

Quantenkosmologie erklärt die „Dunkle Materie“ sowie die Struktur der Wechselwirkungen und macht die „Dunkle Energie“ überflüssig

T. Görnitz

Fachbereich Physik

J. W. Goethe-Universität Frankfurt/Main, Germany

Email: goernitz@em.uni-frankfurt.de

Abstract:

Based on the simplest possible quantum structures, that is, the abstract free-of-meaning quantum information (AQI) bits establishing the fundamental substance referred to as protyposis, it is shown, using just three plausible postulates, how a cosmological model can be derived that describes the observation data better than the „flat Λ CDM“ standard model. The postulates are the Planck relation, $E = hc/\lambda$, the existence of a distinguished velocity, i.e. the velocity of light in vacuum, and the first law of thermodynamics. Assumptions concerning inexplicable fictitious entities, such as „inflation“ or „dark energy“ can be dispensed with. The model solves „cosmological problems“.

Einstein's equations result by requiring that the cosmic relation between the radius of curvature and the energy density can be transferred to local density variations within the cosmos. General Relativity is shown up as a classical approximation of the quantum cosmology. Therefore the relations are clarified in principle that happen between quantum theory and gravity theory.

The AQI concept allows for a simple derivation of black hole entropies and, moreover, establishes a rationalization of the gauge groups associated with the three fundamental forces. Relativistic particles with and without rest mass can be constructed from the AQI bits, and, thus, all objects described in natural sciences. In living beings, the AQI can manifest both in the material body and in meaningful quantum information of the psyche, eventually closing the „explanatory gap“ between „body and mind“.

Keywords: Cosmology, Quantum Information, Protyposis, Dark Energy, Dark Matter, Cosmological Term, Horizon Problem, Flatness Problem, Non-Accelerated Cosmic Expansion, Relativistic Particles, Fundamental Interactions, Mind-Body-Relation

1. Einführung

One can give good reasons why reality cannot at all be represented by a continuous field. From the quantum phenomena it appears to follow with certainty that a finite system of finite energy can be completely described by a finite set of numbers (quantum numbers). This does not seem to be in accordance with a continuum theory, and must lead to an attempt to find a purely algebraic theory for the description of reality. But nobody knows how to obtain the basis of such a theory. (Albert Einstein, “Appendix II” to *The Meaning of Relativity*, 5th ed. Princeton, 1955, p. 166)

Am Ende seines Lebens, nach Jahrzehnten der vergeblichen Versuche, die Realität durch eine kontinuierliche Feldtheorie zu beschreiben, kommt Albert Einstein zu der Schlussfolgerung, dass dieses Vorhaben nicht gelingen wird. Ein endliches System, z.B. ein Kosmos mit einem endlichen Volumen kann, so Einstein, durch eine endliche Anzahl von Quantenzahlen vollständig

erfasst werden. Während er vor mehr als einem halben Jahrhundert noch zurecht feststellen musste, dass damals niemand auch nur eine Ahnung von einer derartigen Theorie haben konnte, soll im vorliegenden Review-Artikel gezeigt werden, wie weit eine solche Theorie heute bereits ausgearbeitet worden ist.

Für das allgemeine Verständnis naturwissenschaftlicher Theorien ist es wichtig, daran zu erinnern, wie diese gefunden werden. Der Sinn von Regeln beziehungsweise von Naturgesetzen besteht darin, dass sie für ähnliche beziehungsweise für gleiche Situationen gelten sollen. Da es im expandierenden Kosmos zwei identische Situationen niemals gibt, werden Regeln bzw. Gesetze dadurch möglich, dass Unwesentliches ignoriert oder ausgeblendet wird und damit Ähnlichkeit bzw. Gleichheit erzeugt wird.

Naturgesetze sind also Idealisierungen der Wirklichkeit. Man kann sie nur so lange sinnvoll anwenden bis deutlich wird, dass in den betreffenden Situationen das bis dahin Ignorierte nicht mehr unwesentlich ist und deshalb nicht weiter ignoriert werden darf.

Die Physik ist der Bereich der Naturwissenschaften, welcher die allereinfachsten und damit die grundlegenden Strukturen sucht. Da die Mathematik verstanden werden kann als die Wissenschaft aller möglichen Strukturen, ist es verstehbar, dass die einfachen Strukturen, welche die Physik untersucht, in der Sprache der Mathematik erfasst werden können.

Was Einstein vorschwebte ist eine Mathematik, die mit ganzen Zahlen rechnet. Durch die Erkenntnis, dass die Basis der Realität durch Quantenbits gegeben ist und dass deren Anzahl selbstverständlich ganzzahlig ist, wird diese Idealvorstellung erfüllt. Es kann keine halben oder viertel Quantenbits geben. Allerdings zeigt die Forschungserfahrung, dass es nicht nur aus praktischen Gründen und aus Gründen einer mathematischen Bequemlichkeit durchaus sinnvoll sein kann, auch im Kontinuum zu rechnen, also mit den reellen Zahlen, d.h. mit unendlichen Dezimalbrüchen. Vielmehr ist durch den Möglichkeitscharakter der Quantenbits, also wegen einer kontinuierlichen Veränderung von deren Zuständen, die Verwendung auch von reellen Zahlen unvermeidlich – und wie begründet werden wird, wegen des Quantencharakters auch von komplexen Zahlen. Man wird also sinnvollerweise je nach Problemstellung den Schwerpunkt mehr auf die eine oder die andere mathematische Struktur legen.

Einsteins diesbezügliche Überlegungen zu quantischen Phänomenen sind – im Hinblick auf die Kosmologie – weitgehend unbeachtet geblieben. Stattdessen hat man mit seiner Allgemeinen Relativitätstheorie gearbeitet. Das zugehörige Motto lautete: Die Quantentheorie ist für die Mikrophysik zuständig und die Relativitätstheorie für die Makrophysik. Dass dies ein Irrtum ist, zeigt sich immer deutlicher.

In der Kosmologie wie auch sonst in der Wissenschaft haben es neue Erkenntnisse dann besonders schwer, wenn sie mit dem herrschenden Paradigma nicht übereinstimmen, vor allem wenn dessen Grundansichten durch einen Nobelpreis gekrönt wurden.

Ein solches Phänomen zeigt sich gegenwärtig im Felde der Kosmologie. Das Standardmodell der Kosmologie, das sogenannte „flat Λ CDM-Modell“ (Λ ist die „kosmologische Konstante“, CDM meint „cold dark matter“) ist zwar in der Lage, die aktuellen Daten gut zu beschreiben, jedoch sind die dabei notwendigen Annahmen weit davon entfernt, einsichtig oder gar plausibel zu sein. So wurden z. B. die "Dunkle Energie" und die "Inflation" erfunden und zugleich dazu erklärt, es seien die "größten Rätsel der Physik". Außerdem gibt es im Standardmodell viele freie Parameter, so dass eine hinreichend gute Anpassung an die Daten keineswegs überraschend erscheint.

Wenn man ein ungünstiges Modell zugrunde legt, so ergeben sich auch von guten und exakten Beobachtungsdaten aus den Anpassungen an ein solches Modell dann Prognosen, die fehlerhaft sein müssen. Eine von solchen falschen Prognosen ist die These über eine beschleunigte Expansion des Kosmos.

Neuere Untersuchungen von umfangreichen astronomischen Datensätzen^{1,2,3,4,5} haben aufgezeigt, dass eine gute Übereinstimmung mit den Daten nur von zwei Modellen erreicht wird, vom

¹ López-Corredoira, M, Melia, F, E. Lusso, F E, G. Risaliti, G (2016)

² Melia, F, López-Corredoira, M (2015)

Standardmodell und vom dem $R_h=ct$ -Universum, also einem Universum, welches sich konstant mit Lichtgeschwindigkeit ausdehnt. Bei dem $R_h=ct$ -Universum entfallen die Probleme, die mit dem Standardmodell verbunden sind. So stellen die Autoren in Ref.⁶ fest:

„Cosmological models with a geometry different from that in the current standard model have fallen out of favour and are rarely considered in ongoing tests using the latest high-precision measurements. However, even within the framework of the standard model, not all the data fit together tension free. At least some controversy still surrounds the interpretation of various measurements, and other competing models often fit at least some of these observations better than the concordance model does. It is therefore useful to re-examine how these alternative scenarios fare compared to Λ CDM when new, improved data become available. The principal reason is that if the latest observations strongly confirm the reasons they were disfavored in the first place, this can only solidify the concordance model's status as the correct model of the Universe. In addition, there is the possibility that something may have been missed.“

„But whereas this optimization of parameters in Λ CDM/ w CDM creates some tension with their concordance values, the $R_h=ct$ universe has the advantage of fitting the QSO and AP data without any free parameters.“⁷

Andere Arbeiten stützen diese Aussagen.

“In contrast to the perception based on Type Ia SNe⁸ that Λ CDM can best account for the observed expansion of the Universe, the conclusion from these other studies is that the cosmic dynamics is better described by a cosmology we refer to as the $R_h = ct$ Universe.“⁹

oder auch

“As we shall show here, the use of this diagnostic, [...], disfavors the current concordance (Λ CDM) model at 2.3σ . Within the context of expanding Friedmann-Robertson-Walker (FRW) cosmologies, these data instead favor the zero active mass equation-of-state, $\rho + 3p = 0$, where ρ and p are, respectively, the total density and pressure of the cosmic fluid, the basis for the $R_h = ct$ universe.“¹⁰

Ebenso die Schlussfolgerung in einer weiteren Arbeit¹¹. Sie werden bestätigt durch:

“The ‘standard’ model of cosmology is founded on the basis that the expansion rate of the universe is accelerating at present — as was inferred originally from the Hubble diagram of Type Ia supernovae. There exists now a much bigger database of supernovae so we can perform rigorous statistical tests to check whether these ‘standardisable candles’ indeed indicate cosmic acceleration. Taking account of the empirical procedure by which corrections are made to their absolute magnitudes to allow for the varying shape of the light curve and extinction by dust, we find, rather surprisingly, that the data are still quite consistent with a constant rate of expansion.“¹²

Dieses bessere Modell als das gegenwärtige Standardmodell wurde vor fast 30 Jahren aus grundsätzlichen quantentheoretischen Überlegungen hergeleitet.¹³ Es stand damals gegen den Mainstream, weil in dieser Zeit fast alle Fachleute glaubten, dass der Kosmos wieder rekollabiert – auf jeden Fall dann, wenn sein Volumen nicht unendlich groß ist. Jetzt steht es wiederum konträr zu der Meinung, die von vielen Fachleuten noch vertreten wird und die eine beschleunigte Expansion des Kosmos annehmen.

Wie jedoch aus den Zitaten deutlich wird, passt das Modell einer Expansion, die nicht beschleunigt, sondern mit Lichtgeschwindigkeit geschieht, sehr gut zu allen Beobachtungen.

³ Wei, J.-J., Wu, X.-F., Melia, F. & Maier, R. S. (2015)

⁴ Melia, F (2012)

⁵ Melia, F, Maier, R S (2013)

⁶ López-Corredoira, M, Melia, F, E. Lusso, F E, G. Risaliti, G (2016)

⁷ w bezeichnet ein frei wählbares Verhältnis von Energiedichte zu kosmologischem Druck; QSOs sind Quasi Stellar Objects, Quasare; AP ist der Alcock-Paczynski-Test, der nur von der Geometrie des Universums abhängt und von keinen weiteren speziellen Annahmen über die Entwicklung von Galaxien

⁸ Supernovae vom Typ Ia entstehen aus weißen Zwergen, die Material auf sammeln bis sie an der „Chandrasekhar-Grenze“ einen Gravitationskollaps erleiden.

⁹ Wei, J-J, Wu, X-F, Melia, F & Maier, R S (2015);

¹⁰ Melia, F, López-Corredoira, M (2015)

¹¹ Melia, F (2012); Melia, F, Maier, R S (2013);

¹² Nielsen, J T, Guffanti, A, Sarkar, S (2016)

¹³ Görnitz (1986, 1988¹, 1988², 2009, 2010)

Darüber hinaus hat das Modell auch den großen erkenntnistheoretischen Vorteil, im Gegensatz zum Standardmodell keinerlei unerklärte freie, d.h. willkürlich wählbare, Parameter erforderlich zu machen.

Damit verschwindet auch ein Großteil der bisher schwer lösbaren „kosmologischen Probleme“, u.a. löst sich damit auch die bisher rätselhafte „Dunkle Energie“ in Wohlgefallen auf. Für die „Dunkle Materie“ wurden bisher eine Vielzahl von fiktiven Teilchen postuliert. Diese sollen die sichtbare Gravitationswirkung erklären. Dazu wird dargelegt werden, dass diese hypothetischen Teilchen überflüssig werden. Es wird gezeigt, wie die beobachtete Gravitationswirkung aus dem $R_h=ct$ -Modell hergeleitet werden kann. Die Quantenbits, die als Dunkle Materie gravitativ wirken, sind nicht gezwungen, als massive Teilchen oder als masselose Photonen in Erscheinung zu treten.

1.1. Resümee

- *Die Einsicht, zu welcher der späte Einstein gelangte, dass Quantenstrukturen universelle Bedeutung haben, ist auch auf die Kosmologie anzuwenden.*
- *Neue und sehr genaue Untersuchungen der Beobachtungsdaten zeigen, dass das Modell eines mit Lichtgeschwindigkeit expandierender Kosmos die Daten besser beschreibt als das gegenwärtige Standard-Modell.*

2. Astronomische Beobachtungen und die Probleme der bisherigen Kosmologie

Die jeweils verwendeten kosmologischen Modelle beeinflussen massiv die Interpretationen der hervorragenden astronomischen Beobachtungen über die Entfernungen der Explosionen der Supernovae vom Typ 1A¹⁴. Eine ungünstige Wahl eines solchen Modells kann zu unzutreffenden Prognosen führen. Wenn dann diese Modelle hinreichend viele frei wählbare Parameter besitzen, dann lassen sich mit ihnen beliebige Datensätze gut approximieren, was wiederum eine Entdeckung der damit eingehandelten Fehler ungemein erschwert.

2.1. Das Problem des Horizontes und der Inflation

Das gegenwärtig noch als „Standardmodell“ bezeichnete kosmologische Modell postuliert einen flachen Raum und verwendet eine kosmologische Konstante Λ und „kalte dunkle Materie“ CDM. Daher wird es oft als „flat Λ CDM“ bezeichnet.

Das „Standardmodell“ beruht auf einigen vollkommen unverstandenen Hypothesen. Diese widersprechen teilweise – wie die „Inflation“ – fundierten Prinzipien der Physik. Die Hypothese der „Inflation“ wurde aufgestellt, weil man meinte, im Rahmen der verwendeten Modelle die Homogenität und Isotropie der Hintergrundstrahlung nicht anders erklären zu können. Man bezeichnet dies als das Horizont-Problem. Es zeigt sich darin, dass die kosmische Hintergrundstrahlung identische Eigenschaften hat, obwohl sie aus Bereichen stammt, welche gemäß flat Λ CDM-Modell niemals zuvor Kontakt gehabt haben konnten.

Wie soll man sich erklären, dass eine so gute Feinabstimmung erfolgen konnte, ohne dass ein Austausch von Information über die dabei einzuhaltenden Werte möglich war?

Aus diesem Grund hat man das kosmologische Modell für den Anfang durch eine weitere Hypothese abgeändert, Die Hypothese der Inflation behauptet nun dazu, dass es am Beginn der kosmischen Entwicklung eine so überaus schnelle Expansionsphase des Raumes mit dem Vielfachen der Lichtgeschwindigkeit (was allerdings keinen Widerspruch zur Relativitätstheorie bedeutet, weil sich nichts schneller als Licht im Raum bewegt, sondern nur der Raum expandiert) gegeben haben soll, dass das gesamte heute sichtbare Universum lediglich ein winziger Teil des Kosmos wäre. Dieser Teil soll so winzig sein, dass in ihm keinerlei Unterschiede erkennbar sein sollen. Er wäre demnach durch Definition homogen und isotrop. Deswegen soll die spätere Homogenität dieses Teils, der zu unserem beobachtbaren Universum werden soll, wegen seiner ursprüngli-

¹⁴ Riess, A G et al. (1998), Perlmutter, S et al (1999)

chen Kleinheit dann kein Problem mehr sein. Die sehr willkürlich erscheinende Forderung der Inflation, die sonst keinerlei Vorbilder in der Physik hat, verletzt die starke Energiebedingung: $\rho + p \geq 0$, $\rho + 3p \geq 0$. Diese Bedingung sichert die anziehende Wirkung der Gravitation.¹⁵

Eine journalistische Einschätzung, der man nur zustimmen kann, verdeutlicht die Angelegenheit noch etwas¹⁶:

„Die Inflation löst elegant einige Probleme der einfachen Urknallmodelle. Doch die Theorie hat einen gewaltigen Haken. Sie ist äußerst flexibel. Manche Experten meinen gar, diese Theorie könne jede mögliche Beobachtung erklären. Denn die Bedingungen vor der Inflation ließen sich beliebig verändern, sodass jedes gewünschte Ergebnis herauskomme. Doch eine Theorie, die sich nicht widerlegen lässt, gehört eher in den Bereich der Philosophie oder Religion. Wissenschaftlich ist sie ohne Wert. Alan Guth, einer der Begründer der Inflation, hat diesen Einwand klar zurückgewiesen: Die alte Vorstellung des britischen Philosophen Karl Popper, nach der eine Theorie immer wieder zu testen sei, bis man sie widerlegt habe und eine neue Theorie brauche, sei heute überholt.

Vielmehr sei Wissenschaft jetzt ein Wettstreit von Ideen. Und eine Theorie gelte so lange, wie eine übergroße Mehrheit der Forscher sie unterstütze – und das sei bei der Inflation der Fall. Kurz gesagt: Die Wissenschaftler stimmen einfach ab, was richtig und was falsch ist. Das klingt nach einem Aprilscherz, ist es aber leider nicht.

Denn Forschung ist kein demokratischer Prozess. Anderthalb Jahrtausende waren sich die Astronomen einig, dass die Erde im Zentrum der Welt stehe und von der Sonne umkreist werde – mit der wahren Natur hatte das bekanntlich nichts zu tun. Mal sehen, wie es dereinst der Inflation ergeht.“

Man wird beinahe zu der Ansicht verführt, dass der Mainstream heute die Stelle einnimmt, die zu Galileis Zeiten die Kirche besetzte. Weder damals noch heute werden wissenschaftliche Wahrheiten durch Mehrheitsbeschluss gefunden.

Ein weiterer Antrieb für das Aufstellen der Inflations-Hypothese könnten Hoffnungen auf „neue fundamentale Teilchen“ gewesen sein.

2.2. Das Problem der kosmologischen Konstanten

Eine weitere Größe, die nicht plausibel erklärt werden kann, ist die „kosmologische Konstante“ Λ , die in grundlegender Weise der Quantentheorie widerspricht. Wenn man mit den üblichen quantenfeldtheoretischen Methoden die Größe der kosmologischen Konstante berechnet, so erhält man einen Wert, der etwa um den Faktor 10^{120} falsch ist.

Einstein hatte sie eingeführt, weil er der festen Überzeugung war, dass das Universum keinen zeitlichen Anfang besitzen dürfe. Nach der Entdeckung der Expansion des Kosmos, der als Hinweis auf einen zeitlichen Anfang interpretiert wurde, entfiel dieser Grund. Die kosmologische Konstante wurde wieder aus den Einsteinschen Gleichungen entfernt. Als jedoch die Beobachtungen besser wurden zeigte es sich, dass die damals verwendeten Modelle zu schlecht zu den Daten passten. Die kosmologische Konstante war dann ein willkommener freier Parameter, mit dessen Hilfe eine Anpassung an vielfältige Datenmaterialien leichter möglich wurde.

Die kosmologische Konstante verkörpert so etwas wie die Grundzustandsenergie des kosmischen Raumes und soll doch zugleich unabhängig von der Größe seines Volumens sein. Hingegen zeigt die Quantentheorie, dass die Grundzustandsenergie eines jeden Quantensystems sich mit der Ausdehnung seines Volumens verändert.

Mit den AQIs wird die Lösung dieses Problems erhalten.

2.3. Das Problem der Dunklen Energie

Da die astrophysikalischen Daten immer genauer wurden, ergab sich die Notwendigkeit, zur Anpassung des Modells an diese Daten noch mehr freie Parameter einführen zu müssen. Während der Energie-Impuls-Tensor der kosmologischen Konstante die gleiche Gestalt besitzt wie der des Vakuums, bei dem Energiedichte und Druck identisch sind, wurde nun zusätzlich noch ein variables Verhältnis zwischen Druck und Energiedichte eingeführt. Es wird üblicherweise

¹⁵ Hawking, Ellis, 1973

¹⁶ Lorenzen, D (2016)

mit w bezeichnet und man kann es ebenfalls beliebig variieren. Dieser Entität wurde der Name „Dunkle Energie“ gegeben. Wiederum gibt es dafür große Hoffnungen, daran eine Suche nach neuen fundamentalen Teilchen anbinden zu können, aber nicht den geringsten experimentellen Hinweis darauf. Aus beliebig vielen Beispielen dafür nur zwei von führenden Wissenschaftsorganisationen:

„So far, there’s no evidence of dark energy particles or fields.“¹⁷

“So what is dark energy? Well, the simple answer is that we don't know. It seems to contradict many of our understandings about the way the universe works.”¹⁸

Eine sehr einleuchtende journalistische Einschätzung gab der Wissenschaftsjournalist Dirk Lorenzen:¹⁹

„Nach Meinung der Gelehrten sollte Phlogiston allen brennbaren Stoffen innewohnen und bei der Verbrennung entweichen. Mithilfe der Phlogiston-Theorie ließen sich chemische Reaktionen der Oxidation verstehen.

Fast ein Jahrhundert lang galt diese Theorie als wissenschaftlicher Standard. Doch 1775 hat der französische Chemiker Antoine de Lavoisier gezeigt, dass bei der Oxidation das Element Sauerstoff die entscheidende Rolle spielt.

Manche Kosmologen fürchten, auch die Dunkle Energie könnte eine Art Phlogiston sein. Mit ihr erklären Astronomen, dass sich das Universum immer schneller ausdehnt. Doch niemand weiß, was genau die Dunkle Energie ist und woraus sie besteht. Womöglich ist auch sie nur ein Konstrukt, um die Struktur des Weltalls zu erklären – das aber nichts mit der Natur zu tun hat. Sollte das zutreffen, so wäre die große Frage, was analog zum Ende der Phlogiston Theorie der Sauerstoff der Dunklen Energie ist. Vielleicht gibt es ein bisher unbekanntes Phänomen, das eines Tages ganz zwanglos die Vorgänge im Kosmos erklärt.

Dass sich derzeit fast alle Experten über die Existenz der Dunklen Energie einig sind, besagt – wie bei Phlogiston – zunächst einmal gar nichts.“

2.4. Das Unikat-Problem

Bis zu Einsteins genialem Wurf der Allgemeinen Relativitätstheorie (ART), die er in einem Wettstreit mit dem Mathematiker David Hilbert siegreich entwickelt hatte, wurde der Weltraum von fast allen Physikern wie seit Newtons Zeiten als flach und als unendlich ausgedehnt gedacht. Mit der Allgemeinen Relativitätstheorie wurde nun der Raum als eine dynamische Größe verstehbar, die sich in Wechselwirkung mit ihrem Inhalt befindet. Die Schwerkraft wird dabei durch die Geometrie von Raum und Zeit ersetzt. Sie werden zur Raumzeit zusammengefasst, da z.B. zeitliche Abläufe die wahrnehmbare Raumstruktur verändern. Im Jahre 1854 hatte Bernhard Riemann gezeigt wie eine Geometrie gestaltet werden muss, deren räumliche Verhältnisse sich von Ort zu Ort verändern können.²⁰

Seit Einstein wird die mathematische Kosmologie auf der Basis der Allgemeinen Relativitätstheorie betrieben. Man entwickelt Modelle für verschiedene kosmologische Situationen mit den entsprechenden verschiedenen Geometrien und versucht dann, diese mit den Beobachtungsdaten in Übereinstimmung zu bringen. Bekannt sind z.B. die Schwarzschild-Lösung, d.h. ein einziger Stern in einem unendlich ausgedehnten Ortsraum, oder die Friedmann-Robertson-Walker-Lösungen. Dabei wird als Inhalt des kosmischen Raumes eine homogene und isotrope „Flüssigkeit“ postuliert, d.h. der kosmische Inhalt ist bereits durch nur zwei Angaben vollständig charakterisiert, in diesem Fall von Energiedichte und Druck. Diese sollen außerdem zur gleichen Zeit im ganzen Raum überall die gleichen Werte haben.

¹⁷ http://hetdex.org/dark_energy/what_is_it/new_physics.html vom 29.12.2016.

HETDEX is a collaboration of The University of Texas at Austin, Pennsylvania State University, Texas A&M University, Universitäts-Sternwarte Munich, Leibniz Institute for Astrophysics (AIP), Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik, Institut für Astrophysik Göttingen, and University of Oxford.

¹⁸ http://hubblesite.org/hubble_discoveries/dark_energy/de-what_is_dark_energy.php vom 29.12.2016.

¹⁹ Lorenzen, D (2017)

²⁰ Zur Veranschaulichung darf man versuchen sich vorzustellen, wie man eine Geometrie vom Zeichenblatt auf die Erdoberfläche mit ihrer Krümmung und ihren zusätzlichen Bergen und Tälern übertragen kann. An die Stelle der Geraden, die wir mit dem Lineal auf dem Zeichenblatt ziehen, die es aber auf der Erdoberfläche schon wegen der Kugelgestalt und erst recht wegen der Berge nicht geben kann, treten dann Geodäten, die kürzesten Linien auf einer solchen gekrümmten Oberfläche.

Als eine mathematische Schlussfolgerung der Allgemeinen Relativitätstheorie zeigt es sich, dass jede Lösung, welche nicht künstlich abgeschnitten wird, stets einen möglichen Kosmos in seiner vollen raumzeitlichen Entwicklung beschreibt. Oft wird dieser Zusammenhang aus praktischen Gründen ignoriert. So wird die Schwarzschildlösung, die einen einzelnen Stern beschreibt, nur so weit untersucht, wie es für den betreffenden Fall interessant ist. Da die Entfernung der Sonne bis zum nächsten Fixstern über 60.000 mal so groß ist wie die bis zur Erde, ist es für viele Anwendungen sinnvoll, dies wie „praktisch unendlich groß“ anzusehen oder sie einfach irgendwo weit weg genug von der Sonne abzuschneiden. Für eine strenge mathematische Behandlung sind jedoch solche „praktischen“ Überlegungen nicht zulässig. Dafür ist stets eine strenge Lösung notwendig.

Dass jede Lösung der ART stets ein ganzer Kosmos ist und dass diese Tatsache ein bedeutsames erkenntnistheoretisches Problem bedeutet, wird nur selten formuliert. Wir nennen es das Unikat-Problem.

Wir definieren den von der Naturwissenschaft behandelbaren Kosmos als die Gesamtheit von allen denjenigen Erscheinungen, für die eine empirische Kenntnisnahme durch Beobachtung oder Experiment nicht aus prinzipiellen Gründen vollständig ausgeschlossen erscheint.

Eine solche kosmische Gesamtheit ist notwendig eine einzige. Eine hypothetische Entität, welche nicht in ihr eingeschlossen wäre, ist aus einsichtigen Gründen für eine empirische Wissenschaft prinzipiell unzugänglich. Sie kann darüber keinerlei Aussagen machen.

Daraus ergibt sich die zwingende Folgerung, dass von den überabzählbar unendlich vielen exakten Lösungen der Einstein'schen Gleichungen im günstigsten Fall höchstens eine den realen Kosmos modellieren kann.

Alle anderen Lösungen sind hochinteressante Formen der Mathematik, haben jedoch in einem strengen Sinne mit der physikalisch erkennbaren und beschreibbaren Realität höchstens näherungsweise etwas zu tun.

Nun ist es eine bekannte mathematische Einsicht, dass der Bedeutungsgehalt einer Gleichung äquivalent ist zur Menge aller ihrer Lösungen. Das bedeutet nicht nur, dass man theoretisch aus der Gleichung alle Lösungen erhalten kann, sondern auch umgekehrt, dass die Gesamtheit der Lösungen die Gleichung festlegt.

Da der Kosmos, der von der Wissenschaft beschrieben werden kann, ein Unikat ist, kann höchstens eine einzige von den Lösungen der ART zur Realität passen.

Wenn nun fast alle Lösungen der ART von der physikalischen Realität verschieden sind, so bedeutet dies zugleich, dass Einsteins Gleichungen mit ihrer Unzahl von Universen viel mehr beschreiben und beinhalten, als in der Wirklichkeit gegeben ist. Daher ist es doch sehr zu bedenken, ob man diese Theorie für das Erfassen des Universums wie eine unbezweifelbare Wahrheit an die Spitze des Erkenntnisprozesses setzen sollte.

Die näherungsweise Verwendung der Einstein'schen Theorie zeigt andererseits, dass mit diesen Näherungen physikalische Prozesse und Situationen überaus gut beschrieben werden. Das zeigen z.B. Beobachtungen an Doppelpulsaren oder die jüngsten Registrierungen von Gravitationswellen.

Wenn also die Allgemeine Relativitätstheorie einerseits so gut ist, dass man sie nicht verwerfen sollte, und sie andererseits nicht als axiomatische Wahrheit an die Spitze der theoretischen Erörterungen über den Kosmos gestellt werden sollte, ist eine andere Überlegung naheliegend.

Da die Quantentheorie die Grundlage für ein Verstehen von klassischen Theorien (einschließlich der ART) liefert, erscheint es angebracht, von einer quantentheoretischen Überlegung ausgehendes kosmologisches Modell zu erstellen, das bestens an die Realität angepasst ist und den zuverlässigsten Beobachtungsdaten genügt. Es ist ferner zu zeigen, dass aus diesem Modell die Einstein'schen Gleichungen abgeleitet werden können. Dies ist vor längerer Zeit ausgeführt worden²¹ und soll in Absatz 6 noch einmal kurz dargelegt werden.

²¹ Görnitz (2009)

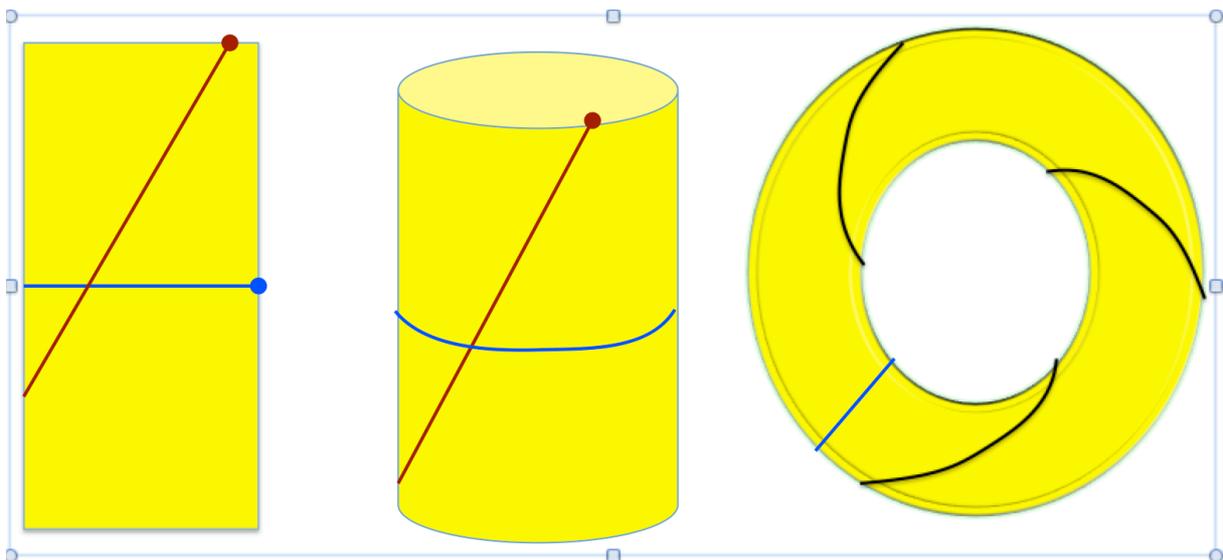
2.5. Das Empirie-Problem

Im gegenwärtigen Standardmodell wird vorausgesetzt, dass der kosmische Raum flach ist. Aus der Flachheit folgt ein unendlich großes Volumen, da eine Gerade in jeder beliebigen Richtung immer weiter verlängert werden kann. Aus diesem unendlichen Volumen folgt das Empirie-Problem.

Manche Wissenschaftler schlagen vor, diese Schlussfolgerung auf ein unendliches Volumen zu vermeiden. Dazu muss man dann allerdings dem Kosmos eine unplausible nichtzusammenhängende Topologie zuschreiben. Das einfachste Beispiel für eine solche nichtzusammenhängende Topologie liefert ein zweidimensionales Modell, nämlich der Übergang von einem Rechteck zu einem Zylindermantel.

Zwei gegenüberliegende Randlinien des Rechtecks werden identifiziert (zusammengeklebt). Während man beim Rechteck beim „Geradeausgehen“ irgendwann an das Ende des Rechtecks, an eine Seitenlinie stößt, kann man nach dem Zusammenkleben in der Richtung senkrecht zur Klebung immer weiter „geradeaus“ gehen. Das Papier ist immer noch „flach“, also weder geknittert noch verbeult, aber in die dritte Dimension gebogen und hat in der „Mitte ein Loch“. Es gibt auf ihm geschlossene Linien, die man nicht mehr auf einen Punkt zusammenziehen kann - nämlich solche Linien, die um das Loch herumlaufen. Das meint man mit „nicht zusammenhängend“.

Werden nun noch die beiden verbleibenden Seiten identifiziert, entsteht ein Torus. Dieser „Fahrradschlauch“ umhüllt nun zwei Löcher, das vom Zylinder und dasjenige, wo das Rad einge-



setzt wird.

Abbildung 1: Werden die Längsseiten eines Rechtecks identifiziert, dann entsteht ein Zylinder.

Werden auch noch die beiden restlichen Seiten identifiziert, entsteht ein Torus.

Während auf dem Rechteck jede Gerade an einem Rand endet, können auf dem Zylinder alle diejenigen Geraden beliebig verlängert werden, welche senkrecht zur verklebten Kante verlaufen. Auf dem Torus kann jede Gerade immer weiter fortgesetzt werden.

Was man sich nicht mehr vorstellen kann, was aber mathematisch kein Problem bereitet, ist die Übertragung einer solchen Verklebungsprozedur aus der dritten (in der der Fahrradschlauch existiert) in die vierte Dimension. An die Stelle eines Quadrates tritt ein Würfel. Von dessen sechs Seitenflächen werden die jeweils gegenüberliegenden identifiziert und es entsteht ein dreidimensionaler Torus. Seine Geometrie ist flach, denn jede Gerade kann beliebig verlängert werden, jedoch umhüllt er Löcher wie der Fahrradschlauch. Dann kann man "immer geradeaus", kommt aber immer wieder in der Nähe der gleichen Stelle vorbei.

Eine solche merkwürdige Topologie analog zum zweidimensionalen „Fahrradschlauch“ im dreidimensionalen Raum ist auch für ein dreidimensionales Gebilde in einem vierdimensionalen Raum mathematisch möglich, erscheint allerdings wegen der „Löcher“ aus physikalischer Sicht

sehr unplausibel. Daher ist es wohl nicht zu vermeiden, aus der „Flachheit“ auf ein „unendliches Volumen“ zu schließen.

Ein unendlich großes Volumen für einen Kosmos, der seit dem Urknall erst einige Milliarden Jahre alt ist, bedeutet jedoch für eine auf die Empirie zielende Wissenschaft ein unüberwindliches Problem.

In einem solchen Kosmos kann man nicht über weitere Strecken Daten erhalten als das Licht seit dem Urknall gelaufen ist. Auch wenn durch eine Expansion des Raumes diese Entfernung größer ist als der Lichtweg in einem statischen Raum, so bleibt diese Entfernung doch wegen der endlichen Zeit ebenfalls endlich.

Die Konsequenz davon ist, dass der gesamte empirisch zugängliche – also endliche – Bereich dieses unendlichen Kosmos exakt 0 % vom ganzen Raum umfasst. Null Prozent bedeuten jedoch keine empirische Basis, welche viel Vertrauen einflößen kann.²²

Es ist selbstverständlich, dass man in mathematisch formulierten Modellen immer wieder auf Übergänge zu unendlichen Werten eines Parameters angewiesen ist. Anders sind Übergänge von einer Beschreibungsstufe zu einer anderen nicht zu bewältigen. In der Regel bedeuten solche Grenzübergänge, dass etwas ursprünglich sehr kleines nun als $1/\infty$ auch mathematisch als „exakt null“ behandelt werden soll. So etwas ist für jede Reduktion unerlässlich. Problematisch wird es erst, wenn eine Unendlichkeit auch als physikalische Realität interpretiert wird, wie bei einem angeblich unendlich großen kosmischen Raum, und nicht mehr nur als eine zweckmäßige Vereinfachung einer Beschreibung, wie beim Minkowski-Raum mit dessen idealisierter Unendlichkeit.

Ein Raum mit einem nur endlich großen Volumen, wie bei dem $R_h=ct$ -Modell, kann dieses Problem beheben.

2.6. Das Problem der kalten „Dunklen Materie“

Seit den 1930er Jahren ist in der Astronomie bekannt, dass die Bewegung der Galaxien nicht verstanden werden kann, wenn man die leuchtende Materie als alleinige Quelle aller Gravitationswirkungen deutet. Es muss demnach im Kosmos große gravitierende Anteile geben, die nicht als Sterne sichtbar leuchten.

Auch hierzu ist man der Meinung, dass es unbekannte Elementarteilchen geben müsse, deren Masse die Ursache dieser zusätzlichen Gravitationskräfte sein sollen.

Warum „kalte“ Dunkle Materie?

Bei einem Gas wird die Temperatur desto höher, je schneller die Moleküle fliegen. So spricht man von „kalt“, weil die fiktiven Teilchen sehr langsam sein sollen und schwer sein müssen. Allerdings sind sämtliche Versuche, derartige Teilchen zu finden, bisher ohne jeden Hinweis darauf geblieben.²³ Natürlich haben die Astronomen bereits Bekanntes wie Planeten, Schwarze Löcher und Neutrinos in Betracht gezogen. Allerdings scheint deren Masse insgesamt nicht ausreichend zu sein, um die beobachteten Effekte erklären zu können.

Aus dem hier propagierten kosmologischen Modell folgt, wie in Absatz 5.5 gezeigt wird, dass ein Teil des kosmischen "Substrates" wie eine effektive Größe erscheinen muss, deren Energie-Impuls-Tensor wie der des Vakuums gestaltet ist. Diese Größe muss daher weder als masselose Quanten wie das Licht noch als Quanten mit Ruhmasse erscheinen. Trotzdem erzeugt sie eine gravitative Wirkung. Sie ist daher ein geeigneter Kandidat für die Dunkle Materie.

²² Bei dieser Überlegung ist daran zu erinnern, dass eine Prozentangabe einen Bruch bedeutet. Der Teil verhält sich zum Ganzen wie seine Prozentzahl zu 100. Wenn nun dieses „Ganze“ gleich „unendlich“ ist, dann folgt obige Aussage. Denn gleichgültig, wie groß der Teil als Zahl auch sein mag, wenn ich durch „unendlich“ teile, dann ist das Ergebnis für jede Zahl immer null.

²³ siehe z.B. Reich, E S (2013), Castelveccchi, D (2015), Akerbib, D S et al (LUX-Collaboration) (2014), Hofmann, F et al (2016)

2.7. Resümee

- Die gegenwärtige Standard-Kosmologie ist durch eine Reihe von Problemen gekennzeichnet, die unter dem bisherigen Paradigma unlösbar bleiben. Diese werden als Horizont-, Inflations-, Unikat- und Empirie-Problem sowie als Problem der kosmologischen Konstanten, der Dunklen Energie und der kalten Dunklen Materie bezeichnet.
- Die Ursache dieser Probleme liegt vor allem in der Nichtbeachtung quantenphysikalischer Zusammenhänge.

3. Der Weg zur Lösung der Probleme

3.1. Die Begründung des Ortsraumes aus der Quantentheorie

Eine Grundtatsache aller menschlichen Erfahrung ist die Dreidimensionalität der Realität. Dafür fehlte bisher eine allgemein akzeptierte physikalische Begründung. Dieses Problem wird auch nicht dadurch gelöst, dass man eine 11-Dimensionalität der Wirklichkeit postuliert, wie sie sich aus der mathematischen Struktur der String-Theorie ergibt. Dies wird manchmal sogar als nicht erklärungsbedürftig dargestellt.

Vor mehr als einem halben Jahrhundert hatte Carl Friedrich v. Weizsäcker gezeigt, dass sich aus den mathematisch einfachsten Grundstrukturen der Quantentheorie und damit aus den einfachsten quantentheoretischen Entitäten begründen lässt, warum der Raum dreidimensional ist. Er hatte diese Quantensysteme als Ure oder Ur-Alternativen bezeichnet. Seine zusammenfassenden Überlegungen dazu finden sich in seinem Buch „Aufbau der Physik“.²⁴

Allerdings schließt dort der Absatz über die Allgemeine Relativitätstheorie²⁵ in der deutschen Ausgabe von „Aufbau der Physik“ mit der Feststellung:

„Wir lassen ... die urtheoretische Beschreibung der Kosmologie offen.“

In den englischsprachigen Publikationen wird anstatt von „Uren“ in der Regel von „Quantenbits“ gesprochen, wenn man ein Quantensystem mit einem zweidimensionalen komplexen Zustandsraum beschreibt. Bit und Quantenbit sind natürlich Begriffe, die besonders im Rahmen der Informationsverarbeitung verwendet werden. Dabei geht es fast immer um die Übermittlung oder die Feststellung der jeweiligen Bedeutung von Information. Bedeutung hat jedoch stets einen großen subjektiven Anteil, kann also nicht in die Definition einer objektivierbaren physikalischen Größe eingehen.

Um zu einer tatsächlichen Kosmologie zu gelangen, muss man somit noch abstrakter und noch allgemeiner als Weizsäcker mit seinem Ansatz werden. Weizsäcker schreibt:

„Ein ‚absoluter‘ Begriff der Information hat keinen Sinn.“²⁶

oder

„Die Definition des Urs hängt damit an den verfügbaren und benutzten Apparaten. Dies wird deutlich an der Relativität der Ure. ... So hängt die Auswahl der Information, eben des Urs, von den verfügbaren Mitteln des Verstehens ab.“²⁷

Im Gegensatz zu diesen Thesen ist es vor allem auch wichtig, den Informationsbegriff absolut zu definieren. Weizsäcker hatte bei seiner Definition vor allem die Spezielle Relativitätstheorie im Blick. Diese jedoch operiert im Minkowski-Raum, also lediglich unter lokalen Gesichtspunkten, und tritt in einen Gegensatz zur Kosmologie, wenn sie global verstanden wird. Relativität gibt es nur unter Ausschluss des realen Kosmos bei Beschränkung auf Vorgänge, die im Tangentialraum beschrieben werden können.

Für eine Äquivalenz von Materie, Energie und Quanteninformation sind die AQIs, die Abstrakten und Absoluten Bits von Quanteninformation als bedeutungsfrei einzuführen. Um sie von dem im

²⁴ Weizsäcker 1985

²⁵ Weizsäcker 1985, S. 485

²⁶ Weizsäcker 1985, S. 172

²⁷ Weizsäcker 1985, S. 578

Alltag verwendeten Begriff der Information – der fast immer mit "Bedeutung" zusammengesetzt wird – zu unterscheiden, war ein neuer Begriff notwendig: **Protyposis**.

3.2. Die Notwendigkeit der Protyposis

Der Begriff der Information wird fast automatisch mit „bedeutungsvoller Information“ gleichgesetzt. Bedeutung, Bewertungen oder Inhalte einer Information, die wir aufnehmen, haben immer einen wesentlich subjektiven Aspekt. Daher kann Derartiges in einer aufs Objektive gerichteten Wissenschaft wie der Physik nicht erfasst oder behandelt werden. So wurde für die hier zu verwendenden absolut definierten, abstrakten bedeutungsfreien Bits von Quanteninformation, AQIs, ein neuer Begriff eingeführt: *Protyposis* (Griechisch: das Vorgeprägte)²⁸. Die Abstraktheit und das Absolute der AQIs bedeuten auch einen Verzicht auf Vorstellungen von Sender und Empfänger.

Es ist wichtig sich zu verdeutlichen, dass die Protyposis die tatsächliche Basis für jede naturwissenschaftliche Erklärung, für jede tatsächliche Reduktion auf die Grundstrukturen der Wirklichkeit bedeutet. Dies folgt bereits aus mathematischen Gründen, denn Quantensysteme können keinen kleineren als einen zweidimensionalen Zustandsraum haben. Solange man noch an Konzepten wie Quantenfeldern oder Quantenteilchen festhält, ist man noch einer vorletzten Erklärungsstufe verhaftet.

Die gegenwärtig immer wieder geäußerte notwendige Aufgabe, eine neue Grundlegung der Physik zu finden, wird mit der Protyposis gelöst. Man muss sich überlegen und darüber reflektieren, dass „Erklären“ ein Zurückführen von komplexen Strukturen auf einfache bedeutet. Und da es prinzipiell keine einfacheren Strukturen als ein Quantensystem mit einem zweidimensionalen Zustandsraum geben kann, ist man an der Basis von allen überhaupt vorstellbaren naturwissenschaftlichen Erklärungen über die Wirklichkeit angelangt, welche auf der Grundlage von mathematisch fundierten Theorien möglich sind.

Für den Weg von der Basis zur etablierten Physik ist neben den kosmologischen Lösungen bereits hergeleitet worden, weshalb in der Natur die drei fundamentalen Wechselwirkungen die bekannte Struktur lokaler Eichgruppen haben und dass die Verbindung von Quantentheorie und Gravitation sich aus der Kosmologie ergibt. Auch die Erzeugung relativistischer Teilchen aus den AQIs ist seit längerem gezeigt worden.

In den nachfolgenden Kapiteln wird gezeigt, wie die Ausarbeitung der Theorie aufweist, wie die Protyposis als eine kosmologische Struktur noch als frei von jeder konkreten Bedeutung zu denken ist. Die "Abstraktion" bedeutet, dass konkrete Bedeutungen ignoriert werden. Mit "Absolut" ist gemeint, dass ein wohldefinierter Nullpunkt gesetzt wird. Als Beispiel sei an die Temperatur erinnert. Dass diese ein Maß für die "innere Bewegung" der Teilchen eines Systems ist, wird erst mit dem "Absoluten Nullpunkt" verstehbar. Denn weniger Bewegung als keine kann es nicht geben. Eine Äquivalenz der Protyposis zur Materie wird erst möglich, wenn eine Entsprechung zu "null Gramm Materie" definierbar wird.

Die Absolutheit wird dadurch erreicht, dass ein AQI-Bits sich auf den Kosmos als Ganzes bezieht und jede Relativierung z.B. durch einen bestimmten Ort oder einen bestimmten Raumbereich oder eine bestimmte Bewegung innerhalb des Kosmos unterbleibt. Solange alles "relativ" bleibt²⁹, ist ein absoluter Wert nicht möglich. Bei der Temperatur war die Unbestimmtheit so lange der Fall, wie mit Fahrenheit und Celsius und den dabei willkürlich festgesetzten Nullpunkten gearbeitet wurde. Der absolute Nullpunkt erlaubte die absolute Festlegung und damit das Verstehen des Wesens von Temperatur. Die Protyposis erweist sich mit ihren absoluten Aspekten als die physikalische Fassung dessen, was ist oder was möglich ist, also von Sein und Werden.

Weizsäcker sprach oft davon, dass die Quantentheorie den Materiebegriff im Grunde überflüssig macht. Dazu kann man feststellen, dass es unsinnig wäre, zu behaupten: "Materie gibt es nicht".

²⁸ siehe Görnitz & Görnitz (2002, 2008, 2016)

²⁹ Weizsäcker 1985, S. 409 ff, 578

Aber es ist wichtig zu sehen, dass die Grundlage der Materie gerade nicht "kleinste materielle Objekte" sind.

Für den Tischler ist der Tisch die Form und das Holz die Materie, für den Chemiker ist das Holz die Form und die Atome der Ligninmoleküle die Materie, für den Physiker sind die Atome die Form und die Elementarteilchen die Materie.

Da die AQIs-Bits sich auch zu relativistischen Quantenteilchen formen, wird mit den AQIs der Protyposis die Unterscheidung zwischen Form und Materie aufgehoben. Sie sind noch keine konkrete Form und auch noch keine Materie, sondern sie bilden eine dynamische Basis für Beides.

Die Protyposis kann daher als „Substanz“ aufgefasst werden, als dasjenige, was allem Seienden zugrunde liegt. Allerdings ist im Gegensatz zum antiken Begriff der Substanz bei der Protyposis die Dynamik der Evolution hinzuzunehmen, welche im Wachsen der Anzahl der AQIs deutlich wird. Auf Grund dieser Zunahme wird eine immer komplexere Ausformung der Protyposis zu den unterschiedlichsten Gestalten im Kosmos bis hin zum Leben und dem menschlichen Bewusstsein möglich.

3.3. Gruppentheoretische Strukturen der Protyposis führen zu einer kosmologischen Metrik

Der zweidimensionale komplexe Zustandsraum des Quantenbits hat als kontinuierliche Symmetriegruppen die Gruppen $SU(2)$ und $U(1)$. Die $U(1)$ war mit der empirischen Zeit verknüpft und aus Symmetriegründen sollte dann der Raum aus gruppentheoretischer Sicht ein homogener Raum der $SU(2)$ sein. Weizsäcker bemerkt dazu, dass noch eine Metrik fehlt:³⁰

„Die kontinuierliche Symmetriegruppe des Urs ist die $U(2)$; ihre Erweiterung durch die Komplexkonjugation besprechen wir erst [...]. Die $U(2)$ enthält die zwei kommutierenden Untergruppen $U(1)$ und $SU(2)$. Die $U(1)$ ist [...] die Gruppe der zeitlichen Änderung des Zustands; [...] Die $SU(2)$ ist lokal isomorph der $SO(3)$. Es liegt also nahe, sie als Drehgruppe in einem dreidimensionalen reellen Raum aufzufassen.

Das einfache Argument hierfür lautet: Alle Dynamik ist Wechselwirkung. Alle Wechselwirkung ist letzten Endes Wechselwirkung zwischen Uren. Also wird sie invariant sein, wenn der Zustand aller Ure gleichzeitig mit demselben Element der Symmetriegruppe des Urs transformiert wird. Somit sollte der Ortsraum ein homogener Raum der $SU(2)$ sein.

Der natürlichste homogene Raum der $SU(2)$ ist die $SU(2)$ selbst. Sie ist eine S^3 , also isomorph dem Ortsanteil des Einstein-Kosmos. Deshalb ergibt sich uns der Einstein-Kosmos als einfachstes Modell des durch die Quantentheorie implizierten Ortsraums. Natürlich folgt daraus noch keineswegs das Einsteinsche Weltmodell. Wir haben ja noch keine Theorie der Längen und Zeitmessung.“

Mit gruppentheoretischen Überlegungen konnte die fehlende Metrik erzeugt werden. Erst so werden Abstände messbar. Dies wurde möglich, weil eine "kleinste Länge" abgeleitet werden konnte, die in der Theorie noch als etwas „Faktisches“ angesehen werden darf. Im nächsten Kapitel wird gezeigt, wie eine Kosmologie begründet werden kann, welche diesen Namen tatsächlich verdient.³¹ Dabei zeigt sich, dass ein AQI in der Tat eine kosmische Größe ist. Wegen seines Bezuges zum Kosmos als Ganzem ist es in der Tat absolut definiert.

- *Es zeigte sich, dass das kosmologische Modell, welches aus der Quantentheorie der Protyposis begründet wurde, mit der Empirie immer besser übereinstimmt, je genauer die Beobachtungsdaten werden.*

Zugleich scheiden immer mehr von den damit konkurrierenden Modellen als akzeptable Beschreibungen des Kosmos aus.³²

“The results of our analysis in this paper show that, if the measurements [...] are correct, the concordance Λ CDM model, optimized to fit SN Ia and CMB data, does not pass the AP test. In light of the AP results, one may begin to question its status as a true ‘concordance’ model. Instead, the AP test

³⁰ Weizsäcker 1985, S. 399

³¹ Görnitz 1986, 1988¹, 1988²

³² Melia, F, López-Corredoira, M (2016)

using these model-independent data favors the $R_{\text{H}}=ct$ universe, which has thus far also been favored by model selection tools in other one-on-one comparative tests with Λ CDM.”

3.4. Resümee

- *Allgemein in der Physik und speziell in der Kosmologie bahnt sich gegenwärtig ein Paradigmenwechsel an. Dieser korrigiert in grundlegender Weise das Jahrtausende alte Bild von der Basis der Wirklichkeit als einer Ansammlung kleinster materieller Objekte und passt die Theorien besser an die Realität an.*
- *Während eine Substanz als das „Grundlegende der Wirklichkeit“ zumeist auch als etwas Erhaltenes gedacht wird, stellen die absolut definierten, abstrakten bedeutungsfreien Bits von Quanteninformation, die AQIs der Prototypis, eine noch nicht materielle und zugleich dynamische „Substanz“ eines evolutionären kosmischen Prozesses dar.*
- *Die AQIs begründen als die einfachsten quantenphysikalischen Strukturen mit Hilfe gruppentheoretischer Überlegungen die Strukturen des Kosmos und seines materiellen und energetischen Inhaltes.*
- *So lässt sich mit quantentheoretischen Überlegungen u.a. begründen, warum der kosmische Raum dreidimensional ist.*

4. Strukturen der Quantentheorie

Alles, was im Kosmos existiert und in der Physik beschrieben werden kann, lässt sich aufbauen aus den einfachsten quantenphysikalischen Strukturen, die aus mathematischen Gründen möglich sind.

Um zu zeigen, dass diese These zutreffend ist, sind zuerst relativistische Quantenteilchen theoretisch aus den AQIs zu formen, den absolut definierten bedeutungsfreien Bits von Quanteninformation. Dann ist zu zeigen, dass die Zustände von beliebigen Anzahlen solche AQIs durch Funktionen über den Ortsraum repräsentiert werden. Damit ist dann gezeigt, dass alles, was die Physik beschreibt, sich im Ortsraum befindet.

4.1. Die zweite Quantisierung und die Klassifizierung der Quanten

Mit dem Begriff der zweiten Quantisierung beschreibt man das Phänomen, dass ein Quantenfeld verstanden werden kann als eine unbestimmte Anzahl von Quantenteilchen. Veränderungen im Zustand des Quantenfeldes geschehen durch das Erzeugen und Vernichten seiner Quantenteilchen.

Bereits vor längerer Zeit war gezeigt worden³³, dass in analoger Weise ein Quantenteilchen durch eine unbestimmte Anzahl von Quantenbits beschrieben werden kann. Für die Durchführung dieses Programms hatte es sich als zweckmäßig erwiesen, die Quantenbits in „zwei Typen“ zu unterscheiden. Der Grund dafür ist ein gruppentheoretischer. Neben den beiden kontinuierlichen Gruppen $U(1)$ und $SU(2)$ existiert für die AQIs noch eine diskrete antilineare Symmetrietransformation, die Komplexkonjugation, welche „ $i=\sqrt{-1}$ “ in „ $-i$ “ überführt. Durch eine Verdoppelung des Zustandsraumes lässt sich diese Transformation linear darstellen. Weizsäcker sprach in diesem Zusammenhang von Uren und Antiuren.³⁴ Mit diesen lassen sich dann die Zustandsmannigfaltigkeiten von Quantenteilchen als irreduzible Darstellungen der Poincaré-Gruppe darstellen. Siehe Formel (4.1)

Es ist an dieser Stelle wichtig, noch einmal auf die verschiedenen Komplexitätsstufen der Quantentheorie hinzuweisen. Durch die verbreitete Sprechweise allein von „Quantenmechanik“ wird dies für Uneingeweihte leicht verdeckt.

Die komplexesten Strukturen, welche physikalische Phänomene beschreiben, sind die Quantenfelder, die bereits oben erwähnt sind. Der Zustand eines Quantenfeldes ändert sich durch Erzeu-

³³ Görnitz, T, Graudenz, D, Weizsäcker, C F v (1992), Görnitz, T, Schomäcker, U (2012)

³⁴ Weizsäcker 1985, S. 405 f.

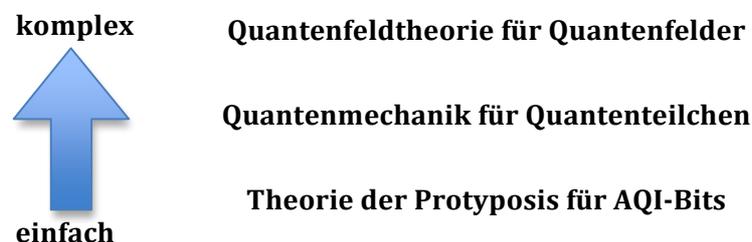
gung oder Vernichtung von Quantenteilchen. Die Quantenteilchen sind somit wesentlich einfacher als die aus ihnen konstruierten Quantenfelder.

Die Quantenmechanik geht im Gegensatz zur Quantenfeldtheorie von einer festen Anzahl von Quantenteilchen aus. So werden die Vorgänge in der Atomhülle mit einer festen Zahl von Elektronen und Atomkernen behandelt. Die Kräfte zwischen diesen werden zumeist als klassische Kraftfelder aufgefasst. Damit wird es möglich, das Entstehen von Entitäten mit vollkommen neuen Eigenschaften zu verstehen, nämlich das Formen von Molekülen aus Atomen.

Ein Quantenteilchen wiederum kann veranschaulicht werden als eine unbegrenzte Anzahl von Quantenbits. Der Zustand eines Quantenteilchens kann sich durch Erzeugung oder Vernichtung von Quantenbits verändern. Bisher wird dies zumeist als „Aufnahme und Abgabe von Energie“ umschrieben.

Die Quantenbits sind auch aus mathematischen Gründen die einfachsten Quantenstrukturen.

Die Abfolge der theoretischen Strukturen im Rahmen der Quantentheorie kann wie folgt skizziert werden.



Ein anderer Aspekt der „zweiten Quantisierung“ besteht darin, dass sie als Übergang von den Zuständen eines Systems zu der „Mannigfaltigkeit der Möglichkeiten über den Zuständen“ oder „der Menge der Funktionen über den Zuständen“ verstanden werden kann.³⁵

Es ist ein naheliegender und häufiger Irrtum, die Quantenbits als räumlich klein oder gar als punktförmig vorzustellen. Im Gegensatz zu dieser Vorstellung sind sie kosmisch ausgedehnt.

Die Quantenbits sind aber von Quantenfeldern, die ebenfalls ausgedehnt sind, grundlegend verschieden.

Ein Quantenbit hat einen nur zweidimensionalen Zustandsraum, ein Quantenteilchen einen Zustandsraum mit abzählbar unendlich vielen Dimensionen und ein Quantenfeld einen mit sogar überabzählbar unendlich vielen Dimensionen. (Der Zustandsraum ist eine abstrakte mathematische Bildung, z. B. ein Raum von Funktionen – $\psi(\mathbf{x})$ –, deren Argumente – \mathbf{x} – Punkte im Ortsraum kennzeichnen können.)

Die Änderung des Zustands des Quantenteilchens durch das Hinzufügen und Entfernen von Quantenbits soll im Folgenden etwas verdeutlicht werden.

4.2. Typen von Quanten

Quantenteilchen sind nichts Fundamentales, sie können weitgehend ineinander umgewandelt werden. Dennoch ist es sehr zweckmäßig, ihre verschiedenen Typen zu unterscheiden.

Eine Unterscheidung betrifft die zwischen „Kraft und Stoff“. Für Stoffe gilt: Wo ein Körper ist, kann kein zweiter sein. Wenn ich die Hand ins Wasser stecke, dann ist an dieser Stelle kein Wasser mehr. Dagegen gilt: Wo eine Kraft wirkt, da kann auch eine weitere wirken. Auf eine Büroklammer können zugleich die Magnetkraft und die Schwerkraft einwirken. Zumeist kann man Stoffliches sehen, Kräfte hingegen kann man nicht sehen, höchstens spüren.

³⁵ Görnitz (1999), S. 196 ff., Görnitz & Görnitz (2008) S. 90ff

Diese Unterschiede werden in der Quantentheorie durch den Spin – man darf dabei an „drehen“ denken – der Quanten bewirkt. Stoff hat Quanten mit einem halbzahligen Spin, Kräfte haben Quanten mit einem ganzzahligen Spin.

Eine weitere Unterscheidung betrifft die Differenz zwischen Materie und Bewegung.³⁶ Sei Einsteins berühmter Formel $E=mc^2$ weiß man, dass sie einander äquivalent sind, d.h. ineinander umwandelbar.

Materielle Quanten besitzen eine Ruhmasse, z.B. Elektron, Proton, Neutron usw. Sie können sich in einem kleinen Raumbereich aufhalten.

Im Gegensatz dazu können Quanten ohne Ruhmasse – die Photonen – nicht anhalten, sie bewegen sich im Vakuum stets mit Lichtgeschwindigkeit.

Besonders interessante Typen von Quanten sind die Strukturquanten. Sie haben in der klassischen Physik keine Entsprechungen.

Dieser Begriff ist allgemeiner als der gelegentlich gebrauchte Begriff der "virtuellen Teilchen", weil das Wort "Teilchen" in diesem Zusammenhang ungeeignete Assoziationen erzeugen kann.

Strukturquanten gehen aus einer quantentheoretischen Beschreibung von „Schwingungszuständen“ eines Systems um dessen Grundzustand hervor. Die Strukturquanten können nie als „Teilchen“ im Vakuum erscheinen, dennoch erzeugen sie innerhalb ihres Existenz-Systems reale Wirkungen.

Zu ihnen gehören die Phononen, die Schallquanten. Wenn die positiv geladenen Atomkerne im Kristallverband eines Festkörpers um ihre Ruhelage schwingen – das meint man mit „Schall“ – dann hat das einen Einfluss auf die Bewegung der negativ geladenen Elektronen im Kristall. Bei der „Phonon-Elektron-Wechselwirkung“ agieren im Kristall die Phononen wie andere reale Quanten mit den Elektronen, aber außerhalb des Festkörpers können sie natürlich nicht existieren.

Zu den Strukturquanten, die nie als „Teilchen“ erscheinen können, gehören auch die Quarks und die Gluonen. Sie sind die Strukturquanten in den Hadronen, den stark wechselwirkenden Quantenteilchen. Zu den Hadronen gehören z.B. die Protonen und Neutronen und die Quanten der Kernkraft wie Pionen.

Trotzdem reagieren die Quarks z.B. mit Elektronen, die mit extremer Geschwindigkeit auf Protonen und Neutronen geschossen werden. Innerhalb von den Hadronen erscheinen dabei die Quarks wie „richtige“ Teilchen. Man kann sie als interne Schwingungen um einen Grundzustand in diesen Elementarteilchen, z.B. den Protonen und Neutronen, begreifen.

Auch die AQIs der Protyposis sind Strukturquanten und keine Teilchen. Man kann sie interpretieren als die „Grundschrwingungen des kosmischen Raumes“. Erst sehr viele von ihnen können sich zu Strukturen formen, die dann als Teilchen beschrieben werden können. Dann kann eines oder wenige der AQIs an diesem Teilchen wie eine Eigenschaft erscheinen, z.B. ein Spin oder aber auch als Information über einen von zwei möglichen Wegen. An solchen einzelnen Spins oder „welcher-Weg-Informationen“, welche als einzelne Quantenbits erscheinen, werden heutzutage spektakuläre Versuche gemacht. An diesen Versuchen wurde erkennbar, dass die Quantentheorie mit Einzelquanten arbeiten kann und keineswegs nur als statistische Theorie mit vielen Objekten sinnvoll ist.

Der „Rest“ der z.B. zu Photonen geformten AQIs, der als Träger dieser Spins agiert oder der als Information über einen von zwei möglichen Wegen dient usw., wird dabei nicht näher unter-

³⁶ Der Begriff „Bewegung“ als Eigenschaft eines Objektes macht wahrscheinlich besser als der unanschauliche Begriff der „Energie“, der als „kinetische Energie“ ein Maß für Bewegung ist, die unerhörte gedankliche und auch philosophische Herausforderung deutlich, die mit Einsteins Formel verbunden ist. Man denke nur an Lenins These: Es gibt nur die Materie, und die Bewegung ist ihre Grundeigenschaft. An der Protyposis wird erkennbar, dass die Unterscheidung zwischen Objekt und Eigenschaft lediglich eine pragmatische sein kann, jedoch keine grundsätzliche.

sucht und die Quantenbit-Struktur des Gesamtobjektes wird ignoriert, solange Information auf Bedeutung eingeschränkt wird.³⁷

4.3. Relativistische Quantenteilchen aus Quantenbits

Im Minkowski-Raum kann ein relativistisches Quantenteilchen mathematisch sauber definiert werden. Dieser Raum, der eine mathematische Idealisierung ist, kann verstanden werden als ein flacher und unendlich ausgedehnter Raum, der tangential zum realen Raum der Kosmologie liegt. Er kann auch interpretiert werden als der Grenzfall des kosmischen Raumes für den Fall unendlich vieler AQIs. Nikolaus von Kues hatte bereits um 1450 geschrieben, dass ein unendlich großer Kreis zu einer Geraden wird.

Der Minkowski-Raum ist also so etwas wie ein ins Unendliche ausgedehntes Laborzimmer. Da alle realen Experimente mit Teilchen innerhalb des Sonnensystems stattfinden – also nur in einem großen Labor – ist für die Teilchenphysik die Nichtbeachtung des Kosmos zumeist kein Problem. Theoretisch jedoch weiß man, dass z.B. eine beschleunigte Bewegung im Kosmos dazu führt, dass das Vakuum wie eine Teilchenstrahlung erscheint.³⁸

Durch die Bewegungen des Teilchens im Minkowski-Raum gehen die Zustände eines Teilchens auseinander hervor, also ein Zustand aus einem anderen. Die Gruppe aller dieser Bewegungen wird als die Poincaré-Gruppe bezeichnet. Die Zustände eines Teilchens spannen somit eine irreduzible Darstellung dieser Gruppe auf.

Der einfachste „Teilchenzustand“, der durch Quantenbits erzeugt werden kann, ist der des Vakuums im Minkowski Raum $|0\rangle$ (4.1). Er bedeutet: an keinem Punkt des Raumes befindet sich ein Teilchen. Dies ist eine unendliche Menge an Information, daher werden bereits für die Konstruktion des Minkowski-Vakuums unendlich viele Quantenbits benötigt.³⁹

$$(4.1) \quad |0\rangle = \sum_{n_1=0}^{\infty} \sum_{n_2=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n_1+n_2}}{n_1!n_2!} \left(\frac{a_1^\dagger a_3^\dagger + a_3^\dagger a_1^\dagger}{2} \right)^{n_1} \left(\frac{a_2^\dagger a_4^\dagger + a_4^\dagger a_2^\dagger}{2} \right)^{n_2} |\Omega\rangle$$

Die a_i^\dagger sind die Erzeugungsoperatoren des Quantenbits im Zustand i ($i=1, 2, 3, 4$) (bei Weizsäcker Ure $\{1, 2\}$ und Anti-Ure $\{3, 4\}$) aus dem Vakuum $|\Omega\rangle$ der Quantenbits. Man sieht hieran, wie sehr sich Definitionen verschiedener „Vakua“ unterscheiden. „ $|\Omega\rangle =$ kein Qubit ist vorhanden (d.h. das bloße Nichts)“ ist sehr verschieden von der Aussage „ $|0\rangle =$ kein Teilchen ist vorhanden“.

Der Zustand eines masselosen Teilchens mit Impulskomponenten $P_0=P_3=P$ und $P_1=P_2=0$ sowie Spin 0 , welches aus dem Vakuum des Minkowski-Raumes $|0\rangle$ erzeugt wird, hat die Gestalt (4.2)

$$(4.2) \quad \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-P)^n}{n!n!} \left(\frac{a_1^\dagger a_3^\dagger + a_3^\dagger a_1^\dagger}{2} \right)^n |0\rangle$$

In der Formel (4.2) laufen die Potenzen des Impulses P und die der Erzeugungsoperatoren von null bis unendlich. (4.2) beschreibt – wie das Minkowski-Vakuum – unendlich viele Quantenbits. Sie kann dahingehend interpretiert werden, dass wenn die unendlich vielen Quantenbits vom Vakuum des Minkowski-Raumes in einer anderen Weise gruppiert werden, dann können diese Quantenbits den Zustand eines Quantenteilchens bedeuten. Wenn das Teilchen (4.2) aus dem Vakuum $|\Omega\rangle$ der AQIs erzeugt werden soll, ist (4.2) mit (4.1) zu koppeln. Es ergeben sich drei unendliche Summen hintereinander, dabei bleibt es bei unendlich vielen Qubits, denn $3 \times \infty = \infty$. Dies kann als eine Beziehung zum Bild der Dirac-See gesehen werden. In diesem ist das Teilchen-Vakuum im Minkowski-Raum im Prinzip das Ganze.⁴⁰

³⁷ Zeilinger (2003), S. 214 ff.

³⁸ Unruh (1976, 1992)

³⁹ Görnitz, Graudenz, Weizsäcker (1992)

⁴⁰ Weizsäcker zitierte oft Heisenberg mit dem Ausspruch: „Das Vakuum ist das Ganze.“

Die Formeln für Teilchen mit Ruhmasse und Spin $\neq 0$ werden komplizierter.⁴¹ Man muss dann bei Masse $\neq 0$ für die Quantenbits eine Para-Bose-Statistik anwenden. (4.3)

Para-Bose-Statistik bedeutet trilineare Vertauschungsrelationen und die Einführung einer Para-Bose-Ordnung $p \{p=1, 2, 3, 4\}$. Dabei bedeutet $p=1$ Bose-Statistik.

$$(4.3) \quad \begin{aligned} \frac{1}{2} \left[\{a_r, a_s^\dagger\}, a_t \right] &= -\delta_{st} a_r \\ \left[\{a_r^\dagger, a_s^\dagger\}, a_t^\dagger \right] &= \left[\{a_r, a_s\}, a_t \right] = 0 \\ a_r a_s^\dagger |\Omega\rangle &= p \delta_{rs} |\Omega\rangle \end{aligned}$$

Wie üblich bezeichnen $[a, b]$ Kommutatoren und $\{a, b\}$ Antikommutatoren.

Hier wird an die Konstruktion erinnert, wie man von Quantenbits zu Quantenteilchen und damit von diesen auch zu Quantenfeldern gelangt. Somit können alle masselosen und massiven Objekte der Quantentheorie auf Quantenbits zurückgeführt werden. Die These, dass alles, was durch die Physik beschrieben werden kann, aus Qubits aufgebaut ist, ist damit mathematisch und theoretisch-physikalisch gut fundiert.

Man darf also davon ausgehen, dass alles im Kosmos letztlich als aus Quantenbits aufgebaut verstanden werden kann.

Allerdings ist wiederum daran zu erinnern, dass das mathematische Modell eines relativistischen Quantenteilchens als irreduzible Darstellung der Poincaré-Gruppe nur in der Idealisierung des Minkowski-Raumes gültig ist. Würde man dieses Modell unüberlegt auf den realen kosmischen Raum übertragen, könnte die mathematische Exaktheit zu physikalisch unsinnigen Aussagen führen, z.B. wenn in der mathematischen Struktur Zustände vorkommen, in der ein einzelnes Quantenteilchen mehr Energie aufnimmt als einem ganzen Galaxienhaufen entsprechen würde. Es ist daher bei jeder Modell-Vorstellung in den Naturwissenschaften zu prüfen, ab wann Aspekte oder Übertreibungen des Modells nicht mehr ignoriert werden dürfen. In der Physik ist also die mathematische Struktur immer an der Realität zu überprüfen.

4.4. Resümee

- Die Quantentheorie unterteilt sich in verschiedene Komplexitätsstufen. Die einfachsten Quantenstrukturen sind die AQIs der Prototypis, komplexer sind Quantenteilchen und am komplexesten sind Quantenfelder. Die Stufen gehen durch einen Prozess auseinander hervor, der als „zweite Quantisierung“ bezeichnet wird.
- Die zweite Quantisierung kann verstanden werden als der Übergang von den Zuständen des Systems zu der Mannigfaltigkeit der Möglichkeiten, die sich daraus ergeben können.
- Es ist zweckmäßig, die Quanten zu unterteilen nach Stoffquanten und Kraftquanten sowie nach ruhmassebehafteten Quanten, ruhmasselosen Quanten und Strukturquanten. Zu den Strukturquanten gehören auch die AQI-Bits.
- In konkreten Rechnungen wurde gezeigt, wie sich Quantenteilchen aus Quantenbits formen können.
- Von den vielen Quantenbits eines Quantenteilchens kann eines hervorgehoben werden, z.B. als Spin. An diesem einem und durch den „Träger“ lokalisierten Quantenbit können dann „Ein-Qubit-Experimente“ durchgeführt werden.
- Zu dem Begriff „Träger“ ist daran zu erinnern, dass massive Quantenteilchen und masselose Photonen selbst Zustände von vielen AQIs der Prototypis sind. Bestimmte Eigenschaften des „Trägers“ werden von ganz wenigen dieser AQIs geformt und können als „bedeutungsvolle Quanteninformation“ interpretiert werden. Der übergroße Rest der AQIs, also der Träger, wird als Energie oder als Ruhmasse bezeichnet.

⁴¹ Görnitz, T, Schomäcker, U (2012)

5. Die Begründung der raumzeitlichen Metrik

5.1. Ausreduktion von Tensorprodukten von $SU(2)$ -Darstellungen⁴²

In einem kosmologischen Modell, welches auch die Expansion des kosmischen Raumes beschreiben kann, muss von der Idealisierung des Minkowski-Raumes Abstand genommen werden.

Das topologische Modell des Ortsraumes ist, wie oben begründet, eine S^3 , der maximale homogene Raum der Gruppe $SU(2)$, also die Gruppe selber als ihr homogener Raum. Die S^3 ist in mathematischer Sprache die "dreidimensionale Oberfläche einer vierdimensionalen Kugel". Sie ist nicht flach wie der Minkowski-Raum, sondern als Kugel gekrümmt.

Der Hilbert-Raum der quadratintegriblen Funktionen auf der S^3 ist der Darstellungsraum der „regulären Darstellung“ der $SU(2)$. In der regulären Darstellung sind sämtliche irreduziblen Darstellungen der Gruppe enthalten. Da die $SU(2)$ bisher nur an Quantenbits betrachtet wurde, die z.B. als Elektronen-Spin erschienen (Spin $1/2$), spricht man bei einem Qubit oft ebenfalls von einer Spin- $1/2$ -Darstellung.

N bezeichne die Anzahl der AQIs im Kosmos. Der Zustandsraum eines AQI ist der zweidimensionale Raum einer Spin- $1/2$ -Darstellung ${}^2D_{1/2}$ der $SU(2)$. Der untere Index kennzeichnet das, was üblicherweise als Spin $k=0, 1/2, 1, 3/2, \dots$ bezeichnet wird, der obere Index die zugehörige Dimension $(2k+1)$ des Zustandsraumes der Darstellung. Der Zustandsraum von N AQIs hat als das Tensorprodukt demnach die Dimension 2^N .⁴³

Für die Zerlegung dieses Tensorproduktes in irreduzible Darstellungen definieren wir für $N=2k$ und für $N=2k+1$ den Ausdruck $|N/2| = k$. Dann erweist sich die Ausreduktion als

$$(5.1) \quad ({}^2D_{1/2})^{\otimes N} = \bigoplus_{j=0}^{|N/2|} \frac{N!(N+1-2j)}{(N+1-j)!j!} {}^{2|N/2|-2j+1}D_{|N/2|-j}$$

Das Maximum des Multiplizitätsfaktors $f(j)$

$$(5.2) \quad f(j) = \frac{N!(N+1-2j)}{(N+1-j)!j!}$$

befindet sich bei dem Wert

$$(5.3) \quad j_{max} = (1/2)[N - \sqrt{N+2}]$$

was für $N \gg 1$ genähert

$$(5.4) \quad j_{max} \approx [N - \sqrt{N}]/2$$

ist. Benutzen wir die Näherungsformel für die Fakultät

$$(5.5) \quad \ln(n!) \approx [n+(1/2)] \ln n - n + (1/2) \ln(2\pi)$$

dann sind die entsprechenden Werte für die Multiplizität $f(j)$ für die zwei- bzw. eindimensionale Darstellung bei $j=|N/2|$ und für die $2^{\sqrt{N}}$ -dimensionale Darstellung bei j_{max} jeweils von der Größenordnung

$$(5.6a) \quad f(|N/2|) \approx O(2^N N^{-3/2})$$

$$(5.6b) \quad f(j_{max}) \approx f\{(1/2)[N - \sqrt{N}]\} \approx O(2^N N^{-1})$$

Nach j_{max} fallen die Häufigkeiten exponentiell ab bis auf den Wert 1.

⁴² Görnitz, T, (1988²)

⁴³ Görnitz, T, (1988¹)

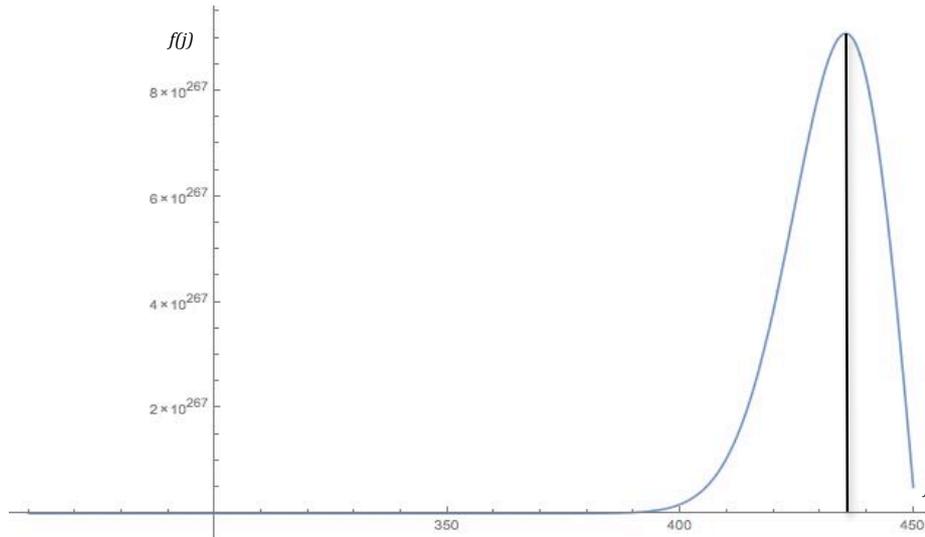


Abbildung 2: Beispiel für Häufigkeit von Darstellungen in der Ausreduktion von N -fachen Tensorprodukten von Darstellungen $({}^2D_{1/2})^{\otimes N}$ der $SU(2)$.

Die größte Wellenlänge gehört zu den Darstellungen $j=N/2$ (hier Punkt 450), die häufigste zu $j=(N-\sqrt{N})/2$, (hier Punkt 435), und die kürzesten Wellenlängen, die eine noch zu berücksichtigende Häufigkeit besitzen, gehören zu den Darstellungen $j=(N/2-\sqrt{2N})$ (hier Punkt 390)

$$N=900, (N/2) = 450, (N - \sqrt{N})/2 = 435, (N/2-\sqrt{2N}) = 407,5$$

$$\text{Häufigkeiten: } f(N/2) \approx 0,3 \cdot 10^{266}, f((N-\sqrt{N})/2) \approx 9 \cdot 10^{267}, f(N/2-\sqrt{2N}) \approx 7,2 \cdot 10^{266}$$

$$\text{Plot}[\{(900! (900 + 1 - 2 j)) / ((900 + 1 - j)! j!), \{j, 260, 450\}, \text{PlotRange} \rightarrow \text{All}]$$

(erstellt mit Mathematica® 10.3.1.0)

Das graphische Beispiel zeigt, dass die Häufigkeit von denjenigen Darstellungen vernachlässigt werden können, die zu $j < (N/2 - \sqrt{2N})$ gehören und die somit einen Zustandsraum besitzen, dessen Dimensionen etwa zwischen $\sqrt{2N}$ und N liegen. Für diese Darstellungen haben die zugehörigen Wellenfunktionen eine Wellenlänge, welche wesentlich kürzer ist als die zum Maximum gehörige.

Mit R werde der Krümmungsradius der S^3 bezeichnet. Eine Darstellung der $SU(2)$ mit einem Zustandsraum der Dimension n enthält Wellenfunktionen, welche eine Unterteilung bis etwa auf die Größenordnung R/n ermöglichen.

Da wir bisher eine rein quantentheoretische Betrachtung angestellt haben ist es sinnvoll, große Wahrscheinlichkeiten als etwas „Faktisches“ zu interpretieren.

Eine S^3 welche N Exemplare der AQIs enthält, wird daher eine kleinste, noch als „faktisch“ interpretierbare Länge besitzen mit einer Ausdehnung in der Größenordnung $R/\sqrt{2N}$. Wir werden sie mit der Planck-Länge identifizieren.

Man könnte einwenden, dass diese Festlegung mit einer gewissen Willkür verbunden sei. An der Kurve könnten die Wert von j , von denen die zugehörige Darstellungen als nicht mehr „faktisch“ vernachlässigt werden, etwas kleiner oder größer festgelegt werden.

Kleinere Längen sind dann „lediglich der Möglichkeit nach“ als existierend zu betrachten. Dieses Erkenntnis ist für unser Verständnis der Wirklichkeit bedeutsam. Die Plancksche Formel $E=hc/\lambda$ besagt in Kombination mit Einsteins Formel $E=mc^2$, dass für ein Quantensystem mit wachsender Masse oder Energie die charakteristische Ausdehnung immer kleiner wird, also für masselose Quanten die Wellenlänge und für massive Quanten die Compton-Wellenlänge.

Die kleinste „faktisch mögliche“ Länge korrespondiert daher zu einer größten faktisch möglichen Masse bzw. Energie und damit natürlich für eine größte Anzahl von AQIs, für welche ein System noch als ein auch faktisch teileloses Quantenteilchen verstanden werden darf.

Dies zeigt auf, wo der immer wieder kontrovers diskutierte Übergang von einer Quantenbeschreibung zu einer klassischen Beschreibung geschehen wird. Dieser Übergang ist keine Frage der räumlichen Ausdehnung, sondern vielmehr eine Frage der beteiligten Energien bzw. Massen. Diese Grenzmasse ist die Planckmasse. Massereichere Systeme können nicht mehr faktisch als ein teilloses Quantensystem beschrieben werden. Sie sind höchstens „mögliche Quantensysteme“.

5.2. Viel Ausgedehntes wird „klein“

Ein einzelnes AQI wurde als ausgedehnt über den ganzen kosmischen Raum dargelegt. Dass mit vielen von ihnen stark lokalisierte Wellenfunktionen konstruiert werden können, widerspricht im ersten Moment der normalen alltäglichen Anschauung. Da haben wir die Erfahrung, dass „viele“ „groß“ wird, hier jedoch wird postuliert: „Das Viele“ wird „klein“.

Was hierbei zum Tragen kommt ist eine wichtige quantenphysikalische Eigenschaft. In der Quantentheorie erfolgt eine Zusammensetzung eines Systems aus Teilen multiplikativ – im Gegensatz zur klassischen Physik, in welcher Systeme additiv zusammengesetzt werden.

Als ein einfaches und anschauliches Beispiel soll der Sinus dienen. In der nachfolgenden Abbildung wird der weit ausgedehnte Graph des Sinus verglichen mit Produkten von ihm und es wird deutlich, dass mit größeren Potenzen eine immer stärkere Lokalisierung einsetzt.

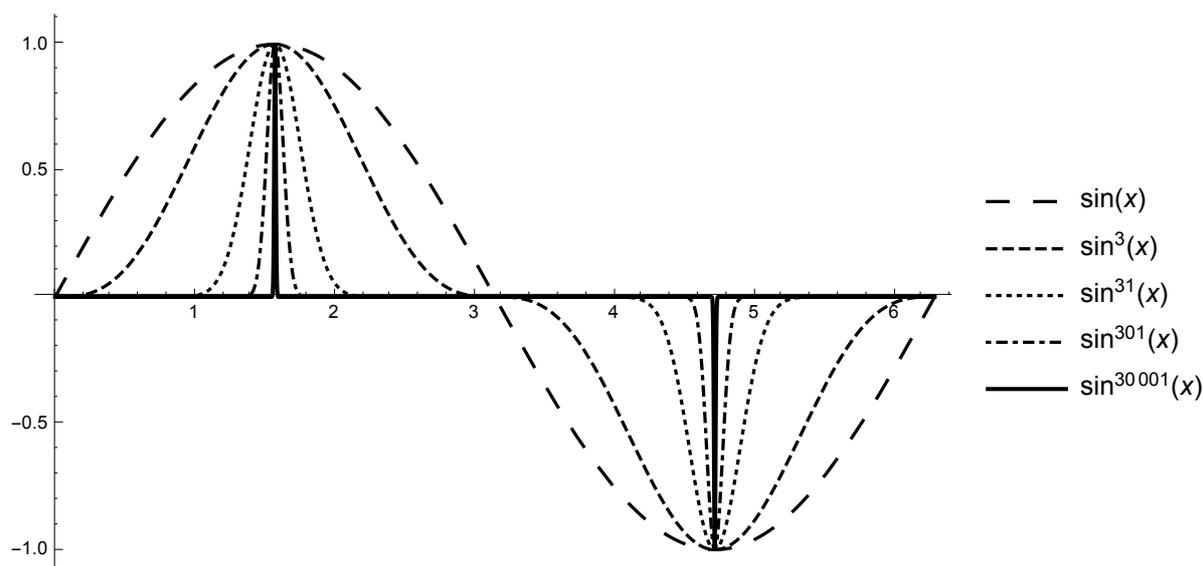


Abbildung 3: Die Sinusfunktion sowie Potenzen der Sinusfunktion zwischen 0 und 2π .
Je größer die Potenz, also je mehr Sinuskurven miteinander multipliziert werden, desto stärker lokalisiert wird der Funktionsgraph.

5.3. Anbindung an die Empirie

Die Physik als eine als Empirie-basierte Wissenschaft kann nicht allein aus a priori-Überlegungen begründet werden, sie benötigt auch Anbindungen an Beobachtungen und an experimentelle Ergebnisse.

Bereits im Jahre 1899 hatte Max Planck erkannt, dass sich aus drei fundamentalen Naturkonstanten – nämlich der Lichtgeschwindigkeit, der Gravitationskonstante und dem von ihm entdeckten Wirkungsquantum – Maßeinheiten für Länge, Dauer und Masse herleiten lassen. Diese Größen werden heute als Planck-Einheiten bezeichnet. Planck-Länge und Planck-Zeit kennzeichnen die kleinste Länge und die kürzester Zeit, welche noch als faktisch realisierbar gedacht werden darf. Die Planck-Masse charakterisiert das massereichste Quantenteilchen und zugleich die Grenze zum kleinsten denkbaren schwarzen Loch.

- *Mit diesen Kenntnissen aus der Empirie werden wir die kleinste noch als faktisch denkbare Länge aus unseren gruppentheoretischen Überlegungen mit der Planck-Länge l_{pl} identifizieren.* ⁴⁴

$$(5.7) \quad R = l_{pl} \sqrt{2N}$$

Dies ermöglicht es, in der S^3 Abstände zu definieren, also nach der hier gegebenen Herleitung im Ortsraum.

Wenn wir die Planck-Länge l_{pl} als unveränderlich definieren, dann wird bei einer wachsenden Anzahl N der AQIs die Länge des Radius R der S^3 wachsen.

Wenn wir vom Anwachsen der Anzahl der AQIs sprechen, so ist eine Definition der Zeit notwendig, in welcher ein solcher Ablauf gemessen werden soll. Wenn eine Distanz definiert ist – wie es mit der Planck-Länge geschehen ist –, so folgt eine Zeit, wenn eine Geschwindigkeit vorgegeben ist.

- *In der Natur gibt es eine ausgezeichnete Geschwindigkeit, c , nämlich die Geschwindigkeit des Lichts im Vakuum.*

Es wird daher postuliert, dass zu diesem kosmologischen Modell eine derartige Definition von Zeit t gehört, so dass die Veränderung des kosmischen Radius mit dieser ausgezeichneten Geschwindigkeit erfolgt.

$$(5.8) \quad R = ct$$

Eine Grundformel der Quantentheorie ist die von Planck gefundene Beziehung zwischen Energie und charakteristischer Ausdehnung.

- *Plancks Formel stellt eine Korrespondenz zwischen der Energie eines Quantenobjektes und seiner Ausdehnung her.*

$$(5.9) \quad E = h\nu = hc/\lambda$$

Die „Wellenlänge“ λ eines Quantenbits ist von der Größenordnung des Radius R der S^3 . Dieser größtmöglichen Länge entspricht die kleinste Energie, die als eine faktische Größe verstanden werden darf, nämlich die Energie eines Qubits E_{AQI} , welche sich als proportional zum Kehrwert des Radius R erweist.

$$(5.10) \quad E_{AQI} \sim 1/R$$

Für N Exemplare der AQIs wird dann die Gesamtenergie U wegen $R = \sqrt{2N}$ bzw. $N = R^2/2$ proportional zu

$$(5.11) \quad U \sim N/R \sim R/2$$

Wir haben eine Vielzahl von AQIs in einem sich ausdehnenden Volumen. Es ist daher notwendig, auch statistische Überlegungen einzubeziehen, also thermodynamische Beziehungen zu beachten. Der erste Hauptsatz der Thermodynamik regelt das Verhalten der Energie U eines Systems bei veränderlichem Volumen V , also bei $dV \neq 0$.

Dazu sind einige erläuternde Bemerkungen auch mit einem Blick auf die ART angebracht, wenn wir diese Theorie für die Ableitung unserer Argumente nicht verwenden.

Der erste Hauptsatz hatte ursprünglich erlaubt zu verstehen, wie von Wärmekraftmaschinen Arbeit geleistet werden kann. Eine Zufuhr einer Wärmemenge δQ kann zur Erhöhung der inneren Energie dU eines Gases oder zur Expansion des Volumens dV gegen eine äußere Umgebung führen. Dabei kommt der Druck p zum Tragen: $\delta Q = dU + pdV$. Bei einem thermodynamisch abgeschlossenen System wird $\delta Q = 0$.

Das expandierende Volumen des kosmischen Raumes ist gewiss abgeschlossen, so dass $\delta Q = 0$ dafür eine sinnvolle Annahme ist. Wichtig ist weiterhin, dass die AQIs keine Teilchen sind. Überlegungen aus der Thermodynamik der Gase können daher auf das vorliegende Modell nicht ohne weiteres übertragen werden.

Durch die quantentheoretischen Beziehungen der AQIs ist vorgegeben, dass die innere Energie U des Kosmos und sein Volumen V in gleicher Weise wachsen. Daher ergibt sich in diesem Modell, wie

⁴⁴ Ein wachsender Kosmos entspricht eher unseren Alltagserfahrungen, obwohl natürlich auch $R = \text{konstant}$ und l_{pl} als entsprechen schrumpfend definiert werden könnte.

gezeigt werden wird, für den inneren Druck ein negativer Wert. Das passt zu den Befunden, die sich aus der ART ergeben.

Für alle „normalen“ Stoffe, die in der Thermodynamik betrachtet werden, wird der Druck fast immer als positiv vorausgesetzt. Nur ein positiver Druck kann in diesen Fällen das Volumen gegen äußere Kräfte vergrößern. Diese Überlegungen gelten allerdings nur, solange die ART nicht in Betracht gezogen wird.

Im Rahmen der ART tragen alle Komponenten des Energie-Impuls-Tensors und damit auch ein positiver Druck zur gravitativen Wirkung und damit zu einer Kontraktion bei. Deshalb wird auch ein hinreichend großer positiver Druck eine merkliche kontrahierende Wirkung hervorrufen. Dies ist der Grund, weshalb ein wachsender innerer positiver Druck in einem hinreichend großen Neutronenstern den Gravitationskollaps nicht verhindert, sondern mitbewirkt. Im Gegensatz zu unseren Alltagsvorstellungen, wo ein positiver Druck einen Reifen aufbläst, wirkt hingegen die Einführung eines negativen Druck in die Theorie der ART einem Kollaps entgegen.

Der negative Druck der fiktiven Dunklen Energie ist so stark negativ, dass er – sollte er existieren – eine beschleunigte Expansion des Kosmos bewirken würde. Ohne die ART zu bemühen folgt im Einklang mit dieser aus dem Protyposis-Modell ein solcher Wert des negativen Druckes, der eine konstante Expansion zur Folge hat.

- *Für unser kosmologisches Modell mit seinem abgeschlossenen und zugleich veränderlichen Volumen gilt der erste Hauptsatz der Thermodynamik.*

$$(5.12) \quad dU + p dV = 0$$

Wegen $dU \sim dR/2$ folgt

$$(5.13) \quad dR/2 + 2 \pi^2 p 3R^2 dR = 0$$

Die Veränderung des kosmischen Krümmungsradius bedingt, dass dR nicht gleich null gesetzt wird. Somit gilt

$$(5.14) \quad p = -1/4 \pi^2 3R^2$$

Definieren wir eine Energiedichte μ durch $U = \mu V = \mu 2 \pi^2 R^3$, dann folgt für μ

$$(5.15) \quad U = R/2 = \mu 2 \pi^2 R^3 \quad \text{oder} \quad \mu = 1/4 \pi^2 R^2$$

Damit ergibt sich eine Zustandsgleichung für die AQIs der Protyposis zu

$$(5.16) \quad p = -\mu/3 \quad \text{bzw.} \quad \mu + 3p = 0$$

Die zitierten Autoren⁴⁵ der Studien über die lineare Expansion des Kosmos bezeichnen diese Zustandsgleichung der Protyposis als „zero active mass condition“.

Die Gleichung des quantenkosmologischen Modells der Protyposis kann dahingehend interpretiert werden, dass der Kosmos als eine Aufspaltung des Vakuums der AQIs in zwei gleichgroße Anteile verstanden werden kann. Die Aufspaltung geschieht in einen positiven Anteil von Energie, dem auch die Materie und das Licht zugeordnet ist, sowie einen negativen Anteil von Druck, der in einer Interpretation gemäß der Newtonschen Theorie als Wirkung der Gravitation verstanden werden kann. Der Gravitation wird in dieser Interpretation sozusagen eine „negative Energie“ zugeordnet.

Auch wenn beide Anteile wegen der Zunahme der AQIs und der damit verursachten Expansion des Kosmos in ihrem Betrag immer größer werden, so bleibt doch die Summe von beiden stets null. Das erinnert an antike und mittelalterliche Philosophen, die über eine „creatio ex nihilo“ nachgedacht haben.

Mit der Protyposis wird eine tatsächliche und vor allem auch verstehbare Grundlage für den „Stoff des Kosmos“ und seine Entwicklung gegeben.

Die willkürlichen Erfindungen wie „Inflation“ oder „Dunkle Energie“ erweisen sich als überflüssig. Die Probleme, die mit diesen Entitäten umgangen werden sollen, werden von der Protyposis auf natürliche Weise durch deren negativen Druck gelöst.

⁴⁵ siehe Fußnoten 1-5

Es zeigt sich daran auch, wie ungeeignete Modelle auf der Basis von richtigen Daten zu falschen Prognosen führen müssen, wie z.B. zu der These einer beschleunigten Expansion des Kosmos.

5.4. Der „kosmologische Term“

Die kosmologische Konstante Λ bietet einen interessanten Aspekt in der Geschichte der wissenschaftlichen Kosmologie. Albert Einstein hatte den festen Glauben, dass das Universum keinen zeitlichen Anfang haben dürfe. Er musste jedoch erkennen, dass seine Gleichungen eine solche Lösung nicht ermöglichten. So änderte er diese ab, indem er obige freie Konstante Λ zusätzlich einführte. Eine solche Konstante hat einen Energie-Impuls-Tensor von der Form des Vakuums und sie ermöglicht einen Kosmos mit Materie, aber ohne zeitlichen Anfang. Dieser „Einstein-Kosmos“ ist eine S^3 mit einem konstanten Radius. Der in Λ vorhandene negative Druck kann bei geeigneter Anpassung dieses freien Parameters einem Kollaps des Raumes die Waage halten, der wegen der gravitierenden Materie sonst zu erwarten wäre.

Kurz danach wurde die Rotverschiebung der Galaxien und damit die Expansion des kosmischen Raumes entdeckt – die auf einen zeitlichen Anfang schließen lässt – und Λ verschwand wieder.

Wenn im ganzen Raum überall Energiedichte und Druck gleich sind, dann spricht man in der Physik von einer „idealen Flüssigkeit.“ Für dieses Modell hat der Energie-Impuls-Tensor T_{ik} die Gestalt einer Diagonalmatrix mit den Elementen Energiedichte μ und Druck p , die nur von der Zeit abhängen dürfen.

Ein spezieller Fall betrifft das Vakuum. In diesem Fall ist der Energie-Impuls-Tensor eine Einheitsmatrix mal einem Faktor.

$$(5.17) \quad T_k^i = \begin{bmatrix} \mu & & & \\ & p & & \\ & & p & \\ & & & p \end{bmatrix} \quad \text{Vakuum } T_k^i = \Lambda \begin{bmatrix} 1 & & & \\ & 1 & & \\ & & 1 & \\ & & & 1 \end{bmatrix}$$

Wegen der indefiniten Metrik des Minkowski-Raumes erscheint ein positiver Druck mit einem Minus-Zeichen.

Als die Beobachtungsdaten besser wurden, etwa in den 1980er Jahren, wurde deutlich, dass die damals als zutreffend betrachteten Lösungen der Einsteinschen Gleichungen zu sehr von den Daten abwichen. Daher wurde die Idee von einem Λ wieder aufgegriffen, weil man sich mit diesem freien Parameter gut auf neue Daten einstellen konnte, ohne grundsätzlich neue Ideen bemühen zu müssen.

In Kapitel 2.2 war auf die Problem mit Λ verwiesen worden. Vor allem die Kleinheit dieser willkürlichen Konstanten, die dennoch nicht null sein soll, bereitet Schwierigkeiten beim Erklären.

Mit der Protyposis wird weiter unten gezeigt, wie sich dieses Problem lösen lässt. Für die Kosmologie ist es notwendig, Materie und Licht zu unterscheiden. Wenn nun alle AQIs in die Erscheinungsformen aufgeteilt werden, die als ihre Anteile von Materie und von Licht zu bezeichnen sind, dann zeigt sich, dass auch ein weiterer Anteil notwendig wird. Dieser muss einen Energie-Impuls-Tensor von der Form eines „Vakuums“ haben. Wir hatten darauf verwiesen, dass Λ einen Tensor dieser Form besitzt. Dieser Anteil soll nun mit Λ_{eff} bezeichnet werden. Er kann keine zeitlich unveränderliche Konstante sein. Es zeigt sich, dass Λ_{eff} auch theoretisch einen Wert hat, der gut zu den empirischen Befunden passt. Wir sprechen daher von einer „effektiven kosmologischen Konstanten“, weil sie zeitlich veränderlich ist, oder besser noch von einem „kosmologischen Term“.

Wichtig ist außerdem, dass wie erwähnt dieses Λ_{eff} die Lösung für die schon lange gesuchte „Dunkle Materie“ liefert. Wenn man diese speziellen Formen der AQIs mit einem Quantenfeld in Verbindung bringen will, dann könnte es lediglich eines sein, welches die Quantenzahlen eines Vakuums besitzt. Das Higgs-Feld mit Ladung null und Spin null könnte ein möglicher Kandidat sein. Es gibt aber auch Argumente, die dagegen sprechen. So ist es wahrscheinlich, dass die

Dunkle Materie nicht in Form von Teilchen auftritt. Die Quanten des Higgsfeldes jedoch, die Higgsteilchen, sind extrem massereich. Dass sie überaus schnell zerfallen, das wäre hingegen kein Argument dagegen.

Der Energie-Impuls-Tensor ${}_{AQIS}T_{ik}$ der Prototyposis, bei welcher der Druck negativ ist und somit als positive Größe in die Matrix eingeht, lässt sich zerlegen in Anteile, die teilweise auch in der bisherigen Kosmologie betrachtet wurden. Die Astronomen unterscheiden drucklosen Staub, wo- runter Sterne, Planeten und Schwarze Löcher verstanden werden, von Licht.

Die AQIs der Prototyposis untergliedern sich demnach in Materie, d.h. $(\text{Staub})T_{ik}$, in Licht $(\text{Licht})T_{ik}$ (mit positivem Lichtdruck, deshalb dafür negatives Vorzeichen) und in eine weitere notwendige Größe, welche die Struktur eines Vakuums hat, also die eines kosmologischen Terms⁴⁶ $(\text{Vakuum})T_{ik}$ (dieser ebenfalls mit negativem Druck).

$$(5.18) \quad {}_{AQIS}T_k^i = \begin{bmatrix} \mu & & & \\ & \frac{\mu}{3} & & \\ & & \frac{\mu}{3} & \\ & & & \frac{\mu}{3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Staub} \mu & & & \\ & 0 & & \\ & & 0 & \\ & & & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{Licht} \mu & & & \\ & -\frac{\text{Licht} \mu}{3} & & \\ & & -\frac{\text{Licht} \mu}{3} & \\ & & & -\frac{\text{Licht} \mu}{3} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Lambda_{\text{eff}} & & & \\ & \Lambda_{\text{eff}} & & \\ & & \Lambda_{\text{eff}} & \\ & & & \Lambda_{\text{eff}} \end{bmatrix}$$

Wir erhalten bei dem durch die zeitliche Entwicklung vorgegebenen Tensor ${}_{AQIS}T_{ik}$ zwei Bedingungs- gleichungen für drei Parameter $\text{Staub}\mu$, $\text{Licht}\mu$ und Λ_{eff}

$$(5.19a) \quad \mu = \text{Staub}\mu + \text{Licht}\mu + \Lambda_{\text{eff}}$$

$$(5.19b) \quad \mu/3 = 0 - \text{Licht}\mu/3 + \Lambda_{\text{eff}}$$

Man erkennt, dass ohne einen Term Λ_{eff} die Gleichungen keinen Sinn ergeben würden. Staub – das bedeutet in der Kosmologie alle Sterne, Schwarzen Löcher usw. – könnte es nicht geben und das Licht müsste eine negative Energiedicht haben – alles vollkommen unsinnig.

Mit q werde das Verhältnis von $\text{Staub}\mu + \text{Licht}\mu$ zu Λ_{eff} bezeichnet:

$$(5.20a) \quad q = (\text{Staub}\mu + \text{Licht}\mu) / \Lambda_{\text{eff}}$$

$$(5.20b) \quad \Lambda_{\text{eff}} = \mu / (q+1)$$

Dann folgt für das Licht

$$(5.21a) \quad \mu = -\text{Licht}\mu + 3 \Lambda_{\text{eff}} = -\text{Licht}\mu + 3 \mu / (q+1)$$

$$(5.21b) \quad \text{somit} \quad \text{Licht}\mu = \mu(-1 + 3/q+1) = \mu(3-q-1)/(q+1) = \mu(2-q)/(q+1)$$

und für den Staub

$$(5.22) \quad \mu = \text{Staub}\mu + \mu(2-q)/(q+1) + \mu / (q+1)$$

und damit

$$(5.23) \quad \text{Staub}\mu = \mu - \mu(2-q)/(q+1) - \mu / (q+1) = \mu[q + 1 - 2 + q - 1] / (q+1) = 2 \mu[q - 1] / (q+1)$$

Da μ , $\text{Licht}\mu$ und $\text{Staub}\mu$ größer als null sind, folgt aus

$$(5.24a) \quad \text{Licht}\mu = \mu(2-q)/(q+1)$$

$$(5.24b) \quad \text{Staub}\mu = 2 \mu(q - 1)/(q+1),$$

dass für q gelten muss:

$$(5.25) \quad 1 \leq q \leq 2$$

Λ_{eff} hat also eine Energiedichte, die mindestens so groß ist wie die von Materie und Licht zu- sammen, jedoch höchstens doppelt so groß wie diese beiden gemeinsam. Damit ergibt sich die

⁴⁶ Görnitz (1988¹)

richtige Größenordnung für den kosmologischen Term (bzw. für eine zeitabhängige „effektive kosmologische Konstante“).

5.5. Die Erklärung der „Dunklen Materie“

Für alle drei Größen μ_{Staub} , μ_{Licht} und Λ_{eff} kann eine ungleichförmige Verteilung im Kosmos und damit eine lokale Gravitationswirkung zugelassen werden, die von ihnen ausgeht.⁴⁷ Der Anteil Λ_{eff} der Protyposis erscheint dabei – gemäß seiner Unterscheidung von Staub (also Sterne, Planeten und Schwarze Löcher) und Licht – nicht als massive Materie oder als Licht. Man kann aber wie bei der Materie und dem Licht auch bei Λ_{eff} lokale Dichteschwankungen annehmen. Daher kann der Anteil Λ_{eff} am kosmischen Inhalt als ein Teil der gravitierenden „Dunkle Materie“ interpretiert werden. Die Schwarzen Löcher mit ihrer gravitativen Wirkung, also ein nichtleuchtender „Staub“-Anteil der Protyposis, werden weiter unten betrachtet.

Mit der Protyposis wird somit eine zweieinhalb Jahrtausende alte Vorstellung der Atomisten überflüssig, dass sich letztlich der gesamte Inhalt des Kosmos auf „räumlich-kleinste Bausteine“ sollte reduzieren lassen können.

5.6. Resümee

- *Eine klare mathematische Definition relativistischer Quantenteilchen und deren Konstruktion aus den AQIs ist im Minkowski-Raum möglich. Diese mathematische Idealisierung passt nur lokal zur kosmischen Realität, denn der Minkowski-Raum ist als tangential zu dem realen kosmischen Raum und damit als flach und nicht gekrümmt zu verstehen. (Als Beispiel: der Widerspruch zwischen flacher Landkarte und Kugelgestalt der Erde, trotzdem ist eine Landkarte sinnvoll und nützlich)*
- *Der Weg von den einfachsten quantentheoretischen Strukturen zu den komplexesten führt von AQIs der Protyposis über die Quantenteilchen der Quantenmechanik zu den Quantenfeldern.*
- *Die Symmetriegruppe der AQIs, die $U(1) \times SU(2)$, ist eine reell vierdimensionale Mannigfaltigkeit, die zu einem dreidimensionalen Ortsraum und einer eindimensionalen Zeit führt.*
- *Im Gegensatz zu antiken Atomvorstellungen folgt aus der Quantentheorie, dass erst viele der kosmisch ausgedehnten AQIs auch stark lokalisierte Zustände bilden können, dass also viel Ausgedehntes zu etwas Kleinem wird.*
- *Mit gruppentheoretischen Überlegungen folgt aus der Anzahl von AQIs im Kosmos die Existenz und die relative Größe der Planck-Länge und damit eine Metrik.*
- *Die Gültigkeit der Planckschen Relation $E = hc/\lambda$, und des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik sowie die Existenz einer ausgezeichneten Geschwindigkeit – nämlich der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum – genügen, um mit der Protyposis ein kosmologisches Modell herzuleiten. Fast 30 Jahre nach seiner Begründung wird durch die jetzt viel besseren Daten deutlich, dass es die Beobachtungen besser beschreibt als das gegenwärtige Standard-Modell.*
- *Der Raum des Kosmos ist die expandierende dreidimensionale „Oberfläche“ einer sich ausdehnenden vierdimensionalen Kugel und ist als Kugel gekrümmt. Die heutige riesige Ausdehnung lässt sie jedoch wie beinahe flach erscheinen. (Beim Spazieren gehen sehen wir nichts von der Erdkugel.)*
- *Das Protyposis-Modell begründet die Existenz und die Größe eines zeitabhängigen „kosmologischen Terms“ und liefert damit eine Erklärung für die „Dunkle Materie“.*
- *Die ad-hoc-Erfindungen wie „Inflation“ oder „Dunkle Energie“ werden überflüssig.*

6. Die Begründung der Einsteinschen Gleichungen

Die tatsächlich einfachsten Strukturen, die aus physikalischen und mathematischen Gründen vorstellbar sind, sind die AQIs der Protyposis. Dass sie eine gravitative Wirkung erzeugen, ist

⁴⁷ Görnitz (2010)

eine notwendige Folge ihrer Existenz, denn die Gravitation ist die Rückwirkung der kosmischen Entwicklung, die vom Wachsen der Anzahl der AQIs verursacht wird, auf den Inhalt des kosmischen Geschehens.

Ein Kosmos mit noch wenigen AQI-Bits hat einen kleinen Krümmungsradius und eine große Energiedichte {s. Formel (5.15)}, einer mit vielen einen großen Krümmungsradius und eine kleine Energiedichte. Wenn man annimmt, dass diese Beziehungen, die für den Kosmos als Ganzem zwischen seinem Inhalt und seinem Krümmungsradius gelten, sich auch auf den Fall lokaler Schwankungen in seinem Inneren übertragen lassen, dann folgen die Einsteinschen Gleichungen aus der quantentheoretischen Protyposis-Kosmologie.⁴⁸

Sie können so hergeleitet werden, weil bisher in der hier vorliegenden Argumentation die Einsteinschen Gleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie weder für die kosmologischen Argumente noch sonst verwendet worden waren.

Im Abschnitt 2.4 über das Unikat-Problem war erläutert worden, welche mathematischen und erkenntnistheoretischen Gründe gegen ein axiomatisches Postulieren der Einsteinschen Gleichungen sprechen.

Die Einführung einer kosmischen Zeit und damit eines ausgezeichneten Koordinatensystems scheint dem zu widersprechen, was oftmals über die Allgemeine Relativitätstheorie geschrieben wird. Da kann man lesen: „Es gibt kein ausgezeichnetes Koordinatensystem.“ Im Blick auf die Kosmologie ist dies jedoch unzutreffend.⁴⁹

Already Dirac has referred to the fact that such a distinguished background metric remains unnoticeable as long as one is included into an “Einsteinian elevator” without any windows. The situation changes if a window to the cosmos is opened and the background radiation is included into the researches.⁵⁰ That all reference systems are of equal rights is therefore a local property in the description of localized systems with arbitrary accelerations, however, it is not necessary to claim this property for the whole cosmic space as well.

Da das hier entwickelte kosmologische Modell eine strenge Lösung der Einsteinschen Gleichungen ist, kann man die Argumentation umkehren und in einem induktiven Ansatz von der Lösung auf die Struktur der Gleichungen schließen:

Wenn man vernünftigerweise fordert, dass lokale Variationen der Dichte innerhalb des Kosmos den gleichen Gesetzen folgen sollen wie die Beziehung zwischen der gesamten kosmischen Dichte und dem Krümmungsradius dieses Universums, dann folgt damit die allgemeine Gültigkeit der Beziehung zwischen Energie-Impuls-Tensor und Einstein-Tensor, wie sie in der Allgemeinen Relativitätstheorie angenommen wird.

Damit wird begründet, warum die Einsteinschen Gleichungen für lokale Gravitationsphänomene innerhalb des Kosmos so hervorragend gelten.

Für die linearen Näherungen der ART, welche z.B. erlauben, Gravitationswellen zu beschreiben, bleibt es natürlich weiterhin möglich, diese zu quantisieren und damit als Gravitonen quantentheoretisch zu beschreiben.

6.1. Resümee

- *Wenn die Beziehung, die in der Quantenkosmologie der Protyposis zwischen der kosmischen Dichte und dem kosmischen Krümmungsradius bestehen, auch für lokale Schwankungen gilt, so folgen daraus die Gleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie.*
- *Mit der Herleitung der quantentheoretischen Ursachen der Gravitation aus der Quantenkosmologie ist die lange gesuchte Vereinigung von Quantentheorie und Relativitätstheorie erreicht.*
- *Lediglich für lineare Näherungen der ART lassen sich Gravitonen einführen.*

⁴⁸ Görnitz (2009, 2010, 2011)

⁴⁹ Görnitz (2011)

⁵⁰ Dirac (1980)

7. Objekte im Kosmos und die Erweiterung der Einsteinschen Äquivalenz auf die Äquivalenz von Materie, Energie und Quanteninformation

Eine klare mathematische Definition eines relativistischen Quantenteilchens als irreduzible Darstellung der Poincaré-Gruppe existiert nur in der Tangentialraum-Näherung des Minkowski-Raumes. Um im Rahmen der Prototypis-Kosmologie eine Beziehung zwischen Materie, Energie und den AQIs zu erstellen, ist eine weitergehende Anbindung an die Empirie notwendig.

Wir hatten mit den gruppentheoretischen Überlegungen eine kleinste Länge eingeführt, die Planck-Länge. Die Plancksche Relation

$$(7.1) \quad E = hc/\lambda$$

zeigt für elementare Quantenobjekte von den AQIs bis zu den Teilchen, dass mit wachsender Energie bzw. wachsender Masse die charakteristische Ausdehnung kleiner wird. Sie endet an der Planck-Länge.

7.1. Ein Model für Schwarze Löcher

Die Idee eines astronomischen Objektes, dessen Schwerkraft an der Oberfläche so groß ist, dass die theoretische Fluchtgeschwindigkeit größer als die Lichtgeschwindigkeit ist, wurde bereits im Rahmen der Newtonschen Mechanik formuliert. Im Rahmen der ART führen die Rechnungen dazu, dass mit der Herausformung eines Horizontes ein Bereich im Raum entsteht, aus dem nichts entkommen kann. In dessen Innerem würde bei einem alleinigen Verwenden der ART für seine Beschreibung sämtliche Materie in einem mathematischen Punkt verschwinden.

Durch ein erstes Einbeziehen quantentheoretischer Aspekte konnten Bekenstein⁵¹ und Hawking⁵² zeigen, dass einem Schwarzes Loch eine Entropie zugesprochen werden muss. Diese Entropie übersteigt in ihrem Betrag um sehr viele Größenordnungen alles, was auf der Basis thermodynamische Überlegungen mit Teilchen bis dahin vorstellbar war.

Wenn man die Betrachtungen eines Schwarzen Loches statt mit Teilchen mit den AQI-Bits vornimmt, so lässt sich mit einem sehr einfachen Toy-Modell bereits plausibel machen, weshalb Black Holes eine Entropie der gefundenen Größenordnung besitzen

Wir wollen nun zeigen, was aus der Annahme folgt, dass es irreduzible Volumina – also Äquivalente zu Schwarzen Löchern – im Kosmos gibt, die eine größere Masse als die Planck-Masse besitzen.⁵³

Für die elementaren Teilchen, die durch eine irreduzible Darstellung der Poincaré-Gruppe repräsentiert werden, wird mit diesem mathematischen Ansatz zugleich eine innere Struktur ausgeschlossen. Außer für Masse und Spin ist in einer solchen Darstellung kein Platz. Wenn man nun das Fehlen einer zugänglichen inneren Struktur auch bei Objekten postuliert, die eine Masse größer als die Planck-Masse besitzen, erhält man das Modell eines Schwarzen Loches. Für dieses ist wegen des Horizontes eine von außen erfolgende Kenntnismahme über innere Zustände prinzipiell unmöglich.

Die Schwierigkeit bestand darin, ein Modell zu entwerfen, welches einfach ist und mit dem man trotzdem die Größenordnung der Black-Hole-Entropie verdeutlichen kann.

Sei n_{BH} die Anzahl der AQIs für ein solches Gebilde eines irreduziblen Volumens und N die Anzahl aller AQIs im Kosmos. Da die Masse größer als die Planck-Masse ist, folgt $n_{BH} \geq \sqrt{2N}$.

Die Horizonteigenschaft wird damit modelliert, dass aus geometrischen Gründen keinerlei Überlappungen dieser Gebilde im Kosmos notwendig werden dürfen, auch dann nicht, wenn alle AQIs des Kosmos, die nicht dem kosmologischen Term Λ_{eff} zugeordnet sind – also wegen (5.25) die Hälfte, in genau einer von diesen Formen auftreten und diese bei jeder möglichen Anordnung, z.B. alle „in einer Reihe“, voneinander getrennt bleiben können.

⁵¹ Bekenstein (1973, 1974)

⁵² Hawking (1975)

⁵³ Görnitz (1988¹)

Die Masse bzw. Energie eines solchen Gebildes ergibt sich aus der Summe seiner Anzahl von AQIs n_{BH} , wobei, wie hergeleitet, ein AQI die Energie $1/R$ besitzt:

$$(7.2) \quad m_{BH} = n_{BH} (1/R)$$

Wenn die Anzahl dieser „Schwarzen Löcher“ im Kosmos mit z_{BH} angegeben wird und sämtliche AQIs außerhalb Λ_{eff} sich dazu formen, dann gilt mit N als Gesamtzahl der AQIs

$$(7.3) \quad z_{BH} n_{BH} = N/2 = R^2/4$$

Wenn nun die maximale Ausdehnung eines solchen Gebildes mit r_{BH} bezeichnet wird, dann soll außerdem gelten:

$$(7.4) \quad z_{BH} r_{BH} = R$$

also alle nebeneinander angeordnet und getrennt bleibend. Das ist erfüllt, wenn die Summe der Schwarz-Loch-Radien kleiner als der Krümmungsradius des Kosmos ist. Damit ist gesichert, dass bei beliebiger Anordnung dieser Objekte keine Notwendigkeit besteht, dass eine Überlappung eintreten müsste.

Nun werde gefordert, dass sich von den n_{BH} AQIs, die das Black Hole bilden, jeweils k_{BH} zu einer Schwingung mit einer Ausdehnung r_{BH} formen.

Diese Schwingungen können dann, wenn die jeweils an ihr beteiligten AQIs kohärent schwingen, jeweils als eine Grundschiwingung in diesem „Schwarzen Loch“ interpretiert werden.

Sie haben dann, wie gefordert, eine Ausdehnung der Größe r_{BH} . Ihre Anzahl k_{BH} hängt mit r_{BH} wie folgt zusammen:

$$(7.5) \quad r_{BH} = R/k_{BH} \quad \text{oder} \quad k_{BH} = R/r_{BH}$$

Nun werde geprüft, wie viele dieser „Grundschiwingungen“ in einem solchen Gebilde auftreten. Sie entsprechen in diesem „Schwarzen Loch“ gerade dem, was die AQIs für den Kosmos als Ganzen bedeuten. Ein AQI hat eine „Wellenlänge“ von der Größenordnung des kosmischen Radius R . Um eine viel kleinere „Wellenlänge“ von der Größenordnung des Radius r_{BH} des Black Hole zu erhalten, müssen viele AQIs – genauer k_{BH} von ihnen – kohärent schwingen.

So wie die Anzahl der AQIs der Menge aller möglichen Zustände im Kosmos entspricht, so entspricht die Anzahl dieser Grundschiwingungen im Schwarzen Loch seinen möglichen inneren Zuständen und damit der von außen unbekannt bleibenden inneren Entropie des Black Hole. Die Anzahl dieser Schwingungen, deren jede aus jeweils k_{BH} AQI-Bits geformt wird, sei s_{BH} . Dann teilt sich die Zahl der neuen AQIs innerhalb des Black Holes auf die n_{BH} wie folgt auf:

$$(7.6) \quad n_{BH} = s_{BH} \times k_{BH} \quad \text{oder} \quad s_{BH} = n_{BH}/k_{BH}$$

Nun prüfen wir, ob eine Beziehung zwischen $s_{BH} \approx 4 m_{BH}^2$ wie bei Schwarzen Löchern besteht⁵⁴. Es gilt mit (7.3) und (7.4)

$$(7.7) \quad z_{BH} = N/2 \quad n_{BH} = R^2/4 \quad \text{sowie} \quad z_{BH} = R/r_{BH}$$

damit folgt mit (7.5)

$$(7.8) \quad R^2/4 \quad n_{BH} = R/r_{BH} = k_{BH}$$

und damit

$$(7.9) \quad n_{BH} = R^2/(4 k_{BH})$$

mit (7.6) und (7.5) wird

$$(7.10) \quad s_{BH} = R^2/(4 k_{BH}^2)$$

Für die Masse war gezeigt

$$(7.11) \quad m_{BH} = n_{BH}/R$$

wegen (7.9) folgt $n_{BH}/R = R/4 k_{BH}$ und damit

⁵⁴ Bekenstein (1973, 1974), Hawking (1975)

$$(7.12) \quad m_{BH} = R/4 k_{BH}$$

und somit

$$(7.13) \quad s_{BH} = 4 m_{BH}^2$$

Mit diesen sehr einfachen konstruierten Überlegungen ist gezeigt, dass die so definierten Grundschwingungen im Schwarzen Loch, gebildet von k_{BH} AQIs, deren „Wellenlänge“ r_{BH} der Ausdehnung des Ereignishorizontes entspricht, als „dortige interne abstrakte Quantenbits“ für ein solches irreduzibles Volumen dienen können und dass damit zumindest die Größenordnung (bis auf einen Faktor π) der Entropie eines Schwarzen Loches s_{BH} begründet werden kann. Bei dem Verhältnis von m_{BH} zu r_{BH} fehlt ein Faktor zwei. Wir erhalten $4m_{BH} = r_{BH}$ statt richtigerweise $2m_{BH} = r_{BH}$.

Die Gesamtzahl der AQIs für das Schwarze Loch war n_{BH} . Die Entropie ist zu verstehen als das Maß für die Menge an Information, welche unter den gegebenen Bedingungen nicht gewusst werden kann. Die Entropie des Schwarzen Loches war s_{BH} . Sie ist derjenige Anteil von allen n_{BH} Qubits, deren konkreter Zustand von außen prinzipiell unzugänglich ist. Hingegen ist es – zumindest im Prinzip – möglich, den Zustand der restlichen

$$n_{BH} - s_{BH} = n_{BH}(1 - 1/k_{BH})$$

Qubits in Erfahrung bringen zu können. Mit ihnen ist u.a. codiert, wo im riesigen Kosmos ein dazu relativ kleines Schwarzes Loch sich befindet. Jede Lokalisierung erfordert viel Information. Das ist bereits im Alltag so. Je mehr Information zugänglich ist, desto leichter wird eine Suche erfolgreich sein können. Erst recht erfordert die Festlegung eines Objektes im Kosmos eine sehr große Anzahl an AQIs.

Es wird deutlich, dass eine zu einfache Gleichsetzung von AQIs mit „Entropie“ zu kurzschlüssig wäre. Für ein „Teilchen“ sind alle AQIs zugänglich. Daher muss für ein Teilchen mit bekanntem Quantenzustand keine Entropie angenommen werden. Im Gegensatz dazu haben die Schwarzen Löcher innere Zustände. Diese bleiben jedoch prinzipiell unbekannt, so dass dem Schwarzen Loch eine Entropie zuzuordnen ist. Diese Entropie ist für Black Holes als Objekte im Kosmos stets kleiner als die Anzahl der AQI-Bits, welche das Schwarze Loch formen.

7.2. Das Innere der schwarzen Löcher

Normalerweise werden die schwarzen Löcher auch innerhalb ihres Horizontes mit der Einstein'schen Theorie beschrieben. Quantentheoretische Überlegungen werden erst unmittelbar an der Schwarzschild-Singularität angestellt:

"The classical phase of the hole's internal evolution presents us with a problem which is mathematically quite definite and, in principle, straightforward. It is a hyperbolic initial-value problem of Cauchy's type. The evolution equations are the classical Einstein field equations. The initial data are set on or near the event horizon. The task is to evolve these data forward in time up to the point where a singularity is imminent. *(At this stage the classical evolution equations fail and the quantum regime takes over.)*⁵⁵ (highlighting by TG)

Dass das postulierte Verschwinden der gesamten inneren Materie in einem mathematischen Punkt aus physikalischer Sicht eine vollkommen sinnlose Aussage ist, hat gewiss dazu beigetragen, dass es bis heute einen ernsthaften Widerstand gegen die Vorstellung von Schwarzen Löchern gibt.

Die unphysikalische Hypothese einer Schwarzschild-Singularität verschwindet, wenn quantentheoretische Überlegungen einbezogen werden.⁵⁶ Dazu muss man sich von der Vorstellung verabschieden, dass die Quantentheorie lediglich erst „im Kleinen“ zu beachten ist.

Die Quantentheorie zeigt sofort, dass ein begrenztes Volumen, eine undurchdringliche Box, im Inneren den Grundzustand verändert.

Man kann daher nicht – wie es die ART nahelegt – annehmen, dass innerhalb und außerhalb des Horizontes das gleiche Vakuum postuliert werden darf.

⁵⁵ Israel (1998)

⁵⁶ Görnitz, Ruhnau (1989), Görnitz (2013)

Die Grundüberlegung an dem vorliegenden sehr einfachen Protyposis-Modell eines Black Hole, welches zu einer richtigen Größenordnung von dessen Entropie führt, war die Analogie des internen Zustandes im Black Hole zu dem Modell der Protyposis-Kosmologie.

Die Energiedichte μ_{bh} in einem Black Hole ist von der Größenordnung $\mu_{bh} = m_{bh}/r_{bh}^3$. Wir verwenden die Werte aus Kap. 7.1. und Planck-Einheiten. Damit folgt

$$(7.14) \quad \mu_{bh} \approx m_{bh}/r_{bh}^3 = 1/4 r_{bh}^2$$

Mit dem ersten Hauptsatz

$$(7.15) \quad dm_{bh} + p_{bh} dV_{bh} \approx (1/4) dr_{bh} + p_{bh} 3 r_{bh}^2 dr_{bh} = 0$$

folgt für das Innere des Black hole ebenfalls

$$(7.16) \quad p_{bh} = -1/(4 \times 3) r_{bh}^2 = -\mu_{bh}/3$$

Wie bereits früher⁵⁷ ausgeführt, führt diese Zustandsgleichung für das Innere des Black Hole zu genau dem Modell eines Friedmann-Robertson-Walker-Kosmos, welches dem Modell unseres Kosmos entspricht. Aus dieser Sicht erscheint es durchaus sinnvoll, darüber nachzudenken, ob auch unser Kosmos unter bestimmten Aspekten wie das Innere eines riesigen Schwarzen Loches interpretiert werden kann.

7.3. Die Anbindung an die Beobachtung

Das gegenwärtig allgemein akzeptierte Alter des Kosmos liegt in der Größenordnung von etwa 13,8 Mrd. Jahren. Umgerechnet auf Planck-Einheiten sind dies etwa 8×10^{60} Planck-Zeiten.

Mit diesem empirischen Input des Weltalters erfolgt nun die Anbindung an die Größenordnungen physikalischer Daten.

Gemäß Modell ist damit die gegenwärtige Anzahl $N = R^2/2 = t_{cosmos}^2/2$ der AQIs von der Größenordnung

$$(7.14) \quad N = 3,2 \times 10^{121}.$$

Das Weltalter ist in Sekunden

$$(7.15) \quad t_{cosmos} = 4.358 \times 10^{17} \text{ sec} \approx 8 \times 10^{60} t_{pl}$$

Der kosmische Radius ergibt sich mit der Planck-Länge von $l_{pl} = 1,616 \times 10^{-33} \text{ cm}$ zu

$$(7.16) \quad R = 8 \times 10^{60} l_{pl} = 1.28 \times 10^{28} \text{ cm}$$

Zum $R=ct$ -Modell passt, dass das Produkt des gegenwärtigen Wertes des Hubble-Parameters H_0 mit dem gegenwärtigen Weltalter t_{cosmos} den Wert 1 ergibt. Der Hubble-Parameter H_0 ist definiert als

$$(7.17a) \quad H_0 = \frac{\dot{R}(t)}{R(t)}$$

$$(7.17b) \quad H_0 = \frac{c}{ct} = \frac{1}{t}$$

So dass sich mit $R(t) = ct$ ergibt

Der aktuelle Zahlenwert von H_0 ist laut WMAP5⁵⁸ :

$$(7.17) \quad H_0 = 70,5 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1} = 2.285 \times 10^{(-18)} \text{ sec}^{(-1)}$$

H_0 mit t multipliziert ergibt einen Wert von

$$(7.18) \quad H_0 \times t_{cosmos} = 0.996.$$

⁵⁷ Görnitz, Ruhnu (1989), Görnitz (2013)

⁵⁸ Komatsu (2009)

Auch dieses Ergebnis stützt die These von der Expansion des kosmischen Raumes mit Lichtgeschwindigkeit.

7.4. Erweiterung der Einsteinschen Äquivalenz auf eine Äquivalenz zwischen Materie, Energie und Quanteninformation

Da sich die materiellen und energetischen Quantenobjekte aus den AQIs der Prototypis formen, folgt daraus eine Erweiterung der Einsteinschen Äquivalenz zwischen Materie und Bewegung auf eine Äquivalenz zwischen Materie, Energie und Quanteninformation.

In den Planckschen Einheiten haben die Gravitationskonstante G , das Wirkungsquantum \hbar und die Lichtgeschwindigkeit c den Wert 1 und werden dadurch in den Formeln zumeist nicht erkennbar.

Das Energie-Äquivalent E_{AQI} eines AQIs war in (4.12) als äquivalent zum kosmischen Radius oder gleichbedeutend mit dem Weltalter gesetzt worden. Um dimensionsmäßig korrekt zu werden, schreiben wir

$$(7.19) \quad E_{AQI} = \hbar/t_{cosmos}$$

Mit $t_{cosmos} = 4.358 \times 10^{17} \text{ sec}$ und dem Wirkungsquantum $\hbar = 6,582 \times 10^{-16} \text{ eV sec}$ ergibt sich für ein AQI ein ihm äquivalente Energie von

$$(7.20) \quad E_{AQI} = 1.51 \times 10^{-33} \text{ eV}$$

und mit $\hbar = 6,626 \times 10^{-27} \text{ erg sec}$ folgt

$$(7.21) \quad E_{AQI} = 1.52 \times 10^{-44} \text{ erg}$$

Ein Photon von etwa 10 eV würde dann aus etwa 6×10^{33} Qubits aufgebaut sein, ein Elektron, dessen Masse einer Energie von 511 keV entspricht, dann aus 3×10^{38} Qubits und ein Proton mit Ruhenergie von etwa 1 GeV, aus etwa 6×10^{41} Qubits. Dieser Wert entspricht in der Größenordnung dem Wert 10^{40} , welchen Weizsäcker mit einer nicht leicht nachvollziehbaren Überlegung bereits im Jahre 1974 publiziert hatte.⁵⁹

Für die Gesamtenergie U folgt mit $U \approx R/2$ weiter

$$(7.22) \quad U = 4,94 \times 10^{88} \text{ eV} = 4,94 \times 10^{77} \text{ erg}$$

Aus U folgt mit $E=mc^2$ und $c = 29.979.245.800 \text{ cm/s}$ eine „kosmische Gesamtmasse“ $M=U/c^2$

$$(7.23) \quad M = 5,5 \times 10^{56} \text{ g} = 5,5 \times 10^{53} \text{ kg}$$

Für die Energiedichte folgt aus $\mu = U/V = U/2\pi^2 R^3$ ein Wert

$$(7.24) \quad \mu = 1,6 \times 10^{-8} \text{ erg/cm}^3$$

und damit für eine rechnerische Materiedichte μ_M aus $\mu_M = M/V = M/2\pi^2 R^3$ ein Wert

$$(7.25) \quad \mu_M = 1,34 \times 10^{-29} \text{ g/cm}^3 = 1,34 \times 10^{-26} \text{ kg/m}^3$$

Die sogenannte kritische Dichte ist definiert als $\rho_c = 3H_0^2/(8\pi G)$ und ergibt sich mit obigem H_0 und $G=6,674 \text{ cm}^3/\text{g s}^2$ zu $\rho_c = 0,934 \times 10^{-29} \text{ g/cm}^3 = 0,934 \times 10^{-26} \text{ kg/m}^3$. Das sind $8,38 \times 10^{-9} \text{ erg/cm}^3$.

Die kritische Dichte entspricht einem flachen Universum. Für Werte, die größer sind wie im hier vorgestellten Prototypis-Modell, ergibt sich ein geschlossener Kosmos mit einem endlich großen Volumen.

Der kosmologische Term Λ_{eff} , die zeitabhängige „effektive kosmologische Konstante“, hat einen Wert in der Größenordnung

$$(7.26) \quad \mu/2 \leq \Lambda_{eff} \leq 2 \mu/3$$

wobei μ die gesamte Energiedichte des Kosmos bedeutet. Während Spekulationen über die relativen Anteile der zugleich als vollkommen unbekannt deklarierten Anteile des kosmischen Inhaltes „Dunkle Energie“ und „Dunkle Materie“ überreich zu finden sind, sind konkrete Schätzungen in erg/cm^3 über die tatsächlich vermuteten absoluten Größen von Energiedichten schwer zu

⁵⁹ Weizsäcker (1974)

finden. In der Encyclopaedia Britannica gibt Adam Riess für die Vakuum-Energie einen Wert von $10^{-10} \text{ erg/cm}^3$ an.⁶⁰ Die rechnerische Materiedichte wird bei Wikipedia mit Werten zwischen⁶¹ $4,7 \times 10^{-27} \text{ kg/m}^3$ oder⁶² $8,47 \times 10^{-27} \text{ kg/m}^3$ angegeben. Die Unsicherheiten über die tatsächlichen Größen sind daran deutlich erkennbar.

7.5. Die Protyposis und die Entropie der Schwarzen Löcher

Ein Konsistenztest der Protyposis-Theorie mit den kosmologischen und astrophysikalischen Daten und unter Bezug auf die ART soll noch angefügt werden.⁶³

Da es für die Masse von Black Holes keine theoretische Obergrenze gibt, kann man als Gedankenexperiment die gesamte Masse des Universums in ein einziges Black Hole einbinden.

In der ART ergibt sich für den Schwarzschild-Radius $r_S = 2GM/c^2$. In Planck-Einheiten gilt wegen G und c gleich 1

$$(7.27) \quad r_S = 2 M$$

Vergleichen wir das mit dem Protyposis-Modell $R/2 = U$ und wegen $c = 1$ auch $R/2 = M$, so wird die gleiche Größenordnung erkennbar.

Die Planck-Masse hat den Wert $m_{Pl} = 2,176 \times 10^{-8} \text{ kg}$. Bezogen auf diese ist der Wert der Protonenmasse von $1,672621 \times 10^{-27} \text{ kg}$ gleich $7,7 \times 10^{-20} m_{Pl}$

Wenn wir nun in das hypothetische Black Hole des Gesamtuniversums der Masse $8 \times 10^{60} m_{Pl}$ noch ein Proton der Masse $m_p = 1 \text{ GeV}/c^2$ bzw. $m_p = 7,7 \times 10^{-20} m_{Pl}$ hineinfällt, so erhöht sich die Masse auf $(M + m_p)$.

Die Entropie eines Black Hole⁶⁴ ist $S = k_B c^3 A / 4 \hbar G$ mit $A = 16 \pi (GM/c^2)^2$.

Die Formel vereinfacht sich in Planck-Einheiten zu $S = 4\pi M^2$. Die Differenz in der Entropie nach dem Einfall des Protons beträgt

$$(7.28) \quad \Delta S / 4\pi = (M + m_p)^2 - M^2 = 2 M m_p$$

Setzen wir die Zahlenwerte ein, so ergibt sich

$$(7.29) \quad \Delta S = 8 \times 10^{60} \times 7,7 \times 10^{-20} / 4\pi = 9,8 \times 10^{40}$$

Damit haben wir die Größenordnung aller AQIs erfasst, die über ein einziges Proton unerreichbar werden können. Anders formuliert: Ein Proton „ist“ 10^{41} AQI-Bits.

Der Vergleich mit den Daten nach der Formel (7.21), wo dem Proton 6×10^{41} AQIs zugesprochen werden, zeigt, dass die Daten, auf die sich die Abschätzung der Größenordnungen stützt, schon recht gut an die Realität angepasst sind.

7.6. Resümee

- Die Zustandsfunktionen der $SU(2)$, also die Wellenfunktionen der AQIs, können als „Schwingungen des kosmischen Raumes“ interpretiert werden. Sie liefern ein Vorbild für Überlegungen für die Entropie der Schwarzen Löcher.
- Das physikalisch sinnlose Bild des Verschwindens aller Materie im Inneren des Schwarzen Loches in einem mathematischen Punkt und somit ein Übergang in einen Zustand mit unendlicher Dichte wird korrigiert.
- Mit Hilfe eines einfachen Modells für Schwarze Löcher folgt im Rahmen der Protyposis-Kosmologie die richtige Größenordnung der Entropie dieser Objekte.

⁶⁰ <https://www.britannica.com/topic/dark-energy> vom 30.12.2016

⁶¹ <https://de.wikipedia.org/wiki/Universum> vom 30.12.2016

⁶² <https://de.wikipedia.org/wiki/Lambda-CDM-Modell> vom 30.12.2016

⁶³ Görnitz (1988¹, 1988²), Görnitz, Ruhnau (1989)

⁶⁴ Bekenstein (1973, 1974), Hawking (1975)

- Für eine Beziehung zwischen atomaren und kosmischen Größen war eine Verbindung zur realen Kosmologie notwendig. Im Minkowski-Raum ist dies wegen dessen mathematischer Unendlichkeit nicht möglich.
- Ein Vergleich der Protyposis-Kosmologie mit den Beobachtungsdaten zeigt auf, dass mit den besseren Daten zugleich die Übereinstimmung zwischen Modell und Daten immer besser wird. Heute ist das Protyposis-Modell dasjenige, welches den Kosmos am besten beschreibt.
- An den kosmologischen Daten wird erkennbar, dass die Äquivalenz zwischen Materie, Energie und Quanteninformation, also den AQIs der Protyposis, welche sich aus der Theorie ergibt, durch die Daten bestätigt wird.

8. Die Protyposis und die Grundlegung der Wechselwirkungen

Die Suche nach einer Vereinheitlichung der Naturbeschreibung wurde in der Naturwissenschaft über lange Zeit auf dem Wege zu immer größeren Symmetrien in der Beschreibung der Kräfte gesucht.

Mit der Protyposis wird die Vereinheitlichung von den Kräften in den Bereich der einfachsten und damit grundlegenden Strukturen der Natur verlagert. Wie gezeigt wurde⁶⁵ kann dann die unterschiedliche Gestalt der sich daraus ergebenden verschiedenen Wechselwirkungen hergeleitet werden.

8.1. Wechselwirkung und Eichgruppen

Bekanntlich lassen sich die Wechselwirkungen, die im atomaren Bereich bisher als bedeutungsvoll angesehen wurden, als lokale Eichgruppen verstehen. Die kompakten Gruppen $U(1)$, $SU(2)$ und $SU(3)$ sind die Eichgruppen für die elektromagnetische, die schwache und die starke Wechselwirkung. Die Möglichkeit einer Vereinheitlichung wurde oftmals darin gesehen, dass man größere Gruppen gesucht hat, welche diese drei als Untergruppen enthalten. Als Kandidaten für eine solche große Gruppe wurde z.B. die $SU(5)$, die $SO(10)$ und die $E(8)$ untersucht. Alle diese großen Gruppen haben jedoch die unangenehme Folge, die Anzahl der entsprechenden „fundamentalen Quantentypen“, also dasjenige, was als einfach und elementar erscheinen soll, in ungeheurer Weise aufzublähen. Zugleich zeigen alle experimentellen Erfahrungen, dass diese postulierten Teilchen, die im bisher bekannten Energiebereich nicht gefunden wurden, wegen ihrer großen Masse extrem instabil sein müssen. Dies wurde bereits beim Higgs-Teilchen deutlich, dessen Lebensdauer in der Größenordnung von etwa 10^{-22} s liegt. Man erkennt, dass man damit fast an eine Grenze für die Anwendbarkeit des Begriffes „Existenz“ gelangt.

In einer kürzlich publizierten Arbeit⁶⁶ wurde gezeigt, wie mit Hilfe der Protyposis die Struktur aller drei Eichgruppen begründet werden kann, was nachfolgend kurz skizziert werden soll.

Wechselwirkung ist eine Konzeption, die zur klassischen Physik gehört. Die Tensorprodukt-Struktur der quantentheoretischen Komposition schafft „teilelose Ganzheiten“. Deshalb kann Wechselwirkung ein sinnvolles Konzept nur für Systeme sein, die als voneinander getrennt betrachtet werden können.

Bereits in der Newtonschen Mechanik wird daher für jedes Teilchen ein eigener Koordinaten-Kosmos eingeführt. Durch die Veränderungen der jeweiligen Koordinaten werden die Zustandsänderungen des Teilchens erfasst. In einer quantentheoretischen Beschreibung erfolgt dies durch den Impulsoperator P_k , der im Wesentlichen die Ableitung nach den Koordinaten in der Wellenfunktion ist

$$(8.1) \quad P_k = -i \partial / \partial x_k$$

Empirisch gut bestätigt ist, dass das „Einschalten“ einer Wechselwirkung dadurch erfolgen kann, dass die partielle Ableitung durch die kovariante Ableitung ersetzt wird.

⁶⁵ Görnitz, T (2014), Görnitz, Schomäcker (2016)

⁶⁶ Görnitz, Schomäcker (2016)

$$(8.2) \quad \partial / \partial x_k \Rightarrow \partial / \partial x_k + g A_a^k \theta^a$$

Dabei ist θ^a ein Generator aus der Lie-Algebra der betreffenden Eichgruppe und g eine Kopplungskonstante.

8.2. Elektromagnetische und schwache Wechselwirkung

Die Beschreibung der elektromagnetischen und der schwachen Wechselwirkung ergibt sich sehr direkt aus den soeben angestellten Überlegungen.

Wenn ein Teilchen im Minkowski-Raum beschrieben wird, so ist für die Wechselwirkung der Koordinaten-Kosmos eines möglichen Wechselwirkungs-Partners zu wählen. Dieser ist gemäß der Protophysis-Kosmologie ein homogener Raum der beiden Gruppen $U(1)$ und $SU(2)$.

Der Operator für die Bewegung im Minkowski-Raum ist zu ergänzen für die Operatoren der Bewegung in der Mannigfaltigkeit $U(1) \times SU(2)$, wobei ebenfalls eine lineare Näherung verwendet wird, d.h. für die Gruppen deren Lie-Algebra $\mathfrak{u}(1) + \mathfrak{su}(2)$. Die Bewegungen in den homogenen Räumen der Gruppen $U(1)$ und $SU(2)$ werden also in der Umgebung des Eins-Elementes der jeweiligen Gruppe approximiert. Dieser Übergang in die Lie-Algebra erzeugt wiederum eine lineare Struktur, jedoch mit den Eigenschaften der Lie-Algebren der Gruppen. Für die Gruppe $U(1)$ ergibt sich für ein Gruppenelement γ

$$(8.3) \quad \gamma = \exp\{i A \zeta\} \approx 1 + i A \zeta$$

und für die Gruppe $SU(2)$

$$(8.4) \quad \gamma = \exp\{i \Sigma B_a \sigma^a\} \approx 1 + i \Sigma B_a \sigma^a$$

wenn – wie üblich – die Entwicklung der Exponentialfunktion nach dem ersten Glied abgebrochen wird. Die Generatoren σ^a der Lie-Algebra $\mathfrak{su}(2)$ sind bekanntlich die drei Pauli-Matrizen.

Für die elektromagnetische und die schwache Wechselwirkung geht der Impulsoperator P^k in die bekannte Form über:

$$(8.4) \quad P^k \rightarrow -i\partial / \partial x_k + g_1 A^k \zeta + g_2 B_a^k \sigma^a$$

Die beiden Kopplungskonstanten g_1 und g_2 sind ein Maß für die jeweilige Ladung und damit für die Stärke der Wechselwirkung und auch für die durch die Ladung erzeugte Masse.

8.3. Die starke Wechselwirkung

Für die Begründung der starken Wechselwirkung ist darauf zu rekurren, dass Quantentheorie prinzipiell den Bereich der komplexen Zahlen benötigt. Sie beschreibt reale Wirkungen von Möglichkeiten. In der klassischen Physik bedeuten Möglichkeiten lediglich Unkenntnis des Beschreibenden, die natürlich auf das Systemverhalten keinerlei Einfluss haben können.

Die Quantentheorie hingegen erfasst – weil sie viel genauer ist – den zeitlich nichtlokalen Einfluss künftiger Möglichkeiten bereits auf das gegenwärtige Geschehen. Dies ist mit reellen Zahlen allein nicht zu modellieren.

Im Verhältnis der imaginären zu den reellen Zahlen gibt es eine Beziehung

$$(8.4) \quad \text{reell} \times \text{reell} = \text{reell}, \quad \text{imaginär} \times \text{imaginär} = \text{reell} \quad \text{und} \quad \text{reell} \times \text{imaginär} = \text{imaginär}$$

die im Bereich der Gruppen mit der sogenannten Cartan-Zerlegung⁶⁷ eine Entsprechung besitzt.

Eine Gruppe G habe eine Untergruppe K mit der zugehörigen Nebenklasse P . Wenn die Lie-Algebra \mathfrak{G} eine Zerlegung mit der Lie-Teilalgebra \mathfrak{K} ermöglicht,

$$(8.5) \quad \mathfrak{G} = \mathfrak{K} + \mathfrak{P}$$

dann spricht man von einer Cartan-Zerlegung der Lie-Algebra \mathfrak{G} , wenn mit

$$(8.6) \quad k_i \in \mathfrak{K} \quad \text{und} \quad p_i \in \mathfrak{P}$$

⁶⁷ Böhm (2011) S. 377 ff.

die folgende Struktur verbunden ist

$$(8.7) \quad [k_i, k_j] \in \mathbf{K} \quad \text{und} \quad [p_i, p_j] \in \mathbf{K} \quad \text{sowie} \quad [k_i, p_j] \in \mathbf{P}$$

Wenn nun \mathbf{K} und \mathbf{P} als Mannigfaltigkeiten die gleiche Dimension besitzen, dann liegt eine Struktur vor, die sich analog zu der in Formel (8.4) erweist, welche beim Übergang von den reellen zu den komplexen Zahlen mit die Darstellung von \mathbf{C}^1 als \mathbf{R}^2 vorliegt.

Wenn also auch die quantischen Möglichkeiten mit berücksichtigt werden sollen, ist der Koordinaten-Kosmos zu verdoppeln und eine Struktur zu bilden, die analog zu (8.4) und (8.7) ist.

Diese Forderung führt von $U(1) \times SU(2)$ direkt zur Gruppe $SU(3)$.

In Anlehnung an einen Artikel von Byrd⁶⁸ kann gezeigt werden, dass die Gruppe $SU(3)$ mit ihren 8 Parametern, die durch den Vektor $(\alpha, \beta, \gamma, \theta, a, b, c, \varphi)$ bezeichnet werden sollen, mit den Gruppen $U(1)$ und $SU(2)$ genau die Struktur wie in (8.5-8.7) besitzt.

Byrd zeigt, dass ein beliebiges Element der $SU(3)$ dargestellt werden kann als:

$$(8.8) \quad D(\alpha, \beta, \gamma, \theta, a, b, c, \varphi) = e^{(i\lambda_3\alpha)} e^{(i\lambda_2\beta)} e^{(i\lambda_3\gamma)} e^{(i\lambda_5\theta)} e^{(i\lambda_3a)} e^{(i\lambda_2b)} e^{(i\lambda_3c)} e^{(i\lambda_8\varphi)}$$

Diese Darstellung hat die Form

$$(8.9) \quad D(\alpha, \beta, \gamma, \theta, a, b, c, \varphi) = D^{(2)}(\alpha, \beta, \gamma) e^{(i\lambda_5\theta)} D^{(2)}(a, b, c) e^{(i\lambda_8\varphi)}$$

Dabei sind $e^{(i\lambda_5\theta)}$ oder $e^{(i\lambda_8\theta)}$ Elemente der $U(1)$ und $D^{(2)}(\alpha, \beta, \gamma)$ oder $D^{(2)}(a, b, c)$ Elemente der $SU(2)$.

Die λ_i sind 3×3 -Matrizen, die zumeist als die acht Gell-Mann-Matrizen bezeichnet werden. (Siehe Anhang). Die Matrizen λ_1 , λ_2 und λ_3 sind dabei die um eine Spalte und Reihe erweiterten Paulischen Spin-Matrizen.

Wenn also die quantentheoretischen Möglichkeiten mit in Betracht gezogen werden, so zeigt sich noch zusätzlich zur elektromagnetischen und schwachen Wechselwirkung die Struktur der starken Wechselwirkung.

Allerdings werden dann die betreffenden Quanten nur Strukturquanten sein können. Ein Auftreten als reale Quantenteilchen im Vakuum ist für Quarks und Gluonen somit unmöglich. Das hindert jedoch nicht, dass sie innerhalb von starkwechselwirkender Materie wie Teilchen wirken können.

Die Formel (8.4) ist mit diesen Erkenntnissen zu erweitern

$$(8.10) \quad P^k \rightarrow -i\partial/\partial x_k + g_1 A^k \zeta + g_2 B^k_a \sigma^a + g_3 C^k_a \lambda^a$$

Die Empirie zeigt, dass die Strukturquanten der starken Wechselwirkung, die Quarks und Gluonen, tatsächlich nicht als freie Teilchen im Vakuum erscheinen können.

8.4. Resümee

- *Wechselwirkung bedeutet eine Mischung von quantischer und klassischer Beschreibung, denn für eine Wechselwirkung ist für die Partner jeweils ein eigener Koordinatenkosmos notwendig. Eine rein quantische Beschreibung überführt die Struktur in eine teilelose Ganzheit, in welcher der Begriff der Wechselwirkung keinen Sinn mehr hat.*
- *Die Protyposis-Kosmologie liefert die notwendigen Argumente für eine Begründung für die Struktur der Koordinaten eines Wechselwirkungs-Partners, die zu einer Änderung des Impulsoperators führen.*
- *Die lokalen Eichgruppen $U(1)$, $SU(2)$ sowie $SU(3)$ der drei fundamentalen Wechselwirkungen folgen aus der Struktur der Protyposis-Kosmologie, wenn diese auch als Quantenphänomen behandelt wird.*

⁶⁸ Byrd (1998)

9. Die generelle Bedeutung der Protyposis für eine Grundlegung der Naturwissenschaften

Naturwissenschaft hat den Anspruch, die Vorgänge in der Welt erklären zu können, um daraus Anleitungen für ein angepasstes und möglichst rationales Handeln abzuleiten. Erklären bedeutet das Zurückführen – die Reduktion – von komplexen Strukturen auf einfache Strukturen, von unbekanntem Strukturen auf bereits bekannte Strukturen. Eine solche Reduktion kann dann als gelungen angesehen werden, wenn Unverstandenes verständlich geworden ist. Da noch einfachere Strukturen als die AQIs der Protyposis aus mathematischen und physikalischen Gründen unmöglich sind, sind die AQIs der logische Ausgangspunkt für alle naturwissenschaftlichen Erklärungen. Für die tatsächliche Durchführung der Erklärungen ist es natürlich notwendig, die mathematischen Grenzübergänge von einer Struktur zur nächsten auch verbal zu interpretieren und verständlich zu machen.

Mit den heute zur Verfügung stehenden Kenntnissen ist es möglich geworden, die Beobachtungsdaten auf eine solide theoretische Grundlage zu stellen. Die in der Einleitung erwähnten Vorstellungen Einsteins über eine auch quantentheoretisch fundierte Beschreibung der Wirklichkeit können heute als eingelöst betrachtet werden.

Heute kann die Evolution im Kosmos nachvollzogen werden. Diese Evolution hat mit sehr einfachen Strukturen begonnen, aus denen sich dann sehr komplexe Strukturen entwickelt haben. Wenn man das betrachtet, so wird erkennbar, dass Naturwissenschaft reduzieren muss. Ein dualistischer Ansatz verbietet sich dabei von selbst.

Mit der Protyposis wird die tatsächlich einfachste Struktur eingeführt, die mathematisch möglich ist, und es wurde deutlich, dass aus dieser einfachsten Struktur im Prinzip die realen Strukturen herleitbar sind. „Im Prinzip“ meint, dass die mathematischen Grenzübergänge verstanden und interpretiert sind. Danach ist es nicht notwendig oder sinnvoll, die komplexeren Strukturen der nächsthöheren Beschreibungsstufe ohne Verwendung der dort möglichen Näherungsverfahren und nur mit den Verfahren der vorhergehenden Stufe berechnen zu wollen. Die „Schrödingergleichung für einen Einzeller“ wäre kein sinnvoller Ansatz.

Wenn wir die kosmische Entwicklung vorurteilsfrei betrachten, so zeigt sich, dass sich aus einem strukturlosen Anfang immer komplexere Formen herausgebildet haben.

Nach einer sehr frühen und sehr heißen Phase bilden sich Schwarze Löcher und um diese in den ersten Galaxien aus damals gebildeten Wasserstoff und Helium die ersten Sterne. Nach den Explosionen der ersten Supernovae können auch wegen der nun vorhandenen schweren Elemente kleinere Himmelskörper wie Planeten und Kometen entstehen.

Wenn auf einem Planeten die geeigneten Bedingungen herrschen, dann wird sich dort Leben entwickeln. Wenn diese Bedingungen hinreichend lange existieren, wenn also der Stern nicht zu groß ist und deshalb zu schnell explodiert und wenn der Planet nicht aus seiner Bahn geworfen wird, dann wird sich das Leben auf ihm zu bewusstseinsfähigen Lebensformen entwickeln können.

Seit langem ist bekannt, dass ein Quantenteilchen mit einer Ruhmasse Energie aufnehmen und abgeben kann. In der Regel geschieht dies durch Absorption und Emission realer und virtueller Photonen. Da beides Erscheinungsformen der AQIs der Protyposis sind ist verständlich, dass die materiellen Quanten und die Photonen auch einzelne AQI-Bits aufnehmen und abgeben können, die als bedeutungsvoll einzuschätzen sind. Zumeist werden diese als „Eigenschaften“ des Teilchens bezeichnet.

Die quantentheoretische Nichtlokalisierung, also die Ausgedehtheit quantentheoretischer Wirkungen, ist für das Verstehen der Lebensprozesse und vor allem für das Verstehen des Bewusstseins unverzichtbar.

Lebewesen unterscheiden sich von stabilen Objekten dadurch, dass sie auf allen Organisationsstufen – von den Zellbestandteilen über die Zellen und Organe bis zum gesamten Lebewesen – ständig in Vieltausende von instabilen Situationen geraten. Diese sind dadurch ausgezeichnet, dass der winzigste Anlass eine Beeinflussung herbeiführen kann. Bereits eine bedeutungsvolle

Information kann dabei unabhängig von Art und Form ihres Trägers den weiteren Verlauf beeinflussen. Wir können daher das Leben dadurch charakterisieren, dass wir Lebewesen als thermodynamisch instabile Systeme kennzeichnen, welche sich durch eine Informationsverarbeitung selbst stabilisieren.

Im Laufe der biologischen Evolution werden sich bei schnell beweglichen Lebensformen wie den Tieren dann Organe ausbilden, welche auf die Informationsverarbeitung spezialisiert sind. Schließlich wird bei Tieren mit einem hochentwickelten Gehirn die Herausformung von Bewusstsein möglich.⁶⁹

Mit der Prototyposis wird verstehbar, dass solche hochentwickelten Informationsverarbeitungssysteme wie Gehirne dadurch ausgezeichnet sind, dass in ihnen keine strenge Trennung zwischen „Hardware“ und „Software“ möglich ist. Dazu als Beispiel eine Analogie. Die AQIs, welche den Text eines Buches oder Bildschirms verkörpern, wechseln mit unerhörter Geschwindigkeit ihre Träger. Diese sind die Photonen, welche die bedeutungsvolle Information zum Auge transportieren. In Gehirnen wird bedeutungsvolle Information längerfristig auf den Molekülen der neuronalen Strukturen gespeichert. Von diesen wird sie für eine Verarbeitung auf Photonen übertragen, um dann wieder auf einen massiven Träger abgespeichert zu werden. Sowohl Moleküle wie Photonen sind spezielle Erscheinungsformen der Prototyposis. Ihre vielen AQI-Bits erscheinen als die „Träger“ der verarbeiteten bedeutungsvollen Information. Nur wenige von den vielen AQI-Bits, die zumeist als „Eigenschaften“ der Träger, der Moleküle oder Photonen, bezeichnet werden, werden in Lebewesen für diese zu bedeutungsvoller psychischer und subjektiver Information.

Die AQIs der Prototyposis als Bits von Quanteninformation sind – wenn wir eine Vorstellung aus dem Alltag suchen – viel eher mit den bedeutungsvollen Quantenbits unserer Gedanken als mit unserem Körper zu verbinden. Mit ihnen wurde es möglich, die Entwicklung vom Kosmos über das Leben bis zur menschlichen Psyche und dem Bewusstsein auf einer einheitlichen Grundlage zu erklären.

Mit dem Menschen, der über das alles, was sich in der Natur entwickelt, nicht nur freuen und wundern kann, sondern der sich auch auf den Weg machen kann, das alles zu verstehen, schließt sich der Bogen, der mit dem Urknall des $R=ct$ -Universums begonnen wurde.

9.1. Resümee

- *Mit der Prototyposis wird eine durchgängige Beschreibung der kosmischen Evolution von ihrem Beginn bis zur Herausformung des menschlichen Bewusstseins möglich.*
- *Die Grundstruktur der Realität erweist sich als eine Entität, welche mehr Ähnlichkeit mit unseren Gedanken als mit unserem Körper besitzt.*
- *Materie wird damit zu einer abgeleiteten Größe.*
- *Lebewesen können gekennzeichnet werden als thermodynamisch instabile Systeme, welche sich durch eine interne Informationsverarbeitung selbst stabilisieren*
- *Die menschliche Psyche mit dem Bewusstsein wird einer naturwissenschaftlichen Beschreibung zugänglich.*

Danksagung

Ich danke Jochen Schirmer für vielfältige und sehr hilfreiche Anregungen und Hinweise.

Anhang

⁶⁹ siehe die Zusammenfassung in Görnitz & Görnitz (2016), S. 738 ff.

$$\lambda_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad \lambda_2 = \begin{pmatrix} 0 & -i & 0 \\ i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad \lambda_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

$$\lambda_4 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad \lambda_5 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -i \\ 0 & 0 & 0 \\ i & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad \lambda_6 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix},$$

$$\lambda_7 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -i \\ 0 & i & 0 \end{pmatrix}, \quad \lambda_8 = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -2 \end{pmatrix}.$$

Abbildung 4: Die acht Generatoren der Lie-Algebra der Gruppe SU(3) in der sogenannten Gell-Mann-Darstellung.

λ_1, λ_2 und λ_3 sind die um eine Spalte und eine Reihe erweiterten Pauli-Matrizen, zusammen mit λ_8 erzeugen sie eine U(2).

	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8
λ_1	0	$2i\lambda_3$	$-2i\lambda_2$	$i\lambda_7$	$-i\lambda_6$	$i\lambda_5$	$-i\lambda_4$	0
λ_2	$-2i\lambda_3$	0	$2i\lambda_1$	$i\lambda_6$	$i\lambda_7$	$-i\lambda_4$	$-i\lambda_5$	0
λ_3	$2i\lambda_2$	$-2i\lambda_1$	0	$i\lambda_5$	$-i\lambda_4$	$-i\lambda_7$	$i\lambda_6$	0
λ_4	$-i\lambda_7$	$-i\lambda_6$	$-i\lambda_5$	0	$i\lambda_3$ $+i\sqrt{3}\lambda_8$	$i\lambda_2$	$i\lambda_1$	$-i\sqrt{3}\lambda_5$
λ_5	$i\lambda_6$	$-i\lambda_7$	$i\lambda_4$	$-i\lambda_3$ $-i\sqrt{3}\lambda_8$	0	$-i\lambda_1$	$-i\lambda_2$	$i\sqrt{3}\lambda_4$
λ_6	$-i\lambda_5$	$i\lambda_4$	$i\lambda_7$	$-i\lambda_2$	$i\lambda_1$	0	$-i\lambda_3$ $+i\sqrt{3}\lambda_8$	$-i\sqrt{3}\lambda_7$
λ_7	$i\lambda_4$	$i\lambda_5$	$-i\lambda_6$	$-i\lambda_1$	$i\lambda_2$	$i\lambda_3$ $-i\sqrt{3}\lambda_8$	0	$i\sqrt{3}\lambda_6$
λ_8	0	0	0	$i\sqrt{3}\lambda_5$	$-i\sqrt{3}\lambda_4$	$i\sqrt{3}\lambda_7$	$-i\sqrt{3}\lambda_6$	0

Abbildung 5: Multiplikations-Tabelle der λ_i

References

- Akerbib, D S et al (LUX-Collaboration) (2014) First results from the LUX dark matter experiment at the Sanford Underground Research Facility, *Phys. Rev. Lett.* 112, 091303
- Bekenstein, J D (1973) Black holes and entropy, *Physical Review D* 7, 2333-2346
- Bekenstein, J D (1974) Generalized second law of thermodynamics in black hole physics, *Physical Review D* 9, 3292-3300.
- Böhm, M (2011) *Lie-Gruppen und Lie-Algebren in der Physik*, Springer Heidelberg
- Byrd, M. (1998) Differential Geometry on SU(3) with Applications to Three State Systems, UTEXAS-HEP-97-18, arXiv:math-ph/9807032v1
- Castelvecchi, D (2015) Crunch time for pet theory on dark matter, *Nature* 517, 422-423 (22 January 2015) doi:10.1038/517422a
- Dirac, P A M (1980) Why We Believe in The Einstein Theory, in Gruber, B and Millman, B R S (Eds) *Symmetries in Science*, Plenum Press, New York, London

- Einstein, A (1955) "Appendix II" to *The Meaning of Relativity*, 5th ed. Princeton, zitiert nach: VERLAG ElecBook, E-BOOK ISBN 9781843271130, p. 164
- Görnitz, T (1986) New Look at the Large Numbers, *International Journal of Theoretical Physics*. Vol. 25, Nr.8, 39-904
- Görnitz, T (1988¹) Abstract Quantum Theory and Space-Time Structure; I. Ur Theory and Bekenstein-Hawking Entropy, *International Journal of Theoretical Physics*. Vol. 27, Nr.5, 527-542
- Görnitz, T (1988²) Abstract Quantum Theory and Space-Time Structure; II. A Model of Cosmological Evolution, *International Journal of Theoretical Physics*, Vol. 27, No. 6, 659-666
- Görnitz, T, Ruhnau, E (1989) Connections between Abstract Quantum Theory and Space-Time-Structure. III. Vacuum Structure and Black Holes, *Intern. J. Theoret. Phys.* 28, 651-657
- Görnitz, T, Graudenz, D, Weizsäcker, C F v (1992), Quantum Field Theory of Binary Alternatives, *Intern. J. Theoret. Phys.* 31, pp 1929-1959
- Görnitz, T (1999) *Quanten sind anders*, Spektrum, Heidelberg
- Görnitz, T, Görnitz, B (2002, 2006, 2013) *Der kreative Kosmos*, Spektrum, Heidelberg
- Görnitz, T, Görnitz, B (2008, 2009) *Die Evolution des Geistigen*, Vandenhoeck&Ruprecht, Göttingen
- Görnitz, T (2009) From Quantum Information to Gravitation (in German)
<https://arxiv.org/pdf/0904.1784v1.pdf>
- Görnitz, T (2010) Deriving general relativity from considerations on quantum information,
<https://arxiv.org/pdf/1008.4558v1>,
- Görnitz, T (2011) Deriving general relativity from considerations on quantum information, *Advanced Science Letters*, Vol. 4, 577-585
- Görnitz, T, Schomäcker, U (2012) Quantum Particles From Quantum Information, *Journal of Physics: Conference Series* 380 (2012) 012025 doi:10.1088/1742-6596/380/1/012025 (<http://iopscience.iop.org/1742-6596/380/1/012025>)
- Görnitz, T (2013). What happens inside a black hole?, *Quantum Matter*, Volume 2, pp. 21-24(4)
- Görnitz, T (2014) Simplest Quantum Structures and the Foundation of Interaction, *Reviews in Theoretical Science*, Vol. 2, Nr.4, pp. 289-300
- Görnitz, T, Schomäcker, U (2016) The structures of interactions – How to explain the gauge groups U(1), SU(2) and SU(3), *Found. of Science*, doi:10.1007/s10699-016-9507-6
- Görnitz, T, Görnitz, B (2016) *Von der Quantenphysik zum Bewusstsein – Kosmos, Geist und Materie*, Heidelberg, Springer
- Hawking, S W, Ellis, G F R (1973) *The Large Scale Structure of the Universe*, University Press, Cambridge, UK
- Hawking, S W (1975) Particle creation by black holes, *Communications in Mathematical Physics* 43, 199-220.
- Hofmann, F, Sanders, J S, Nandra, Clerc, K N, Gaspari, M (2016) 7.1 keV sterile neutrino constraints from X-ray observations of 33 clusters of galaxies with *Chandra* ACIS, *A&A* 592, A112
- Israel, W (1998) in Hehl, F W, Kiefer, C, Metzler, R J K(Eds.): *Black holes: theory and observation*, Springer, Berlin et al., p. 365
- Komatsu, E et.al. (2009) Five-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Cosmological Interpretation, *The Astrophysical Journal Supplement Series* 180, p. 330-376

- López-Corredoira, M, Melia, F, Lusso, F E, Risaliti, G (2016) Cosmological test with the QSO Hubble diagram, *International Journal of Modern Physics D*, Vol 25, No. 05 (doi: 10.1142/S0218271816500607)
- Lorenzen, D (2016) http://www.deutschlandfunk.de/astronomie-abstimmen-ueber-den-urknall.732.de.html?dram:article_id=315828 vom 17.12.2016; 19:36
- Lorenzen, D (2017) http://www.deutschlandfunk.de/wissenschaftlicher-irrweg-phlogiston-und-die-dunkle-energie.732.de.html?dram:article_id=376335 vom 15.1.2017;15:14
- Melia, F (2012) Fitting the Union 2.1 SN sample with the $R_h = ct$ Universe. *Astron. J.* 144, 110
- Melia, F, Maier, R S (2013) Cosmic chronometers in the $R_h = ct$ Universe. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* 432, 2669
- Melia, F, López-Corredoira, M (2016) Alcock-Paczynski Test with Model-independent BAO Data, arXiv:1503.05052v3 [astro-ph.CO]
- Nielsen, J T, Guffanti, A, Sarkar, S (2016) Marginal evidence for cosmic acceleration from Type Ia supernovae, *Scientific Reports* | 6:35596 | DOI: 10.1038/srep35596
- Perlmutter, S et al (1999) Measurements of Omega and Lambda from 42 high redshift supernovae. *Astrophys. J.* 517, 565
- Reich, E S (2013) No sign of dark matter in underground experiment, *Nature* doi:10.1038/nature.2013.14057
- Riess, A G et al. (1998) Observational evidence from supernovae for an accelerating universe and a cosmological constant. *Astron. J.* 116, 1009
- Scheibe, E, Suessmann, G, Weizsäcker C F v (1958) Mehrfache Quantelung, Komplementarität und Logik III, *Zeitschrift für Naturforschung*, 13a, 705-721
- Unruh, W G (1976) Notes on black-hole evaporation, *Phys. Rev. D* 14, 870-892
- Unruh, W G (1992) Thermal bath and decoherence of Rindler spacetimes., *Phys. Rev. D* 46, 3271-3277
- Wei, J-J, Wu, X-F, Melia, F, Maier, R S (2015) A comparative analysis of the supernova legacy survey sample with Λ CDM and the $R_h = ct$ Universe. *Astron. J.* 149, 102
- Weizsäcker, C F v (1955): Komplementarität und Logik I, *Naturwissenschaften* 42 (1955) 521-529, 545-555
- Weizsäcker, C F v (1958²) siehe: Scheibe, E, Suessmann, G, and Weizsäcker C F v
- Weizsäcker, C F v (1974) Der Zusammenhang der Quantentheorie elementarer Felder mit der Kosmologie, *Nova acta Leopoldina* N. F. 212, Bd. 39, 61-80, Leipzig: Barth
- Weizsäcker, C F v (1985) *Aufbau der Physik*, Hanser, München
- Zeilinger, A (2003) *Einsteins Schleier*, Beck, München