



Herbert Hörz

Philosophische Aspekte der Allgemeinen Relativitätstheorie¹

1. Problemstellung

Zu den weltanschaulichen Grundfragen, die von der Philosophie zu beantworten sind, gehören die Fragen nach dem Ursprung, der Existenzweise und Entwicklung des Universums, nach der Quelle unseres Wissens, nach der Stellung der Menschen in der Welt, nach dem Sinn des Lebens und dem Charakter der gesellschaftlichen Entwicklung. (Hörz 2007, S. 10) Einen wesentlichen Beitrag zur Lösung der vor allem mit der ersten Frage verbundenen Welträtsel leistete die Allgemeine Relativitätstheorie (ART) von Albert Einstein (1879 – 1955). Die Diskussion über die damit verbundenen philosophischen Aspekte geht auch 100 Jahre nach ihrer Publikation 1915 weiter. Die ART wird einerseits als durch Experimente und Beobachtung bestätigte physikalische Theorie gesehen, die unsere philosophischen Auffassungen von Raum-Zeit und bewegter Materie revolutionierte sowie Einsichten in kosmische Prozesse und Strukturen liefert. Andererseits werden Zweifel an ihrer Richtigkeit geäußert. Dabei spielen alternative physikalische Theorien gegenüber philosophischen und ideologischen Einwänden eine geringere Rolle. Philosophische Einwände beriefen und berufen sich meist auf den Apriorismus von Immanuel Kant (1724 – 1804), der die klassische Physik und die Euklidische Geometrie als Basis seiner Erkenntnistheorie nahm.

In einem speziellen Artikel der WIKIPEDIA „Kritik an der Relativitätstheorie“ wird auf die Vielfalt kritischer Anmerkungen verwiesen: „Kritik an der [Relativitätstheorie](#) wurde vor allem in den Jahren nach ihrer Veröffentlichung auf [wissenschaftlicher](#), [philosophischer](#), [pseudowissenschaftlicher](#) sowie [ideologischer](#) Ebene geäußert. Gründe für die Kritik waren eigene Alternativtheorien, Widersprüche zu vorhandenen Theorien, Ablehnung der abstrakt-mathematischen Methode, [Unverständnis](#) und angebliche Fehler in der Theorie. Einige der ideologischen Kritiken wurden durch [Antisemitismus](#) motiviert. Auch heute noch gibt es Kritiker der Relativitätstheorie, die auch als *Antirelativisten* bezeichnet werden. Ihre Ansichten werden in der wissenschaftlichen Fachwelt jedoch nicht ernst genommen, da die Relativitätstheorie als widerspruchsfrei eingestuft wird und viele experimentelle Bestätigungen vorliegen.“ (Kritik der RT 2015)

Philosophische Aspekte der ART betreffen prinzipiell die Beziehung von Philosophie und physikalischen Theorien. Allgemeine philosophische Kategorien sind mit dem Wissen einer Zeit zu präzisieren. So zeigte die ART den Zusammenhang von Raum-Zeit und bewegter Materie durch Einbeziehung der Gravitation. Das Graviton als hypothetisches Eichboson einer Quantentheorie der Gravitation wird weiter gesucht. Philosophisch geht es dabei um die Einheit von Materiearten und Materieformen in der Materiestruktur. Verschiedene physikalische Ansätze zur Präzisierung und Erweiterung der ART regen ebenfalls philosophische Debatten an. Stringtheorie und Schleifenquantengravitation als Theorien der Quantengravitation bedürfen erst noch der experimentellen Prüfung. Manche Theoretiker lehnen sie ab. Das sind jedoch physikalisch zu lösende Probleme. Philosophisch interessant sind Überlegungen zu einheitlichen Theorien, zum Verhältnis von Kausalität und Fernwirkung, zur Kosmologie mit dunkler Energie und dunkler Materie, zur Raum-Zeit als Existenzform bewegter Materie als mehrdimensionales Strukturgebilde und zur Unendlichkeit des Kosmos in philosophischer und physikalischer Sicht mit offenen und geschlossenen Modellen des Weltalls.

¹ Für die Publikation erweiterter Vortrag vom 12.11.2015 vor der Klasse Naturwissenschaften/ Technikwissenschaften der Leibniz-Sozietät

Es sind also sowohl erreichte philosophische Erkenntnisse als auch aktuelle Debatten zu berücksichtigen. Es soll deshalb zuerst (2.) auf Einstein, das Universum und die Philosophie mit Stellungnahmen von ihm und anderen eingegangen werden. Ergänzt wird das (3.) durch Hinweise auf historische und aktuelle Debatten zur ART. Danach (4.) ist das Verhältnis von physikalischen und philosophischen Begriffen zu behandeln. Einer der wesentlichen philosophischen Aspekte betrifft die Evolution des Kosmos (5.). Den Abschluss (6.) bilden Hinweise auf philosophisch relevante Forschungsfelder.

2. Einstein, das Universum und die Philosophie

1948 erschien in den USA das Buch von Lincoln Barnett (1909 – 1979) „The Universe and Doctor Einstein“ als populärwissenschaftliche Einführung in die Relativitätstheorie mit einem Vorwort von Einstein. Die deutsche Übersetzung von 1952 erreichte bis 1956 als ungekürzte Ausgabe schon 112.000 Exemplare. Einstein spricht in seinem Vorwort die Schwierigkeiten an, komplizierte wissenschaftliche Theorien allgemein verständlich darzustellen. „Häufig wird entweder der Kern des Problems nicht berührt und durch oberflächliche Darstellung und unklare Umschreibung leichte Verständlichkeit vorgetäuscht, oder es wird dem Leser ein fachmännischer Bericht geboten, dessen Schwierigkeiten unzugänglich bleiben und ihn entmutigen.“ Einstein betonte, dass es wichtig sei, die breite Öffentlichkeit über die Ergebnisse der Forschung „sachkundig und verständlich“ zu unterrichten. „Es genügt nicht, daß die einzelnen Resultate durch wenige Fachleute des entsprechenden Teilgebiets anerkannt, weiter bearbeitet und angewendet werden. Die Beschränkung der wissenschaftlichen Erkenntnisse auf eine kleine Gruppe von Menschen schwächt den philosophischen Geist eines Volkes und führt zu dessen geistiger Verarmung.“ (Barnett 1952, S. 5)

Der von Einstein angesprochene „Kern des Problems“ ist m.E. mit der Einordnung der neuen Erkenntnisse in die Philosophie als Welterklärung verbunden. Die ART zeigte den inneren Zusammenhang von bewegter Materie und Raum-Zeit-Strukturen. Bisherige Auffassungen von der Existenz eines absoluten leeren Raums als Rahmen für wirkliches Geschehen und einer Zeit, die vom Raum unabhängig ist, erwiesen sich als überholt. Präzisierungen philosophischer Aussagen zum Ursprung, der Existenzweise und Entwicklung der Welt waren erforderlich. Die Evolution des Kosmos als philosophische Idee erhielt neue Nahrung durch Lösungen der Einsteinschen Feldgleichungen. Einstein nahm ein statisches Universum an, wofür er das kosmologische Glied in seine Gleichungen einführte. Weltanschaulich relevante Diskussionen umfassten so ein breites Spektrum von philosophischen Problemen. Sie reichten von Modellen des Weltalls bis zur Ablehnung eines angeblichen philosophischen Relativismus. Auch für die ART gilt: Die philosophische Ausarbeitung des Kerns neuer Erkenntnisse hat nicht nur Bedeutung für populärwissenschaftliche Ausführungen, sondern auch für das inter- und multidisziplinäre Zusammenwirken in seinen Auswirkungen auf gesellschaftlich relevante transdisziplinäre Aussagen. (Banse, Fleischer 2011)

Hier ist nicht weiter auf die antisemitisch begründeten Angriffe gegen die Relativitätstheorie und ihre Auswirkungen auf die Diskussion um die Verleihung des Nobelpreises einzugehen. Das ist an anderer Stelle geschehen. (Hörz 2006) Hervorgehoben sei jedoch, dass die nichtjüdischen Professoren Max von Laue, Walther Nernst und Heinrich Rubens sich für Einstein einsetzten. Am 26.08.1920 bedauerten sie in der „Täglichen Rundschau“ die Angriffe auf die Relativitätstheorie und zutiefst die „Einwände gehässiger Art auch gegen seine wissenschaftliche Persönlichkeit“ und hoben die „beispiellos tiefe Gedankenarbeit“ hervor, die Einstein zur Relativitätstheorie geführt habe. Sie betonten „daß, auch abgesehen von seinen relativistischen Forschungen, seine sonstigen Arbeiten ihm einen unvergänglichen Platz in der Geschichte unserer Wissenschaft sichern; dementsprechend kann sein Einfluß auf das wissenschaftliche Leben nicht nur Berlins, sondern ganz Deutschlands kaum überschätzt werden.“ (Grundmann 1998, S. 155)

In den Beziehungen zwischen Philosophie und Naturwissenschaften (Physik) spielen Fragen nach dem Wie und Warum des Geschehens immer wieder eine Rolle. Mit Hinweis auf Quanten- und Relativitätstheorie als „anerkannte Grundpfeiler der Physik“ meinte Barnett: „Sie liefern ebensowenig eine Antwort auf das Newtonsche ‚Wie‘ wie Newtons Gesetze eine Antwort auf das Aristotelische

„Warum‘ gaben.“ (Barnett 1952, S. 14) Dazu schrieb ich als Randbemerkung: „Vermengung von ‚Wie‘ und ‚Warum‘. Die Bedingtheit beider wird nicht erläutert. Erst ‚Wie‘, dann ‚Warum‘. Warum wird zum Wie und läßt wieder Fragen zum Warum zu.“ Bei der Analyse der philosophischen Auffassungen von Werner Heisenberg (1901 – 1976) erläuterte ich das im Zusammenhang mit der Geschichte der Physik: „Wo die Kenntnis fehlte, wurde Spekulation und Bücherglaube an ihre Stelle gesetzt. Es wurde nach dem Ursprung allen Seins geforscht. Man versuchte, den ideellen Ursprung des materiellen Seins, die Götter oder den Gott der physikalischen Prozesse zu finden. In diesem Sinne kann und muß man auf die Frage nach dem Warum in der modernen Naturforschung verzichten und sie durch die Frage nach dem Wie ersetzen. Galilei stellte die Frage nicht im aristotelischen Sinne: Warum fällt der schwere Körper schneller als der leichte? Er fragte: Wie verhalten sich beide Körper im Vakuum? Man verlangte von ihm logische Gründe für seine Auffassungen, wobei die Logik der Bibel entnommen war, und wehrte sich gegen sein Beweisverfahren, das Experiment und die Beobachtung als Wahrheitskriterium anzuerkennen. In diesem Sinne ist der Verzicht auf die Frage nach dem Warum physikalischen Geschehens ein Fortschritt. Er ersetzt Spekulation durch exaktes Forschen, das Festhalten an veralteten Auffassungen durch das Experiment als Wahrheitskriterium, die Mystik durch das Aufdecken objektiver Gesetze. Fragen nach dem Warum betreffen einen anderen Aspekt der Philosophie. Es sind Sinnfragen, so die Frage nach dem Sinn des Lebens, nach der Verantwortung als Pflicht zur Beförderung der Humanität usw.“ Diese beantwortet nicht die Physik, obwohl die Geschichte der Physik auch das verantwortungsbewusste oder verantwortungslose Verhalten von Physikern kennt. Im aktuellen Vorwort von 2013 zum Heisenberg-Buch stelle ich fest: „Nähern wir uns in einem asymptotischen Prozess mit relativen Wahrheiten an die absolute Wahrheit an? Mit neuem Wissen wächst zugleich die Einsicht in unser Nichtwissen.“ Es ist klar, „dass noch viele potenzielle Objekte auf ihre Untersuchung warten. Philosophie formuliert Sinnfragen als Warumfragen in Welt-rätseln. Wissenschaft trägt zur partiellen Lösung dieser Rätsel bei, indem sie Teile eines Rätsels in Wiefragen verwandelt und diese beantwortet. Damit ist das Rätsel jedoch nicht vollständig gelöst. So denken wir weiter über Materie und Bewegung, Sein und Bewusstsein, Gen und Verhalten, Naturgestaltung und Verantwortung, das Wesen der Kreativität und andere Rätsel nach und freuen uns über jeden Schritt, den wir auf dem Weg der Erkenntnis zu neuen Lücken unseres Wissens gehen.“ (Hörz 1968, 2013, S. 39f., 13)

Für die philosophische Welterklärung ist, wie Einstein betonte, die Darstellung spezifischer wissenschaftlicher Erkenntnisse in einer Sprache, die sie populärwissenschaftlich für die interessierte Öffentlichkeit verständlich machen, wesentlich.

Worte sind Namen für Begriffe und Begriffe fassen Erfahrungen zusammen. Mathematische Formeln enthalten Zusammenhänge zwischen Symbolen. Ihre Beziehungen sind umfangreicher als die Erfahrungen. Mathematik, zur Darstellung von Beziehungen genutzt, ist Heuristik, da auf neue Zusammenhänge hingewiesen wird. Experimente sind erforderlich, um die empirische Relevanz theoretischer Konsequenzen zu überprüfen. Für Einstein und andere Physiker verbanden und verbinden sich symbolische Darstellung empirischer Erfahrungen in einfacher mathematischer Form mit heuristischen Potenzen mathematischer Strukturen für die empirische Überprüfung, wenn davon gesprochen wird, dass ein mathematischer Satz die unmittelbare Schönheit der Strukturen enthalte. Schönheit ist die Suche nach einfachen mathematischen Strukturen, mit denen die Ordnung der Welt theoretisch erfasst werden kann, um sie zu verstehen. Nicht nur Wissen um die vielfältigen Strukturen ist erforderlich, sondern auch die Fähigkeit, das Einfache und Gemeinsame zu sehen. Mathematik orientiert auf einfache Seins-Strukturen, die die Ordnung der Welt bestimmen. (Hörz, Schimming 2009) Das philosophische Problem der Einfachheit wird in der Leibniz-Sozietät im Arbeitskreis „Einfachheit als Wirk-, Erkenntnis- und Gestaltungsprinzip“ für verschiedene Disziplinen, darunter auch Mathematik und Physik analysiert. (Sommerfeld, Hörz, Krause 2010) In einer Bilanz bisheriger Arbeit geht es um die Frage: Sind komplexe Systeme einfach? (SB 125/126, 2016)

Philosophische Aspekte der ART wurden bis 1989 im Bereich „Philosophische Fragen der Wissenschaftsentwicklung“ am Zentralinstitut für Philosophie der Akademie der Wissenschaften der DDR intensiv erforscht, wie aus dem nun digitalisiert vorliegenden Buch ersichtlich ist, das 1990 der Ignoranz neuer Obrigkeiten zum Opfer fiel. (Hörz, Röseberg 2013) In Problemstudien zu philosophischen

Problemen der Naturwissenschaften befasste sich Fritz Gehlhar mit philosophischen Aspekten der Relativitätstheorie, Kosmologie und Kosmogonie, um bisherige Erkenntnisse und offene Probleme aufzuzeigen. Es ging um die Objektivität von Raum und Zeit, das Verhältnis von Raum-Zeit und bewegter Materie, um Relativität und Unendlichkeit von Raum und Zeit, um Symmetrie und Asymmetrie, sowie Kontinuität und Diskontinuität der Raum-Zeit, um die Historizität von Naturgesetzen, um die Evolution des Kosmos und um den Menschen im Kosmos. (Problemstudien 1977, S. 28 – 56) Mich interessierte das Verhältnis von Physik und Philosophie bei Albert Einstein, die Raum-Zeit-Problematik, die Unendlichkeit des Weltalls, also seine revolutionären Ideen in ihrer philosophischen Relevanz. Die Leugnung des Zufalls im physikalischen Geschehen mit der einprägsamen Formel, dass Gott nicht würfle, wies ich zurück. (Hörz 2006)

Einstein war ein philosophischer Denker, den Sinnfragen, wie sie die Philosophie auch nach dem Charakter der gesellschaftlichen Entwicklung und dem Sinn des Lebens stellt und beantwortet, beschäftigten. In seiner Weltsicht ging es darum, die Gegenwart mit Wissen über die Geschichte als Zukunft nach möglichen humanen Zielen zu gestalten. „Meine Ideale“, meinte er, „die mir voranleuchteten und mich mit frohem Lebensmut immer wieder erfüllten, waren Güte, Schönheit und Wahrheit.“ (Einstein 1956, S. 8) Es ist das Unum, Bonum, Verum der Antike, das viele Lehrende und Forschende nennen, wenn sie Leitlinien ihres Handelns beschreiben. Einstein wollte soziale Gerechtigkeit und betonte zugleich: „Ohne schöpferische, selbständig denkende und urteilende Persönlichkeiten ist eine Höherentwicklung der Gesellschaft ebensowenig denkbar, wie die Entwicklung der einzelnen Persönlichkeit ohne den Nährboden der Gemeinschaft.“ (Einstein 1956, S. 12)

3. Relativitätstheorie und Philosophie: historische und aktuelle Debatten

Wenn man mit Kant Raum und Zeit als Anschauungsformen a priori sieht und damit die Euklidische Geometrie in eine Denkvoraussetzung erhebt, muss man die mit der RT verbundenen Erkenntnisse ablehnen. Zur Kritik an der RT wird in der WIKIPEDIA generell festgestellt: „Der Anspruch der Relativitätstheorie, die herkömmlichen Begriffe von Raum und Zeit revolutioniert zu haben, sowie die Einführung einer nichteuklidischen Geometrie im Rahmen der allgemeinen Relativitätstheorie, stieß bei vielen Philosophen unterschiedlicher Schulen auf Kritik. Kennzeichnend für viele philosophische Kritiken war jedoch eine ungenügende Kenntnis der mathematisch-formalen Grundlagen und Aussagen der Relativitätstheorie, wodurch diese oft am Kern der Sache vorbeigingen.“ (Kritik der RT 2015) Wie standen und stehen die Kenner der Theorie dazu?

Leopold Infeld (1898 – 1968) formulierte als Mitarbeiter von Einstein auf dem Gebiet der RT zwei Ergebnisse der ART: (1.) „Wie die Gleichungen Maxwells Änderungen des elektromagnetischen Feldes, beschreiben Einsteins Feldgleichungen Änderungen des Schwerefeldes in Raum und Zeit. In ihrer ganzen Allgemeinheit und Schönheit wurden diese Gleichungen von Einstein formuliert. Sie sehen einfach aus und sind doch vom Standpunkt der praktischen Arbeit sehr schwierige Gleichungen.“ (2.) Die ART „ermöglicht die Formulierung der Naturgesetze für ein beliebiges System. ... die Gesetze der Physik sind im Hinblick auf eine beliebige Transformation invariant.“ Betont wird, dass wir erkennen „bis zu welcher Tiefe“ die ART „unsere physikalischen Begriffe ändert. In der Tat ist diese Umwälzung nur mit jenen zu vergleichen, die durch Newton oder Maxwell vollbracht wurden. Sie klärt auch die Verbindung zwischen Physik und Geometrie und verändert dabei unsere Ansichten über das alte philosophische Problem.“ Zu Einstein heißt es: „Er betrachtet sich mit Recht als einen Philosophen, weil die von ihm angegriffenen physikalischen Probleme eng verwandt sind mit philosophischen Problemen, die denkende Menschen während der ganzen Geschichte unserer Zivilisation beschäftigt haben. Aber diese Probleme, wie jene von Zeit, Raum und Geometrie wurden von Einstein aus dem Bereich der Spekulation in den Bereich der Physik verschoben, in den Bereich der Wissenschaft und der exakten Überlegung, deren Werkzeug die Mathematik ist.“ (Infeld 1953, S. 84f.)

Infeld studierte Anfang der 20er Jahre des 20. Jahrhunderts in Berlin Physik. Er berichtete über einen Vortrag von Einstein vor Studierenden zum Verhältnis von Geometrie und Erfahrung, an dem er als Zuhörer teilnahm. „Niemand, der Relativitätstheorie studiert hatte, konnte sich der Tiefe und Einfachheit der philosophischen Gedanken und dem Reiz seiner Erklärungsweise entziehen. Danach

fand eine Diskussion statt und viele wirrköpfige Philosophen stellten wirre Fragen: ‚Wie steht es mit Kant?‘ – ‚Herr Professor, Ihre Äußerungen widersprechen Kant‘ – In der Tat! Wie darf man Kant widersprechen – und dazu noch in Berlin? Wie immer genoß Einstein das Schauspiel. Er wurde weder ärgerlich noch ungeduldig, als er die Worte ‚transzendental‘, ‚apriori‘, ‚Weltanschauung‘ und all den Mist hörte, den die Relativitätstheorie hinwegfegte und der heute noch dicke Bücher füllt und viele Institute der spekulativen Philosophie unsicher macht. Leere Worte haben ein zähes Leben!“ (Infeld 1953, S. 86) Mit der ART musste Einstein in Konflikt mit der, wie er es nannte, „Landeskirche der Kantianer“ kommen. Während Paul Natorp oder Ernst Cassirer versuchten, Kant mit der Relativitätstheorie zu vereinen, griffen solche Kantianer, wie Oskar Kraus in Prag, den „Widersinn“ frontal an. Einstein meinte: „Ist nicht die ganze Philosophie wie in Honig geschrieben? Wenn man hinsieht, sieht alles wunderbar aus, wenn man aber nochmals hinsieht, ist alles fort. Nur der Brei ist übrig.“ (Fölsing 1995, S. 541f.)

Hermann von Helmholtz (1821 – 1894) wies schon auf den Zusammenhang von Geometrie und Erfahrung hin und kritisierte die Auffassung von Kant, dass die geometrischen Axiome von Euklid a priori seien. (Hörz 1997, S. 254ff.) Einstein vertiefte die Kritik, indem er die philosophischen Konsequenzen der ART zeigte. Doch leichtfertig sollte Philosophie nicht damit abgetan werden, dass es sich um leere Worte handle. Das würde dem Einsteinschen Herangehen widersprechen. Wer jedoch in der Philosophie an überholten Standpunkten festhält, statt neue Erkenntnisse zur Präzisierung allgemeiner philosophischer Begriffe zu nutzen, leistet einen Beitrag, um mit Einstein zu sprechen, zur geistigen Verarmung eines Volkes. Tatsächlich ist sowohl der innere Zusammenhang, als auch die Differenz zwischen physikalischen und philosophischen Begriffen für die ART ebenfalls zu beachten.

Die aktuellen Debatten gehen in der Regel davon aus, dass die ART allgemein anerkannt ist. Das drückt der Artikel in der WIKIPEDIA aus: „Die allgemeine Relativitätstheorie wurde vielfach experimentell bestätigt ..., so dass sie als [Gravitationstheorie](#) allgemein anerkannt ist. Insbesondere hat sie sich bisher in der von Einstein formulierten Form gegen alle später vorgeschlagenen Alternativen durchsetzen können.“ (ART 2015)

Philosophische Kritik an der RT wurde frühzeitig in der DDR von Wissenschaftsphilosophen zurückgewiesen. So befasste sich Georg Klaus (1912 – 1974) 1959 mit philosophischen Aspekten der RT: „Wenn die Materie immer bewegte Materie ist und Raum und Zeit nichts anderes als Daseinsformen dieser bewegten Materie sind, so müssen verschiedenartige Bewegungszustände der Materie zu verschiedenartigem Raum-Zeit-Beziehungen führen. (Klaus 1978, S. 100) In „Jesuiten, Gott, Materie“ hatte er auf die komplizierten Beziehungen zwischen Philosophie und Physik verwiesen: „Unser Wissen über die Natur tritt uns – zumindest in den sogenannten exakten Naturwissenschaften – in Form komplizierter theoretischer Systeme gegenüber. Die einzelne an der Natur direkt überprüfbare Aussage hängt mit den allgemeinen Thesen nur durch ein kompliziertes System mathematischer Relationsgefüge zusammen. Um beispielsweise einzusehen, daß ein Elementarteilchen, das eine bestimmte Bewegungsenergie besitzt, durch eine Potentialschwelle mit größerer Energie dringen kann – ein Vorgang, der nach den Regeln der klassischen Mechanik unmöglich ist –, bedarf es nicht einiger theoretischer Erkenntnisse, sondern eines ganzen Systems. Will man – um ein anderes Beispiel zu geben – einsehen, daß die sogenannte Periheldrehung des Merkur eine Bestätigung der allgemeinen Relativitätstheorie ist, so muß man sich auf komplizierte mathematische Zusammenhänge einlassen, die ihrerseits aber wieder mit wesentlichen Schlußfolgerungen über die Natur von Raum und Zeit und deren Zusammenhang mit der Materie verknüpft sind.“ (Klaus 1957, 2015, S. 81 f.)

Diese bei der philosophischen Analyse neuer Erkenntnisse bestehenden Zusammenhänge zwischen Philosophie und Physik beachtetten und beachten philosophische Kritiker der RT oft nicht. In einem aktuellen philosophischen Artikel heißt es: „Die RT ist eine Sackgasse, und die Physik entwickelt sich möglicherweise seit Maxwell, definitiv aber seit Einstein in die falsche Richtung. Viele der Bemühungen der Physiker in den letzten 100 Jahren, die Welt zu verstehen, waren umsonst, weil sie eine falsche Theorie zugrunde legten. Die klassische theoretische Mechanik bildet nach wie vor die beste und sicherste Grundlage der Physik und damit unseres Weltbildes. Sie sollte Ausgangspunkt und Basis für alle weitere Entwicklung in der Physik sein.“ Auch die auf der ART aufbauende Kosmologie sei abzulehnen: „Insofern sind also der Urknall, das expandierende Weltall, Schwarze Löcher,

Dunkle Materie, Gravitationswellen, die Raumkrümmung usw. keine realen Erscheinungen oder Objekte. Phänomene wie z.B. die Rotverschiebung im Spektrum entfernter astronomischer Objekte oder die Hintergrundstrahlung des Weltalls, die als Belege für den Urknall interpretiert werden, müssen andere, nichtrelativistische Erklärungen haben. Die Erschaffung des Universums, also der gesamten physikalischen Materie sowie von Raum und Zeit aus einer Singularität heraus, quasi aus dem ‚Nichts‘ beim kosmologischen Big-Bang-Modell ist ohnehin aus weltanschaulicher Sicht problematisch. Philosophisch viel befriedigender wäre eine Welt ohne Anfang und Ende in Raum und Zeit. Die Widersinnigkeit der Kosmologie ist eine direkte Folge aus der Widersinnigkeit der RT. Ganz ins Reich der Fabel zu verweisen sind Spekulationen von heutigen Physikern über Paralleluniversen, Multiversen, n-dimensionale Räume, Weiße Löcher, Zeitreisen u. dgl. Hier kann nur die Empfehlung ausgesprochen werden, auf den Boden der Tatsachen und des gesunden Menschenverstandes zurückzukehren.“ Leider wird die philosophische These von der Welt ohne Anfang und Ende mit kosmologischen Modellen, die nur das uns zugängliche Universum betreffen, in einen Topf geworfen. Auf die erforderliche Differenzierung des Begriffs „Kosmos“ ist noch einzugehen. Die philosophische Konsequenz des Autors ist: „Mit der Ablehnung der RT ist eine zumindest teilweise Rehabilitierung der Erkenntnistheorie Kants verbunden: Die euklidische Geometrie ist nicht nur a priori (denknotwendig), wie Kant glaubte, sondern sie beschreibt die reale Welt. Nichteuklidische Geometrien, wie sie die ART für die Welt postuliert, sind rein mathematische Konstrukte ohne Realitätsbezug. Ebenso bleibt die klassische Mechanik ganz im Sinne Kants Grundlage der Naturwissenschaft, ohne daß damit freilich die ganze Physik erschöpft wäre.“ (Wankow 2011)

Dazu ist aus philosophischer Sicht festzuhalten:

1. Die klassische Mechanik gilt weiter in den Bereichen der Geschwindigkeiten und Größen des täglichen Lebens. Bei Lichtgeschwindigkeit und den raum-zeitlichen Strukturen bewegter Materie haben wir es mit relativistischen Effekten zu tun.
2. Geometrie ist eine Erfahrungswissenschaft, deren Grundlagen, auch wenn sie deduktiv aufgebaut sind, empirisch überprüft werden müssen.
3. Nicht-Euklidische Geometrie entspricht besser den wirklichen Raumstrukturen. So sind die drei Raumdimensionen eine Abstraktion, die für Raumpunkte angenommen werden kann, jedoch die wirklichen Krümmungen nicht erfasst.
4. Wenn Raum und Zeit Existenzformen (Daseinsformen) der bewegten Materie sind und die Materiestrukturen unerschöpflich, dann sind (a) die raum-zeitlichen Strukturen von der Bewegung abhängig und (b) ebenfalls unerschöpflich.

Philosophisch relevant sind Versuche zum Aufbau einer Theorie, die Relativitäts- und Quanteneffekte zusammenfasst. Es ist die Suche nach einer Weltformel oder einer theory of everything (ToE), die alle physikalischen Phänomene mit allen Wechselwirkungen erklären und verknüpfen soll. In diesem Zusammenhang erhielt die von Einstein 1917 in seine Gleichungen eingeführte kosmologische Konstante, um ein statisches Universum zu beschreiben, eine neue Deutung. Lösungen der Feldgleichungen ergaben ein expandierendes Universum. Die Dunkle Energie wurde als Verallgemeinerung der [kosmologischen Konstanten](#) Ende der neunziger Jahre eingeführt, um die beobachtete beschleunigte [Expansion des Universums](#) theoretisch zu erfassen. Bisher nicht Erklärbares wird mit Hinweisen auf etwas verbunden, was erst noch zu suchen und zu finden ist, eben die dunkle Materie und dunkle Energie sowie die Supersymmetrie.

Die Debatten gehen weiter. Ein philosophisches Grundproblem dabei ist das Verhältnis von physikalischen und philosophischen Begriffen.

4. Zur Beziehung von physikalischen und philosophischen Begriffen

Allgemeine philosophische Begriffe (Kategorien) sind Grundlage für die Beantwortung der genannten weltanschaulichen Grundfragen. Sie werden mit dem Wissen einer Zeit, auch dem der Physik, präzisiert und bedürfen bei neuen Einsichten der Korrektur. Das hebt jedoch ihre Allgemeingültigkeit nicht auf. Zur längeren Lebensdauer philosophischer gegenüber physikalischen Begriffen stellte ich fest,

dass sie sich aus den in philosophischen Kategorien ausgedrückten allgemeinsten Merkmalen ergibt. „Denken wir hier nur an den Materiebegriff, der alle zukünftigen Forschungsergebnisse in sich aufnehmen kann, da er keine konkrete Aussage über die Struktur der Materie enthält. Aber die Präzisierung philosophischer Begriffe ist möglich und notwendig. Dadurch werden sie anfällig gegenüber der Entwicklung des einzelwissenschaftlichen Denkens. Sie sind von größerer Allgemeinheit als einzelwissenschaftliche Begriffe, umfassen dadurch aber weniger Merkmale, können also durch eine Vielzahl verschiedener Konkretisierungen der allgemeinen Merkmale erfüllt werden. So bieten die Theorien der modernen Physik auch nur eine von vielen konkreten Belegungen philosophischer Begriffe. Wichtig ist vor allem, daß keine Widersprüche zwischen philosophischen und physikalischen Begriffen auftreten. Wo sie auftreten, sind sie zu beseitigen, was wiederum heuristische Bedeutung für Philosophie und Physik haben kann.“ (Hörz 1968, 2013, S. 286)

Der philosophische Materiebegriff ist im dialektischen Materialismus in Bezug auf das Bewusstsein definiert: **Materie** ist eine philosophische Kategorie zur Bezeichnung der objektiven Realität, die außerhalb und unabhängig von unserem Bewusstsein existiert und von ihm widergespiegelt werden kann und wird. **Bewusstsein** ist Entwicklungsprodukt und Eigenschaft der Materie sowie spezifisch menschliche Form der Widerspiegelung. Das Primat der Materie gegenüber dem Bewusstsein ist nicht auf die menschliche Praxis als **Subjekt-Objekt-Dialektik**, also auf die gegenständliche und theoretische Aneignung materieller und ideeller Objekte, zu übertragen. Der menschliche Erkenntnisprozess erfordert, auch für die kosmischen Prozesse, Beobachtungen und Experimente, um etwas über die Struktur der Materie zu erfahren. **Materiestruktur** ist die Gesamtheit der Beziehungen zwischen entstehenden, existierenden, sich entwickelnden und vergehenden Objekten als Einheit von **Materiearten**, zu denen Galaxien, Elementarobjekte, Atome, Moleküle, Lebewesen, soziale Systeme gehören, und von **Materieformen**, wie Bewegung, Raum und Zeit, Evolution, Information und Selbstorganisation.

Erkenntnisse der Physik zur Materiestruktur zeigten den Welle-Korpuskel-Charakter der Elementarobjekte, die Existenz von Teilchen und Antiteilchen, Prozesse der Entstehung und des Vergehens kosmischer Objekte, kosmische Hintergrundstrahlung und weitere Effekte. Die Materieform **Bewegung** umfasst Veränderung und Entwicklung, das Entstehen höherer Qualitäten, gemessen an Kriterien. Es geht stets um die Einheit von Materie und Bewegung. Auch die philosophischen Kategorien Raum und Zeit, die das Neben- und Nacheinander des Geschehens ausdrücken, wurden präzisiert. Die **Raum-Zeit** ist Existenzform der Materie. Geht man von der Unerschöpflichkeit der Materiestruktur aus, gibt es auch unerschöpfliche Raum-Zeit-Strukturen.

Die Geschichte der physikalischen Erkenntnisse zu materieller Bewegung und Raum-Zeit belegt, dass Korrekturen präzisierter Kategorien erforderlich waren und sind. (Hörz 1979a, b) Für Aristoteles war mit den natürlichen Orten die Ruhe vorgegeben und die Bewegung zu erklären. Die klassische Mechanik nahm die gleichförmig geradlinige Bewegung als gegeben und erklärte die Bewegungsänderungen. Die spezielle RT kritisierte die Annahme der Gleichzeitigkeit. Erst mit der ART konnte Bewegung allgemein, ohne Bezug auf bestimmte Systeme, erfasst werden. Philosophisch-spekulativ gehen Physiker an die Raum-Zeit-Problematik heran, wenn sie nach substantiellen Teilchen des Raumes mit Gravitonen und denen der Zeit mit Tachyonen suchen. Dabei finden neue Erkenntnisse über die Struktur der Materie öffentliches Interesse. Denken wir an die Entdeckung des Higgs-Bosons. Der Nobelpreis 2015 für Physik wird an zwei Forscher vergeben, die den Nachweis lieferten, dass Neutrinos Masse besitzen. Es sind die philosophischen Konsequenzen solcher Entdeckungen zu prüfen, wenn sie präzisierte philosophische Kategorien betreffen.

Die ART führte zur philosophisch relevanten Diskussion über **offene oder geschlossene Modelle** des Universums und damit über Endlichkeit und Unendlichkeit der Welt. Einstein meinte „ob die Welt räumlich endlich sei oder nicht“, sei „eine im Sinn der praktischen Geometrie durchaus sinnvolle Frage“. „Ich halte es nicht einmal für ausgeschlossen, daß diese Frage in absehbarer Zeit von der Astronomie beantwortet werden wird.“ (Einstein 1956, S. 125) Er diskutierte die mit der ART verbundenen zwei Möglichkeiten und ihre Bedingungen, nach denen die Welt räumlich unendlich oder endlich sein kann. Darüber ist viel diskutiert, spekuliert und seriös gearbeitet worden. Statische und dynamische, offene und geschlossene Modelle wurden aufgestellt, diskutiert und mit experimentellen

Ergebnissen direkt oder indirekt konfrontiert. Konsequenzen aus Modellen als Antworten auf die Einsteinsche Frage wurden z.B. weltanschaulich hochgespielt. Mit der Annahme von der Endlichkeit sollte Platz für einen Schöpfergott durch die Naturwissenschaften geschaffen werden. Der Urknall sei der Beginn des Weltalls. Außerdem stritten sich dialektische Materialisten lange Zeit um die philosophische Berechtigung offener oder geschlossener Modelle des Weltalls. Vertreter der Unendlichkeit wurden von manchen als philosophische Dogmatiker angesehen.

Physik und Philosophie gehen, trotz aller Wechselbeziehungen, unterschiedlich an die Lösung dieser Problematik heran. Nehmen wir Einsteins These ernst, dass jede naturwissenschaftliche Theorie mit jeder einwandfreien Philosophie vereinbar ist, dann hat auch die Philosophie, die sich auf innerphilosophische Begründungen stützt, mit der Physik vereinbar zu sein. Insofern war es wichtig, die physikalische Frage nach offenen oder geschlossenen Modellen von der philosophischen zu trennen. Physikalische Modelle geben eine Welterklärung erst, wenn sie philosophisch verallgemeinert sind. **Modelle** sind materielle oder ideelle (Re-)Produktionen von möglichen und wirklichen Objekten bzw. Prozessen, Eigenschaften, Beziehungen und Funktionen durch ein Erkenntnissubjekt mittels Analogien (Homologien) im weiteren Sinne in anderen materiellen oder ideellen Systemen zur Erkenntnis bzw. besseren Beherrschbarkeit des modellierten Originals. (Hörz, Röseberg 2014, S. 104) Modelle sind als-ob-Objekte und als-ob-Theorien, da sie wie Objekte und Theorien behandelt werden, um Erkenntnisse über die eigentlichen Objekte und Theorien zu gewinnen. Wir erfassen so wesentliche Aspekte des Geschehens, die mit Experimenten übereinstimmen und aus denen überprüfbare Voraussagen gewonnen werden. Es wäre jedoch ein weltanschaulicher Kurzschluss, vom physikalischen Modell direkt auf die Beschaffenheit der Welt zu schließen, da sie nur einen Ausschnitt der Wirklichkeit erfassen.

Was können wir über den Kosmos, manchmal auch als die Welt als Ganzes bezeichnet, wissen? Handelt es sich um den beobachtbaren Kosmos, um den Kosmos, auf den aus Theorien und Beobachtungen extrapoliert wird oder um die Gesamtheit der unerschöpflichen kosmischen Prozesse, über die wir spekulieren. Philosophie als Welterklärung soll zugleich Heuristik sein. Wenn sie die **Unendlichkeit** zum Thema nimmt, dann lehnt sie, entsprechend den Einsichten in die mit der Erfahrung übereinstimmenden Nicht-Euklidischen Geometrien die Unendlichkeit als geradliniges Fortschreiten ab. Materialistisch-dialektische Philosophie betont die **Unerschöpflichkeit des Geschehens**. Erkenntniskritisch erfasst sie damit die Lücken unseres Wissens mit dem Hinweis auf den ewigen Wandel. Forschung dringt in unbekannte Räume des Kosmos und der elementaren Strukturen vor und hat die zeitliche Veränderung von Zuständen zu beachten. Die Erkenntnis der Welt ist im philosophischen Sinn immer un abgeschlossen, da keine Welttheorie sie vollständig erfassen kann, nicht in ihren statisch-dynamischen Beziehungen und nicht in ihren raum-zeitlichen Strukturen. Wir dringen zwar tiefer in das Wesen der Natur ein, indem wir umfassendere Theorien zur Erklärung des Geschehens aufstellen, doch eröffnen Bereiche in der Nähe von Naturkonstanten wieder neue Forschungsfelder. Die philosophische These von der Unerschöpflichkeit des Weltgeschehens warnt vor allem davor, sich mit dem bisherigen Wissen zufrieden zu geben.

Die physikalische Diskussion um die Modelle des Weltalls und um die einheitliche Erklärung der Natur wird weiter geführt. Sie ist nie abgeschlossen. Immer neue Modelle werden, im Zusammenhang mit neuen Experimenten und theoretischen Erklärungen, entwickelt, die mal euklidisch, sphärisch, hyperbolisch oder gemischt strukturiert sind. Entscheidend für die Physik sind die Erklärungspotenzen und überprüfbaren Konsequenzen der Modelle. Die Philosophie hat darauf zu achten, mit Apriorismen keine Kreativitätshemmnisse aufzubauen. Sie kann Forderungen nach verrückten Ideen durch eigene Denkprovokationen unterstützen.

5. Evolution des Kosmos

Evolution ist mit Veränderungen in der Zeit verbunden. **Zeit** ist eine philosophische Kategorie zur Bezeichnung einer Anschauungs- oder Existenzform des realen Geschehens. Sie umfasst die objektive Zeit als Dauer von Ereignissen und als Ordnung des Geschehens das Nacheinander von Prozessen sowie die Richtung von der Vergangenheit in die Zukunft. Subjektive Zeit ist Gestaltungsprinzip und

Lebensgefühl. Philosophisch ist zwischen Rahmen- und Eigenzeit prozessierender Systeme zu unterscheiden. (Hörz 1990) Die Rahmenzeit, mit der die Dauer von Ereignissen gemessen wird, basiert auf der Periodizität anderer Ereignisse, gegenwärtig auf Atomuhren, die eine Eigenzeit, d. h. eine innere Rhythmik, haben. Rahmenzeiten sind linear. Sie erfassen Dauer, Ordnung und Richtung eines Ereignisses. Dagegen sind Eigenzeiten von Objekten zyklisch, da die innere Periodizität das Verhalten bestimmt. Jedes System hat seine Eigenzeit. Das gilt auch für die von uns beobachteten kosmischen Objekte. Zeit als Dauer umfasst generell den Anfang, die Ausgestaltung und das Ende eines Objekts (Systems).

Eigenzeiten sind in Rahmenzeiten eingeordnet. Die Existenz unseres Universums wird mit der Urknallhypothese mit einer eigenen Zeitskala versehen. So seien seit dem Urknall als seinem Beginn, in Abhängigkeit von Modellen, etwa 10 bis 20 Milliarden Jahre vergangen. Im Urknall als Singularität gab es keine Zeit. Doch jede Veränderung konstituiert Zeit. So wäre mit dem Urknall (big bang) der Anfang der Rahmenzeit für das Universum gegeben und mit dem Vergehen unseres Universums (big crash) sein Ende, was jedoch die Existenz materieller Prozesse mit ihren raum-zeitlichen Strukturen nicht beenden würde. Insofern betreffen Modelle mit der Urknall-Hypothese den von uns beobachtbaren und spekulativ erfassten Kosmos und nicht das Universum in seiner unerschöpflichen Vielfalt. Philosophisch ist der Begriff „Kosmos“ oder „Universum“ deshalb präziser zu bestimmen.

Unser Mitglied Hans-Jürgen Treder (1928 – 2006), mit dem ich viele anregende Gespräche hatte, befasste sich als philosophisch interessierter Astrophysiker intensiv mit den kosmischen Rätseln, darunter mit dem **Verhältnis von Kosmogonie und Kosmologie**. Er lehnte Mythen über die Entstehung des Kosmos, darunter „Schöpfungsgeschichten“, ab und hielt die Frage nach der Herkunft des Universums für unsinnig. In Bemerkungen dazu ging ich auf den philosophischen Hintergrund der Debatten ein und betonte, dass die Termini „Kosmos“, „Universum“, „All“ oder „Weltall“ in unterschiedlichen Kontexten benutzt werden. (Hörz 2003) Sie drücken einerseits das unerschöpfliche Ganze alles Existierenden aus, das Menschen nie voll erfassen können. Wir leben mit einem von uns konstituierten Erkenntnishorizont, der begrenzt ist. Wir erweitern ihn zwar ständig, doch der Kosmos als unerschöpfliches Ganzes ist nicht zu erfassen. Wir suchen nach invarianten Beziehungen, die wir als objektive Gesetze, als allgemein-notwendige, d.h. reproduzierbare, und wesentliche, d.h. den Charakter der Erscheinung bestimmende, Beziehungen, erkennen. Der Kosmos als Ganzes geht jedoch über unseren Erkenntnishorizont hinaus. Was können wir wissen? Wir beschäftigen uns kosmologisch mit einem Ausschnitt des wirklichen Geschehens, mit dem beobachtbaren Kosmos, von dem wir Informationen verschiedenster Art erhalten können. Sie sind Grundlage für das Standardmodell der Kosmologie. Es sieht den Beginn des Universums, das wir beobachten können, in einem nahezu punktförmigen Zustand, von dem es nach dem Urknall expandiert. Wir schließen aus den Beobachtungen des ersten Kosmos (K_1) auf frühere Zustände (Zeitdimension) und auf das Nebeneinander kosmischer Prozesse (Raumdimension), womit wir einen umfassenderen zweiten Kosmos (K_2), konstruieren, der noch über unseren Erkenntnishorizont hinausgeht, doch auf theoretischen Folgerungen aus den Beobachtungen beruht. Über den dritten Kosmos, das Universum als Ganzes (K_3), wissen wir nur, dass er als Rahmenbedingung für alles Geschehen, das wir in K_1 und K_2 feststellen, existiert. Unsere Erfahrungen lassen den philosophischen Schluss zu, dass er unerschöpflich ist. Darüber gibt es weltanschauliche Auseinandersetzungen. Weltanschauliche Axiome sind Glaubenssätze, die mehr oder weniger durch Erfahrung belegt sind. Offenbarungswissen und wissenschaftlicher Glaube stehen sich entgegen. (Hörz, H.E., Hörz, H. 2013, S. 382 – 403)

Welterklärung, die auf Erkenntnissen basiert, führt zu philosophischen Aussagen, die den Kosmos als Ganzes betreffen, wie die Einheit von bewegter Materie und Raum-Zeit und die Strukturiertheit und Evolution der Prozesse. Wir wollen etwas über vernunftbegabte Wesen in anderen kosmischen Bereichen erfahren. Es gibt weitere Denkmöglichkeiten, wie die Existenz von Antiwelten. Wir vergleichen Prozesse, um invariante Beziehungen (objektive Gesetze) zu entdecken, die wir nutzen, um von K_1 auf K_2 zu extrapolieren und Eigenschaften von K_3 zu bestimmen. Wie weit solche Extrapolationen gerechtfertigt sind, ist immer neu an den Folgerungen zu prüfen, soweit sie prüfbar sind.

Die WIKIPEDIA weist bei der ART im Zusammenhang mit der Evolution des Kosmos auf Probleme hin: „Da die Entwicklung des Universums maßgeblich durch die Gravitation bestimmt ist, ist die Kos-

mologie eines der Hauptanwendungsgebiete der ART. Im Standardmodell der Kosmologie wird das Universum als homogen und isotrop angenommen. Mit Hilfe dieser Symmetrien vereinfachen sich die Feldgleichungen der ART zu den [Friedmann-Gleichungen](#). Die Lösung dieser Gleichungen für ein Universum mit Materie impliziert eine Phase der [Expansion des Universums](#). Dabei ist das Vorzeichen der Skalarkrümmung auf kosmischer Skala entscheidend für die Entwicklung eines expandierenden Universums.“ (ART 2015)

Im Buch „Dialektik der Natur und der Naturerkenntnis „ heißt es dazu: „A. Friedman ist der erste, der die *Idee eines nichtstationären Kosmos* formuliert. In seinen Arbeiten von 1922 bis 1924 zeigt er, dass expandierende bzw. kontrahierende Kosmen ‚natürlichere‘ Lösungen der Einsteinschen Gravitationsgleichungen darstellen. Dies geschieht auf rein mathematischem Wege; der Nachweis eines Realitätsbezugs der Ergebnisse sei Aufgabe der Physiker. Einsteins erste Reaktion auf Friedmans Arbeit (Ablehnung derselben) zeigt deutlich, wie ungewöhnlich die Vorstellung von einem im großen (oder ‚ganzen‘) veränderlichen Kosmos ihm und seinen Zeitgenossen sein muss. Hat er doch selbst das ‚kosmologische Glied‘ in die Gravitationsgleichungen eingefügt, um den statischen Charakter seines Modells zu sichern. In der Tat stellt die Idee eines nichtstationären Kosmos etwas völlig Unerwartetes und allen bisherigen Auffassungen Widersprechendes dar. Selbst für G. Bruno, der in kühner Weise die Konsequenzen aus des Copernicus‘ Lehre zieht und von einem unendlichen All und den in ihm entstehenden und vergehenden Welten spricht, ist das Weltall als Ganzes auf ewig unveränderlich. So auch für Kant und alle späteren Vertreter kosmogonischer Lehren. Kosmische Strukturen könnten sich bis zu allen Größenordnungen auf und abbauen. Aber eine Veränderung des kosmischen Raumes? Eine derartige Schlußfolgerung ist theoretisch nur auf der Grundlage der Raum-Zeit-Auffassung der allgemeinen Relativitätstheorie möglich. Sie führt schließlich dazu, dass die *Kosmologie zu einer evolutionären oder historischen Wissenschaft* wird und sie damit zugleich zu einem entscheidenden Bestandteil des evolutionären Weltbildes der Wissenschaften werden kann.“ (Hörz, Röseberg 2013, S. 116f.)

Welche neuen Erkenntnisse gibt es zur Evolution des Universums? Damit befasste sich die wissenschaftliche Tagung der Freien Akademie vom 14. bis 17. Mai 2015 in Teltow bei Potsdam mit dem Thema „Die Evolution des Kosmos. Fakten – Vermutungen – Rätsel“. In der Mitteilung dazu hieß es: „Sie wird sich der Entwicklungsgeschichte des Weltganzen zuwenden. Sie bettet damit solche Fragen wie ‚Die Suche nach dem Ursprung des Universums?‘, ‚Woher kommen wir Menschen?‘, ‚Was wissen wir heute sicher und was bleibt Spekulation?‘ in den Gesamtzusammenhang menschlichen Fragens und Suchens seit den Anfängen des wissenschaftlichen Denkens ein. Der Fokus der Tagung richtet sich aber vor allem auf die aktuellen großen Probleme der Kosmogonie, die bisher alle nur unvollständig gelöst sind. Es wird auch verständlich werden, warum einige grundlegende Fragen gegenwärtig noch keine endgültige Antwort gefunden haben. Zweifellos sind wir heute Zeuge einer geistigen Revolution, deren Ausgang niemand kennt, der aber wesentlich durch technologische Innovationen mitbestimmt wird. Gerade die Entschlüsselung der Geheimnisse des Universums, der Welt als Ganzes, hängt dabei unmittelbar mit dem Verständnis der Mikrowelt zusammen. Deshalb spielen auch Experimente wie jene am leistungsstärksten Teilchenbeschleuniger der Welt, dem ‚Large Hadron Collider‘ in Genf, eine große Rolle bei der weiteren Klärung der Probleme.“ (Freie Akademie 2015)

Zu Beginn der Tagung verwies Dieter B. Herrmann, der die wissenschaftliche Leitung hatte, auf die „Voraussetzung der Astrophysik, die universelle Gültigkeit der Naturgesetze. Nur unter dieser Voraussetzung lassen Experimente im irdischen Labor Schlussfolgerungen für die Entwicklung im Kosmos zu.“ Er schilderte die Herausbildung der Urknall-Theorie. Die aktuellen kosmischen Rätsel, wie dunkle Materie, dunkle Energie, Supersymmetrie, Urknallhypothese, inflationäres Universum usw. spielten ebenfalls eine Rolle. So meinte der Elementarteilchenphysiker Christian Spiering, „dass die nächsten 10 Jahre, auch durch die Arbeiten am CERN, die Entscheidung bringen werden, welcher Natur die dunkle Materie ist.“ Matthias Steinmetz befasste sich mit dunkler Energie und beschleunigter Expansion des Universums. Er stellte fest: „Nach heutigem Stand der Erkenntnis, sind 95% des Kosmos von mysteriöser Natur, 99 % ist unsichtbar. Alle Komponenten des Kosmos haben dieselbe Größenordnung, was in der Vergangenheit nie der Fall war und auch in Zukunft nicht der Fall sein wird. Dennoch können mit dem Modell der unsichtbaren Masse und der unsichtbaren Energie detail-

lierte Vorhersagen über den Zustand des Universums erreicht werden.“ Exoplaneten und der Kulturschock durch das Eintreffen von Aliens auf der Erde wurden thematisiert „Wie wahr sind die Aussagen der Naturwissenschaften?“ war das Thema meines Vortrags am Ende der Tagung. (Tagungsbericht 2015)

Ich stellte fest: „Wir bemühen uns als vernunftbegabte Menschen, unsere natürliche Umgebung zu erkennen, um sie nach unseren Zielstellungen zu gestalten. Doch wir sind nur ein unbedeutender Teil des Kosmos. Er existiert auch ohne irdische Menschen weiter, falls die Menschheit sich selbst oder ihre natürlichen Lebensbedingungen vernichtet. Zugespitzt könnte man feststellen: Die irdische Menschheit ist ein Schmutzeffekt der kosmischen Evolution. Sie ist entstanden und kann auch wieder verschwinden. Eine kosmische Katastrophe, die die Menschheit, die Erde oder die Bedingungen für Leben auf ihr beseitigt, ist nicht in Sicht, doch ebenfalls denkbar. Vernunftbegabte Wesen, möglicherweise mit einem anderen Metabolismus und anderem Aussehen, könnten in habitablen Zonen oder in den ihnen entsprechenden kosmischen Bedingungen im Kosmos existieren. Ob sie mit uns Kontakt aufnehmen können und werden ist eine offene Frage. Wir orientieren uns als irdische Menschen bei unserem Bemühen um Einsichten in unsere kosmischen Existenzbedingungen auf das Mögliche, das Erreichbare und für uns Wesentliche. Das führt zur Frage: Was ist als Basis der Naturgestaltung überhaupt erkennbar?“ Nach der Darstellung der Problematik, über relative zu komplexen Wahrheiten zu kommen und dem Hinweis auf Wahrheitskriterien ging es um den Begriff der Wahrheit: „**Wahrheit** ist Äquivalenz zwischen subjektiver Erkenntnis (Begriffe, Aussagen, Theorien) und Erkenntnisobjekt (Natur, Gesellschaft, Individuum, Aneignung der Wirklichkeit durch erkennende und handelnde Menschen, mental-spirituelle Ebene menschlichen Daseins), die nach Rationalitätskriterien gesucht wird. Überprüft wird die Wahrheit in der gesellschaftlichen Praxis mit ihren Arbeitsteilungen. Wahre Theorien und Modelle, d.h. solche, die das Erkenntnisobjekt, in unserem Fall das Universum, relativ adäquat erfassen, sind Basis erfolgreichen Handelns. Modelle, denen die Äquivalenz selbst in bestimmten Aspekten nicht zukommt, sind auch nicht erfolgreich.“ Zu den weltanschaulich-philosophischen Aspekten der Debatten um die Evolution des Universums stellte ich fest: „Philosophisch-weltanschaulich ist es wichtig, dass wir etwas über die unerschöpfliche Wirklichkeit erfahren können, obwohl wir sie nie experimentell vollständig erfassen und nie theoretisch allseitig erklären können. Welträtsel, auch die über die Struktur und Entwicklung des Kosmos und die elementaren Bestandteile allen Geschehens, lösen wir schrittweise, ohne sie voll aufzuklären. Die Neugier treibt uns weiter, auch wenn wir nach dunkler Materie und Energie suchen. Wir leben mit relativen Wahrheiten, die einen Kern absoluter Wahrheit enthalten, da sie unter den Bedingungen weiter gelten, unter denen sie erkannt wurden.“ Ich verwies auf eine Reihe von Problemen: „Aus der Mathematik wissen wir, dass der Raum eigentlich eine n-dimensionale Struktur ist. Die dreidimensionale Struktur des Raums existiert praktisch nur als Abstraktion in gedachten Raumpunkten mit Länge, Breite und Höhe. Sie ist nirgends direkt nachweisbar. Weitere Strukturen sind aufzufinden. N-Dimensionalität ist eine Forderung, nach weiteren wesentlichen Strukturbeziehungen zu forschen, die räumlichen und zeitlichen Charakter haben. In diesem Zusammenhang kann man über Paralleluniversen diskutieren, die, wenn sie nicht nur abstrakte Möglichkeiten ausdrücken sollen, sondern real existieren, in Wechselwirkung mit unserem Kosmos treten müssten. Solche Wechselwirkungen würden materielle Signale auslösen, die wir bisher entweder nicht erkannt oder nicht erhalten haben. Insofern ist eine Parallelwelt oder ein Paralleluniversum eine hypothetische Annahme, die auf Prozesse verweisen soll, die außerhalb unseres Kosmos K_2 stattfinden. Man nennt die Gesamtheit aller Parallelwelten das Multiversum. Wie weit solche Extrapolationen gerechtfertigt sind, ist immer neu an Folgerungen zu testen, soweit sie prüfbar sind. Das gilt auch für die Annahme der dunklen Materie und Energie sowie der Supersymmetrie.“ (Hörz 2015) Das sind Forschungsfelder, auf denen gearbeitet wird.

6. Philosophisch relevante Forschungsfelder

Die Vereinigung von Quanten- und Relativitätstheorie, die Suche nach einheitlichen Theorien zur Naturerklärung, sind weiter brisante Themen der Forschung. Erkenntnistheoretische und methodologische Fragen sowie naturwissenschaftliche Grundlagen für die Welterklärung werden die Philoso-

phie weiter beschäftigen. In der WIKIPEDIA wird die Beziehung der ART zur Quantenphysik als offene Frage genannt. Dazu heißt es: „Die ART ist bei sehr hohen Teilchenenergien im Bereich der [Planck-Skala](#) oder entsprechend bei sehr kleinen Raumzeitgebieten mit starker Krümmung nicht mit der [Quantenphysik](#) vereinbar. Obwohl es keine Beobachtung gibt, die der ART widerspricht und ihre Vorhersagen gut bestätigt sind, liegt daher nahe, dass es eine umfassendere Theorie gibt, in deren Rahmen die ART ein Spezialfall ist. Dies wäre also eine [Quantenfeldtheorie der Gravitation](#), die eine Vereinigung der ART mit der [Quantenfeldtheorie](#) darstellt. Die Formulierung einer Quantenfeldtheorie der Gravitation wirft jedoch Probleme auf, die mit den bisher bekannten mathematischen Methoden nicht lösbar sind. Das Problem besteht darin, dass die ART als Quantenfeldtheorie nicht [renormierbar](#) ist. Die Größen, die sich daraus berechnen lassen, sind also unendlich. Diese Unendlichkeiten können als prinzipielle Schwäche im Formalismus der Quantenfeldtheorien verstanden werden, und sie lassen sich bei anderen Theorien meist durch Renormierungsverfahren von den physikalisch sinnvollen Ergebnissen trennen. Bei der ART ist das aber nicht mit den üblichen Verfahren möglich, so dass nicht klar ist, wie man physikalisch sinnvolle Vorhersagen treffen soll.“ (ART 2015)

Versuche zum Aufbau einer allgemeineren Theorie, die Relativitäts- und Quanteneffekte zusammenfasst, ist die Suche nach einer Weltformel oder einer theory of everything (ToE), die alle physikalischen Phänomene mit allen Wechselwirkungen erklären und verknüpfen soll. Dunkle Materie, dunkle Energie und Supersymmetrie werden zur Erklärung herangezogen. Es war und ist eine prinzipielle Herausforderung an die Erkenntnis, das herauszufinden, was die Welt im Innersten zusammenhält. Dabei haben wir es mit zwei Tendenzen zu tun: Auf der einen Seite wird nach einheitlichen Grundprinzipien gesucht, um die Einheit der Welt in ihren grundlegenden Mechanismen zu erfassen. Die dafür geltende Leitidee ist: Das Weltgeschehen hat gleiche elementare Grundbausteine und funktioniert nach gleichen fundamentalen Mechanismen. Auf der anderen Seite haben wir es mit einer weiteren Differenzierung wissenschaftlichen Erkennens der Welt zu tun. Immer spezifischere Bereiche werden ausgemacht, die es zu erforschen gilt. (Schimming, Hörz 2009)

Bei der Einheitssuche geht es stets um den Zusammenhang zwischen einer substanziellen, auf die Substanzen zielende, und einer relationalen, Veränderung und Entwicklung in den Relationen zwischen substanziellen Größen berücksichtigende, Betrachtungsweise, denn nur sie entspricht dem wirklichen Geschehen. Substanz ist also nicht im Sinne unveränderlicher Grundbausteine der Welt zu sehen. Substanzen und Relationen gehen ineinander über. Räumliche Beziehungen werden substanziell durch Gravitonen vermittelt. Generell gilt für Substanzen, zu denen im weiteren Sinne alle Grundbausteine des Geschehens, also Teilchen, Medien und Felder gehören: (1) Sie sind im Raum lokalisierbar. (2) Sie sind beweglich, d.h. sie wechseln den Ort. (3) Sie sind quantifizierbar. Die Menge der Substanz ist bilanzierbar. (4) Sie sind relational miteinander verbunden und verändern sich in der Zeit. In einer TOE geht es also auch um die Zeit.

Die Suche nach substanzbezogenen Prinzipien führte in der Geschichte des Denkens immer wieder auf dialektische Beziehungen, die eine Einheit von Gegensätzen erfassten. Zu ihnen gehören etwa: Konzentrierte Raumerfüllung durch Körper versus leerer Raum (Vakuum), Bewegung als Einheit von diskontinuierlichen Ruhemomenten und kontinuierlichen Übergängen von einem Zustand in den anderen, Wechselwirkung als Einheit von Aktion und Reaktion. Der Atomismus als Auffassung von der Zusammensetzung der Substanzen aus kleinsten Bausteinen unterlag und unterliegt dem Wandel, denn unsere Einsichten in die fundamentalen Substanzen und Relationen verändern sich mit der Suche nach Quarks und Leptonen, nach den Higgs-Teilchen, nach Superstrings usw. Die Annahme von der Existenz dunkler Materie ist ein theoretisches Hilfsmittel, um die Bewegungen der für uns sichtbaren Materie in ihren Gravitations-Wechselwirkungen zu erklären. Dunkle Energie ist eine hypothetische Form der Energie zur Erklärung für die Expansion des uns zugänglichen Kosmos. Ob Supersymmetrie existiert und Superpartner gefunden werden, wird die weitere experimentelle Untersuchung zeigen. Sollten gravierende Gegenargumente gefunden werden oder Experimente durchgeführt werden, deren Ergebnisse damit nicht zu erklären sind, werden neue Theorien entwickelt. Wir suchen in der Physik nach neuen Materiearten und Materieformen. Ihre Erkenntnis führt dann zu Präzisierungen philosophischer Kategorien.

Literatur:

- ART (2015), WIKIPEDIA-Artikel „Allgemeine Relativitätstheorie“
https://de.wikipedia.org/wiki/Allgemeine_Relativitätstheorie (Zugriff am 05.08.2015)
- Banse, G., Fleischer L.-G. (Hg.) (2011), Wissenschaft im Kontext. Inter- und Transdisziplinarität in Theorie und Praxis. Abhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Band 27, Berlin: trafo Verlag
- Barnett, Lincoln (1952). Einstein und das Universum. Frankfurt a.M., Hamburg: Fischer Bücherei. Deutsche Übersetzung von The Universe and Doctor Einstein. New York: William Sloane Associates.1948
- Einstein, Albert (1956), Mein Weltbild, herausgegeben von Carl Seelig, West-Berlin: Ullstein Taschenbuch-Verlag
- Fölsing, Albrecht (1995), Albert Einstein. Eine Biographie, Frankfurt am Main: Suhrkamp (suhrkamp taschenbuch 2490)
- Freie Akademie (2015), Wissenschaftliche Tagung 2015: Die Evolution des Kosmos. <http://www.freie-akademie-online.de/> (Zugriff am 15.10.2015)
- Grundmann, Siegfried (1998), Einsteins Akte. Einsteins Jahre in Deutschland aus der Sicht der deutschen Politik, Berlin, Heidelberg, Springer Verlag
- Hörz, Helga E., Hörz, Herbert (2013) Ist Egoismus unmoralisch? Grundzüge einer neomodernen Ethik. Berlin: trafo Wissenschaftsverlag
- Hörz, Herbert (1968, 2013), Werner Heisenberg und die Philosophie. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften. Digitalisiert mit aktuellem Vorwort: http://www.max-stirner-archiv-leipzig.de/dokumente/Hoerz_Herbert-Werner_Heisenberg.pdf
- Hörz, Herbert (1979a), Albert Einstein und die Philosophie. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie, 27 (1979) 2, S. 149–161
- Hörz, Herbert (1979b), Philosophical Concepts of Space and Time. In: A. P. French (ed.): Einstein – A centenary volume. London: Heinemann, S. 229–241.
- Hörz, Herbert (1990, 2013), Philosophie der Zeit. Das Zeitverständnis in Geschichte und Gegenwart. Berlin: Verlag der Wissenschaften. Digitalisiert mit einem Vorwort von 2013 (http://www.max-stirner-archiv-leipzig.de/dokumente/Hoerz-Philosophie_der_Zeit.pdf)
- Hörz, Herbert (1994), Verstehen als Ordnung durch Mathematik (Erkenntnistheoretische Reflexionen von Werner Heisenberg). In: W. Schröder, H.-J. Treder (eds.): Reflections on Physics and Geophysics. Bremen-Rönnebeck: Interdivisional Commission on History of the International Association of Geomagnetism und Aeronomy, S. 171–192
- Hörz, Herbert (1997), Brückenschlag zwischen zwei Kulturen. Helmholtz in der Korrespondenz mit Geisteswissenschaftlern und Künstlern Marburg: Basilisken-Presse
- Hörz, Herbert (2003). Kosmische Rätsel in philosophischer Sicht. -Bemerkungen zu philosophisch-kosmologischen Betrachtungen von Hans-Jürgen Treder-. Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 61 (2003) Heft 5; S. 17 -34
- Hörz, Herbert (2005), Das Geheimnisvolle als Grundgefühl wahrer Kunst und Wissenschaft. Zur Aktualität philosophischer Gedanken von Einstein. Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät 78/79(2005), S. 105 - 122
- Hörz, Herbert (2006), Albert Einstein im Spannungsfeld zwischen Physik und Philosophie in: Micro-materials and Nanomaterials, A Tribute to Albert Einstein, 5 (2006), S. 6 - 19
- Hörz, Herbert (2007), Wahrheit, Glaube und Hoffnung. Philosophie als Brücke zwischen Wissenschaft und Weltanschauung. Berlin: trafo Verlag
- Hörz, Herbert (2015), Wie wahr sind die Aussagen der Naturwissenschaften? Manuskript des Vortrags auf der Tagung der Freien Akademie, für die Publikation eingereicht,

- Hörz, Herbert, Röseberg, Ulrich (2013), Dialektik der Natur und der Naturerkenntnis. (Das Erscheinen des Buches erfolgte trotz vorliegender Druckvorlagen 1990 nicht.) Aktuelles Vorwort von John Erpenbeck. <http://www.max-stirner-archiv-leipzig.de/dokumente/Hoerz-Roeseberg-Dialektik.pdf>
- Hörz, Herbert, Schimming, Rainer (2009), Die unglaubliche Effektivität der Mathematik in den Wissenschaften. -Zur Konzeption eines Rationalen Potenzialismus- In: Gerhard Banse, Wolfgang Küttler, Roswitha März (Hrsg.), Die Mathematik im System der Wissenschaften, Berlin: trafo Verlag, S. 21 - 45
- Infeld, Leopold (1953), Albert Einstein. Sein Werk und sein Einfluß auf unsere Welt. Wien: Schönbrunn-Verlag
- Klaus, Georg (1957, 2015), Jesuiten, Gott, Materie. Berlin. Deutscher Verlag der Wissenschaften. Digitalisiert 2015 mit einem aktuellen Vorwort von Herbert Hörz. (<http://www.max-stirner-archiv-leipzig.de/dokumente/klaus-jesuiten-gott-materie.pdf>)
- Klaus, Georg (1978), Lenin und die spezielle Relativitätstheorie (1959). Beiträge zu philosophischen Problemen der Einzelwissenschaften. Herausgegeben von Heinz Liebscher. Berlin: Akademie-Verlag, S. 94 - 109
- Kritik der RT (2015), WIKIPEDIA-Artikel „Kritik an der Relativitätstheorie“ https://de.wikipedia.org/wiki/Kritik_an_der_Relativitätstheorie#Philosophische_Kritik (Zugriff am 06.08.2015)
- Problemstudien (1977), Philosophische Fragen der Wissenschaftsentwicklung. Probleme und Problemstudien. Manuskriptdruck. Berlin: Akademie der Wissenschaften der DDR. Zentralinstitut für Philosophie.
- SB 125/126 (2015), Bilanz des Arbeitskreises „Prinzip Einfachheit“. Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin. Band 125/126, Jahrgang 2016
- Schimming, Rainer, Hörz, Herbert (2009), Prinzipien der Physik, in: Sitzungsberichte Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Band 101 (2009), S. 111 - 133
- Sommerfeld, Erdmute, Hörz, Herbert, Krause, Werner (2010) (Hg.), Einfachheit als Wirk-, Erkenntnis- und Gestaltungsprinzip. Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Band 108.
- Tagungsbericht (2015), Bericht über die Wissenschaftliche Tagung der Freien Akademie 2015: <http://www.freie-akademie-online.de/> (Zugriff am 17.10.2015)
- Wankow, Borislav (2011), Wissenschaftstheorie und Relativitätstheorie. Eine kritische Untersuchung der philosophischen Grundlagen der Relativitätstheorie. Tabula rasa. Jenenser Zeitschrift für kritisches Denken. Ausgabe 43. April 2011 (Zugriff am 13.07.2015) <http://www.tabularasa.de/43/Wankow.php>

Adresse des Verfassers:

Prof. Dr. Herbert Hörz (MLS)
Hirtschulstraße 13, 12621 Berlin
E-Mail: herbert.hoerz@t-online.de