in der Standardphysik bekannt ist. Eine – allerdings oberflächliche – Recherche war jedenfalls nicht erfolgreich.

**vernachlässigbar. Im allgemeinen Fall unterscheiden sich die Resultate jedoch deutlich – im Fall von Galaxien so stark, dass von einer "Näherung" nicht mehr die Rede sein kann.**

Auch im allgemeinen Fall lassen sich aber die einfachen, aus der MDG folgenden Berechnungsmethoden nützen. Die Resultate widersprechen jedoch den Resultaten der AR, und sie haben nicht mehr den Status von Fakten, sondern nur noch den von Hypothesen. Hier ein kurzer Überblick über die Grundlagen dieser Methoden:

Betrachten wir einen Ort, an dem der metrische Fluss die Geschwindigkeit  $v$  hat. Das System, relativ zu dem sich der metrische Fluss mit dieser Geschwindigkeit bewegt, ist unser Bezugssystem.

Aus Gleichung G3 geht hervor: In einem System, das sich *relativ zum lokalen metrischen Fluss mit der Geschwindigkeit  $-v$  bewegt* – anders gesagt: für einen Beobachter, der in der üblichen Sicht (gemäß der AR) *in Ruhe ist* – vergeht die Zeit **langsamer als im Fluss**.

Ein Beispiel zur Illustration: die Erde. Der Ursprung unseres (nicht-rotierenden) Bezugssystems ist der Erdmittelpunkt.

Wir befinden uns am Nordpol. Durch uns selbst hindurch bewegt sich der metrische Fluss in Richtung Erdmittelpunkt mit  $v = 11,1$  km/s. Deshalb vergeht nach der MDG (gemäß G3) *unsere* Zeit langsamer als die Zeit *im Fluss*. Da der metrische Fluss auf den Massenmittelpunkt hin gerichtet ist, stimmt das Ergebnis mit dem Ergebnis überein, das von der AR vorausgesagt wird. (Aus beiden Theorien folgt:  $dt' = 0,99999999931 dt$ .)

Da  $dt$  das Zeitdifferenzial im feldfreien Raum ist, besagt Gleichung G3:

***In einem mit dem Fluss mitbewegten System  $S_F$  vergeht die Zeit schneller als in jedem relativ zum Fluss bewegten System, und das gilt nicht nur für Systeme, die sich im Bereich von  $S_F$  befinden, sondern für alle Systeme, die an beliebigen Orten im Universum lokalisiert sind und sich dort relativ zum Fluss bewegen.***

Das "**schnellste Zeitvergehen**" – die "maximale Eigenzeit" – ist aber in der AR die Definition von **Ruhe**, und wenn diese Definition in die MDG übernommen wird, dann bedeutet das:

***"Ruhe" ist in der MDG definiert als: "Mit dem metrischen Fluss bewegt", oder auch: "Ruhend relativ zum metrischen Fluss." Die Zeit vergeht also im metrischen Fluss überall gleich schnell und schneller als in jedem relativ zum Fluss bewegten System.***

Dieser Sachverhalt ist – von der üblichen Sichtweise aus beurteilt – dermaßen eigenartig, dass es an dieser Stelle angebracht ist, eine Skizze des durch Gravitation bestimmten Universums zu präsentieren, wie es sich aus Sicht der MDG darstellt.

Das Universum der MDG ist *aus Flusslinien* aufgebaut, entlang derer beschleunigte metrische Flüsse laufen. Wenn an einem Punkt im Raum die Beschleunigung des metrischen Flusses in alle (möglichen) Richtungen zunimmt, dann kann dieser Punkt als *Quelle* des universellen Flussfeldes aufgefasst werden. Im Universum gibt es zumindest *einen* solchen Punkt, an dem die Anfangsgeschwindigkeit des Flusses in jede Richtung 0 ist (der also, bezogen auf das Gravitationspotential, am "höchsten" liegt). Die Flusslinien enden entweder in *Senken* – d.h. in schwarzen Löchern – oder in Punkten, die zugleich Quellen sind.

Im obigen Szenario (in dem wir uns am Nordpol befinden) ist das der Fall: hier gibt es nicht nur einen Fluss *von oben*, sondern auch einen entgegengesetzten Fluss *von unten*, der den Erdmittelpunkt durchquert hat und mit der Geschwindigkeit  $-v$  durch uns fließt. Sein im Unendlichen liegender *Quellpunkt* ist zugleich die *Senke* des von oben kommenden Flusses, und umgekehrt.

Wenn sich zwei Flusslinien berühren, müssen ihre metrischen Flüsse *denselben Absolutbetrag der Geschwindigkeit* haben – andernfalls wäre die dort vergehende lokale Zeit gemäß Gleichung G3 nicht eindeutig bestimmt. Im Nordpol-Szenario ist diese Bedingung sicher erfüllt: Die beiden entgegengesetzten Flüsse beginnen im Unendlichen mit der Geschwindigkeit 0, und ihre Beschleunigungen sind an jedem Punkt gleich groß.

Die metrischen Elemente – so bezeichne ich die mit dem Fluss bewegten Längendifferenziale – die sich entlang der Flusslinien bewegen, verhalten sich (bis auf die in der MDG endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit der Gravitation) wie Massenpunkte im Newtonschen Gravitationsfeld: die Flussgeschwindigkeit in einem bestimmten Punkt ist immer das Integral über die Beschleunigung entlang der Flusslinie von der Quelle bis zu diesem Punkt.

Da *überall* in den metrischen Flüssen die Zeit *gleich* ist und am schnellsten vergeht, bildet das System der Flusslinien mit den metrischen Flüssen also – in diesem Sinn – ein "absolutes" (Zeit)-System, das allerdings nicht-relativistisch ist und sich nur dem Blick "von außen" erschließt.

Ich bin sicher, dass jeder Physiker, der das liest, diese Aussage vollkommen absurd findet, weil es mir genauso erging. Wir sind durch Einstein in einem so starken Maß darauf festgelegt, die metrischen Verhältnisse nur von relativ zueinander bewegten *Bezugssystemen* aus zu beurteilen, dass ein Zeit-System wie das der metrischen Flüsse unsinnig erscheint.

In einem Einsteinschen Ensemble von Bezugssystemen ist alles relativ. Dabei kann jedoch auch etwas ganz Wesentliches verloren gehen, nämlich genau dasjenige, was *Ursache* dieser Relativität ist. (Wie das im Kapitel 2, Abschnitt 2.1 auf Seite 27 kurz skizziert wurde.)<sup>21</sup>

Um diese Ursache – das "Absolute" *unter* der Relativität – geht es auch beim *System der metrischen Flüsse*.

Diese Flüsse sind *die fundamentale Ebene des Seienden*: alles, was existiert, muss als *Zustand des Raumes* – oder besser: seiner *dynamischen metrischen Struktur* – aufgefasst werden. Deshalb ist es sinnvoll, das Zeitvergehen auf den metrischen Fluss zu beziehen.

Auf diese Weise entsteht ein ganz einfaches und verständliches Bild:

Licht bewegt sich *mit dem metrischen Fluss*, d.h. es ist eine Welle *des Flusses*. Der Grund dafür ist, dass alle Wellen mit Lichtgeschwindigkeit, die aus Gleichung 0 abgeleitet werden können, Wellen *im Fluss* sind ([Struktur](#) Seiten 29-32).

Das bedeutet: *im Fluss* hat das Licht den *kürzesten Weg*. In jedem relativ zum Fluss bewegten System muss das Licht diese Geschwindigkeitsdifferenz ausgleichen, um zu seinem Ziel zu gelangen. Das einfachste Beispiel ist ein System, das sich gegen den Fluss mit Flussgeschwindigkeit bewegt: hier muss Licht, um sich normal zur Flussrichtung zu bewegen, gegen den Fluss *vorhalten* – wie ein Schwimmer, der einen Fluss überquert.

In dieser neuen, zunächst so absurd erscheinenden Betrachtungsweise gilt Folgendes:

---

21 Auch Einstein selbst hat ja die Relativität schließlich durch die AR zurückgenommen und das absolute System, den Äther – wenn auch mit einer Einschränkung – wieder eingeführt, wie das folgende Zitat zeigt (Albert Einstein: *Ausgewählte Texte*, Wilhelm Goldmann Verlag, München 1986, Seiten 183 und 184): "Nach der allgemeinen Relativitätstheorie ist der Raum mit physikalischen Qualitäten ausgestattet; es existiert also in diesem Sinne ein Äther. (...) Dieser Äther darf aber nicht mit der für ponderable Medien charakteristischen Eigenschaft ausgestattet gedacht werden, aus durch die Zeit verfolgbaren Teilen zu bestehen; der Bewegungsbegriff darf auf ihn nicht angewendet werden." Auch diese Einschränkung ist aber später gefallen: bekanntlich muss dem Raum in der Umgebung rotierender Massen eine Bewegung zugeschrieben werden.

1. Es geht nicht, wie bei der relativistischen Sicht, um die Beziehungen zwischen den Zeiten von Beobachtern aufgrund der Relativgeschwindigkeiten ihrer Bezugssysteme untereinander, sondern um die Beziehungen zwischen den Zeiten aufgrund der Geschwindigkeiten relativ zu den jeweiligen lokalen Flussgeschwindigkeiten.

2. Zwischen den beiden Betrachtungsweisen besteht ein äußerst wichtiger *grundsätzlicher* Unterschied: bei der relativistischen Sicht geht es darum, wie die *Beobachter* das jeweils andere System *wahrnehmen*, d.h. wie sie Längen und Zeiten dieses Systems im Vergleich mit ihrem eigenen System aufgrund ihrer Beobachtungen *beurteilen*, während es bei der Betrachtung der Fluss-Systeme darum geht, die verschiedenen Zeiten von einem Standpunkt *außerhalb* des Universums, sozusagen mit dem "absoluten" Blick auf "das Ganze", zu vergleichen.

Das Nordpol-Szenario ist hervorragend dafür geeignet, das Verhältnis der beiden Betrachtungsweisen zu veranschaulichen:

Nennen wir den von oben durch uns selbst hindurch bewegten Fluss  $F_O$ , den von unten  $F_U$ , und die mitfließenden Systeme nennen wir  $S_O$  und  $S_U$ .

Dem *Blick von außen* zeigen sich die Systeme  $S_O$  und  $S_U$  *vollkommen symmetrisch*. In dieser Sichtweise ist es also *selbstverständlich*, dass in ihnen das Zeitvergehen identisch ist.<sup>22</sup>

Ebenso selbstverständlich ist es aber auch, dass *für einen Beobachter in  $S_O$*  die Zeit in  $S_U$  langsamer vergeht und *für einen Beobachter in  $S_U$*  die Zeit in  $S_O$ .

Es besteht also zwischen den beiden Betrachtungsweisen gar kein Widerspruch. Vielmehr ergänzen sie sich: in jeder Sichtweise wird ein anderer Aspekt hervorgehoben.

Der Widerspruch zwischen MDG und AR tritt also nicht deshalb auf, weil die beiden Sichtweisen – die "relativistische" und die "absolute" – unverträglich sind, sondern deshalb, weil in der AR der metrische Fluss *fehlt*.

In Szenarien, wo die Flussgeschwindigkeit in den verglichenen Systemen annähernd gleich ist – was auch dann zutrifft, wenn sie gering ist – unterscheiden sich die Ergebnisse der beiden Betrachtungsweisen kaum voneinander. Dasselbe gilt für Systeme mit dominanter zentraler Masse (Sonnensysteme, Gravitationsfelder von Planeten), wie weiter oben erwähnt. Im allgemeinen Fall können die Resultate aber stark voneinander abweichen, wie etwa in Galaxien.

Noch eine Bemerkung zur Sicht des Raums: Bei globaler Betrachtung des Universums erscheint es in der üblichen Sichtweise sinnvoll, jeden lokalen Raumbereich als "ruhend" aufzufassen.

Es gilt dann Folgendes: Wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf irgendeinen lokalen Raumbereich richten, dann ist dieser Bereich also – aus üblicher Sicht – *in Ruhe*. In ihm *sollte* daher die Zeit *am schnellsten* vergehen. Von der MDG aus beurteilt, bewegt sich dieser Bereich jedoch *gegen den lokalen Fluss* mit der Geschwindigkeit dieses Flusses. Und somit vergeht seine Zeit *langsamer* als die Zeit im Fluss, und zwar umso langsamer, je schneller der Fluss ist.

---

22 Ich erinnere an das, was im Abschnitt 2.1 (auf Seite 27) über die *Erzeugung* der Beziehungen zwischen den lokalen Zeiten gesagt wurde. Im Vergleich mit dem Fluss-System gilt Folgendes: aufgrund der Bewegung von  $S_O$  *relativ zu uns* ist für einen Beobachter in  $S_O$  ein Ereignis, das *hinter* ihm stattfindet, im Vergleich mit *uns in die Zukunft* versetzt (weil es ihn *später* erreicht), und ein Ereignis *vor* ihm *in die Vergangenheit*, und für einen Beobachter in  $S_U$  ist es in Bezug auf *dieselben* Ereignisse genau umgekehrt. (Im Buch [Struktur](#) findet sich auf den Seiten 162-168 eine ausführliche *anschauliche* Begründung der SR auf Basis eines absoluten Ruhesystems.)

Das bedeutet:

***Aus Sicht der MDG besteht das gesamte dreidimensionale Kontinuum, das in der Standardphysik als "ruhender" Raum betrachtet wird<sup>23</sup>, aus Bereichen (genau genommen aus Differenzialen) mit unterschiedlichem Zeitvergehen.***

Was bisher als "Raum" verstanden wurde, kann dann nur noch als Koordinatensystem aufgefasst werden. Der Begriff *Raum* selbst nimmt in der MDG die Bedeutung "metrisch-dynamische Struktur" an und bezieht sich auf das System der metrischen Flüsse.

Der alte Begriff *Raum* wird nur noch für den Vergleich zwischen MDG und AR oder zwischen MDG und Newtons Gravitationstheorie benötigt, wie sich gleich anschließend herausstellen wird.

Ich schließe damit diese kurze Einführung in die Struktur des Universums aus Sicht der MDG und kehre zurück zu den einfachen Berechnungsmöglichkeiten, die die MDG im allgemeinen Fall anbietet.

Bevor ich die Skizze des metrisch dynamischen Universums ausführte, habe ich festgestellt:

Da die metrischen Elemente (die von Quellpunkten her kommenden, im metrischen Fluss mitbewegten Längendifferenziale) ebenso wie Newtonsche Testkörper den Massen *folgen*, hat der metrische Fluss in (rotierenden) Galaxien eine tangentielle Komponente. Für die Berechnung der Geschwindigkeit, mit der sich ein Stern um das Zentrum einer Galaxie bewegt, kann man daher wie folgt vorgehen:

Man teilt die Beschleunigung des metrischen Flusses in eine radiale und tangentielle Komponente. Die radiale Komponente kann als Newtonsche (oder Einsteinsche) Gravitationsbeschleunigung interpretiert werden. Für die tangentielle Komponente gibt es jedoch keine Newtonsche (oder Einsteinsche) Interpretation – die einzige Möglichkeit ist, sie als *Rotation des Raums* aufzufassen. Körper, die sich mit der daraus resultierenden Rotationsgeschwindigkeit bewegen, sind somit als "im Raum ruhende Körper" zu betrachten, und die zuvor ermittelte Gravitationsbeschleunigung muss daher auf *diese* Körper angewendet werden.

Das bedeutet:

***Für die Berechnung der Rotationsgeschwindigkeit der Galaxie muss die tangentielle Komponente der Geschwindigkeit des metrischen Flusses zu der nach Newton (oder Einstein) errechneten Rotationsgeschwindigkeit addiert werden.***

Ich will an dieser Stelle abbrechen und diesen Abschnitt mit einer Anmerkung über das Verhältnis von AR und MDG abschließen:

Falls die MDG – oder zumindest das Konzept, auf dem sie beruht – korrekt ist, dann folgt daraus, dass die AR auf einem unvollständigen Fundament errichtet ist: von ihr aus ist der Grundbegriff der MDG, der *metrische Fluss*, unerreichbar. In den Szenarien, wo sich die AR bewährt hat, wäre ihre Komplexität also zu einem erheblichen Teil ein überflüssiger und irreführender Ballast, und in anderen Bereichen – vor allem in Galaxien – wäre sie falsch.

Bemerkung:

Auf Seite 17 habe ich festgestellt: Wenn ein metrischer Fluss von einem Bereich X in einen Bereich Y führt, dann ändert sich nichts: Y nimmt nicht zu, und X nimmt nicht ab. Es ist wie bei der Zahlengeraden: wenn man den Bereich zwischen 0 und 100 auf die Länge des Bereichs zwischen 0

---

<sup>23</sup> In der üblichen Sicht expandiert der Raum außerdem, was aber in meinem Aufbau der Wirklichkeit nicht zutrifft (siehe Seite 4).

und 1 zusammendrückt, dann hat man *nichts* geändert: die Zahlen werden weder *mehr* noch liegen sie *dichter* aneinander als vorher. Mit anderen Worten: die metrische Dichte gibt es eigentlich gar nicht, es gibt nur ihre *zeitliche Änderung*: die Dichte selbst verursacht *nichts*, die Änderung der Dichte verursacht *Beschleunigung*.

Dasselbe könnte man nun für die jeweiligen *Folgen* behaupten: aus der Änderung der Dichte folgt *Beschleunigung*, aus der Dichte selbst folgt somit *eigentlich* die Geschwindigkeit – aber wenn es die Dichte nicht gibt, gibt es *eigentlich* auch die Geschwindigkeit nicht.

Ich erwähne das aber nicht, um eine Absurdität zu präsentieren, sondern um darauf hinzuweisen, dass abstrakte Begriffe oder Bilder, ebenso wie mathematische Konzepte, *niemals* vollständig mit der Wirklichkeit übereinstimmen können.<sup>24</sup> Das ist als Warnung gedacht: es wäre falsch, abstrakte Elemente von Beschreibungen, wie z.B. den metrischen Fluss, als "wirklich" zu betrachten. Falls in den zugehörigen Vorstellungen Widersprüche aufzutreten scheinen, wenn sie als *wirklich existierend* aufgefasst werden – wie das bei den beiden einander entgegengesetzten *Flüssen* der Fall wäre – dann ist das kein Argument gegen ihre Verwendung in einer *Beschreibung*.<sup>25</sup>

Im vorliegenden Fall sehen wir uns den Folgen einer *grundsätzlichen, nicht zu beseitigenden* Differenz zwischen dem, was *an sich* ist, und dem, was *für uns* ist, ausgesetzt:

*An sich* gibt es nicht *Existenz*, sondern nur *Veränderung*. Damit ist gemeint: Es gibt nichts **bloß Existierendes**, sondern nur **sich Veränderndes**. Existenz und Veränderung sind **untrennbar**.

Unser Denken ist jedoch ungeeignet, diese Untrennbarkeit zu begreifen. Wir *wissen* um sie, wir können sie *behaupten*, aber wir können sie nicht *denken*. *Für uns* zerfällt die Wirklichkeit in Subjekt **und** Prädikat, und das bedeutet: in Existenz **und** Veränderung. Existenz ist aber **selbst** schon Veränderung, und nicht **etwas, was** sich verändert. Subjekt und Prädikat fallen zusammen.

Daraus folgt: *An sich* existiert nur der Raum (das Kontinuum): Er selbst **ist** bereits Veränderung. *Zeit* existiert nur *für uns*: wir benötigen sie, um *Veränderung* zu beschreiben und zu denken.<sup>26</sup>

Das Wissen um diese Tatsache ist in der Physik nicht vorhanden. Das liegt vor allem an der nahezu vollständig fehlenden Unterscheidung zwischen Wirklichkeit und Beschreibung, und ebenso zwischen Wirklichkeit und Mathematik, wobei in diesem Fall noch das Problem hinzukommt, dass nur ein Teil der Mathematik als Beschreibung der Wirklichkeit geeignet ist.

Deshalb sind in der gegenwärtigen Physik fast alle Aussagen über die Zeit vollkommen unsinnig. Der wichtigste, am weitesten verbreitete Unsinn ist die Überzeugung, dass *die Wirklichkeit* eine vierdimensionale Struktur aus drei Raumkoordinaten und der Zeitkoordinate (ict) **ist**. Das ist jedoch falsch: diese Struktur – und auch die Koordinate ict – gibt es **nur in der Beschreibung**.

Die Wirklichkeit selbst wendet keine Mathematik an. **Sie rechnet nicht**.

Ich fürchte, dass das den meisten Physikern nicht bewusst ist.

---

24 Ich erinnere an die auf Seite 22 getroffene Feststellung: Mathematik ist für die Beschreibung der Wirklichkeit notwendig, und dabei können mathematische Strukturen (vierdimensionale Raumzeit, Konfigurationsraum, Hilbertraum usw.) und Konzepte (wie z.B. die "imaginäre Einheit") auftreten, denen keine Existenz "in der Natur" zugeschrieben werden kann.

25 Bei den einander entgegengesetzten Flüssen gibt es außerdem eine Querverbindung zur Quantentheorie: aus metrisch-dynamischer Sicht ist der *Spin* ebenfalls ein metrischer Fluss. Er folgt aus der *Änderung der Winkeldichte*, und auch hier gibt es immer die beiden einander entgegengesetzten Richtungen.

26 Man könnte fragen, warum ich der Zeit durch Gleichung (0) eine so fundamentale Rolle zuerkannt habe. Der Grund ist einfach, dass wir mit Mathematik *immer* auf der Seite der Beschreibung sind, also im Bereich dessen, was *für uns* gilt.

## 5.2. Die Gleichung $R_U = M_U G/c^2$

*Der Radius des Universums ist gleich der Masse des Universums mal der Gravitationskonstante dividiert durch das Quadrat der Lichtgeschwindigkeit.*

Arthur Eddington entdeckte als Erster, dass zwischen den Naturkonstanten  $G$  und  $c$  einerseits und dem Universum im Ganzen andererseits ein Zusammenhang bestehen könnte. Ihm fiel auf, dass die beiden Quotienten

- (Radius des Universums)/(Masse des Universums)
- (Gravitationskonstante)/( $c^2$ )

annähernd gleich sind.

Der bekannteste Physiker, der sich mit dieser Übereinstimmung beschäftigt hat, ist *Paul Dirac*. Wie Eddington sah er sie nicht als zufällig, sondern vermutete einen tieferen Zusammenhang.

Da in einem Universum, das sich ausdehnt, die Gleichung  $R_U = M_U * G/c^2$  nur dann korrekt sein kann, wenn sich  $G$  und/oder  $c$  ändern, war Diracs Vermutung Anlass zur Überprüfung der Konstanz von  $G$ . Es wurde jedoch kein Hinweis auf eine Änderung gefunden.

Infolge der Annahme einer *beschleunigten* Ausdehnung des Universums findet diese Gleichung gegenwärtig nur noch wenig Beachtung – es ist ausgeschlossen, dass sich  $G$  oder  $c$  im erforderlichen Maß ändern.

Ich führe die Gleichung deshalb an, weil sie bei meinem Aufbau der Wirklichkeit *fundamental* und zugleich *selbstverständlich* ist. Aufgrund der Identität  $m = M G/c^2$  ( $m$  ist die geometrische Masse,  $M$  ist die "normale" Masse) hat die Gleichung in meiner Theorie der Gravitation die Gestalt:

$$R_U = m_U$$

– und diese Identität folgt *unmittelbar* aus der

### **Definition der geometrischen Masse:**

***Die geometrische Masse  $m$  verdichtet (d.h. verringert) den Radius des Raumbereichs, den sie einnimmt, um  $m$  Einheiten.***

Wenn man mit einem Raumbereich vom Radius  $m$  *beginnt*, dann bleibt somit *Nichts* übrig, und das ist der metrische Ausdruck dafür, dass die Masse  $m$  einen Raumbereich mit dem Radius  $m$  *abschließt*.

$m$  ist also der Radius eines geschlossenen Universums mit der Masse  $m$ .

In der MDG ist das aus der Definition der metrischen Dichte abgeleitet. (Siehe [Struktur](#) ab Seite 43)

Das bedeutet:

***Das Universum muss genau die Masse enthalten, die es enthält. Sein Radius und seine Masse sind gleich groß.***

Das ist auch ein Lehrstück darüber, dass es Größe nur *als Relation* gibt:

Man kann mit einem kleinen  $m$  beginnen – z.B. mit den 8,8 mm der Erde, oder sagen wir gleich: mit einer Gesamtmasse, die der geometrischen Masse des Elektrons  $m_e = 6.763 \cdot 10^{-58}$  Meter entspricht, und daraus ein Universum mit diesem Radius gemäß Gleichung (0) formen. Dieses Universum ist dann – in Bezug auf seine Gesetze und seinen möglichen Inhalt – vollkommen identisch mit *unserem* Universum.

Allerdings können in meiner Gravitationstheorie diese Behauptungen nur dann korrekt sein, wenn das Universum sich *nicht* ausdehnt – es fehlt ja hier die Gravitationskonstante, und die Lichtgeschwindigkeit ist der Proportionalitätsfaktor in der fundamentalen Gleichung, also nicht veränderbar.

Aber auch hier fügt sich, wie schon so oft, alles wunderbar zusammen: wie am Beginn dieser Schrift ausgeführt, kann es keine veränderliche Größe des Universums geben, weil diese Annahme zu einem Widerspruch führt. Änderungen der gemessenen Größe des Universums sind daher immer als Änderungen des Maßstabs aufzufassen.

Und bei den obigen Zusammenhängen gilt wiederum: nichts davon ist *ad hoc*, jeder der logischen Bausteine wurde ausschließlich aus ihm selbst entwickelt und nicht zu einem vorgegebenen Zweck.

### 5.3. Der analoge elektromagnetische Zusammenhang

Die Analogie zwischen meinen Definitionen von Gravitation und Elektromagnetismus weist darauf hin, dass auch zwischen der geometrischen *Ladung* und der Größe des Universums ein Zusammenhang besteht. Im Gegensatz zu dem soeben beschriebenen Zusammenhang zwischen geometrischer Masse und Größe ist das allerdings nur eine Vermutung, wenn auch eine außerordentlich verführerische.

Zunächst zu den Voraussetzungen.

Wie soeben ausgeführt, bewirkt die **geometrische Masse**  $m$  eine Verringerung der *Länge* um  $m$  Einheiten *in jeder möglichen Richtung*. Falls man mit einem Raumbereich vom Radius  $m$  beginnt, dann *verschwindet dieser ganze kugelförmige Bereich*: sein **Radius** wird 0.<sup>27</sup>

Die **geometrische Ladung**  $\pm \mu$  bewirkt hingegen eine Änderung des *Winkels*: bei negativer Ladung wird das Winkelmaß kleiner und der damit gemessene Winkel *größer*, bei positiver Ladung wird er *kleiner*.<sup>28</sup> Im Fall einer negativen Elementarladung  $-\mu$  gilt Folgendes: Ein Kreis mit Radius  $\mu$  und dem Zentrum der Ladung als Mittelpunkt hat den doppelten Umfang eines Kreises im ladungsfreien Raum. Sein Umfang beträgt also  $4\pi\mu$ , d.h. er ist um  $2\pi\mu$  *größer*. (Siehe Seite 25)

Bei positiver Ladung  $\mu$  ist dieser Kreis jedoch um  $2\pi\mu$  *kleiner*, und das bedeutet: er *verschwindet*. Da diese metrische Veränderung für *alle* Kreise mit demselben Mittelpunkt und Radius  $\mu$  gilt, folgt daraus, dass – wie bei der Gravitation – der *ganze kugelförmige Raumbereich verschwindet*: sein **Umfang** wird 0.

Nun wenden wir diesen metrischen Sachverhalt auf das Universum an, wie bei der Gravitation.

Die Frage ist also: *Welche geometrische Ladung ist erforderlich, damit das **Universum** verschwindet?*

---

<sup>27</sup> Das ist jedoch nur dann der Fall, wenn sich der Zustand dieses Raumbereichs aufgrund des Zusammenstürzens der *von außerhalb* kommenden Massen immer mehr der Kugelsymmetrie annähert, denn nur dann können sich die parallelen metrischen Flüsse, die auf verschiedene Massen hin beschleunigt werden, zu einem gemeinsamen Strom vereinigen. Dann wird aus dem Raumbereich ein schwarzes Loch. Wenn diese Vereinigung aber unterbleibt, dann reichen die parallelen metrischen Verdichtungen mit den zugehörigen beschleunigten Flüssen zwar aus, um den Raumbereich zu schließen, aber es erfolgt kein Zusammensturz und es entsteht keine Singularität. Stattdessen bildet sich eine gleichmäßige Krümmung aus.

<sup>28</sup> Wie die geometrische Masse  $m$  hat auch die geometrische Ladung  $\mu$  die Dimension *Länge*. Zur Übereinstimmung mit den quantenmechanischen Vorgaben muss die Elementarladung dem klassischen Elektronenradius gleichgesetzt werden. Es gilt also:  $\mu = 2,818 \cdot 10^{-15}$  Meter.

Im Gegensatz zur Masse besteht die Gesamtladung des Universums aus elementaren Bestandteilen mit stets derselben Größe, den sogenannten *Elementarladungen*.

Für die folgende Überlegung müssen wir den Radius  $R_U$  des Universums durch die Länge der Elementarladung ausdrücken. Ich werde dafür Diracs Wert für  $R_U$  verwenden, da die derzeit gängigen Schätzungen aufgrund der beschleunigten Ausdehnung in meinem System unbrauchbar sind.

Dirac schätzte  $R_U$  auf ca.  $10^{40}$  Protonendurchmesser. Wir benötigen als Maß aber nicht den Durchmesser des Protons, sondern die geometrische Ladung  $\mu$ .

Der Durchmesser des Protons ist  $1,67 \cdot 10^{-15}$ ,  $\mu$  ist  $2,818 \cdot 10^{-15}$  Meter. Für unsere Abschätzung können wir diesen geringen Unterschied vernachlässigen. Also setzen wir

$$R_U \approx 10^{40} \mu$$

Im Fall der Gravitation konnten wir einfach die Längenänderungen, die von allen Massen verursacht werden, aufsummieren, und die Summe entsprach dann der gesamten Längenänderung in jeder Richtung. Beim Elektromagnetismus ist dieses Verfahren aber nicht zielführend, und zwar aus folgendem Grund:

Bei der Gravitation geht es um *Längenänderung*: ein *eindimensionales* Objekt – eine *Gerade* oder *Linie* – wird *verkürzt*. Beim Elektromagnetismus wird dagegen ein *zweidimensionales* Objekt – ein *Winkel*, also eine *Fläche* – verändert, im Fall positiver Ladung *verkleinert*.

Man muss also nicht *Längenänderungen* aufsummieren, sondern *Flächenänderungen*.

Betrachten wir eine beliebige Ebene. In dieser Ebene liege ein Kreis mit dem Radius  $\mu$ , in dessen Mitte sich eine positive Elementarladung  $\mu$  befindet. Dann verschwindet dieser Kreis: der  $360^\circ$ -Winkel einer ganzen Drehung wird zu  $0^\circ$ , und damit verschwindet auch der Umfang des Kreises. (Das stimmt mit der Tatsache überein, dass der *rotierende* metrische Fluss auf jedem solchen Kreis Lichtgeschwindigkeit hat, wodurch jede Umfangs-Messung 0 ergibt.<sup>29</sup>)

Nun platzieren wir in derselben Ebene einen weiteren Kreis mit Radius  $\mu$ , der den anderen Kreis nicht schneidet und in dessen Mitte sich ebenfalls eine Ladung  $\mu$  befindet. Dann verschwindet auch dieser Kreis, und wenn wir dieses Verfahren fortsetzen, bis die Summe aller Kreisradien gleich  $R_U$  ist, dann haben wir  $10^{40}$  Kreise mit dem Radius  $\mu$  (metrisch) zum Verschwinden gebracht.

Was wir jedoch erreichen wollen, ist nicht das Verschwinden von  $10^{40}$  Kreisen mit dem Radius  $\mu$ , sondern das *Verschwinden eines Kreises* mit dem Radius  $R_U$ .

Wenn wir unsere  $10^{40}$  Kreise so aneinanderlegen, dass ihre Durchmesser auf einer Geraden liegen, dann bedecken sie eine Strecke von der Länge des Durchmessers des Universums.

Wie erwartet, erreichen wir das Verschwinden der *Fläche* eines das Universum umspannenden Kreises mit  $R_U = 10^{40} \mu$  also nicht durch das Verschwinden von  $10^{40}$  Kreisen entlang einer *Geraden*, sondern erst durch das Verschwinden von  $(10^{40})^2$  Kreisen auf einer *Ebene*.<sup>30</sup> (Faktoren wie  $\pi$  oder 2 können wir außer Acht lassen.)

---

29 Die Formel für die Geschwindigkeit des *rotierenden* Flusses  $w$  ist:  $w(r) = \pm c \sqrt{(\mu/r)}$ . ([Struktur](#) S.184)  
Bei der Gravitation erreicht der *radiale* metrische Fluss  $v$  im Abstand  $2m$  Lichtgeschwindigkeit:  
 $v(r) = -c \sqrt{(2m/r)}$ . ([Struktur](#) S.38)

30 Auf Seite 24 haben wir festgestellt: Während das durch Masse veränderte Kontinuum aus *Linien* – im kugelsymmetrischen Fall aus Geraden durch den Mittelpunkt – aufgebaut ist, besteht das durch Ladung veränderte Kontinuum aus *Flächen* – im kugelsymmetrischen Fall aus Ebenen durch den Mittelpunkt.

Somit benötigen wir nicht  $10^{40}$  positive Elementarladungen, sondern  $(10^{40})^2 = 10^{80}$ .

$10^{80}$  ist genau die Zahl der positiven Elementarladungen, die Dirac angenommen hat.

Wenn diese Annahme korrekt ist, dann bedeutet das:

*Die im Universum existierenden positiven Elementarladungen  $\mu$  bringen einen Kreis mit Radius  $R_U$  zum Verschwinden.*

Wenn wir nun dasselbe Verfahren für *alle überhaupt möglichen* Kreise mit demselben Mittelpunkt und Radius  $R_U$  durchführen, dann verschwindet die gesamte Kugel, mit anderen Worten: dann **verschwindet ein Raumbereich mit der Ausdehnung des Universums** – genau wie bei der Gravitation, nur dass es bei der Gravitation ein Verschwinden der *Radien* ist, und beim Elektromagnetismus ein Verschwinden der *Winkel*.<sup>31</sup>

Der soeben präsentierte Zusammenhang ist, wie gesagt, nur eine Vermutung. Viele Fragen bleiben offen. Aber es wäre aus drei Gründen ein wunderbares Ergebnis:

(1) weil es eine Verbindung zwischen der positiven Gesamtladung eines Universums und dem Radius dieses Universums herstellt. Sei  $Z$  die Zahl der positiven Elementarladungen  $\mu$ . Dann gilt:

$$\sqrt{Z} * \mu \approx R_U$$

In unserem Universum ist  $Z \approx 10^{80}$ , und die Gleichung lautet somit

$$10^{40} \mu \approx R_U$$

(2) weil der Grund für diese Verbindung *derselbe* ist wie bei der Gravitation: ebenso wie die *Gesamtmasse* des Universums

$$m_U = R_U$$

genau ausreicht, um das Universum metrisch zu schließen, ist das auch bei der positiven *Gesamtladung* – in *unserem* Universum die Summe von  $(10^{40})^2 = 10^{80}$  Elementarladungen – der Fall.

(3) weil endlich ein Sachverhalt in unser Blickfeld kommt, der geeignet ist, das schier unglaubliche Verhältnis zwischen den Stärken von Gravitation und Elektromagnetismus von  $1:10^{40}$  aufzuklären: Nur bei diesem Verhältnis kann der aufgezeigte Zusammenhang zwischen der Größe unseres Universums und der darin enthaltenen positiven Gesamtladung existieren.

Aus dem oben Gesagten folgt, dass für jedes (mögliche) Universum Folgendes gilt:

***Das Verhältnis der Stärken von Elektromagnetismus und Gravitation muss mindestens so groß sein wie die Wurzel aus der Zahl der positiven Elementarladungen.***

$$\frac{F_E}{F_G} \geq \sqrt{Z}$$

Ich überlasse es Ihnen, das zu überprüfen.

---

<sup>31</sup> Ebenso wie bei der Gravitation gilt jedoch Folgendes: Der Raumbereich kann nur dann *verschwinden*, wenn sich sein Zustand der Kugelsymmetrie annähert. Wenn das nicht geschieht – und in diesem Fall ist es unmöglich, weil sich die positiven Ladungen abstoßen – dann bleiben die zueinander parallelen verschwindenden Flächen auf verschiedenen Ebenen. Die auf diesen Ebenen verdichteten Winkel reichen zwar aus, um den Raumbereich zu schließen, aber er verschwindet nicht.

Kann aber überhaupt vorausgesetzt werden, dass es in jedem Universum tatsächlich Gravitation und Elektromagnetismus gibt?

Die Antwort ist *ja*, und sie ist sogar bewiesen:

Jede Wirklichkeit ist *rein metrisch*, denn nur dann ist Kausalität möglich.

Somit besteht jede Wirklichkeit *ausschließlich* aus metrischen Veränderungen.

Es gibt jedoch genau zwei Arten metrischer Veränderung: Änderung der Länge und Änderung des Winkels.

Änderung der Länge führt zu Gravitation, Änderung des Winkels führt zu Elektromagnetismus.

Also gibt es in jedem möglichen Universum Gravitation und Elektromagnetismus.

Heinz Heinzmann

Wien, August 2025