

# Augustinus, Stephen Hawking und der Anfang der Zeit

VON JOHANNES BRACHTENDORF

## 1. Einleitung

In der Geschichte des Reflektierens über die Zeit nimmt das Denken des spätantiken Philosophen und Theologen Aurelius Augustinus (354–430) einen wichtigen Platz ein. Seine Beiträge gehen in zwei Richtungen. Zum einen hat er sich mit der Psychologie der Zeitwahrnehmung befasst und erstmals eine Analyse des Gegenwartserlebens geliefert. Hierhin gehört seine berühmte These, Zeit sei „Dehnung des Geistes“ (*distentio animi*).<sup>1</sup> Dieser Teil seiner Zeitphilosophie ist in der phänomenologischen Philosophie des 20. Jahrhunderts, insbesondere von Edmund Husserl und Martin Heidegger, stark rezipiert worden.<sup>2</sup> Zum anderen hat Augustinus die Zeit auch im Kontext der Kosmologie thematisiert und dabei die These aufgestellt, dass die Zeit nicht ewig sei, sondern einen Anfang habe. Diese These war in der spätantiken, mittelalterlichen und neuzeitlichen Kosmologie Gegenstand lebhafter Diskussionen, doch in der physikalischen Kosmologie des 20. Jahrhunderts wurde sie fast selbstverständlich. Der vorliegende Aufsatz befasst sich mit dem kosmologischen Aspekt der Zeitphilosophie Augustins. Zunächst soll dessen These vorgestellt und vor dem Hintergrund der kosmologischen Diskussionen seiner Epoche über Zeit und Ewigkeit erklärt werden.

Danach werde ich mich Stephen Hawking (1942–2018)<sup>3</sup> zuwenden, dem wohl prominentesten Physiker und Kosmologen unserer Tage, der mehr noch als Albert Einstein zur Popikone geworden ist. Dabei stütze ich mich auf

<sup>1</sup> *Augustinus*, Confessiones XI 33 (hier und im Folgenden zitiert nach: Corpus Christianorum Series Latina; Band 27, herausgegeben von M. Skutella und L. Verheijen, Turnhout 21990; Übersetzung nach: *Augustinus*, Bekenntnisse, eingeleitet und übertragen von W. Thimme, München 61992).

<sup>2</sup> Edmund Husserl schreibt: „Die Analyse des Zeitbewusstseins ist ein uraltes Kreuz der deskriptiven Psychologie und Erkenntnistheorie. Der erste, der die gewaltigen Schwierigkeiten, die hier liegen, tief empfunden und sich daran fast bis zur Verzweiflung abgemüht hat, war Augustinus. Die Kapitel 13–28 des XI. Buches der Confessiones muß auch heute noch jedermann gründlich studieren, der sich mit dem Zeitproblem beschäftigt“ (E. Husserl, Vorlesungen zur Phänomenologie des inneren Zeitbewusstseins, in: JPPF 9 [1928] 367–490, hier 386). Ähnlich hochschätzend äußert sich Martin Heidegger: „In der abendländischen Philosophie sind uns drei bahnbrechende Besinnungen auf das Wesen der Zeit überliefert: die erste hat Aristoteles durchgeführt; die zweite ist das Werk des hl. Augustinus, die dritte stammt von Kant“ (M. Heidegger, Quid est tempus? Confessiones lib. XI. [26. Oktober 1930], in: *Ders.*, Gesamtausgabe; Band 80/1: Vorträge 1915–1932, Frankfurt am Main 2016, 429–456, hier 431).

<sup>3</sup> Hawking ist am 14.03.2018 verstorben. Am 15.06.2018 wurde er in Westminster Abbey neben Isaac Newton und Charles Darwin beigesetzt. Als Nachfolger Isaac Newtons und anderer berühmter Physiker hatte Hawking von 1979 bis 2009 den Lucasischen Lehrstuhl für Mathematik an der Universität Cambridge inne.

Hawkings Weltbestseller *Eine kurze Geschichte der Zeit*<sup>4</sup> sowie auf das neuere Buch von Hawking und Mlodinow *Der große Entwurf*<sup>5</sup>. Hawking hat ein ausgeprägtes Interesse an solchen Fragen der Grundlagenphysik, die traditionell der Philosophie zugeordnet wurden. Deshalb eignet er sich besonders als Gesprächspartner Augustins. Ebenso wie Augustinus vertritt Hawking die These, dass die Zeit nicht ewig sei, sondern einen Anfang hatte. Über diese These, die heute zum Standard der physikalischen Kosmologie gehört, geht Hawking aber noch hinaus, indem er eine ursprünglich zeitlose Existenzweise des Kosmos veranschlagt, aus der der Kosmos erst zum zeitlichen Dasein übergegangen sei. In der gegenwärtigen Fundamentalphysik spricht man von „emergence of time“ oder von „creation of time“. Auch Augustinus unterscheidet zwischen der Welt im zeitlosen Blick des ewigen Schöpfergottes und der Welt in ihrer physischen, durch Zeitlichkeit bestimmten Existenz. Für beide Denker entsteht die Zeit aus der Zeitlosigkeit. Ein signifikanter Unterschied liegt allerdings darin, dass Augustinus eine metaphysische Erklärung der Entstehung der Zeit liefert, in der die Vorstellung eines dem Kosmos gegenüber transzendenten Gottes eine zentrale Rolle spielt, während Hawking das ganze Thema rein auf dem Boden einer physikalischen Theorie behandelt, die auf Gott als Erklärungsgrund verzichtet. Hawking sieht den Gewinn seines kosmologischen Ansatzes gegenüber der konventionellen Urknallkosmologie gerade darin, dass er die metaphysische Annahme eines transzendenten Welturhebers und Weltbaumeisters überflüssig macht und die letzte Erklärung für das Dasein und Sosein des Kosmos in der Physik und nicht in der Metaphysik sucht. Nach der Darlegung des kosmologischen Zeitbegriffs Augustins (2) werde ich Hawkings Theorie vom Anfang der Zeit erörtern (3) und diese schließlich mithilfe von Argumenten kritisieren, die durch Augustinus inspiriert sind (4).

## 2. Augustins kosmologischer Zeitbegriff

### 2.1 Zeit als immanente Eigenschaft des Kosmos

Während die Zeitwahrnehmung etwas Subjektives, Psychisches ist, ist die Zeit selbst für Augustinus doch etwas objektiv Gegebenes. Die Zeit ist ein Naturphänomen, ebenso wie der Raum. Beide sind fundamentale und nicht hintergehbare Eigenschaften der physischen Welt. Deshalb ist Gott, der diese Welt geschaffen hat, auch Schöpfer der Zeit.<sup>6</sup> Nicht der menschliche Geist ist „Bewirker der Zeiten“, wie Augustinus sagt, sondern Gott, der

<sup>4</sup> S. Hawking, *A Brief History of Time. From the Big Bang to the Black Holes*, Toronto 1988 (hier und im Folgenden zitiert nach der deutschen Übersetzung: *Eine kurze Geschichte der Zeit*, Hamburg<sup>3</sup>2013).

<sup>5</sup> S. Hawking/L. Mlodinow, *The Grand Design*, New York 2010 (hier und im Folgenden zitiert nach der deutschen Übersetzung: *Der große Entwurf. Eine neue Erklärung des Universums*, Hamburg<sup>6</sup>2016).

<sup>6</sup> Vgl. *Augustinus*, *Confessiones* XII 20.

Himmel und Erde gemacht hat.<sup>7</sup> Gott ansprechend sagt Augustinus: „Alle Zeiten hast du gemacht.“<sup>8</sup> Die Zeit ist nach Augustinus an den Kosmos gebunden, näherhin an die Bewegung. Zeit entsteht durch die Bewegung der Dinge: „Ohne wechselnde Bewegungen gibt es keine Zeit.“<sup>9</sup> Ebenso schreibt Augustinus: „Wo keine Kreatur ist, durch deren Wandlungen und Bewegungen die Zeiten sich bilden, kann es überhaupt keine Zeit geben.“<sup>10</sup> Zeit existiert Augustinus zufolge nur als Eigenschaft eines Kosmos, in dem sich Körper bewegen.<sup>11</sup>

Daraus ergibt sich die zentrale These Augustinus: Der Kosmos ist nicht in der Zeit geschaffen worden, sondern mit der Zeit. Die Erschaffung des Kosmos ist demnach nicht so zu verstehen, dass er zu einem bestimmten Zeitpunkt in der bereits laufenden Zeit entstanden wäre und zu früherer Zeit eben noch nicht existiert hätte. Nach Augustinus kann der Kosmos keinen Anfang in der Zeit haben, da die Zeit eine Eigenschaft des Kosmos ist und ohne den Kosmos nicht sein könnte. In der relativistischen Kosmologie des 20. Jahrhunderts ist diese Auffassung von physikalischer Seite her bestätigt worden. Aus Einsteins Verknüpfung von Zeit, Raum und Gravitation resultierte die Idee, der Kosmos müsse aus einer Anfangssingularität heraus durch einen Urknall entstanden sein und damit sei auch die Zeit in die Existenz getreten. Vor dem Urknall habe es keine Zeit gegeben, sondern erst danach.

Obwohl vor der Entstehung der Welt keine Zeit existierte, hat die Welt Augustinus und auch der modernen Kosmologie zufolge doch ein angebbares Alter. Auf dem Hintergrund des naturwissenschaftlichen und geschichtswissenschaftlichen Wissens seiner Zeit schätzte Augustinus das Alter des Kosmos auf einige tausend Jahre. Heute veranschlagt man dagegen etwa 14 Milliarden Jahre. Die Zahlenwerte mögen sehr verschieden sein, aber die grundlegende These, dass der Kosmos nicht in der Zeit, sondern mit der Zeit entstanden sei und dass dies vor endlicher Zeit geschah, ist dieselbe. Augustinus deutet dies so: Jeder Augenblick in der Zeit hat einen anderen Augenblick, der ihm vorangeht, und einen weiteren, der ihm folgt. Für

<sup>7</sup> „Cum ergo sis operator omnium temporum“ (ebd. XI 15).

<sup>8</sup> „omnia tempora tu fecisti“ (ebd. XI 16).

<sup>9</sup> „sine varietate motionum non sunt tempora“ (ebd. XII 14).

<sup>10</sup> „Ubi enim nulla creatura est, cuius mutabilibus motibus tempora peragantur, tempora omnino esse non possunt“ (Augustinus, *De civitate Dei* XII 16; hier und im Folgenden zitiert nach: *Corpus Christianorum Series Latina*; Band 42/43, herausgegeben von B. Dombart und A. Kalb, Turnhout 1955; Übersetzung nach: Augustinus, *Vom Gottesstaat* [De civitate Dei], übersetzt von W. Thimme, eingeleitet und kommentiert von C. Andresen; zwei Bände, Zürich 1977).

<sup>11</sup> In *Confessiones* XI 29–31 weist Augustinus zwar die These zurück, Zeit sei die Bewegung der Sonne, des Mondes und der Sterne, aber nicht, um die Zeit von der Bewegung der Körper überhaupt zu lösen, sondern, um sie nicht an genau diese Körper zu binden. Denn „wenn die Himmelskörper stillständen, aber eine Töpferscheibe bewegte sich noch“ (ebd. XI 29), dann gäbe es immer noch die Zeit. Die von Augustinus zurückgewiesene Auffassung findet sich bei Platon, *Timaios* 38c. Sie wird bereits von Aristoteles (*Physik* IV 10, 217b29–218a8; 14, 223b21–23) und von Plotin (*Enneade* III 7, 7,24–8,21; 12,50–52) kritisiert.

jeden Zeitpunkt gibt es also ein früher und ein später – jedoch mit einer Ausnahme, nämlich dem ersten Zeitpunkt. Nach Augustinus gab es einen ersten Augenblick in der Geschichte des Kosmos, der als einziger keinen anderen Augenblick vor sich, sondern nur einen nach sich hatte. Dieser erste Augenblick ereignete sich bei der Erschaffung der Welt vor einigen tausend Jahren. Seitdem läuft die Zeit. Um Augustins These von der Endlichkeit der Zeit schärfer zu profilieren, sei im Folgenden seine Diskussion um den kosmologischen Zeitbegriff mit den Neuplatonikern nachgezeichnet.

## 2.2 Endlichkeit oder Unendlichkeit der Zeit?

Augustins These, die Zeit sei eine Eigenschaft des Kosmos, so dass es sie nicht gäbe, wenn es den Kosmos nicht gäbe, ist in der Antike nicht ungewöhnlich. Im Grunde sagt Platon im *Timaios* schon das Gleiche.<sup>12</sup> Erhebliche Diskussionen entstanden aber um die Frage, ob der Kosmos (und damit die Zeit) ein endliches Alter habe oder ein unendliches. Gab es also einen ersten Augenblick, der keinen anderen vor sich hatte – dann wäre der Kosmos endlich in der Zeit, weil die Zeit selbst endlich wäre? Oder hatte ausnahmslos jeder Augenblick einen anderen vor sich – dann wäre der Kosmos unendlich in der Zeit und die Zeit selbst wäre anfangslos?

Platon zufolge ist der Kosmos ein durch Zeitlichkeit geprägtes Gebilde. Er existiert aber nicht aus sich selbst heraus, sondern wurde durch den von Platon so genannten Demiurgen hervorgebracht. Der Demiurg ist der Gott und der „Vater“ des Universums.<sup>13</sup> Dieser Gott ist selbst unentstanden und unvergänglich. Nach Platon hat der zeitliche Kosmos somit einen ewigen Grund. In seiner bildlichen Ausdrucksweise erzählt Platon von der Erschaffung der Welt durch einen einzelnen Akt des Gottes. Doch die Neuplatoniker bemühten sich um eine nicht mehr bildliche, sondern systematische Darstellung des platonischen Gedankens. Plotin, Porphyrios und insbesondere Proklos meinten, der Kosmos gehe nicht aus einer bestimmten Handlung Gottes hervor, sondern aus seinem Wesen.<sup>14</sup> Das Wesen Gottes

<sup>12</sup> Vgl. Platon, *Timaios* 38b.

<sup>13</sup> Vgl. ebd. 28a–29b.

<sup>14</sup> Augustinus setzt sich vor allem mit Porphyrios auseinander, dessen Schriften aber größtenteils verloren gegangen sind. Sehr gut greifbar ist die neuplatonische Kosmologie jedoch bei Proklos. Vgl. Proclus, *On the Eternity of the World (De Aeternitate Mundi)*. Greek Text with Introduction, Translation and Commentary by H. S. Lang and A. D. Macro, Berkeley [u.a.] 2001, bes. Argumente I–III. In Argument I schreibt Proklos: „Thus [goodness] was always a cause for the being of the cosmos, because the coming into being of the cosmos was congruent with the being of the maker. For we do not find anything which in any way could have only made the world because it is good and yet not to be making it eternally while it is eternally good“ (ebd. 157). Und weiter heißt es: „So if the creator most high has made the cosmos from his goodness, then he has made it eternally. Thus from the fact, it is necessary that the cosmos was neither generated some time ago, nor that it will be corrupted in some time to come“ (ebd. 158; Proklos' Argument I ist nur in arabischer Fassung erhalten und wird hier in der englischen Übersetzung von Lang und Macro wiedergegeben). Die 18 Argumente des Proklos für die Ewigkeit der Welt sind (mit Ausnahme von Argument I) überliefert bei *Johannes Philoponus*,

beschreiben die Neuplatoniker als das Gutsein und die Liebe. Liebe heißt für sie aber nicht, etwas zu brauchen, woran man einen Mangel hat; vielmehr heißt Liebe, sich selbst wegzugeben aus dem eigenen Überfluss heraus. Gutsein bedeutet daher, anderem das Sein zu ermöglichen. Die Neuplatoniker drücken dies gern im Bild einer Quelle aus. So wie eine Quelle überfließt und ihr Wasser verströmt, so fließt auch Gott über und verströmt sich selbst zur Welt. Dieses Überfließen Gottes ist aber nicht ein einzelner Akt, den Gott irgendwann einmal ausgeführt hätte, sondern es ist der Vollzug seines immer gleichbleibenden Wesens. Daher müsse der Kosmos ewig sein. Ein ewiger Gott, so meinten die Neuplatoniker, kann nur einen ewigen Kosmos hervorbringen. In ihrer Sicht ist der Kosmos zwar geschaffen, aber er hat kein endliches Alter, weder einige tausend Jahre noch 14 Milliarden Jahre, sondern er ist unendlich alt. Jeder Augenblick der Zeit hat einen anderen Augenblick vor sich und nach sich.

### 2.3 Zeit und Ewigkeit

Um die Positionen Augustins und der Neuplatoniker weiter zu verdeutlichen, ist es nötig, auf den Begriff der Ewigkeit einzugehen. Beiden Seiten gemeinsam ist die These, dass Ewigkeit im vollen Sinn nicht eine unendlich lange Abfolge von Augenblicken bedeutet. Vielmehr ist sie ein einziger Augenblick. In Augustins Worten: Sie ist ein „stehendes Jetzt“ (*nunc stans*).<sup>15</sup> Dieses Jetzt ist nicht Teil eines Zeitstromes, in dem jedes Jetzt verfließt, um dem nächsten Jetzt Platz zu machen, sondern es steht still. Der Gegensatz von Zeit und Ewigkeit ist der Gegensatz von Fließen und Stehen. Ferner umfasst dieses stehende Jetzt alle Wirklichkeit, das heißt diejenige, die für uns an den Zeitfluss gebundene Wesen gegenwärtig ist, aber auch alles für uns Vergangene und Zukünftige. Dieses stehende Jetzt beschreibt die Wirklichkeit Gottes. Gott ist ewig – das heißt nach Augustinus: Für Gott ist alles gegenwärtig, und er sieht alles mit einem einzigen Blick, der sich nie ändert und simultan alles erfasst. Bei und für Gott gibt es keine Veränderung und daher keine Zeit. Dies ist Ewigkeit im eigentlichen Sinn. Die Zeit hingegen, die den Kosmos kennzeichnet, ist, wie Platon sagt, „ein bewegtes Bild der Ewigkeit“.<sup>16</sup> Was in Gottes Ewigkeit zugleich ist, das ereignet sich im Kosmos nacheinander, das heißt in einer zeitlichen Abfolge. Man kann sich dies veranschaulichen durch die Vorstellung eines weißen Lichtstrahls, der in ein Prisma fällt und dabei in ein Farbspektrum aufgefächert wird. Das weiße Licht steht für die simultane Gegenwärtigkeit aller Wirklichkeit

---

De Aeternitate Mundi contra Proclum (herausgegeben von *H. Rabe*, Leipzig 1899). Philoponus analysiert die Argumente einzeln und versucht, sie zu widerlegen. Er vertritt ebenso wie vor ihm Augustinus die Lehre von der Endlichkeit der Zeit.

<sup>15</sup> *Augustinus*, *Confessiones* XI 16.

<sup>16</sup> *Platon*, *Timaios* 37d.

in Gottes stehendem Blick, das Farbspektrum hingegen für die zeitliche Aufeinanderfolge dieser Wirklichkeit für uns im Kosmos.

Deshalb darf die Ewigkeit Gottes nicht mit der Ewigkeit des Kosmos verwechselt werden, falls dieser ewig ist. Denn die Ewigkeit Gottes meint die Zeitlosigkeit des allumfassenden, stehenden Jetzt, während die Ewigkeit des Kosmos einen Fluss von Augenblicken bedeutet, der ohne Anfang und ohne Ende ist. Diese Unterscheidung von wahrer Ewigkeit und Zeit als Stehen und Fließen ist Augustinus und den Neuplatonikern gemeinsam. Nur meint Augustinus, dass der Fluss der Zeit einen Anfang hatte, so dass bis heute insgesamt eine endliche Zeit vergangen ist, während die Neuplatoniker den Zeitfluss für anfangslos halten.<sup>17</sup>

#### 2.4 Die Denkbarekeit einer endlichen Zeit

Zur Aufstellung der These von der Endlichkeit der Zeit wurde Augustinus durch den biblischen Schöpfungsbericht veranlasst. Zwar reflektiert die Bibel kaum direkt auf die Frage der Zeit, aber da es um die Erschaffung aller Wirklichkeit durch Gott geht, sieht Augustinus sich berechtigt, anzunehmen, dass vor endlicher Zeit mit dem Kosmos auch die Zeit geschaffen wurde. Ihm zufolge geht das Geschaffensein der Welt nicht nur aus der Bibel hervor, sondern es ist auch philosophisch beweisbar, wie schon die Platoniker zeigten. Doch wie Augustinus berichtet, wollten die Platoniker „zwar ihre Erschaffung durch Gott zugeben, desgleichen auch wohl einen Anfang, aber nicht einen zeitlichen Anfang der Schöpfung [...], so dass die Welt in einer allerdings kaum verständlichen Weise immerdar erschaffen wäre“.<sup>18</sup> Er kennt also die neuplatonische Lehre vom ewigen Hervorgang des Kosmos aus Gott. Gegen diese Lehre von der ewigen Schöpfung stellt er seine eigene Auffassung vom endlichen Alter der Zeit. Im Dialog mit den Neuplatonikern bemüht Augustinus sich darum, rationale Einwände gegen seine Auffassung abzuweisen und die philosophische Vertretbarkeit seiner Lehre aufzuzeigen.<sup>19</sup>

<sup>17</sup> So schreibt Proklos in seinem Argument I: „Thus, if he is eternally capable of making and eternally wanting to make, then it is necessarily necessary that he is making eternally, and the all is made eternally and the cosmos is eternally, just as the maker is a maker eternally. However the maker eternally is, whereas the cosmos eternally is coming into being, and so the meaning of eternal is not exactly the same for both of them. Rather its meaning for the maker is ‚eternity‘ or ‚eternal‘ while its meaning for the cosmos is time which is without limit“ (*Proclus, On the Eternity of the World*, 159).

<sup>18</sup> *Augustinus, De civitate Dei* XI 4.

<sup>19</sup> Einen rationalen Beweis der Endlichkeit der Zeit beansprucht Augustinus wohl nicht. Thomas von Aquin ist für seine These bekannt, dass das Geschaffensein der Welt überhaupt zwar philosophisch beweisbar sei, das Geschaffensein vor endlicher Zeit (im Gegensatz zur ewigen Erschaffung) aber nicht. Zwar spreche auch philosophisch vieles für die Endlichkeit der Zeit, doch definitiv entschieden werde die Frage nach der Ewigkeit oder dem zeitlichen Beginn der Schöpfung erst durch den religiösen Glauben an die Inhalte der biblischen Schriften (vgl. *Summa theologiae* I q. 46). Thomas übernimmt in dieser Frage offensichtlich die Position Augustins.

Ein Einwand gegen Augustinus lautet: Wenn die Welt nicht ewig ist, was tat Gott dann, bevor er die Welt erschuf?<sup>20</sup> Wenn die Welt nicht ewig sei, müsse in Gott eine Veränderung stattgefunden haben, als er sich entschloss, die Welt zu schaffen. Doch für die neuplatonische Metaphysik gilt Gott als unveränderlich. Augustinus versucht zu zeigen, dass diese Frage auf einem Missverständnis beruht. Sie setzt voraus, dass, wenn der Kosmos nicht seit ewiger Zeit besteht, sondern seit endlicher Zeit, es eine Zeit gegeben haben müsse, zu der der Kosmos noch nicht existierte. Da aber die Zeit, wie Augustinus erklärt, eine Eigenschaft des Kosmos ist, die erst mit diesem ins Dasein trat, kann es kein „bevor“ der Erschaffung des Kosmos gegeben haben. Es existierte keine Zeit vor der Erschaffung der Zeit, in der Gott etwas getan oder nicht getan haben könnte. Gottes Ewigkeit ist zeitlos. Also ist die Frage widersinnig. Nach Augustinus mag man durchaus sagen, Gott sei „vor“ dem Kosmos. Aber dieses „vor“ kann dann nur einen begründungslogischen Sinn haben, keinen zeitlichen Sinn. Gott ist „vor“ dem Kosmos in dem Sinne, dass er der Grund des Kosmos ist.

Doch Augustinus wehrt nicht nur neuplatonische Einwände gegen seine Lehre ab, sondern er argumentiert auch selbst gegen die These von der Ewigkeit der Zeit. Dazu entwickelt er ein Argument, das zunächst auf den Raum Bezug nimmt. Wenn der Raum unendlich groß wäre, so sein Argument, dann würde die Frage entstehen, warum Gott den Kosmos genau an diejenige Stelle gesetzt habe, an der er sich faktisch befindet, und den Rest des Raumes leer gelassen habe. Wollte man den Eindruck göttlicher Willkür vermeiden, dann müsse man behaupten, dass es in den Regionen des unendlichen Raumes außerhalb unseres Kosmos ebenfalls Welten gebe. Man sei also gezwungen, ebenso wie die Epikureer eine Viele-Welten-Lehre zu vertreten. Die Neuplatoniker lehnten diese Lehre aber ab, denn sie behaupteten wie Augustinus, Gott habe nur einen Kosmos geschaffen – und zwar den besten. Augustinus erklärt, dass man der Viele-Welten-Lehre nur dann entgegen könne, wenn man die Unendlichkeit des Raumes verneine und festhalte, dass es bloß einen Kosmos gebe, der in räumlicher Hinsicht endlich sei. Der Raum ist demnach eine Eigenschaft des endlichen Kosmos – einen Raum außerhalb des Kosmos gibt es nicht.<sup>21</sup> Soweit sieht Augustinus sich mit den Neuplatonikern einig. Doch von hier aus argumentiert er gegen sie, indem er sagt: Wer wie die Neuplatoniker behauptet, ein unendlicher Gott habe einen räumlich endlichen Kosmos geschaffen, der könne auch zugeben, dass ein ewiger Gott einen zeitlich endlichen Kosmos zu schaffen vermag. Die Ewigkeit Gottes und das endliche Alter des Kosmos widersprechen einander so wenig wie die Unendlichkeit Gottes und die räumliche Endlichkeit der Welt. Die These, ein ewiger Gott vermöge nur eine ewige Welt zu schaffen, ist Augustinus zufolge falsch. Ein endliches Alter des Kosmos und der Zeit

<sup>20</sup> Vgl. *Augustinus*, *Confessiones* XI 12–16.

<sup>21</sup> Vgl. *Augustinus*, *De civitate Dei* XI 5.

ist metaphysisch denkbar, wenn man nur streng festhält, dass Gott die Welt nicht in der Zeit, sondern mit der Zeit geschaffen hat.<sup>22</sup> Nach Augustinus ist die Zeit also vor endlicher Zeit durch den zeitlos existierenden Schöpfergott hervorgebracht worden.

### 3. Stephen Hawking und die Quantenkosmologie

#### 3.1 *Zeit als Thema der aktuellen Grundlagenphysik*

„Creation of time“ beziehungsweise „emergence of time“ ist ein zentrales Thema neuerer physikalischer Grundlagentheorien, die als Theorien der Quantengravitation oder der Quantenkosmologie bekannt sind.<sup>23</sup> Der prominenteste unter den Physikern, die in diese Richtung denken, ist sicher Stephen Hawking, aber auch Alexander Vilenkin ist zu nennen und auf deutscher Seite Claus Kiefer<sup>24</sup> sowie viele andere.

Warum ist die Zeit ein so prominentes Thema in der Grundlagenphysik unserer Tage? Ein wichtiger Grund liegt sicher im Bemühen um die Vereinheitlichung der Physik. Bekanntlich wird das Gebäude der Physik gegenwärtig von zwei Säulen getragen: der Quantentheorie für das ganz Kleine und der Relativitätstheorie für das ganz Große. In ihren jeweiligen Anwendungsbereichen sind beide Theorien höchst erfolgreich, doch konzeptionell passen sie nicht zusammen. Es gibt kein gemeinsames Fundament, auf dem diese Säulen stehen, und somit ist das gesamte Gebäude der Physik bisher unfundiert. Die konzeptionelle Diskrepanz von Quantentheorie und Relativitätstheorie zeigt sich besonders im Umgang mit der Zeit. In der Schrödingergleichung, die für die Quantentheorie grundlegend ist, kommt die Zeit als Parameter vor. Sie bildet einen Hintergrund oder eine Bühne, auf der sich das Quantengeschehen abspielt. In der allgemeinen Relativitätstheorie dagegen bildet die Zeit, oder besser: die Raumzeit, keine feste Bühne des physikalischen Geschehens mehr, sondern sie ist selbst Teil

<sup>22</sup> Vgl. ebd. XI 6. Für legitim hält Augustinus die Frage: „Warum gefiel es dem ewigen Gott, gerade damals Himmel und Erde zu erschaffen, während er sie vorher nicht geschaffen hatte?“ (ebd. XI 4). Welchen Grund hatte Gott also, eine Welt zu schaffen, die heute so alt ist, wie sie eben ist, und nicht älter oder jünger? Dies kann man Augustinus zufolge aber der göttlichen Vorsehung überlassen, wie auch die Frage, warum der Kosmos in räumlicher Hinsicht genau so groß ist, wie er faktisch ist, und nicht größer oder kleiner.

<sup>23</sup> Vgl. dazu *Ch. J. Isham*, Quantum Theories of the Creation of the Universe, in: *V. Brümmer* (Hg.), *Interpreting the Universe as Creation. A Dialogue of Science and Religion*, Kampen 1991, 37–64; *ders.*, Creation of the Universe as a Quantum Process, in: *R. J. Russell/W. R. Stoeger/G. Coyne* (Hgg.), *Physics, Philosophy, and Theology. A Common Quest for Understanding*, Città del Vaticano 1988, 375–408; *J. Butterfield/Ch. J. Isham*, On the Emergence of Time in Quantum Gravity, in: *J. Butterfield* (Hg.), *The Arguments of Time*, Oxford [u. a.] 1999, 111–168.

<sup>24</sup> *C. Kiefer*, *Der Quantenkosmos. Von der zeitlosen Welt zum expandierenden Universum*, Frankfurt am Main 2009.



dieses Geschehens.<sup>25</sup> Die gesuchte Grundlage, die beides vereinigt, nämlich die Quantentheorie und die relativistische Gravitationstheorie, nennt man die Theorie der Quantengravitation. Wie sie aussehen könnte, dazu gibt es gegenwärtig viele verschiedene Ideen. Ob sie überhaupt möglich ist, scheint allerdings ungewiss. Jedenfalls ist es naheliegend, dass man in der projektierten Quantengravitationstheorie hinter die Zeit zurückgehen möchte. Die Zeit darf keine konstitutive Rolle spielen, weil sich die Quantentheorie und die Relativitätstheorie gerade hinsichtlich der Rolle der Zeit als inkompatibel erweisen. Eine fundamentale Theorie der physischen Welt müsste ohne Zeit auskommen, das heißt, sie müsste eine Welt beschreiben, in der sich nichts bewegt, sondern alles stillsteht. Die tiefste Schicht der physischen Realität kennt demnach keine Veränderung. Bezeichnenderweise fehlt in kaum einem Buch über die Quantengravitationstheorie ein Hinweis auf Parmenides und seine Lehre von der Unveränderlichkeit des Seins.<sup>26</sup> Doch der Rückgang auf eine Beschreibung der Welt als zeitloser ist natürlich nur der erste Schritt. In einem zweiten Schritt muss man dann auch zeigen können, wie die Veränderung im Kosmos, oder zumindest der Eindruck der Veränderung, aufkommt. Also muss sich aus der Quantengravitationstheorie heraus die Entstehung der Zeit erklären lassen. Man braucht eine „theory of the creation of time“.

Bei Hawking ist das Thema der Zeit aber noch auf eine zweite Weise motiviert, nämlich durch die Frage nach dem Verhältnis der Physik zur Metaphysik. In traditioneller Sichtweise bleibt die physikalische Kosmologie auf die Metaphysik verwiesen, denn Fragen wie: „Warum gibt es überhaupt einen Kosmos?“, „Warum ist der Kosmos auf grundlegender Ebene so und nicht anders?“ sind physikalisch nicht beantwortbar. Gerade in der Kosmologie stellen sich Probleme, die mit den Mitteln der Physik nicht gelöst werden können, sondern philosophisch zu bearbeiten sind.<sup>27</sup> Man kann hier von einem kosmologischen Limit sprechen, das der Physik gesetzt ist. Die neue Theorie der Zeit soll nun helfen, dieses kosmologische Limit zu überwinden. Hawking und viele andere hoffen, die Verbindung der Physik zur

---

<sup>25</sup> Zwar bietet die Quantenfeldtheorie eine relativistische Erweiterung der Standardquantenmechanik, aber sie bezieht nur die spezielle Relativitätstheorie ein, in der die Minkowski-Raumzeit mit ihrer flachen Metrik herrscht, weil die Gravitation nicht berücksichtigt wird. Mit den Mitteln der Störungstheorie versucht man nachträglich, der Gravitation insofern Rechnung zu tragen, als man von der flachen Minkowski-Raumzeit ausgeht und dann kleine Abweichungen ansetzt, die mathematisch beherrschbar sind. Dieses Vorgehen ist zwar in vielen Fällen praktikabel, aber prinzipiell unbefriedigend. Eine voll relativistische Quantentheorie ist bisher nicht gefunden worden, was letztlich daran liegt, dass die Zeit in der Quantentheorie und in der allgemeinen Relativitätstheorie verschieden behandelt wird.

<sup>26</sup> Vgl. etwa Kiefer, *Quantenkosmos* (Anm. 24). Dem Kapitel 6 „Die Wellenfunktion des Universums“ ist als Motto vorangestellt: „Das Sein ist ... Es ist nicht ein Vergangenes, noch ein Zukünftiges, da es Jetzt ist, je zusammen alles, als Eines zusammenhaltend. Parmenides“ (ebd. 275).

<sup>27</sup> Vgl. dazu G. F. R. Ellis, *On the Philosophy of Cosmology*, in: *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 46 (2014) 5–23.

Metaphysik trennen zu können, damit die Physik selbstbegründend wird. So steht hinter dem Interesse an der Zeit die Idee der Autarkie der Physik.

Die Urknalltheorie, die gegenwärtig die Standardauffassung in der physikalischen Kosmologie darstellt, enthält mehrere Verweise auf die Metaphysik. Beispielsweise ist die Frage, woher die Anfangssingularität kommt, der Relativitätstheorie entzogen, weil angesichts der Singularität alle physikalischen Theorien zusammenbrechen. Das Gleiche gilt für die Frage: Warum ist der Kosmos gerade durch diese Naturgesetze geprägt und nicht durch andere? Um physikalische Vorgänge zu berechnen, muss man aber nicht nur die Gesetze kennen, die die Dynamik eines Systems bestimmen, sondern auch die Anfangsbedingungen beziehungsweise die Ausgangskonfiguration, aus der heraus das System sich gemäß den geltenden Gesetzen entwickelt. In kosmologischer Sicht stellt sich somit die Frage: Warum bestanden gerade diese Anfangsbedingungen und keine anderen? Im Rahmen der Urknallkosmologie ist keine dieser Fragen physikalisch beantwortbar. Denn man kann nicht erklären, warum sich eine Singularität zu einem bestimmten Zustand entwickelt, der dann der Anfangszustand des Universums wird, und nicht zu einem anderen. Aus einer Singularität lässt sich nichts ableiten. Physikalische Erklärung beginnt erst dort, wo bereits konkrete Zustände als Anfangsbedingungen vorliegen. Somit ist die Urknallkosmologie mindestens an zwei Stellen offen für metaphysische Anschlussfragen, nämlich dort, wo es um das Dasein des Kosmos überhaupt geht, und dort, wo es um das bestimmte Sosein der Anfangsbedingungen geht.

Beispiele für entsprechende metaphysische Überlegungen sind durch Platon und Augustinus wohlbekannt. Ihre Antwort auf die Frage nach dem Woher des Kosmos lautet: Gott hat ihn geschaffen, Augustinus zufolge sogar aus nichts.<sup>28</sup> Nach Platon und nach Augustinus hat der Schöpfergott dem Kosmos auch eine Struktur verliehen, die Augustinus dezidiert als dynamische Struktur versteht. Der Schöpfer hat die geltenden Gesetze und die Anfangsbedingungen festgelegt – und zwar so, dass der Kosmos sich gemäß seinen immanenten Prinzipien auf ein geplantes Ziel hin entwickelt. Augustinus verwendet gern ein Bibelzitat, das lautet: „Du (Gott) hast alles geordnet nach Maß, Zahl und Gewicht.“<sup>29</sup> Das heißt, jede physikalische Entität besitzt eine Qualität (Maß), eine quantitative Bestimmtheit (Zahl) und eine Tendenz zur Bewegung (Gewicht). Aus Maß, Zahl und Gewicht der Dinge ergibt sich die Dynamik des Kosmos im Sinne einer immanenten Entwicklung. Die Aufgabe der Physik liegt darin, diese immanente Dynamik zu beschreiben. Aber Platon und Augustinus überschreiten die

<sup>28</sup> Platon deutet die Erschaffung der Welt so, dass der Demiurg der bereits vorliegenden, aber noch ungeformten Materie Formen verleiht (vgl. *Timaios* 48e–53a). Augustinus betont dagegen, dass auch diese ungeformte Materie ein Geschöpf Gottes sei (vgl. *Confessiones* XII 8). Erst Augustinus vertritt also die Lehre von der „*creatio ex nihilo*“.

<sup>29</sup> Weisheit 11,20. Vgl. etwa *Augustinus*, *De Genesi ad litteram* IV 3,7–4,14.

Physik auf die Metaphysik hin mit der These, dass das Universum einen Grund braucht – und zwar für sein Dasein und für sein fundamentales Sosein. Dieser Grund ist nicht Teil des Kosmos, sondern er ist dem Kosmos gegenüber transzendent. Er ist unräumlich, zeitlos und er geht nicht in das innerkosmische Kausalgeschehen ein. Dieser Grund ist der Schöpfer, der die Existenz des Kosmos und seine dynamische Ordnung begründet.

Hawking hat genau jene Warum-Fragen im Blick, die Platon und Augustinus durch Rekurs auf einen Schöpfergott beantworten wollen. Dies zeigt folgende Äußerung Hawkings:

Die Naturgesetze sagen uns, wie sich das Universum verhält, aber sie antworten nicht auf die Warum-Fragen, die wir am Anfang dieses Buches gestellt haben: Warum gibt es etwas und nicht vielmehr nichts? Warum existieren wir? Warum dieses besondere System von Gesetzen und nicht irgendein anderes? Manch einer dürfte auf diese Fragen wohl antworten, ein Gott habe beschlossen, das Universum dergestalt zu erschaffen. Es ist vernünftig zu fragen, wer oder was das Universum geschaffen hat. Indes gilt in dieser Sichtweise als akzeptiert, dass es eine Instanz gibt, die keinen Schöpfer braucht, und die heißt Gott. Dieses Argument wird als das der ersten Ursache oder als kausaler Gottesbeweis bezeichnet. Wir behaupten jedoch, dass es möglich ist, diese Fragen ausschließlich in den Grenzen der Naturwissenschaft und ohne Rekurs auf göttliche Wesen zu beantworten.<sup>30</sup>

Es ist demnach Hawkings Absicht, eine physikimmanente Antwort auf die genannten Warum-Fragen zu geben. Der Sinn seines Ansatzes, den er auch „no-boundary proposal“ nennt, liegt gerade darin, zu zeigen, dass die physikalische Kosmologie in sich abschließbar ist und daher keinen Raum für den metaphysischen Gedanken eines Schöpfergottes lässt.

### 3.2 Die „no-boundary condition“ und ihre antimetaphysische Bedeutung

Die neuen Versuche zur Hintergehung der Zeit in der Grundlagenphysik sollen das kosmologische Limit der Urknallkosmologie beseitigen. Das Ziel ist eine physikalische Kosmologie, die keine Verweise auf ein Jenseits der Physik mehr enthält. Mit seiner Theorie der Zeit verfolgt Hawking ein doppeltes Anliegen: Erstens will er eine Anfangssingularität des Kosmos vermeiden – es gab keinen Urknall. Zweitens will er die Kontingenz der Anfangsbedingungen beseitigen. An beiden Stellen gilt es Hawking zufolge, etwaige metaphysische Implikationen der Kosmologie zu eliminieren.<sup>31</sup>

<sup>30</sup> *Hawking/Mlodin*, *Der große Entwurf*, 167 f. Vgl. auch ebd. 15.

<sup>31</sup> Hawking ist nicht der einzige Theoretiker, der in diese Richtung denkt, und auch nicht der radikalste. Noch drastischer äußert sich beispielsweise Max Tegmark: Um alle erklärungsbedürftigen Kontingenzen der physischen Welt zu eliminieren – nicht nur die kontingenten Anfangsbedingungen des Kosmos, sondern auch die ebenfalls kontingenten Naturgesetze –, reduziert Tegmark den Kosmos auf reine Mathematik (vgl. *M. Tegmark*, *Unser mathematisches Universum*. Auf der Suche nach dem Wesen der Wirklichkeit, Berlin 2016). Es gibt allerdings auch gegenteilige Auffassungen in der Grundlagenphysik. Insbesondere Lee Smolin vertritt in mehreren Büchern die These von der Unhintergebarkeit der Zeit in der Physik (vgl. etwa *L. Smolin*, *Im Universum der Zeit*. Auf dem Weg zu einem neuen Verständnis des Kosmos, München 2014).

Hawking schreibt:

Wenn das Universum einen Anfang hatte, können wir von der Annahme ausgehen, dass es durch einen Schöpfer geschaffen worden sei. Denn wenn das Universum wirklich völlig in sich selber abgeschlossen ist, wenn es wirklich keine Grenze und keinen Rand hat, dann hätte es auch weder einen Anfang noch ein Ende: Es würde einfach sein. Wo wäre dann noch Raum für einen Schöpfer?<sup>32</sup>

Offenbar meint Hawking, dass ein zeitloses Universum die Frage nach seiner Herkunft ausschließt. Fragen, die über die Erforschung der inneren Eigenschaften des Kosmos hinausgehen, wären damit abgeschnitten. Weiterhin schreibt er:

In der klassischen Gravitationstheorie, die auf reellwertiger Raumzeit beruht, gibt es für das Universum nur zwei Möglichkeiten: Entweder es existiert seit unendlicher Zeit, oder es hat zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Vergangenheit mit einer Singularität begonnen. In der Quantentheorie der Gravitation ergibt sich dagegen noch eine dritte Möglichkeit. Da man euklidische Raumzeiten verwendet, in denen sich die Zeitrichtung nicht von den Richtungen im Raum unterscheidet, kann die Raumzeit endlich in der Ausdehnung sein und doch keine Singularitäten aufweisen, die ihre Grenze oder ihren Rand bilden.<sup>33</sup>

Hawking berichtet, dass er selbst eine Weile gebraucht habe, bis ihm die Konsequenzen seiner Idee für die Verbindung der Physik mit metaphysischen und theologischen Fragen klargeworden seien. Für die traditionelle Urknallkosmologie gilt ihm zufolge:

Gott mag wissen, wie das Universum begonnen hat, aber wir können keinen triftigen Grund für die Annahme nennen, dass dies eher auf die eine als auf die andere Weise geschehen ist. Dagegen hat die Quantentheorie der Gravitation die Möglichkeit eröffnet, dass die Raumzeit keine Grenze hat. Es wäre also gar nicht notwendig, das Verhalten an der Grenze anzugeben. Es gäbe keine Singularitäten, an denen die Naturgesetze ihre Gültigkeit einbüßten, und keinen Raumzeitrand, an dem man sich auf Gott oder irgendein neues Gesetz berufen müsste, um die Grenzbedingungen der Raumzeit festzulegen. Man könnte einfach sagen: „Die Grenzbedingung des Universums ist, dass es keine Grenze hat.“ So wäre das Universum völlig in sich abgeschlossen und keinerlei äußeren Einflüssen unterworfen. Es wäre weder erschaffen noch zerstört. Es würde einfach SEIN.<sup>34</sup>

So viel kann man diesen Zitaten gleich entnehmen: Erstens soll Hawkings „no-boundary condition“ zeigen, dass das Universum zwar endlich in der Zeit, aber dennoch unerschaffen und sogar unerschaffbar ist. Damit wird bezweckt, einen Welturheber als Begründer der Existenz des Kosmos auszuschließen. Zweitens soll die Theorie darlegen, dass es keine Anfangsbedingungen der Entwicklung des Kosmos gegeben hat. Damit wäre auch ein Gott ausgeschlossen, der als Weltbaumeister diese Anfangsbedingungen setzt. Insgesamt würde die Physik dadurch unabhängig von der Metaphysik. Wie man diesen Zitaten ebenfalls entnehmen kann, ist die Quantengravitationstheorie Hawkings wichtigstes theoretisches Werkzeug und darin

<sup>32</sup> *Hawking*, Ein kurze Geschichte der Zeit, 184.

<sup>33</sup> Ebd. 177.

<sup>34</sup> Ebd. 177 f. (Hervorhebung im englischen Original wie auch in der zitierten Übersetzung).

wiederum die Idee einer „euklidischen Raumzeit“, die durch Imaginärsetzung der Zeit entsteht.

### 3.3 *Hawkings physikalische Argumentation: die imaginärwertige Zeit und das zeitlose Universum*

#### 3.3.1 Die Ursprungslosigkeit des endlichen Kosmos

Im Folgenden sei Hawkings physikalische Argumentation im Umriss dargestellt. Unser Universum expandiert in der Zeit. Geht man gedanklich in der Expansionsgeschichte des Universums rückwärts, dann wird der Radius des Universums immer kleiner. Der Urknallkosmologie zufolge müsste man schließlich zu einem ausdehnungslosen Anfangspunkt von unendlich hoher Dichte und Temperatur gelangen, der Singularität. Doch dies bestreitet Hawking. Ihm zufolge geschieht bei der Reise rückwärts in der Geschichte des Universums etwas Merkwürdiges. Noch bevor man zur Singularität gelangt, das heißt, während das Universum noch einen endlichen Radius hat, verändert sich die Raumzeitstruktur – und zwar so, dass sich die Zeitkomponente der Raumzeit in eine weitere Raumdimension verwandelt.

Wie Einsteins Relativitätstheorie zeigt, besitzt die Metrik des Kosmos eine sogenannte „Lorentz-Signatur“, das heißt, in den relativistischen Gleichungen taucht die Zeitdimension mit einem negativen Vorzeichen auf, die drei Raumdimensionen jedoch mit einem positiven (-1/+3). Genauer gesagt geht es hier um die Quadrate der jeweiligen Werte. Die Zeitdimension trägt negative Werte, die Raumdimensionen positive.<sup>35</sup> Hawkings Idee ist nun, die Zeitdimension ab einem bestimmten Punkt der Rückwärtsreise in der Entwicklungsgeschichte des Kosmos nicht mehr mit reellen, sondern mit imaginären Zahlenwerten zu versehen. Nun ist das Quadrat einer reellen Zahl bekanntlich immer positiv, auch wenn die Zahl selbst negativ ist; aber das Quadrat einer imaginären Zahl ist negativ. Dieses negative Quadrat zusammen mit dem negativen Vorzeichen der Zeitdimension führt dazu, dass die Zeit in obiger Gleichung positiv wird, ebenso wie die Raumwerte.<sup>36</sup> Durch die Imaginärsetzung gleicht Hawking die Zeit an den Raum an, denn die Zeit verwandelt sich so mathematisch in eine weitere Raumdimension. Die Lorentz-Signatur der Raumzeit (-1/+3) wird transformiert in eine euklidische „+4-Signatur“. Sie kennzeichnet eine vierdimensionale Metrik, die keine Raumzeit mehr beschreibt, sondern einen 4D-Raum ohne Zeit.<sup>37</sup>

<sup>35</sup> Die relativistische Gleichung für das sogenannte Linienelement, mit dem man den Raumzeitabstand zweier Ereignisse misst, lautet:  $ds^2 = -dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2$  (Lorentz-Signatur).

<sup>36</sup> Das Linienelement in vierdimensionaler euklidischer Raumzeit lautet also:  $ds^2 = +dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2$ .

<sup>37</sup> „Für die Berechnung müssen wir die Zeit mit imaginären statt reellen Zahlen messen. Das hat für die Raumzeit einen interessanten Effekt: Der Unterschied zwischen Zeit und Raum verliert sich vollständig. Eine Raumzeit, in der Ereignisse imaginäre Zahlenwerte auf der Zeitkoordinate besitzen, wird euklidisch genannt, nach dem griechischen Mathematiker,

Geht man also in der Expansionsgeschichte des Universums rückwärts, dann kippt Hawking zufolge bei einer noch endlichen Größe, also vor Erreichen der Singularität, die Raumzeitstruktur um in eine reine Raumstruktur. Bewegt man sich umgekehrt von dort aus in Richtung Zukunft, dann gelangt man an eine Stelle, wo aus der 4D-Kugel der uns bekannte Kosmos mit seiner Lorentz-Signatur, also der  $-1/+3$ -Raumzeitmetrik hervortritt – und zwar gleich mit einer gewissen Größe. Der bloße vierdimensionale Raum verwandelt sich dadurch in eine Raumzeit mit reellwertiger Zeitkomponente, und der Kosmos wird dynamisch. In dieser Region des Übergangs findet die Emergenz der Zeit aus einem zeitlosen Universum statt.

Die auffälligste Operation in Hawkings Ansatz ist offensichtlich die Imaginärsetzung der Zeit. Zwar ist sie als mathematisches Hilfsmittel in der Quantenfeldtheorie unter dem Namen der Wick-Rotation durchaus bekannt, weil sich auf diese Weise gewisse Rechnungen vereinfachen lassen. Allerdings handelt es sich dabei nur um ein mathematisches Werkzeug, mit dem man bestimmte Lösungen zu einer reellwertigen Zeit berechnet. Hawking unterstellt aber, dass es in der Quantengravitation eine imaginärwertige Zeit wirklich gibt, ja er erwägt sogar, dass dies eigentlich die fundamentale Zeit sei.<sup>38</sup> Wie man sich eine imaginärwertige Zeit zu denken hat, deren Richtung nicht von früher zu später verläuft, sondern quer dazu, also etwa von rechts nach links oder von oben nach unten, bleibt allerdings rätselhaft. Hawking macht sich hier offenbar der Ontologisierung einer von sich her rein mathematischen Manipulation schuldig.<sup>39</sup>

In Graphiken, die das Urknallmodell veranschaulichen sollen, findet man die Entwicklungsgeschichte der Raumzeit meist in Form eines Trichters dargestellt, der unten (das heißt in Richtung Vergangenheit) in einen Punkt zusammenläuft und sich nach oben (das heißt in Richtung Zukunft) weitet. Der Punkt symbolisiert den Augenblick des Urknalls, in dem der Kosmos unendlich klein war, während die nach oben hin immer größer werdende Öffnung die Expansion des Kosmos seit dem Urknall darstellt. Die Graphiken zu Hawkings Modell weisen ebenfalls diese Trichterform auf, doch läuft der Trichter hier nicht wie beim Urknallmodell in einem Ursprungspunkt zusammen, sondern er geht bei einem sehr kleinen Radius der Raumzeit in eine Halbkugel über. Der Trichter schließt sich nach unten hin also nicht in einer Spitze, sondern er endet in einer Rundung. Dies erklärt sich durch die Rotation der Zeitachse um  $90^\circ$ , die durch die Imaginärsetzung der Zeit ent-

---

der die Geometrie zweidimensionaler Flächen begründet hat. Die euklidische Raumzeit ist diesen Flächen sehr ähnlich, nur hat sie vier Dimensionen und nicht zwei. In der euklidischen Raumzeit gibt es keinen Unterschied zwischen der Zeitrichtung und den Richtungen des Raums“ (*Hawking*, Eine kurze Geschichte der Zeit, 175).

<sup>38</sup> Vgl. ebd. 181 f.

<sup>39</sup> Für eine ausführlichere Kritik an Hawkings Imaginärsetzung der Zeit vgl. *W. L. Craig*, 'What Place, then, for a Creator?' Hawking on God and Creation, in: *Ders./Q. Smith*, Theism, Atheism and Big Bang Cosmology, Oxford 1993, 279–300, hier 288–296.

steht. Diese 4D-Halbkugel, die den Raumzeit-Trichter nach unten abschließt, nennt man das „Hartle-Hawking-Instanton“.<sup>40</sup> Der Ausdruck „Instanton“ (von „instant“ = Augenblick) ist treffend gewählt. Er besagt, dass es hier keinen Zeitfluss mehr gibt, folglich auch keine Bewegung, sondern nur noch den vierdimensionalen Raum. Dieser Raum umfasst das gesamte Universum in seiner frühen Phase, und dieses Universum steht still. Hawkings 4D-Halbkugel soll Folgendes zeigen: Wie die Oberfläche einer Kugel eine endliche Größe hat, obwohl sie nirgends anfängt oder aufhört, so ist auch die Raumzeit des Universums letztlich endlich, ohne einen Anfang oder ein Ende zu haben. Ein Anfangspunkt wie die Spitze des Trichters im Urknallmodell stünde für eine Grenzbedingung („boundary condition“), die sofort metaphysische Anschlussfragen evozieren würde. Erinnern wir uns noch einmal an Hawkings Verneinung des Schöpfungsgedankens:

Man könnte einfach sagen: „Die Grenzbedingung des Universums ist, dass es keine Grenze hat.“ Das Universum wäre völlig in sich abgeschlossen und keinerlei äußeren Einflüssen unterworfen. Es wäre weder erschaffen noch zerstört. Es würde einfach SEIN.<sup>41</sup>

Durch die Verräumlichung der Zeit erhält Hawkings Kosmosmodell graphisch gesehen einen kugelförmigen Abschluss, der die Suisuffizienz des Kosmos symbolisiert. Obwohl das Universum endlich ist, ist es doch vollkommen und in sich ruhend; es benötigt daher keinen äußeren Grund.<sup>42</sup>

### 3.3.2 Die Vermeidung der Anfangsbedingungen

Schauen wir noch darauf, wie Hawking mithilfe der „no-boundary condition“ das Problem der Anfangsbedingungen lösen möchte. Dies soll geleistet werden durch eine Vereinigung der Quantentheorie mit der Relativitätstheorie, die – wie schon weiter oben bemerkt – das größte Desiderat der Grundlagenphysik unserer Tage ist. Hawking macht sich diejenige Variante zu eigen, die als Quantisierung der allgemeinen Relativitätstheorie bekannt ist. Das Resultat einer solchen quantentheoretischen Formulierung von Einsteins Theorie wäre die sogenannte Wellenfunktion des Universums. Eine Wellenfunktion beschreibt ein Quantensystem. Sie repräsentiert Überlagerungszustände dieses Systems, indem sie angibt, welche Werte sich im Fall einer Messung ergeben können, mit welcher Wahrscheinlichkeit sich ein bestimmter möglicher Wert ergibt und wie sich diese Wahrscheinlichkeiten im Lauf der Zeit verändern. Wie alle Quantengravitationstheoretiker, so wendet auch Hawking die Quantentheorie, die zunächst zur Beschreibung subatomarer Teilchen entwickelt wurde, auf kosmologische Fragen an. Dabei

<sup>40</sup> Die zugrundeliegende Idee wurde von Stephen Hawking und James Hartle gemeinsam entwickelt.

<sup>41</sup> *Hawking*, Eine kurze Geschichte der Zeit, 177 f. (Hervorhebung im Original wie auch in der zitierten Übersetzung).

<sup>42</sup> Bekanntlich hat schon Parmenides das Sein als Kugel bezeichnet, um seine Vollkommenheit und Unbedürftigkeit auszudrücken.

geht es dann nicht mehr um Spinrichtungen von Partikeln und andere Quantenzahlen, sondern um dreidimensionale Räume mit ihren Krümmungen und den entsprechenden Materiefeldern, die diese Krümmungen verursachen. Dem liegt eine bestimmte Formulierung der allgemeinen Relativitätstheorie zugrunde, die man „kanonische“ Formulierung nennt. Die Raumzeit wird hier (auf relativistisch nicht ganz saubere Weise) zerlegt beziehungsweise aufgeblättert in Abfolgen von 3D-Räumen, deren Krümmung sich entlang einer Zeitachse entwickelt. Bei der Quantisierung der so aufgefassten Relativitätstheorie schreibt man diesen 3D-Räumen in analoger Weise Orte und Impulse zu, die man dann in quantenmechanischen Gleichungen, das heißt in Wellenfunktionen, erfassen kann, wie es man es in der Standardquantenmechanik auch mit den Orten und Impulsen von Elementarteilchen tut. Die Wellenfunktion des Universums ist definiert auf allen möglichen 3D-Räumen mit allen möglichen Krümmungen. Sie beschreibt Überlagerungszustände solcher Räume und gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit sich im Fall einer Messung ein bestimmter 3D-Raum mit einer bestimmten Krümmung findet und wie diese Wahrscheinlichkeiten sich mit der Zeit entwickeln. Ob diese Art von Quantisierung der allgemeinen Relativitätstheorie überhaupt zulässig ist, ist allerdings umstritten. Im Falle eines Gelingens würde sich aber eine Wellenfunktion des Universums ergeben, die die gesamte Geschichte des Kosmos als Entwicklung der Raumkrümmungen und damit der Gravitationsverhältnisse auf quantentheoretische Weise erfasst.<sup>43</sup> Für das Problem, um das es Hawking eigentlich geht, nämlich die Frage nach den Anfangsbedingungen des Kosmos, ist mit dieser Quantisierung der allgemeinen Relativitätstheorie allerdings noch nichts erreicht. Wellenfunktionen beschreiben ja, wie sich ein Quantensystem in der Zeit entwickelt – und zwar von einem Ausgangszustand hin zu einem Endzustand. Sie unterstellen also die Existenz jener Anfangsbedingungen des Kosmos, die Hawking gerade eliminieren möchte.

Hawking und andere Quantengravitationstheoretiker verwenden allerdings nicht mehr Schrödingers Darstellung der Quantentheorie, sondern bevorzugen Richard Feynmans Methode der Pfadintegrale beziehungsweise der „sum over histories“. Diese „sum over histories“ gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein System aus einem Ausgangszustand in einen Endzustand übergeht, wobei man alle möglichen Wege beziehungsweise Pfade, die das System nehmen könnte, addiert. Wegen der zwischen den Pfaden auftretenden Interferenzen löschen sich viele Pfade gegenseitig aus, während andere sich verstärken. So führt die Summierung zu wenigen Pfaden mit bestimmten Wahrscheinlichkeitswerten. In der Quantengravitationstheorie sind dies die Wahrscheinlichkeiten dafür, dass ein anfänglicher 3D-Raum mit Krümmung ( $k_1$ ) in einen weiteren 3D-Raum mit Krümmung ( $k_2$ ) übergeht.

---

<sup>43</sup> Eine auch für Laien zugängliche Darstellung dieser Strategie zur Quantisierung der Gravitation findet sich bei *Kiefer*, *Quantenkosmos*, 239–247.



Doch auch durch die Verwendung der Pfadintegralmethode ändert sich für die Frage nach den Anfangsbedingungen noch nichts. Pfadintegrale oder „histories“ brauchen Ausgangspunkte und Endpunkte, sonst kann man sie nicht berechnen. Es bleibt also dabei, dass der Physiker Anfangsbedingungen, also einen 3D-Raum mit Krümmung ( $k_1$ ), als gegeben hinnehmen muss, um die Wahrscheinlichkeit des Überganges aus dem Anfangszustand in den Endzustand kalkulieren zu können. Der Rekurs auf „boundary conditions“ lässt sich auch in Feynmans Darstellung der Quantenmechanik nicht umgehen.

Umso überraschender ist Hawkings Behauptung, die mit Feynmans Methode ermittelte Wellenfunktion des Universums hänge nur vom Endpunkt der Geschichten ab, nicht aber vom Anfangspunkt. Sie ergebe sich nämlich aus der Summierung all jener Pfade, die keinen Anfangspunkt haben, sondern nur einen Endpunkt.<sup>44</sup> Hawking interpretiert das Resultat der Summierung also nicht als Übergangswahrscheinlichkeit eines Systems aus einem Zustand in einen anderen, sondern als Eintrittswahrscheinlichkeit eines bestimmten Zustandes des Universums aus dem Nichts. Leider erklärt Hawking nirgends, wodurch er sich befähigt sieht, Pfade ohne Anfangspunkt zu berechnen und zu summieren. Vermutlich ist sein Gedanke derjenige, dass am Anfang der Geschichte der Raumzeit ja der statische 4D-Raum des Instanton stehe, kein 3D-Raum mit bestimmter Krümmung und Dynamik. Einen Anfang der Pfade, entlang derer die 3D-Räume sich entwickeln, gäbe es dann insofern nicht, als diese eben in einem 4D-Raum beginnen – und nicht mit einem 3D-Raum als Anfangsbedingung. In diesem Sinne wäre der Kosmos ohne Anfangsbedingung, ohne „boundary condition“. In gewisser Weise könnte man hier sogar von einer „creation out of nothing“ oder von einer Emergenz der Zeit aus dem Nichts sprechen.<sup>45</sup> Wenn Hawking hier recht hätte, dann könnte die Physik tatsächlich jene Schranke durchbrechen, die darin liegt, dass sie immer schon einen Systemzustand als gegeben hinnehmen muss, um die weitere Entwicklung des Systems berechnen zu können. Sie wäre dann in der Lage, den gegenwärtigen Zustand des Kosmos aus seiner Geschichte heraus zu erklären, ohne dabei physikalisch unerklärbare Voraussetzungen machen zu müssen.

---

<sup>44</sup> „Auf die Bewegung eines Teilchens angewendet, sagt uns Feynmans Methode, dass wir, um die Wahrscheinlichkeit irgendeines bestimmten Endpunktes zu berechnen, alle möglichen Geschichten berücksichtigen müssen, denen das Teilchen von seinem Ausgangspunkt zu diesem Endpunkt folgen könnte. Man kann Feynmans Verfahren auch zur Berechnung der Quantenwahrscheinlichkeit von Beobachtungen des Universums verwenden. Wenn sie auf das Universum als Ganzes angewendet werden, gibt es keinen Punkt A, daher addieren wir alle Geschichten, die die Kein-Rand-Bedingung erfüllen und zu einem Universum mit denjenigen Eigenschaften führen, die wir heute beobachten“ (*Hawking/Mlodinov*, Der große Entwurf, 136).

<sup>45</sup> Vgl. dazu *Butterfield/Isham*, On the Emergence of Time, Abschnitt 5.5.1. Man darf diese Redeweise natürlich nicht mit der klassischen „creatio ex nihilo“ durch Gott verwechseln, denn ein statisches 4D-Universum als Ursprung unseres Kosmos wäre ja beileibe nicht nichts.

Doch obwohl Hawking diese Idee schon in den 1980er Jahren publiziert hat, hat er niemals eine Wellenfunktion des Universums aufgestellt. Der „no-boundary“-Ansatz ist ein bloßes Programm geblieben, das Hawking zwar immer wieder formuliert hat,<sup>46</sup> und zwar mit großem Erfolg beim Laienpublikum, das aber nie zur Durchführung gekommen ist. Man darf darin wohl einen Hinweis darauf sehen, dass eine Aufstellung der Wellenfunktion des Universums auf diese Weise nicht möglich ist, weil die „histories“ eines Systems eben doch einen Anfangspunkt und einen Endpunkt brauchen, damit man sie berechnen kann.<sup>47</sup>

#### 4. Augustinisch inspirierte Kritik an Hawking

##### 4.1 Die Mehrdeutigkeit von „Sein“

Die Umwandlung der Zeit von einer reellwertigen Größe zu einer imaginärwertigen im Instanton und damit zu einer vierten Raumdimension erlaubt es Hawking, von der 4D-Kugel zu sagen, dass sie einfach sei. „Sein“ ist aber ein mehrdeutiger Begriff. Zunächst steht „Sein“ hier offenbar im Gegensatz zum Werden. So gedeutet kennt die 4D-Kugel kein Werden, keine Veränderung und keine Bewegung – und daher auch keine Zeit. Ein Universum, das bloß ist, wäre demnach eines, in dem es keine Veränderung gibt.

„Sein“ kann aber auch in anderer Bedeutung verwendet werden, nämlich im Sinne von „Existieren“, und Hawking weckt durchaus diese Assoziation. Das Universum würde „einfach SEIN“, bedeutet dann: es würde einfach nur existieren, das heißt, es bräuchte keinen Grund für seine Existenz, sondern existierte eben ohne Grund. Daher verwies das Dasein des physischen Kosmos nicht auf einen transzendenten Urheber. Allerdings ist ein solches Verständnis von „Sein“ gar nicht gedeckt durch die Imaginärsetzung und Verräumlichung der Zeit, denn die führt nur zum „Sein“ als Ausschluss von Bewegung. Über die Frage nach der Herkunft des Instanton ist damit entgegen Hawkings Behauptung aber noch nichts gesagt. Vielmehr ist festzuhalten, dass ein solches Universum existieren kann, aber auch nicht existieren kann. Es ist nicht notwendig, sondern kontingent. Wenn es tatsächlich existiert, dann muss es einen Grund dafür geben.

In der Metaphysik Augustins spielt der Begriff des „Seins“ beziehungsweise des „Seins selbst“ (*esse ipsum*) eine zentrale Rolle. Allerdings schreibt er dieses „Sein“ nicht dem Kosmos zu, sondern er identifiziert es mit Gott. Das „Sein“ drückt zunächst die Unveränderlichkeit Gottes aus. Ähnlich wie bei Hawking steht „Sein“ hier also im Gegensatz zum Werden. Doch Augustinus unterscheidet zwischen solchem Sein, das sich bloß faktisch nicht

<sup>46</sup> Vgl. *Hawking/Mlodinow*, Der große Entwurf, Kapitel 6.

<sup>47</sup> Der interessierte Leser findet eingehende Erklärungen in *Butterfield/Isham*, On the Emergence of Time, sowie in *Isham*, Quantum Theories of the Creation of the Universe, der resümiert, dass die zugrundeliegende Mathematik vermutlich nicht wohldefiniert sei.

verändert, und solchem, das prinzipiell unveränderbar ist, weil es einfach ist.<sup>48</sup> Einfach ist nach Augustinus dasjenige Sein, das seine Eigenschaften nicht nur besitzt, sondern seine Eigenschaften ist. Im ersten Fall bleibt der Unterschied zwischen dem Besitzer und der Eigenschaft bestehen, im zweiten Fall verschwindet dieser Unterschied. Diese Einfachheit kommt nur Gott zu, der gerade deshalb das „Sein selbst“ ist. Augustinus entwirft also einen metaphysischen Begriff des Seins, der die Unveränderlichkeit von der Einfachheit des „Seins selbst“ her begründet, während Hawking Sein lediglich auf der Ebene der Naturphilosophie (beziehungsweise der Fundamentalphysik) thematisiert und bei der bloßen Wandellosigkeit stehenbleibt. Aus Augustins Sicht ist das „Hartle-Hawking-Instanton“ nur faktisch veränderungslos, da es dort keine Zeit gibt, aber es ist nicht einfach und daher nicht prinzipiell unveränderbar.

Bei Hawking spielt sich der Übergang vom Sein zum Werden auf der Ebene des Kosmos selbst ab. Der frühe, zeitlose Kosmos verwandelt sich in den späten, dynamischen. Augustinus hingegen veranschlagt einen metaphysischen Übergang zwischen zwei verschiedenen Ebenen der Wirklichkeit, nämlich derjenigen Gottes als des einfachen, prinzipiell unveränderbaren Seins und derjenigen des Kosmos, der in seiner Vielheit veränderlich oder auch faktisch veränderungslos sein mag. Augustinus deutet den Schritt vom Sein zum Werden nicht als Veränderung innerhalb des Kosmos, sondern als Übergang von der transzendenten Sphäre Gottes zur immanenten Sphäre des Kosmos durch einen Akt der Schöpfung. Damit hält er fest, dass Gott der notwendige Grund für die Existenz des kontingenten Kosmos ist. Ein bloß naturphilosophisch konzipierter Seinsbegriff reicht ihm zufolge nicht aus, um die Existenz der Welt zu erklären.

#### 4.2 Eine „Geschichte der Zeit“?

Die zweite augustinish inspirierte Kritik richtet sich auf Hawkings Idee einer physikalischen Genese der Zeit. Zunächst seien noch einmal die Gemeinsamkeiten zwischen Hawking und Augustinus festgehalten. Beide sind der Meinung, dass die Zeit an den Kosmos gebunden ist und dass sie ein endliches Alter hat. Die neuplatonische These von der Ewigkeit der Welt und der Zeit lehnen beide ab. Sie teilen auch die Vorstellung, dass der zeitliche Kosmos aus der Zeitlosigkeit hervorgeht. So wie das „Hartle-Hawking-Instanton“ den gesamten Kosmos beinhaltet, aber ohne jede Zeitlichkeit und daher ohne Veränderung, so umfasst auch der zeitlose Blick Gottes auf seine Schöpfung das ganze Universum simultan und ohne Wandel. Augustins Begriff der Ewigkeit als des „stehenden Jetzt“ (*nunc stans*) besitzt eine formale Ähnlichkeit mit Hawkings Idee des vierdimensionalen, zeitlosen Universums. Trotzdem springt der wichtigste Unterschied zwischen beiden

<sup>48</sup> Vgl. *Augustinus*, De civitate Dei XI 10; XII 2; *ders.*, De trinitate V 3.

Ansätzen ins Auge. Denn während Augustinus die Zeit durch eine metaphysische Instanz begründet, nämlich einen selbst zeitlosen Schöpfergott, sucht Stephen Hawking dezidiert nach einer physikalischen Theorie des Anfangs der Zeit.<sup>49</sup>

Wer der Metaphysik gegenüber skeptisch eingestellt ist und sie vielleicht gar für überholt hält, könnte in Hawkings Unternehmen einen willkommenen Versuch sehen, gewisse wertvolle Intuitionen aus der Metaphysikgeschichte herauszufiltern und auf dem Boden der modernen, empirischen Wissenschaft „metaphysikfrei“ umzuformulieren und neu zu begründen. Allerdings verstrickt sich Hawking in Paradoxien, gerade weil er die Entstehung der endlichen Zeit physikalisch erklären will. Er bettet seine Theorie des Anfangs der Zeit in eine Geschichte des Universums ein. Diese Geschichte klingt etwa so: Im frühen, hochgradig quantenmechanisch bestimmten Kosmos gab es noch keine Zeit, sondern nur den vierdimensionalen Raum. Erst als der Kosmos durch die Expansion eine gewisse Größe erreicht und seine Energiedichte abgenommen hatte, bildete sich die uns bekannte Struktur der Raumzeit heraus. Der Titel von Hawkings Buch *Eine kurze Geschichte der Zeit* ist pointiert gewählt wegen der darin enthaltenen Paradoxie. Wie kann die Zeit selbst eine Geschichte haben, wo sich doch jede Geschichte schon in der Zeit abspielt? Dieser Titel dürfte aber nicht nur Ergebnis einer geschickten Marketingstrategie sein, sondern tatsächlich ein

---

<sup>49</sup> Ob eine solche metaphysische Begründung der endlichen Zeit möglich ist, wäre eigens zu untersuchen. Dazu müsste eine Auseinandersetzung mit der ersten Antinomie in Kants Kritik der reinen Vernunft (*I. Kant*, KrV B 454–461; im Folgenden zitiert nach: *Ders.*, Werkausgabe; Band III/IV, herausgegeben von W. Weischedel, Frankfurt am Main 1982) geführt werden. Hier sei nur ein kurzer Hinweis gegeben. Augustinus würde gegenüber Kant bestreiten, dass die Vernunft sich angesichts der Frage nach der Endlichkeit oder Unendlichkeit der Welt notwendigerweise in eine Antinomie verstrickt. Während nach Kant sowohl die Theses als auch die Antitheses der Antinomie als wahr beweisbar sind, worin sich eben die Dialektik der reinen Vernunft zeige, sind Augustinus zufolge sowohl die Theses als auch die Antitheses falsch, womit sich die Antinomie auflöst. Nach Augustinus ist Kants Theses „Die Welt hat einen Anfang in der Zeit [...]“ (ebd. B 454) falsch, weil die Welt ihm zufolge nicht in der Zeit, sondern mit der Zeit geschaffen ist. Kants Antitheses „Die Welt hat keinen Anfang, [...] sondern ist [...] in Ansehung der Zeit [...] unendlich“ (ebd. B 455) hielte Augustinus ebenfalls für falsch, denn die Zeit hat ihm zufolge ein endliches Alter. Kants indirekten Beweis der Antitheses, dem zufolge ihre Bestreitung die unsinnige Ansetzung einer „leeren Zeit“ vor der Entstehung des Kosmos erzwingen, würde Augustinus zurückweisen. Vor der Entstehung des Kosmos gab es ihm zufolge keine Zeit, auch keine leere Zeit. Kant ist sich übrigens der möglichen Kritik an seiner ersten Antinomie, die von einem metaphysischen Standpunkt wie demjenigen Augustins aus geführt werden könnte, wohl bewusst. Er schreibt in der Anmerkung zur Antitheses: „Denn was den Ausweg betrifft, durch den man der Konsequenz auszuweichen sucht, nach welcher wir sagen: daß, wenn die Welt (der Zeit und dem Raum nach) Grenzen hat, das unendliche Leere das Dasein wirklicher Dinge ihrer Größe nach bestimmen müsse, so besteht er insgeheim nur darin: daß man statt einer Sinnenwelt sich, wer weiß welche, intelligible Welt gedenkt, und, statt des ersten Anfanges (ein Dasein, vor welchem eine Zeit des Nichtseins vorhergeht), sich überhaupt ein Dasein denkt, welches keine andere Bedingung in der Welt voraussetzt, statt der Grenze der Ausdehnung, Schranken des Weltganzen denkt, und dadurch der Zeit und dem Raume aus dem Wege geht“ (ebd. B 461). Dieser „Ausweg“ ist in der Tat der Weg der Metaphysik Augustins, der zufolge das zeit- und raumlose Dasein Gottes die Schranke des Weltganzen bildet. Dass diese Auffassung unzulässig sei, wie Kant unterstellt, würde Augustinus verneinen.

logisches Problem in Hawkings Konzept anzeigen. Denn wenn man sagt, der frühe Kosmos sei durch die reine Raumhaftigkeit bestimmt, der spätere aber durch die Zeitlichkeit, dann hat man beide in einen übergreifenden Zeithorizont eingestellt, obwohl die Zeit ja erst zusammen mit dem späteren Kosmos auftreten soll. „Geschichte der Zeit“ heißt für Hawking, dass die Zeit in der Expansionsgeschichte des Universums hervorgebracht wurde. Das ist aber nicht möglich, weil jede Geschichte bereits die Zeit voraussetzt. Der Übergang vom frühen zum späteren Kosmos, durch den die Zeit entstehen soll, stellt selbst eine zeitliche Entwicklung dar. Somit ereignet sich der Anfang der Zeit bei Hawking in der Zeit, doch das ist widersinnig, denn damit würde vorausgesetzt, dass es die Zeit schon gegeben hat, bevor sie entstanden ist. Versteht man Hawkings Vorschlag so, dass damit die frühe Phase des Kosmos und sein Übergang zur späteren Phase erklärt werden soll, und Hawking stellt es in der Tat auf diese Weise dar, wird das ganze Projekt paradox.<sup>50</sup> Diese Paradoxie dürfte unvermeidbar sein. Denn eine physikalische Theorie des Entstehens der Zeit vor bestimmter Zeit muss dieses Entstehen als Resultat einer Veränderung des physikalischen Substrates beschreiben. Jede Veränderung setzt aber schon Zeit voraus. Die Entstehung der Zeit vor endlicher Zeit ist prinzipiell nicht als physikalischer Prozess denkbar, sondern nur metaphysisch als Erschaffung aus nichts.

Hawkings Projekt einer physikalischen Begründung des Seins des Kosmos beruht auf einer Äquivokation im Seinsbegriff, und seine physikalische Erklärung des Anfangs der Zeit verliert sich in Paradoxien. Sein Versuch, die Physik von metaphysischen Anschlussfragen zu befreien und sie in sich selbst zu begründen, muss als gescheitert gelten. Der Gedanke an einen Schöpfergott lässt sich aus der Physik heraus nicht als obsolet erweisen.

## Summary

Time, according to Augustine, is a feature of the cosmos. Before God created the cosmos, time did not exist, and since the beginning of creation, a finite time has elapsed. Against the Neoplatonists, Augustine claims that time has finite age. In his popular scientific books, Stephen Hawking explains that time originated a finite time ago. According to the theory of quantum gravity, the origin of the now dynamic cosmos consists in an early high-grade quantum mechanical state, which was spatial but not temporal. Time emerge out of this timeless universe. Whereas Augustine offers a metaphysical explanation of the origination of time, Hawking attempts to deliver a purely physical “history of time” in explicit eschewal of the notion of God. His approach to a physical theory of the origination of time is entangled, however, in aporias.

<sup>50</sup> Vgl. dazu die eingehende Kritik bei *Butterfield/Isham*, *On the Emergence of Time*, 160–163.