

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

Zweiter Teil

Physik aus Metaphysik

Der elementare Begriff der Wirklichkeit

Das metrisch-dynamische Universum

## Inhalt:

|  |    |
|--|----|
| <i>Einstimmung</i> .....   | 5  |
| 1. Der Urgrund der Wirklichkeit.....   | 6  |
| 1.1. Ankündigungen.....  | 6  |
| 1.2. Kritik an Baukasten-Universen.....  | 8  |
| 1.3. Warum Etwas ist und nicht Nichts; Der Ursprung des Seienden.....          | 11 |
| Vorbereitung: Der Unterschied zwischen Wirklichkeit und Beschreibung.....      | 11 |
| Die Frage nach dem Ursprung.....   | 13 |
| Erläuterungen, Ergänzungen.....  | 15 |
| Minimale positive Metaphysik.....  | 18 |
| Der Zusammenhang mit dem ersten Teil.....                                      | 20 |
| 1.4. Was ist das, was ist? – Der erste Satz; Die erste Gleichung.....          | 20 |
| 1.5. Wellen.....   | 26 |
| 1.6. Bemerkungen.....  | 29 |
| Kurzwiederholung.....  | 29 |
| Relativität.....   | 30 |
| Die Rolle der Mathematik.....  | 33 |
| Maß und Bewegung.....  | 34 |
| Über das erste Gesetz.....   | 34 |
| 2. Gravitation.....  | 36 |
| 2.1. Das metrisch-dynamische Bild der Newtonschen Näherung.....                | 36 |
| 2.2. Der exakte Blick von außen; Einige einfache Berechnungen.....             | 39 |
| Geschlossene kreisförmige Bahn des Lichts.....                                 | 40 |
| Periheldrehung.....  | 42 |
| Lichtablenkung.....  | 44 |
| 2.3. Der Übergang zur metrischen Sicht.....                                    | 45 |
| 2.4. Der Übergang zur Einsteinschen Gravitation: die Schwarzschild-Metrik..... | 48 |
| 2.5. Zusammenfassung, Ergänzungen.....   | 51 |
| Das universelle Flussfeld.....   | 53 |
| Die Wahl des Vorzeichens.....  | 56 |
| Der Bereich $r < m$ .....  | 56 |
| 2.6. Das hybride System.....   | 58 |
| 2.7. Abschließende Bemerkungen.....  | 61 |

|  |     |
|--|-----|
| 3. Antimaterie.....  | 64  |
| 3.1. Materie und Antimaterie als entgegengesetzte metrische Deformationen.....     | 64  |
| 3.2. Gravitation im Fall von Antimaterie .....                                     | 65  |
| 3.3. Asymmetrie von Materie und Antimaterie.....                                   | 72  |
| 3.4. Zusammenfassung.....  | 74  |
| 4. Planck-Länge, geometrische Masse und Teilchenfrequenz.....                      | 77  |
| 4.1. Die metrisch-dynamische Quantisierungshypothese.....                          | 77  |
| 4.2. Phasenwellen im radialen Fluss; Zusammenhang von Masse und Frequenz.....      | 78  |
| 5. Elektromagnetismus; Atommodell.....   | 85  |
| 5.1. Vorbemerkung.....   | 85  |
| 5.2. Definition.....   | 86  |
| 5.3. Der um den Mittelpunkt rotierende Fluss.....                                  | 88  |
| 5.4. Positive und negative Ladung.....   | 90  |
| 5.5. Der Übergang auf ein Beobachtersystem.....                                    | 91  |
| 5.6. Der fundamentale Unterschied zwischen Gravitation und Elektromagnetismus..... | 93  |
| 5.7. Der Zweck der anschließenden Ausführungen.....                                | 95  |
| 5.8. Zustände des Wasserstoffatoms.....  | 96  |
| Der Grundzustand.....  | 99  |
| Die Frequenz des Grundzustands.....  | 103 |
| Der Spin im metrisch-dynamischen System.....                                       | 104 |
| Interpretation des Spins.....  | 107 |
| Angeregte Zustände; Quantenzahlen.....   | 109 |
| 5.9. Atome mit Kernladungszahl $Z > 1$ .....                                       | 118 |
| 5.10. Interpretation: Was ist eine Elektronenhülle?.....                           | 121 |
| 5.11. Schluss.....   | 125 |
| Bemerkungen .....  | 126 |
| <i>Zwei Arten geistiger Verwirrtheit.....</i>                                      | 128 |
| 6. Ein Universum ohne Masse.....   | 130 |
| 6.1. Vorbemerkung.....   | 130 |
| 6.2. Die Beziehung zwischen metrisch-dynamischer Physik und Standardphysik.....    | 131 |
| 6.3. Über die Verständlichkeit physikalischer Begriffe und Zusammenhänge.....      | 135 |
| 7. Bemerkungen, Fragen.....  | 139 |
| Die vier Wechselwirkungen.....   | 139 |

|   |     |
|---|-----|
| Von beiden Seiten.....                          | 141 |
| Was sind materielle Objekte?.....               | 142 |
| Ein Grundprinzip physikalischer Erkenntnis..... | 142 |
| 8. Kosmologie.....                              | 145 |
| Dunkle Energie.....                             | 152 |
| Eine alternative Geschichte des Kosmos.....     | 156 |
| Dunkle Materie.....                             | 157 |
| Vergleich.....                                  | 159 |
| Zusammenfassung.....                            | 160 |
| 9. Sätze.....                                   | 162 |
| <i>Zeitgeist-Musical</i> .....                  | 165 |

## *Einstimmung*

Geschätzte(r) Leser(in)! – Was ist der Urgrund der Wirklichkeit?

Da ich weder mit dem näherungsweise gültigen *Standardmodell* noch mit der absolut korrekten Antwort "42" ganz zufrieden bin, und weil übereifrige Tierschützer die Ausführung meines Plans vereitelt haben,  $10^{500}$  Affen so lange tippen zu lassen, bis sie eine Theorie produzieren, die fruchtbarer ist als die *Superstringtheorie*, habe ich mich selbst auf die Suche nach einer Antwort begeben.

Nun aber befürchte ich, dass Ihnen das Ergebnis meiner Suche vielleicht allzu fremdartig erscheint. Deshalb habe ich mir den Kopf zerbrochen, wie ich Sie darauf einstimmen könnte.

Und siehe! – meinem zerbrochenen Kopf ist ein Glückskeks entsprungen, der einen Vorschlag für ein Ritual enthielt, dessen Ausführung Sie in eine solch hingebungsvolle Euphorie versetzen wird, dass Sie gegen das Gefühl der Befremdung und eine unangemessen kritische Haltung gefeit sind.

Bereit?

Dann singen Sie bitte *maestosamente e con forza* drei mal hintereinander das folgende Thema:



Und nun ist Eile geboten! – Wir müssen unbedingt die ersten paar Abschnitte hinter uns bringen, ehe die Wirkung nachlässt.



# 1. Der Urgrund der Wirklichkeit

## 1.1. Ankündigungen

In diesem Teil wird, wie in der Einleitung angekündigt, die physikalische Beschreibung der Wirklichkeit aus metaphysischen Überlegungen abgeleitet.

Wie soll das geschehen?

Indem die Richtung der physikalischen Erkenntnis umgekehrt wird: was nach dem bisherigen Verständnis den Beginn der Naturbeschreibung bildet – die beobachtbaren Phänomene –, wird zum Endpunkt, und was als letztes Ziel der physikalischen Erkenntnis gilt – das Gesetz, das alles Existierende umfasst –, wird zum Ausgangspunkt. Das ist deshalb möglich, weil die logischen und ontologischen Bedingungen des Anfangsszenarios, von dem alles Seiende ausgeht, von solcher Einfachheit sind, dass das zu diesem Szenario gehörende Gesetz zwingend aus ebendiesen Bedingungen folgt.

Wenn die Naturbeschreibung, wie das historisch der Fall war, ihren Anfang in den Erfahrungen hat, die der Beobachtung von Objekten unserer Umgebung entstammen, dann erscheinen die Elemente der Beschreibung zunächst selbstverständlich: Was könnte klarer sein als der Begriff der *Kraft*, oder der Begriff der *Arbeit*, definiert als Wegintegral der Kraft, oder als der Begriff der *Energie*, definiert als Fähigkeit eines Objekts, Arbeit zu verrichten?

Wie die Entwicklung der Physik zeigt, erweist sich diese Selbstverständlichkeit aber als Täuschung. Mit dem Verlassen des Mesokosmos verblasst die anthropomorphe Anschaulichkeit der Begriffe immer mehr, bis zuletzt nur noch mathematische Definitionen und Messvorschriften übrig bleiben. Damit verschwindet zugleich jeder Anspruch auf eine darüber hinausgehende Interpretation. Das auf gegenständliche Erfahrungen zurückgehende, über die Natur gebreitete begriffliche Netz sinkt zu einem bloßen Anhängsel der Mathematik herab. Das hat zur Folge, dass die Interpretation in eine Sackgasse gerät, aus der es, wie im ersten Teil gezeigt worden ist, nur einen einzigen Ausweg gibt: einigen Begriffen, die gegenständlichen Erfahrungen entstammen, muss ihr Status als *Grundbegriffe* entzogen werden, und an ihre Stelle müssen andere Begriffe treten.

Aber nicht nur aus diesem Grund ist der Rückzug in die Mathematik problematisch, sondern vor allem deshalb, weil es – wie sich gleich anschließend herausstellen wird – letztlich genau die Unterscheidung zwischen einem mathematischen Objekt und einem wirklich existierenden Objekt ist, die es

ermöglicht, die beiden Fragen "*Warum ist überhaupt etwas und nicht einfach nichts?*" und "*Was ist das, was ist?*" zu beantworten sowie jenes Einfachste und Allgemeinste zu bestimmen, aus dem Seiendes sich entfaltet und aus dem die Beschreibung des physikalisch Seienden abgeleitet werden kann.

Konkret lautet das Programm des zweiten Teils folgendermaßen:

Zunächst wird das Szenario bestimmt, das den *Urgrund der Wirklichkeit* und ihrer Beschreibung bildet.

Aus diesem Szenario folgt die *fundamentale Gleichung*, wobei "fundamental" bedeutet, dass diese Gleichung den Prozess beschreibt, der die Wirklichkeit hervorbringt, sodass daraus alles abgeleitet werden kann, was überhaupt ableitbar ist.

Von dieser rein philosophisch motivierten Anfangsgleichung führt ein extrem kurzer und einfacher Weg zur Speziellen Relativität sowie zur Newtonschen und zur Einsteinschen Gravitation. Das zugehörige Strukturbild wird aber in allen drei Fällen vollständig verändert.

In analoger Weise – und ebenso unmittelbar – bildet dieselbe Gleichung auch die Basis der Definition der elektromagnetischen Wechselwirkung. Darauf aufbauend kann ein einfaches Atommodell erstellt werden, das – soweit hier durchgeführt – mit dem quantenmechanischen Atommodell identisch ist. Auch bei der elektromagnetischen Wechselwirkung und beim Atomaufbau kommt es zu einer grundlegenden Umstellung des Begründungszusammenhangs.

Konventionell gesprochen, könnte man die Methode eine *Geometrisierung* der Physik nennen. Es ist aber wesentlich mehr: die physikalischen Begriffe und Zusammenhänge werden nicht bloß geometrisiert, sondern *neu begründet*: die Begriffe, indem sie auf einen einzigen Begriff, und die Zusammenhänge, indem sie auf einen einzigen Zusammenhang zurückgeführt werden.

Ich werde den Neuaufbau nicht systematisch durchführen, aber in allen Fällen weit genug, dass sowohl die Verbindungen zu den jeweiligen Theorien – in der Form, wie sie zurzeit verstanden werden – wie auch die Unterschiede klar genug erkennbar sind.

Zuletzt folgt eine Skizze des Universums, wie sie sich aus den bis dahin erarbeiteten Resultaten ergibt. In diesem Bild vom Kosmos und seiner Entwicklung finden die Konzepte *Dunkle Energie* und *Dunkle Materie* eine einfache Erklärung.

Angesichts der seltsam anmutenden Maßlosigkeit dieser Ankündigungen erscheint es mir angebracht, eine persönliche Bemerkung anzufügen:

Ich habe mein Erkenntnisprojekt zunächst nur mit der Absicht begonnen, aufzuklären, was aus meiner Sicht als nicht zu tolerierendes Interpretationsdefizit der Physik verstanden werden musste. Die Durchführung dieses Projekts hat zu den Schlussfolgerungen geführt, die sich im ersten Teil dieser Arbeit finden.

Zu keinem Zeitpunkt ist mir der Gedanke gekommen, eine neue Art von Physik zu entwerfen – ein solcher Gedanke wäre mir geradezu absurd erschienen.

Irgendwann aber begann ich – nicht ernsthaft, sondern eher zufällig, in einem Augenblick spielerischer Verwegenheit – darüber nachzudenken, *wie* eigentlich, falls *etwas* existiert, dieses Existierende beschaffen sein müsste – und von da an entwickelte sich alles Weitere vollkommen geradlinig; Immer mehr physikalische Gesetzmäßigkeiten erschlossen sich in einfachster geometrischer Form, und alles geschah mit solch zwingender Folgerichtigkeit, dass ich mich schließlich des Eindrucks nicht mehr erwehren konnte, dass das, was sich da vor meinen Augen entfaltete, tatsächlich ein Bild des Universums sein könnte, *wie es wirklich ist*.

Bevor ich nun mit dem Gedankengang selbst beginne, will ich noch kurz skizzieren, was ich am *Standardmodell* – und auch an dessen spekulativen Weiterentwicklungen – grundsätzlich für unbefriedigend halte.

## ***1.2. Kritik an Baukasten-Universen***

Die Überlegungen dieses Abschnitts sind noch nicht Teil des Neuaufbaus der Naturbeschreibung; Für den Aufbau selbst haben sie also keine Bedeutung. Für den Fortgang meines eigenen Denkens waren sie aber notwendig, und ich will sie hier vorstellen, weil sie mir als Einleitung geeignet scheinen – insofern, als durch sie in Frage gestellt wird, was gegenwärtig für so selbstverständlich gehalten wird, dass es nicht einmal zur Diskussion steht: die Annahme der Existenz *elementarer Objekte*.

Was ist mit der Bezeichnung "Baukasten-Universum" gemeint?

Eben genau dies: Das Modell eines Universums, in dem es Entitäten gibt, die für *elementar* gehalten werden (etwa Teilchen bzw. Felder), in dem Sinn, dass sie unteilbar sind, dass ihre Existenz nicht begründet werden kann, und dass die mit ihnen verbundenen Größen (Eigenschaften der elementaren Entitäten, Verhältniszahlen) nicht abgeleitet werden können.

Solche *elementaren Entitäten* und *Naturkonstanten* sind daher ihrer Definition nach *unerklärbar*.



Es stellt sich die Frage, *wie viele* solcher nicht ableitbaren Größen, solcher "freien Parameter", eigentlich akzeptabel sind:  $10^{500}$ , oder 26, oder vielleicht nur 3? (Auch die Anzahl der elementaren Entitäten und die Anzahl der freien Parameter können freie Parameter sein.)

Die Antwort ist: *Überhaupt keine. Jeder freie Parameter, der aus prinzipiellen Gründen nicht abgeleitet werden kann, ist ein Zeichen dafür, dass die fundamentale Ebene der Beschreibung noch nicht erreicht ist.*<sup>1</sup>

Das Unbehagen, das die meisten Physiker angesichts der freien Parameter des Standardmodells erfasst, gilt sicher nicht bloß der Anzahl dieser Größen. Es bezieht sich vielmehr auf die Fragwürdigkeit der Annahme eines *unbedingten Seienden* – wobei *unbedingt* bedeutet: nicht entstanden und durch nichts begründbar.

*Es gibt kein unbedingtes Seiendes. Alles Seiende ist bedingt. Das gilt sowohl für die Tatsache seiner Existenz selbst wie auch für alle zu ihm gehörenden Eigenschaften.*

Das Netz der Bedingtheit ist *allumfassend*. Auf der Seite der Beschreibung bedeutet das, dass – zumindest prinzipiell – in *jedem* Fall begründbar sein muss, warum irgendein Seiendes überhaupt existiert, und ebenso, warum es genau diese Eigenschaften hat.

Dieses *Prinzip der Bedingtheit* ist nun allerdings von derselben Art wie das *Prinzip der Objektivität* oder das der *Lokalität*. Das heißt, es kann nicht vollständig begründet, sondern nur eingesehen werden. Ebenso wie es rein logisch möglich ist, zu behaupten, es gebe Zusammenhänge, die durch nichts vermittelt sind, ist es auch logisch möglich anzunehmen, der ontologische Urgrund des Universums bestehe aus einer Anzahl elementarer Objekte – und anscheinend sind ja auch fast alle Physiker dieser Auffassung.

Ich halte beide Annahmen für wenig plausibel. Die Idee, das Universum gleiche einem Baukasten aus einer bestimmten Anzahl von Grundelementen, erscheint mir (fast) ebenso unsinnig wie die Annahme unvermittelter Zusammenhänge.

Ich denke, dass sich im Grunde niemand mit der Vorstellung zufrieden gibt, dass Größen existieren, die prinzipiell unerklärbar sind. Tatsächlich gibt es dazu aber zurzeit keine Alternative: die beiden häufigsten Annahmen, Gott oder der Zufall seien verantwortlich für die spezifische Auswahl der Größen der freien Parameter des Standardmodells, sind ja keine Erklärungen. Wie schon in der

---

<sup>1</sup> Es ist allerdings zu bedenken, dass einige dieser Parameter auch durch *Selbstorganisation* entstanden sein könnten. Parameter dieser Art wären nicht direkt aus fundamentalen Gleichungen ableitbar.

Einleitung festgestellt, sind sie Jokern vergleichbar: sie können anstelle *jeder* Erklärung auftreten, aber tatsächlich erklären sie überhaupt nichts; Die Bezeichnung "Gott" verklärt bloß das Nichtwissen, und die Behauptung einer zufälligen Auswahl verschiebt die Notwendigkeit einer Erklärung nur auf eine tiefere – bestenfalls einfachere – Ebene, auf der dann dieselben Fragen abermals auftreten.

Will man also das Prinzip der allumfassenden Bedingtheit nicht verletzen und zugleich diese beiden unbefriedigenden Alternativen vermeiden, dann muss man die Annahme elementarer Entitäten fallen lassen.

Dann scheint man allerdings einem unendlichen Regress zum Opfer zu fallen: Wenn *alles* Seiende aus anderem Seienden entstanden ist, dann gibt es keinen ontologischen Ausgangspunkt. Anscheinend ist man also in der bekannten Antinomie gefangen: entweder man setzt willkürlich einen solchen Anfang – in der Physik sind es eben die elementaren Entitäten, in der Religion ist es z.B. der *unbewegte Bewegter* oder das *ens a se* – oder man gerät in den unendlichen Regress; In beiden Fällen verliert man offensichtlich die Möglichkeit einer Erklärung des Seienden.

Wie sich zeigen wird, kann diese Antinomie auf dieselbe Weise aufgelöst werden wie die Antinomie, die mit der Frage zusammenhängt: "Kann Seiendes immer weiter geteilt werden oder gibt es eine Grenze der Teilbarkeit?" Die Antwort darauf wurde im ersten Teil gegeben (was dort allerdings nicht explizit erwähnt wurde): Es gibt zwar unteilbare Elemente der Wirklichkeit, aber diese Unteilbarkeit ist nicht von der Art, wie sie bei der Antinomie vorausgesetzt wird – wo die Vorstellung des fortgesetzten Zerteilens eines *festen Körpers* hinterfragt wird –, sondern es handelt sich um die Unteilbarkeit eines *Gestaltphänomens*, das nur als Ganzes auftritt und in diesem Sinn unteilbar ist – wie etwa ein Flusswirbel oder eine stehende Welle in einem Rohr.

Es ist klar zu sehen, wie die Antinomie aufgelöst werden konnte: durch eine Änderung in den zuvor selbstverständlich erscheinenden Voraussetzungen der Fragestellung – und dasselbe gilt für alle Antinomien, also auch für die scheinbar unausweichliche Alternative *elementare Entitäten* oder *unendlicher Regress*.

Machen wir uns also auf den Weg zum *Urgrund der Wirklichkeit*, zur letzten Voraussetzung alles Seienden.

### ***1.3. Warum Etwas ist und nicht Nichts; Der Ursprung des Seienden***

#### **Vorbereitung: Der Unterschied zwischen Wirklichkeit und Beschreibung**

Der Unterschied zwischen *Objekten der Wirklichkeit* und *Objekten einer Beschreibung der Wirklichkeit* ist ebenso trivial wie fundamental:

Alles, was *existiert*, übt *Wirkungen* aus. Alltagssprachlich ausgedrückt: es hat Eigenschaften, physikalisch ausgedrückt: es interagiert mit anderem Existierendem. Das Charakteristikum von *wirklich existierenden Objekten* ist also, dass sie das, was sie umgibt, *verändern*. Man könnte sagen: sie sind *von selbst* bzw. *aus sich heraus* **aktiv**.

Im Gegensatz dazu üben *gedachte Objekte* – gleichgültig, ob es sich um Elemente eines sprachlichen oder mathematischen Systems handelt – *keine Wirkungen* aus. Ihre Wirkungen sind bloß *vorgestellt*. Nur wenn durch irgendjemanden über sie verfügt wird, können sie Teil eines Prozesses, d.h. einer Schlussfolgerung oder Berechnung werden. *Von selbst* bzw. *aus sich heraus* sind sie **passiv**.

Wirkungen müssen *von irgendetwas* ausgehen. Bei existierenden Objekten muss es also einen *Träger* der Eigenschaften geben.

Ich erinnere an das Beispiel, das schon im ersten Teil der Illustration dieses Sachverhalts diente: Wasserwellen. Offensichtlich sind sie Wellen *des Wassers* – und es wäre höchst sonderbar, zu behaupten, es gäbe überhaupt kein Wasser, und die Wellen seien einfach nur die periodische Umwandlung von kinetischer in potentielle Energie und umgekehrt.

Oder ein anderes Beispiel: die Grinse-Katze aus *Alice im Wunderland*: Sie verschwindet, und nur ihr Grinsen bleibt zurück. Lewis Carroll treibt hier ein absurd-unterhaltsames Spiel mit der Gewissheit, dass es kein Grinsen ohne Katze gibt; er ignoriert die Notwendigkeit, dass da *etwas* sein muss, *was* grinst.

Genau dasselbe gilt auch im Fall von Lichtwellen. Wer behauptet, Lichtwellen *seien* die periodische Umwandlung von elektrischem und magnetischem Feld, treibt dasselbe Spiel wie Carroll: Ebenso wie das Grinsen die *Katze* voraussetzt und kinetische und potentielle Energie die *Wasserteilchen*, setzt auch das elektrische und magnetische Feld einen *Träger* voraus. Dieser kann nicht einfach durch die Wirkung, die von ihm ausgeht, ersetzt werden.

Auf Seiten der Beschreibung gibt es dieses Problem allerdings nicht: Es ist natürlich zulässig, Wasserwellen als periodische Umwandlung der beiden Energieformen zu beschreiben, und es ist völlig korrekt, Licht als Schwingung des elektrischen und magnetischen Feldvektors darzustellen, und schließlich ist es auch kein Problem, nur das Grinsen *ohne* die Katze zu zeichnen und seine Wirkung auf Alice zu schildern – und ich meine das nicht als Witz: es ist tatsächlich immer derselbe Sachverhalt, in dem sich auf die immer gleiche Weise der Unterschied zwischen Wirklichkeit und Beschreibung offenbart.

Dieser Unterschied lässt sich auf folgende Weise begrifflich bestimmen:

*Wirklich existierende Objekte* bestehen immer aus *Substanz und Akzidenzien*.

Der Begriff *Substanz* steht hier also für genau dasjenige, was die Antwort auf die Fragen "Was ist der Träger der Eigenschaften?" oder "Wovon gehen die Wirkungen aus?" darstellt. Er wird daher erst im Lauf des folgenden Gedankengangs – und weiterer, später folgender Gedankengänge – seine volle Bedeutung erhalten. Dasselbe gilt für den Begriff *Akzidens*; hier bedeutet er einfach *Eigenschaft*.

*Objekte eines Beschreibungssystems* bestehen dagegen *ausschließlich* aus *Akzidenzien*.

Betrachten wir ein mathematisches Objekt: Es besteht ausschließlich aus seiner Definition, d.h. aus seinen Eigenschaften. Ein mathematisches Objekt existiert nur *als* seine Definition, ohne diese existiert es *nicht*. Seine Bezeichnung ist bloß die "Abkürzung" seiner Definition, der "Platzhalter" seiner Eigenschaften. Es gibt jedoch keinen *Träger* der Eigenschaften. Z.B. bestehen natürliche Zahlen nur aus den Peano-Axiomen, durch die sie definiert sind. Jede Operation mit natürlichen Zahlen bezieht sich auf diese Definition. Wird sie entfernt, bleiben nicht etwa Objekte ohne Definition übrig, sondern nichts.

Anders ausgedrückt: Mathematik ist nur Struktur, Wirklichkeit ist Struktur *und* Substanz.

Zur Illustration: Der Ausdruck *Elektron* kann ein mathematisches Objekt bezeichnen oder auch dasjenige Objekt der Wirklichkeit, das durch dieses mathematische Objekt repräsentiert wird. Die beiden Objekte als ein und dasselbe Objekt aufzufassen heißt, Mathematik und Wirklichkeit gleichzusetzen. Die Wirklichkeit wird dadurch ihrer Substanz beraubt. Die maximal erreichbare Übereinstimmung von Beschreibung und Wirklichkeit ist eben nicht *Identität*, sondern *Isomorphismus* – und dieser betrifft nur die Akzidenzien.

## Die Frage nach dem Ursprung

Nun sind die Vorbereitungen dafür getroffen, die entscheidende Frage zu stellen: jene Frage, die aus dem Bereich des Seienden direkt auf die fundamentale Ebene der Wirklichkeit zurück führt – zum *Ursprung alles Seienden*. Sie lautet:

*Was ist der Träger der Eigenschaften?*

Solange das betrachtete Objekt *zusammengesetzt* ist, also ein komplexes Aggregat aus einfacheren Bestandteilen, kann eine *reduktionistische* Antwort gegeben werden.

Was ist aber im Fall eines Objekts, das nicht weiter reduzierbar (zerlegbar) ist? *Was ist das, wovon* seine Wirkungen ausgehen?

Der Träger der Objekteigenschaften ist als dasjenige definiert, *von dem* die Wirkungen ausgehen, mit anderen Worten: als dasjenige, was das Objekt *ohne* die Akzidenzien ist, oder nochmals anders gesagt: als dasjenige, was übrigbleibt, wenn gedanklich *alle* Eigenschaften bzw. Wechselwirkungen entfernt werden. Das Vorhandensein von Eigenschaften ist jedoch eine *notwendige* Voraussetzung dafür, dass einem Objekt Existenz zuerkannt werden kann: etwas, was mit nichts anderem wechselwirkt, existiert nicht. Somit erfüllt der Träger der Objekteigenschaften nicht das Kriterium für Existenz.

Halten wir also *erstens* fest:

*Der Träger der Objekteigenschaften existiert nicht.*

Andererseits gilt:

Von einem mathematischen Objekt gehen, wie oben festgestellt, *keine* Wirkungen aus; aus sich selbst heraus entfaltet es keine Aktivität. Deshalb bleibt von einem mathematischen Objekt tatsächlich *Nichts* (bzw. bloß ein leerer Begriff, bzw. ein Name) übrig, wenn die Eigenschaften entfernt werden.

Von einem *wirklich existierenden* Objekt aber gehen Wirkungen aus, und deshalb kann von einem existierenden Objekt nicht Nichts übrig bleiben, wenn seine Eigenschaften entfernt werden; Etwas, wovon Wirkungen ausgehen, kann nicht einfach *nicht existieren*, denn von etwas, was nicht existiert, können keine Wirkungen ausgehen; *Nichts* kann nicht Träger von Eigenschaften sein.

Halten wir also *zweitens* fest:

*Der Träger der Objekteigenschaften existiert auch nicht nicht.*

Es gilt also: ***Der Träger der Objekteigenschaften existiert weder, noch existiert er nicht.***

Das, *wovon* die Wirkungen eines Objekts ausgehen, ist *eigenschaftslos*, also *ununterscheidbar*; d.h. für alle Objekte gleich. Daher können wir es als *Voraussetzung alles Seienden* und – da es sich hier nicht um eine bloß *logische*, sondern um eine *ontologische* Voraussetzung<sup>2</sup> handelt – zugleich als ***Ursprung alles Seienden*** auffassen, und es gilt somit:

**Der Ursprung alles Seienden existiert weder, noch existiert er nicht. Er ist weder Etwas noch Nichts.**

Alles Seiende kann *sein* oder *nicht sein*. Für den *Ursprung des Seienden*, der selbst kein Seiendes mehr ist, besteht diese Alternative nicht. Es gibt aber hinter der Alternative *Sein oder Nicht-Sein* bzw. *Etwas oder Nichts* keine weitere Alternative. Daher ist das, was nicht in der Alternative *Sein* oder *Nicht-Sein* steht, ***notwendig***.

Das bedeutet: **Der Ursprung des Seienden ist notwendig, und mit ihm zugleich das daraus Hervorgehende, also das Seiende.**

Denn wäre Nichts, dann würde auch der *Ursprung des Seienden* **nicht existieren**, und das wurde zuvor ausgeschlossen.<sup>3</sup>

**Dies ist die Antwort auf die erste aller Fragen, auf die Frage also: *Warum ist Etwas und nicht Nichts?***

---

<sup>2</sup> Was einem Objekt "logisch vorausgesetzt" ist, stellt eine Bedingung seiner Existenz dar, was ihm aber "ontologisch vorausgesetzt" ist, aus dem ist es *tatsächlich hervorgegangen*. In der Wirklichkeit ist das jeweils Einfachere, aus dem ein Objekt gebildet ist, immer die ontologische Voraussetzung dieses Objekts.

<sup>3</sup> Würde es sich hier einfach um einen logischen Schluss der üblichen Art handeln, dann könnte der Widerspruch dennoch durch die Annahme beseitigt werden, dass der *Ursprung des Seienden* nicht existiert: wenn ein widersprüchliches Objekt verschwindet, dann verschwinden zugleich die mit ihm verknüpften Widersprüche. Im Fall des *Ursprungs des Seienden* – der kein Objekt ist! – ist diese Schlussfolgerung jedoch ontologisch unzulässig. Folgendermaßen:

Sei A die Annahme, dass überhaupt nichts existiert. Sei B die Annahme, dass der ontologische Status des *Ursprungs des Seienden* Nicht-Existenz ist. Dann sind A und B identisch. Da aber B ontologisch falsch ist, muss auch A ontologisch falsch sein.

## Erläuterungen, Ergänzungen

Wirklich existierende Dinge sind immer *aktiv*, gedachte bzw. beschriebene Dinge sind dagegen *passiv*.

Wirkliche Dinge bestehen daher aus Substanz *und* Akzidenzien, beschriebene Dinge *nur* aus Akzidenzien. In der Beschreibung kann zwar die *Art der Aktivität* eines Objekts durch dessen Eigenschaften wiedergegeben werden, aber die *Aktivität selbst* fehlt.

Da nur die wirklichen Dinge Substanz haben, muss ihre Aktivität von der Substanz ausgehen; Substanz muss dasjenige sein, was das wirklich existierende Ding *aktiv* macht.

*Aktivität* kann allerdings nicht selbst ein Akzidens sein. Ich nenne *Aktivität* deshalb *metaphysische Qualität*.

Am wirklich existierenden Seienden ist die Substanz also nicht nur die Voraussetzung seiner Existenz, sondern zugleich dasjenige, wovon die *Aktivität* des Seienden ausgeht, dasjenige, was die jeweiligen Akzidenzien antreibt.

Halten wir fest:

*Substanz* ist der *Ursprung alles Seienden*. Sie ist *notwendig*, und sie ist *Aktivität*.

*An sich* ist der *Ursprung alles Seienden* nur Substanz – er zerfällt nicht in Substanz und Akzidens. Da wir die Substanz allein nicht denken können, kann der *Ursprung alles Seienden* – so, wie er *an sich* ist – nicht gedacht werden.

Wenn man dennoch versucht, ihn gedanklich zu erfassen, dann gerät man über die Grenze des Denkens hinaus und kommt zu Widersprüchen. Diese Widersprüche sind unvermeidlich und beweisen dadurch, dass zwischen der Wirklichkeit und unserem Denken eine unüberwindliche Differenz besteht. Allerdings ist diese Differenz begrifflich bestimmbar, und das ermöglicht es, daraus Schlüsse zu ziehen. Der erste Schluss war, dass der *Ursprung alles Seienden* weder existiert noch nicht existiert und deshalb notwendig ist. Der zweite Schluss war, dass er *Aktivität* ist. Weitere Schlüsse werden folgen.

Was ist der *Ursprung des Seienden für uns*? Da wir nur im Schema von Substanz und Akzidens denken können, muss auch der *Ursprung des Seienden* so gedacht werden. Wir müssen ihm also seine metaphysische Qualität Aktivität *als Akzidens* zuordnen, d.h. ihn als *etwas, was* aktiv ist, auffassen. Da er *an sich* jedoch *untrennbar* mit Aktivität verbunden ist – Aktivität also ein essenzieller Teil seines

ontologischen Status ist –, scheint er zu verschwinden, wenn sie von ihm getrennt wird. *Für uns* erscheint er daher zunächst als *Aktivität von Nichts* – wobei aber zugleich klar ist, dass das, was uns hier als Nichts entgegentritt, nicht einfach dem rein begrifflichen Nichts gleichgesetzt werden kann, denn es wäre unsinnig, dem rein begrifflichen Nichts Aktivität zuzuschreiben. Ich werde es daher mit AGENS bezeichnen. AGENS ist also das, was verschwindet, wenn man versucht, es zu denken, von dem man aber zugleich weiß, dass es nicht Nichts sein kann.

Alle diese Schlussfolgerungen wirken deshalb zunächst befremdlich, weil sie eine *a priori* gegebene Voraussetzung unseres Denkens auf einen Widerspruch führen. Wenn aus bestimmten Voraussetzungen Widersprüche folgen, bedeutet das üblicher Weise, dass in den Voraussetzungen ein Fehler ist; Hier ist es aber eine apriorische Denkstruktur, die sich als falsch erweist – das Denken hebt sich also gewissermaßen selbst auf. Es handelt sich also nicht bloß um einen logischen Widerspruch, sondern um eine Grenze des Denkens. Aus dem Widerspruch kann dennoch gefolgert werden, was *nicht* der Fall ist, hier also: was der Ursprung alles Seienden *nicht* ist, und daraus ergibt sich *Notwendigkeit* als sein ontologischer Status.

Um den Sachverhalt ein wenig vertrauter zu machen, werde ich nun versuchen, ihn in leicht veränderter Form nochmals kurz darzustellen.

*Für uns* ist es unmöglich, *Existenz* anders zu denken als bestehend aus Substanz und Akzidenzien. Das Denken beruht auf Erfahrungen an wahrnehmbaren Objekten. Deshalb erscheint das Substanz-Akzidens-Schema im Fall eines wahrnehmbaren Objekts selbstverständlich: als Antwort auf die Frage: "Wovon gehen die Wirkungen aus?" scheint der *Verweis* auf das Objekt zu genügen. Versucht man aber, das Schema bis an seine Grenze zu verfolgen, dann erkennt man, dass der Begriff "Substanz" – so, wie er hier definiert worden ist: als dasjenige, was Träger von Eigenschaften ist – nicht widerspruchsfrei gedacht werden kann.

Denn *einerseits* gilt: Folgt man vorbehaltlos der *a priori* gegebenen logischen Struktur des begrifflichen Denkens, dann bewegt man sich ausschließlich im Bereich der Akzidenzien; Die Tatsache der *Existenz* des Gedachten ist dann verschwunden, oder sagen wir besser: sie wird vorausgesetzt. Das Entfernen von Eigenschaften bedeutet einfach das Fortschreiten zum Allgemeinen hin, und das Entfernen *aller* Eigenschaften führt dann zum *Allgemeinsten*, dem Begriff des bloßen Seins. Dieser aber ist völlig *leer*, somit ungeeignet, den Träger von Eigenschaften zu bezeichnen. Man erhält also – so wie das im Bereich der Mathematik der Fall ist – als Antwort *Nichts*, und das muss auch so sein, denn Mathematik ist ja nichts anderes als die Entfaltung unseres Denkens gemäß seinen eigenen Regeln.

Wird nun aber *andererseits* die Tatsache der Existenz berücksichtigt, dann ist zugleich klar, dass diese Antwort nicht richtig sein kann, denn, wie zuvor gesagt: von *Nichts* kann keine Wirkung ausgehen.



Also gelangt man zu einem Widerspruch, wenn man versucht, den Ursprung des Seienden zu denken. Da die Wirklichkeit selbst jedoch widerspruchsfrei sein muss, bedeutet das Auftreten dieses Widerspruchs, dass es eine grundsätzliche, unüberwindliche Grenze unseres Denkens gibt.

Dieser Widerspruch kann aber genutzt werden: Gerade deshalb, weil der Ursprung des Seienden von uns nicht so gedacht werden kann, wie er *an sich* ist, wissen wir etwas über ihn – eben genau dies, dass er nicht in Substanz und Akzidens zerfällt, woraus wiederum folgt, dass er weder existiert noch nicht existiert und deshalb notwendig ist.

Das Schema von *Substanz* und *Akzidens* hat seine Entsprechung in der *Subjekt-Prädikat-Struktur* möglicher Aussagen über Seiendes: Da ist immer ein Subjekt, *über das* etwas ausgesagt wird, das etwas tut oder erleidet. In der Struktur der Sprache widerspiegelt sich also die Zweiteilung dessen, was Seiendes *für uns* ist: in das, wovon die Wirkungen ausgehen und die Wirkungen selbst. *Für uns* ist diese Getrenntheit *unaufhebbar* – und doch erkennen wir zugleich, dass sie *unmöglich* ist.

Man kann sich natürlich fragen, ob dem Gedankengang, der in diesem Abschnitt durchgeführt wurde, überhaupt etwas Wirkliches entspricht. Dafür lassen sich mehrere Gründe anführen:

1. Wenn der Gedankengang nichts Wirkliches träge, dann bliebe man im Kreis des Seienden gefangen. Dieser Fall wurde im vorigen Abschnitt diskutiert: Er führt zur Annahme elementarer Entitäten, was wiederum gleichbedeutend ist mit der Annahme eines *unbedingten Seienden*, d.h. mit dem Verzicht auf jede Erklärung dieses Seienden. Der hier vorgestellte Gedankengang stellt den einzigen Ausweg dar.

2. Ohne diesen Gedankengang wäre man wieder der Frage ausgeliefert, *warum Etwas ist und nicht Nichts*. Die Vorstellung, eine solche Alternative bestünde tatsächlich, ist jedoch schlichtweg absurd. Blicke die Frage unbeantwortet, wäre das ein Skandal des vernünftigen Denkens; Dadurch würde das grundlegende Prinzip der *Vollständigkeit* der Wirklichkeit verletzt. Die einzige Möglichkeit einer Antwort besteht aber gerade darin, aus der Alternative *Sein oder Nicht-Sein* hervorzutreten; Denn alles Seiende ist *bedingt*, und nur, was weder ist noch nicht ist, ist *unbedingt*.

3. Von entscheidender Bedeutung ist jedenfalls, ob es gelingt, zu zeigen, *wie* man vom Ursprung des Seienden zum Seienden selbst gelangt – ob also dieser Entstehungsprozess nachvollzogen und formalisiert werden kann –, und in welchem Maß Seiendes daraus abgeleitet werden kann. Die Frage ist also, ob von hier aus ein Weg zur Physik führt und, falls ja, welchen Vorteil dieser neue Zugang hätte.

Das wird sich im Folgenden erweisen.

## Minimale positive Metaphysik

Wenn man auf dem Weg fortschreitender Abstraktion, auf der "via abstractionis", zum Wesen der Dinge vordringen will, wie dies in der Philosophie seit Plato und Aristoteles immer wieder versucht worden ist, dann kommt man über immer höhere Stufen der Allgemeinheit zuletzt mit vollkommen leeren Händen beim Allgemeinsten an.

Man kann dieses Allgemeinste dann zwar benennen, es also etwa als "Gott" oder als das "Absolute" oder als "reines Sein" bezeichnen, aber tatsächlich ist sein Begriff völlig leer, und es kann über ihn nichts gesagt werden. Nicht zuletzt ist es diese Einsicht, die zu der allgemeinen Überzeugung geführt hat, dass Metaphysik unmöglich ist.

Wenn man jedoch nicht diesen Weg zum *Allgemeinsten* hin beschreitet – der zum Bereich des Denkens und der Beschreibungen gehört – sondern den Weg zum *Elementaren* hin – der im Bereich der wirklich existierenden Objekte liegt – indem man einfach immer weiter fragt, woraus die Dinge eigentlich bestehen, solange, bis man bei etwas Unzerlegbarem angelangt ist, dann zeigt sich, dass der Begriff dessen, woraus dieses Unzerlegbare besteht, nicht leer ist wie der Begriff jenes Allgemeinsten, sondern dass die folgenden logischen und ontologischen Schlüsse möglich sind:

Zunächst ist sofort erkennbar, dass das, woraus die Dinge *letztlich* bestehen, die *Substanz*, nicht etwas sein kann, was *existiert*: Existenz ist immer Substanz *und* Akzidens; Die Erde übt *immer* Gravitation aus, es gibt sie nur *mit* Gravitation, ohne Gravitation existiert sie nicht. Substanz allein existiert nicht, Akzidens allein existiert nicht. Im Begriff der Existenz sind beide untrennbar miteinander verknüpft.

Man muss also für eine Antwort auf die Frage, was die Substanz ist, den Bereich des Existierenden und damit zugleich den Raum des Denkbaren verlassen und gelangt dadurch zu der Einsicht, dass es sich bei demjenigen, woraus alles besteht, um etwas handeln muss, dessen *ontologischer Status* weder Existenz noch Nicht-Existenz ist, sondern *Notwendigkeit*.

Des Weiteren erweist es sich als zwingend, diesem Notwendigen *Aktivität* zuzuschreiben, da wirkliche Dinge, im Gegensatz zu gedachten Dingen, *aktiv* sind, und diese Aktivität nur von genau demjenigen stammen kann, woraus die wirklichen Dinge bestehen – im Gegensatz zu den gedachten Dingen, die tatsächlich aus nichts bestehen.

Ich wiederhole diese Schlussfolgerungen hier deshalb, weil dadurch klar wird, worin der Unterschied zwischen der hier präsentierten Metaphysik und den bisherigen (erfolglosen) Versuchen zur Ableitung positiver (d.h. konkreter inhaltlicher) metaphysischer Aussagen liegt.

Dasjenige, zu dem man durch beständiges Fragen danach, woraus die Dinge bestehen, gelangt – die Substanz –, ist der *Ursprung des Seienden*. Er kann als das, was er "ist", nicht gedacht werden.

Insofern wird die Behauptung der Unmöglichkeit "positiver" Metaphysik also bestätigt.

Zugleich wird sie aber auch durch folgende Einsicht widerlegt:

Der *Ursprung des Seienden* kann nicht einfach *nichts* sein, da die Dinge – eben weil sie *aktiv* sind – nicht aus nichts bestehen *können*, weil nichts nicht aktiv sein kann, und daraus ergibt sich, dass zwar *er selbst* nicht gedacht werden kann, dass jedoch *über ihn* etwas ausgesagt werden kann, und zwar genau diese beiden Schlussfolgerungen:

Der *Ursprung des Seienden* ist **notwendig**, und er ist **aktiv**.

Somit gelangt man auf diesem Weg doch zu einer positiven Metaphysik, und es wird sich herausstellen, dass es genau diese "minimale" Metaphysik ist, die die Physik zur Begründung ihrer Propositionen benötigt.

In den folgenden Abschnitten dieses Kapitels wird gezeigt, dass diese beiden Aussagen notwendige und hinreichende Bedingungen sind, um daraus ein Gesetz abzuleiten, das die Basis des Universums darstellt – eines Universums, das sich selbst in Wellen und Flüssen organisiert. In den weiteren Kapiteln des zweiten Teils wird bewiesen, dass sich aus diesem Gesetz einige der wichtigsten physikalischen Theorien und Hypothesen ableiten lassen, und zwar auf eine Weise, die in allen Fällen den zugrunde liegenden Mechanismus einsichtig macht.

Der *Ursprung des Seienden*, verstanden als dasjenige, was *notwendig* und *aktiv* ist, ist also genau jenes "Prinzip von so allgemeiner Gültigkeit und zugleich von so bedeutsamem Inhalt, dass es [der exakten Wissenschaft] als ausreichende Unterlage dienen kann".<sup>4</sup>

Die hier abgeleitete "minimale positive Metaphysik" bildet das notwendige ontologische Fundament der Physik, in dem Sinn, dass alle "Warum-" und "Was-ist-" Fragen darauf zurückgeführt werden können. Solange ein solches Fundament fehlt, müssen alle diese Fragen unbeantwortet bleiben – und genau das war bisher der Fall. Physik ohne Metaphysik ist unvollständig und bietet durch diese Unvollständigkeit fortwährend Anlass zu fruchtlosen Spekulationen.

---

<sup>4</sup> Max Planck: Sinn und Grenzen der exakten Wissenschaft, Vortrag gehalten im November 1941; Leipzig 1947, Johann Ambrosius Barth Verlag, zweite verbesserte Auflage, Seite 4.

## Der Zusammenhang mit dem ersten Teil

Am Ende des ersten Teils war zu lesen:

*"Das Universum ist einem schwingenden Körper vergleichbar, der sich in Wellenmustern selbst organisiert.*

Es ist aber bloß eine Analogie, und sie wird im nun folgenden Teil einer abstrakteren Vorstellung weichen."

Diese "abstraktere Vorstellung" ist nun bestimmt worden: Es ist kein *Körper*, der sich selbst organisiert, sondern *das, was selbst weder ist noch nicht ist, der Ursprung alles Seienden*.

### ***1.4. Was ist das, was ist? – Der erste Satz; Die erste Gleichung***

Damit das bisher Abgeleitete als Basis für eine Beschreibung der Wirklichkeit dienen kann, muss das, was vom *Ursprung alles Seienden* bekannt ist, in die Form eines Satzes gebracht werden.

Ausgangspunkt ist, was der Ursprung des Seienden *für uns* ist. Das ist zuvor ermittelt worden:

*Für uns* ist der Ursprung des Seienden *Aktivität von AGENS*.

(Dabei ist allerdings zu beachten, dass durch diesen Akt der Objektivierung die Differenz zum *An-sich-Sein* des Ursprungs des Seienden *nicht* aufgehoben wird: *an sich* zerfällt er nicht in *Substanz und Akzidens*. Mehr über diese unaufhebbare Differenz und ihre Konsequenzen folgt im dritten Teil.)

*Aktivität* bedeutet *Veränderung*: würde sich nicht irgendetwas ändern, wäre es unsinnig, von *Aktivität* zu sprechen.

Damit sind wir zu unserem ersten Subjekt und ersten Prädikat gelangt:

Das *erste Subjekt* ist AGENS. Das *erste Prädikat* ist *Veränderung*.

*Was* ändert sich? Da wir uns in unserem Gedankengang noch *vor* jeder Existenz befinden – wir haben zwar den Ursprung des Seienden *für uns* in die Form eines Existierenden gebracht, aber *an sich* gilt ja,

dass er weder existiert noch nicht existiert –, kann es sich nur um eine Änderung von AGENS an ihm selbst handeln.

Wir beginnen also mit einer Veränderung von AGENS an ihm selbst. Blicke diese Veränderung ohne Folge, dann wäre aber das Prädikat verschwunden, und es wäre dann wieder einfach *Nichts* – im Widerspruch zur Notwendigkeit des Ursprungs des Seienden. Aus der Veränderung muss also etwas folgen, und diese Folge muss wieder eine Veränderung von AGENS an ihm selbst sein.

Der *erste Satz* lautet daher zunächst:

Aus einer Veränderung folgt eine andere Veränderung.

Aber nur dann, wenn auch das Umgekehrte gilt, entsteht die unaufhörliche Kette von Veränderungen, die notwendig ist, um zu verhindern, dass wiederum Nichts wäre. Daraus folgt:

Eine Veränderung ist gleich einer anderen Veränderung.

Der nächste Schritt ist nun, diesen Satz in eine mathematische Form zu bringen. Es erscheint naheliegend, die *Veränderungen* durch *Differenzialquotienten* auszudrücken.<sup>5</sup>

Der *einfachste* mathematische Ausdruck für den ersten Satz wäre demnach

$$\boxed{\frac{d\sigma}{dA} = \pm \frac{d\zeta}{dB}} \quad (0)$$

wobei über die Art der Veränderungen zunächst nichts gesagt ist. Auch der Raum, der für die Aufstellung von Gleichung (0) erforderlich ist, wird zunächst nicht festgelegt. Es genügt, zu fordern, dass er die Operationen ermöglicht, die im Folgenden jeweils durchgeführt werden müssen.

Warum ist hier nur der einfachste mathematische Ausdruck zulässig?

Weil wir versuchen, die Notwendigkeit des Ursprungs des Seienden *an sich* in die Form zu bringen, die sie *für uns* annehmen muss. Deshalb darf der fundamentale Satz bzw. die fundamentale Gleichung nur das enthalten, was notwendig ist – in dem Sinn, dass ohne es Nichts wäre, was wir zuvor

---

<sup>5</sup> Eine genauere Ableitung der ersten Gleichung – mit ausführlicheren Begründungen der einzelnen Schritte – findet sich am Anfang des dritten Teils.

ausgeschlossen haben. Notwendig ist aber nur die einfachste Form der Gleichung; jede weitere Hinzufügung könnte nicht gerechtfertigt werden.

Wie sind die in Gleichung (0) auftretenden Variablen aufzufassen? Um welche Veränderungen handelt es sich?

Da nicht Nichts ist, können wir uns auf alles stützen, was eine notwendige Voraussetzung für *Existenz* darstellt (denn das Fehlen einer solchen Voraussetzung hätte eben zur Folge, dass Nichts wäre).

Existenz benötigt jedenfalls *Ausdehnung*. (*Keine* Ausdehnung wäre gleichbedeutend mit *Nichtexistenz*. Gleichung (0) könnte dann gar nicht aufgestellt werden.)

Somit können die Differenziale im Nenner als *Längendifferenziale* aufgefasst werden.

$$\text{Also} \quad \frac{d\sigma}{dr} = \pm \frac{d\zeta}{ds} \quad (0')$$

– wobei r und s die Dimension einer Länge haben.  $\sigma$  und  $\zeta$  sind dimensionslos.

Eine weitere notwendige Voraussetzung von Existenz ist *Bewegung*. Ohne Bewegung würde alles gleich bleiben und es würde daher nichts existieren.

Die Frage ist also: Wie kann Gleichung (0') in eine dynamische Gleichung umgeformt werden? Am *einfachsten* auf folgende Weise:

Wir setzen  $\zeta = v/c$  und  $s = ct$ , wobei v und c die Dimension einer Geschwindigkeit haben; v ist die Variable, c ist eine Konstante.

$$\text{Das ergibt} \quad \frac{d\sigma}{dr} = \pm \frac{d\frac{v}{c}}{d(ct)} \quad (0'')$$

und schließlich

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

Dies ist also **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. (Die Interpretation von  $\sigma$  folgt gleich anschließend.)

Was bewegt sich eigentlich mit der Geschwindigkeit  $v$ ? AGENS.  $v$  ist der Fluss von AGENS.

Damit ist die Frage beantwortet, was Seiendes ist:

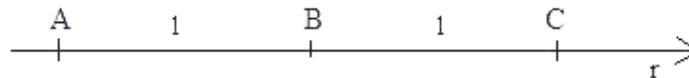
**Alles, was existiert, ist ein Muster aus Veränderungen des Flusses von AGENS.**<sup>6</sup>

Der leere Begriff AGENS hat sich nun allerdings dadurch, dass er mit einer Eigenschaft ausgestattet worden ist – und durch die Schlussfolgerungen, die sich daraus ergeben haben – in ein *Raum-Zeit-Kontinuum* verwandelt. Oder, um es genauer zu sagen: Der *Ursprung alles Seienden* ist durch den Akt, mit dem wir ihn *für uns* denkbar gemacht haben, zu einem Kontinuum geworden, dessen Gesetz durch Gleichung (1) beschrieben wird.

Mit Gleichung (1) ist auch die erste *Naturkonstante* erschienen: die Geschwindigkeit  $c$ ;  $c^2$  ist die Proportionalitätskonstante in der Beziehung zwischen der Änderung von  $\sigma$  und der Änderung von  $v$ . Es ist aber klar, dass hier die Größe von  $c$  *frei wählbar* ist und nicht etwa begründet werden muss, weil ja der Prozess, der die Wirklichkeit *erzeugt*,  $c$  enthält, mit anderen Worten: weil die Wirklichkeit aus  $c$  abgeleitet ist und nicht umgekehrt. Wie ja schon die Wahl des Buchstabens anzeigt, werden wir  $c$  mit der Lichtgeschwindigkeit identifizieren.

Nun zur Interpretation von  $\sigma$ . Ich nenne  $\sigma$  *metrische Dichte*. Was damit gemeint ist, soll zunächst an einem Beispiel demonstriert werden.

Fassen wir  $r$  als eindimensionales Kontinuum auf. Seien A, B und C drei Punkte dieses Kontinuums; die Abstände zwischen A und B sowie zwischen B und C seien gleich 1.



(S1)

---

<sup>6</sup> Für komplexere Formen des Seienden gilt dies allerdings nur dann *als Definition*, wenn ihre Akzidenzien *reduzierbar* sind. Genaueres über diese Einschränkung folgt im dritten Teil.

Hier ist  $\sigma$  konstant. Nun ändern wir die Verhältnisse folgendermaßen:



(S2)

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*  $\sigma$  ist zwischen B und C größer als zwischen A und B.

Vorläufig genügt diese intuitive Beschreibung von  $\sigma$ . Die exakte Definition folgt weiter unten, bei der Darstellung der Gravitation.

Was ergibt sich in (S2) für B? Nach (1) entsteht ein Kontinuumsfluss, den ich ***metrischen Fluss*** nenne, d.h. B erfährt eine Beschleunigung, für die – wegen der Möglichkeit des positiven und negativen Vorzeichens in (1) – nur noch die Richtung offen ist. Wir werden uns zunächst von der Vorstellung leiten lassen, dass B zurück zum Mittelpunkt von AC beschleunigt wird. (Der andere Fall wird sich später von selbst ergeben.) Das bedeutet, dass in (1) das negative Vorzeichen zu wählen ist, also

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

Zu beachten ist der Unterschied zwischen der metrischen Dichte  $\sigma$  und der "normalen" Dichte  $\rho$ : Im Fall von  $\rho$  gibt es einen festen Wert  $\rho_0$ , derart, dass die Größe der Beschleunigung von der Größe der Abweichung von diesem Wert bestimmt wird. Hier existiert also ein *absolutes* Maß,  $\rho$  hat ein *Gedächtnis*. Würde (S2) die Änderung einer normalen Dichte darstellen, dann wäre das Ausmaß dieser Dichteänderung von der Ausgangsdichte abhängig. Um diese Abhängigkeit zu eliminieren, müsste statt (1') gesetzt werden

$$\frac{d\rho}{dr} \frac{1}{\rho} = - \frac{1}{c^2} \frac{dv}{dt}$$

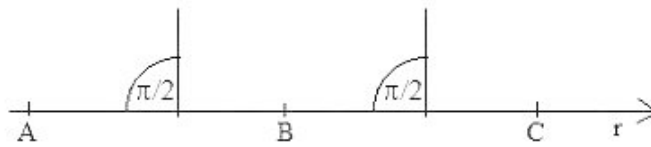


Hingegen kann die metrische Dichte  $\sigma$  keinen solchen Absolutwert besitzen – es wäre unsinnig, einem Kontinuum eine (absolute) Dichte zuzuschreiben. Hier gibt es also kein absolutes Maß, und der Faktor  $1/\sigma$  entfällt.

Halten wir also fest: Das Kontinuum hat *keine Dichte*.  $\sigma$  hat *kein Gedächtnis*.

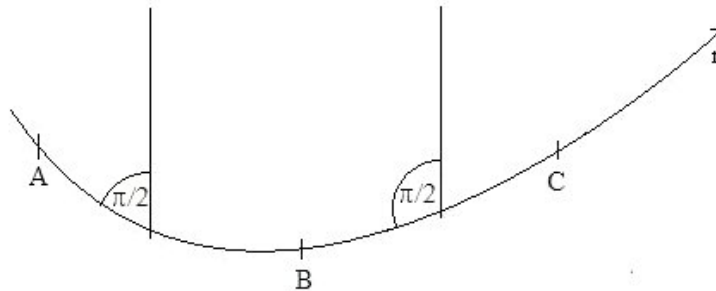
Es gibt keine absolute metrische Dichte, nur Dichterelationen. Daraus folgt wiederum, dass es *keine Größe* gibt, nur Größenrelationen.

Bisher war nur von einer Geschwindigkeitsänderung in Abhängigkeit von der Änderung des *Längenmaßes* die Rede, die durch die Punkte A, B und C in (S1) und (S2) veranschaulicht wurde. Im Fall eines Kontinuums mit mindestens 2 Dimensionen gibt es aber auch Änderungen des *Winkelmaßes*. Betrachten wir zunächst den "unverzerrten" Fall:



(S3)

Der Winkel zwischen der Richtung der Achse  $r$  und der Richtung der zweiten Achse beträgt konstant  $\pi/2$ . Das ist auch in der nächsten Skizze der Fall, aber nun hat sich das Winkelmaß wie folgt geändert:



(S4)

Sei  $\eta$  ein Winkelparameter analog zu  $\sigma$ , d.h. eine *metrische Winkeldichte*. Mit zunehmendem  $r$  nimmt in (S4) diese Winkeldichte offensichtlich ab. Wir lassen uns auch in diesem Fall von der Vorstellung

leiten, dass dadurch B eine Beschleunigung zurück zur Mitte von A und C hin erfährt. Wir erhalten demnach:

$$\boxed{\frac{d\eta}{dr} = - \frac{1}{c^2} \frac{dw}{dt}} \quad (2)$$

wobei  $w$  die Flussgeschwindigkeit *normal* zu  $r$  ist.

In Gleichung (1) hat  $\sigma$  also *zwei Interpretationen*: als metrische Längendichte und als metrische Winkeldichte. Die andere Bezeichnung  $\eta$  wurde nur zur Unterscheidung der beiden Fälle eingeführt. Beide Fälle sind in gleicher Weise fundamental.

### 1.5. Wellen

Die Abhängigkeit von  $\sigma$  und  $v$ , die durch (1') ausgedrückt wird, hat eine umgekehrte Abhängigkeit zur Folge.

In der Skizze nimmt  $v$  in Flussrichtung ab: im Längenelement bei P ist also der Zufluss größer als der Abfluss.



(S5)

Wie aus (S5) hervorgeht, gilt

$$\frac{dv}{dr} = - \frac{d\sigma}{dt} \quad (1a)$$

Zum Vergleich die eindimensionale Kontinuitätsgleichung für ein mitfließendes Längenelement:

$$\frac{dv}{dr} = - \frac{d\rho}{dt} \frac{1}{\rho} \quad (\text{hier ist } \frac{d\rho}{dt} \text{ die vollständige Ableitung})$$

Der Vergleich<sup>7</sup> zeigt, dass (1a) im allgemeinen Fall nur dann gilt, wenn  $\frac{d\sigma}{dt}$  als vollständige Ableitung aufgefasst wird. Wir werden aber  $\sigma$  nur partiell nach der Zeit differenzieren. Deshalb müssen wir voraussetzen, dass die Änderung von  $\sigma$  entlang von  $r$  vernachlässigbar ist, so dass das vollständige

Differenzial  $\frac{d\sigma}{dt}$ , das auch eine Abhängigkeit von  $r$  enthält ( $\frac{d\sigma}{dt} = \frac{\partial\sigma}{\partial t} + \frac{\partial\sigma}{\partial r} \frac{dr}{dt}$ ), durch das partielle

Differenzial  $\frac{\partial\sigma}{\partial t}$  ersetzt werden kann.

Wir betrachten also den Fall  $\sigma(r) = \text{konstant}$  und beginnen mit einer lokalen Änderung, gleichgültig ob von  $\sigma$  oder von  $v$ . Der folgende Ablauf wird dann nur durch diesen ersten Anstoß und durch die gegenseitige Abhängigkeit von  $\sigma$  und  $v$  bestimmt (und nicht durch eine schon *vorher* bestehende  $r$ -Abhängigkeit von  $\sigma$ ), also durch die Gleichungen (1') und (1a):

$$\frac{\partial\sigma}{\partial r} = - \frac{1}{c^2} \frac{\partial v}{\partial t} \quad (1')$$

$$\frac{\partial v}{\partial r} = - \frac{\partial\sigma}{\partial t} \quad (1a)$$

Differenzieren von (1') nach  $t$  ergibt  $\frac{\partial^2\sigma}{\partial r \partial t} = - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 v}{\partial t^2}$

Differenzieren von (1a) nach  $r$  ergibt  $\frac{\partial^2 v}{\partial r^2} = - \frac{\partial^2\sigma}{\partial r \partial t}$

---

<sup>7</sup> Auch hier tritt der Faktor  $1/\rho$  wieder deshalb auf, weil die zeitliche Zunahme der Dichte von der Ausgangsdichte abhängt, die sich auf eine absolute Skala bezieht. Im Fall von  $\sigma$  gibt es keine absolute Skala, sondern nur relative Änderungen, also entfällt dieser Faktor.

Daraus folgt 
$$\boxed{\frac{\partial^2 v}{\partial r^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 v}{\partial t^2}} \quad (3)$$

*Wir erhalten also Wellen in  $v$ , deren Geschwindigkeit  $c$  ist.*

Nach demselben Schema ergeben sich Wellen in  $w$ :

Aus der Gleichung 
$$\frac{\partial \eta}{\partial r} = - \frac{1}{c^2} \frac{\partial w}{\partial t} \quad (2)$$

folgt 
$$\frac{\partial w}{\partial r} = - \frac{\partial \eta}{\partial t} \quad (2a)$$

und daraus folgt wiederum die Wellengleichung

$$\boxed{\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}} \quad (4)$$

Aufgrund der Symmetrie der Gleichungen (1') und (1a) bezüglich der Größen  $\sigma$  und  $v$  sowie der Gleichungen (2) und (2a) bezüglich  $\eta$  und  $w$  erhalten wir auf analoge Weise auch *metrische* Wellen:

in  $\sigma$ : 
$$\boxed{\frac{\partial^2 \sigma}{\partial r^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \sigma}{\partial t^2}} \quad (5)$$

und ebenso in  $\eta$ : 
$$\boxed{\frac{\partial^2 \eta}{\partial r^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2}} \quad (6)$$

Es ist anzumerken, dass es sich bei all diesen Wellen um Wellen *im longitudinalen Fluss* handelt. Für die Wellen in  $\sigma$  und  $v$  ist dies selbstverständlich, da Gleichung (1a) nur für ein mitfließendes Längenelement gilt.

Falls bei den Gleichungen (2) und (2a) – die den transversalen Fluss  $w$  enthalten – ein longitudinaler Fluss in  $r$ -Richtung existiert, gelten die durch diese beiden Gleichungen beschriebenen Zusammenhänge, zu denen auch die Wellen in  $\eta$  und  $w$  gehören, für ein mit diesem Fluss mitbewegtes System.

## **Was sind diese Wellen?**

Es erhebt sich die Frage, in welcher Beziehung diese verschiedenen Wellen zur Standardphysik stehen.

Da wir  $c$  mit der Lichtgeschwindigkeit identifizieren, haben alle Wellen Lichtgeschwindigkeit. Somit müssen mit *elektromagnetischen Wellen* und/oder *Gravitationswellen* in Beziehung stehen.

Vorläufig ist dieser Zusammenhang aber nicht ersichtlich.

## **1.6. Bemerkungen**

### **Kurzwiederholung**

Zunächst eine kurze Skizze des bisherigen Gedankengangs.

Seiendes wird nicht auf elementare Objekte zurückgeführt, sondern auf *das, was weder existiert noch nicht existiert* und was deshalb *notwendig* ist.

Dieses ist der *Ursprung des Seienden*. Er ist untrennbar mit *Veränderung* verknüpft. Um ihn *als Begriff* verfügbar zu machen, muss ihm Veränderung *als Eigenschaft* zugeschrieben werden. Als *das, was sich verändert*, wird er zum Grundbegriff der Beschreibung alles Seienden.

*Veränderung* kann auf Basis der notwendigen Voraussetzungen von Existenz konkretisiert werden, d.h. die Größen, die sich ändern, können bestimmt werden. Das führt zum ersten physikalischen Gesetz (1).

In diesem Gesetz werden *Längen- oder Winkelmaß* und *Bewegung* zueinander in Beziehung gesetzt, derart, dass eine Änderung des Maßes zu einer Änderung der Bewegung führt und umgekehrt.

Das differenzielle Gesetz (1) webt ein Kontinuum aus Flüssen und Wellen. Aus dem differenziellen Maß wird die *Metrik*, und aus der lokalen differenziellen Bewegungsänderung wird der *metrische Fluss*. Im Fluss gibt es *metrische Wellen*.

Wir sind also mit den wenigen bisher zurückgelegten Schritten zur Vorstellung eines Universums gelangt, das sich in Form von metrischen Flüssen und Wellen selbst organisiert.

## Relativität

Gleichung (1) ist zwar nicht im üblichen Sinn relativistisch, sie ist aber als Basis für die spezielle Relativität geeignet, da sie bloß die zeitliche Änderung der Geschwindigkeit  $v$  enthält. Die absolute Größe von  $v$  ist also gleichgültig.

Geht man von Gleichung (0') aus

$$\frac{d\sigma}{dr} = \pm \frac{d\zeta}{ds}$$

und ersetzt  $s$  durch  $ct$ , dann erhält man

$$\frac{d\sigma}{dr} = \pm \frac{d\zeta}{d(ct)}$$

$\sigma$  wurde als metrische Dichte interpretiert. Das bedeutet, dass in dieser Gleichung zwei metrische Dichten zueinander in Beziehung gesetzt werden: eine *räumliche* Dichte (die Dichte der  $r$ -Achse oder alternativ die *Winkeldichte* entlang  $r$ ) und eine *zeitliche* Dichte (die Dichte der  $ct$ -Achse).

Vergleicht man nun diese Gleichung mit (0'')

$$\frac{d\sigma}{dr} = \pm \frac{d\frac{v}{c}}{d(ct)}$$

dann zeigt sich, dass das Verhältnis von  $v$  zu  $c$  der metrischen Dichte der Zeitachse entspricht. Zusammen mit der vorhergehenden Aussage bedeutet das, dass der Fluss  $v$  die gesamte metrische Information enthält, d.h. die Information, wie sich Längen und Zeiten in Abhängigkeit von der Flussgröße ändern.

Von besonderer Bedeutung ist, dass der anfangs erarbeitete Grundbegriff – *der Ursprung des Seienden* – geeignet ist, die begrifflichen Probleme zu lösen, die seit der Einführung der Relativitätstheorie bestehen. Sie wurden schon im ersten Teil am Ende des Kapitels über Relativität genannt. Es sind die Fragen: *Was schwingt bei Lichtwellen?* und *Was vermittelt die zeitlichen Zusammenhänge zwischen beliebig weit voneinander entfernten Systemen?* Das absolute System gibt es in der Relativitätstheorie nicht mehr, nur noch Koordinatensysteme – aber diese *existieren nicht* und können daher weder schwingen noch etwas vermitteln.

Man sieht sich also dem paradoxen Sachverhalt gegenüber, dass Licht zwar *als Welle* existiert, dass aber nichts existiert, *was* schwingt. Denkt man sich einen Ausschnitt der Wirklichkeit, in dem nur Licht existiert, und entfernt dann das Licht, dann existiert buchstäblich nichts mehr.

Das entspricht nun allerdings genau dem Sachverhalt, der für den *Ursprung des Seienden* gilt: er ist als *Veränderung* von AGENS definiert – er existiert *für uns* nur als *sich Verändernder*, als *bloß Seiender* verschwindet er.

*An sich* ist er nicht denkbar: er zerfällt nicht in Substanz und Akzidens. Aber er ist untrennbar mit Veränderung verknüpft. "Es gibt" ihn nur *als* Veränderung.

Erst dadurch, dass wir ihm Veränderung *als Eigenschaft* zuschreiben, um ihn zum Subjekt einer Aussage machen zu können, erzeugen wir das Paradox, ihn auch *ohne* Veränderung denken zu müssen, und das ist ein unzulässiger Gedanke.

Das bedeutet, dass das "glatte" Kontinuum der Speziellen Relativitätstheorie eine *Idealisierung* ist, aber in einem wesentlich strengeren Sinn, als der Terminus "Idealisierung" in seinem sonst üblichen Gebrauch: Das glatte Kontinuum bezeichnet nicht bloß einen Zustand, der in der Natur niemals realisiert ist, sondern einen Zustand, in dem der entsprechende Bereich der Wirklichkeit einfach *nicht existieren* würde.

Kurz gesagt: das glatte Kontinuum der Speziellen Relativitätstheorie existiert nicht. Wirklichkeit ist immer Veränderung, und zwar, wie die bisher abgeleiteten Gleichungen zeigen, *metrische Veränderung*.

Noch kürzer: Es gibt zwar die Schwingung, aber es gibt nichts, *was* schwingt.

(Ich erinnere daran, dass im ersten Teil die relativistischen Raum-Zeit-Verhältnisse aus der Annahme abgeleitet wurden, dass alles, was existiert, als Superposition von Wellen mit Lichtgeschwindigkeit aufgefasst werden muss.)

Gibt es nun ein absolutes System?

Ja. Es ist aber kein Äther, nichts "Raumerfüllendes", kein "Raum", auch kein Quantenvakuum. Es ist überhaupt kein Bezugssystem im Sinn der Relativitätstheorie, sondern – wie sich im nächsten Kapitel herausstellen wird – ein System *beschleunigter metrischer Flüsse*. Diese Flüsse füllen das ganze Universum aus – oder, genauer gesagt: sie *sind* das ganze Universum. In ihnen bleibt die Zeit unverändert und vergeht schneller als in jedem beliebigen lokalen Bezugssystem, das sich relativ zum lokalen metrischen Fluss bewegt.<sup>8</sup>

Die spezielle Relativität ist also ein reines Beschreibungsmittel, das genau dann gerechtfertigt ist, wenn die tatsächlich gegebenen metrischen Verhältnisse in ausreichender Näherung mit einer euklidischen Metrik übereinstimmen. Ontologisch betrachtet ist das unverzerrte Kontinuum jedoch *nicht existent*. Was existiert, ist ein Kontinuum in permanenter metrischer Veränderung, und in einem solchen Kontinuum gibt es tatsächlich ein absolutes System.

Der ontologische Status eines metrischen Kontinuums, oder sagen wir einfach: einer Metrik, kann also ein wenig ungenau als *zwischen* Existenz und Nichtexistenz liegend bezeichnet werden: Wenn sich nichts ändert, dann existiert nichts; wenn es aber metrische Änderungen gibt, dann werden diese durch die Gleichungen (1) und (2) differenziell – sozusagen von Punkt zu Punkt – weitervermittelt, und auf diese Weise wird ein Kontinuum erzeugt, das *nur aus metrischen Veränderungen* besteht und in dem metrische Verhältnisse über beliebige Entfernungen zusammenhängen.

Damit sind die begrifflichen Paradoxien der Bewegungsrelativität vollständig geklärt.

Wie sich zeigt, ist es für die Aufklärung unumgänglich, aus dem Bereich der Physik her auszutreten. Durch physikalische Begriffsbildungen kann das Paradox nicht gelöst werden. Die Physik bedarf also der Metaphysik; ohne diese bleibt sie unvollständig.

Mit den Ergebnissen des Kapitels über Wellen wird die im ersten Teil aufgestellte These bestätigt: *Es gibt nur Lichtgeschwindigkeit*. Allerdings ist das Bild nun vollständiger, weil auch das Gesetz bekannt

---

<sup>8</sup> Das gilt allerdings nur in einem Universum ohne Antimaterie. Mehr darüber im Kapitel 3 über Antimaterie.



ist, das zu diesen Wellen führt, und weil nicht nur metrische *Wellen* existieren, sondern auch metrische *Flüsse*. Das war aber zu erwarten, denn jede lokale Änderung, deren periodische Form sich wellenartig ausbreiten kann, muss auch in nicht-periodischer Form auftreten.

## Die Rolle der Mathematik

Ich nehme die Behauptung, dass "das glatte Kontinuum nicht existiert", zum Anlass, kurz den ontologischen Status zu diskutieren, den die Mathematik an dieser Stelle hat.

Diese Behauptung selbst ist eindeutig nicht mathematisch; Es ist eine ontologische Behauptung über einen mathematisch definierten Zustand – und genau in diesem Verhältnis stehen Mathematik und Ontologie hier ganz allgemein: Es ist nicht etwa so, dass die Mathematik *vor* dem fundamentalen Zusammenhang (1) kommt, sondern umgekehrt. Folgendermaßen:

Wie weiter unten gezeigt wird, erzeugt das fundamentale Gesetz stationäre Zustände, d.h. raumzeitliche Muster, die als Objekte aufgefasst werden können. Diese Objekte sind zählbar und messbar. Zählen aber ist der Beginn der Mathematik, die somit ihre Existenz – ebenso wie die Logik – den Erfahrungen an Objekten verdankt.

Mathematik gründet sich auf das, was Wirklichkeit *für uns* ist: Relationen zwischen Objekten. Wirklichkeit *an sich* ist jedoch *kontinuierliche Veränderung*. Deshalb berühren sich Beschreibung und Wirklichkeit erst dann, wenn die Analysis, vom Zählen der Objekte ausgehend, durch sukzessive Definition neuer Arten von Zahlen die Welt des unendlich Kleinen erobert hat. Erst hier – beim Grenzübergang in der Gestalt des Differenzialquotienten – kommt es zur Berührung von Beschreibung und Wirklichkeit *an sich*.

Wir befinden uns also in einem erkenntnistheoretischen Zirkel: Wir müssen Mathematik voraussetzen, um den *Ursprung alles Seienden* beschreiben zu können. Aber nur in der Beschreibung kommt die Mathematik vor dem fundamentalen Zusammenhang; in der Wirklichkeit ist es umgekehrt – hier ist der fundamentale Zusammenhang nicht nur der Ursprung des Seienden, sondern auch der Ursprung der Mathematik.

Im dritten Teil werde ich auf dieses Thema ausführlicher eingehen. Es war mir aber wichtig, den Sachverhalt schon jetzt zu skizzieren, weil sich dadurch die Rolle der Mathematik ändert: am Anfang hat nicht Mathematik das letzte Wort, sondern Ontologie, und es ist zunächst nicht einmal klar, ob und wie weit mathematische Konzepte – die ja, wie eben festgestellt, gegenständlichen Erfahrungen

entstammen – auf Sachverhalte anwendbar sind, die zu einem Bereich gehören, der logisch und ontologisch *vor* der Entstehung von Objekten liegt.

## **Maß und Bewegung**

Die einzigen Maßgrößen, die bisher verwendet wurden, sind *Länge*, *Winkel* und *Zeit*, die einzigen Variablen sind *metrische Längendichte*, *metrische Winkeldichte* und *Geschwindigkeit*.

Daran wird sich auch im weiteren Verlauf meiner Ausführungen nichts ändern. Das Universum, das hier in seinen Grundzügen skizziert werden soll, ist ein *metrisch-dynamisches* Universum. In ihm werden ausschließlich diese Größen als elementar aufgefasst. Alle anderen Größen sind abgeleitet.

Dies ist auch deshalb von Bedeutung, weil uns physikalische Sachverhalte nur dann verständlich sind, wenn sie sich auf Metrik und Bewegung zurückführen lassen. Das im ersten Teil beschriebene *Verschwinden der Wirklichkeit* hat seinen Grund nicht zuletzt darin, dass bei allen anderen physikalischen Größen – wie etwa Energie, oder Masse – die mathematische Definition das einzige ist, was von ihrer Bedeutung übrig geblieben ist.

Schon im ersten Teil erwies sich die Rückführung der Größen *Energie* und *Impuls* auf die Größen *Frequenz* bzw. *Wellenlänge* als notwendige Voraussetzung der realistischen Interpretation der Wechselwirkung von Strahlung und Materie. Für die realistische Interpretation der Quantentheorie ganz allgemein war es dann erforderlich, *alle* Observablen als aus Welleneigenschaften abgeleitet aufzufassen.

Hier soll nun dieses Programm durch die explizite Rückführung physikalischer Begriffe und Gesetzmäßigkeiten auf metrisch-dynamische Sachverhalte weiter konkretisiert werden.

## **Über das erste Gesetz**

Zuletzt bleibt noch klarzustellen, dass Gleichung (1) *keine Wechselwirkung* beschreibt. Sie folgt aus zwei Tatsachen:

1. Es gibt keine Existenz ohne Veränderung.
2. Es kann nicht Nichts sein. Existenz ist *notwendig*.

Gleichung (1) drückt somit nur genau das aus, was *für uns* der *Ursprung alles Seienden* ist und was daher logisch und ontologisch allem Seienden vorausgesetzt ist.

Das bedeutet, dass diese Gleichung noch *vor* jeder Wechselwirkung liegt, eine ontologische Stufe "tiefer". Sie ist eine notwendige Bedingung dafür, dass *metrische Muster* existieren – im einfachsten Fall stationäre Zustände des metrischen Flusses –, die als *Objekte* aufgefasst werden können. Erst die Effekte, die diese Objekte aufeinander ausüben, können dann als Wechselwirkung verstanden werden.

Wenn wir nun zur Beschreibung von Wechselwirkungen und Strukturen übergehen, ist Folgendes zu beachten: Was auch immer existiert, was auch immer geschieht – es ist in jedem Fall *ausschließlich* das erste Gesetz, das sich vollzieht. Es gibt nur dieses eine Gesetz. Jede Kausalbeziehung ist darauf zurückzuführen. *Alles* ist eine Folge der differenziellen Kausalketten, die durch Gleichung (1) beschrieben werden.

Daraus folgt:

*Strukturen* können nur durch Selbstorganisation entstehen. Falls sie sich über eine gewisse Zeitspanne hinweg erhalten, dann müssen sie als *Attraktoren* der Kontinuumsdynamik aufgefasst werden.

Der Begriff "Attraktor" ersetzt somit den Begriff "Teilchen" und wird zur ontologischen Grundlage des Begriffs "Objekt". Er ist von größter Allgemeinheit: er ist auf (fast) alles Seiende anwendbar, vom einfachsten bis zum komplexesten, beginnend beim "Elementarteilchen" bis hin zum "geistigen Zustand", dem *Quale*.

Auch die bei *Wechselwirkungen* auftretenden Prozesse resultieren direkt aus dem Vollzug des ersten Gesetzes, in diesem Fall jedoch unter der Voraussetzung *zusätzlicher Ordnung*, die sich durch metrische Bedingungen definieren lässt. Die Wechselwirkungsgesetze sind daher ebenfalls eine Folge der Selbstorganisation des Kontinuums: *sie entstehen zugleich mit den Objekten* und drücken deren wechselseitigen Einfluss aus.

In diesem zweiten Teil meiner Arbeit werde ich mich nur mit den einfachsten stationären Zuständen befassen und deren metrische Definitionen angeben. Daraus lassen sich Gravitation, Elektromagnetismus und Atomaufbau ableiten.

Der Begriff "Attraktor" und die damit zusammenhängenden Schlussfolgerungen werden erst im dritten Teil eine zentrale Rolle spielen.

## 2. Gravitation<sup>9</sup>

Das Programm dieses Kapitels ist es, zu zeigen, dass die Konzepte *metrische Dichte* und *metrischer Fluss* eine Sicht der Gravitation ermöglichen, die als *Mechanismus der Gravitation* aufgefasst werden kann. Im Folgenden wird der kugelsymmetrische, stationäre Fall untersucht; Eine einfache metrische Annahme führt zunächst zu Voraussagen, die mit denen der Newtonschen Näherung identisch sind, und dann – ohne zusätzliche Annahmen, nur durch genauere Analyse des Szenarios – zu Voraussagen, die mit denen der Allgemeinen Relativitätstheorie übereinstimmen. Das Verständnis der Gravitation ändert sich jedoch grundlegend, da es im metrisch-dynamischen Universum keine Kraft gibt wie bei Newton, keine Raumzeit-Metrik wie bei Einstein, schließlich auch keine in Kilogramm gemessene Masse bzw. in Joule gemessene Energie als Ursache der Gravitation, sondern *ausschließlich* metrische Längen-Dichte und metrischen Fluss.

### 2.1. Das metrisch-dynamische Bild der Newtonschen Näherung

Wir betrachten ein n-dimensionales Kontinuum ( $n > 1$ ).  $r$  sei der Abstand eines beliebigen Punktes P von einem Punkt O, den wir als Ursprung unseres Koordinatensystems wählen.  $m$  sei ein

gegebener Abstand ( $m > 0$ ). Gleichung (1')  $\frac{d\sigma}{dr} = -\frac{1}{c^2} \frac{dv}{dt}$  wird vorausgesetzt.

Die Frage ist: Wie kann die Gravitation einer zentralen, in O ruhenden Masse als rein metrisch-dynamisches Phänomen definiert werden?

Unser Ziel ist, einen kugelsymmetrischen, stationären Zustand zu modellieren, der dadurch definiert ist, dass die Beschleunigung  $\frac{dv}{dt}$  in Richtung auf das Zentrum O weist, mit zunehmender Entfernung von diesem Zentrum abnimmt und im Unendlichen 0 wird. Das erreichen wir durch folgende metrische Annahme:

$$\sigma = \frac{r - m}{r} \quad (\sigma \text{ ist die metrische Dichte der Länge)} \quad (7)$$

– wobei  $r$  der Abstand PO vor der metrischen Änderung ist und  $(r - m)$  der Abstand PO danach.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> Im Abschnitt 2.4. sind zwei Fehler. Das Ergebnis – die Schwarzschild-Metrik – ist allerdings korrekt, weil sich die beiden Fehler aufheben. Im Abschnitt 2.5. ist die Skizze (S9) falsch, und damit auch die zugehörige Erklärung. Die korrigierten Versionen finden sich in meiner Arbeit [Gibt es Dunkle Materie?](#)

<sup>10</sup> Genauer dazu im Abschnitt 2.3. *Der Übergang zur metrischen Sicht.*

Gleichung (7) nach r differenziert ergibt

$$\frac{d\sigma}{dr} = \frac{m}{r^2} \quad \text{Nach (1')} \quad \frac{d\sigma}{dr} = -\frac{1}{c^2} \frac{dv}{dt}$$

gilt somit 
$$\boxed{\frac{dv}{dt} = -c^2 \frac{m}{r^2}} \quad (8)$$

Wird m in (8) als *geometrische Masse* aufgefasst ( $m = \frac{MG}{c^2}$ ), dann ergibt sich

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{MG}{r^2} \quad (9)$$

Gleichung (8) entspricht also der *Newtonschen Fallbeschleunigung* bei einer zentralen Masse M.<sup>11</sup>

Ursache der Newtonschen Gravitation ist die von einer zentralen Masse ausgehende Kraft. **Bei der metrisch-dynamischen Gravitation tritt an die Stelle der Masse M ein metrischer Defekt m**, der eine Änderung der metrischen Dichte zur Folge hat, aus der wiederum eine Beschleunigung zum Zentrum hin resultiert.

*Was* wird eigentlich beschleunigt? – Anders als bei der Newtonschen Interpretation ist hier  $dv/dt$  in Gleichung (8) bzw. (9) keine Beschleunigung, die auf *Objekte* einwirkt, sondern *die zeitliche Änderung des radialen metrischen Flusses v*; **Das Kontinuum selbst fließt beschleunigt zum Zentrum hin.**

Wir bestimmen nun die Größe dieses Flusses. Dazu wird zunächst (1') umgeformt:

$$\frac{d\sigma}{dr} = -\frac{1}{c^2} \frac{dv}{dt} \quad \rightarrow \quad d\sigma = -\frac{1}{c^2} \frac{dr}{dt} dv$$

Da das Kontinuum selbst ins Zentrum fließt, ist  $\frac{dr}{dt}$  gleich v zu setzen, und es folgt

---

<sup>11</sup> Gemäß Gleichung (8) ist die Gravitationsbeschleunigung proportional zum metrischen Defekt m und zu  $1/r^2$ . Die Proportionalitätskonstante ist  $c^2$ . In der metrisch-dynamischen Darstellung der Gravitation existiert also keine selbständige Gravitationskonstante.

$$d\sigma = -\frac{1}{c^2} v dv \quad (10)$$

Integration ergibt  $\sigma = -\frac{1}{c^2} \frac{v^2}{2} + C$

Nach (7)  $\sigma = \frac{r - m}{r}$

gilt somit  $1 - \frac{m}{r} = -\frac{1}{c^2} \frac{v^2}{2} + C$

Die Integrationskonstante C folgt aus der Bedingung, dass für  $r \rightarrow \infty$   $v = 0$  sein soll.

Also ist  $C = 1$

Dann erhalten wir  $\frac{v^2}{2} = c^2 \frac{m}{r}$

und schließlich 
$$v = \pm c \sqrt{\frac{2m}{r}} \quad (11)$$

(11) entspricht nun wiederum genau der Newtonschen Gleichung für die Fallgeschwindigkeit (für den Fall aus dem Unendlichen) bei einer geometrischen Masse  $m$  ( $m = MG/c^2$ ). Allerdings wird  $v$  hier nicht als Fallgeschwindigkeit interpretiert, sondern als *Geschwindigkeit des metrischen Flusses*. Dieser muss die gleiche Richtung haben wie die Beschleunigung in (8). Also ist in (11) das negative Vorzeichen zu wählen.

Wie aus Abschnitt 1.5 bekannt, gibt es im Fluss Wellen mit Lichtgeschwindigkeit (relativ zum Fluss).

Bemerkung: Die Wellengleichung (3) ist hier allerdings nicht mehr gültig, weil  $\sigma$  von  $r$  abhängt. Wird die Umgebung eines beliebigen Punktes P jedoch klein genug gewählt, so dass die Metrik mit hin-

reichender Genauigkeit einer euklidischen Metrik entspricht, dann kann behauptet werden, dass in dieser Umgebung Wellen mit Lichtgeschwindigkeit existieren.

Es gibt nun zwei Möglichkeiten: entweder wir betrachten die Verhältnisse weiterhin von einem kartesischen Koordinatensystem aus – nennen wir es  $K$  –, aber unter Einbeziehung der Tatsache, dass  $v$  die Geschwindigkeit des Kontinuumsflusses ist, oder wir benützen ein mit dem Fluss mitfließendes lokales System als Ausgangspunkt für den Übergang auf ein Einsteinsches Beobachtersystem.

Von der zweiten Möglichkeit werden wir später Gebrauch machen. Zunächst wenden wir uns aber der ersten Variante zu.

## ***2.2. Der exakte Blick von außen; Einige einfache Berechnungen***

Halten wir einen Moment inne, um zu überlegen, *was* wir eigentlich beobachten und *welchen Standpunkt* wir dabei einnehmen.

Wir betrachten die Verhältnisse von einem nichtrelativistischen kartesischen Koordinatensystem  $K$  aus.

Da es sich bei den Wellen mit Lichtgeschwindigkeit, die wir beobachten, um Wellen *im Fluss* handelt, ist die Lichtgeschwindigkeit in bezug auf  $K$  *nicht konstant*. Z.B. beträgt sie für Licht, das sich radial bewegt,  $c + v$  in Richtung Zentrum und  $c - v$  in der Gegenrichtung.

Wir sind also keine Beobachter *im Geschehen*.  $K$  ist *nur ein Koordinatensystem*, und wir blicken auf den metrischen Fluss, in dem – von uns aus gesehen – Wellen mit den Geschwindigkeiten  $c + v$  und  $c - v$  laufen, genauso wie auf einen Strom, in dem die Wellen – vom Ufer aus gesehen – in Flussrichtung schneller sind als gegen die Flussrichtung. Von  $K$  aus haben wir somit nicht den sonst üblichen relativistischen Beobachterstatus. Wir befinden uns gewissermaßen *außerhalb* des Universums – wobei gegen einen solchen Standpunkt nichts einzuwenden ist, solange irgendetwas Beobachtbares abgeleitet werden kann und sofern die Rückkehr in ein Beobachtersystem möglich ist.

Die Änderung gegenüber der Sichtweise des Abschnitts 2.1, in dem die Newtonsche Gravitationsbeschleunigung rein formal abgeleitet wurde, lässt sich folgendermaßen beschreiben: Wir berücksichtigen jetzt, dass die Wellen, auf die diese Beschleunigung einwirkt, nicht im Koordinatensystem  $K$  existieren, sondern *im Fluss*. Das metrische Kontinuum selbst fließt beschleunigt zum Zentrum hin und verschwindet dort wie in einem Abfluss, und die Wellen mit Lichtgeschwindigkeit fließen mit.

Da es aber nichts anderes gibt als diese Wellen – weil also alles, was existiert, wie schon im ersten Teil festgestellt, ein Muster aus Superpositionen dieser Wellen ist – müssen sich die Bahnen von Objekten aus der Analyse der Wege der Wellen mit Lichtgeschwindigkeit im beschleunigten Fluss ergeben – und zwar *exakt*, denn das Szenario wurde ohne Verwendung irgendwelcher Näherungen erstellt.<sup>12</sup>

Das soll nun an einigen bekannten Beispielen demonstriert werden.

Zunächst ist sofort zu sehen, dass sich in diesem Szenario manche Phänomene besonders einfach erkennen lassen:

Aus (11) 
$$v = -c \sqrt{\frac{2m}{r}}$$

geht z.B. hervor, dass die Geschwindigkeit des Flusses in  $r = 2m$  gleich der Lichtgeschwindigkeit ist. Das bedeutet, dass in  $r = 2m$  Wellen mit Lichtgeschwindigkeit, die gegen die Flussrichtung laufen, nicht mehr nach außen gelangen, sondern stillstehen. Das ist ein besonders einfacher Fall der Analyse eines Lichtwegs!

Ferner ist unmittelbar klar, dass innerhalb von  $2m$  kein statisches relativistisches Beobachtersystem errichtet werden kann, weil hier  $v > c$  ist. Die Lichtwege können aber auch in diesem Bereich leicht verfolgt werden.

Wir führen nun einige Berechnungen durch.

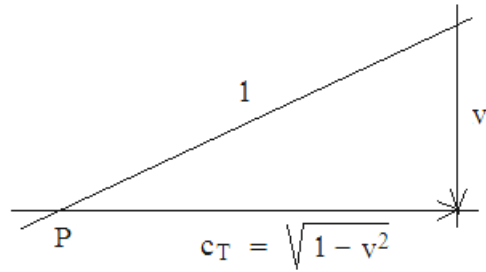
### **Geschlossene kreisförmige Bahn des Lichts**

Zunächst bestimmen wir, in welcher Entfernung vom Gravitationszentrum O Licht eine *geschlossene kreisförmige Bahn* beschreibt. (Das ist bereits ein aussagekräftiger Test unseres Modells, weil die Lösung nahe am Zentrum liegt, in einem Bereich also, in dem Näherungen – z.B. die Newtonsche Näherung – von der ART stark abweichen.) Zur Bestimmung dieser Entfernung muss die Versetzung der Lichtstrahlen durch den Fluss berücksichtigt werden. (Im Folgenden ist  $c$  gleich 1 gesetzt.)

---

<sup>12</sup> In der Näherung *ohne Fluss* hat die Annahme, dass alle Objekte Wellenüberlagerungen sind, keine Auswirkungen: es ist gleichgültig, ob die Beschleunigung auf die Wellen einwirkt oder direkt auf die Objekte. Die Ermittlung der Objektbahnen *im Fluss* ist aber, wie gleich gezeigt wird, nur unter dieser Voraussetzung möglich.





(S6)

$v$  ist die Flussgeschwindigkeit.  $c_T$  ist die in bezug auf das Koordinatensystem  $K$  durch den Fluss veränderte Tangentialgeschwindigkeit des Lichts in einem Punkt  $P$  auf der gesuchten Kreisbahn.

Der Betrag der Flussgeschwindigkeit ist nach (11)

$$|v| = \sqrt{\frac{2m}{r}}$$

Nach (8) existiert ein Beschleunigungsfeld

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

In einem System *ohne Fluss* ist die Gleichgewichtsbedingung für eine Kreisbahn bei dieser Beschleunigung

$$\omega^2 r^3 = m \quad (\omega \text{ Kreisfrequenz})$$

Daraus folgt  $v_T = \omega r = \sqrt{\frac{m}{r}}$  ( $v_T$  Betrag der Tangentialgeschwindigkeit)

Somit ist die Gleichgewichtsbedingung

$$v_T = \sqrt{\frac{m}{r}} = |v| \frac{1}{\sqrt{2}} \quad (v \text{ Flussgeschwindigkeit})$$

Wir müssen also jenes  $r$  finden, wo die *flusskorrigierte* Lichtgeschwindigkeit  $c_T$  diesen Wert von  $v_T$  annimmt.

$$\text{Es ist} \quad c_T = \sqrt{1 - v^2} = \sqrt{1 - \frac{2m}{r}}$$

Die Gleichgewichtsbedingung lautet daher unter Berücksichtigung des Flusses  $v$

$$c_T = \sqrt{1 - \frac{2m}{r}} = \sqrt{\frac{2m}{r}} \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\text{Daraus folgt} \quad 1 - \frac{2m}{r} = \frac{m}{r}$$

$$\text{und schließlich} \quad r = 3m$$

Wir haben also das bekannte Resultat erhalten.

### **Periheldrehung**

Dasselbe Schema kann zur Berechnung der *Periheldrehung* verwendet werden:

Wir gehen wieder von der Gleichgewichtsbedingung für eine Kreisbahn aus

$$v_T = \sqrt{\frac{m}{r}} \quad (v_T \text{ Betrag der Tangentialgeschwindigkeit})$$

Wie zuvor muss nun wegen des Flusses die Tangentialgeschwindigkeit korrigiert werden. Wenn  $v_T$  durch den Fluss um den Faktor

$$k = \sqrt{1 - v^2} = \sqrt{1 - \frac{2m}{r}}$$

verlangsamt<sup>13</sup> wird, dann ist nun dieses korrigierte  $v_T$  in bezug auf das Beschleunigungsfeld

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

für eine Kreisbahn *zu langsam*. Wir müssen also weiter nach innen – d.h. wir suchen jenes  $r'$ , bei dem  $v_T$  um  $1/k$  größer ist, so dass es dort der Kreisbahnbedingung (in hinreichender Näherung) genügt.

Wir setzen also

$$\sqrt{\frac{m}{r}} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{2m}{r}}} = \sqrt{\frac{m}{r'}}$$

Dann ist

$$\frac{m}{r} = \frac{m}{r'} \left(1 - \frac{2m}{r}\right)$$

Das ergibt

$$r' = r - 2m.$$

Die Gleichgewichtsbedingung für die flusskorrigierte Tangentialgeschwindigkeit ist also in  $r - 2m$  erfüllt.

Statt

$$\omega^2 = \frac{m}{r^3} \quad \text{ist daher zu setzen}$$

$$\omega'^2 = \frac{m}{(r - 2m)^3} = \frac{m}{r^3 \left(1 - \frac{2m}{r}\right)^3}$$

$$\omega'^2 \approx \frac{m}{r^3} \left(1 + \frac{2m}{r}\right)^3 = \omega^2 \left(1 + \frac{2m}{r}\right)^3$$

---

<sup>13</sup> Weil *jede* Bewegung als aus Lichtwegen zusammengesetzt gedacht werden muss (es gibt nur Lichtgeschwindigkeit!), bleibt der Korrekturfaktor immer gleich. Es werden *immer* Lichtwege korrigiert. Jedes  $v < c$ , das keine Flussgeschwindigkeit ist, muss als Interferenzphänomen aufgefasst werden.

$$\omega' = \omega \left(1 + \frac{2m}{r}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$\frac{\omega'}{\omega} = \left(1 + \frac{2m}{r}\right)^{\frac{3}{2}} = 1 + \frac{3}{2} \frac{2m}{r} + \frac{3}{8} \left(\frac{2m}{r}\right)^2 + \dots \approx 1 + \frac{3m}{r}$$

Somit beträgt die Voreilung pro Umlauf, d.h. die Periheldrehung  $\frac{3m}{r}$ , und das ist identisch mit dem Wert, der sich aus der Allgemeinen Relativitätstheorie ergibt.

### **Lichtablenkung**

Hier muss überhaupt nichts berechnet werden. Man sieht das Ergebnis sofort.

Die Newtonsche Lichtablenkung kann als bekannt vorausgesetzt werden. Der Ablenkungswinkel sei  $\delta$ .

Wie zuvor muss zunächst die Beschleunigung

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

berücksichtigt werden; Sie liefert nach Voraussetzung den Winkel  $\delta$ . Dann muss die Versetzung der Lichtstrahlen durch den Fluss einbezogen werden. Da aber die Flussgeschwindigkeit

$$v = \sqrt{\frac{2m}{r}}$$

genau der Fallgeschwindigkeit bei der Newtonschen Beschleunigung entspricht, ist sofort zu sehen, dass die Versetzung durch den Fluss den gleichen Beitrag zur Lichtablenkung liefert wie die Beschleunigung.

Die Ablenkung ist also doppelt so groß wie bei der Newtonschen Näherung; sie beträgt  $2\delta$ .

### 2.3. *Der Übergang zur metrischen Sicht*

Wie am Schluss von Abschnitt 2.1. angekündigt, ist ein mit dem Fluss  $v$  mitfließendes lokales System  $S_F$  auch als Ausgangspunkt für den Übergang auf ein Einsteinsches Beobachtersystem  $S_E$  geeignet. ("Lokales System" bedeutet: von so geringer Ausdehnung, dass die Längen-Differenziale in hinreichender Näherung konstant bleiben.)

Der erste Schritt ist, zwischen dem soeben erstellten Gravitationsszenario und den üblichen metrischen Vorstellungen einen Zusammenhang herzustellen.

Zu diesem Zweck definieren wir nun  $\sigma$  folgendermaßen:

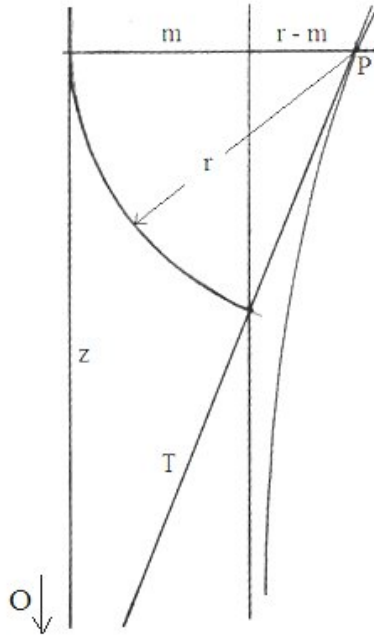
$dr$  sei das radiale Längendifferenzial des "unverzerrten" Kontinuums,  $dr'$  das veränderte radiale Längendifferenzial. Dann gilt

$$\sigma = \frac{dr}{dr'} \quad (12)$$

Mit (7)  $\sigma = \frac{r - m}{r}$  ist also

$$\frac{dr}{dr'} = \frac{r - m}{r} \quad \text{bzw.} \quad dr' = \left(1 - \frac{m}{r}\right)^{-1} dr \quad (13)$$

Die folgende Skizze illustriert die metrischen Verhältnisse.



(S7)

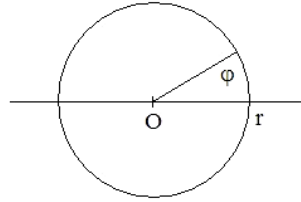
$z$  ist die Achse der Hilfsdimension.  $P$  ist ein Punkt auf der Kurve, die die geänderten radialen Maßverhältnisse darstellt ( $dr'$  entspricht das Längendifferenzial auf der Kurve).  $T$  ist die Tangente in  $P$ .

Wie der Skizze zu entnehmen ist, gilt  $(r - m)/r = dr/dr' = \sigma$ . (Im Folgenden verwende ich für  $dr'$  die Bezeichnung  $dr_N$ .)

Wir kennen also in jedem Punkt den Anstieg  $dz/dr$ . Integration ist allerdings nicht möglich – die Kurve liegt "im Unendlichen". Das ist aber ohne Bedeutung – die Skizze dient, wie gesagt, nur der Illustration.

Im mehrdimensionalen Fall genügt es wegen der Kugelsymmetrie des Szenarios, die metrischen Verhältnisse in einer beliebigen Ebene durch  $O$  zu beschreiben.

Seien  $r$  und  $\varphi$  Polarkoordinaten:



(S8)

Dann ist das *nicht-relativistische* System  $S_N$ , das die metrischen Verhältnisse des Kontinuums für den Fall einer zentralen (geometrischen) Masse  $m$  wiedergibt, charakterisiert durch

$$S_N: ( dt_N = dt, dr_N = (1 - \frac{m}{r})^{-1} dr, d\varphi_N = d\varphi ) \quad (14)$$

Gegenüber einem glatten Kontinuum ist nur das radiale Differenzial  $dr$  verändert. Das Zeitdifferenzial  $dt$  und das Winkeldifferenzial  $d\varphi$  bleiben gleich.

Bemerkung: Aus der Konstruktion der Tangente in der Skizze (S8) geht auch hervor, dass der Punkt P, dessen Abstand von  $z$  *vor* der metrischen Änderung  $r$  ist ( $r \geq m$ ), bezogen auf das *nachher* in P geltende radiale Längenmaß  $dr_N$  von  $z$  den Abstand  $r - m$  hat. Das trifft für alle P zu, auch für solche, die beliebig nahe am Schnittpunkt der Kurve mit der  $r$ -Achse liegen, und deshalb gilt: <sup>14</sup>

$$r_N = r - m$$

Aus dieser Sicht "fehlen" dem  $S_N$ -Kontinuum von O aus in jeder Richtung  $m$  Einheiten. Nach (7) gibt  $\sigma$  also das Verhältnis des Abstands PO *nach* der Änderung zu dem *vorher* an (gemessen in den im jeweiligen System gültigen Einheiten):

$$\sigma = \frac{r - m}{r} = \frac{r_N}{r} \quad (15)$$

<sup>14</sup> Man könnte sich auch einfach vorstellen, von P aus entlang der Kurve bis zur  $r$ -Achse zu gehen. Dann hat man, gemessen durch  $dr_N$ , eine Strecke  $r - m$  zurückgelegt. In dem Punkt, wo man nun angelangt ist, wird  $dr_N/dr$  unendlich, das Differenzial  $dr_N$  wird daher endlich, und der damit gemessene Abstand zum Zentrum wird 0. Also beträgt der Abstand von P zum Zentrum  $r - m$ . (Ein wenig mehr darüber im Unterabschnitt *Der Bereich  $r < m$* .)

Das ermöglicht eine alternative Definition der Metrik von  $S_N$ :

$$\frac{dr}{dr_N} = \frac{r - m}{r} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{dr}{dr_N} = \frac{r_N}{r} \quad (16)$$

Die bisherige Darstellung der Gravitation ist *nicht-relativistisch*. Deshalb gibt es keine Änderungen der Längen und Zeiten infolge einer Relativbewegung. Was in (12) über die Maße des relativ zu O ruhenden Systems  $S_N$  ausgesagt wurde, gilt genauso für ein *mit dem Fluss* bewegtes (lokales) System.

## 2.4. Der Übergang zur Einsteinschen Gravitation: die Schwarzschild-Metrik

Nun vollziehen wir den Übergang auf ein relativ zu O ruhendes Einsteinsches Beobachtersystem  $S_E$ .

Da die Flussgeschwindigkeit bekannt ist, könnte von einem lokalen mitfließenden *relativistischen* System  $S_F$  auf ein lokales System  $S_E$ , das relativ zu O ruht, transformiert werden. Dazu wird jedoch die Länge des Differenzials  $dr_F$  von  $S_F$  benötigt. Wie ermittelt man diese Länge?

Das radiale Differenzial des Newtonschen Bezugssystems  $S_N$  ist bekannt. Die Beschreibung ist hier nichtrelativistisch, daher ist dieses Differenzial identisch mit dem Differenzial eines mit dem Fluss mitfließenden, lokalen *nichtrelativistischen* Systems  $S_{F_0}$ , in bezug auf das die (lokale) Lichtgeschwindigkeit dennoch *konstant* ist.

$$\text{Es gilt also nach (14)} \quad dr_{F_0} = \left( \frac{r - m}{r} \right)^{-1} dr \quad (16')$$

$$\text{und nach (16)} \quad dr_{F_0} = \left( \frac{r_{F_0}}{r} \right)^{-1} dr \quad (16'')$$

Die Metrik ist gemäß dieser Definition somit nur *durch einen einzigen Faktor* bestimmt: durch den Quotienten der radialen Abstände *ohne* Gravitation ( $r$ ) und *mit* Gravitation ( $r - m$  oder  $r_{F_0}$ ).

Also ist jetzt zu fragen: Wie ändert sich dieser Faktor beim Übergang vom nicht-relativistischen Flusssystem zum relativistischen? Wenn der Abstand eines Punktes P von O in bezug auf  $S_{F_0}$  gleich  $r - m$  ist, wie groß ist dann der Abstand PO in bezug auf das *relativistische* Flusssystem  $S_F$ ?



Das lässt sich am einfachsten auf folgende Weise beantworten: Die Geschwindigkeit des Flusses beträgt

$$v = -c \sqrt{\frac{2m}{r}}$$

Der Fluss erreicht im Abstand  $2m$  Lichtgeschwindigkeit. Dort wird somit jeder endliche radiale Abstand des Ruhesystems – vom Fluss aus gesehen – zu  $0$ , so dass jeder Punkt, der im unverzerrten Kontinuum von  $O$  den Abstand  $2m$  hat, vom fließenden, nun relativistisch betrachteten Kontinuum aus den Abstand  $0$  hat. Damit verringert sich für jeden Punkt im Abstand  $r$  ( $r \geq 2m$ ) der Abstand von  $O$  um  $2m$ . Aus relativistischer Sicht fehlt dem Kontinuum also nicht  $m$ , sondern  $2m$ .

Beim Übergang von  $S_{F_0}$  auf  $S_F$  ist daher im Faktor, durch den die Metrik definiert ist, die Größe  $m$  durch  $2m$  zu ersetzen. (Die Änderung betrifft nur das Längendifferenzial. Zeit- und Bogendifferenzial bleiben gleich.) Es ergibt sich also:

$$dr_F = \left( \frac{r - 2m}{r} \right)^{-1} dr \quad (17)$$

Kann über das radiale Längendifferenzial tatsächlich auf diese Weise verfügt werden? Müssten sich dann nicht Flussgeschwindigkeit und Beschleunigung ändern?

Nein.  $v$  und  $dv/dt$  wurden ohne Bezug auf die metrischen Verhältnisse im Fluss ermittelt. Sie folgen aus der Anfangsgleichung (1')

$$\frac{d\sigma}{dr} = - \frac{1}{c^2} \frac{dv}{dt} \quad \text{und aus (14)} \quad \sigma = \frac{r - m}{r}$$

Erst durch die Definition (12)

$$\sigma = \frac{dr}{dr'}$$

ist die Metrik damit in Verbindung gebracht worden. Diese Definition von  $\sigma$  muss nun allerdings – nach dem Übergang auf eine relativistische Sichtweise – aufgeben werden. In einem relativistischen Bezugssystem ist  $\sigma$  keine metrische Dichte.

Mit (17) ist ein lokales mitfließendes System  $S_F$  charakterisiert durch

$$S_F: ( dt_F = dt, dr_F = (1 - \frac{2m}{r})^{-1} dr, d\phi_F = d\phi ) \quad (18)$$

(Nach wie vor ist ausschließlich das radiale Differenzial verändert.)

Nun kann (für jedes  $r$  mit  $r > 2m$ ) auf ein lokales, relativ zu  $O$  ruhendes System transformiert werden.

Dies geschieht einfach dadurch, dass das Längendifferenzial von  $S_F$  mit dem Faktor  $k = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$  der

Lorentztransformation multipliziert und das Zeitdifferenzial durch diesen Faktor dividiert wird.<sup>15</sup>

Nach (16) gilt 
$$v = \pm c \sqrt{\frac{2m}{r}}$$

Somit ist 
$$k = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \sqrt{1 - \frac{2m}{r}} \quad (19)$$

Wir erhalten dann für das radiale Längendifferenzial  $dr_E$  von  $S_E$

$$dr_E = dr_F k = dr (1 - \frac{2m}{r})^{-1} (1 - \frac{2m}{r})^{\frac{1}{2}} = dr (1 - \frac{2m}{r})^{-\frac{1}{2}}$$

und für das Zeitdifferenzial  $dt_E$

$$dt_E = dt (1 - \frac{2m}{r})^{\frac{1}{2}} \quad (\text{zu beachten: } dt_F = dt)$$

---

<sup>15</sup> Selbst wenn die Lorentz-Transformation nicht schon aus der Standardphysik bekannt wäre, könnte sie an dieser Stelle vorausgesetzt werden, weil im ersten Teil – im Kapitel über Relativität – gezeigt wurde, dass sie aus der Annahme folgt: *Alles, was existiert und was sich ereignet, ist ein Interferenzphänomen, ein Muster aus Superpositionen von Wellen mit Lichtgeschwindigkeit.*

Die Gesamtheit dieser lokalen Systeme ergibt die Schwarzschildmetrik:

$$ds^2 = \left(1 - \frac{2m}{r}\right) dt^2 - \left(1 - \frac{2m}{r}\right)^{-1} dr^2 - r^2 d\varphi^2 \quad (20)$$

(20) gilt für eine beliebige Ebene durch O.

$r d\varphi$  bleibt wiederum gleich. Die Umfänge wurden nie verändert.

## 2.5. Zusammenfassung, Ergänzungen

Die Ergebnisse der letzten Abschnitte rechtfertigen folgende Behauptung:

Das Gravitationsfeld einer zentralen geometrischen Masse  $m$  ( $m = MG/c^2$ ) ist aus metrisch-dynamischer Sicht ein kugelsymmetrischer, stationärer Zustand, der durch einen beschleunigten radialen metrischen Fluss  $v(r)$  ins Zentrum charakterisiert ist.

Die Flussgeschwindigkeit ist 
$$v = -\sqrt{\frac{2m}{r}}$$

Die Beschleunigung beträgt 
$$\frac{dv}{dt} = -\frac{m}{r^2} \quad (m \text{ geometrische Masse, } c = 1)$$

Ursache des Flusses ist eine metrische Veränderung: dem Kontinuum fehlen vom Mittelpunkt O aus in jeder Richtung  $m$  Einheiten, d.h. jeder mit den im System gültigen Maßstäben gemessene radiale Abstand ist um  $m$  Einheiten kürzer als im glatten Kontinuum.

Im beschleunigten Fluss gibt es Wellen mit Lichtgeschwindigkeit. Die Bahnen von Objekten können auf Basis der Hypothese ermittelt werden, dass alle Objekte Superpositionen solcher Wellen sind. (Dieses Verfahren ist hier am Beispiel der Periheldrehung demonstriert worden.)

Diese Sicht der Gravitation führt im kugelsymmetrischen Fall zu Ergebnissen, die mit denen der Allgemeinen Relativitätstheorie übereinstimmen. Aus der Metrik der lokalen Flusssysteme kann die Metrik der lokalen Einsteinschen Beobachtersysteme abgeleitet werden. Die Gesamtheit der lokalen Metriken ergibt die Schwarzschild-Metrik.

Es ist aber nicht anzunehmen, dass sich die Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Allgemeinen Relativitätstheorie auf den kugelsymmetrischen Fall beschränkt.

Also definieren wir:

Gravitation ist der Oberbegriff über all jene dynamischen Phänomene, die sich auf den longitudinalen metrischen Fluss  $v$  zurückführen lassen, der sich aus Gleichung (1') ergibt:

$$\frac{d\sigma}{dr} = - \frac{1}{c^2} \frac{dv}{dt}$$

Daraus folgt, dass es sich bei den Wellen aus Gleichung (3) und (5)

$$\frac{\partial^2 v}{\partial r^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} \qquad \frac{\partial^2 \sigma}{\partial r^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \sigma}{\partial t^2}$$

um *Gravitationswellen* handelt.

Hier erscheint allerdings die Einschränkung auf Veränderungen des *longitudinalen* metrischen Flusses überraschend. Es ist aber zu bedenken, dass die obigen Wellengleichungen nur deshalb eine so einfache Form haben, weil sie erstens nur für Wellen gelten, die *mit dem Fluss* laufen, und weil zweitens die Sicht, aus der sie gültig sind, nicht die relativistische Sicht eines Beobachters *im Geschehen* ist, sondern die nichtrelativistische Sicht eines Beobachters, der sich *außerhalb* des Universums befindet.

Der Unterschied zwischen dem metrisch dynamischen Modell und der Allgemeinen Relativitätstheorie lässt sich auf folgende Weise ausdrücken:

In der AR gibt es ein raumzeitliches Koordinatengitter, und Verzerrungen des Gitters äußern sich im Allgemeinen in einer Änderung aller Komponenten. Längen- und Winkeländerungen sind nicht trennbar.

Im Flussmodell gibt es dagegen kein raumzeitliches Gitter, sondern nur ein räumliches Flussbild mit *Flusslinien*. Im Fluss bleibt die Zeit immer gleich. Im einfachsten, kugelsymmetrischen Fall entspricht die Flussgeschwindigkeit – wie hier gezeigt wurde – der Newtonschen Fallgeschwindigkeit beim Fall aus dem Unendlichen. Der einzige weitere Parameter ist die metrische Dichte entlang der Flusslinien; Das heißt: nur die longitudinalen metrischen Änderungen sind von Bedeutung, normal zur Flussrichtung ändert sich nichts. Änderungen der Winkeldichte treten nicht auf.

### **Das universelle Flussfeld**

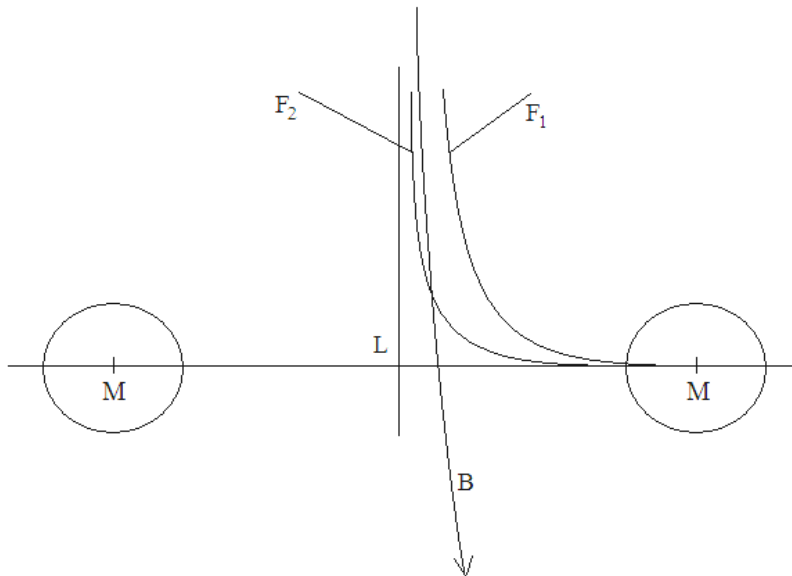
Für den Fall, dass nicht nur *eine* Masse betrachtet wird, sondern viele Massen, die in einer metrischen Struktur (z.B. einem Universum) verteilt sind, gilt Folgendes:

Das Beschleunigungsfeld jeder Masse – also das Feld, von dem die Flussgeschwindigkeit abhängt – ist *exakt*  $-m/r^2$ . Zur Ermittlung der Flusslinien müssen zunächst die Punkte bestimmt werden, wo die Gesamtbeschleunigung (die Summe der Beschleunigungen aller Massen) gleich 0 ist. Wenn in einem solchen Punkt die nach außen gerichtete Beschleunigung in jeder Richtung mit dem Abstand zunimmt, dann ist dieser Punkt eine *Quelle* des universellen  $v$ -Feldes.

Von diesen Quellen aus führen die Flusslinien in alle Richtungen. Eine Teilmenge der Flusslinien endet in *Senken*, d.h. in den Singularitäten im Inneren schwarzer Löcher.

Die Flusslinien folgen in jedem Punkt genau der Richtung der Gesamtbeschleunigung, und die Flussgeschwindigkeit in einem bestimmten Punkt ist immer das Integral über die Beschleunigung entlang der Flusslinie von der Quelle bis zu diesem Punkt. Anders als im Fall von Kugelsymmetrie entsprechen aber im allgemeinen Fall die Flusslinien *nicht* den Bahnen von Testkörpern im Newtonschen Feld, weil bei Testkörpern (konventionell ausgedrückt) Trägheit berücksichtigt werden muss, während die Flusslinien immer direkt der Richtung der Beschleunigung folgen.

Ein Beispiel zur Illustration:



(S9)

L ist der Mittelpunkt zwischen zwei gleich großen Massen M.  $F_1$  und  $F_2$  sind Flusslinien. B ist die Bahn eines Testkörpers. Es ist zu erkennen, dass keine Flusslinie die Verbindungsgerade der beiden Massen schneiden kann (keine Beschleunigung führt über die Gerade). L ist keine Quelle: die Gesamtbeschleunigung ist in L zwar gleich 0, aber die nach außen gerichtete Beschleunigung nimmt nicht in alle Richtungen zu.

Die Flusslinien, die von oben kommend durch L führen, wären in L rechtwinkelig – aber das ist nur ein Indiz dafür, dass das Bild des glatten metrischen Flusses nicht bis zu beliebig kleinen Längen gelten kann.

Die beiden Massen ruhen allerdings nicht, sondern umkreisen L. Die Flusslinien  $F_1$  und  $F_2$  schrauben sich daher um die durch L gehende Symmetrieachse. *Diese Verdrillung der Flusslinien ist ein wichtiges Faktum, weil sich dadurch die Stärke der Gravitation ändert.*

Die Objekte bestimmen die Flusslinien. Umgekehrt sind die Objekte in die Flusslinien eingebettet, sodass ihre Dynamik durch das Flussfeld bestimmt wird.

Die Zeit bleibt im Fluss immer unverändert. Außerdem gehört – auf Grund von Gleichung (1') und der Definition  $\sigma = dr/dr'$  – zu jeder Flussgeschwindigkeit  $v$  ein bestimmtes, im Fluss gültiges Längendifferenzial  $dr'(v)$  (siehe Gleichung (34') am Ende des nächsten Kapitels über Antimaterie). Daher kann, wenn die Geschwindigkeit des Flusses bekannt ist, vom lokalen Flusssystem auf ein lokales Einsteinsches Beobachtersystem Lorentz-transformiert werden. Wenn in einem Raumbereich Größe und Richtung des metrischen Flusses an jedem Ort gegeben sind, dann lässt sich die Metrik dieses Bereichs aus der Gesamtheit der lokalen Beobachtersysteme ermitteln.

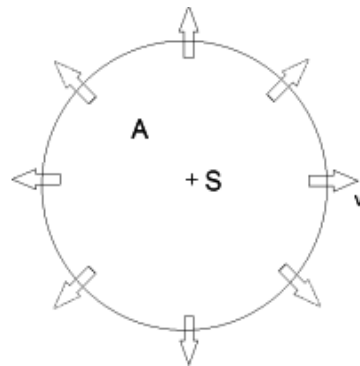
Von besonderer Bedeutung ist, dass sich aus metrisch-dynamischer Sicht Gravitation nicht bloß auf Phänomene beschränkt, die in Verbindung mit Masse oder Energie auftreten. Das Universum wird als Prozess der Selbstorganisation durch Flüsse und Wellen verstanden, und es ist anzunehmen, dass jene Phänomene, die im üblichen Verständnis unter den Begriff "Gravitation" fallen, in der Menge aller möglichen dynamischen Phänomene, die auf den longitudinalen metrischen Fluss zurückgehen, bloß *eine* Variante und vielleicht sogar eine Ausnahme darstellen.

Ein wenig mehr wird im Kapitel über Kosmologie darüber zu sagen sein.

Auch bei der Beschreibung der Gravitation haben sich die Begriffe *metrische Dichte* (der Länge) und *metrischer Fluss* als ausreichend erwiesen. Es war nicht notwendig, irgendwelche anderen physikalischen Begriffe in die Beschreibung einzubeziehen.

Bemerkung:

Bei allen Überlegungen zum metrischen Fluss ist zu beachten, dass es *keine absolute metrische Dichte* gibt, sondern nur relative Dichteänderungen. Die folgende Skizze veranschaulicht diesen Sachverhalt:



(S10)

Hier existiert ein metrischer Fluss  $v$ , der von A nach außen führt und in alle Richtungen gleich groß ist. Nehmen wir nun an, dieser Fluss sei zeitunabhängig. Dann wird – trotz des Flusses – die metrische Dichte in A nicht geringer.

Damit hängt folgender Sachverhalt zusammen:

Was zuvor als *Quelle* des Flussfeldes bezeichnet wurde, ist keine Quelle im üblichen Sinn: Die Flussgeschwindigkeit beginnt im Punkt S mit dem Wert Null. Es gibt also keinen wirklichen "Zufluss".

### Die Wahl des Vorzeichens

In der Gleichung für die Geschwindigkeit des radialen Flusses

$$v = \pm \sqrt{\frac{2m}{r}}$$

wurde nur das negative Vorzeichen berücksichtigt. Im Fall eines positiven Vorzeichens wären die Richtung des Flusses und die Richtung der abnehmenden metrischen Dichte einander entgegengesetzt – im Widerspruch zur ursprünglichen in 1.4. getroffenen Annahme.

Rein logisch wäre jedoch das positive Vorzeichen möglich. Man müsste dann in der Singularität mit einem nach außen gerichteten Fluss  $v = \infty$  beginnen. Der Verzicht auf das positive Vorzeichen entspricht also der üblichen Vermutung, dass keine "weißen Löcher" existieren.

### Der Bereich $r < m$

In der nichtrelativistischen metrischen Betrachtung (siehe Abschnitt 2.3.) wird wegen des Zusammenhangs

$$\sigma = 1 - \frac{m}{r} = \frac{dr}{dr'} \quad dr' = \left(1 - \frac{m}{r}\right)^{-1} dr$$

die metrische Dichte in einem Punkt P im Abstand  $m$  vom Mittelpunkt O gleich 0. Das Differenzial  $dr'$  wird dort endlich, sodass auch der Abstand dieses Punktes, gemessen durch  $dr'$ , gleich 0 wird. (Beim Übergang auf ein relativistisches System muss  $m$  durch  $2m$  ersetzt werden.)



Bei der Schwarzschild-Metrik kann das Problem, dass innerhalb von  $2m$  "kein Raum" mehr vorhanden ist, durch die Transformation auf ein anderes Koordinatensystem gelöst werden. Im Flussbild der Gravitation ist das jedoch unzulässig, weil hier die Zeit (im Fluss) unverändert bleibt.

Natürlich kann man zunächst auf die Schwarzschild-Metrik übergehen und dann ebenfalls die Koordinaten-Transformation durchführen. Da aber das Flussbild direkt aus dem *Ursprung des Seienden* folgt und deshalb den Anspruch erhebt, nicht bloß eine formale Alternativversion der Gravitation zu sein, sondern der Wirklichkeit auch ontologisch zu entsprechen, ist diese Vorgangsweise unbefriedigend.<sup>16</sup> Deshalb will ich kurz skizzieren, wie im Flussbild der Sachverhalt mit den Mitteln der Nicht-Standard-Analysis interpretiert werden könnte.

Beginnen wir mit der Frage: Wenn die metrische Dichte in  $m$  gleich 0 wird, *zerreißt* das Kontinuum an dieser Stelle?

Nicht unbedingt. Es hängt davon ab, wie das Kontinuum definiert ist. Ein Kontinuum, dessen Punkte reellen Zahlen entsprechen, würde zerreißen. Es ist aber möglich, Zahlen zu definieren, die *zwischen* den reellen Zahlen liegen. Dazu definiert man zunächst positive Zahlen  $q_1$  derart, dass für alle diese Zahlen  $q_1$  und für alle positiven reellen Zahlen  $q$  gilt:  $0 < q_1 < q$ . (Jedes  $q_1$  ist größer als 0, aber kleiner als jede positive reelle Zahl. Die Differentiale der Standard-Analysis lassen sich durch solche Zahlen definieren.) Dann liegen die Zahlen der Form  $(\pm q + q_1)$  zwischen den reellen Zahlen. Denselben Vorgang wiederholt man nun in bezug auf diese neuen Zahlen und erhält damit Zahlen  $(\pm q + q_1 + q_2)$ , die wiederum zwischen den Zahlen  $(\pm q + q_1)$  liegen. Intervalle, deren Länge einer Zahl  $q_2$  entspricht, heißen *Differenziale zweiter Ordnung*.

Ein Kontinuum, dessen Punkte den Zahlen  $(\pm q + q_1)$  entsprechen, zerreißt nicht, wenn es so weit gedehnt wird, dass Distanzen der Länge  $q_1$  (die "normalen" Differentiale erster Ordnung) endlich werden, weil dann Intervalle der Länge  $q_2$  (Differenziale zweiter Ordnung) die endlich gewordenen Differentiale erster Ordnung ausfüllen: die Zahlen der Form  $(\pm q + q_1)$  liegen noch immer dicht und verhindern so das Zerreißen.

Nun zur Frage: Ist innerhalb von  $m$  tatsächlich kein Raum mehr vorhanden?

Im reellen Kontinuum ist die Antwort *ja*: Wenn ein Punkt  $P$  im Abstand  $m$  liegt, dann wird dieser Abstand – gemessen durch das endlich gewordene radiale Differential  $dr'$  – tatsächlich gleich 0.

---

<sup>16</sup> Es ist allerdings auch möglich, auf die einfache Darstellung aus Abschnitt 2.2. zurückzugreifen, die auf dem "absoluten Blick von außen" beruht.

In einem Kontinuum der soeben beschriebenen Art ist das aber nicht der Fall. Hier ist der Abstand zwischen P und O nicht gleich 0, sondern gleich einer Zahl  $q_1$ , und Differenziale zweiter Ordnung sorgen dafür, dass die metrischen Verhältnisse definiert bleiben.

Auf diese Weise lässt sich das Konzept der metrischen Dichte also auch im Bereich  $r \leq m$  anwenden, was ja auch deshalb notwendig ist, weil die Umfänge der Kreise mit Radius  $r \leq m$  unverändert gleich  $2\pi r$  bleiben – und auch vom Außenraum aus so gesehen werden –, so dass der Raum in diesem Bereich nicht einfach verschwinden kann.

### Bemerkung zu schwarzen Löchern

In der üblichen allgemein-relativistischen Betrachtungsweise führt die Wirkung der Gravitation dazu, dass sich im Inneren eines schwarzen Lochs eine Singularität ausbildet.

Aus metrisch-dynamischer Sicht erscheint das jedoch nicht plausibel. Hier wird Gravitation als *metrische Verdichtung* aufgefasst, die durch Selbstorganisation der metrischen Struktur – also des Universums – entsteht.

Während in der üblichen Sicht die Gravitation einfach "da" ist und immer weiter wirkt, wird sie aus metrisch-dynamischer Sicht durch metrische Wellen *verursacht*, und es ist nicht anzunehmen, dass die Wellen *sich selbst* bis zu einer Singularität verdichten können.

Im Flussbild der Gravitation ist es deshalb wahrscheinlicher, dass sich im Inneren schwarzer Löcher keine Singularität befindet, sondern ein Wellenphänomen, das den metrischen Zustand aufrecht erhält, durch den das schwarze Loch definiert ist.

## ***2.6. Das hybride System***

Beim Übergang von der Newtonschen Näherung der Gravitation auf die Einsteinsche Beschreibung war es notwendig, den Faktor, der die Metrik bestimmt, von  $(1 - m/r)$  auf  $(1 - 2m/r)$  zu korrigieren.

Was wäre aber, wenn in der Physik zwar die Spezielle Relativitätstheorie existierte, aber der Übergang von der Newtonschen Gravitation zur Allgemeinen Relativitätstheorie *nicht* stattgefunden hätte? Dann müsste die nicht-relativistische Sicht beibehalten werden, und zwar genau so wie es im Abschnitt 2.3 geschehen ist, und der metrische Faktor bliebe  $(1 - m/r)$ .

Wenn *unter dieser Voraussetzung* der metrische Fluss einbezogen würde, dann müsste für seine Geschwindigkeit gelten:

$$\boxed{v = -\sqrt{\frac{m}{r}}} \quad (21)$$

– denn nur dann wäre die Flussgeschwindigkeit im Punkt  $r = m$  gleich der Lichtgeschwindigkeit, sodass der Abstand dieses Punktes von O gleich 0 wäre, wie es die Metrik des Systems  $S_N$  erfordert (siehe (14), (15), (16)).

Formal gelangt man zu diesem Wert für  $v$ , wenn man *einerseits* die aus relativistischer Sicht gültige Gleichung

$$dr' = dr(1 - v^2)^{-1} \quad \text{bzw.} \quad dr/dr' = (1 - v^2)$$

anwendet, *andererseits* aber die Definition von  $\sigma$  beibehält

$$\sigma = \frac{dr}{dr'}$$

Mit  $\sigma = 1 - \frac{m}{r}$  ergibt sich dann

$$1 - \frac{m}{r} = 1 - v^2$$

und somit  $v = \pm \sqrt{\frac{m}{r}}$

Das führt dazu, dass das *relativistische* lokale Flusssystem  $S_F$  von (18) sich zu  $S_F'$  verändert:

$$S_F: (dt_F = dt, dr_F = (1 - \frac{2m}{r})^{-1} dr, d\phi_F = d\phi)$$

$$\longrightarrow S_F': ( dt_F = dt, dr_F = (1 - \frac{m}{r})^{-1} dr, d\varphi_F = d\varphi )$$

Im hybriden System stimmt also das relativistische, mit dem Fluss mitfließende lokale Bezugssystem  $S_F'$  mit dem durch Galilei-Transformation aus dem Newtonschen System entstandenen lokalen Flusssystem  $S_{F_0}$  überein.

( Zur Erinnerung: Die differentiellen Maßeinheiten von  $S_{F_0}$  sind mit denen des Newtonschen Systems von (14) identisch:

$$S_N: ( dt_N = dt, dr_N = (1 - \frac{m}{r})^{-1} dr, d\varphi_N = d\varphi ) )$$

Wozu diese hypothetische Variante?

Weil es im Folgenden tatsächlich notwendig sein wird, den Wert aus (21) für die Flussgeschwindigkeit anzuwenden. Der Grund dafür ist, dass in der gegenwärtigen Physik alle Wechselwirkungen außer der Gravitation in der flachen Raumzeit stattfinden. Aus metrisch-dynamischer Sicht ist das aber genau der Zustand, in dem sich die Gravitation vor Einstein befand: der Zustand vor der metrischen Begründung einer Wechselwirkung.

Wenn wir also im weiteren Verlauf verschiedene bekannte physikalische Zusammenhänge auf das Konzept von Metrik und Fluss zurückführen werden, dann sind diese Rekonstruktionen nur möglich, wenn die Flussgröße aus Gleichung (21) verwendet wird. Der Faktor 2, der sich erst beim Übergang von einer Darstellung in der flachen Raumzeit zu einer Darstellung auf der Basis einer relativistischen Metrik ergibt, entfällt.

Ich nenne ein solches System ein hybrides System, weil es einerseits die konventionelle, vor-metrische Sichtweise enthält – was unerlässlich ist, wenn die zu dieser Sichtweise gehörenden Zusammenhänge rekonstruiert werden sollen –, andererseits aber auch den metrischen Fluss, der die Rekonstruktion erst ermöglicht.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Nebenbei bemerkt: Ich habe mich immer darüber gewundert, dass die Schwarzschild-Lösung der Einsteinschen Feldgleichungen im Fall hinreichend schwacher Gravitation nur dann mit der Newtonschen Näherung übereinstimmt, wenn am Ende der Ableitung als Integrationskonstante nicht  $m$ , sondern  $2m$  (bzw.  $\ln(2m)$ ) gewählt wird. Die geometrische Masse  $m$  und die Newtonsche Masse  $M$  sind nur durch Naturkonstanten miteinander verbunden ( $m = MG/c^2$ ). Weshalb sollte hier ein Faktor 2 auftreten?

## 2.7. Abschließende Bemerkungen

Wenn das fundamentale Gesetz (1) den *Mechanismus des Universums* darstellt, dann muss Gravitation aus diesem Gesetz hervorgehen.

In diesem Kapitel wurde gezeigt, dass das tatsächlich der Fall ist.

Das fundamentale Gesetz hat zwei Interpretationen: die eine bezieht sich auf Änderungen des Längenmaßes, die andere auf Änderungen des Winkelmaßes. Gravitation kann mit jenen Gesetzmäßigkeiten identifiziert werden, die aus Änderungen der Längenmaße folgen. Insbesondere entspricht die Gravitation einer zentralen Masse dem stationären kugelsymmetrischen metrischen Fluss in ein Zentrum.

Allerdings wurde hier keine "Theorie" präsentiert, sondern bloß der Entwurf einer solchen. Dieser Entwurf bewährt sich in einigen Anwendungen. (Es schien mir angemessen, dafür die ersten beiden Tests der Allgemeinen Relativitätstheorie auszuwählen.)

In den hier analysierten einfachen Fällen stimmen die Resultate mit denen der Allgemeinen Relativitätstheorie überein. Wird die neue Theorie also bloß eine Variante der Allgemeinen Relativitätstheorie sein?

Nein, denn es besteht der folgende grundsätzliche Unterschied: Das Kontinuum der Allgemeinen Relativitätstheorie ist gegenüber einem euklidischen Kontinuum zwar verzerrt, aber ansonsten (weitgehend) *statisch*. Das metrisch-dynamische Kontinuum ist dagegen *dynamisch*: es organisiert sich selbst durch Flüsse und Wellen. Deshalb führt die metrisch-dynamische Sicht zu einer völlig anderen Kosmologie. Davon wird später die Rede sein. An dieser Stelle will ich einen anderen Unterschied hervorheben, der mir besonders wichtig erscheint:

*Dadurch, dass Gravitation ausschließlich den Änderungen der Längenmaße zugeordnet ist, wird im dreidimensionalen Kontinuum Platz für weitere Wechselwirkungen geschaffen.*

Die Winkeländerungen werden nicht berührt. Deshalb ist es möglich, die elektromagnetische Wechselwirkung den Änderungen der Winkelmaße zuzuordnen. (Das wird der Inhalt des 5. Kapitels sein.)

---

Ich denke, die Erklärung ist eben, dass es in der nichtrelativistischen Darstellung keinen Faktor 2 gibt. Er tritt erst beim Übergang auf die relativistische Sichtweise auf.

Ein wenig überraschend ist, dass diese Trennung nur bei der *nicht-relativistischen* Version des neuen Zugangs zur Gravitation erkennbar wird; Nur dem "absoluten" Blick "von außen" offenbart sich also die erstaunliche Einfachheit der Verhältnisse!

Der neue Entwurf der Gravitation ist in einer wichtigen Hinsicht unvollständig:

Objekte, die Gravitation verursachen, wurden als stationäre Flusszustände beschrieben, die "schwarzen Löchern" entsprechen. Bei gravitierender Materie – d.h. bei "Teilchen" – handelt es sich aber wahrscheinlich nicht um schwarze Löcher, sondern um Raum-Zeit-Muster, die durch Wellen erzeugt und aufrechterhalten werden. Das bedeutet, dass der metrische Fluss nur außerhalb eines bestimmten Abstands vom Mittelpunkt in der Form existiert, wie er hier abgeleitet wurde

Diese Unvollständigkeit hat zur Folge, dass die Beschreibung von Objekten, die Gravitation verursachen, nicht mit der Beschreibung von Objekten übereinstimmt, auf die Gravitation einwirkt: Objekte, auf die Gravitation wirkt, werden in das Flussfeld eingebettet, indem sie als Überlagerungen von Wellen mit Lichtgeschwindigkeit aufgefasst werden. Objekte, die Gravitation verursachen, werden aber nicht als Wellenüberlagerungen dargestellt, sondern als stationäre Zustände, in denen Wellen keine Rolle spielen.

Diese Differenz könnte nur durch ein Modell aufgehoben werden, das die Prozesse enthält, die zur Bildung stationärer Wellen-Zustände führen, mit anderen Worten: ein Wellen-Modell von *Teilchen*, das darüber Auskunft gibt, wie es zu einem kugelsymmetrischen Defekt der Metrik kommt und wie dieser aufrechterhalten wird.<sup>18</sup> Einige vorbereitende Schritte zu einem solchen Modell werden in den Kapiteln 4 und 5 unternommen.

Zuletzt sei noch darauf hingewiesen, dass die ursprüngliche Idee Einsteins, die zur Allgemeinen Relativitätstheorie führte – die Identität von Schwere und Trägheit – im metrisch-dynamischen Modell der Gravitation auf direkte und einfachst-mögliche Weise umgesetzt wird:

Ein Objekt im Gravitationsfeld einer Masse in konstanter Entfernung zu dieser Masse zu halten bedeutet hier, das Objekt permanent gegen den zur Masse hin gerichteten metrischen Fluss zu beschleunigen, und das ist selbstverständlich identisch mit einer Beschleunigung des Objekts in einem masselosen Bereich ohne metrischen Fluss.

---

<sup>18</sup> Eine naheliegende Vermutung wäre, dass die Superpositionen von Wellen, aus denen ein materielles Objekt besteht, zu einer metrischen Verdichtung führen.

Wie gezeigt wurde, führt aber erst die Annahme, dass Objekte selbst nichts anderes sind als Überlagerungen von metrischen Wellen, zu den korrekten Resultaten, d.h. zu Resultaten, die mit der AR übereinstimmen.

Um das Bild noch ein wenig zu konkretisieren: Warum hält Gravitation uns auf der Erdoberfläche fest?

Aus metrisch dynamischer Sicht deshalb, weil ein beschleunigter metrischer Fluss mit einer Geschwindigkeit von 11,2 km/s durch uns hindurch in Richtung Erdmittelpunkt fließt. Wir selbst sind (letztlich) Muster aus Superpositionen von Wellen mit Lichtgeschwindigkeit im Fluss, und daraus folgt *erstens*, dass die Wellen (wir selbst) gegen den Fluss beschleunigt werden müssen – wofür die elektromagnetische Wechselwirkung mit der Erdoberfläche sorgt, und *zweitens*, dass die Wellen gegen den Fluss immer ein wenig vorhalten müssen – und deshalb vergeht die Zeit langsamer.

### 3. Antimaterie

#### 3.1. Materie und Antimaterie als entgegengesetzte metrische Deformationen

Unter welchen Umständen verschwindet eine metrische Deformation, die in Verbindung mit einem metrischen Fluss einen stabilen, stationären Zustand bildet? Genau dann, wenn sie auf die *entgegengesetzte* metrische Deformation trifft.

Materie und Antimaterie vernichten sich gegenseitig. Aus metrisch-dynamischer Sicht bedeutet das, dass sich die metrischen Unterschiede bei Materie und Antimaterie gegenseitig aufheben.

Nehmen wir an, der im vorigen Kapitel beschriebene metrische Defekt sei derjenige, der bei Materie auftritt. Die einfachste Formulierung dieses Defekts ist, dass dem Kontinuum eine (metrische) Kugel vom Radius  $m$  fehlt: Im metrisch veränderten Kontinuum ist jeder radiale Abstand vom Gravitationszentrum  $O$  um  $m$  Einheiten kleiner als im euklidischen Kontinuum.

Daher muss im Fall von Antimaterie angenommen werden, dass jeder radiale Abstand um  $m$  Einheiten *größer* ist als im euklidischen Kontinuum; es ist (sozusagen) eine metrische Kugel vom Radius  $m$  *zuviel* vorhanden.

Sei also  $r$  der Abstand eines beliebigen Punktes vom Mittelpunkt  $O$  in einem euklidischen Kontinuum,  $r_A$  der Abstand desselben Punktes von  $O$ , gemessen im durch Antimaterie veränderten Kontinuum. Dann ist

$$r_A = r + m \quad (22)$$

Das bedeutet: Wenn Materie die geometrische Masse  $m > 0$  hat, dann ist die gleich große geometrische Masse im Fall von Antimaterie gleich  $-m$ .

Bei Materie ist die metrische Dichte  $\sigma(r)$  nach (7) gegeben durch

$$\sigma = \frac{r - m}{r}$$

Also ist bei Antimaterie zu setzen



$$\sigma = \frac{r + m}{r} \quad (23)$$

Das veränderte radiale Differenzial nennen wir nun nicht mehr  $dr_N$ , sondern  $dr_A$ . Gemäß der Definition von  $\sigma$

$$\sigma = \frac{dr}{dr'}$$

gilt dann 
$$dr_A = \left(1 + \frac{m}{r}\right)^{-1} dr \quad (24)$$

### ***3.2. Gravitation im Fall von Antimaterie***

Wir bestimmen nun die Gravitation von Antimaterie, d.h. jene Gravitation, die sich aus dem metrischen Defekt ergibt, der dem von Materie entgegengesetzt ist.

Um den metrischen Fluss zu ermitteln, wird (1') wieder umgeformt wie in 2.1. ( $c = 1$  gesetzt)

$$\frac{d\sigma}{dr} = -\frac{dv}{dt} \quad \rightarrow \quad d\sigma = -\frac{dr}{dt} dv \quad (25)$$

Wieder wird  $\frac{dr}{dt} = v$  gesetzt:

$$d\sigma = -v dv$$

Integration ergibt 
$$\sigma = -\frac{v^2}{2} + C$$

Gemäß (23) gilt aber jetzt nicht mehr

$$\sigma = \frac{r - m}{r}$$

sondern 
$$\sigma = \frac{r + m}{r}$$

Also ist 
$$1 + \frac{m}{r} = -\frac{v^2}{2} + C$$

Die Integrationskonstante C ergibt sich wieder aus der Bedingung, dass für  $r \rightarrow \infty$   $v = 0$  sein soll.

Daraus folgt 
$$C = 1$$

Das führt zu 
$$\frac{v^2}{2} = -\frac{m}{r}$$

und zuletzt 
$$\boxed{v = \pm i \sqrt{\frac{2m}{r}}} \quad (26)$$

*Der metrische Fluss v wird bei Antimaterie imaginär.*

Wegen  $v = \frac{dr}{dt}$  muss dann auch r imaginär sein. (Die Zeit bleibt immer unverändert.)

Ersetzen wir in (1') v durch iv und r durch ir

– also: 
$$\frac{d\sigma}{dir} = -\frac{div}{dt}$$

dann ergibt sich 
$$\boxed{\frac{d\sigma}{dr} = +\frac{dv}{dt}} \quad (27)$$

*Wenn (1') als Zusammenhang von reellen Größen aufgefasst wird – d.h. von messbaren Größen – dann kehrt sich in der fundamentalen Gleichung bei Antimaterie das Vorzeichen um.*

Zur Bestimmung der (reellen) Fluss-Beschleunigung differenzieren wir

$$\sigma = \frac{r + m}{r} \quad \text{nach } r.$$

Das ergibt  $\frac{d\sigma}{dr} = -\frac{m}{r^2}$

Nach (27)  $\frac{d\sigma}{dr} = \frac{dv}{dt}$

gilt somit  $\boxed{\frac{dv}{dt} = -c^2 \frac{m}{r^2}}$  (28)

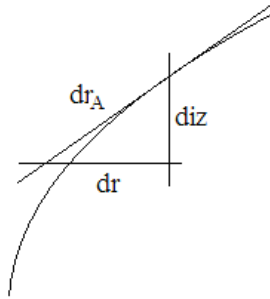
*Die Fluss-Beschleunigung ist bei Antimaterie identisch mit der Beschleunigung bei Materie. Die Newtonsche Näherung ist also in beiden Fällen gleich.*

Weshalb treten bei Antimaterie imaginäre Zahlen auf? Der Grund ist, dass hier – wie aus (24) hervorgeht

$$dr_A = \left(1 + \frac{m}{r}\right)^{-1} dr$$

– das radiale Differenzial  $dr_A$  im Vergleich mit dem Differenzial des euklidischen Kontinuums verkürzt ist.

Die übliche Darstellung durch eine Hilfsdimension ist daher nur möglich, wenn diese Dimension imaginär ist:



(S11)

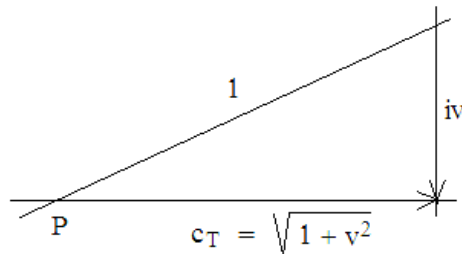
In (S11) ist  $dr_A^2 = dr^2 - dz^2$

Nur wenn die Hilfsdimension imaginär ist, gilt also  $dr_A < dr$ .

Oder betrachten wir den Fluss:

$$v = -i \sqrt{\frac{2m}{r}}$$

Wenn wir, wie zuvor bei Materie, die Geschwindigkeit des Lichts *im Fluss* beurteilen, wie sie sich dem nicht-relativistischen Blick "von außen" zeigt, dann führt diese Korrektur – wie der folgenden Skizze zu entnehmen ist – zu einer *Vergrößerung* der Lichtgeschwindigkeit



(S12)

Die flusskorrigierte Lichtgeschwindigkeit  $c_T$  ist hier größer als die normale Lichtgeschwindigkeit. Das liegt einfach daran, dass im Fall von Antimaterie die Umfänge von Kreisen mit Mittelpunkt  $O$  *kürzer*

sind als im euklidischen Kontinuum. Deshalb erscheint die Zeit, die Licht für eine Umrundung benötigt, verkürzt – oder alternativ ausgedrückt: Licht erscheint schneller (aber natürlich nur von einem nichtrelativistischen Standpunkt aus).

Daraus folgt aber nun eine Änderung gegenüber der üblichen Sichtweise:

*Bei Antimaterie ist die Gravitation kleiner als bei Materie derselben Masse  $|m|$ .*

Führt man z.B. die Berechnung der Periheldrehung genau wie im Abschnitt 2.2, aber gemäß (S12) mit dem Faktor

$$k = \sqrt{1+v^2} = \sqrt{1+\frac{2m}{r}}$$

durch, dann erhält man

$$\frac{\omega'}{\omega} = \left(1 - \frac{2m}{r}\right)^{\frac{3}{2}} \approx 1 - \frac{3m}{r} \quad (29)$$

Es gibt also keine Voreilung, sondern eine *Verzögerung*: die Ellipse dreht sich in der umgekehrten Richtung, d.h. *entgegen* der Bewegungsrichtung. Die Korrektur gegenüber der Newtonschen Näherung verläuft zwar völlig analog zu der bei Materie, sie führt aber nicht zu einer Verstärkung, sondern zu einer Abschwächung der Gravitation.

Wir bestimmen nun die metrischen Verhältnisse in einem relativ zum Mittelpunkt O ruhenden lokalen Beobachtersystem  $S_A$ .

Zunächst ist – ebenso wie bei Materie – zu berücksichtigen, dass aus relativistischer Sicht der metrische Defekt nicht  $m$ , sondern  $2m$  beträgt. Jede radiale Messung ergibt einen Abstand zum Mittelpunkt, der um  $2m$  größer ist als im unverzerrten Kontinuum.

Das Längendifferenzial des Flusssystemes  $S_F$  ist daher (vgl. (17))

$$dr_F = dr \left(1 + \frac{2m}{r}\right)^{-1} \quad (30)$$

Das Zeitdifferenzial ist unverändert, also  $dt_F = dt$

Ein lokales mitfließendes System  $S_F$  ist somit charakterisiert durch

$$S_F: ( dt_F = dt, dr_F = (1 + \frac{2m}{r})^{-1} dr, d\varphi_F = d\varphi ) \quad (31)$$

Von  $S_F$  kann nun auf ein lokales (relativistisches) Beobachtersystem  $S_A$ , das relativ zu  $O$  in Ruhe ist, transformiert werden, jedoch nicht, wie bei Materie, mit dem Faktor

$$\sqrt{1 - \frac{2m}{r}}, \text{ sondern mit } \sqrt{1 + \frac{2m}{r}}$$

– und zwar deshalb, weil aus

$$\frac{v}{c} = \pm i \sqrt{\frac{2m}{r}}$$

für den Faktor der Lorentz-Transformation folgt:

$$k = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \sqrt{1 + \frac{2m}{r}}$$

Wir erhalten dann für das radiale Längendifferenzial  $dr_A$  von  $S_A$

$$dr_A = dr_F k = dr (1 + \frac{2m}{r})^{-1} (1 + \frac{2m}{r})^{\frac{1}{2}} = dr (1 + \frac{2m}{r})^{-\frac{1}{2}}$$

und für das Zeitdifferenzial  $dt_A$

$$dt_A = dt (1 + \frac{2m}{r})^{\frac{1}{2}} \quad (\text{zu beachten: } dt_F = dt)$$

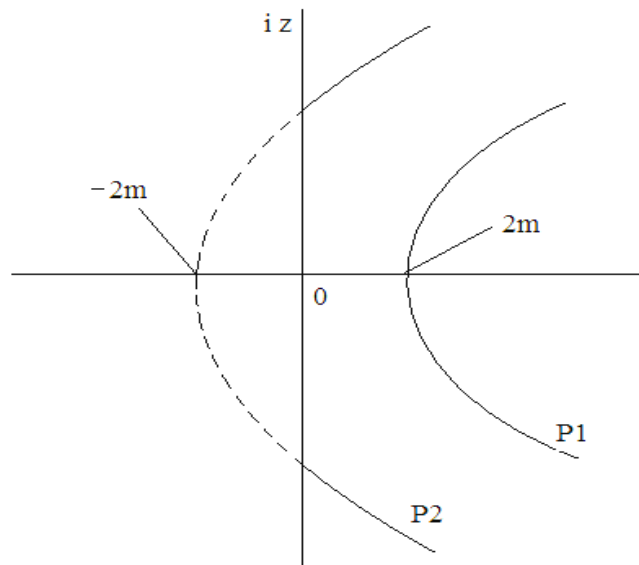
Daraus folgt die Metrik:

$$ds^2 = \left(1 + \frac{2m}{r}\right) dt^2 - \left(1 + \frac{2m}{r}\right)^{-1} dr^2 - r^2 d\phi^2 \quad (32)$$

*Die Metrik entspricht im Fall von Antimaterie nicht der Schwarzschild-Metrik. Insbesondere vergeht in der Nähe von Antimaterie die Zeit nicht langsamer, sondern schneller.*

*Objekte werden hier also in Richtung des Bereichs schnelleren Zeitvergehens beschleunigt.*

Zur Veranschaulichung der metrischen Verhältnisse hier eine Skizze der Parabel P2, die – analog zur Schwarzschild-Parabel – die Metrik mit Hilfe einer Einbettungsdimension  $iz$  illustriert:



(S13)

P2 ist die Parabel, die die räumlichen metrischen Verhältnisse von (32) veranschaulicht. Die Hilfsdimension  $iz$  ist imaginär. (Die Schwarzschild-Parabel P1 ist zum Vergleich eingezeichnet: für P1 müsste die Hilfsdimension aber natürlich reell sein.)

Im Flussbild sind die metrischen Veränderungen bei Materie und Antimaterie symmetrisch. Daraus ergibt sich jedoch ein Unterschied der Gravitation.

### 3.3. *Asymmetrie von Materie und Antimaterie*

Zusätzlich zur unterschiedlichen Stärke der Gravitation (bei gleichem  $m$ ) bestehen zwischen Materie und Antimaterie außerdem folgende Asymmetrien:

Während bei Materie die Gleichungen gelten

$$\frac{\partial \sigma}{\partial r} = - \frac{1}{c^2} \frac{\partial v}{\partial t} \quad (1')$$

$$\frac{\partial v}{\partial r} = - \frac{\partial \sigma}{\partial t} \quad (1a)$$

aus denen die Wellengleichung folgt

$$\frac{\partial^2 v}{\partial r^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} \quad (3)$$

lässt im Fall von Antimaterie das positive Vorzeichen auf der rechten Seite in (27)

$$\frac{d\sigma}{dr} = + \frac{1}{c^2} \frac{dv}{dt}$$

in Verbindung mit (1a) die Ableitung der Wellengleichung nicht zu. Stattdessen erhält man

$$\frac{\partial^2 v}{\partial r^2} = - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} \quad (3')$$

Das bedeutet: *Im Kontinuum, das durch Antimaterie metrisch verändert ist, gibt es keine stabilen longitudinalen Wellen.*



Aus metrisch-dynamischer Sicht, in der alles, was existiert, als Wellenüberlagerung verstanden wird, stellt diese Tatsache eine fundamentale Einschränkung dar.

*Die wichtigste Asymmetrie betrifft jedoch die **Entstehung** von Materie und Antimaterie:*

Im metrisch-dynamischen Universum entstehen Materie-Teilchen durch metrische Verdichtungsprozesse, die Teil der globalen, im ganzen Universum stattfindenden metrischen Selbstorganisation sind. In einem solchen Bereich metrischer Verdichtung münden Flusslinien, die dann entweder in einer Senke – in der Singularität eines schwarzen Lochs – verschwinden oder irgendwo im Inneren des Bereichs in einem Punkt enden, derart, dass die Flussgeschwindigkeit immer weiter *abnimmt*, bis sie in diesem Punkt den Wert Null erreicht.

Der Anfang jeder dieser Flusslinien liegt in einem Punkt, in dem die Flussgeschwindigkeit in alle Richtungen *zunimmt*. Ich habe einen solchen Punkt weiter oben eine *Quelle* genannt, obwohl diese Bezeichnung eigentlich nicht zutrifft, weil hier die Flussgeschwindigkeit ebenfalls mit dem Wert Null beginnt.

Für das Problem der Asymmetrie von Materie und Antimaterie ist aber nur das Folgende von Bedeutung:

Die Geschwindigkeit des Flusses entlang der eben beschriebenen Flusslinien hat immer einen reellen Wert, mit anderen Worten: das Universum organisiert sich selbst ausschließlich durch *reelle* longitudinale Flüsse.

Antimaterie ist aber durch das Auftreten eines *imaginären* longitudinalen Flusses charakterisiert.

Daraus folgt:

Aus metrisch-dynamischer Sicht kann die Annahme, dass Materie und Antimaterie zu gleichen Teilen entstehen, nicht aufrecht erhalten werden: Im Rahmen der globalen Selbstorganisation bildet sich Materie, ohne dass zugleich Antimaterie entsteht.

*Lokal* trifft diese Annahme jedoch zu: wird lokal ein metrisch verdichteter Bereich erzeugt, dann bildet sich ein dazu symmetrischer Bereich verringerter metrischer Dichte, in dessen Umgebung ein imaginärer longitudinaler metrischer Fluss auftritt; eine *lokale* Dichteänderung ist ohne die entgegengesetzte lokale Änderung nicht möglich. Im Laborversuch können daher nur Teilchen-Antiteilchen-Paare erzeugt werden.

### 3.4. Zusammenfassung

Ich schlieÙe mit einer kurzen Zusammenfassung.

Sei  $K^n$  ( $n > 1$ ) ein  $n$ -dimensionales Kontinuum, das durch eine geometrische Masse  $m$  deformiert ist

Ist  $m > 0$ , dann ist  $m$  die geometrische Masse von *Materie*, und dann ist jeder Abstand vom Mittelpunkt  $O$  um  $m$  Einheiten *kleiner* als im unverzerrten Kontinuum.

Ist  $m < 0$ , dann ist  $m$  die geometrische Masse von *Antimaterie*, und dann ist jeder Abstand vom Mittelpunkt  $O$  um  $m$  Einheiten *größer* als im unverzerrten Kontinuum.

So wird unmittelbar einsichtig, warum Materie und Antimaterie mit gleichem Absolutbetrag der Masse  $m$  sich auflösen, wenn sie aufeinandertreffen: die metrischen Änderungen sind einander entgegengesetzt und heben sich gegenseitig auf.<sup>19</sup>

Das Beschleunigungsfeld, das dem der Newtonschen Näherung entspricht, ist in beiden Fällen identisch:

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

Der metrische Fluss ins Zentrum ist im Fall von Materie reell, im Fall von Antimaterie imaginär:

$$\text{Materie: } v_M = \pm c \sqrt{\frac{2m}{r}} \quad \text{Antimaterie: } v_{AM} = \pm i c \sqrt{\frac{2m}{r}}$$

$$\text{Die Quadrate der Flüsse heben sich auf: } v_M^2 + v_{AM}^2 = 0$$

Aus der Tatsache, dass bei Antimaterie der Fluss imaginär ist, ergibt sich eine Gravitation, die *nicht* mit der Gravitation von Materie mit gleichem Absolutbetrag der Masse  $m$  identisch ist, sondern schwächer als diese.

---

<sup>19</sup> Dass dabei Energie in Form von Wellen abgestrahlt wird beweist, dass Materie und Antimaterie aus Wellen aufgebaut sind und dass die zugehörigen metrischen Veränderungen durch diese Wellen verursacht werden.

Die Metrik des umgebenden Kontinuums ist

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

In der Umgebung von Antimaterie vergeht die Zeit also *schneller*.

Zwischen Materie und Antimaterie bestehen weitere Asymmetrien:

1. *Im Fall von Antimaterie gibt es keine Wellen des longitudinalen metrischen Flusses  $v$  und der metrischen Dichte  $\sigma$ .*

2. **Lokal** wird stets genau so viel Antimaterie erzeugt wie Materie. **Global** wird jedoch ausschließlich Materie gebildet.

Zuletzt noch eine Bemerkung über den Zusammenhang von metrischer Dichte  $\sigma$ , Flussgeschwindigkeit  $v$  und Längendifferenzial  $dr$  ( $c$  gleich 1 gesetzt):

Aus  $\sigma = 1 - \frac{m}{r}$  und  $v^2 = \frac{2m}{r}$

folgt  $v = \pm \sqrt{2} \sqrt{1 - \sigma}$  (33)

$\sigma$  kann alle reellen Werte annehmen,  $v$  alle reellen und alle imaginären. Wenn  $\sigma$  gleich 1 ist, dann ist  $v$  gleich 0. Ist  $\sigma$  kleiner als 1 (bei Materie), dann ist  $v$  reell. Ist  $\sigma$  größer als 1 (bei Antimaterie), dann ist  $v$  imaginär. Bis auf das Vorzeichen von  $v$  ist die Zuordnung umkehrbar eindeutig.

Mit  $\sigma = \frac{dr}{dr'}$

ergibt sich  $dr' = dr \left(1 - \frac{v^2}{2}\right)^{-1}$  (34)

Beim Übergang zur relativistischen Sicht gilt *im Fluss* (siehe Abschnitt 2.4, (17) und (18)):

$$dr_F = dr (1 - v^2)^{-1} \quad (34')$$

und für einen ruhenden Beobachter

$$dr_B = dr (1 - v^2)^{-1/2} \quad (34'')$$

(33) bis (34'') gelten allgemein, nicht nur im kugelsymmetrischen Fall.

## 4. Planck-Länge, geometrische Masse und Teilchenfrequenz

In diesem kurzen Kapitel soll die Hypothese formuliert werden, die im metrisch-dynamischen Modell die Begründung für die Tatsache ist, dass in der Natur bei vielen Observablen nur diskrete Folgen von Werten möglich sind, die sich als Vielfache einer elementaren Einheit ausdrücken lassen.

Im metrisch-dynamischen Szenario, das in 4.2 folgt, wird der Zusammenhang zwischen Planck-Länge, geometrischer Masse und den beiden mit dieser Masse verknüpften Größen Frequenz und Compton-Wellenlänge erklärt. Das bedeutet: Die Planck-Länge kann auf metrisch-dynamische Weise aus Compton-Wellenlänge und geometrischer Masse abgeleitet werden.

### 4.1. Die metrisch-dynamische Quantisierungshypothese

Es ist schon bekannt, dass in den metrischen Flüssen longitudinale Wellen existieren. (Siehe die Wellengleichungen (3) und (5)). In bezug auf diese Wellen treffen wir nun eine zusätzliche Annahme.

*In den metrischen Flüssen, deren stationäre, kugelsymmetrische Zustände sich als Gravitation einer zentralen Masse herausgestellt haben, gibt es stehende Wellen. Ihre Wellenlänge  $\lambda$  ist gleich der Planck-Länge. Sie bilden die Basis der materiellen Strukturen.<sup>20</sup>*

Also  $\lambda := \text{Planck-Länge} := \lambda_{\text{pl}}$

wobei  $\lambda_{\text{pl}} = \sqrt{\frac{hG}{c^3}} = 4.051 \dots 10^{-35}$  (Meter).

Was in der Standardphysik ein Quantum der Wirkung ist, ist hier ein Quantum der Länge.

Um zu demonstrieren, wie sich diese metrische Quantisierung auswirkt, will ich gleich die erste Anwendung anschließen. Sie überbrückt mehr als 40 Größenordnungen und liefert eine metrisch-dynamische Begründung bekannter Zusammenhänge zwischen fundamentalen Größen.

---

<sup>20</sup> Wäre das Universum eine geschlossene metrische Struktur, dann wäre die Vorstellung stehender Wellen eigentlich das Erste und Einfachste, was man als Folge von Selbstorganisation erwarten würde. (Die außerordentlich geringe Wellenlänge wäre allerdings überraschend.) Zum Problem, das auftritt, wenn das Universum als offene Struktur gesehen wird, werde ich mich im Kapitel "Kosmologie" äußern.

## 4.2. Phasenwellen im radialen Fluss; Zusammenhang von Masse und Frequenz

Betrachten wir den Fall eines kugelsymmetrischen, stationären Flusses  $v$  in ein Gravitationszentrum  $Z$ . Von einem relativ zu  $Z$  ruhenden Beobachter aus gesehen, sind die im Fluss befindlichen stehenden Planck-Wellen *keine* stehenden Wellen. Für ihn ist der Fluss ein bewegtes System. Die Lorentz-Transformation hebt die Phasenübereinstimmung in der stehenden Welle auf.

$$\text{Aus } f(r,t) = \sin(2\pi t v_{\text{pl}}) \cos(2\pi r \frac{1}{\lambda_{\text{pl}}}) \quad (v_{\text{pl}} \lambda_{\text{pl}} = c) \quad (35)$$

– was eine stehende Welle *im Flusssystem* darstellt –, wird für den ruhenden Beobachter

$$f'(r,t) = \sin 2\pi (t v_{\text{pl}} \frac{1}{k} - r v_{\text{pl}} \frac{v}{c^2} \frac{1}{k}) \cos 2\pi (t v \frac{1}{\lambda_{\text{pl}} k} - r \frac{1}{\lambda_{\text{pl}} k}) \quad (k = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}) \quad (36)$$

Die stehende Welle im Fluss hat sich für den ruhenden Beobachter in eine Wellenüberlagerung, bestehend aus

$$\Psi_1(\lambda_1, \nu_1) \text{ und } \Psi_2(\lambda_2, \nu_2)$$

transformiert, wobei

$$\lambda_1 = \lambda_{\text{pl}} \frac{c}{v} k \quad \nu_1 = v_{\text{pl}} \frac{1}{k} \quad (37)$$

$$\lambda_2 = \lambda_{\text{pl}} k \quad \nu_2 = v_{\text{pl}} \frac{v}{c} \frac{1}{k} \quad (37')$$

Wir bestimmen nun jenen Abstand  $r_1$  von  $Z$ , der genau einer Wellenlänge  $\lambda_1$  der Phasenwelle  $\Psi_1$  entspricht, die durch die Transformation entstanden ist.

Zusätzlich zur speziell-relativistischen Phasenverschiebung, die durch (36) beschrieben wird, muss berücksichtigt werden, dass das Längendifferenzial im Fluss um den Faktor  $1/k = (1 - (v/c)^2)^{-1/2}$  größer ist als das des relativ zu  $Z$  ruhenden Systems. Die Wellenlängen im Fluss sind also um den Faktor  $1/k$  vergrößert.

Wir setzen daher

$$r_1 = (\lambda_{pl} \frac{c}{v} k) \frac{1}{k}$$

(Zur r-Abhängigkeit von v,  $\lambda_1$  und k siehe die Bemerkung weiter unten.)

$$r_1 = \lambda_{pl} \frac{c}{v} \quad (38)$$

Wie groß ist der Fluss  $v(r)$ ? Die Bedingungen entsprechen hier denen des *hybriden Systems*, das in 2.6. beschrieben wurde. Deshalb ist die Flussgröße aus (21) im Abschnitt 2.6. zu wählen

$$\frac{v}{c} = -\sqrt{\frac{m}{r}} \quad (m \text{ ist die geometrische Masse})$$

Mit  $\frac{c}{v} = \sqrt{\frac{r_1}{m}}$  (hier ist nur der Betrag von v von Bedeutung) wird aus (38)

$$r_1 = \lambda_{pl} \sqrt{\frac{r_1}{m}}$$

Somit ist

$$r_1 = \frac{\lambda_{pl}^2}{m} \quad \text{bzw.} \quad r_1 m = \lambda_{pl}^2 \quad (39)$$

Bemerkung: Müsste bei der Bestimmung von  $r_1$  als dem einer Phasenwellenlänge entsprechenden Abstand in (38) nicht berücksichtigt werden, dass der Fluss v, von dem die Wellenlänge abhängt, innerhalb von  $r_1$  *nicht* konstant ist?

Dass dies nicht notwendig ist, lässt sich auf folgende Weise einsehen: Um *alle* Entfernungen bestimmen, wo die Phasenverschiebung  $2\pi$  beträgt, muss statt (38) allgemeiner gesetzt werden

$$r_n = n \lambda_{pl} \frac{c}{v} = n \lambda_{pl} \sqrt{\frac{r_n}{m}}$$

und das hat zur Folge

$$r_n = n^2 \frac{\lambda_{pl}^2}{m}$$

Man stelle sich nun vor  $r \rightarrow r' = \sqrt{r}$ .

Dann werden die Wellenlängen aller Phasenwellen gleich  $\sqrt{r_1'}$ : die erste Wellenlänge endet bei  $\sqrt{r_1'}$ , die zweite bei  $2\sqrt{r_1'}$  usw. So ist zu erkennen, dass es nur *eine einzige Phasenwelle* gibt. Nach Rücktransformation  $r' \rightarrow r$  wächst die Wellenlänge der Phasenwelle mit  $r$ , so dass die erste Wellenlänge bei  $r_1$  endet, die zweite bei  $4r_1$  und die  $n$ -te bei  $n^2 r_1$ .

---

Betrachten wir nun nochmals die Bedingung (39):

$r_1$ , der Abstand von  $Z$ , ist genau dann gleich  $\lambda_1$ , der Wellenlänge der Phasenwelle, die im relativ zu  $Z$  ruhenden System (infolge der Lorentz-Transformation der im Fluss befindlichen stehenden Welle) auftritt, wenn

$$r_1 = \frac{\lambda_{pl}^2}{m}$$

Das besagt aber nichts anderes als:  $r_1$  ist gleich der *Compton-Wellenlänge*  $\lambda_C$ , denn es gilt

$$\lambda_C = \frac{\lambda_{pl}^2}{m}$$

(Z. B. für ein Elektron:

$$m_e = 6.763 \cdot 10^{-58} \text{ (Meter)}, \quad \lambda_{pl} = 4.051 \cdot 10^{-35}$$



$$\frac{\lambda_{\text{Pl}}^2}{m_e} = 2.426 \cdot 10^{-12} = \lambda_{\text{Ce}} \quad )$$

An der Stelle  $r_1$  findet sich außerdem – neben der fast unveränderten Planck-Frequenz

$$\nu_1 = \nu_{\text{Pl}} \frac{1}{k}$$

eine zweite, viel kleinere Frequenz (siehe (37'))

$$\nu_2 = \nu_{\text{Pl}} \frac{v}{c} \frac{1}{k} = \nu_{\text{Pl}} \sqrt{\frac{m}{r_1}} \frac{1}{k} \quad (40)$$

die wegen  $\nu_2 \lambda_1 = \nu_2 \lambda_{\text{C}} = c$  der Frequenz  $\nu_m$  eines Teilchens mit der geometrischen Masse  $m$  entspricht.

Der Fluss, der die Phasenwelle erzeugt, ist kugelsymmetrisch. Das bedeutet:

*Auf einer Kugelfläche mit dem Radius  $\lambda_{\text{C}}$  existiert eine gleichphasige Schwingung mit der Frequenz des Teilchens.*

Das ist natürlich noch kein Modell eines Teilchens. Andererseits ist es aber auch mehr als ein bloß mathematischer Zusammenhang zwischen Teilchenmasse und Teilchenfrequenz, weil darin ein strukturelles Element enthalten ist: eben die Vorstellung der gleichphasigen Schwingung auf einer Kugelfläche. (Genau diese Vorstellung wird im nächsten Kapitel benötigt.)

Die soeben abgeleitete Beziehung zwischen der Frequenz  $\nu_m$ , der Wellenlänge  $\lambda_m$  (mit  $\nu_m \lambda_m = c$ ) und der Masse  $m$  gilt aber nicht nur im Fall eines Teilchens, sondern ganz allgemein.

Also kann behauptet werden: Die Gleichungen (41) und (41')

|  |
|--|
| $\lambda_m m = \lambda_{\text{Pl}}^2 \quad (41)$ |
|--|

( und, wegen  $\lambda_m v_m = c$  )

$$m c = \lambda_{pl}^2 v_m \quad (41')$$

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

(Im Abschnitt 6.2 wird Gleichung (41') genau diese Gestalt annehmen, also  $M c^2 = h \nu$ .)

Setzt man alternativ  $\tilde{\lambda}_{pl} = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} = 1.616... \cdot 10^{-35}$  (Meter), dann gilt (mit  $\tilde{\lambda}_m = \lambda_m / 2\pi$ )

$$\tilde{\lambda}_m m = \tilde{\lambda}_{pl}^2 \quad (41'')$$

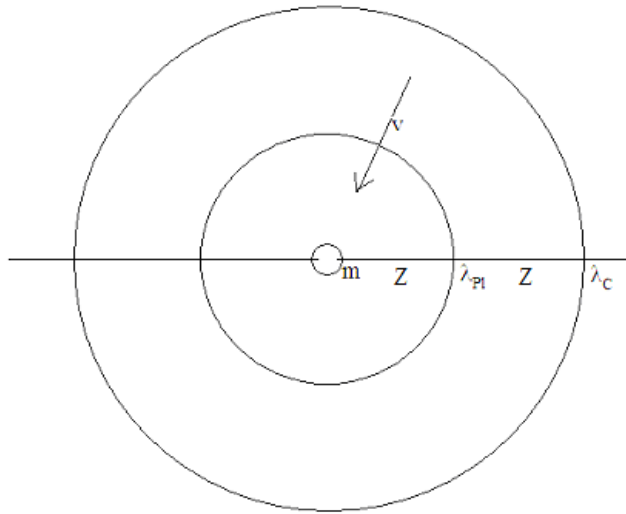
### Bemerkung

In (41) ist zu sehen, dass  $\lambda_{pl}$  das geometrische Mittel von  $m$  und  $\lambda_C$  ist.

Das bedeutet: Es gibt einen einfachen Hinweis darauf, dass ein Zusammenhang zwischen 3 Größen in einem metrischen Fluss, dessen Geschwindigkeit umgekehrt proportional zu  $r^{1/2}$  ist, möglicherweise durch eine Phasenwelle vermittelt ist: Wenn alle 3 Größen durch Längen ausgedrückt werden, dann muss eine Länge einen metrischen Defekt darstellen, und eine andere Länge muss das geometrische Mittel der beiden anderen sein. (Beim Atomaufbau wird ein weiterer Fall dieser Art auftreten.)

---

Logarithmisch skaliert lassen sich die Größen  $m$ ,  $\lambda_{pl}$  und  $\lambda_C$ , deren Zusammenhang durch den radialen Fluss  $v$  vermittelt ist, folgendermaßen darstellen:



(S14)

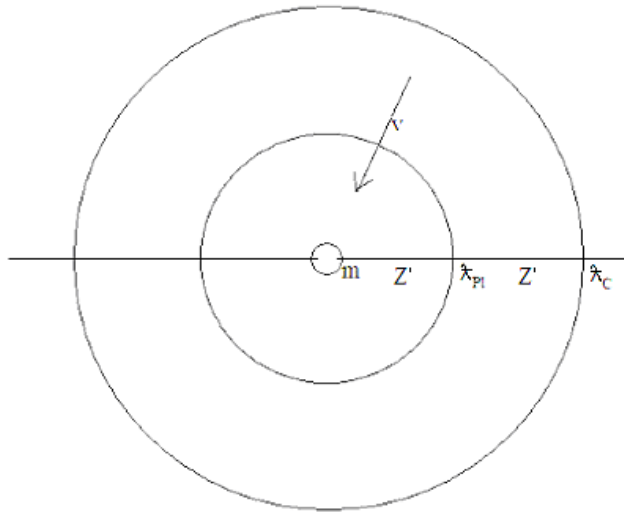
Z ist ein zur Gravitation gehörender multiplikativer Faktor, zu vergleichen mit der Feinstrukturkonstante  $1/\alpha$  beim Elektromagnetismus. (Mehr darüber ab 5.7.)

Es gilt:  $m Z = \lambda_{PI}$  und  $\lambda_{PI} Z = \lambda_C$  (42)

Für das Elektron ist  $Z_E = 5.990 \cdot 10^{22}$

Für das Proton ist  $Z_P = 3.262 \cdot 10^{19}$

In (S14) können  $\lambda_{PI}$  und  $\lambda_C$  durch  $\tilde{\lambda}_{PI}$  und  $\tilde{\lambda}_C$  ersetzt werden. Dann entspricht der skizzierte Sachverhalt nicht mehr (41), sondern (41'')



(S14')

Hier ist  $m Z' = \lambda_{pl}$  und  $\lambda_{pl} Z' = \lambda_c$  (42')

Für das Elektron ist  $Z'_E = 2.390 \cdot 10^{22}$

Für das Proton ist  $Z'_p = 1.3014 \cdot 10^{19}$

Das eben entworfene Modell stellt eine *Phasenwellenstruktur* dar, durch die nicht nur im Fall eines Teilchens, sondern ganz allgemein die Beziehung zwischen den Größen *Planck-Länge, Masse und Frequenz* auf geometrische – oder sagen wir besser: auf metrisch-dynamische Weise begründet wird.

## 5. Elektromagnetismus; Atommodell

### 5.1. Vorbemerkung

Gravitation – in der Gestalt der Allgemeinen Relativitätstheorie – und elektromagnetische Wechselwirkung – in der Gestalt der Quantenelektrodynamik – unterscheiden sich voneinander in mehrfacher Hinsicht. Hier eine Tabelle mit einigen Fakten:

|  |  |
|--|--|
| G ist die gekrümmte Raumzeit   | EM findet <i>in</i> der flachen Raumzeit statt   |
| G ist immer positiv  | EM ist positiv und negativ   |
| G ist eine Scheinkraft; alle Körper bewegen sich auf Geodäten  | Die Wechselwirkung erfolgt durch Austausch von Teilchen  |
| Der Frequenzunterschied zweier identischer Teilchen mit verschiedenen Abständen von einer Masse kann auf <i>zwei</i> Arten erklärt werden: Durch das unterschiedliche Vergehen der Zeit und durch die Energiedifferenz | Der Frequenzunterschied zweier Elektronen mit verschiedenen Abständen vom positiv geladenen Atomkern kann nur auf <i>eine</i> Art erklärt werden: durch die Energiedifferenz |
| G kann nicht isoliert werden   | EM kann isoliert werden, aber im feldfreien Raum gibt es nachweisbare Auswirkungen auf die Phasen von Elektronen   |
| G wirkt universell   | EM wirkt nur auf geladene Objekte  |

Auch wenn formale Ähnlichkeiten bestehen, erscheinen die aufgelisteten Verschiedenheiten doch so groß, dass bezweifelt werden muss, ob die Phänomenbereiche, die durch die beiden Theorien beschrieben werden, in einer einheitlichen Darstellung zusammengefasst werden können – zumindest in der Form, wie sich die Theorien gegenwärtig präsentieren. Sie erscheinen wie zwei Gebäude, von denen zwar jedes für sich einer überzeugenden inneren Logik folgt, die aber völlig verschiedenen funktionellen und ästhetischen Prinzipien gehorchen. Unwillkürlich wird man an Wolfgang Paulis Satz erinnert: "Was Gott getrennt hat, soll der Mensch nicht zusammenfügen."

Ich glaube allerdings nicht, dass die Unvereinbarkeit der beiden Wechselwirkungen von Gott oder der Natur verhängt worden ist. Vielmehr denke ich, dass sie ein Artefakt unseres Zugangs zur Natur ist, das sich bei geeigneter Vorgangsweise in Nichts auflöst. Tatsächlich ergeben sich alle charakteristischen Merkmale beider Wechselwirkungen gewissermaßen "von selbst", wenn einfach das Programm fortgesetzt wird, das mit der metrisch-dynamischen Darstellung der Gravitation begonnen wurde.

Gravitation erwies sich als beschleunigter metrischer Fluss auf Grund longitudinaler metrischer Dichteänderungen. Im kugelsymmetrischen Fall ist Gravitation ein stationärer Zustand des longitudinalen metrischen Flusses, erzeugt durch eine Änderung des differentiellen radialen Maßes  $dr$ . Damit ist die Interpretation der longitudinalen Parameter metrische Dichte und metrischer Fluss abgeschlossen – in dem Sinn, dass sie an Gravitation gebunden sind und über sie nicht anderweitig verfügt werden kann. Außer den Parametern metrische Längendichte und longitudinaler Fluss gibt es im metrisch-dynamischen Universum aber nur noch die dazu analogen Parameter metrische Winkeldichte und transversaler Fluss.

Also ergibt sich zwangsläufig die Vermutung, dass Elektromagnetismus im kugelsymmetrischen Fall ein stationärer Zustand des *transversalen* Flusses ist, der durch eine Änderung des differentiellen Winkelmaßes  $d\varphi$  erzeugt wird. Diese einfache Vermutung wird uns nun – ganz ohne Quantentheorie – tief in das Reich der Quantentheoretischen Phänomene führen.

## ***5.2. Definition***

(Alles Folgende bezieht sich auf den kugelsymmetrischen Fall einer zentralen geometrischen Masse  $m$  bzw. einer zentralen geometrischen Ladung  $\mu$ . ( $m \in \mathbb{R}$ ,  $\mu \in \mathbb{R}$ . Sowohl  $m$  als auch  $\mu$  haben die Dimension *Länge*.) Es werden drei Raumdimensionen vorausgesetzt.  $r$  und  $\varphi$  sind Polarkoordinaten in einer beliebigen Ebene durch den Mittelpunkt  $O$ .  $\sigma$  ist die metrische Dichte der Länge,  $\eta$  ist die metrische Dichte des Winkels.  $c$  ist 1 gesetzt.)

Gravitation ist *Änderung der metrischen Dichte der Länge*. Im Fall einer zentralen geometrischen Masse  $m > 0$  nimmt die metrische Längendichte  $\sigma(r)$  zu  $O$  hin ab. Der Abstand von  $O$  ist für jeden Punkt um  $m$  Einheiten kleiner als im unverzerrten Kontinuum. ( $2m$  aus relativistischer Sicht.)

Elektromagnetismus ist *Änderung der metrischen Dichte des Winkels*. Im Fall einer zentralen geometrischen Ladung  $\mu > 0$  nimmt die metrische Winkeldichte  $\eta(r)$  zu  $O$  hin ab. Der Umfang jedes Kreises mit Mittelpunkt  $O$  ist um  $2\pi\mu$  Einheiten kleiner als im unverzerrten Kontinuum. (Ein ganzer Kreis hat hier also *weniger* als  $360^\circ$ . Der Kreis mit Radius  $\mu$  hat  $0^\circ$ , d.h. sein Umfang verschwindet.)

Um die nahezu vollständige Analogie zu verdeutlichen, die zwischen Gravitation und Elektromagnetismus besteht (in Bezug auf die Parameter metrische Längendichte  $\sigma$ , longitudinaler metrischer Fluss  $v$  und radiales Differenzial  $dr$  auf der einen Seite, metrische Winkeldichte  $\eta$ , transversaler metrischer Fluss  $w$  und Winkeldifferenzial  $d\phi$  auf der anderen Seite), werde ich die Definition von EM und die daraus folgenden elementaren Fakten den jeweils analogen Gegebenheiten von G gegenüberstellen.

### Gravitation

$$\boxed{\sigma = \frac{r - m}{r}} \quad (7)$$

$m$  ist die *geometrische Masse*

$m > 0 \Leftrightarrow$  Materie

$m < 0 \Leftrightarrow$  Antimaterie

$$\boxed{\sigma = \frac{dr}{dr'}}$$

$$\boxed{dr' = \left(1 - \frac{m}{r}\right)^{-1} dr} \quad (13)$$

### Elektromagnetismus

$$\boxed{\eta = \frac{r - \mu}{r}} \quad (43)$$

$\mu$  ist die *geometrische Ladung*

$\mu > 0 \Leftrightarrow$  positive Ladung<sup>21</sup>

$\mu < 0 \Leftrightarrow$  negative Ladung

$$\boxed{\eta = \frac{d\phi}{d\phi'}}$$

Aus (43) und (44) folgt

$$\boxed{r d\phi' = \left(1 - \frac{\mu}{r}\right)^{-1} r d\phi} \quad (45)$$

Die Bogenlängen  $r\phi'$  und  $r\phi$  verhalten sich umgekehrt wie die Bogendifferenziale  $r d\phi'$  und  $r d\phi$ :

---

<sup>21</sup> Die Zuordnung von  $\mu > 0$  zu *positiver* Ladung ist vorerst willkürlich. Weiter unten wird sich herausstellen, dass diese Zuordnung für die Übereinstimmung mit quantenmechanischen Vorgaben erforderlich ist.

$$\frac{r'}{r} = 1 - \frac{m}{r} \quad (15)$$

Das bedeutet: Jeder radiale Abstand wird um  $m$  Einheiten kleiner bzw. größer:

$$PO = r \quad \Leftrightarrow \quad (PO)' = r - m$$

( $S'$  ist ein nicht-relativistisches System; es gibt also beim Übergang auf ein relativ zu  $O$  bewegtes System keine Maßstabsänderungen.)

Das Bogendifferenzial  $r d\varphi$  und das Zeitdifferenzial  $dt$  bleiben unverändert:

$$r d\varphi' = r d\varphi, \quad dt' = dt$$

$$\frac{r \varphi'}{r \varphi} = 1 - \frac{\mu}{r} \quad (46)$$

Aus (46) folgt: Der Umfang  $2\pi r$  eines Kreises mit Mittelpunkt  $O$  wird um  $2\pi\mu$  kürzer bzw. länger:

$$U = 2\pi r \quad \Leftrightarrow \quad U' = 2\pi(r - \mu)$$

( $S'$  ist ein nicht-relativistisches System; es gibt also beim Übergang auf ein um  $O$  rotierendes System keine Maßstabsänderungen.)

Das radiale Differenzial  $dr$  und das Zeitdifferenzial  $dt$  bleiben unverändert:

$$dr' = dr, \quad dt' = dt$$

### 5.3. Der um den Mittelpunkt rotierende Fluss

Im Folgenden werden die Bezugssysteme  $S$ ,  $S'$  und  $S_F$  verwendet.

$S$  ist das euklidische (ladungsfreie) Bezugssystem.  $S'$  ist (wie  $S_N$  bei der Gravitation) das relativ zu  $O$  ruhende System, dessen Metrik durch die Ladung verändert ist.  $S'$  ist nicht-relativistisch, die Lichtgeschwindigkeit ist in bezug auf  $S'$  nicht konstant. (Das ist hier wiederum der *exakte Blick von außen*; vgl. Abschnitt 2.2.)  $S_F$  ist (wie bei der Gravitation) ein mit dem Fluss mitbewegtes lokales System. ( $S_F$  hat die gleichen differentiellen Maßgrößen wie  $S'$ . Wie das *im Fluss* bisher immer der Fall war, ist die lokale Lichtgeschwindigkeit in bezug auf  $S_F$  konstant. Deshalb kann von  $S_F$  in ein relativistisches Bezugssystem *lokal* transformiert werden.) Da Aussagen über irgendein System  $S_F$  stets für alle  $S_F$  gelten, werde ich der Einfachheit halber auch das "rotierende System" – d.h. das Gesamtsystem, das alle lokalen, mit dem Fluss um  $O$  rotierenden Bezugssysteme umfasst – mit  $S_F$  bezeichnen.

Gleichung (34')

$$dr_F = dr (1 - v^2)^{-1}$$



zeigt den allgemeinen Zusammenhang zwischen der Flussgeschwindigkeit  $v$  und dem Längendifferenzial  $dr_F$  im Fluss. Dieser Zusammenhang muss also auch zwischen der transversalen Flussgeschwindigkeit  $w$  und dem Längendifferenzial im transversalen Fluss bestehen.

Im kugelsymmetrischen Fall rotiert der transversale Fluss um das Zentrum (siehe die folgende Skizze (S15) ), und das Längendifferenzial im transversalen Fluss wird zum Bogendifferenzial  $r d\varphi_F$ . Gemäß (34') gilt dann

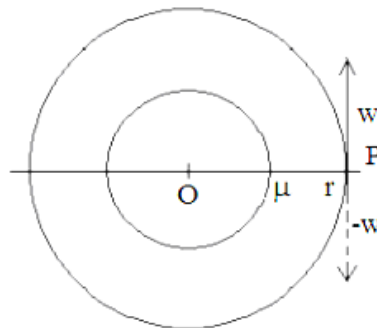
$$r d\varphi_F = r d\varphi (1 - w^2)^{-1} \quad (47)$$

Dann ist 
$$1 - w^2 = \frac{r d\varphi}{r d\varphi_F} = \eta = 1 - \frac{\mu}{r}$$

und daher<sup>22</sup> 
$$w = \pm \sqrt{\frac{\mu}{r}} \quad (48)$$

Bei positiver Ladung  $\mu > 0$  ist  $w$  reell, bei negativer Ladung  $\mu < 0$  ist  $w$  imaginär.

Hier eine Skizze zur Illustration des transversalen Flusses. Bei Kugelsymmetrie ergibt sich ein Fluss, der um  $O$  rotiert. Dargestellt ist eine beliebige Ebene durch  $O$ .  $P$  ist ein Punkt im Abstand  $r$  von  $O$ .



(S15)

<sup>22</sup> Auch hier gelten wieder, wie im vorigen Kapitel, die Bedingungen des hybriden Systems, da die übliche Beschreibung des Elektromagnetismus in der flachen Raumzeit erfolgt. Der Faktor 2 entfällt also. (Siehe 2.6.)

Da (S15) für *jede* Ebene durch O gilt, muss dem Punkt P eine Geschwindigkeit  $w$  in *jeder Richtung* auf der durch P definierten Tangentialebene an die Kugel mit Mittelpunkt O zugeordnet werden. Ich werde auf diesen eigenartigen Sachverhalt, der bereits quantenmechanische Züge aufweist, ein wenig später ausführlich eingehen.

Das bisher Gesagte lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Das *Gravitationsfeld* einer zentralen geometrischen Masse  $m$  ist als jener stationäre, kugelsymmetrische Zustand definiert, der dadurch entsteht, dass für  $m > 0$  (im Fall von Materie) *jeder Abstand vom Mittelpunkt O* um  $m$  Einheiten *kleiner* – bzw. für  $m < 0$  (Antimaterie) um  $m$  Einheiten *größer* – ist als im glatten Kontinuum. Diese metrische Veränderung bewirkt einen *radialen Fluss*  $v(r)$  in Richtung Zentrum, der reell oder imaginär ist. (Die Umfänge von Kreisen um O bleiben unverändert.)

Das *elektromagnetische Feld* einer zentralen geometrischen Ladung  $\mu$  ist als jener stationäre, kugelsymmetrische Zustand definiert, der dadurch entsteht, dass für  $\mu > 0$  (im Fall von positiver Ladung) *der Umfang jedes Kreises mit Mittelpunkt O* um  $2\pi\mu$  Einheiten *kleiner* – bzw. für  $\mu < 0$  (bei negativer Ladung) um  $2\pi\mu$  Einheiten *größer* – ist als im unverzerrten Kontinuum. Diese metrische Veränderung bewirkt einen *kreisförmig um den Mittelpunkt O rotierenden Fluss*  $w(r)$ , der reell oder imaginär ist. (Radiale Distanzen bleiben unverändert.)

#### **5.4. Positive und negative Ladung**

Im metrisch-dynamischen Bild werden positive und negative Ladung in dasselbe Verhältnis zueinander gesetzt wie Materie und Antimaterie: Die metrischen Deformationen sind jeweils einander entgegengesetzt. So wird unmittelbar einsichtig, warum die Auswirkungen gleich großer positiver und negativer Ladung sich aufheben.

Bei Materie und Antimaterie betreffen die metrischen Änderungen nur die radialen Abstände  $r$ , bei positiver und negativer Ladung nur die Bogenlängen  $r\varphi$ .

Das Folgende gilt für  $S'$  und daher auch für  $S_P$ , das dieselben differenziellen Maßgrößen hat wie  $S'$ :

Wenn positive Ladung nach (45) durch  $r \, d\varphi_F = \left(1 - \frac{\mu}{r}\right)^{-1} r \, d\varphi \quad (\mu > 0)$

definiert ist – mit der Folge, dass für den Umfang  $U_F$  eines Kreises um den Mittelpunkt  $O$  im durch die Ladung  $\mu$  veränderten Kontinuum gilt:

$$U_F(r) = 2\pi(r - \mu)$$

– dann ist die gleich große negative Ladung dadurch definiert, dass

$$r d\varphi_F = \left(1 + \frac{\mu}{r}\right)^{-1} r d\varphi$$

woraus folgt, dass  $U_F(r) = 2\pi(r + \mu)$

So wie bei Materie und Antimaterie heben sich auch bei gleich großer positiver und negativer Ladung die Quadrate der metrischen Flüsse überall auf:

Positive Ladung:  $w_{\text{pos}} = \pm \sqrt{\frac{\mu}{r}}$

Negative Ladung:  $w_{\text{neg}} = \pm i \sqrt{\frac{\mu}{r}}$

Und somit:  $w_{\text{pos}}^2 + w_{\text{neg}}^2 = 0$

### ***5.5. Der Übergang auf ein Beobachtersystem***

Genauso, wie es bei der Gravitation der Fall war, kann ein mit dem Fluss mitfließendes lokales System  $S_F$  als Basis für den Übergang auf ein (relativistisches) Beobachtersystem  $S_R$  dienen.

Gemäß (47) und (48) ist ein lokales, mit dem rotierenden Fluss mitfließendes System  $S_F$  charakterisiert durch

$$S_F: ( dt_F = dt, dr_F = dr, d\varphi_F = \left(1 - \frac{\mu}{r}\right)^{-1} d\varphi ) \quad (49)$$

Es ist ausschließlich das Bogendifferenzial verändert. (Das Bogendifferenzial  $r d\varphi_F$  ist zugleich das Längendifferenzial des lokalen Flusssystemes  $S_F$ .) Die radialen Abstände bleiben gleich. Die Zeit bleibt im Fluss immer dieselbe, und sie entspricht der Zeit außerhalb des Feldes.

Nun kann von  $S_F$  (d.h. von der Umgebung eines beliebigen mitfließenden Punktes P mit  $PO > \mu$ ) auf ein lokales, relativ zu O ruhendes (nicht rotierendes) Beobachtersystem  $S_R$  transformiert werden,<sup>23</sup> und zwar mit dem Faktor der Lorentz-Transformation

$$k = \sqrt{1 - w^2} = \sqrt{1 - \frac{\mu}{r}} \quad (50)$$

$S_R$  bewegt sich mit der Geschwindigkeit  $-w$  relativ zu  $S_F$ . Das Längendifferenzial von  $S_F$  wird also mit  $k$  multipliziert, das Zeitdifferenzial durch  $k$  dividiert.

Es ergibt sich für das (tangente) Längendifferenzial  $r d\varphi_R$  von  $S_R$

$$\begin{aligned} r d\varphi_R &= r d\varphi_F k = r d\varphi \left(1 - \frac{\mu}{r}\right)^{-1} \left(1 - \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{2}} = r d\varphi \left(1 - \frac{\mu}{r}\right)^{-\frac{1}{2}} \\ r d\varphi_R &= r d\varphi \left(1 - \frac{\mu}{r}\right)^{-\frac{1}{2}} \end{aligned} \quad (51)$$

und für das Zeitdifferenzial  $dt_R$

$$dt_R = dt \left(1 - \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{zu beachten: } dt_F = dt) \quad (52)$$

Das radiale Differenzial  $dr$  bleibt unverändert.

---

<sup>23</sup> Der Zwischenschritt auf ein *relativistisches* Flusssystem, der bei der Gravitation erforderlich war, entfällt hier, weil der Faktor 2, der durch diesen Schritt begründet wird, unter den Bedingungen des hybriden Systems gar nicht aufscheint. (Siehe 2.6.)

Aus (51) folgt, dass in bezug auf einen relativ zu O ruhenden Beobachter für den Umfang  $U_R$  eines Kreises mit Mittelpunkt O gilt:

$$U_R = U \left(1 - \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (53)$$

Aus (52) folgt, dass der transversale (hier rotierende) metrische Fluss  $w(r)$  beim Elektromagnetismus das Vergehen der Zeit in gleicher Weise ändert wie der radiale metrische Fluss  $v(r)$  bei der Gravitation: Für einen relativ zu O im Abstand  $r$  ruhenden Beobachter vergeht die Zeit bei positiver Ladung um den Faktor  $k$  in (50) langsamer, bei negativer Ladung schneller als ohne Ladung. Im Fall von negativer Ladung ist in (50) und (52)  $\mu < 0$  und das Zeitvergehen ist beschleunigt. Bei gleich großer positiver und negativer Ladung heben sich die Quadrate der metrischen Flüsse, die die Zeitunterschiede verursachen, überall auf, und die Zeit gleicht wieder der Zeit außerhalb des Feldes.

## ***5.6. Der fundamentale Unterschied zwischen Gravitation und Elektromagnetismus***

Bei allen bisher definierten und abgeleiteten Gesetzmäßigkeiten standen Gravitation und Elektromagnetismus in strenger Analogie zueinander. Nun werden wir uns mit einem wichtigen Unterschied der beiden Wechselwirkungen beschäftigen, und zwar mit genau jenem Unterschied, der die Ursache dafür ist, dass sie in der üblichen Sicht nahezu unvereinbar erscheinen. Folgendermaßen:

Bei der Gravitation bewirkt die radiale metrische Veränderung des Kontinuums einen radialen metrischen Fluss, der zum Mittelpunkt hin *beschleunigt* ist. Diese Beschleunigung selbst entspricht bereits der Newtonschen Näherung. Das vollständige Bild der Gravitation enthält zusätzlich noch die Vorstellung von Wellen im beschleunigten Fluss.

Gravitation wirkt also *durch den beschleunigten Fluss*. In diesem Sinn kann behauptet werden, dass der beschleunigte Fluss die Wechselwirkung *ist*.

Beim Elektromagnetismus hat die transversale metrische Veränderung des Kontinuums einen um den Mittelpunkt rotierenden metrischen Fluss zur Folge. Dieser Fluss nimmt zwar mit abnehmendem Abstand zum Mittelpunkt zu, er ist aber für jeden festgelegten Abstand *konstant*. Hier gibt es also *keine Beschleunigung* als Folge der metrischen Veränderung.

Deshalb kann der Elektromagnetismus *nicht direkt durch den Fluss* wirken.

Wie wirkt er also? – Tatsächlich verbleibt als einzige Möglichkeit, dass seine Wirkung durch *Wellen* vermittelt wird, die im Zusammenhang mit dem zugehörigen metrisch-dynamischen Feld auftreten, d.h. durch elektromagnetische Wellen. Dies entspricht offenbar der üblichen Vorstellung der Wechselwirkung. (Allerdings ändert sich die Interpretation entsprechend den Annahmen der lokalen, objektiven Interpretation der Quantentheorie im ersten Teil. Dort wurden der Lichtelektrische Effekt und der Compton-Effekt durch das einfachste Modell einer solchen Wechselwirkung beschrieben. Der wichtigste Punkt war: Photonen sind keine Teilchen. Für die elektromagnetische Wechselwirkung bedeutet das, dass die "virtuellen" Photonen keine Entsprechung in der Wirklichkeit haben)

Damit ist zugleich aufgeklärt, warum die elektromagnetische Wechselwirkung abgeschirmt werden kann, während dies bei Gravitation nicht möglich ist: Der Weg der Wellen, durch die die elektromagnetische Wechselwirkung vermittelt wird, kann unterbrochen werden.

Anders der metrische Fluss: er kommt *vor* allem Existierenden, so dass er durch alles hindurchfließt. Er kann daher nicht isoliert werden. Deshalb gibt es auch im Fall völliger elektromagnetischer Abschirmung eine beobachtbare Phasenverschiebung von Elektronen-Wellen im Außenraum: das ist genau der Effekt, der wegen des rotierenden metrischen Flusses des elektromagnetischen Feldes zu erwarten ist. Und deshalb kann Gravitation nicht isoliert werden, denn das Gravitationsfeld *ist* der longitudinale metrische Fluss.

Auf diese Weise zeigt sich aus metrisch-dynamischer Sicht der verschiedene Wirkungsmechanismus der beiden Wechselwirkungen als Folge ihrer Definition. Trotz ihres gemeinsamen Ursprungs im fundamentalen Gesetz (1) und ihrer vollständigen Analogie äußert sich die eine direkt als Beschleunigung, während die andere durch Wellen vermittelt wird.

Bemerkung: Bei der Definition (43) des stationären Zustands "Ladung" durch  $\eta = \frac{r - \mu}{r}$  ist die metrische Winkeldichte  $\eta$  von  $r$  abhängig. Nach Gleichung (2)  $\frac{d\eta}{dr} = -\frac{dw}{dt}$  müsste es also eine zeitliche Änderung der Flussgeschwindigkeit  $w$  geben. Warum tritt sie in unserem Szenario nicht auf?

In der Skizze (S4) aus Abschnitt 1.4. ist zu erkennen, dass die Winkeländerung zu beiden Seiten von  $r$  verschieden ist – nur dann ergibt sich eine Beschleunigung normal zu  $r$ . Bei der metrischen Änderung, die durch eine zentrale Ladung verursacht wird, ist das aber nicht der Fall (siehe (S15) und den daran anschließenden Kommentar). Die Winkeländerungen sind für *alle* Ebenen durch  $O$  identisch, und der Fluss ist daher in alle Tangentialrichtungen gleich groß.

## 5.7. Der Zweck der anschließenden Ausführungen

Ich unterbreche kurz den Gedankengang, um daran zu erinnern, was eigentlich der Zweck der ganzen Unternehmung ist.

Weder geht es darum, eine Theorie zu entwerfen, die in Konkurrenz zur Quantentheorie steht, noch darum, die Quantentheorie nochmals abzuleiten. Wie schon bei den Ausführungen zur Quantentheorie im ersten Teil der Arbeit ist auch hier beabsichtigt, die Erfahrungen, die zur Theorie Anlass gaben, von einem anderen Standpunkt aus zu rekonstruieren, um sie auf Basis dieser Rekonstruktion anders zu interpretieren und dadurch zu *verstehen*. Auf Grund der Einfachheit der verwendeten Mittel entsprechen die Ergebnisse der folgenden Abschnitte denen der "alten" Quantentheorie, zu der vor allem Bohr, de Broglie und Sommerfeld beitrugen. Aber das ist für das angestrebte Ziel kein Nachteil; im Gegenteil – gerade dadurch kehren wir wieder an den Ort des historischen Geschehens zurück, genau dorthin also, wo die den Erfahrungen an Gegenständen entstammende Physik auf die atomaren Tatsachen gestoßen ist und diese im bisherigen System nicht interpretieren konnte – oder sagen wir: nur unter Preisgabe jeder Möglichkeit, zu verstehen, was eigentlich vor sich geht, in ein mathematisches Schema integrieren konnte.

Wenn wir nun auf unserem Weg ebenfalls an diesen Punkt gelangen, ist die Situation völlig anders: wir sind nicht mit Modellen ausgerüstet, die ihren Ursprung in der Mechanik haben und hier versagen müssen, sondern mit den Konzepten Metrik und Fluss, und es wird sich zeigen, dass sich auf dieser Basis die atomaren Fakten geradezu von selbst ergeben oder zumindest auf durchaus verständliche Weise erschließen lassen.

Da wäre z.B. die Tatsache der "erlaubten Bahnen" bzw. Zustände. In der historischen Entwicklung wurde dieses Problem zunächst durch Bohr sozusagen "per Verordnung" geregelt und dann durch de Broglie mittels der Zuordnung von Welleneigenschaften zu Teilchen erklärt – wobei das Wort "erklärt" allerdings problematisch ist, denn genau an dieser Stelle ereignet sich der Schritt ins Absurde: in den Dualismus, die Unschärfe usw.

Im metrisch-dynamischen Modell sind diese "erlaubten Zustände" selbstverständlich. Es ist außerdem von Beginn an klar, dass es *eigentlich* keine Bahnen gibt – das Teilchen existiert ja gar nicht –, und dass sich bei den Zuständen ohne Drehimpuls überhaupt nichts bewegt. (Solche Zustände waren z.B. im Bohr-Sommerfeldschen Atommodell nicht darstellbar.)

Auch der Zusammenhang zwischen Drehimpuls und Zahl der Knotenflächen des jeweiligen Zustandes, der im Rahmen post-mechanischer Vorstellungen uninterpretierbar ist, lässt sich von

unseren Annahmen her auf einfachste Weise ableiten und verstehen. Im Grunde ist es bloß eine Übertragung des Zusammenhangs zwischen Impuls und reziproker Wellenlänge, der im ersten Teil am Beispiel des Lichtelektrischen und des Compton-Effekts aufgeklärt wurde. Auf dieselbe Weise, wie dort verständlich wurde, warum und auf welche Weise der Impuls mit laufenden Wellen zusammenhängt, wird hier verständlich, warum der Drehimpuls Kugelflächenwellen zugeordnet werden muss. Außerdem wird auch die Quantisierung einsichtig, und ebenso, dass sie in Vielfachen einer elementaren Einheit in Erscheinung tritt.

Auch der Spin kann im metrisch-dynamischen Modell rekonstruiert und verstanden werden, und dasselbe gilt für die anderen drei Quantenzahlen.

Als letzter Punkt dieser Vorschau sei noch erwähnt, dass sich all diese Rekonstruktionen für beliebige Kernladungszahlen durchführen lassen.

Wie werden die Rekonstruktionen durchgeführt? Indem die metrisch-dynamische Beschreibung des Feldes einer positiven Ladung  $\mu > 0$  dazu verwendet wird, die darin möglichen stationären Wellenzustände zu bestimmen.

(Ab jetzt werden nur noch relativistische Bezugssysteme verwendet. Das relativ zu O ruhende relativistische Bezugssystem – zuvor als  $S_R$  bezeichnet – heißt ab jetzt  $S'$ , und das mit dem rotierenden Fluss mitbewegte Bezugssystem wie bisher  $S_F$ .)

## 5.8. Zustände des Wasserstoffatoms

Sei  $S'$  das System, das in bezug auf eine zentrale positive Ladung  $\mu > 0$  ruht.  $S_F$  sei das System, dessen Punkte mit der Geschwindigkeit  $w(r)$  um O rotieren. ( $S_F$  ist das Flusssystem.)

Für die Bestimmung möglicher stationärer Wellenzustände im Feld einer positiven Ladung  $\mu > 0$  werden folgende Voraussetzungen benötigt:

$$a) \quad r d\varphi' = r d\varphi \left(1 - \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{2}}, \quad dt' = dt \left(1 - \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$b) \quad r d\varphi_F = r d\varphi \left(1 - \frac{\mu}{r}\right)^{-1}, \quad dt_F = dt$$



$$c) \quad w(r) = \pm c \sqrt{\frac{\mu}{r}}$$

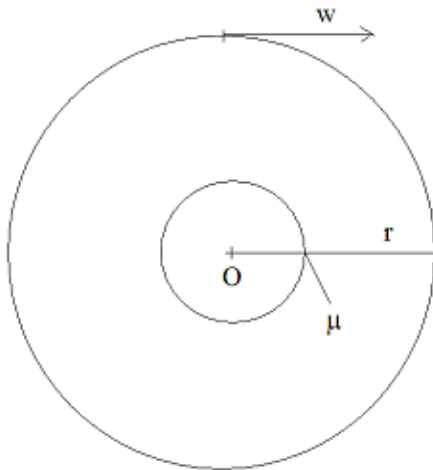
Für den Umfang  $U'(r)$  eines Kreises vom Radius  $r$ , der im System  $S'$  gemessen wird, gilt nach a)

$$U'(r) = 2\pi r \left(1 - \frac{\mu}{r}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Vom System  $S_F$  aus gesehen hat nach b) derselbe Kreis den Umfang  $U_F(r)$ :

$$U_F(r) = 2\pi r \left(1 - \frac{\mu}{r}\right)$$

Hier eine Skizze. Sie zeigt eine beliebige Ebene durch  $O$ . (Für  $w$  ist eine der zwei möglichen Richtungen ausgewählt.)



(S16)

Soweit die Voraussetzungen, die das Feld betreffen.

(Im folgenden steht der Faktor  $k$  wieder für:  $k = \sqrt{1 - \frac{w^2}{c^2}} = \sqrt{1 - \frac{\mu}{r}}$ )

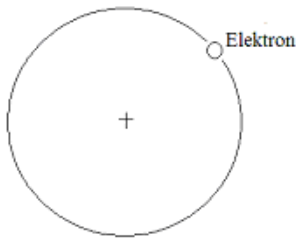
Als weitere Voraussetzung dient ein Sachverhalt, der im vorigen Kapitel abgeleitet wurde:

*Die Existenz eines Teilchens ist mit dem Auftreten einer gleichphasigen Schwingung auf einer Kugel­fläche verbunden, deren Frequenz gleich der Teilchenfrequenz  $f$  ist.*

(Die Frequenz  $f$  ist jene Frequenz, die in der Standardphysik mit der Energie  $E$  des Teilchens durch die Gleichung  $E = hf$  verknüpft ist.)

Betrachten wir nun ein *Elektron*. Die geometrische Masse sei  $m_e$ , die zugehörige Frequenz  $f_e$ . Dieses Elektron denken wir uns ins Feld einer positiven Ladung  $\mu$  versetzt.

Zunächst ist es notwendig, zu klären, was von unserem Standpunkt aus bedeutet, "ein Elektron in das Feld einer positiven Ladung  $\mu$  zu versetzen". Das Elektron kann ja hier kein "Teilchen" im üblichen Sinn sein, da es nur metrische Veränderungen, Flüsse und Wellen gibt. Es wäre also unpassend, hier eine Vorstellung anzuwenden wie etwa im Bohrschen Atommodell:



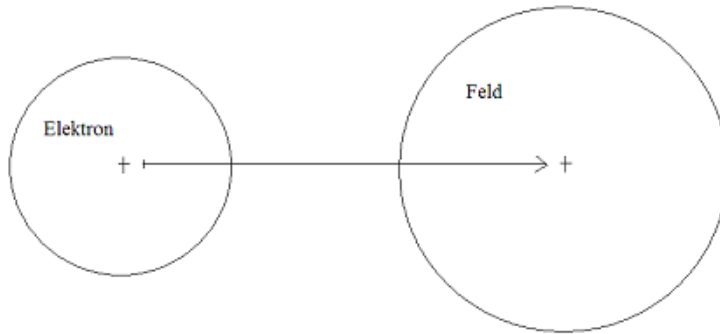
(S17)

– d.h. das Elektron um den Atomkern kreisen zu lassen.

Wir gehen stattdessen, genau wie im ersten Teil der Arbeit, von folgender Vermutung – oder sagen wir: Arbeitshypothese – aus:

*Das Elektron ist ein Schwingungszustand eines Bereichs des Kontinuums.*

Das "Elektron" ins Feld eines "Protons" zu versetzen bedeutet dann, die beiden Zustände des Kontinuums miteinander zu verbinden, sie sozusagen "übereinander zu legen", wie in der nächsten Skizze angedeutet:



(S18)

Die Frage, die zu stellen ist, lautet also:

*Was folgt in bezug auf die gleichphasige Schwingung auf einer Kugelfläche, die mit der Existenz des "Elektron" genannten Kontinuumzustands verbunden ist, wenn dieser Zustand in einen Bereich des Kontinuums versetzt wird, der durch die geometrische Ladung  $\mu > 0$  verändert ist?*

Die folgenden Abschnitte werden zeigen, ob unsere Vermutung über das Elektron zielführend ist. Im ersten Schritt wird sie uns zum Grundzustand des Wasserstoffatoms führen.

### **Der Grundzustand**

Betrachten wir zunächst die Verhältnisse im Feld in einer beliebigen Ebene durch O. Das "Elektron" befindet sich im Feld. Das bedeutet: in dieser Ebene existiert auf einem Kreis um O eine gleichphasige Schwingung.

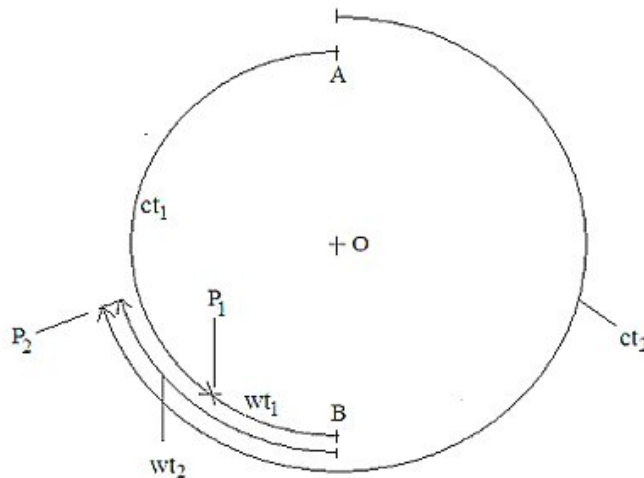
In bezug auf das rotierende Flusssystem  $S_F$  ist die Gleichheit der Phase dieser Schwingung aufgehoben, d.h. in bezug auf  $S_F$  existiert eine *Phasenwelle*. Die Wellenlänge dieser Phasenwelle liefert die Bedingung, aus der sich der Radius  $r_1$  des einfachsten stationären Schwingungszustands für das Elektron bestimmen lässt.

Diese Bedingung lautet:

*In bezug auf das Flusssystem  $S_F$  ist die Wellenlänge der Phasenwelle gleich dem Umfang des Kreises mit Radius  $r_1$ .*

Da in  $S_F$  die Längen verändert sind, entspricht der Zusammenhang zwischen  $S_F$  und  $S'$  nicht dem Zusammenhang zwischen zwei Bezugssystemen der Speziellen Relativitätstheorie. Es kann also nicht Lorentz-Transformiert werden. Hier ist es deshalb am einfachsten, zur Bestimmung der Phasendifferenzen in bezug auf  $S_F$  direkt auf die relativistische Zeitdefinition durch Licht zurückzugreifen. (Für eine Erläuterung siehe 2.8. aus dem ersten Teil.)

Die folgende Skizze dient der Veranschaulichung der Verhältnisse, aus denen die Zeitverschiebungen ermittelt werden können, die für einen in  $S_F$  ruhenden Beobachter im Vergleich zu einem in  $S'$  ruhenden Beobachter gelten:



(S19)

Von A aus werden in beide Tangentialrichtungen Lichtsignale ausgesendet. Wenn sie den Kreis entlang laufen, dann erreichen sie einen zu  $S'$  gehörenden, in B ruhenden Beobachter gleichzeitig. Einen Beobachter im System  $S_F$ , der zum Zeitpunkt des Aussendens der Signale ebenfalls in B ist und sich mit der Geschwindigkeit  $w$  auf dem Kreis bewegt, erreicht das eine Lichtsignal im Punkt  $P_1$  zur Zeit  $t_1$ , das andere im Punkt  $P_2$  zur Zeit  $t_2$ . Die Zeitpunkte des Aussendens der Signale **sind** also in bezug auf den bewegten Beobachter um  $\Delta t = t_2 - t_1$  verschieden. Daher entspricht die Zeitdifferenz  $\Delta t$  der Phasenverschiebung pro Umfang in bezug auf den bewegten Beobachter.

Wie (S19) zu entnehmen ist, gilt:

$$ct_1 + wt_1 = U_F/2 \quad ct_2 - wt_2 = U_F/2$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{U_F/2}{c-w} - \frac{U_F/2}{c+w}$$

Daraus folgt 
$$\Delta t = U_F \frac{w}{c^2} \left(1 - \frac{w^2}{c^2}\right) = U_F \frac{w}{c^2} \frac{1}{k^2}$$

Wegen 
$$U_F(r_1) = 2\pi r_1 \left(1 - \frac{\mu}{r_1}\right) = 2\pi r_1 k^2$$

ist 
$$\Delta t = 2\pi r_1 \frac{w}{c^2} \tag{54}$$

Diese Zeitdifferenz muss einer Periode der Schwingung gleichgesetzt werden. Da in  $S_F$  die Zeit identisch mit der Zeit außerhalb des Feldes ist, ist die Frequenz der Schwingung in bezug auf  $S_F$  gleich  $f_e$  und daher die Periode gleich  $1/f_e$ .

Damit kann nun der Radius  $r_1$  abgeleitet werden. Ausgangspunkt ist

$$\Delta t = 1/f_e \tag{55}$$

$$2\pi r_1 \frac{w}{c^2} = \lambda_{Ce} \frac{1}{c} \quad (\lambda_{Ce} \text{ ist die Compton-Wellenlänge des Elektrons: } f_e \lambda_{Ce} = c)$$

$$2\pi r_1 = \lambda_{Ce} \frac{c}{w} \tag{56}$$

$$r_1 = \lambda_{Ce} \frac{c}{w} \tag{56'}$$

Mit 
$$\frac{c}{w} = \sqrt{\frac{r_1}{\mu}}$$
 ergibt sich

$$r_1 = \frac{\tilde{\lambda}_{Ce}^2}{\mu} \quad (57)$$

Hier ist  $\tilde{\lambda}_{Ce}$  das geometrische Mittel von  $r_1$  und  $\mu$ . (Vgl. (41) und (41''))

Wird die geometrische Ladung  $\mu$  dem klassischen Elektronenradius  $r_e$  gleichgesetzt

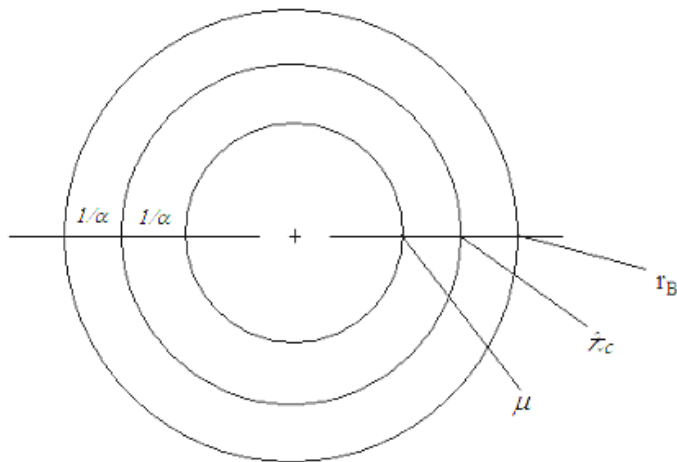
$$\mu = r_e \quad (58)$$

– dann ist  $r_1$  gleich dem Bohr-Radius, und (57) wird zu der bekannten Gleichung:

$$r_B = \frac{\tilde{\lambda}_{Ce}^2}{r_e} = \tilde{\lambda}_{Ce} \frac{\tilde{\lambda}_{Ce}}{r_e} = \tilde{\lambda}_{Ce} \frac{1}{\alpha} \quad (57')$$

$\mu$  wird durch (58) zur **geometrischen Elementarladung**.

Hier eine (logarithmisch skalierte) Skizze zu den Verhältnissen im tangentialen Fluss w:



(S20)

*Der Zusammenhang zwischen den drei Größen klassischer Elektronenradius – der hier der geometrischen Elementarladung  $\mu$  entspricht –, Compton-Wellenlänge des Elektrons und Bohr-Radius ist im metrisch-dynamischen Modell durch den rotierenden metrischen Fluss vermittelt.*

Bisher haben wir uns darauf beschränkt, die Verhältnisse in einer Ebene darzustellen. Alles, was abgeleitet wurde, gilt aber *in jeder Ebene* durch den Mittelpunkt O. Das bedeutet, dass nicht nur auf einem Kreis um O im Abstand  $r_B$  eine gleichphasige Schwingung mit der Frequenz  $f_e'$  eines Elektrons im Grundzustand des Wasserstoffatoms existiert, sondern auf einer *Kugelfläche* mit Radius  $r_B$ .

*Wird ein Elektron ins Feld einer positiven Ladung  $\mu$  gebracht, dann ergibt sich ein Zustand, bei dem auf einer Kugelfläche, deren Radius gleich dem Bohr-Radius ist, eine gleichphasige Schwingung existiert.*

Es stellt sich die Frage: Entspricht dieser Zustand dem Grundzustand des Wasserstoffs?

Das hängt davon ab, in welchem Maß die Eigenschaften, die sich für diesen Zustand unter Verwendung der metrisch-dynamischen Felddefinition ergeben, den Eigenschaften des Grundzustands entsprechen.

Bestimmen wir also weitere Eigenschaften dieses Zustands.

### **Die Frequenz des Grundzustands**

Die Frequenz  $f_e'$  der (in bezug auf S' gleichphasigen) Schwingung im Abstand  $r_B$  ergibt sich aus metrisch-dynamischer Sicht daraus, dass in S' die Zeit im Abstand  $r_B$  um den Faktor

$$k = \sqrt{1 - \frac{w^2}{c^2}} = \sqrt{1 - \frac{\mu}{r_B}}$$

langsamer vergeht. Also ist

|                |      |
|----------------|------|
| $f_e' = f_e k$ | (59) |
|----------------|------|

Der Standardwert der Frequenz  $f_e'$  eines Elektrons im Grundzustand des Wasserstoffs ist

$$f_e'/f_e = 1 - \frac{\alpha^2}{2} \quad (60)$$

Vergleichen wir  $f_e'/f_e = k = \sqrt{1 - \frac{\mu}{r_B}}$  mit diesem Wert:

Es ist  $\frac{\mu}{r_B} = \alpha^2$  und somit

|  |
|--|
| $f_e'/f_e = \sqrt{1 - \alpha^2} = 1 - \frac{\alpha^2}{2} + \frac{\alpha^4}{8} - \dots \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2} \quad (61)$ |
|--|

Der metrisch-dynamische Wert für  $f_e'/f_e$  in (61) ist also geringfügig verschieden vom Standardwert in (60). ( $\alpha^4/8 = 3.54 \cdot 10^{-10}$ ) Dieser erscheint hier als nicht-relativistische Näherung.

### Der Spin im metrisch-dynamischen System

Jedem Punkt P der Kugelfläche mit Radius  $r_B$ , auf der eine gleichphasige Schwingung mit der Frequenz  $f_e' = f_e k$  existiert, muss die Geschwindigkeit  $w(r_B)$  *in jeder Richtung* auf der durch P definierten Tangentialebene zugeschrieben werden.

In jedem ebenen Schnitt durch den Kugelmittelpunkt gibt es für die Flussgröße  $w(r)$  im Abstand  $r_B$  genau zwei Möglichkeiten:

$$w = \sqrt{\frac{\mu}{r_B}} \quad \text{und} \quad w = -\sqrt{\frac{\mu}{r_B}}$$

Die Tatsache einer Drehung in jeder Ebene, deren Größe feststeht und für die es genau zwei Möglichkeiten gibt, entspricht der Definition des quantenmechanischen Spins. Daher werden wir die Fluss-



größe  $w(r_B)$  zur Definition einer Größe benutzen, die das metrisch-dynamische Analogon zum Spin der Quantenmechanik darstellt.

Der quantenmechanische Spin hat die Dimension eines Drehimpulses  $\Theta$ , wobei

$$\Theta = M r w \quad (M \text{ die "normale" Masse, } w \text{ die Tangentialgeschwindigkeit})$$

Im metrisch-dynamischen System gibt es nur Längen und Zeiten und keine anderen Maßgrößen. Statt weitere Einheiten einzuführen, definieren wir als metrisch-dynamisches Analogon zum Spin

$$s_{\text{md}} = m_e r_B w_{r_B} \quad (m_e \text{ geometrische Masse des Elektrons, } w \text{ bedeutet } w/c)$$

$$w_{r_B} = \pm \sqrt{\frac{\mu}{r_B}}$$

$$s_{\text{md}} = \pm m_e r_B \sqrt{\frac{\mu}{r_B}} = \pm m_e \sqrt{\mu r_B}$$

Es gilt nach (57)  $\sqrt{\mu r_B} = \tilde{\lambda}_{\text{Ce}}$

Also ist  $s_{\text{md}} = \pm m_e \tilde{\lambda}_{\text{Ce}}$

Nach (41'') ist  $m_e \tilde{\lambda}_{\text{Ce}} = \tilde{\lambda}_{\text{Pl}}^2$ , so dass schließlich

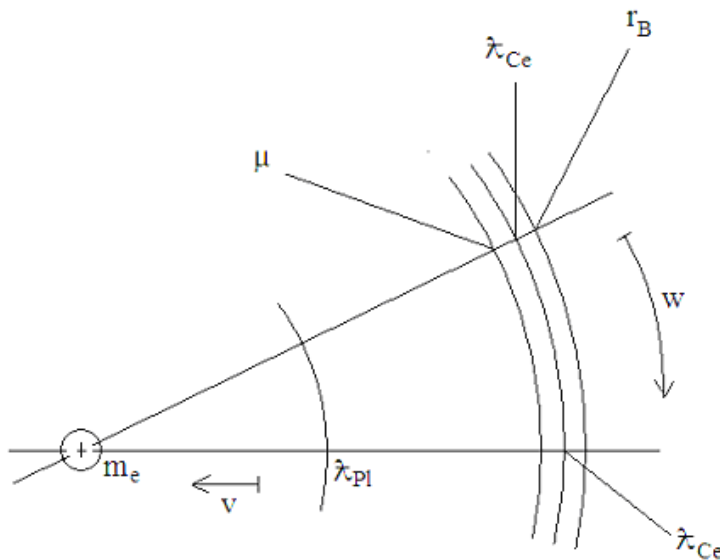
|   |      |
|---|------|
| $s_{\text{md}} = \pm \tilde{\lambda}_{\text{Pl}}^2$ | (62) |
|---|------|

Der metrisch-dynamische Spin ist also gleich dem Quadrat der fundamentalen Länge. (Dass diese hier quadratisch auftritt, ist bloß eine Folge der Definition des metrisch-dynamischen Spins.)

Das entspricht der quantenmechanischen Identität von Spin und Wirkungsquantum – nur der Faktor  $1/2$  ist verlorengegangen. Er liegt aber gewissermaßen "nicht weit entfernt", wenn man bedenkt, dass bei negativer Ladung  $\mu < 0$  der Umfang eines Kreises mit  $r = |\mu|$  gleich  $4\pi|\mu|$  ist, so dass ein voller Kreis einem Winkel von  $720^\circ$  entspricht – und das ist genau der Sachverhalt, der in der Quantenmechanik mit dem halbzahligen Spin in Beziehung steht.

Bei der eben durchgeführten Ableitung der Größe des Spins ist zu erkennen, wie zuerst der durch den tangentialen Fluss  $w(r)$  vermittelte Zusammenhang zwischen den 3 Größen  $[\mu | \lambda_{Ce} | r_B]$  und danach der durch den radialen Fluss  $v(r)$  vermittelte Zusammenhang zwischen den 3 Größen  $[m_e | \lambda_{Pl} | \lambda_{Ce}]$  es ermöglichen, den Spin auf die elementare Länge zurückzuführen.

Dazu eine Skizze, logarithmisch skaliert (aber dennoch nicht maßstabsgetreu):



(S21)

Zur Erinnerung: Es gilt nach (42')

$$m_e Z'_E = \lambda_{Pl} \quad \text{und} \quad \lambda_{Pl} Z'_E = \lambda_{Ce} \quad \text{mit} \quad Z'_E = 2.390 \cdot 10^{22}$$

– und nach (57) und (57')

$$\mu \frac{1}{\alpha} = \lambda_{ce} \quad \text{und} \quad \lambda_{ce} \frac{1}{\alpha} = r_B \quad \text{mit} \quad \frac{1}{\alpha} = 137.036$$

### Interpretation des Spins

Wir werden nun die Bedeutung des Sachverhalts untersuchen, dass *in jeder Ebene* eine Drehung existiert, deren Größe feststeht und für die es genau zwei Möglichkeiten gibt.

Kehren wir kurz zum ersten Gesetz zurück. Es lautet

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

Ich sagte an dieser Stelle: "*Dies ist das Gesetz, aus dem die Wirklichkeit gewebt ist.*"

Das ist zwar poetisch ausgedrückt, aber es ist auch sachlich gemeint: *Für uns* vollzieht sich dieses Gesetz zwar *in* einem Raum, *an sich* aber gibt es keinen solchen Raum – das Kontinuum *entsteht* erst durch das Wirken dieses Gesetzes, es ist tatsächlich *daraus gewebt*.

Im Fall der Gravitation ist der Entstehungsvorgang *eindimensional*: das Kontinuum wird aus Flusslinien gebildet. Bleiben wir der Einfachheit halber bei Kugelsymmetrie: hier besteht das Kontinuum aus Radien, aus Strahlen, die vom Mittelpunkt ausgehen (bzw. in ihm enden). Diesen Radien werden bestimmte metrische Eigenschaften zugeordnet, und den Punkten auf ihnen Flussgeschwindigkeiten. Die Bedingung, die an diese Zuordnung gestellt wird, ist Widerspruchsfreiheit, d.h. das 3-dimensionale metrisch-dynamische Kontinuum, das aus diesen eindimensionalen Gesetzmäßigkeiten gebildet wird, darf keine Widersprüche enthalten.

Da der Elektromagnetismus den Änderungen der metrischen Winkeldichte zugeordnet wird, ist der Aufbau hier *zweidimensional*: das Kontinuum des Elektromagnetismus ist aus *Flächen* zusammengesetzt, die durch den Mittelpunkt O gehen – nennen wir sie M-Flächen. Daran ist nichts Eigenartiges, es ist ebenso selbstverständlich wie der Aufbau des Kontinuums aus Linien. Im kugelsymmetrischen Fall sind die Flächen Ebenen durch den Mittelpunkt. Diesen Ebenen werden wieder metrische Eigenschaften zugeordnet, und den Punkten auf ihnen Flussgeschwindigkeiten normal zu den Radien. Die Bedingung ist abermals, dass bei der Zusammensetzung der Ebenen zu einem dreidimensionalen Kontinuum keine Widersprüche auftreten.

Wenn diese M-Flächen durch den Mittelpunkt O zu einem 3-dimensionalen Kontinuum zusammengefügt werden, dann entstehen andere Flächen – sagen wir R-Flächen (im kugelsymmetrischen Fall sind es Kugelflächen) –, die dadurch definiert sind, dass jedem Punkt der Fläche dieselbe Geschwindigkeit zugeordnet ist, und zwar *in jeder Tangentialrichtung* auf der Fläche.

Entscheidend für das Verständnis dieses Sachverhalts ist nun, dass er als *Aussage über das Kontinuum* aufgefasst wird. Als solche ist er nämlich weder absurd noch widersprüchlich: es handelt sich bloß um die Zuordnung von Geschwindigkeiten zu Punkten; Tatsächlich bewegt sich *nichts*; ein Punkt des Kontinuums ist keine Abstraktion von etwas Existierendem.

Wird dagegen versucht, diesen Sachverhalt als *Eigenschaft eines Objekts* zu interpretieren – wie das üblicherweise zur Demonstration der Unmöglichkeit geschieht, quantenmechanische Größen anders als auf rein mathematische Weise zu begreifen – dann ist er tatsächlich absurd, und es wäre dadurch bewiesen, dass quantenmechanische Objekte für unser Denken unzugänglich sind.

Aus metrisch-dynamischer Sicht lässt sich also feststellen:

Im Fall des Elektromagnetismus besteht das Kontinuum aus R-Flächen, auf denen jedem Punkt eine Flussgeschwindigkeit in jeder Tangentialrichtung zugeordnet ist. Die Flächen sind dadurch definiert, dass der Betrag dieser Geschwindigkeit für alle Punkte der Fläche identisch ist. Bei diesem Sachverhalt handelt es sich um eine *Eigenschaft des Kontinuums*. Es ist noch keine Rede von einem "Objekt".

Die solchermaßen definierten metrisch-dynamischen Eigenschaften des Kontinuums stellen aber nun die notwendige Voraussetzung dafür dar, dass sich stationäre Wellenzustände ausbilden können.

Erst diese stationären Wellenzustände können als "Objekte" aufgefasst werden. Sie enthalten die Flussgeschwindigkeit also nicht *als Eigenschaft*, sondern *als Voraussetzung*.

Im Abschnitt "Der Grundzustand" sind diese Zusammenhänge klar erkennbar. Dort wurde eine gleichphasige Schwingung auf einer Kugelfläche erzeugt. Dieser Schwingungszustand ist das "Objekt". Das Objekt hat weder die Eigenschaft "Flussgeschwindigkeit" noch rotiert es. Flussgeschwindigkeit und Rotation sind Eigenschaften des Kontinuums, und sie sind notwendige Voraussetzungen für die Existenz der gleichphasigen Schwingung.

Wenn man sich quantenmechanischen Objekten von den *Dingen* her kommend nähert, dann hat man nur die Möglichkeit, die Größen, die sich für die Darstellung als notwendig erweisen, als Eigenschaften von Dingen aufzufassen – und mit diesem Interpretationsversuch zu scheitern.

Beginnt man dagegen den Aufbau der Welt von den *Voraussetzungen des Seienden*, dann steht man zunächst vor der Notwendigkeit, das Dingliche zu rekonstruieren. Die Größen, die dafür benötigt werden, gehören daher nicht zur Welt der Objekte. Aus dieser Sicht ist es also selbstverständlich, dass sie Voraussetzungen und nicht Eigenschaften von Objekten sind.

Ich schließe die Bemerkungen zur Interpretation des Spins, indem ich mich selbst zitiere:

"Das, was die Quantentheorie beschreibt, liegt an der Grenze zwischen dem nicht-gegenständlichen und dem gegenständlichen Bereich. Erst aus dieser Sicht – durch die Betrachtung von *beiden* Seiten – werden Quantenobjekte verständlich." (1. Teil, 3.9, Punkt 3.)

### **Angeregte Zustände; Quantenzahlen**

Um die erste Rekonstruktion eines quantenmechanischen Zustandes möglichst übersichtlich zu halten und die metrisch-dynamischen Begründungen klar herauszustellen, habe ich die innerste Kugelfläche, auf der Gleichphasigkeit herrscht, ein wenig ausführlicher und getrennt von den weiter außen liegenden gleichphasigen Kugelflächen behandelt. Tatsächlich ist diese Trennung aber sachlich unnötig, denn die Ableitung der Radien dieser Kugelflächen verläuft analog zur Ableitung des Bohrradius, die soeben im Abschnitt "Der Grundzustand" durchgeführt wurde.

Gesucht ist der Radius  $r_n$  der n-ten Kugelfläche, auf der eine gleichphasige Schwingung existiert, und die Frequenz  $f_e(r_n)$  dieser Schwingung.

Wir gehen wieder davon aus, dass die Phasengleichheit der Schwingung auf einer Kugelfläche, die durch die geometrische Masse  $m_e$  des Elektrons verursacht wird, im Fluss infolge der Rotation aufgehoben ist, dass also in bezug auf das rotierende System  $S_F$  eine Phasenwelle existiert.

Die Bedingung, die den Ausgangspunkt der Berechnung darstellt, ist jetzt, dass der Umfang des Kreises mit Radius  $r_n$  in bezug auf  $S_F$  gleich der n-fachen Wellenlänge dieser Phasenwelle ist.

Wir beginnen wieder mit der in bezug auf  $S_F$  bestehenden Phasendifferenz  $\Delta t$ . Es gilt analog zu (54)

$$\Delta t = 2\pi r_n \frac{w}{c^2} \quad (63)$$

Nun muss aber statt (55)  $\Delta t = 1/f_e$

für die n-te Kugelfläche gesetzt werden:

$$\Delta t = n / f_e \quad (64)$$

– denn jetzt soll ja der Radius jenes Kreises ermittelt werden, dessen Umfang dem n-fachen der Phasenwellenlänge entspricht, und  $\Delta t$  muss daher n Perioden der Schwingung entsprechen. (Man beachte, dass die Phasenwelle nur in bezug auf das rotierende Flusssystem  $S_F$  existiert; in bezug auf das nicht rotierende System  $S'$  gibt es keine Phasenverschiebung, sondern wiederum nur eine gleichphasig schwingende Kugelfläche vom Radius  $r_n$ .)

Mit  $\Delta t = 2\pi r_n \frac{w}{c^2}$  folgt

$$2\pi r_n \frac{w}{c^2} = n \lambda_{Ce} \frac{1}{c} \quad (\lambda_{Ce} \text{ Compton-Wellenlänge des Elektrons. } f_e \lambda_{Ce} = c)$$

$$2\pi r_n = n \lambda_{Ce} \frac{c}{w} \quad (65)$$

$$r_n = n \tilde{\lambda}_{Ce} \frac{c}{w} \quad (65')$$

Mit  $\frac{c}{w} = \sqrt{\frac{r_n}{\mu}}$  ergibt sich

$$r_n = n^2 \frac{\tilde{\lambda}_{Ce}^2}{\mu} \quad (66)$$

$$r_n = n^2 \tilde{\lambda}_{Ce} \frac{1}{\alpha} = n^2 r_B \quad (67)$$

Die zugehörige Frequenz  $f_e(r_n)$  folgt aus

$$f_e(r_n) = f_e \sqrt{1 - \frac{\mu}{r_n}} = f_e \sqrt{1 - \frac{\mu}{n^2 r_B}} = f_e \sqrt{1 - \frac{\alpha^2}{n^2}}$$

$$f_e(r_n) / f_e = \sqrt{1 - \frac{\alpha^2}{n^2}} = 1 - \frac{\alpha^2}{2n^2} + \frac{1}{8} \frac{\alpha^4}{n^4} - \dots$$

Das ist bis auf die Terme  $\frac{1}{8} \frac{\alpha^4}{n^4} - \dots$  identisch mit dem üblichen Wert

|   |      |
|---|------|
| $f_e(r_n) = f_e \left( 1 - \frac{\alpha^2}{2n^2} \right)$ | (68) |
|---|------|

*n* ist die Hauptquantenzahl.

---

Die bisher beschriebenen Zustände sind gleichphasig. Es gibt also *keine Drehung* – der "Bahndrehimpuls" ist 0. Es existieren aber auch Zustände mit Bahndrehimpuls  $\neq 0$ . Diesen Zuständen wenden wir uns jetzt zu.

Zunächst ist wieder das metrisch-dynamische Analogon  $L_{md}$  des Bahndrehimpulses  $|L|$  zu definieren. Analog zur Vorgangsweise beim Spin definieren wir:

$$L_{md} = m r v_t \tag{69}$$

Auch hier ist  $m$  wieder die geometrische Masse,  $r$  ist die Entfernung zum Bezugspunkt der Rotation,  $v_t$  ist die Tangentialgeschwindigkeit (zu lesen  $v_t/c$ ).

Zuerst eine Vorüberlegung: Das Resultat der zuvor durchgeführten Ableitung war, dass auf einem Kreis mit Radius  $n^2 r_B$  eine gleichphasige Schwingung existiert, d.h. eine Schwingung ohne Knotenpunkte.

Auf diesem Kreis sind aber auch Zustände *mit* Schwingungsknoten möglich – allerdings nur dann, wenn die Knoten in bezug auf S' *rotieren*.

Nehmen wir an, die Geschwindigkeit, mit der die Knoten – d.h. der Schwingungszustand selbst – den Kreis entlang laufen, sei  $w(r_n)$ . Wenn wir Gleichung (65) mit  $k$  erweitern, dann steht links der Umfang des Kreises in bezug auf S', und rechts steht die Zahl der Wellen mal der Phasenwellenlänge:

$$2\pi r_n k = n \left( \lambda_{c_e} \frac{c}{w(r_n)} k \right)$$

Das bedeutet: Wenn die Geschwindigkeit der Knotenpunkte gleich der Rotationsgeschwindigkeit  $w(r_n)$  ist, dann ergibt sich in bezug auf S' eine Phasenwelle mit  $n$  Wellenlängen pro Umfang. (In bezug auf S<sub>F</sub> herrscht dann Phasengleichheit.)

Es gilt ganz allgemein: Die Wellenlänge einer Phasenwelle, die aus einer gleichphasigen Schwingung mit der Frequenz  $q$  in einem relativ dazu mit der Geschwindigkeit  $v$  bewegten System durch die Lorentz-Transformation entsteht, ist  $(c/q)(c/v)k$ . Daraus folgt, dass die Wellenlänge annähernd umgekehrt proportional zur Geschwindigkeit  $v$  ist. (Nur annähernd, weil  $k$  von  $v$  abhängt.)

Wenn also bei einer Rotationsgeschwindigkeit, die gleich der Geschwindigkeit des Flusses  $w(r_n)$  ist, die Anzahl der Wellen pro Umfang gleich  $n$  ist, dann ist für eine Phasenwelle mit *einer* Welle pro Umfang eine Rotationsgeschwindigkeit von  $w(r_n)/n$  erforderlich.

Damit eine Phasenwelle mit  $l$  Wellen pro Umfang existiert, muss die Rotationsgeschwindigkeit  $v_t$  daher gleich  $l w(r_n)/n$  sein.

Setzen wir nun in (69) ein:

$$L_{md} = m r v_t$$

Für die geometrische Masse  $m$  ist  $m_e$  zu setzen,  $r$  entspricht  $r_n$ ,  $v_t = l w(r_n)/n$ . Damit ergibt sich

$$L_{md} = m_e r_n l w(r_n)/n$$



Es ist  $r_n = n^2 r_B$ ,  $w(r_n) = \sqrt{\frac{\mu}{n^2 r_B}}$

Daraus folgt

$$L_{md} = m_e n^2 r_B l \sqrt{\frac{\mu}{n^2 r_B}} \frac{1}{n}$$

$$L_{md} = l m_e \sqrt{\mu r_B} \quad \mu r_B = \tilde{\lambda}_{Ce}^2 \quad (57)$$

$$L_{md} = l m_e \tilde{\lambda}_{Ce} \quad m_e \tilde{\lambda}_{Ce} = \tilde{\lambda}_{Pl}^2 \quad (41'')$$

Also ist schließlich

$$L_{md} = l \tilde{\lambda}_{Pl}^2 \quad (70)$$

$l$  ist die Bahndrehimpulsquantenzahl.

Zum Vergleich: Der quantenmechanische Wert für den Bahndrehimpuls ist

$$|L| = (l(l+1))^{1/2} \hbar$$

Zwischen Bahndrehimpuls und Spin besteht ein grundsätzlicher Unterschied: Der Spin ist eine *Eigenschaft des Kontinuums* und somit eine *Voraussetzung* des Objekts "Schwingungszustand".

Der Bahndrehimpuls ergibt sich dagegen aus der Annahme einer *Drehung des Schwingungszustands selbst*, d.h. er ist eine *Eigenschaft des Objekts*.

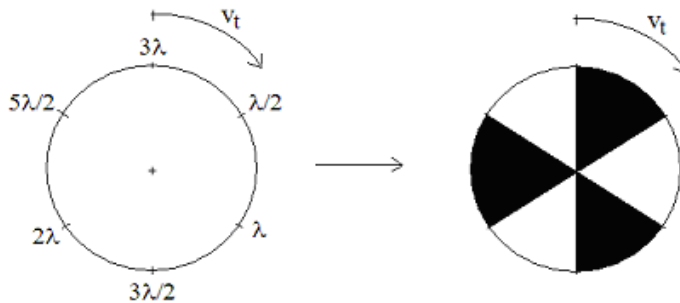
Bei Zuständen *ohne* Bahndrehimpuls ist es möglich, die gleichphasigen Schwingungen entlang von Kreisen mit Radius  $r_n$  auf allen Ebenen durch O zu einer gleichphasig schwingenden Kugelfläche zusammenzusetzen.

Bei Zuständen *mit* Bahndrehimpuls treten auf den Kreisen Knotenpunkte auf, die entlang der Kreislinien mit der Geschwindigkeit  $v_t(l)$  rotieren. Würde man dieselbe Rotation für alle Ebenen durch O annehmen, dann wäre es nicht mehr möglich, die Kreise zu einer schwingenden Kugelfläche zusammenzusetzen.

Das bedeutet: Bei Zuständen mit Bahndrehimpuls  $\neq 0$  wird – beim Übergang von der Kreis-Schwingung zur Kugelflächenschwingung – die Kugelsymmetrie des Kontinuum-Zustands gebrochen; Anders als der Spin, der eine *Eigenschaft des Kontinuums* ist und in *jeder* Ebene bzw. in bezug auf jede Drehachse denselben Wert hat, existiert der Bahndrehimpuls als *Objekteigenschaft* stets *in bezug auf eine bestimmte Richtung*.

Man gelangt so zur Vorstellung einer Kugelfläche, auf der eine Welle mit  $l$  Knotenlinien existiert und die sich zugleich in einer bestimmten Richtung dreht..

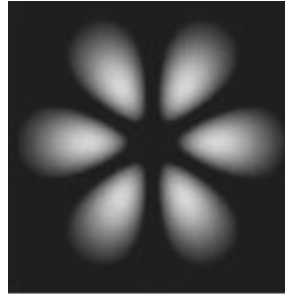
Hier eine Illustration am Beispiel des Zustands mit  $n = 4$  und  $l = 3$ :



(S22)

Wenn man von der Betrachtung in einer Ebene (links) auf eine räumliche Betrachtung (rechts) übergeht, dann wird der Schwingungszustand des Kreises zum Schwingungszustand einer Kugelfläche, die sich mit der Tangentialgeschwindigkeit  $v_t(l)$  dreht. Die 6 Knotenpunkte, die entlang der Kreislinie auftreten, werden zu 3 Knotenlinien auf der Kugelfläche. Die Bereiche positiver Amplitudenwerte sind schwarz dargestellt, die Bereiche negativer Werte weiß.

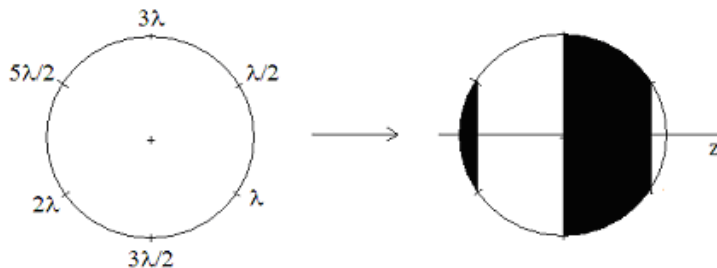
Der Drehimpuls des auf der rechten Seite skizzierten Schwingungszustands entspricht dem Drehimpuls des in der folgenden Skizze abgebildeten quantenmechanischen 4f-Zustands:



(S23)

(In (S23) erscheinen alle Schwingungsbereiche weiß, weil hier die Quadrate der Wellenfunktion dargestellt sind.)

Der Übergang von der schwingenden Kreislinie zur schwingenden Kugelfläche kann auch auf andere Weise erfolgen als in (S22). Z.B. wie in dieser Skizze:

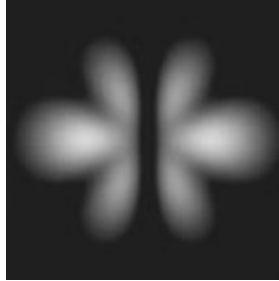


(S24)

Hier sind alle durch Knotenlinien definierten Ebenen parallel zueinander und normal zu einer vorgegebenen Richtung orientiert. In der Skizze ist es die Richtung des Pfeils. Bezeichnen wir sie, wie üblich, mit  $z$ . Aus der Ableitung von (70) geht hervor, dass die Rotationsgeschwindigkeit proportional zur Zahl der Knoten ist, die in der Ebene auftreten, die durch  $O$  geht und normal zur Rotationsachse ist. Da in (S24) die Anzahl der Knoten in der Ebene durch  $O$  und normal zu  $z$  gleich 0 ist, existiert in bezug auf  $z$  keine Rotation.

Das bringt uns zur *vierten Quantenzahl*  $m$ :

$m$  bezeichnet die Anzahl der durch Knotenlinien definierten Ebenen, die *nicht* normal zu  $z$  sind. In (S24) ist also  $m = 0$ , und der Zustand rechts in der Skizze (S24) kann mit dem  $4f$  ( $m=0$ ) Zustand in der folgenden Skizze identifiziert werden:



(S25)

(Auch hier sind wieder alle Schwingungsbereich weiß, weil die Skizze die Amplitudenquadrate der Wellenfunktion wiedergibt.)

Bei vorgegebener Knotenzahl  $l$  muss die Anzahl der möglichen  $m$ -Zustände  $2l + 1$  betragen; Sie ergibt sich unmittelbar aus der Anzahl der Möglichkeiten, bei insgesamt  $l$  Knotenlinien  $m$  der dadurch definierten Ebenen normal zu  $z$  anzuordnen, und aus der Tatsache, dass für  $m \neq 0$  in bezug auf  $z$  immer zwei Drehrichtungen existieren.

Die Geschwindigkeit der Rotation der Kugelfläche um die  $z$ -Achse – und der zugehörige Drehimpuls – werden von der Anzahl jener durch Knotenlinien definierten Ebenen bestimmt, die nicht normal zu  $z$  sind. Der bezüglich  $z$  vorhandene Drehimpuls hängt also von  $m$  ab.

Das entspricht den quantenmechanischen Vorgaben.

Der allgemeine Zusammenhang ist klar: Die Gesamtzahl  $l$  der Knoten ist vorgegeben. Beim Übergang von der Betrachtung in einer Ebene zur räumlichen Interpretation wird die Symmetrie des Kontinuum-Zustands gebrochen, und es müssen die auf einer Kugelfläche möglichen Schwingungszustände mit  $l$  Knotenlinien gesucht werden. Man gelangt so zu den Kugelflächenfunktionen. Auf diese Weise können die Drehimpulse aller quantenmechanischen Zustände des Wasserstoffatoms rekonstruiert werden.

---

Bisher haben wir nur die Phasenverhältnisse auf Flächen mit den Radien  $n^2 r_B$  untersucht, die sich dadurch auszeichnen, dass die Phasenwellen konstruktiv interferieren. Es ist aber klar, dass es sich bei dem Phänomen "Elektron im Feld der positiven Ladung  $\mu$ " um einen *dreidimensionalen* Schwingungszustand handeln muss. Werfen wir also zuletzt einen Blick ins "Innere" eines Zustands A, der durch die Quantenzahlen  $n_A, l_A$  charakterisiert ist.

Die Flächen mit den Radien  $n^2 r_B$  ( $1 \leq n \leq n_A$ ) sind ganz allgemein als jene Flächen aufzufassen, auf denen die Amplitude des dreidimensionalen Schwingungszustands *maximal* ist. Beim Zustand A ist offenbar die Fläche mit Radius  $n_A^2 r_B$  die am weitesten außen liegende dieser Flächen.

Wie viele solcher Flächen maximaler Amplitude gibt es im Inneren des Zustands A? Es scheint zunächst, als wäre die Antwort einfach  $n_A - 1$ . Die folgende Überlegung zeigt aber, dass für  $l_A > 0$  nicht alle Kugelflächen mit Radius  $n^2 r_B$  zugelassen sind. Folgendermaßen:

Der (metrisch-dynamische) Drehimpuls von A beträgt  $l_A \lambda_{pl}^2$ . Er hängt also nur von  $l_A$  ab. Wir haben ihn aus den Phasenverhältnissen der am weitesten außen liegenden Kugelfläche abgeleitet. Es ist aber anzunehmen, dass derselbe Wert des Drehimpulses auch für alle anderen Kugelflächen maximaler Amplitude gilt.

Wie bei der Ableitung von (70) gezeigt, bezeichnet  $l_A w(r_n)/n$  die Rotationsgeschwindigkeit der Kugelfläche mit Radius  $r_n$ . Mit  $l_A = n$  wäre die Rotationsgeschwindigkeit gleich  $w(r_n)$ , und es lässt sich leicht zeigen, dass dann die Frequenz auf dieser Fläche gleich  $f_e$  wäre, d.h. gleich der Frequenz eines ungebundenen Elektrons, was nicht zulässig ist.

Es muss also die Bedingung erfüllt sein:  $l_A < n$  ( $1 \leq n \leq n_A$ ).

Das bedeutet, dass von den  $n$  Flächen mit Radius  $n^2 r_B$  nur  $n_A - l_A$  eine Rotationsgeschwindigkeit haben können, die den erforderlichen Drehimpuls ergibt. Mit anderen Worten: beim Zustand A, der durch die Quantenzahlen  $n_A, l_A$  charakterisiert ist, gibt es  $n_A - l_A$  Kugelflächen, auf denen die Amplitude maximal ist.

*Zwischen* diesen Kugelflächen maximaler Amplitude müssen *Knotenflächen* liegen. Die Zahl der im Inneren liegenden kugelflächenförmigen Knotenflächen beträgt daher  $n_A - l_A - 1$ .

Da die Zahl der Knotenflächen, die ebene Schnitte durch den Zustand A( $n_A, l_A$ ) darstellen, zuvor als  $l_A$  bestimmt wurde, erhalten wir also einen räumlichen Schwingungszustand mit insgesamt  $n_A - 1$  Knotenflächen, von denen  $n_A - l_A - 1$  innen liegende Kugelflächen sind.

Das entspricht der quantenmechanischen Definition des *Orbitals*. Allerdings sind beim Orbital Rotation und Schwingung gewissermaßen "eingefroren"; dies ist eine Folge der Zeitunabhängigkeit der zugrunde liegenden Schrödingergleichung.

(Um die Radien der innenliegenden Knotenflächen sowie ganz allgemein die Verteilung der Amplituden zu ermitteln, wäre es notwendig, zusätzlich zu den Kugelflächenfunktionen auch die Radius-Abhängigkeit der Amplituden zu berücksichtigen. Das werden wir aber hier nicht mehr durchführen.)

### 5.9. Atome mit Kernladungszahl $Z > 1$

Abschließend einige Bemerkungen über die Verallgemeinerung der bisherigen Ergebnisse auf den Fall einer positiven Ladung  $Z\mu$  ( $Z \in \mathbb{N}$ ,  $Z > 1$ ), d.h. auf Atome mit Kernladungszahl größer als 1. Ich werde mich kurz fassen, weil das Konstruktionsschema im wesentlichen gleich bleibt.

In allen Ableitungen, die für  $Z = 1$  durchgeführt wurden, muss einfach  $\mu$  durch  $Z\mu$  ersetzt werden.

Also ist statt  $w = \sqrt{\frac{\mu}{r}}$  zu setzen:  $w = \sqrt{\frac{Z\mu}{r}}$

Bei der Ableitung des Radius der  $n$ -ten gleichphasig schwingenden Kugelfläche gilt im allgemeinen Fall genauso wie beim Wasserstoff (Gleichung (65')):

$$r_n = n \lambda_{Ce} \frac{c}{w}$$

Mit  $\frac{c}{w} = \sqrt{\frac{r_n}{Z\mu}}$  folgt dann

$$r_n = n^2 \frac{\lambda_{Ce}^2}{\mu} \frac{1}{Z} \quad (71)$$

$$r_n = n^2 \tilde{\lambda}_{Ce} \frac{1}{\alpha} \frac{1}{Z} = n^2 r_B \frac{1}{Z} \quad (72)$$

Bei Zuständen mit Drehimpuls  $\neq 0$  ist wie zuvor:

$$L_{md} = m r v_t$$

$$m = m_e, \quad r = r_n = n^2 r_B \frac{1}{Z}, \quad v_t = l w(r_n)/n = l \sqrt{\frac{Z\mu}{n^2 r_B \frac{1}{Z}}} \frac{1}{n} = l Z \sqrt{\frac{\mu}{r_B}} \frac{1}{n^2}$$

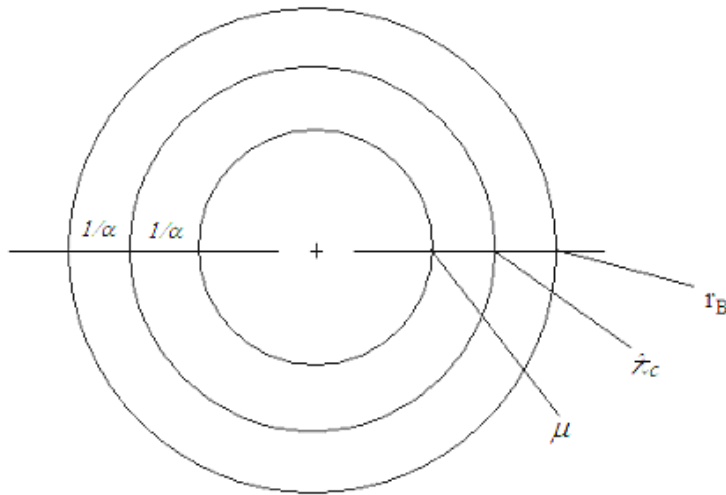
Die Faktoren  $Z$  kürzen sich weg, und damit ist das Ergebnis wieder wie in (70)

$$L_{md} = l \tilde{\lambda}_{Pl}^2$$

Bemerkung:

Erwähnenswert ist, dass sich im metrisch-dynamischen Modell auf einfache Weise zeigen lässt, dass Kernladungszahlen  $Z > 137$  vermutlich nicht möglich sind. Folgendermaßen:

Betrachten wir nochmals die (logarithmisch skalierte) Skizze (S20)



(S26)

Es ist  $\lambda_{Ce}/\mu = r_B/\lambda_{Ce} = 1/\alpha$

$\lambda_{Ce}$  ist das geometrische Mittel von  $\mu$  und  $r_B$ , d.h. von geometrischer Ladung und Radius der innersten Schale.

Das gilt aber offensichtlich ebenso für jede geometrische Ladung  $Z\mu$  und jeden zu dieser Ladung gehörenden Radius der innersten Schale  $r_B/Z$ : mit wachsendem  $Z$  nähert sich die geometrische Ladung der Compton-Wellenlänge des Elektrons von innen her an, und der Radius der innersten Schale nähert sich der Compton-Wellenlänge von außen; Die Compton-Wellenlänge bleibt jedoch immer das geometrische Mittel der beiden Größen.

Nun ist aber  $1/\alpha = 137.036$ , und mit  $Z > 137$  wird die geometrische Ladung  $Z\mu$  größer als  $\lambda_{Ce}$ . Der innerste Radius liegt dann innerhalb von  $\lambda_{Ce}$  und damit auch innerhalb von  $Z\mu$ .

Innerhalb von  $Z\mu$ , d.h. für  $r < Z\mu$ , ist aber die Geschwindigkeit des rotierenden metrischen Flusses

$$w = c \sqrt{\frac{Z\mu}{r}}$$



größer als  $c$ , und es gibt dort – wie bei der Gravitation innerhalb von  $2m$  – keine statische reelle Metrik.

Das ist zwar noch kein vollständig zwingender Grund dafür, dass hier eine Grenze der möglichen Kernladungszahlen erreicht ist, aber zumindest lässt sich behaupten, dass sich mit  $Z > 137$  etwas Wesentliches ändert. Es erscheint deshalb wenig wahrscheinlich, dass im Bereich, der außerhalb dieser Grenze liegt, dieselben Gesetzmäßigkeiten gelten wie im Bereich innerhalb.

#### Bemerkung:

$\lambda_{Cp}$ , die Compton-Wellenlänge des Protons, ist um den Faktor 13.399 *kleiner* als die geometrische Ladung  $\mu$ .

Daraus folgt, dass der positiv geladene Kern *immer* im Bereich der komplexen Metrik liegt.

### ***5.10. Interpretation: Was ist eine Elektronenhülle?***

*Was ist die "Elektronenhülle" eines Atoms?*

Diese Frage wurde schon im ersten Teil beantwortet. Die Antwort wurde in diesem Teil vervollständigt und präzisiert. Sie lautet wie folgt:

*Die Elektronenhülle eines Atoms mit der Kernladungszahl  $Z$  ist ein stationärer Schwingungszustand eines Raumbereichs, in dessen Mittelpunkt  $O$  sich die (positive) geometrische Ladung  $Z\mu$  befindet. Diese Ladung erzeugt ein Feld, das durch einen rotierenden metrischen Fluss und eine metrische Änderung der Umfänge von Kreisen um  $O$  definiert ist. Das Feld bildet die notwendige Bedingung für den stationären Schwingungszustand "Elektronenhülle". Die Hülle ist vollständig, wenn ihre (negative) geometrische Gesamtladung  $-Z\mu$  beträgt. Dann heben sich die Quadrate des mit der negativen Ladung der Hülle verbundenen imaginären metrischen Flusses und des mit der positiven Ladung des Kerns verbundenen reellen metrischen Flusses sowie die metrischen Änderungen der Umfänge gegenseitig auf. Das Atom ist dann neutral.*

Die Elektronenhülle als stationären Schwingungszustand eines Raumbereichs aufzufassen war im ersten Teil die Basis für die Erklärung der *Reduktion der Wellenfunktion* und für deren Beschreibung als gewöhnlichen physikalischen Prozess. (Teil 1, 3.6.: Die Reduktion der Wellenfunktion.)

Diese Hypothese, deren Stärke zunächst darin lag, dass sie eine konsistente lokale und objektive Interpretation der Quantentheorie ermöglichte, hat sich nun zweifach bestätigt: Einerseits dadurch, dass es gelungen ist, den Entwurf eines beträchtlichen Teils der physikalischen Wirklichkeit allein durch die Größen metrische Dichte und metrischer Fluss zu erstellen, woraus offensichtlich folgt, dass lokal begrenzte physikalische Phänomene ("Teilchen") nichts anderes sein *können* als stationäre Zustände der Änderungen dieser beiden Größen, und andererseits dadurch, dass wir etliche bekannte atomare Tatsachen zum Teil genau, zum Teil zumindest näherungsweise unter der Voraussetzung abgeleitet haben, dass Elektronenhüllen *tatsächlich* Wellenzustände sind *und sonst nichts*.

Damit kommen wir zur nächsten Frage: *Welche Art von Wellen sind Elektronenhüllen?*

Sie sind hier als *Strukturen aus Phasenwellen der Planck-Wellen* konstruiert worden, die durch die Bedingung festgelegt sind, dass sie stehende Wellen bilden. Diese Bedingung tritt zweifach auf: zunächst muss sie im longitudinalen, radialen metrischen Fluss, der durch die geometrische Masse  $m_e$  erzeugt wird, erfüllt sein, und dann im transversalen, rotierenden Fluss der geometrischen Ladung  $Z\mu$ . Erst durch das Zusammenwirken beider Bedingungen entsteht die räumliche Wellenstruktur, die sich uns als Elektronenhülle präsentiert.

Sind die materiellen Objekte tatsächlich Phasenwellenstrukturen? Das würde bedeuten, dass jeder physikalische Prozess *letztlich* auf Veränderungen der Planck-Wellen zurückgeht. Besteht die Möglichkeit, dass es sich hier um ein Artefakt einer zu sehr vereinfachten Darstellung handelt? Ich denke nein. Die Beziehungen, die sich auf dem von uns beschrittenen Weg ergeben haben, sind so spezifisch und so grundlegend, dass es unwahrscheinlich ist, dass sie durch andere Annahmen ebenfalls erklärt werden könnten.

Die nächste Frage ist: *Was schwingt eigentlich?*

Das haben wir schon beantwortet: die Raumzeit selbst. Die in den Wellen auftretende Amplitude ist die Geschwindigkeit des longitudinalen oder des transversalen metrischen Flusses, oder, alternativ, die metrische Dichte der Länge oder des Winkels.<sup>24</sup>

Das Auftreten eines "Elektrons" ist immer mit einer lokalen Zunahme der Winkeldichte verbunden; Im Fall eines "gebundenen Elektrons" ist der Bereich vergrößerter Winkeldichte kugelsymmetrisch, im

---

<sup>24</sup> Unserer Konstruktion zufolge enthält die Phasenwellenstruktur *Elektronenorbital* tatsächlich beide Wellenarten: die zur Gravitation und die zum Elektromagnetismus gehörenden. Sie sind im Orbital aufeinander abgestimmt. Das lässt vermuten, dass sich in den Schwingungszuständen der Elektronenhüllen auch die Information über den Zusammenhang zwischen den Stärken der beiden Wechselwirkungen verbirgt.

Fall eines "freien Elektrons" muss die vergrößerte Winkeldichte mit der Elektron-Welle durch den Raum transportiert werden. Das bedeutet vermutlich, dass die Amplitude der Winkeldichte nicht um den Wert 1 schwingt, sondern um einen Wert größer als 1 – im Gegensatz zu Lichtwellen, wo keine veränderte Winkeldichte transportiert wird und somit der mittlere Wert der Amplitude 1 beträgt.

Die Hypothese, dass die Elektronenhülle ein stationärer Zustand von "normalen" Wellen ist, hat einige wichtige Folgen. Sie sind schon im ersten Teil genannt worden. Ich will sie aber hier kurz wiederholen und auf Basis der zuletzt abgeleiteten Fakten genauer formulieren:

*Ebenso wie "Photonen" sind "Elektronen" Übergänge bzw. Differenzen zwischen verschiedenen, im Feld der Ladung  $Z\mu$  möglichen räumlichen Schwingungszuständen. Der Unterschied besteht darin, dass sich beim "Elektron" genannten Übergang zwischen zwei Schwingungszuständen die geometrische Ladung ändert und beim "Photon" genannten nicht.*

Die Übergänge selbst sind zwar – wie das immer bei stehenden Wellen der Fall ist – unstetig, aber nur in dem trivialen Sinn, dass die Werte der Größen, die die möglichen Zustände charakterisieren, nicht kontinuierlich sind, sondern diskrete Folgen bilden. Die Prozesse, die die Übergänge verursachen, sind jedoch stetig – und auch das ist bei Elektronen nicht anders als bei stehenden Wellen irgendeiner anderen Art. Ein Elektron ist in dieser Hinsicht durchaus einem Intervall vergleichbar, das beim Übergang zwischen zwei verschiedenen Zuständen einer stehenden Luftwelle in einem Rohr auftritt bzw. die Differenz zwischen zwei Tönen darstellt. Völlig ungeeignet ist dagegen die Vorstellung einer undefinierbaren, "Teilchen" genannten Entität, die sich irgendwo "aufhält". (*Was soll sich irgendwo aufhalten?*)<sup>25</sup>

Aus metrisch-dynamischer Sicht ist es also nicht sinnvoll, von der "Zahl der Elektronen" in der Hülle zu sprechen, die dadurch begrenzt ist, dass "kein Elektron" in allen Quantenzahlen mit einem "anderen Elektron" übereinstimmen darf. Es gibt nicht  $2n^2$  Elektronen pro "Schale", sondern  $2n^2$  mögliche Schwingungszustände.

---

<sup>25</sup> Noch einmal die akustische Analogie: Elektronen sind im selben Sinn "Teilchen" bzw. *keine* Teilchen wie eine stehende Luftwelle in einem Rohr aus einer bestimmten Anzahl von Teilchen besteht bzw. *nicht* besteht oder wie der Übergang von einem Oberton in einen benachbarten Oberton einem Teilchen entspricht bzw. *nicht* entspricht. Wer also sagen möchte, dass eine Elektronenhülle aus einer bestimmten Anzahl von Elektronen-Teilchen besteht, der kann diese Benennung natürlich beibehalten – aber konsequenterweise sollte er/sie dann auch sagen, dass der Schwingungszustand der Luft im Rohr, der dem fünften Oberton entspricht, aus fünf Teilchen besteht, und dass der Übergang von einem Oberton in einen benachbarten Oberton durch ein Teilchen verursacht wird. Und vor allem sollte er/sie wissen, dass es sich bei all diesen "Teilchen" nicht um unteilbare substantielle Entitäten handelt, sondern um Gestaltphänomene, die sich unter identischen Randbedingungen stets auf identische Weise neu bilden.

Auch die übliche Interpretation des Amplitudenquadrats der Wellenfunktion als "Aufenthaltswahrscheinlichkeit" eines "Elektrons" wird damit hinfällig, was jedoch kein Verlust ist: es ist ja ohnehin vollständig unmöglich, die Frage zu beantworten, auf *welche physikalische Entität* sich die Aufenthaltswahrscheinlichkeit an einem bestimmten Ort eigentlich beziehen soll. Die Antwort könnte nur lauten: "Auf genau *jene* Entität, die sich mit ebendieser Wahrscheinlichkeit dort aufhält."

Alles, was sich über diese unsinnige Tautologie hinaus sagen lässt, ist, dass die Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Ereignissen, die auf der Wechselwirkung mit dem Elektron beruhen, auf die Verteilung der Amplitudenquadrate der Wellenfunktion des Elektrons zurückgeführt werden können.

Dieser Zusammenhang wird aber natürlich auch durch die reine Welleninterpretation ohne den absurden Umweg über die Entität "Teilchen" hergestellt.

Nehmen wir z.B. an, Licht werde an einem Elektron-*Teilchen* gestreut. Dann wird der durchschnittliche Streuwinkel dort groß sein, wo das Amplitudenquadrat groß ist, denn in der üblichen Interpretation bedeutet das, dass sich das Elektron dort mit hoher Wahrscheinlichkeit aufhält.

Dasselbe gilt aber natürlich auch dann, wenn das Elektron als der *ganze räumliche Schwingungszustand* aufgefasst und die Amplitude als *Winkeldichte* interpretiert wird: wo die periodische Änderung des Quadrats der Winkeldichte groß ist, dort wird auch die durchschnittliche Ablenkung der Lichtwelle groß sein.

Und weiter: In der üblichen Interpretation verursacht das gestreute Photon mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit – die wiederum das Quadrat der Amplitude einer Welle ist – einen Übergang, der gemessen werden kann. In der Welleninterpretation summieren sich die Quadrate der Amplituden der gestreuten Lichtwellen, bis es irgendwo zu einem Übergang kommt. Das Resultat ist in beiden Fällen identisch.

Ich kann nur wiederholen, was ich schon im ersten Teil festgestellt habe: Das Elektron als Teilchen aufzufassen führt zu unbehebbar begrifflichen Schwierigkeiten. Die damit zusammenhängenden Absurditäten haben im Grund den Verlust *jeder* Interpretation zur Folge – ein Faktum, das nur dadurch verschleiert wird, dass die gegenwärtig herrschende Kombination aus völliger Begriffslosigkeit sowie formalem und experimentellem *Know-how* noch immer als *Interpretation* bezeichnet wird, obwohl sie diesen Namen nicht verdient.

Ein Zustand, der umso unerfreulicher erscheint, als das Festhalten am Begriff des Teilchens als *unteilbarer substanzialer Entität* tatsächlich vollständig überflüssig ist.

## 5.11. Schluss

Ich schließe damit das Kapitel über Elektromagnetismus und verzichte auf eine Zusammenfassung: alles Wichtige ist schon mehrfach gesagt worden.

Einerseits erscheint es unangebracht und willkürlich, an dieser Stelle abzubrechen; es gibt zu viele offene Fragen.

Vor allem fehlt eine Beschreibung der *eigentlichen* elektromagnetischen Wechselwirkung. Allerdings sind die metrisch-dynamischen *Voraussetzungen* der Wechselwirkung geschaffen worden, und es wäre deshalb ganz einfach, die Beschleunigung eines Test-Objekts im elektromagnetischen Feld einer zentralen Ladung durch die Größen des metrisch-dynamischen Modells wie folgt zu definieren: proportional zur zentralen Ladung  $Z_1 \mu$ , zur Ladung des Objekts  $Z_2 \mu$ , zu  $1/r^2$  und zu  $1/m$  des Objekts. ( $\mu > 0$ ,  $Z_1 \in \mathbb{Z}$ ,  $Z_2 \in \mathbb{Z}$ ,  $m$  geometrische Masse. Ich habe die Gleichung am Ende von 6.2 notiert.)

Eine solche Beschreibung wäre aber rein formal und deshalb unbefriedigend: Beim Elektromagnetismus gibt es – im Gegensatz zur Gravitation – keinen beschleunigten Fluss und daher auch keine direkte Beschleunigung; Entweder folgt alles Notwendige aus den Frequenzen, Längen und Phasen der Wellen<sup>26</sup>, oder – und das wäre die attraktivere Variante – das elektrische und magnetische Feld lässt sich direkt aus dem rotierenden Fluss-Feld ableiten. Mir ist beides nicht gelungen.

Andererseits ist es aber durchaus gerechtfertigt, hier abzubrechen. Das Hauptziel dieses zweiten Teils meiner Arbeit ist, bekannte Hypothesen allein aus den Größen *metrischer Fluss* und *metrische Dichte* abzuleiten und dadurch zu demonstrieren, dass es möglich ist, das Projekt *Naturphilosophie* nicht von den beobachtbaren Phänomenen, sondern von der anderen Seite – von den metaphysischen Voraussetzungen des Seienden aus – zu beginnen, und dafür wurde auch in diesem Kapitel mehr als genug Material gesammelt.

---

<sup>26</sup> Wenn die Wechselwirkung durch Wellen beschrieben werden soll, dann gibt es zwei Möglichkeiten:

Die erste ist, sie einfach als *Superposition* der Wellen darzustellen. Die aus dieser Superposition resultierenden Geschwindigkeiten sind dann das Ergebnis der Wechselwirkung. Zwei Beispiele einer solchen Darstellung durch Wellenüberlagerung finden sich im ersten Teil der Arbeit in den Abschnitten 3.4. und 3.5. über den Lichtelektrischen und den Compton-Effekt.

Die zweite Möglichkeit ist, die Beschleunigung eines Objekts im Feld auf die *Phasenverschiebungen* der Wellen im Feld zurückzuführen.

## Bemerkungen

1. Die Überlegungen dieses Kapitels haben die Hypothese bestätigt, die im ersten Teil der Arbeit aufgestellt wurde: dass die Quantenmechanik als Theorie verstanden werden muss, durch die stationäre Wellenzustände und deren Übergangswahrscheinlichkeiten beschrieben werden.

Diese stationären Zustände sind Attraktoren der lokalen Dynamik, d.h. es sind die einfachst-möglichen lokalen Schwingungszustände. Deshalb ist auch die Quantenmechanik einfach. Allerdings ist sie deshalb auch nicht fundamental: in ihr sind die fundamentalen Prozesse der Erzeugung, des Übergangs und des Zerfalls solcher Zustände nicht enthalten, sondern werden vorausgesetzt.

Für die Beschreibung dessen, was in atomaren Größenordnungen vor sich geht, ist die Quantenmechanik jedoch bestens geeignet, und es mag sein, dass es niemals gelingen wird, die eigentliche, ursächliche Wellen-Ebene zu formalisieren. Es verhält sich hier genauso wie im Fall von stehenden Luftwellen in Blasinstrumenten: die Beschreibung der Frequenzen der Teiltöne ist einfach, und sie reicht zur Beschreibung dessen, was hörbar (beobachtbar) ist, vollkommen aus. Die Übergangsprozesse aber, die zwischen den verschiedenen Tonereignissen liegen, sind äußerst komplex, niemals vollständig gleich und vielleicht im Prinzip, aber wohl niemals im Detail formalisierbar.

Um jedoch zu *verstehen*, was sich etwa beim Spielen einer Trompete *wirklich* ereignet und warum es geschieht, ist es notwendig, die gesamte Dynamik zu betrachten – und genau dasselbe gilt im Fall der molekularen und atomaren Ereignisse.

2. Dass die üblich Beschreibung der elektromagnetischen Wechselwirkung (und aller anderen Wechselwirkungen) durch "Austauschteilchen" erfolgt, kann aus metrisch-dynamischer Sicht ebenso einfach erklärt werden wie die Tatsache der (scheinbar) un stetigen Übergänge zwischen den beobachtbaren Zuständen von Elektronenhüllen, die als "Photonen" aufgefasst werden.

Dazu wird zusätzlich zur Annahme, dass Photonen nichts anderes sind als diese Übergänge selbst (und keine "Teilchen") noch die Annahme benötigt, dass Geschwindigkeitsänderung immer zugleich Frequenzänderung ist – was im Wellenmodell selbstverständlich ist.

Wenn nun zwei Objekte miteinander wechselwirken, dann muss sich diese Wechselwirkung als Frequenzänderung äußern. Diese Änderung ist zwar – wie immer – stetig, aber beobachtbar ist – wie immer – wiederum nur der un stetige Übergang in einen anderen Gesamtschwingungszustand, der dann gemäß der üblichen Deutung wieder als Folge eines "Teilchens", eben des Austauschteilchens, aufgefasst wird.

3. Die Schwierigkeiten, die die Vereinheitlichung von Gravitation und Elektromagnetismus bereitet, sind aus unserer Sicht darauf zurückzuführen, dass die Theorie der Gravitation (AR) *fundamental* ist und die Theorie des EM *phänomenal*. Folgendermaßen:

Was ist der Grund, warum sich die Frequenzen zweier identischer Teilchen unterscheiden, deren Abstände zu einer Masse verschieden sind? Man könnte zwei Gründe nennen: das unterschiedliche Vergehen der Zeit, und die Energiedifferenz.

Ontologisch betrachtet kann es jedoch für einen einfachen Sachverhalt nur einen einzigen Grund geben. Von unserem Standpunkt aus ist das das unterschiedliche Vergehen der Zeit. Daraus folgt die Verschiedenheit der Frequenzen, und erst durch die *Definition* der Energie proportional zur Frequenz folgt dann die Energiedifferenz.

Was ist nun aber der Grund, warum sich die Frequenzen zweier Elektronen unterscheiden, die sich in verschiedenen Entfernungen vom Atomkern befinden? Aus üblicher Sicht kann es nur die Energiedifferenz sein, da der EM in der unverzerrten, flachen Raumzeit stattfindet und sich daher die Zeit nicht ändert. Falls man aber diesen Standpunkt einnimmt, dann hat man die fundamentale ontologische Differenz zwischen EM und G zur Tatsache erklärt, und die beiden Wechselwirkungen lassen sich nicht mehr oder nur noch auf absurden Umwegen vereinigen.

Diese Schwierigkeit verschwindet bei unserem Zugang. Im metrisch-dynamischen Modell ist auch im Fall der Elektronen der *eigentliche* Grund für die Frequenzdifferenz das unterschiedliche Vergehen der Zeit. Beide Wechselwirkungen sind raum-zeitliche Phänomene, d.h. sie sind Veränderungen der Raumzeit zugeordnet.

Die Wirklichkeit wird nur *aus einem einzigen Gesetz* gewebt, demjenigen, das durch Gleichung (1) beschrieben wird. Dieses Gesetz hat zwei Interpretationen: in der einen wird der longitudinale metrische Fluss mit der metrischen Dichte der Länge verknüpft, in der anderen der transversale metrische Fluss mit der metrischen Dichte des Winkels; die eine Interpretation führt zur Gravitation, die andere zum Elektromagnetismus. Die Phänomene, die gegenwärtig unter den Bezeichnungen Gravitation und Elektromagnetismus zusammengefasst werden, sind daher Zustände und Prozesse, zu denen sich die Wirklichkeit aufgrund des einzigen Gesetzes organisiert.

In diesem Bild sind Gravitation und Elektromagnetismus vereinheitlicht, weil sie demselben Gesetz entstammen. Beide sind auf Raum-Zeit-Dynamik zurückzuführen. Zugleich wird damit aber auch ihre Verschiedenheit klar: Gravitation ist ein Phänomen des longitudinalen Flusses und wirkt direkt durch den beschleunigten Fluss, Elektromagnetismus ist ein Phänomen des transversalen bzw. rotierenden Flusses und wirkt durch Wellen.

# *Zwei Arten geistiger Verwirrtheit*

## **I. Der Ente-Raumschiff-Dualismus**

Was ist das?

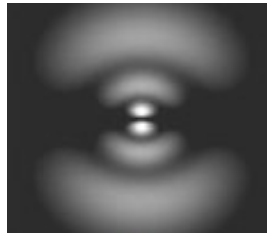


*Eine Ente.*

Wenn nun aber ein Mensch dieses Bild sieht, dessen Verstand dadurch getrübt ist, dass er aus Gründen, die er für absolut sicher und unwiderlegbar hält, zu wissen glaubt, dass das Bild ein Raumschiff darstellt? – Dann wird er die evidente Gestalt nicht leugnen; er wird behaupten, dass es sich um ein Raumschiff in Entengestalt handelt. Wenn das Objekt dann auch noch watschelt und quakt, hat er damit kein Problem. Er behauptet einfach, dass das Raumschiff alle Eigenschaften einer Ente hat.

## **II. Der Welle-Teilchen-Dualismus**

Was ist das?



*Die Verteilung der Amplitudenquadrate des Schwingungszustands einer Kugel mit drei Knotenflächen: eine davon in Form einer Ebene durch den Mittelpunkt und zwei in Form von Kugelflächen.*



Wenn nun aber ein Mensch dieses Bild sieht, dessen Verstand dadurch getrübt ist, dass er aus Gründen, die er für absolut sicher und unwiderlegbar hält, zu wissen glaubt, dass das Bild ein Teilchen darstellt? – Dann wird er die evidente Gestalt nicht leugnen; er wird behaupten, es sei ein Teilchen, dessen Aufenthaltswahrscheinlichkeit genauso verteilt ist wie das Amplitudenquadrat des Schwingungszustands einer Kugel. Wenn das Objekt dann auch noch Frequenz und Wellenlänge hat und interferiert, hat er damit kein Problem. Er behauptet einfach, dass das Teilchen alle Eigenschaften einer Welle hat.



## 6. Ein Universum ohne Masse

### 6.1. Vorbemerkung

Im ersten Teil wurde gezeigt, dass grundlegende Interpretationsprobleme wie Dualismus und Nichtlokalität verschwinden, wenn das *Nebeneinander* von Teilchen und Wellen durch eine *hierarchische* Struktur ersetzt wird, in der der Begriff "Welle" ein *fundamentales Konzept* bezeichnet und der Begriff "Teilchen" ein *abgeleitetes Phänomen*.

Voraussetzung für die Durchführbarkeit dieser Interpretationsänderung ist, dass sich die jeweiligen Messergebnisse aus Welleneigenschaften ableiten lassen – auch solche, für die das Konzept *Teilchen* zunächst unerlässlich scheint. Für den Lichtelektrischen und den Compton-Effekt wurde das direkt bewiesen: die experimentellen Fakten, die sich aus der Wechselwirkung zwischen Elektron und Photon ergeben, konnten aus den Welleneigenschaften allein – ohne auf den Teilchenbegriff oder irgendwelche Teilcheneigenschaften Bezug zu nehmen – abgeleitet werden. Das heißt aber nichts anderes, als dass beim Lichtelektrischen und beim Compton-Effekt die Größen *Wellenlänge* und *Frequenz* als fundamental und die Größen *Impuls* und *Energie* als abgeleitet gelten können.

Im zweiten Teil ist die Naturbeschreibung durch die ausschließliche Verwendung der Größen *metrische Dichte* und *metrischer Fluss* so weit durchgeführt worden, dass es nun ganz allgemein möglich ist, die Größen Energie, Masse, Impuls, Drehimpuls, Wirkung usw. auf der Basis metrisch-dynamischer Begriffe und Zusammenhänge zu definieren.

Wie kann diese Definition durchgeführt werden? Kehren wir zur Klärung dieser Frage kurz in den ersten Teil der Arbeit zurück – zum Abschnitt über den Lichtelektrischen Effekt. Die Gleichung für die Geschwindigkeit  $v$  der austretenden Elektronen

$$v_L = v_{e_0} \frac{v^2}{2c^2}$$

ist dort allein aus der Annahme abgeleitet worden, dass Elektronen und Photonen *Wellen* sind, und dass die Wechselwirkung als Superposition dieser Wellen aufzufassen ist. Die Multiplikation mit  $h$  ergab dann

$$h\nu_L = h\nu_{e_0} \frac{v^2}{2c^2} = m_e c^2 \frac{v^2}{2c^2} = \frac{m_e v^2}{2}$$

Der Begriff *Energie* war zur Ermittlung der Geschwindigkeit  $v$  nicht erforderlich. Die Definition einer Energie genannten Größe

$$E = h\nu$$

hat hier also nur den Zweck, auf die übliche (post-mechanische) Sichtweise überzugehen.

Soweit die Ausführungen im Abschnitt über den Lichtelektrischen Effekt. Sie waren allerdings in zweifacher Hinsicht unvollständig: *Erstens* musste die Identität

$$h\nu = mc^2$$

vorausgesetzt werden. Diese Unvollständigkeit wurde im zweiten Teil durch die metrisch-dynamische Begründung von Gleichung (41') im Kapitel 4

$$mc = \lambda_{pl}^2 \nu_m$$

beseitigt. (Die fundamentale Länge  $\lambda_{pl}$  tritt an die Stelle des Wirkungsquantums.)

*Zweitens* enthält aber die Definition  $E = h\nu$  selbst eine undefinierte Größe, und zwar die *Einheit der Masse*, da das Wirkungsquantum  $h$  die Dimension [Kilogramm Meter<sup>2</sup> Sekunde<sup>-1</sup>] hat.

Der Beseitigung dieser grundlegenden Unvollständigkeit werden wir uns jetzt zuwenden.

## **6.2. Die Beziehung zwischen metrisch-dynamischer Physik und Standardphysik**

Zunächst scheint es, als wären wir auf ein unlösbares Problem gestoßen, weil der Begriff der *in Kilogramm gemessenen Masse* nicht bloß undefiniert ist, sondern im metrisch-dynamischen Universum überhaupt *undefinierbar* erscheint. Tatsächlich gibt es aber eine überraschende und einfache Lösung – so naheliegend, dass sie dem in abstrakte Weiten schweifenden Blick verborgen bleiben könnte:

**Die in Kilogramm gemessene Masse  $M$  ist durch die in Metern gemessene geometrische Masse  $m$  zu ersetzen – und zwar in allen physikalischen Definitionen und Gleichungen.**

Dieser Akt mag seltsam erscheinen, ist aber eigentlich selbstverständlich: da Gravitation und Elektromagnetismus geometrisiert sind – in dem Sinn, dass beide als *metrische Defekte* definiert wurden, wobei Masse einer *Längenänderung* entspricht und Ladung einer *Winkeländerung* –, ist der Begriff einer Masse, die einer *selbständigen, von Länge und Zeit unabhängigen Maßeinheit* bedarf, entbehrlich, und dasselbe gilt für den Begriff der Ladung. (Ich werde hier aber nur auf die Änderung eingehen, die sich durch die Elimination der Masse im Bereich der Mechanik ergeben.)

Das ganze formale System der Physik bleibt dann in *einer* Hinsicht gleich: alle Gleichungen gehen in formal identische Gleichungen über; In einer anderen Hinsicht aber wird es zugleich vollständig umgewandelt: bei allen Gleichungen, die die Größe *Masse* beinhalten, ändert sich die Dimension dadurch, dass [Kilogramm] durch [Meter] ersetzt wird. *Das Set elementarer Maßeinheiten wird reduziert.*

Ich will hier nur kurz demonstrieren, wie das vor sich geht: (Im Folgenden sind alle metrisch-dynamischen Größen durch \* gekennzeichnet.)

Beginnen wir mit Newtons Gleichung Kraft = Masse mal Beschleunigung:

$$F = Ma \quad \text{oder, in differenzieller Schreibweise: } F = d(Mv)/dt$$

Daraus wird  $F^* = M^* a$  bzw.  $F^* = d(M^* v)/dt$  (für die geometrische Masse steht hier  $M^*$  statt wie bisher  $m$ .  $M^*$  hat also die Dimension Länge)

Einige Beispiele für die Änderung physikalischen Größen:

|                 | Dimension der <i>mechanischen</i> Größe:    | Dimension der <i>metrisch-dynamischen</i> Größe:             |
|-----------------|---|--|
| <i>Kraft:</i>   | $\dim F: \quad \text{kg m s}^{-2},$         | $\dim F^*: \quad \text{m}^2 \text{s}^{-2}$                   |
| <i>Energie:</i> | $\dim E: \quad \text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$ | $\dim E^*: \quad \text{m}^3 \text{s}^{-2}$                   |
| <i>Wirkung:</i> | $\dim W: \quad \text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$ | $\dim W^*: \quad \text{m}^3 \text{s}^{-1} \quad \text{usw.}$ |

Es gilt 
$$M^* = M \frac{G}{c^2}$$

Daraus folgt, dass das metrisch-dynamische Wirkungsquantum  $h^*$  zum üblichen Wirkungsquantum  $h$  in folgender Beziehung steht:

$$h^* = h \frac{G}{c^2} \quad (\dim h^*: m^3 s^{-1}) \quad (73)$$

Dann folgt aus  $E = h \nu$

$$E^* = h \frac{G}{c^2} \nu$$

$$E^* = h^* \nu \quad (74)$$

Für die fundamentale Länge  $\lambda_{pl}$  gilt:

$$\lambda_{pl}^2 = \frac{hG}{c^3} = h \frac{G}{c^2} \frac{1}{c} = h^* \frac{1}{c} \quad (75)$$

Das *metrisch-dynamische Wirkungsquantum*  $h^*$  ist also gleich dem Quadrat der Elementarlänge mal der Lichtgeschwindigkeit:

$$h^* = \lambda_{pl}^2 c \quad (75')$$

Damit nehmen einige der in dieser Arbeit abgeleiteten Gleichungen die übliche Form an. Z.B. wird aus Gleichung (70) für das metrisch-dynamische Analogon zum quantenmechanischen Drehimpuls

$$L_{md} = l \tilde{\lambda}_{pl}^2$$

die Gleichung  $L_{md} = L^* = l h^*$

(Hier ist berücksichtigt, dass in der Ableitung von Gleichung (70)  $\nu$  für  $v/c$  steht.)

Gleichung (41'):  $M^* c = \lambda_{pl}^2 \nu$

wird zu  $M^* c = h^* \frac{1}{c} \nu$

Also ist  $M^* c^2 = h^* \nu$

und damit erscheint diese wichtige Beziehung – die im Kapitel 4 auf metrisch-dynamische Weise abgeleitet worden ist – hier ebenfalls in der bekannten Gestalt.

Zuletzt eine Bemerkung zur Gravitationskonstante  $G$ . Es gilt

$$G = G^* \frac{G}{c^2}$$

Daher ist  $G^* = c^2$  (76)

Das bedeutet: *die Gravitationskonstante  $G$  verliert ihre Bedeutung als eigenständige Naturkonstante.*

Die Newtonsche Näherung

$$F = G \frac{M_1 M_2}{r^2}$$

geht über in  $F^* = c^2 \frac{m_1 m_2}{r^2}$  (77)

(Analog dazu geht das Coulombsche Gesetz

$$F_E = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

das die Kraft zwischen zwei Ladungen  $Q_1$  und  $Q_2$  im Abstand  $r$  beschreibt, über in

$$F_E^* = \beta c^2 \frac{Z_1 \mu Z_2 \mu}{r^2} \quad (\mu > 0, Z_1, Z_2 \in \mathbb{Z}, \beta \in \mathbb{R}, \beta \text{ ist eine Konstante}^{27})$$

Mit diesem einfachen formalen Akt – der Ersetzung der in Kilogramm gemessenen Masse  $M$  durch die in Metern gemessene Masse  $M^*$  (bzw.  $m$ ) – ist die Umstellung auf ein metrisch-dynamisches Beschreibungssystem vollzogen. Jetzt kann mit Recht behauptet werden, dass nur die Begriffe *metrische Dichte* und *metrischer Fluss* fundamental sind und *alle anderen physikalischen Begriffe* abgeleitet.

Das ganze physikalische System bleibt auf diese Weise formal unverändert weiter bestehen. Alle Gleichungen, alle Prinzipien – wie etwa das *Prinzip der kleinsten Wirkung* – behalten ihre Gültigkeit. (Es wäre ja auch völlig absurd, wenn das nicht der Fall wäre.)

Dennoch hat sich das Verständnis der Natur auf grundlegende Weise geändert.

(Gemäß unserer Definition der elektrischen Elementarladung  $\mu$  ändert sich die Dimension der elektrischen Ladung  $Q$  wie folgt:

$$\dim Q = \text{kg}^{1/2} \text{m}^{3/2} \text{s}^{-1} \rightarrow \dim Q^* = \dim \mu = \text{m}$$

Die Zuordnung der Dimension Länge zur elektrischen Ladung ergibt sich aus der metrisch-dynamischen Sicht der Wechselwirkung und lässt die Analogie zur Gravitation hervortreten. Die anderen elektromagnetischen Größen müssen angepasst werden.)

### ***6.3. Über die Verständlichkeit physikalischer Begriffe und Zusammenhänge***

"Es ist wichtig, einzusehen, dass wir in der heutigen Physik nicht wissen, was *Energie* ist."<sup>28</sup>

Woran liegt es, dass physikalische Begriffe nicht über die mathematische Definition hinaus verstanden werden können?

Um diese Frage beantworten zu können, ist es zunächst notwendig, zwischen *Grundbegriffen* und *abgeleiteten* Begriffen zu unterscheiden. In keinem Beschreibungssystem – sei es nun mathematisch,

---

<sup>27</sup> Vermutlich gilt  $\beta = m_e / \mu$  ( $m_e$  geometrische Masse des Elektrons). Ich habe das nicht weiter verfolgt.

<sup>28</sup> Richard Feynman, *Vorlesungen über Physik*, Band I, Kap. 4-1, Seite 4-2, Oldenburg, 1972, 2. Auflage.

physikalisch oder sprachlich – könnte gefordert werden, dass abgeleitete Begriffe, die in Sätzen erscheinen, die das Ergebnis von Ketten von Schlussfolgerungen bilden, *unmittelbar* einsichtig sind. Für deren Verständnis ist es immer notwendig, den logischen Weg bis zu den Grundbegriffen zurück nachzuvollziehen.

Daher kann bloß gefordert werden, dass die *Grundbegriffe* unmittelbar verständlich sind.

Ähnliches gilt für die Zusammenhänge, die zwischen den Begriffen (Größen) eines Beschreibungssystems auftreten. Auch hier gibt es *elementare* und *abgeleitete* Zusammenhänge, und es ist wiederum bloß die unmittelbare Verständlichkeit der fundamentalen Zusammenhänge zu fordern – und natürlich die der Schlussfolgerungen, die zu den abgeleiteten Zusammenhängen führen.

Was sind die Grundbegriffe eines physikalischen Beschreibungssystems?

In der Standardphysik sind es *Länge*, *Zeit* und *Masse*. Was kann über diese Begriffe gesagt werden?

Zum Begriff *Länge*: Es besteht kein Zweifel, dass der Begriff *Länge* unmittelbar einsichtig ist.

Zum Begriff *Zeit*: Der Begriff *Zeit* ist hingegen nicht direkt zugänglich. Dieses Problem ist aber, wie schon im ersten Teil festgestellt, leicht dadurch zu lösen, dass nicht *Zeit*, sondern *Bewegung* als Grundbegriff aufgefasst wird, und *Zeit* aus *Bewegung* und *Länge* abgeleitet. Das ist genau dann möglich, wenn es eine fundamentale Bewegung gibt, auf die jede Bewegung bezogen werden kann. Die Bewegung des Lichts erfüllt offensichtlich diese Voraussetzung. Formal ändert sich bei der Ersetzung von *Zeit* durch *Bewegung* als Grundbegriff nichts, aber es wird dadurch eine erkenntnistheoretische Unklarheit beseitigt.

Also ist *Länge* unmittelbar verständlich, und *Zeit* durch die Rückführung auf *Bewegung* und *Länge*. Gäbe es nur diese beiden Grundbegriffe, dann wären alle Grundbegriffe einsichtig.

Somit ist der Begriff *Masse* verantwortlich dafür, dass abgeleitete physikalische Begriffe und Relationen unverständlich erscheinen. Tatsächlich zeigt eine kritische Prüfung sofort, dass dieser Begriff sich zwar auf einen Sachverhalt aus dem Bereich unserer alltäglichen Erfahrung stützt, dass er sich aber "auflöst", wenn man versucht, ihn als *Objekteigenschaft* zu verstehen. Fragt man, was die Masse eines Objekts *eigentlich* sei, dann sieht man sich außerstande, darauf eine Antwort zu geben, die über Messvorschriften hinausgeht.

Es besteht ein enger Zusammenhang mit der Problematik des Begriffs *Objekt*, falls dieser etwas bezeichnet, was *elementar* sein soll. Es ist dann unmöglich zu beantworten, *was* dieses elementare



Objekt ist und *woraus* es besteht. Der Begriff *Masse* ist aber mit diesen Fragen verbunden, und die Widersprüchlichkeit des Begriffs des elementaren substanziellen Objekts überträgt sich daher auf die als elementar vorgestellte Eigenschaft *Masse* eines solchen Objekts (wobei *elementar* bedeutet: auf nichts anderes reduzierbar).

Die geometrische Masse ist hingegen frei von diesem Widerspruch. Sie ist nicht einfach eine Eigenschaft eines Objekts, die diesem bloß *per definitionem* angeheftet worden ist, sondern – als metrischer Defekt – ein konstituierendes Element dieses Objekts, das heißt eine Eigenschaft, die zu dessen metrisch-dynamischer Beschaffenheit gehört und aus der die Wirkungen, die von dem Objekt ausgehen, abgeleitet und verstanden werden können. Ebenso wie der Begriff *Objekt* ist auch der Begriff *geometrische Masse* ein abgeleiteter Begriff und kein Grundbegriff.

Nun zu den physikalischen Zusammenhängen bzw. Gesetzen. Auch hier ist, wie zuvor festgestellt, genau wie bei den Begriffen zwischen fundamentalen und abgeleiteten Gesetzen zu unterscheiden. Und auch hier kann bloß gefordert werden, dass die elementaren Zusammenhänge unmittelbar einsichtig sind.

Die Standardphysik beginnt mit der Newtonschen Gleichung:

$$\mathbf{F} = \mathbf{M} \mathbf{a}$$

Nach dem soeben Gesagten führt schon dieser erste Schritt aus dem Bereich des Verstehbaren hinaus: die Gleichung enthält den unzugänglichen und zu ontologischen Widersprüchen führenden Grundbegriff *Masse* und den abgeleiteten Begriff *Kraft*, der die Dimension Kilogramm beinhaltet, wodurch sich die Problematik des Begriffs *Masse* auf den Begriff *Kraft* überträgt. Dasselbe gilt natürlich für alle weiteren Gleichungen, in denen ein Begriff auftritt, der die Dimension Kilogramm enthält.

Die metrisch-dynamische Physik beginnt mit der Gleichung:

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

Sie enthält die Variablen *metrische Dichte*  $\sigma$  und *Flussgeschwindigkeit*  $v$ . Beide sind intuitiv verständlich. Der durch die Gleichung ausgedrückte Zusammenhang zwischen den beiden Variablen folgt direkt aus der Analyse des *Ursprungs des Seienden*.

Die Gleichung ist die Basis der metrisch-dynamischen Physik. Sie stellt den *einzig* fundamentalen metrisch-dynamischen Zusammenhang dar.

Zusammengefasst kann also behauptet werden:

Die Standardphysik enthält den Begriff der mechanischen, in Kilogramm gemessenen Masse. Dieser ist als Grundbegriff ungeeignet und überflüssig. Seine Unverständlichkeit und ontologische Widersprüchlichkeit überträgt sich auf das ganze System der Standardphysik.

Dieser Massenbegriff ist mit dem Begriff der *materiellen Substanz* und dadurch mit der Vorstellung von *elementaren Objekten (Teilchen)* verknüpft, die mit sich stets *substanziell identisch* sind; – eine Vorstellung, die – wie im ersten Teil gezeigt wurde – schließlich zu absurden Begriffsbildungen wie *Nichtlokalität* oder *Reduktion der Wellenfunktion* führt. Die Folge ist ein vollständiger Verlust der Wirklichkeit.

Die metrisch-dynamische Physik vermeidet diese Schwierigkeiten. Die einzigen beiden Grundgrößen sind *Länge* und *Bewegung*, die einzigen Maßeinheiten somit Meter und Sekunde. *Masse* ist ein abgeleiteter Begriff. Als solcher ist er einsichtig, und das gilt ebenso für alle anderen abgeleiteten Begriffe.

Von *vollständiger Verstehbarkeit* der Wirklichkeit kann allerdings erst dann die Rede sein, wenn alle Begriffe und Zusammenhänge auf metrisch-dynamische Weise erklärt sind. Davon sind wir noch weit entfernt.

Aber immerhin haben wir ein nicht unbeträchtliches Stück des Wegs dorthin zurückgelegt.

## 7. Bemerkungen, Fragen

Bis auf eine kurze Anmerkung zur Kosmologie, die den Schluss des zweiten Teils bilden wird, ist nun – soweit es um physikalische Fragen geht – im Wesentlichen alles gesagt, was ich zu sagen habe.

Dieses Kapitel bildet daher nur eine Ergänzung, eine lose Zusammenstellung von Anmerkungen, die mir aus verschiedenen Gründen einer Erwähnung wert scheinen.

### Die vier Wechselwirkungen

Gravitation wurde als der Bereich von Gesetzen bestimmt, die sich daraus ergeben, dass die im Anfangsgesetz auftretende Größe  $\sigma$  als metrische Dichte der Länge interpretiert wird, Elektromagnetismus als der Bereich von Gesetzen, die aus der Interpretation von  $\sigma$  als metrische Dichte des Winkels folgen. Da es aber außer Längen und Winkeln nichts gibt, scheint das Problem aufzutauchen, dass für weitere Wechselwirkungen kein Platz mehr ist. Das trifft jedoch aus zwei Gründen nicht zu:

1. Beim Atomaufbau wurden nicht alle Möglichkeiten ausgeschöpft. Die Bedingung stehender Wellen wurde nur zur Bestimmung von Strukturen im Außenraum eingesetzt. Sie kann jedoch auch *nach innen* angewendet werden: das Schalenmodell des Atomkerns lässt sich analog zum Schalenmodell der Elektronenhülle rekonstruieren, wenn man das geometrische Verfahren, das hier auf die Größen geometrische Ladung  $Z\mu$  und Compton-Wellenlänge des Elektrons  $\lambda_{Ce}$  angewendet wurde, einfach auf die Größen  $Z\mu$  und Compton-Wellenlänge des Protons  $\lambda_{Cp}$  überträgt. Dadurch entsteht eine Struktur *innerhalb* des Kerns. Diese Tatsache sowie die enge Verwandtschaft von Elektromagnetismus und schwacher Wechselwirkung im Standardmodell führen zu der Vermutung, dass die schwache Wechselwirkung sich aus der Flussrotation auf ähnliche Weise ableiten lässt wie der Elektromagnetismus.

2. Hier sind nur die einfachsten linearen Gesetzmäßigkeiten berücksichtigt worden. Wenn es sich aber, wie im metrisch-dynamischen Modell angenommen wird, bei den Wellen der Quantentheorie um wirklich existierende Wellen handelt, dann muss irgendwo – d.h. bei einer bestimmten Größenordnung – eine Grenze der Linearität erreicht sein. Es liegt nahe anzunehmen, dass das bei der Größenordnung der Atomkerne der Fall ist. Falls das zutrifft, dann ist die starke Wechselwirkung vermutlich ein nichtlineares Phänomen des transversalen Flusses.

Ob es auch nichtlineare Phänomene des gravitativen, longitudinalen Flusses gibt, bleibt offen.

Zur starken Wechselwirkung ist außerdem Folgendes anzumerken: Im metrisch-dynamischen Modell des Universums kann die derzeitige Beschreibung dieser Wechselwirkung nicht den gleichen Rang beanspruchen wie die Beschreibung der Gravitation. Vielmehr ist es eine Näherung, vergleichbar etwa der Beschreibung der Planetenbahnen durch ein Epizykelsystem. Um dies zu begründen, erinnere ich an die Bemerkungen über die starke Wechselwirkung am Schluss des ersten Teils:

Einerseits können Quarks, die Träger der Farbladungen, nicht voneinander getrennt werden, weil die starke Wechselwirkung nicht mit der Entfernung abnimmt.

Andererseits werden in einem Neutroneninterferometer einzelne Neutronen geteilt.

In der Standardinterpretation ist das "kein Problem", weil es sich ja bei den beiden Strahlen, in die das Neutron aufgespalten wird, nicht um etwas Existierendes handelt, sondern nur um ein mathematisches Hilfsmittel: die Wellengleichungen beziehen sich nicht etwa auf wirkliche Wellen – ihre Amplitudenquadrate stellen bloß Wahrscheinlichkeiten von Messergebnissen dar.

Von dem hier eingenommenen Standpunkt aus ist es aber keine mögliche Interpretation, einem Phänomen, das nicht bloß einer Wellengleichung entspricht, sondern tatsächlich *interferiert*, Existenz abzusprechen, sondern Unsinn. Aus der Tatsache der Interferenz folgt zwingend, dass die Neutronenstrahlen nicht bloß mathematische Hilfsmittel sind, sondern wirklich existierende Wellen. Also wird das "Neutron" genannte Phänomen wirklich geteilt.

Zu dieser Tatsache steht aber das Modell der starken Wechselwirkung im Widerspruch, dem zufolge das Neutron aus drei Quarks besteht, die nicht voneinander getrennt werden können.

Das bedeutet, dass die übliche Beschreibung der starken Wechselwirkung nur eine Näherung ist, die die Verhältnisse zwar quantitativ angenähert wiedergibt, aber dem, was *wirklich existiert*, nicht entspricht – etwa so, wie ein Epizykelsystem die Planetenbahnen mit beliebiger Genauigkeit wiedergeben kann, obwohl seine Parameter keinen existierenden Größen entsprechen, oder wie Newtons Beschreibung der Gravitation eine für viele Fälle ausreichende Näherung darstellt, aber doch in ihren Grundbegriffen die Wirklichkeit vollständig verfehlt.

Was ist mit der Vorhersagekraft der derzeit akzeptierten Beschreibung der "starken Wechselwirkung"? Sie stellt zweifellos ein Argument dar, das für die gegenwärtige Deutung der starken Wechselwirkung spricht – wenn auch kein sehr aussagekräftiges: vermutlich ist fast jede Beschreibung, die allgemeine Parameter enthält und einige Phänomene näherungsweise wiedergibt, zu weiteren annähernd richtigen Voraussagen fähig.

## Von beiden Seiten

Wenn man den Weg der Naturbeschreibung von *dieser* – der *dinglichen* – Seite her beginnt, dann scheinen die anfänglichen Begriffsbildungen selbstverständlich (Teilchen, Kraft usw.). Schließlich erweist sich aber diese Selbstverständlichkeit als Täuschung; der ursprüngliche Inhalt der Begriffe verschwindet. Das Versagen der Interpretation bei der Begegnung mit Quantenobjekten ist unvermeidlich. Die Modelle, von denen man ausging, bieten keine Verständnismöglichkeit mehr. Absurde Begriffsbildungen sind die Folge.

Die Objekte der Quantentheorie sind nicht als real existierend im üblichen Sinn interpretierbar. Das hat zur Folge, dass im 20. Jahrhundert die Interpretation der Sachverhalte selbst aufgegeben wird und an ihre Stelle die Interpretation unseres Unverständnisses tritt. Die Paradigmen erklären nicht mehr das Geschehen, sondern demonstrieren stattdessen die Unmöglichkeit, zu begreifen, was eigentlich geschieht. Die eigentliche Interpretation verschwindet bzw. sinkt auf die Stufe einer bloßen Bedienungsanleitung für eine *Black Box* herab.

Dies ist deshalb problematisch, weil Naturwissenschaft nur als Wechselspiel von Interpretation und Mathematik funktioniert. In der Grundlagenphysik entspringen die kreativen Akte, die zur Weiterentwicklung beitragen, in vielen Fällen in Interpretationsänderungen. Erst im zweiten Schritt, wenn der kreative Akt in eine formale Beschreibung mündet, übernimmt wieder Mathematik die Führung. Interpretationslose Grundlagenphysik ist – wie die Erfahrung der vergangenen Jahrzehnte lehrt – unvollständig und unfruchtbar. Ohne interpretative Führung gerät die Forschung auf Irrwege.

Wenn man den Weg der Naturbeschreibung von der *anderen* – der *abstrakten* – Seite her beginnt, ergibt sich ein völlig anderes Bild. Dem Prinzip der Notwendigkeit folgend wird man zu Objekten geführt, die genau die Differenzen zu "normalen" Objekten aufweisen, wie die Quantentheorie sie vorschreibt. Dennoch sind es diese Objekte – und *nur* diese Objekte – die wir eigentlich verstehen können, in dem Sinn, dass sie aus den als notwendig erkannten Voraussetzungen der Existenz ableitbar und metrisch-dynamischer Natur sind. Genau jene Elemente physikalischer Erfahrung, die eine realistische Interpretation für immer auszuschließen schienen – imaginäre Dimensionen, Quantisierung, Unschärfe, Drehungen in jeder Ebene usw. – erweisen sich als notwendige und geometrisch verständliche Konsequenzen des Aufbaus der Physik auf den metaphysischen Voraussetzungen des Seienden.

Es mag zur Übersichtlichkeit beitragen, sich folgende Einteilung vorzustellen:

Es gibt zwei Bereiche. Der eine ist der Bereich gegenständlicher Objekte. Bei dem Versuch, deren Existenz mit Begriffen und Methoden zu begründen, die diesem Bereich selbst entstammen, gerät man an dessen Grenze – die "Objekthaftigkeit" der Gegenstände löst sich auf. Der andere ist der Bereich abstrakter Prinzipien. Hier gibt es keine Objekte. Objekte müssen erst konstruiert werden – als Muster der Veränderung der Bewegung von AGENS.

In diesem Bild ist die Quantentheorie als Schnittstelle zwischen den beiden Bereichen aufzufassen: an dieser Schnittstelle erweisen sich die aus reiner Notwendigkeit abgeleiteten Objekte als identisch mit jenen, die sich als letzter Schritt auf dem Weg der fortschreitenden Abstraktion von Erfahrungen in der dinglichen Welt ergeben. Von dieser Abstraktion her können sie nicht mehr verstanden werden, wohl aber von der anderen Seite: von dort aus erscheinen sie notwendig und geometrisch einsichtig.

### **Was sind materielle Objekte?**

Unsere Untersuchungen legen folgende Hypothese nahe:

Materielle Strukturen sind Interferenzphänomene, lokalisierte Muster aus Phasenwellen der Planckwellen, quantisiert durch die Bedingung, dass sie im radialen und tangentialen Fluss stehende Wellen bilden. Die kausalen Beziehungen, auf denen diese Muster beruhen und die ihre Interaktionen bestimmen, liegen nicht in ihnen selbst, sondern im Hintergrund aus Planckwellen und Flüssen.

Die lokalisierten Muster können sich in die Wellen auflösen, aus denen sie aufgebaut sind. Sie bilden sich – als identische Muster über identischem Hintergrund – an anderer Stelle wieder neu. Es sind aber nicht in dem Sinn *dieselben* Muster, wie das bei der Teilchenvorstellung der Fall wäre: der Anteil von Wellen, der tatsächlich von dem ursprünglichen, dann aufgelösten Muster stammt, kann gegenüber dem Anteil, der von anderen gleichartigen – d.h. formal identischen – Mustern stammt, verschwindend gering sein.

### **Ein Grundprinzip physikalischer Erkenntnis**

Ich nütze die Freiheit, die mir die thematische Ungebundenheit dieses Kapitels lässt, um einen Gedanken über physikalische Erkenntnis zu skizzieren, den ich zwar für wichtig halte, aber bis jetzt unerwähnt ließ, weil mir seine Entfernung vom gegenwärtigen Denkstil noch größer erscheint als die der bislang geäußerten Schlussfolgerungen.

Für das grundlegende Prinzip physikalischer Erkenntnis halte ich *konzeptionelle und begriffliche Widerspruchsfreiheit*. (Ich werde gleich an Beispielen verdeutlichen, was ich damit meine.) Mein Vertrauen in dieses Prinzip geht so weit, dass ich sogar meine, dass es für sich allein schon ausreicht, um zur wahren Beschreibung der Wirklichkeit zu gelangen – und ich denke, dass der bisherige Verlauf meiner Argumentationen und deren Ergebnisse dieses Vertrauen in einem gewissen Maß rechtfertigen.

Daraus ergibt sich unmittelbar, dass die geeignete Strategie des Fortschreitens physikalischer Erkenntnis ist, solche Widersprüche in vorhandenen Theorien zu finden und zu eliminieren.

Ein Beispiel: Newtons Theorie der Gravitation enthält einen fundamentalen konzeptionellen Widerspruch: eine Kraft, die von einer Masse ausgeht und über den leeren Raum hinweg – ohne irgendeine Art der Vermittlung – an einer anderen Masse angreift. Das ist offensichtlich unmöglich, und daher kann auch der große Erfolg der Newtonschen Theorie nicht darüber hinweg täuschen, dass sie nur eine *phänomenale* Näherung ist, einfach aufgrund des in ihr enthaltenen konzeptionellen Widerspruchs.

Damit ist eindeutig vorgegeben, was eine "bessere" Theorie leisten muss: Sie hat die Fernwirkung durch eine Nahwirkung zu ersetzen, die sich von Punkt zu Punkt fortpflanzt. Genau das ist bei Einsteins Gravitationstheorie der Fall. In ihr ist dieser konzeptionelle Widerspruch beseitigt.

Nun erscheint allerdings ein weiterer Widerspruch, der ebenfalls schon bei der Newtonschen Theorie auftritt und von der Einsteinschen Theorie nicht behoben wird. Er zeigt sich in Gestalt der Unbeantwortbarkeit der "Warum"-Frage:

Masse krümmt die Raumzeit. Warum? Diese Frage kann nicht beantwortet werden. Die Verbindung von Masse und Raumzeit existiert bloß *per definitionem*, nicht anders als die Verbindung von Masse und Anziehungskraft bei Newton. Das eigentliche Problem ist aber nicht die Unbeantwortbarkeit dieser Frage im Bereich der Beschreibung, sondern die damit zusammenhängende Unmöglichkeit des damit verbundenen Sachverhalts im Bereich der Existenz: Raumzeit ist etwas grundsätzlich anderes als Masse, sie ist von dieser *essentiell* verschieden und hat nichts mit ihr zu schaffen. Die Masse *kann* die Raumzeit daher gar nicht beeinflussen.

Es gilt ganz allgemein Folgendes: ausschließlich Entitäten gleicher Art können einander beeinflussen, und das vermittelnde Element muss ebenfalls gleicher Art sein. Eine Änderung der Raumzeit kann nur durch Raumzeit selbst verursacht und durch Raumzeit selbst vermittelt werden; der Begriff *Masse* muss daher auf Raumzeitänderung zurückgeführt werden.

Daraus folgt bereits, dass alles, was existiert, von derselben Art ist, oder genauer: dass es aus einem einzigen metaphysischen Urgrund hervorgeht, und des Weiteren folgt daraus, dass alle Entitäten und ihre Wechselwirkungen immer metrisch-dynamischer Natur sind, denn nur wenn das der Fall ist – wenn also alles *Raumzeitänderung* ist –, dann erübrigt sich die Einführung von elementaren Wesenheiten wie *Masse* oder *Ladung* oder *Teilchen*, die in keiner ontologischen Verbindung zueinander stehen können und deshalb *unmöglich* sind.

Was damit gemeint ist, wird verständlicher, wenn man den Begriff "Teilchen" untersucht, da dieser in sich einen Widerspruch trägt, der mit dem eben genannten eng zusammenhängt.

Es gibt bei einem Teilchen zwei Möglichkeiten:

a) Das Teilchen ist punktförmig. Dann existiert es nicht und kann somit nicht Träger irgendwelcher Eigenschaften (Ladungen) sein.

b) Das Teilchen ist ausgedehnt. Dann gilt Folgendes: Wenn es elementar ist, muss es strukturlos sein. Dann "existiert" ein ausgedehnter räumlicher Bereich, der per definitionem aus der Zeit herausfällt. Strukturlosigkeit bedeutet: nichts verändert sich. Also gibt es in einem strukturlosen Bereich keine Zeit. Zeit gibt es nur außerhalb; sie reicht bis an seine Grenze, dort verschwindet sie, und erst, wenn wir aus ihm heraustreten, tritt sie wieder in Kraft. Das ist schon für sich allein offensichtlicher Unsinn, aber noch deutlicher durch die Tatsache, dass etwas, was außer der Zeit bzw. ohne Zeit ist, nicht etwas beeinflussen kann, was in der Zeit bzw. zeitbehaftet ist. Deshalb habe ich zuvor den Begriff "existiert" in Anführungszeichen gesetzt: ein ausgedehnter strukturloser Bereich – d.h. ein Elementarteilchen – kann einfach nicht existieren.

Es gibt somit keine "strukturlosen" Elementarteilchen. Ihre Existenz ist widersprüchlich und deshalb unmöglich. Alles, was existiert, muss innere Struktur aufweisen und daher Teil der Raumzeit sein. Die durch das fundamentale Gesetz (1) beschriebenen differenziellen Kausalketten können nicht irgendwo enden, sie müssen überallhin führen. Anders gesagt: Alles, was existiert, muss ein Muster der Veränderung der Raumzeit sein.

Also gelangt man auf ganz kurzem Weg ebenfalls zu genau jener grundsätzlichen Erkenntnis über Existenz, die die Basis der hier vorgestellten physikalischen Beschreibung der Welt bildet.



## 8. Kosmologie

Die metrisch-dynamische Sicht des Universums führt zu einer Kosmologie, die sich von der Standardkosmologie erheblich unterscheidet. Sie soll in diesem Kapitel skizziert werden.

Was zurzeit als Geschichte des Universums erzählt und als gesichertes Wissen ausgegeben wird, ist ja hinlänglich bekannt. Ich kann mir also ersparen darauf einzugehen. Stattdessen will ich Sie etwas fragen:

Nehmen wir an, Sie messen *heute* die Länge Ihres Esstisches. Sie beträgt einen Meter. *Morgen* messen Sie abermals, und zwar mit demselben Maßstab. Diesmal ist das Ergebnis zwei Meter.

Was schließen Sie daraus? Entweder, dass die Größe Ihres Esstisches sich seit gestern verdoppelt hat, oder dass Ihr Maßstab auf die Hälfte geschrumpft ist (– oder dass sich die Größen beider verändert haben, aber diese Variante wollen wir außer Acht lassen). Offensichtlich lassen die beiden Messergebnisse für sich allein keinen Schluss zu, welche von diesen Alternativen die richtige ist. Die Entscheidung darüber ist nur möglich, wenn *weitere Information* verfügbar ist.

Das Gleiche gilt aber auch bezüglich der gemessenen entfernungsabhängigen Rotverschiebung:

Nehmen wir an, wir messen die Wellenlängen von zwei Lichtstrahlen, die von einem bestimmten Element, sagen wir Wasserstoff, aus zwei verschiedenen kosmischen Entfernungen – d.h. zu zwei verschiedenen Zeitpunkten – ausgesendet worden sind. Die Messung erfolgt durch den Vergleich mit der Wellenlänge, durch die unsere Längeneinheit definiert ist.

Offensichtlich gibt es zwei Möglichkeiten, die entfernungsabhängige Rotverschiebung zu interpretieren:

1. Das Universum dehnt sich aus.
2. Das Universum dehnt sich *nicht* aus – stattdessen schrumpfen unsere Maßstäbe, d.h. alle Wellenlängen, die zur Definition der Längeneinheit dienen können, nehmen mit der Zeit ab. (Das gilt natürlich auch für die Wellen, die der Wasserstoff aussendet; ab dem Zeitpunkt der Emission bleiben sie jedoch unverändert.)

Auch hier gilt wieder, dass wir nicht direkt aus der Messung erschließen können, ob 1. oder 2. der Fall ist. Dafür wird zusätzliche Information benötigt. Der "Rest der Umstände" wird uns veranlassen, uns für eine Variante zu entscheiden.

Diese Offenheit der Interpretation der Rotverschiebung ist so augenfällig, dass man sich fragen muss, woher eigentlich die Sicherheit stammt, mit der von Anfang an angenommen wurde, dass das Universum sich ausdehnt, und warum die Alternative niemals ernsthaft in Betracht gezogen wurde – umso mehr, als sich durch die Annahme, die Größe des Universums wäre unveränderlich und die Rotverschiebung sei eine Folge der zeitlichen Verkleinerung der mit materiellen Phänomenen verbundenen Wellenlängen die absurde Behauptung eines sogenannten Urknalls einfach erübrigt hätte.

Es fällt auf, dass im historischen Ablauf überhaupt nicht von einer "Wahl" die Rede sein kann; die Entscheidung stand von vornherein fest, weil die Alternative einfach nicht im Horizont des Denkbaren lag. Das bedeutet, dass hier tiefsitzende unbewusste Vorurteile wirken – solche, die schon vor jedem Denkt bestehen und ihm vorausgesetzt sind. Es ist auch sofort klar, *welches* Vorurteil die Sicht auf die Alternativmöglichkeit verhindert: die Vorstellung von substantzieller, unveränderlicher Existenz, die in die Physik in der Form von Elementarteilchen und Naturkonstanten fortbesteht.

Um unsinnige und absurde Begriffsbildungen aufgeben zu können und zu einer widerspruchsfreien lokalen und objektiven Interpretation zu gelangen, war es schon bei der Erklärung der Relativitätstheorie und der Quantentheorie notwendig, die Vorstellung – nein: das Vorurteil von substantzieller Existenz aufzugeben und durch die Idee der Veränderung zu ersetzen (die sich im zweiten Teil zu reiner, d.h. *subjektloser* Veränderung weiterentwickelt hat). Jetzt, bei der Frage nach der Geschichte des Universums, ereignet sich dasselbe; Wieder ist es erforderlich, die aus der Tiefe apriorischer Vorurteile stammende Idee zu verwerfen, es gäbe etwas, was als unbedingtes, unveränderliches Existierendes gegeben sei. Genau diese Idee ist die Quelle der gegenwärtig vorherrschenden Überzeugung, es gäbe *ein absolutes Maß*, an dem sogar das Universum als Ganzes gemessen werden könnte, und aus dessen Existenz geschlossen werden müsste, dass das Universum sich ausdehnt.

Die beiden alternativen Hypothesen sollen nun kurz diskutiert werden. Formulieren wir sie zunächst genauer:

Hypothese 1: Die Wellenlänge, durch die das Längenmaß definiert ist, ist *absolut*, d.h. zeitlich unveränderlich. Die entfernungsabhängige Rotverschiebung kosmischer Objekte ist eine Folge der wachsenden Größe des Universums.

Hypothese 2: *Alle* Wellenlängen – sowohl diejenigen, die von Objekten im Kosmos ausgesendet werden, als auch diejenigen, durch die ein Längenmaß definiert werden kann – sind *zeitlich veränderlich*. Die entfernungsabhängige Rotverschiebung folgt aus der Tatsache, dass alle diese Wellenlängen in gleichem Maß mit der Zeit abnehmen. Einfach ausgedrückt: die Größe der materiellen Strukturen nimmt ab. Die Annahme einer veränderlichen Größe des Universums erübrigt sich.

Die beiden Hypothesen können auf drei Arten beurteilt werden:

1. Von den Beobachtungen her.
2. Von den Theorien aus, die hier eine Rolle spielen.
3. Auf der Basis grundsätzlicher, philosophischer Überlegungen.

Da Sie mit meiner Art zu denken inzwischen einigermaßen vertraut sind, wissen Sie, dass ich die dritte Art für die wichtigste halte. Ich beginne aber trotzdem mit Punkt 1, weil er im historischen Gang von entscheidender Bedeutung war.

Die Beobachtung, die zur Hypothese des sich ausdehnenden Universums geführt hat, war eben die entfernungsabhängige Rotverschiebung kosmischer Objekte. Sie steht aber nicht nur am Beginn dieser seltsamen Hypothese, sondern bildet auch deren Fundament. Als solches ist sie aber ungeeignet, da sie – wie soeben gezeigt wurde – nicht nur die Annahme des expandierenden Universums stützt, sondern in gleicher Weise auch die Annahme der abnehmenden Wellenlängen.

Die zweite Beobachtung, die zur "Bekehrung" der meisten Physiker geführt hat, war die kosmische Hintergrundstrahlung, die vorausgesagt worden war und als Nachhall des "Urknalls" aufgefasst werden konnte. Wie kann die Hintergrundstrahlung im Rahmen der Alternativhypothese erklärt werden?

Genauso wie bei der Standardhypothese. Was ist überhaupt – abgesehen von der Frage der veränderlichen bzw. unveränderlichen Größe des Universums – der Unterschied zwischen den beiden Hypothesen? Folgender: Bei der Standardhypothese gibt es feststehende Verhältnisse zwischen bestimmten Größen (Naturkonstanten), *zusätzlich* sind aber auch diese Größen selbst feststehend, d.h. sie haben zeitlich unveränderliche, absolute Werte. Bei der Alternativhypothese gibt es ebenfalls feststehende Verhältnisse zwischen bestimmten Größen (Wellenlängen), aber die zusätzliche Annahme absoluter Werte dieser Größen selbst entfällt.

Das ist ein starkes Argument für die Alternativhypothese, denn von zwei Hypothesen, die dasselbe erklären, ist diejenige vorzuziehen, die weniger voraussetzt.

Abgesehen davon, dass sich bei der alternativen Variante alles, was existiert und was sich ereignet, im Lauf der Zeit verkleinert, laufen physikalische Prozesse bei beiden Varianten im Grunde gleich ab. Daraus folgt, dass die beobachteten Phänomene keine Unterscheidung zwischen beiden Varianten ermöglichen.

Ein Beispiel: Die sogenannte kosmologische Zeitdilatation. Nehmen wir an, ein weit von uns entferntes Ereignis A verursache ein Ereignis B. In der Standardkosmologie erscheint der Prozess, der zwischen A und B liegt, im Vergleich mit einem Universum, das sich nicht ausdehnt, verlangsamt – einfach deshalb, weil das Ereignis B weiter von uns entfernt stattfindet, so dass uns die Information darüber später erreicht und der dazwischen liegende Prozess von uns aus gesehen längere Zeit zu benötigen scheint. In der Alternativkosmologie ist die Ursache der Verlangsamung darin zu sehen, dass die Orte der Ereignisse tatsächlich weiter voneinander entfernt liegen.

Heißt das nun, dass die Alternativhypothese einfach eine raumzeitliche Transformation der Kosmologie ist? Keineswegs! Der Kosmos ist im Rahmen der alternativen Kosmologie eine *geschlossene metrische Struktur*, und das bedeutet eine fundamentale Veränderung gegenüber der Standardkosmologie. Z.B. ergibt sich daraus sofort eine Selbstorganisation in Form stehender Wellen. Doch dazu kommen wir später. Zunächst ist festzuhalten, dass die Alternativhypothese auf Basis der metrisch-dynamischen Physik mehr ist als eine bloße Transformation der Kosmologie, weil sie zu einer radikalen Umdeutung der Geschichte des Kosmos führt, und weil der "Rest der Umstände" – der wie oben erläutert, überhaupt erst eine Entscheidung zwischen beiden Hypothesen ermöglicht – sich darin vollständig verändert.

Das Universum ist hier kein Baukasten mehr, in dem mit sich selbst stets identische Entitäten und deren stets gleiche Eigenschaften die Wirklichkeit bilden, sondern eine sich selbst organisierende Struktur, in der alle Entitäten *entstanden* sind. Die Idee eines absoluten Existierenden, die der Annahme eines absoluten Maßes vorausgesetzt ist, hat hier keinen Platz. Es gibt nur Wellen, die Muster bilden und deren Wellenlängen zeitlich veränderlich sind. Das Einzige, was konstant bleibt, sind die Verhältnisse der Wellenlängen untereinander, weil sie sich im Rahmen der Selbstorganisation aufeinander beziehen und daher gesetzmäßig miteinander verbunden sind.

Ein *stationäres* Universum, wie Einstein es sich zunächst vorstellte, wäre allerdings aus verschiedenen Gründen nicht möglich. Einer dieser Gründe ist, dass die Gleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie für das Universum als Ganzes keine zeitlich konstante Größe des Universums zulassen.

Einsteins Versuch, dies durch die Einführung der sogenannten *kosmologischen Konstante* zu ändern, ist bekanntlich gescheitert: Das Universum, das diesen Gleichungen entspricht, ist nicht stabil.

Die Alternativhypothese, derzufolge sich nicht das Universum, sondern alle mit materiellen Phänomenen verbundenen Wellenlängen ändern, beschreibt jedoch kein stationäres Universum: Die Dynamik, die erforderlich ist, um Widersprüche zu vermeiden, wird einfach von der Größe des Universums auf die Größe der materiellen Strukturen übertragen.

Ich komme nun zu dem Argumentationsbereich, der mir für die Entscheidung zwischen den beiden alternativen Hypothesen am Wichtigsten erscheint: dem philosophischen. Hier ist die Situation vollkommen eindeutig. Um es vorweg zu nehmen:

*Eine veränderliche Größe des Universums kann aus metaphysischen Gründen ausgeschlossen werden.*

Die Basis der Argumentation ist, dass der Begriff *Größe* nur im Bereich des *Existierenden* anwendbar ist. Er ist eine Relation zwischen existierenden Objekten bzw. zwischen mit diesen Objekten verbundenen Größen.

Wir sind schon einmal – gleich zu Beginn des Zweiten Teils – einer Wesenheit begegnet, auf die der Begriff *Größe* nicht angewendet werden kann: Der *Ursprung alles Seienden* – das, was weder ist noch nicht ist und in seinem *An-sich-Sein* nicht gedacht werden kann – hat keine Größe. Aus ihm geht all das hervor, was relational ist, er erzeugt die relationale Welt, aber er selbst ist *nicht* relational.

Kehren wir kurz zur Ausgangsgleichung (1) zurück:

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

Die Tatsache, dass der Ursprung alles Seienden keine Größe hat, äußert sich darin auf dreifache Weise:

1. Es gibt nur *Differenzialquotienten*, d.h. *Änderungen* von Größen. Die Größen selbst treten nicht auf.
2. Die Gleichung ist *linear*. Linearität bedeutet aber Größeninvarianz. Eine Gleichung der Form  $x = y$  geht bei einer Transformation

$$x \Rightarrow q x \quad y \Rightarrow q y$$

wieder in sich selbst über.

3. Damit Gleichung (1) diese einfache lineare Gestalt annehmen konnte, war es notwendig,  $\sigma$  als *metrische* Dichte zu bestimmen. Diese unterscheidet sich von einer "normalen" (eindimensionalen) Dichte  $\rho$  eben dadurch, dass es keinen absoluten Wert gibt, auf den die jeweilige Größe von  $\sigma$  zu beziehen ist, sondern dass immer nur *ein* (einziger) differenzieller Zeitschritt berücksichtigt wird. Anders ausgedrückt: die normale Dichte hat ein Gedächtnis, die metrische Dichte hat kein Gedächtnis.

Das Fehlen eines absoluten Bezugswertes bedeutet aber nichts anderes, als dass es – auf dieser Ebene der Wirklichkeit und ihrer Beschreibung – keine Größe gibt. Wäre  $\sigma$  als normale Dichte aufgefasst worden, dann würde in Gleichung (1) und in Gleichung (1a) der Faktor  $1/\sigma$  auftreten, und die unter 2. beschriebene Größeninvarianz gäbe es dann nicht.

Der Unterschied zeigt sich am einfachsten an folgendem Gedankenexperiment: Wenn man eine Kugel aus einem ideal-elastischen Medium, die in einem stabilen (kräftefreien) Zustand ist, vergrößert oder verkleinert, dann entsteht eine Kraft, die der Veränderung entgegenwirkt.

Bei einer *metrischen* Kugel, bei der nur die metrische Dichte existiert, sind Vergrößerung und Verkleinerung dagegen Operationen, die *überhaupt nichts verändern*. Die Kugel geht dabei in eine identische Kugel über. *Der Begriff der absoluten Größe wird leer bzw. unsinnig.*

(Es ist aber Vorsicht geboten. Aus der Skaleninvarianz von (1) folgt *nicht*, dass eine aus dieser Gleichung hervorgehende physikalische Theorie skaleninvariant ist.)

Am Anfang des Aufbaus der Physik aus Metaphysik steht also die Tatsache, dass es keine Größe gibt.

Dasselbe gilt aber für das Universum *im Ganzen*. Genauso wie der Ursprung alles Seienden kein *Ding mit Eigenschaften* ist, ist auch das Universum als Ganzes kein Ding mit Eigenschaften. *Es ist nicht relational.*

Diese Tatsache offenbart sich ja augenblicklich, wenn man die Frage stellt: *Wogegen* dehnt sich das Universum eigentlich aus? Diese Frage wurde schon oft geäußert, aber bisher hat niemand die Konsequenz daraus gezogen, dass eine Antwort *prinzipiell* nicht möglich ist: die Konsequenz also, dass es sich nicht ausdehnen *kann*, weil der Begriff "Größe" hier nicht anwendbar ist.

Der Grund für diese Unterlassung ist, dass wir das, was wir denken, immer als *Substanz und Akzidens* denken *müssen*. Es war am Anfang unserer Überlegungen unvermeidlich, den *Ursprung alles*

*Seienden* zu verdinglichen: Obwohl er nicht in Substanz und Akzidens zerfällt, mussten wir ihm *Veränderung* als *Eigenschaft* zuschreiben, um ihn überhaupt denken zu können.

Und genauso, wie es unerlässlich war, *das, was weder ist noch nicht ist*, als Ding zu behandeln – einfach deshalb, weil wir nicht anders denken können –, so ist es gedanklich unvermeidlich, das Universum im Ganzen zu verdinglichen. *Eine* Weise der Verdinglichung – zurzeit die bekannteste – ist eben die, ihm eine Größe zuzuschreiben.

Ist das aber nicht schon deshalb gerechtfertigt, weil wir ja das gewählte Längenmaß zur Größe des Universums in Beziehung setzen können?

Keineswegs! Aus metrisch-dynamischer Sicht ist die Möglichkeit, über die Größe des Universums zu verfügen, bloß ein Artefakt der apriorischen Notwendigkeit, alles, was gedacht wird, zu verdinglichen. *An sich* hat das *Universum im Ganzen* keine Größe – genauso wenig wie der *Ursprung alles Seienden*.

Was also ist zu tun, wenn die Größe des Universums in Gleichungen als Funktion der Zeit aufscheint?

Ganz einfach: Da die Anwendung des relationalen, der Dingwelt zugehörigen Begriffs "Größe" auf das Universum als Ganzes unzulässig ist, muss die Größe des Universums unangetastet bleiben – und daraus folgt, dass die zeitliche Änderung dem Maßstab angelastet werden muss.

**Satz:**

***Es gibt keine absolute Größe, nur Größenrelationen.***

***Nicht das Universum dehnt sich aus, sondern alle mit materiellen Phänomenen verbundenen Wellenlängen – und dazu gehören sowohl die, die wir aus dem Kosmos empfangen als auch die, mit denen wir messen – werden kürzer.*** (Ab dem Zeitpunkt der Abstrahlung bleiben sie konstant.)

Diese Hypothese ist ein weiterer wichtiger Baustein für ein Universum, das den Prinzipien der Vernunft entspricht. Auf diese Weise wird die Annahme eines Urknalls vermieden, durch die das wichtigste dieser Prinzipien verletzt wird: das Prinzip der *Vollständigkeit der Wirklichkeit*, welches besagt, dass nichts ist außer der Wirklichkeit und dass daher nichts – kein Modell, keine Theorie – aus der Wirklichkeit hinausführen kann. Wird der Urknall als Anfang verstanden, in dem – wie gegenwärtig oft zu hören ist – *alles*, auch Raum und Zeit, entstanden sein soll, dann ist das im Licht dieses Prinzips ganz einfach unsinnig.

In den letzten Jahren tauchen allerdings vermehrt Spekulationen auf, dass hinter dem Urknall ein weiteres Universum liegt. Diese Urknallvarianten sind der völlig absurden Vorstellung eines Anfangs von Allem vorzuziehen. Insgesamt aber zeigt sich doch eines: genauso, wie sich im Umfeld der "Reduktion der Wellenfunktion" seit Jahrzehnten die skurrilsten Ideen herumtreiben, so wird auch das Urknallszenario mehr und mehr zu einem Tummelplatz der abstrusesten Phantasien, wie etwa der Vorstellung von "Raumzeit-Blasen", die unentwegt neu entstehen und sich zu Universen entwickeln. Hier verwandelt sich Wissenschaft in *Science-Fiction* und schließlich in reine *Fantasy*.

Es ist das Schicksal solch irriger Hypothesen, immer weiter bloß Unsinn zu zeugen. Die betreffenden Szenarien stellen nicht etwa Erklärungen dar – d.h. es wird nicht eine Rückführung auf Einfacheres ermöglicht –, sondern umgekehrt wird eine *Öffnung* bewirkt, hin zu weiteren komplexen Szenarien voll unbekannter Elemente, in denen überdies stets der Zufall eine zentrale Rolle spielt. Die scheinbare Attraktivität solch phantastischer Erweiterungen verschleiert bloß die Tatsache, dass eine echte Erklärung fehlt.

## **Dunkle Energie**

Durch die Hypothese, dass nicht das Universum sich ausdehnt, sondern die Wellenlängen sich verkürzen, wird nicht nur die absurde Vorstellung eines Anfangs von Raum und Zeit vermieden, durch sie löst sich auch das Problem der sogenannten *dunklen Energie* augenblicklich in Nichts auf. Folgendermaßen:

In der Standardkosmologie gab es vor 1998 nur zwei Faktoren, von denen die Geschwindigkeit abhängen konnte, mit der sich das Universum angeblich ausdehnt: eine *Anfangsgeschwindigkeit* (nach dem Ende der sogenannten inflationären Phase – einer Phase exponentiell beschleunigten Auseinanderdriftens), und ab diesem Zeitpunkt nur noch eine allmähliche *Verringerung* der Geschwindigkeit durch die Wirkung der Gravitation.

Als dann am Ende des vorigen Jahrtausends Beobachtungen zu dem Schluss führten, dass die Geschwindigkeit der Expansion *zunimmt*, hatte diese Tatsache im bestehenden Modell keinen Platz. Dadurch wurde die Einführung eines *zusätzlichen Elements* im Modell erzwungen – der sogenannten *dunklen Energie*.

Solche *ad hoc* eingeführten zusätzlichen Elemente, die dem einzigen Zweck dienen, einen Widerspruch zu beseitigen, der in einem sonst bewährten Modell auftritt, sind gelegentlich dort angemessen, wo es um Probleme geht, die eher peripher erscheinen. Die *dunkle Energie* ist nun allerdings gewiss



kein unbedeutendes Element der physikalischen Wirklichkeit: Sie soll 70 % der Gesamtenergie des Universums ausmachen. Es ist die gewaltigste *ad hoc* Begriffsbildung aller Zeiten! Dass ihre Erfindung, dem Stil der Zeit entsprechend, mancherorts als "Aufbruch in eine neue Physik" gefeiert wird, entschädigt wohl kaum dafür, dass es bis jetzt nicht im geringsten gelungen ist, diesen Begriff entweder in die bestehende Physik zu integrieren oder auch nur einen sinnvollen Ansatz einer neuen Art von Physik zu entwickeln.

Wie stellt sich dieselbe Beobachtungstatsache in der Alternativkosmologie dar?

Der Sachverhalt ist eindeutig: Dunkle Energie ist für die Beschleunigung der Expansion des Universums verantwortlich. *Wenn es keine Expansion gibt, dann gibt es also auch keine dunkle Energie.*

Damit ist das Wesentliche auch schon gesagt. Die unerfreuliche *ad hoc* Einführung einer unbekannteren Art von Energie erübrigt sich.

Trotzdem werden wir noch ein wenig beim Thema verweilen, um zu erörtern, welche Beobachtungen unter der Voraussetzung zu erwarten sind, dass nicht das Universum sich ausdehnt, sondern die Wellenlängen kleiner werden.

Als erstes fällt auf, dass eine zeitlich konstante Abnahme der Wellenlängen im Alternativmodell bereits einer beschleunigten Ausdehnung des Universums im Standardmodell entspricht. Ein einfaches Beispiel zur Veranschaulichung:

Seien  $t_0, t_1, t_2$  drei kosmische Zeitpunkte, es sei  $t_2 - t_1 = t_1 - t_0$ .

Zum Zeitpunkt  $t_0$  sei die Maßwellenlänge 1. Wenn sie zwischen  $t_0$  und  $t_1$  um 0.1 auf 0.9 abnimmt, wird das in der Standardinterpretation als Vergrößerung des Universums um  $1/9$  aufgefasst.

Eine gleich große Abnahme der Maßwellenlänge zwischen  $t_1$  und  $t_2$  von 0.9 auf 0.8 bedeutet eine Zunahme der Größe des Universums um  $1/8$  der Größe, die es zum Zeitpunkt  $t_1$  hatte. Die Vergrößerung, die zwischen  $t_1$  und  $t_2$  stattfindet, beträgt also  $(1/8 * 10/9) = 1/7.2$  der Größe zum Zeitpunkt  $t_0$ . Die Zunahme der Ausdehnung ist also zwischen  $t_1$  und  $t_2$  größer als zwischen  $t_0$  und  $t_1$ , die Ausdehnungsgeschwindigkeit hat sich erhöht.

Das also wäre der Fall, wenn die Verkürzung aller materiellen Wellenlängen mit gleichbleibender Geschwindigkeit stattfinden würde. Allerdings ist das keine plausible Annahme. Wahrscheinlicher ist

eine periodische Form der Änderung der Wellenlängen. (Mit einer Periodendauer von mindestens einigen zehn Milliarden Jahren.)

Um dies einzusehen, ist es nützlich, eine Skizze des sich selbst organisierenden Universums zu entwerfen.

Woran denkt man sofort, wenn eine geschlossene metrische Struktur sich selbst organisiert? Natürlich an *stehende Wellen*. Einem Gefäß vergleichbar, das durch einen Schlag in einen Schwingungszustand versetzt wird, der sich als Klang äußert, organisiert sich der Kosmos aufgrund der Gesetze (1) und (1a) in Form stehender Wellen.

(Ich bin an dieser Stelle gefragt worden: *Wer schlägt das Universum an?* – Nun, Niemand. Der *Ursprung alles Seienden* zerfällt nicht in Substanz und Akzidens, er ist nicht *etwas*, was sich verändert. Das, was weder ist noch nicht ist, *ist* Veränderung. Ohne Veränderung verschwindet es. Es muss also nicht angeschlagen – nein, es *kann* gar nicht angeschlagen werden, weil es nur als "Angeschlagenes", d.h. als sich überall und permanent Veränderndes vorhanden ist.)

Kosmische Beobachtungen einerseits und unsere Überlegungen andererseits führen zu folgender Vermutung:

Der Kosmos organisiert sich in Form stehender Wellen in zwei Größenordnungen:

1. in Wellen der Größenordnung von einigen hundert Millionen Lichtjahren. Deren Schwingungsbereiche sind die kosmischen Leerräume, um die herum Galaxien in der Form von Haufen und Filamenten angeordnet sind. Sie bilden in diesem Modell die "Knotenflächen", d.h. die zwischen den wabenartigen Leerräumen liegenden Gebiete geringerer Ausdehnung.

2. in Wellen, deren Wellenlänge gleich der (hier zeitabhängigen) Planck-Länge ist. Sie stellen die Basis der materiellen Strukturen dar. Über ihnen baut sich, wie in den Kapiteln 4 und 5 skizziert, die materielle Welt in der Gestalt von Phasenwellen auf, deren Wellenlängen in konstanten Verhältnissen zueinander und zur Planck-Länge stehen.

Wäre das Anfangsgesetz (1) auf die normale Dichte gegründet, dann wäre das Universum einem ideal-elastischen Medium vergleichbar, und es müsste angenommen werden, dass es einem *stationären* Zustand zustrebt, einem Attraktor, der prinzipiell von ähnlicher Art ist wie der Klang des angeschlagenen Glases. Wie oben erwähnt, ist ein solcher Zustand aber verboten.

Kann die Tatsache, dass (1) nicht die normale Dichte, sondern die *metrische Dichte* enthält, die Existenz eines Attraktors dieser Art verhindern? Ich glaube ja, und ich denke, der Grund ist, dass sich bei einem Gesetz, das die normale Dichte enthält, jeder Attraktor auf den Absolutwert der Länge bezieht, an dem die Dichte 1 ist und keine Beschleunigungen auftreten. Bei der metrischen Dichte existiert kein solcher Absolutwert. Während es bei der normalen Dichte vom *Absolutwert* der Länge abhängt, welche Beschleunigungen auftreten, hängt die Beschleunigung bei der metrischen Dichte nur vom *zeitlichen Verlauf der Längenänderung* ab.

Grundsätzlich gibt es zwei Varianten: entweder die materiellen Wellenlängen werden *ad infinitum* kleiner, oder sie ändern sich periodisch. Ich neige zur Annahme einer periodischen Änderung. Eine Veränderung, die unaufhörlich in ein und dieselbe Richtung erfolgt, erschien mir seltsam. Ich halte es für wahrscheinlich, dass im Rahmen der Selbstorganisation einer geschlossenen metrischen Struktur die meisten Größen einer periodischen Veränderung unterworfen sind.

Zurück zur Frage: ist die Abnahme der materiellen Wellenlängen zeitlich konstant oder veränderlich?

Hier fällt die Entscheidung leicht. Im Rahmen der Standardkosmologie ist die Annahme einer (annähernd) konstanten Geschwindigkeit der Ausdehnung darauf zurückzuführen, dass die Geschwindigkeit bewegter Massen immer konstant ist, wenn keine Kraft wirkt. Diese Begründung verschwindet in der Alternativkosmologie, weil sich hier die Massen ja gar nicht voneinander weg bewegen. Tatsächlich gibt es dann überhaupt keinen Grund mehr für die Annahme, die Änderung der Wellenlängen erfolge auf eine Weise, dass sie als konstante Fluchtgeschwindigkeit interpretierbar wäre.

Auch die Annahme, die Änderung sei zeitlich konstant, ist unwahrscheinlich. Die Wellenlängen würden dann irgendwann einfach zu Null – aber nicht asymptotisch, sondern augenblicklich. Das ist wenig plausibel, und es ist daher anzunehmen, dass die Abnahme der Wellenlängen zeitlich veränderlich ist.

Allerdings ist das für das Problem der *dunklen Energie* ohne Bedeutung. Das Einzige, was hier zu beachten ist, ist Folgendes:

Die Beobachtungen, die in der Standardkosmologie als Beweise für eine beschleunigte Ausdehnung des Universums aufgefasst werden müssen und *ad hoc* Annahmen erzwingen, sind in der metrisch-dynamischen Kosmologie mit den einfachsten Modellannahmen kompatibel. Zu ihrer Erklärung müssen keine zusätzlichen Annahmen getroffen werden. Das gilt in *jeder* Variante – gleichgültig, ob die Änderung der Wellenlängen nur in eine Richtung verlaufend oder periodisch wechselnd angenommen wird.

In der alternativen Kosmologie verhält es sich genau umgekehrt wie in der Standardkosmologie:

Während in der Standardkosmologie eine *ad hoc* Annahme notwendig ist, um die Veränderung der Ausdehnungsgeschwindigkeit zu erklären, würde in der Alternativkosmologie die Annahme, die Änderung der Wellenlängen erfolge genau so, dass sie – als Expansion des Universums gedeutet – einer zeitlich konstanten Expansionsgeschwindigkeit entspricht, eine *ad hoc* Erklärung nach Art der *dunklen Energie* erfordern.

### **Eine alternative Geschichte des Kosmos**

Vervollständigen wir noch kurz unsere Geschichte des sich selbst organisierenden Universums:

Es gibt keinen Anfang. Das Universum ist eine geschlossene metrische Struktur, die sich in Form stehender Wellen in zwei Größenordnungen organisiert. Die erste Wellenart sind kosmische Wellen: longitudinale metrische Wellen mit einer Länge von einigen 100 Millionen Lichtjahren. Sie formen *kosmische Leerräume*, die die schwingenden Bereiche dieser kosmischen Wellen darstellen. Dort, wo die Leerräume aneinander grenzen, befinden sich Gebiete geringerer Ausdehnung, die die Knotenbereiche der kosmischen Wellen darstellen. Die Musterbildung, die hier stattfindet, gleicht der Strukturbildung, die in der Standardphysik angenommen wird. Es entstehen zunächst die einfachsten Formen von Materie. Allerdings werden diese – wie in den vorangegangenen Kapiteln ausgeführt – uminterpretiert: die Teilchen und Felder, die hier entstehen, sind *Phasenwellenstrukturen*.

Voraussetzung für diese Art der Musterbildung ist die Existenz einer zweiten Art stehender Wellen, deren Länge sich im Lauf der kosmischen Entwicklung verringert. (Gegenwärtig sind sie um ca. 57 Größenordnungen kleiner als die Wellen erster Art.) Es sind Wellen von Planck-Länge. Sie existieren in den longitudinalen Flüssen, deren einfachste Form wir im Kapitel 2 mit den Phänomenen identifiziert haben, die in der Standardphysik *Gravitation* genannt werden.

Die Dynamik der Phasenwellenstrukturen – sie führt in der Standardphysik die Bezeichnung "*die vier Wechselwirkungen*" – führt zu weiterer Musterbildung über zahlreiche Größenordnungen hinweg, von "Atomen" bis zu Superhaufen von Galaxien. Da alle Strukturen in den Knotenbereichen der kosmischen Wellen auf den Planckwellen aufbauen und damit verknüpft bleiben, ändert sich mit der Länge der Planck-Wellen zugleich die Größe all dieser Strukturen.

Warum ändern sich die Wellenlängen? Da sich, wenn das Universum ein ideal-elastisches Medium wäre, ein stabiler Zustand in Form einer Grundfrequenz mit Oberfrequenzen einstellen würde, muss

der Grund dort zu suchen sein, wo sich das Universum der Alternativkosmologie von einem Universum unterscheidet, das sich als ideal-elastisches Medium selbst organisiert. Dieser Unterschied besteht, wie oben erwähnt, genau darin, dass ein ideal-elastisches Medium eine normale Dichte hätte, während im Alternativuniversum *alles* von der metrischen Dichte abhängt, mit anderen Worten: ausschließlich vom zeitlichen Verlauf der metrischen Längen- und Winkeländerungen. Der absolute Bezugspunkt, der das Verhalten eines Mediums bestimmt, fehlt.

Nehmen wir also an, dass die materiellen Wellenlängen mit der Zeit abnehmen. Wie ist der zeitliche Verlauf dieser Verkürzung? Vermutlich periodisch, wobei die Dauer einer Periode deutlich größer sein sollte als die Zeit, die gegenwärtig in der Standardkosmologie als die Zeit betrachtet wird, die das Universum seit dem Urknall existiert.

Vielleicht erfolgt nach einer bestimmten Zahl von Perioden eine Auflösung der materiellen Strukturen, und es beginnt danach eine neue Phase der Selbstorganisation. Vielleicht gibt es aber auch nur eine einzige Periode. Die materiellen Strukturen entstehen, entwickeln sich, werden zugleich kleiner, bis ein Minimum erreicht ist, danach vergrößern sich alle materiellen Wellenlängen wieder – so lange, bis sich schließlich alle Muster wieder auflösen. Dann kann das Spiel von neuem beginnen.<sup>29</sup>

## **Dunkle Materie**

Die äußeren Bereiche von Galaxien rotieren schneller, als es auf Grund der beobachteten Massen der Fall sein sollte. Daraus muss im Standardmodell geschlossen werden, dass zusätzliche, nicht sichtbare Masse vorhanden ist. Sie wird *dunkle Materie* genannt.

(Die andere Möglichkeit wäre, das Gravitationsgesetz auf großen Skalen zu ändern. Newtons Gesetz – die  $1/r^2$  Abhängigkeit der Gravitation – kann natürlich leicht verändert werden. Eigentlich geht es aber um Einsteins Gravitationsgesetz, und dieses Gesetz leistet gegenüber der notwendigen Korrektur wesentlich mehr Widerstand. In noch höherem Maß gilt das für das in dieser Arbeit vorgestellte Gravitationsgesetz: es kann seinem Wesen nach *überhaupt nicht* verändert werden.<sup>30</sup>)

---

<sup>29</sup> Da die Gerichtetheit der Zeit nur durch Selbstorganisation zur Notwendigkeit wird und somit an Struktur- bildung gebunden ist, gibt es in einer Phase der Strukturauflösung oder der Abwesenheit von Strukturen keine Zeitrichtung. Das bedeutet, dass es beim Vergehen eines Kosmos und Entstehen eines neuen Kosmos nicht möglich ist, den einen als den "früheren" und den anderen als den "späteren" aufzufassen. Es kann also nicht behauptet werden, dass sich die Zeit unbegrenzt "in die Vergangenheit" oder "in die Zukunft" fortsetzen lässt.

<sup>30</sup> Allerdings besteht die Möglichkeit, die veränderte Formel nicht als neues Gravitationsgesetz aufzufassen, sondern bloß als Algorithmus, der eben genau diejenige Modifikation aufzeigt, der die (Newtonsche) gravitative

Das metrisch-dynamische Modell des Kosmos bietet auch hier die Möglichkeit, auf *ad hoc* Annahmen zu verzichten.

Führen wir uns zunächst vor Augen, worin eigentlich der Unterschied zwischen der Einsteinschen und der metrisch-dynamischen Gravitation besteht. Einstein beschreibt Gravitation als eine durch Masse verursachte Verzerrung des Raum-Zeit-Kontinuums. Im metrisch-dynamischen Modell wird Gravitation dagegen als metrische Verdichtung des Raums aufgefasst (d.h. als Veränderung der Einheitslänge), aus der wiederum ein *metrischer Fluss* folgt. Der Raum wird auf diese Weise zu einem dynamischen Gebilde, er wird selbst zu einem beschleunigten Fluss.

In diesem Bild bleibt die Zeit zunächst unverändert, und erst beim Übergang auf lokale Beobachtersysteme kann aus der Geschwindigkeit des metrischen Flusses auf die lokal gemessene Zeit geschlossen werden. Wie im zweiten Teil gezeigt worden ist, stimmen die Ergebnisse in einigen einfachen Fällen (Periheldrehung, Kreisbahn des Lichts) mit denen der Allgemeinen Relativitätstheorie überein. Falls aber große Massen in Bewegung sind, weichen die Ergebnisse der beiden Theorien voneinander ab, und zwar aus folgendem Grund:

Die Flusslinien sind auf die Massen hin beschleunigt. Sie *folgen* den Massen. Wenn also, wie im Fall vom Galaxien, eine große Ansammlung von Massen um ein Zentrum rotiert, dann *rotiert auch der Raum selbst*. Die Bewegung der Sonnen, die sich aus ihrer wechselseitigen Gravitation plus der Gravitation des zentralen schwarzen Lochs ergibt, muss nun auf *diesen* Raum bezogen werden, der selbst schon rotiert – im Gegensatz zur Newtonschen oder Einsteinschen Theorie, wo sie natürlich relativ zum *ruhenden* Raum betrachtet werden muss.

Das bedeutet: *Die Rotation des Raums, die aufgrund unserer Sichtweise zu erwarten ist, muss zur Rotation, die aus der üblichen Sichtweise folgt, addiert werden.*

Eigentlich stimmen die Einsteinsche und die metrisch-dynamische Version der Gravitation nur dann genau überein, wenn die Gravitation eines einzigen Objekts betrachtet wird. In jedem realen Fall gibt es aber mehr als ein Objekt, und da die Flusslinien den Bewegungen der Objekte folgen, durch die der Fluss verursacht wird, muss die Bewegung des Raums immer berücksichtigt werden. In vielen Fällen, etwa in Sonnensystemen, ist die Korrektur aber minimal, weil der Großteil der metrischen Verdichtung und damit auch der Beschleunigung des Flusses durch ein zentrales Objekt verursacht wird. Bei Galaxien trifft das jedoch nicht zu. Hier liefert die Rotation des Raums einen erheblichen Beitrag zur beobachteten Rotationsgeschwindigkeit.

---

Dynamik von Galaxien aufgrund der metrisch-dynamischen Selbstorganisation des Universums unterworfen ist.

Zwar ist diese Erklärung nicht mehr als eine Skizze. Aber sie zeigt doch klar den Mechanismus, der hinter der beobachteten erhöhten Rotationsgeschwindigkeit steht, und – wie ich meine – zeigt sie auch, dass die Vorstellung eines Kosmos, der sich in Form von metrischen Flüssen und Wellen selbst organisiert, viel mehr dynamische Möglichkeiten bietet als die Standardvorstellung – Möglichkeiten, die für die Erklärung der beobachteten gravitativen Phänomene attraktiver sind als die Annahme exotischer Arten von Materie.

Im Standardmodell der Kosmologie hat die dunkle Materie noch eine weitere Aufgabe: ohne sie gäbe es keine Verdichtung von Materie, d.h. keine großen materiellen Objekte – weder Sterne noch Galaxien noch Galaxienhaufen usw. Erst die dunkle Materie ermöglicht also die Bildung materieller Strukturen. Dazu ist es jedoch erforderlich, sowohl ihre Gesamtmenge als auch den Zeitpunkt, an dem sie sich im frühen Universum von der Strahlung entkoppelt, *ad hoc* festzulegen.

Im metrisch-dynamischen Universum ist die anfängliche Verdichtung hingegen selbstverständlich: der Raum organisiert sich selbst zu einer Gesamtgestalt aus stehenden Wellen, die dann den großräumigen Hintergrund für die Entstehung materieller Strukturen darstellen.

## Vergleich

Vergleichen wir abschließend die beiden kosmologischen Erzählungen.

Was ist hinsichtlich der Beobachtungsdaten zu sagen?

Wie schon eingangs festgestellt, erlauben die Beobachtungen keine Entscheidung, welche Variante zu wählen ist. Da die Strukturbildung, was die materiellen Strukturen betrifft, in der Alternativkosmologie analog zur Standardkosmologie erfolgt, und weil ja die bisherige Physik nicht außer Kraft gesetzt, sondern nur uminterpretiert wird, bestätigen die bisherigen Daten *beide* Modelle – mit zwei Ausnahmen: einige ab 1998 gemessene Rotverschiebungen und die Dynamik von Galaxien.

In der Standardkosmologie wird dadurch die Einführung zweier *ad hoc* Begriffe erzwungen: *dunkle Energie* und *dunkle Materie*.

Um es ganz klar zu sagen: Beide Tatsachen *widersprechen* der bis dahin geltenden Vorstellung vom Kosmos und seiner Geschichte. Es erscheint also durchaus angemessen, dies als *Widerlegung* der bisherigen Annahmen aufzufassen – soweit eine Widerlegung überhaupt möglich ist; Ein existierendes

Modell kann bekanntlich immer durch *ad hoc* Annahmen gegen auftretende Widersprüche immunisiert werden.

(Seit ihrer Erfindung macht sich die dunkle Materie allerdings bei Computersimulationen der Strukturbildung im Kosmos nützlich – so sehr, dass inzwischen ohne sie nichts mehr funktioniert. Das spricht aber keineswegs, wie manche glauben, für die Existenz der dunklen Materie. Es ist selbstverständlich, dass eine Entität, über deren Verteilung und deren Eigenschaften völlig frei und unbehindert von theoretischen Vorgaben verfügt werden kann, die Modellierung erleichtert.)

In der Alternativkosmologie werden dagegen keine zusätzlichen Annahmen benötigt. Die Annahme einer dunklen Energie ist überflüssig. Ein nichtlineares Rotverschiebungsgesetz entspricht hier den einfachsten Modellannahmen. (Wäre es hingegen wirklich langfristig annähernd linear, dann würde genau das im Alternativmodell eine *ad hoc* Erklärung erfordern.)

Auch die beobachtete Galaxiendynamik, die in der üblichen Auffassung nur durch die Anwesenheit zusätzlicher, nicht leuchtender Masse unbekannter Art erklärt werden kann, erfordert im alternativen Modell keine exotischen *ad hoc* Erweiterungen.

Was die Frage der Strukturbildung im Allgemeinen betrifft, unterscheidet sich das Alternativmodell vom Standardmodell insofern, als es eine *top-down* Strukturbildung enthält, die es in der Standardversion nicht gibt: die Strukturierung im großen Maßstab in der Form stehender Wellen. Die Strukturbildung in allen Größenordnungen, die im Standardmodell doch erhebliche Schwierigkeiten bereitet, wird dadurch erleichtert.

## **Zusammenfassung**

*Kein Anfang, keine Expansion, keine absoluten Größen, Selbstorganisation durch metrische Flüsse und Wellen.*

Das sind in Kürze die wesentlichen Charakteristika, durch die sich das Alternativmodell des Kosmos vom Standardmodell unterscheidet.

*Kein Anfang:* das entspricht dem Gebot der *Vollständigkeit der Wirklichkeit*. Die Idee eines Anfangs von allem führt über die Wirklichkeit hinaus und ist daher zu verwerfen.

*Keine Expansion:* das ist eine metaphysische Gewissheit. Das Universum im Ganzen ist kein *Ding*. Es ist *nicht relational*. Es wäre unsinnig, ihm eine veränderliche Größe zuzuschreiben.



*Keine absoluten Größen:* das folgt aus den Grundprinzipien dieser Arbeit, die im ersten und im zweiten Teil vorgestellt worden sind. Kurz gesagt: es gibt keine absoluten Entitäten. Alles, was existiert, ist entstanden. Alles ist veränderlich. Das Einzige, was im Rahmen der Selbstorganisation konstant bleibt, sind Verhältnisse von Wellenlängen.

*Selbstorganisation durch metrische Flüsse und Wellen:* das ergibt sich aus dem Aufbau der Physik aus Metaphysik.

Diese Feststellungen betreffen das, was am Beginn dieses Kapitels als *zusätzliche Information* bezeichnet wurde, die überhaupt erst eine Entscheidung erlaubt, welches kosmologische Modell zu wählen ist. Die bisherigen Beobachtungsdaten stützen beide Modelle in gleicher Weise – mit zwei Ausnahmen: Gravitation, die nicht auf die in der Physik bekannte (leuchtende) Materie zurückgeführt werden kann, und "beschleunigte Expansion".

Diese beiden Phänomene widersprechen dem Standardmodell und erfordern die Einführung exotischer Entitäten. Im Alternativmodell hingegen gibt es überhaupt keine Expansion – die Erklärung ihrer Beschleunigung ist somit obsolet –, und die eben erwähnten gravitativen Phänomene (wie etwa die hohe Rotationsgeschwindigkeit der äußeren Bereiche von Galaxien) lassen sich als Teil der universellen Selbstorganisation durch metrische Flüsse und Wellen verstehen.

#### Bemerkung:

Historisch betrachtet, ist die Frage, ob sich das Universum ausdehnt oder die materiellen Wellenlängen kleiner werden, von ähnlicher Art wie die Frage, ob sich die Sonne um die Erde dreht oder die Erde um die Sonne. In beiden Fällen gleichen sich (zunächst) die beobachtbaren Folgen der konkurrierenden Hypothesen, und die erstgenannte Hypothese ist diejenige, die mit der gerade vorherrschenden Weltansicht perfekt übereinstimmt, während die Alternative auf fast lächerliche Weise unmöglich erscheint.

Und dennoch ist diese Überzeugung in beiden Fällen nichts weiter als ein Vorurteil, das als Folge einer Reihe weiterer Vorurteile auftritt und sich zugleich mit diesen auflöst.

## 9. Sätze

**Satz 1:** *Der Ursprung des Seienden ist selbst kein Seiendes. Er zerfällt nicht in Substanz und Akzidens. Er existiert weder noch existiert er nicht.*

**Satz 2:** *Die Antwort auf die Frage: "Warum ist Etwas und nicht Nichts" lautet daher: Da der Ursprung des Seienden selbst weder existiert noch nicht existiert, ist er **notwendig** – und mit ihm zugleich das aus ihm sich entfaltende Seiende. (Wenn nichts existierte, würde auch der Ursprung alles Seienden nicht existieren – im Widerspruch zu Satz 1.)*

**Satz 3:** *Existenz ist Aktivität. Was sich nicht ändert, existiert nicht. Der Gedanke eines bloß Seienden ist ein Artefakt der apriorischen Notwendigkeit, Existierendes als Substanz und Akzidens zu denken – als Verbindung eines Dings, das bloß ist (Inaktivität), und einer Eigenschaft (Aktivität).*

**Satz 4:** *Um den Ursprung alles Seienden denken zu können, muss ihm Änderung als Eigenschaft zugeschrieben werden,*

**Satz 5:** *Würde die Änderung aufhören, wäre Nichts. Die Kette von Änderungen muss also unaufhörlich sein.*

**Satz 6:** *Das fundamentale Gesetz lautet daher: Eine Änderung ist gleich einer anderen Änderung.*

**Satz 7:** *Die notwendigen Voraussetzungen von Existenz sind Raum und Bewegung.*

**Satz 8:** *Deshalb muss das fundamentale Gesetz die einfachste Beziehung zwischen Raumänderung und Bewegungsänderung sein. Raumänderung ist die Änderung der metrischen Dichte, Bewegungsänderung ist die Beschleunigung des metrischen Flusses.*

**Satz 9:** *Alles was existiert ist ein Muster aus Änderungen des metrischen Flusses.*

**Satz 10:** *Unmittelbare Folge des fundamentalen Gesetzes ist das Auftreten metrischer Wellen, die sich im Fluss mit Lichtgeschwindigkeit fortpflanzen.*

**Satz 11:** *Gravitation ist die Dynamik der beschleunigten longitudinalen metrischen Flüsse, die durch metrische Änderungen der Länge verursacht werden. Im Fall einer zentralen Materie oder*

*Antimaterie führen diese Änderungen zu kugelsymmetrischen stationären Zuständen des longitudinalen metrischen Flusses.*

**Satz 12:** *Bei Materie ist der metrische Fluss reell, bei Antimaterie ist er imaginär. Das Vergehen der Zeit wird durch Materie verlangsamt, durch Antimaterie beschleunigt.*

**Satz 13:** *Elektromagnetismus ist die Dynamik der transversalen metrischen Flüsse, die durch metrische Änderungen des Winkels verursacht werden. Im Fall von zentraler positiver oder negativer Ladung führen diese Änderungen zu kugelsymmetrischen stationären Zuständen des transversalen metrischen Flusses.*

**Satz 14:** *Bei positiver Ladung ist der Fluss reell; die Zeit vergeht langsamer. Bei negativer Ladung ist der Fluss imaginär; die Zeit vergeht schneller. Positive und negative Ladung heben sich gegenseitig auf. Positive und negative Ladung stehen zueinander in bezug auf den tangentialen Fluss im selben Verhältnis wie Materie und Antimaterie in bezug auf den longitudinalen Fluss.*

**Satz 15:** *Longitudinale und transversale Flüsse und Wellen folgen aus dem fundamentalen Gesetz. Daher sind auch Gravitation und Elektromagnetismus auf dieses Gesetz zurückzuführen. Das ist die metrisch-dynamische Form ihrer Vereinheitlichung.*

**Satz 16:** *In den longitudinalen Flüssen gibt es stehende Wellen von Planck-Länge. Sie bilden die Basis der materiellen Strukturen.*

**Satz 17:** *Wegen des radialen Flusses, der durch eine geometrische Masse  $m$  verursacht wird, existiert in bezug auf ein relativ zu  $m$  ruhendes System eine Phasenwelle der Planck-Wellen. Dadurch tritt auf einer Kugelfläche im Abstand einer Compton-Wellenlänge vom Zentrum eine gleichphasige Schwingung auf, mit einer Frequenz, die der Frequenz eines Teilchens mit der Masse  $m$  entspricht.*

**Satz 18:** *Durch den tangentialen, rotierenden Fluss, der bei einer geometrischen Ladung  $Z\mu$  auftritt, wird die Gleichphasigkeit dieser Kugelflächenschwingung aufgehoben. Es entstehen tangentielle metrische Phasenwellen. Die lokalen metrischen Schwingungszustände – d.h. die Elektronenhüllen – die bei einer geometrischen Ladung  $Z\mu$  auftreten, sind durch die Bedingung festgelegt, dass die Phasenwellen im rotierenden Flusssystem stehende Wellen bilden.*

**Satz 19:** *Die Quantentheorie bildet die Schnittstelle zwischen der abstrakten Vorstufe des Seienden und der Gegenstandswelt. Die Objekte, die durch die QT beschrieben werden, sind von beiden Seiten*

*aus gesehen keine gegenständlichen Objekte – von der dinglichen Seite aus sind sie das nicht mehr, von der abstrakten Seite aus gesehen noch nicht.*

**Satz 20:** *Materielle Strukturen sind Interferenzphänomene, lokalisierte Muster aus Phasenwellen der Planckwellen, quantisiert durch die Bedingung, dass sie im radialen und tangentialen Fluss stehende Wellen bilden. Die kausalen Beziehungen, auf denen diese Muster beruhen, liegen nicht in ihnen selbst, sondern im Hintergrund aus metrischen Flüssen und Planckwellen.*

**Satz 21:** *Es gibt keinen "Urknall" – die Größe des Universums ist unveränderlich, weil es keine absolute Größe gibt, nur Größenrelationen. Was sich ändert, sind somit die Wellenlängen, durch die unser Längenmaß definiert ist.*

**Satz 22:** *Das Universum ist eine geschlossene metrische Struktur. Es organisiert sich selbst durch metrische Flüsse und Wellen.*

**Satz 23:** *Die Musterbildung im größten Maßstab erfolgt durch stehende Wellen in der Größenordnung von ca.  $10^8$  Lichtjahren. Sie bilden die kosmischen Leerräume.*

**Satz 24:** *Die materielle Strukturbildung findet in den Zwischenräumen dieser wabenartigen Struktur statt, also in den Knotenbereichen der stehenden kosmischen Wellen. Sie beginnt mit stehenden Wellen von Planck-Länge, deren Wellenlänge mit der Zeit abnimmt. Es entstehen zunächst "Teilchen" – metrische Verdichtungen, die die notwendige und hinreichende Bedingung für die Bildung stationärer Phasenwellen-Zustände darstellen –, dann "Wechselwirkungen" – Flüsse und Wellen, die durch diese metrischen Verdichtungen verursacht werden und ihrerseits die Dynamik der stationären Phasenwellen-Zustände bestimmen. Die materielle Strukturbildung verläuft analog zur Standardkosmologie. Durch Gravitation setzt sie sich bis zur Größenordnung von Galaxienhaufen fort.*

**Satz 25:** *Da es keine Expansion gibt, gibt es auch keine dunkle Energie.*

**Satz 26:** *Gravitative Flüsse sind metrische Verschiebungen. In ihrer stationären Form sind sie mit Gravitation in der bekannten Form identisch. In ihrer nichtstationären Form wirken sie sich wie zusätzliche Gravitation auf die Dynamik von Galaxien aus. Die Annahme dunkler Materie ist überflüssig.*

## *Zeitgeist-Musical*

Eine halbdunkle Fabrikhalle. Maschinenlärm.

Es treten auf: PHYSIKER, TECHNIKER, PHILOSOPHEN, die WELT, die KOSMOLOGISCHE KONSTANTE, die HEILIGEN GEISTER der Physik, ICH SELBST, ein AUSSERIRDISCHER GNOM.

Über die ganze Bühne verteilt sind Gruppen von PHYSIKERN und TECHNIKERN, die mit Arbeiten an seltsamen Maschinen beschäftigt sind. Die PHILOSOPHEN bilden eine geschlossene Gruppe.

Rechts im Vordergrund versuchen einige PHYSIKER, die WELT in ein Bett zu pressen, auf dem in goldenen Buchstaben steht: SO(10). Das Bett ist zu klein. Die WELT wehrt sich verzweifelt.

Die PHYSIKER singen:

*Wir lieben die Gruppen, was schert uns die Welt!*

Dann schneiden sie der WELT alle Gliedmaßen ab. Jetzt passt sie in das Bett. Sie ist tot.

Die PHYSIKER singen:

*Es geht, es geht! Wir haben es gewusst, wir haben es gewusst!*

Die PHILOSOPHEN singen:

*Das Sein des Seins ist die Nichtung des Nichts.*

Lärm aus dem Hintergrund. Die KOSMOLOGISCHE KONSTANTE will nicht auftreten. Einige PHYSIKER zerren sie auf die Bühne und vergewaltigen sie. Sie läuft schreiend davon und will von der Bühne. Aber schon wieder macht sich eine Gruppe von PHYSIKERN über sie her. Wieder wird sie vergewaltigt.

Die HEILIGEN GEISTER der Physik gehen nach vorn an die Rampe und wenden sich zum Publikum.

Sie singen im Chor:

*Im Namen des heiligen Geheimnisses der Quantentheorie! Weicht nicht vom Pfad der Unschärfe, der Reduktion der Wellenfunktion und der Fernwirkung!*

ICH aber sage:

*Im Namen der heiligen Aufklärung! Wollt ihr die Verwirrung oder die Klarheit? Wollt ihr die Unwirklichkeit oder die Lösung des Rätsels?*

Die PHILOSOPHEN singen:

*Die Nichtung des Seins ist die Seinung des Nichts.*

Die KOSMOLOGISCHE KONSTANTE wird abermals vergewaltigt.

Einige TECHNIKER haben die tote WELT aus dem Bett geholt und modellieren nach ihr eine Gliederpuppe.

Sie jubeln:

*Um wie viel schöner sie doch ist als die hässliche alte!*

Die HEILIGEN GEISTER singen im Chor:

*Im Namen der heiligen Mathematik! Lasst euch nicht blenden vom Glanz des Verstehens! Nur in der Zahl liegt Sicherheit! Mag auch die Welt zugrunde gehen, die Zahl wird uns retten!*

ICH aber sage:

*Bei der heiligen Vernunft! Wollt ihr verwirrte, Zahlen murmelnde Beobachter des Unbegreiflichen sein oder Erkennende der realen Welt?*

Die HEILIGEN GEISTER rufen:

*Denkt an unsere Erfolge! Was wärt ihr ohne uns? Ohne uns würdet ihr immer noch in Höhlen sitzen und Läuse suchen!*

ICH aber sage:

*Erfolg ist nicht Wahrheit!*

Die HEILIGEN GEISTER sind nun sehr erregt. Sie brüllen durcheinander:

*Unfug! Wir werden siegen! Das Ziel ist ganz nah!*

ICH aber sage:

*Der Fluch der Zerstörung lastet auf euch! In rationaler Raserei werdet ihr alles vernichten!*

Ein Tumult bricht los. Die HEILIGEN GEISTER jagen MICH über die Bühne. Die PHYSIKER fuchteln erregt mit ihren Geräten herum. Die TECHNIKER arbeiten teilnahmslos weiter.

Die PHILOSOPHEN singen:

*Die Negation der Negation ist die reine Negativität des sich selbst begreifenden Begriffs.*

Ein Wind erhebt sich. Er wird zum Sturm, zum Orkan. Die ganze Szenerie wird von der Bühne gefegt.

Szenenwechsel. Eine friedliche, aber fremdartige Landschaft. ICH sitze mit dem AUSSERIRDISCHEN GNOM am Ufer eines gelb schimmernden Sees.

Der AUSSERIRDISCHE GNOM fragt:

*Glaubst du, es gibt Außerirdische?*

ICH sage:

*Nein, das glaube ich nicht. Lass uns schwimmen gehen.*

