

Weltbilder und naturwissenschaftliche Weltentstehungstheorien

veröffentlicht in:

Gerhard Stumpf (Hg.), *Die Schöpfung im Spiegel von Glaube und Vernunft*, Landsberg, 2007, S. 9-42.

korrigierte Version 2016

Einleitung

Die Frage, wie das Weltall entstanden ist, kann man erst stellen, wenn man eine Vorstellung davon hat, wie die Welt aussieht, nach deren Entstehung man fragt. Darum möchte ich einleitend zunächst der Frage nach dem Weltbild nachgehen. Unser Weltbild entwickelte sich, ausgehend vom mythischen Weltbild der flachen Erde über das geozentrische und heliozentrische Weltbild hin zum heutigen azentrischen Weltbild. Ich werde am Ende dieses einführenden Teils auch auf das sog. himmelzentrische Weltbild eingehen, das heute von religiös motivierten wissenschaftlichen Außenseitern vertreten wird.

Was die naturwissenschaftlichen Weltentstehungstheorien betrifft, werde ich zunächst die Gründe darlegen, weshalb die meisten heutigen Naturwissenschaftler annehmen, dass die Welt einen Anfang hatte. Diese Überlegungen führten in Verbindung mit Einsteins Relativitätstheorie zum heutigen naturwissenschaftlichen Standardmodell der Weltentstehung: zum sog. Urknall-Modell. Das Urknall-Modell führt das Universum auf einen physikalisch unerklärbaren Anfang von Raum, Zeit und Materie zurück, dessen Ursache ein göttlicher Schöpfungsakt gewesen sein könnte. Wer dies nicht wahr haben will, kann sich außer auf die klassischen Alternativen zum Urknall auch auf moderne Weiterentwicklungen der Kosmologie berufen, die dahin gehen, den Urknall entweder zu leugnen oder ihm den Charakter eines einzigartigen Schöpfungsaktes zu nehmen. Ich werde auf zwei klassische Modelle dieser Art – die Steady-State Theorie und die Theorie des oszillierenden Universums – sowie auf drei modernere Theorien eingehen: das Modell der ewigen Inflation, das Modell des geschlossenen Universums und das Modell des zyklischen Universums.

1. Die Entwicklung unseres Weltbildes

1.1. Das Weltbild der flachen Erde

Bis etwa 500 v. Chr. war in allen Kulturen das Weltbild der flachen Erde verbreitet. Man findet es bei den Indern und Chinesen ebenso wie bei den Germanen und Babyloniern. In der phantasievollen *indischen* Tradition ist die Erde eine Scheibe mit dem goldenen Götterberg Berg Sumeru in der Mitte, der sich auf dem Zentralkontinent befindet, dessen südliches Gebiet Indien ist. Um diesen Zentralkontinent herum erstrecken sich in konzentrischen Kreisen sieben Ozeane, begrenzt von sechs ringförmigen Kontinenten; die Ozeane sind von verschiedenen Flüssigkeiten erfüllt, nämlich Salzwasser, Zuckerwasser, Alkohol, Butterfett, Milch, Joghurt und Süßwasser. In manchen Mythen wird die Erdscheibe von einem Elefanten namens Mahapudma getragen, der selbst auf der Schildkröte Chukwa steht. In der Mythologie der *Germanen* wird die Erdscheibe von einem riesigen Baum, der Weltesche Igrasyl getragen. Bei den *Babyloniern* stand die Erde auf Säulen in einem Urozean. Die *alttestamentliche Offenbarung* drückt theologische Lehren symbolisch in der Sprache dieses Weltbildes aus, zielt aber nicht darauf ab, dieses Weltbild im physikalischen Sinn zu verteidigen. Wenn es z.B. heißt, die Erde stehe auf Säulen, die nicht wanken, so kann man damit symbolisch ausgedrückt sehen, dass Gott eine feststehende Weltordnung geschaffen hat, was auch ohne die reale Existenz von Erdsäulen wahr ist.

Die griechischen Naturphilosophen, die sog. Vorsokratiker, versuchten das mythische Denken durch rationale Gedankengänge zu ersetzen. Einige von ihnen hielten allerdings noch an der Erdscheibe fest. So behauptete der früheste Vorsokratiker *Thales von Milet* (um 600 v. Chr.), dass der Urgrund, aus dem

alles wird und in den sich alles wieder auflöst, das Wasser ist. Die Erdscheibe schwimmt daher auf dem Wasser, ähnlich wie im babylonischen Weltbild. Der letzte Befürworter der flachen Erde unter den großen griechischen Naturphilosophen war *Xenophanes* (um 500 v. Chr.), der die Erde als Urstoff ansah. Er glaubte, dass die Erdoberfläche allseitig grenzenlos ist, und dass sich die Erde auch nach unten hin in unendliche Tiefen erstreckt. Sonne, Mond und Sterne laufen auf ihrer Bahn stets geradeaus in unermessliche Fernen, gehen also nur scheinbar unter. In Wirklichkeit gerät die Sonnenscheibe in unbewohnte Gebiete der Erde, wo sie in ein Erdloch fällt und verschwindet. Natürlich muss dann jeden Tag eine neue Sonne entstehen.

Auch heute hat das Weltbild der flachen Erde noch einige Anhänger, welche alle entgegenstehenden wissenschaftlichen Beweise ignorieren und annehmen, dass die Erde eine flache Scheibe mit dem Nordpol als Zentrum ist, die von den Eisbergen des Südpols begrenzt wird. Die Gestirne kreisen ständig über der Erdscheibe, sie gehen nur scheinbar unter. Dieses Weltbild wurde im 19. Jahrhundert durch den englischen Erfinder *Samuel Rowbotham* begründet (1816-1884), der ein 400 Seiten starkes Buch mit Experimenten beschrieb, welche angeblich die Flachheit der Erde beweisen, wie zum Beispiel die ihm behauptete Sichtung der *Welney Bridge* über den *Bedford River* aus einer Distanz von 6 Meilen, was bei einer kugelförmigen Erde unmöglich wäre.¹ Das Weltbild *Rowbothams* war von 1895 bis 1942 das offizielle Weltbild einer Kirche in den USA, nämlich der sog. *Christian Catholic Apostolic Church in Zion* (Illinois), deren Gründer *Alexander Dowie* 1901 behauptete, er sei der Prophet *Elija*. Nach dem Niedergang dieser Kirche organisierten sich die Anhänger der flachen Erde in der 1956 von *Samuel Shenton* († 1971) gegründeten *Flat Earth Society*, die noch heute immer besteht.

1.2. Das geozentrische Weltbild

Schon kurz vor 500 v. Chr. begannen einige vorsokratischen Naturphilosophen die Erde als freischwebend im Raum anzuerkennen. Als erster scheint *Anaximandros von Milet* (etwa 611–546 v. Chr.) dies angenommen zu haben: Er behauptete, der Urgrund des Kosmos sei „das Unendliche“, in welchem die Erde schwebe. Sie sei zylinderförmig und dreimal so breit wie hoch. Sein Schüler *Anaximenes von Milet* (um 585–525 v. Chr.) ersetzte den leeren Raum durch die Luft, welche die Erdscheibe trage, und *Pythagoras* scheint der schwebenden Erde um 500 als erster die Kugelform zugeschrieben zu haben, allerdings wohl nur aus rein ästhetischen Gründen.²

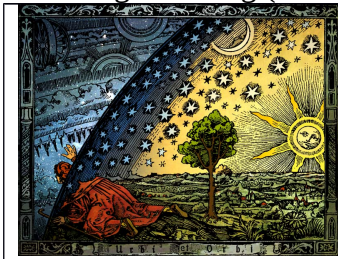
Aristoteles (384–322) leitete die Kugelform aus empirischen Fakten ab. Einen ersten Anhaltspunkt dafür hatte man sicher schon vor ihm darin gesehen, dass bei Segelschiffen am Horizont erst nur das Segel zu sehen ist. Das entscheidende Argument war für *Aristoteles* aber die kreisrunde Form des Erdschattens bei einer Mondfinsternis. Da eine Mondfinsternis immer dann eintritt, wenn die Erde genau zwischen Sonne und Mond steht, erkannte er, dass die Mondfinsternis dadurch zustande kommt, dass der Mond in den Erdschatten eintritt. Aus der stets kreisrunden Form dieses Erdschattens konnte er dann aber auf die Kugelform der Erde schließen: Denn die Kugel ist der einzige Körper, der nach allen Seiten hin einen kreisförmigen Schatten wirft. Die Erdkugel schwebt also nach *Aristoteles* im All, umgeben von den Planetensphären und der Fixsternsphäre, welche das All begrenzt. Dabei schwebt die Erde *genau in der Mitte* des Weltalls, *in vollkommener Ruhe, ohne sich jemals zu bewegen*. Dies folgerte er aus seinem spekulativen Grundsatz, dass alle schweren Elemente zur Mitte des Alls streben; aus diesem Grund fällt man auf der Unterseite der Erde auch nicht herunter und es könnten dort Menschen leben.

¹ Parallax (Pseudonym *Rowbothams*), *Earth not a globe*, London 3. Auflage 1881, 11–13.

² Die Entdeckung der Kugelgestalt wird neben *Pythagoras* manchmal auch dem etwas jüngeren *Parmenides* zugeschrieben (vgl. *Arpad Szabó, Das geozentrische Weltbild*, München 1992, 63).

Dieses „geozentrische Weltbild“ wurde von dem Astronomen Claudius *Ptolemäus* um 145 n. Chr. übernommen, der in seinem monumentalen klassischen Astronomiebuch mit dem Titel *Almagest* ausgehend von diesem Weltbild die Bewegung der Planeten ziemlich genau vorhersagen konnte. So setzte sich dieses Weltbild einheitlich durch und wurde 1500 Jahre lang fast allgemein akzeptiert. Falsch war an diesem Weltbild die Annahme, dass die Erde ruhend im Mittelpunkt steht, richtig war aber immerhin die Erkenntnis von der Kugelgestalt der Erde, die auch im christlichen Mittelalter fast ausnahmslos akzeptiert wurde. Der Forscher Reinhard *Krüger* wies nach, dass fast alle bekannten mittelalterlichen Gelehrten die Kugelform der Erde vertraten.³ Wie Krüger nachwies, gab es schon im Mittelalter zahlreiche Darstellungen der Welt als Kugel, z.B. war der Reichsapfel des deutschen Kaisers eine solche. Ein anderes bemerkenswertes Beispiel war der *Liber Divinorum Operum* der hl. Hildegard von Bingen (12. Jahrhundert), in dem man richtig dargestellt findet, dass rings um die Erdkugel herum Menschen leben und zur gleichen Zeit auf der Nord- und Südhalbkugel verschiedene Jahreszeiten herrschen.

Dass man dem Mittelalter vorwirft, eine flache Erde angenommen zu haben, geht auf falsche Behauptungen von aufklärerischen Autoren wie Thomas Paine (*Age of Reason*, 1794/95) und Washington Irving (*The Life and Voyages of Christopher Columbus*, 1828) zurück.



So stammt auch der berühmte Holzstich, der einen Wanderer zeigt, der an die Grenze der flachen Erde gelangt und den Kopf durch die gläserne Fixsternkuppel steckt, erst aus dem 19. Jahrhundert.⁴ Er gibt also nicht das mittelalterliche Weltbild wieder, sondern bloß die Meinung der damaligen Gelehrten über das Mittelalter.

Auch wird immer wieder fälschlich behauptet, die Kirche hätte Kolumbus gewarnt, er könne von der Erdscheibe fallen, was völlig aus der Luft gegriffen ist. Man möchte mit solchen Behauptungen gern das Mittelalter und die Kirche als dumm hinstellen, um die eigene Überlegenheit zu demonstrieren. In dem berühmten Streit der Kirche mit Galilei (1564-1642) ging es ebenfalls nicht um die flache oder runde Erde, sondern darum, ob alle Sterne um die kugelförmige Erde kreisen und diese stillsteht (so die meisten damaligen Gelehrten) oder ob die Erde ein sich bewegender Planet ist, der sich um sich selbst und die im Mittelpunkt des Alls stehende Sonne dreht (wie Kopernikus und Galilei glaubten).

1.3. Das heliozentrische Weltbild

Nikolaus *Kopernikus* (1473-1543) begründete in seinem 1543 erschienenen Werk *De revolutionibus orbium coelestium* das heliozentrische Weltbild, in dem sich die Erde um sich selbst und um die Sonne dreht.⁵ Als Argument für dieses neue Weltbild führte er an, dass sich die Planetenbahnen leichter berechnen ließen. Fakt war allerdings, dass die Berechnungen nach dem alten Modell genauer waren, weil Kopernikus noch nicht erkannt hatte, dass die Planetenbahnen nicht kreisförmig, sondern ellipsenförmig sind. Aufgrund der schlechten Resultate seiner Vorhersagen fand das neue Modell darum anfangs auch in der Fachwelt Widerspruch. Es gewann aber an Plausibilität, als *Kepler* (1571-

³ Vgl. Reinhard Krüger, *Eine Welt ohne Amerika*, Bände 2–3, Berlin 2000. Unter den Autoren scheinen die einzigen namentlich bekannten Ausnahmen Lactantius (um 300), Severian von Gabala (um 530) und Kosmas der Indienfahrer (um 550) gewesen zu sein. Dazu kommen noch zwei von Kosmas erwähnte Personen, die aber nicht literarisch tätig waren, nämlich der persische Katholikos Mar Aba und ein sonst unbekannter Mechanicus Stephanos. Insgesamt waren die Anhänger der flachen Erde demnach eine verschwindende Minderheit.

⁴ Er wurde erstmals 1888 in einem Buch des französischen Astronomen Camille Nicolas Flammarion (1842–1925) abgedruckt (*L'Atmosphère. Météorologie populaire*, Paris 1888, S. 163) und soll die Entzauberung der Welt nach der kopernikanischen Wende illustrieren.

⁵ Dieses Weltbild hatte bereits der Grieche Aristarch von Samos (um 310–230 v. Chr.) vertreten, er konnte sich damit jedoch nicht durchsetzen.

1630) die Kreise durch Ellipsen ersetzte, was eine exakte Bestimmung der Planetenbahnen ermöglichte, und *Newton* (1643-1727) genau diese Ellipsen aus seiner Gravitationstheorie ableiten konnte. Als klarster Beweis für die Bewegung der Erde um die Sonne galt indessen erst die 1838 erfolgte Messung der ersten sog. Fixstern-Parallaxen durch Friedrich Wilhelm *Bessel* (1784-1846): Fixsterne beschreiben im Laufe eines Jahres kleine Kreise am Himmel, weil ihr Licht uns aufgrund des Erdumlaufs im Lauf des Jahres aus geringfügig verschiedenen Richtungen erreicht. Und was die Rotation der Erde um sich selbst betrifft, so gilt als augenscheinlicher Beweis hierfür erst der 1851 von *Léon Foucault* (1819-1868) vorgeführte Versuch mit dem „Foucaultschen Pendel“, unter dem sich die Erde wegdreht.

So klar diese Beweise aber auch zu sein scheinen: Einen radikalen Zweifler werden sie nicht zufrieden stellen können. Denn durch Beobachtungen kann grundsätzlich nur festgestellt werden, dass sich Gegenstände gegeneinander bewegen, nicht aber, welcher Gegenstand es ist, der sich im absoluten Sinn bewegt. Auch das gleich noch zu besprechende Hohlweltmodell, in dem die Erde tatsächlich stillsteht, kann nicht durch Beobachtungen und physikalische Experimente allein widerlegt werden. Der historischen Entwicklung folgend, ist nun aber zunächst das moderne azentrische Weltbild zu besprechen.

1.4. Das azentrische Weltbild

Es gibt zwei Varianten des azentrischen Weltbildes. Nach der klassischen Variante, die bald nach Kopernikus aufkam, ist die Welt unendlich, und dann ist ganz klar, dass sie kein Zentrum hat. Nach der anderen, modernen Variante ist sie endlich und hat dennoch kein Zentrum.

1.4.1. Das azentrische Weltbild mit unendlicher Welt

Kopernikus hatte im Rahmen seines heliozentrischen Weltbildes *nicht* behauptet, dass das Universum unendlich ist, sondern betrachtete wie alle Astronomen vor ihm die Fixsternsphäre als äußerste Grenze der empirisch erforschbaren Welt. Diese Welt war endlich und hatte einen eindeutigen Mittelpunkt, nämlich die Sonne. Die Frage jedoch, „ob die Welt endlich oder unendlich ist“, ob es also *hinter* der Fixsternsphäre noch weitergeht, wies Kopernikus ausdrücklich zurück, er überließ sie „dem Streit der Naturphilosophen“.⁶

Unter diesen gab es seit der Antike in der Tat zwei radikal verschiedene Auffassungen: Nach den *Pythagoräern* und *Stoikern* muss es hinter der Fixsternsphäre auf jeden Fall weitergehen, zumindest muss ein leerer Raum folgen. Der Pythagoräer *Archytas* (um 350 v. Chr.) bewies dies so: „Wenn ich ... zum Fixsternhimmel gelangt bin, [so frage ich], ob ich die Hand oder den Stab nach draußen ausstrecken kann oder nicht. Die Annahme, ich könnte es nicht, wäre absurd.“⁷ Spätere Autoren haben diesen Gedanken weiter ausgeführt: Schießt Archytas einen Pfeil gegen die angebliche Grenze der Welt, so bleibt dieser dort entweder stecken oder nicht. Bleibt er stecken, so geht das Material, in dem er stecken bleibt, über die Grenze hinaus, bleibt er nicht stecken, so ist jenseits der Grenze leerer Raum.

Die andere Auffassung hatte *Aristoteles* ausgesprochen: Hinter der Fixsternsphäre ist gar nichts mehr, nicht nur kein Körper, sondern nicht einmal ein Vakuum, das einen Körper aufnehmen könnte. Dort ist das absolute Nichts: „weder Ort, noch Leere, noch Zeit“,⁸ die ausgestreckte Hand, so müsste man

⁶ Nikolaus Kopernikus, *De Revolutionibus orbium coelestium*, Buch 1 Kap. 8.

⁷ Überliefert in Simplicius' Kommentar zur Physik des Aristoteles III 4, 203b15 (Diels, *Commentaria in Aristotelem Graeca* Band 9, 247).

⁸ Aristoteles, *De caelo*, Buch 1, Kap. 9, 279a17f.

konsequenterweise sagen, würde aufhören, zu existieren, und ebenso würde sich auch der Pfeil des Archytas sich in Nichts auflösen.

Kurz nach Kopernikus behauptete der Kopernikaner Giordano Bruno (1548-1600) eine dritte Alternative. Es gibt überhaupt keine Fixsternsphäre in endlicher Entfernung, sondern *das sichtbare Universum selbst ist unendlich*. Nach Bruno gibt es „unzählig viele Sonnen“ und „unendlich viele Erden, die diese fernen Sonnen umkreisen“.⁹ Bruno wurde 1600 aufgrund einer tragischen Verkettung von Umständen als Ketzer verbrannt, allerdings anscheinend nicht – wie immer wieder behauptet wird – wegen seiner Unendlichkeitslehre oder seiner kopernikanischen Kosmologie. Jedenfalls werden in den Prozessakten nur christologische und trinitätstheologische Irrtümer genannt. Überdies hatte Bruno einen Vorläufer, der ganz ähnliche Thesen ausgesprochen hatte, ohne von der Inquisition behelligt zu werden: Schon der berühmte Kardinal Nikolaus von Kues, genannt *Cusanus* (1401-1464) hatte behauptet, dass die Welt unbegrenzt sei und „nirgends ein Zentrum“ habe.¹⁰ Nach Bruno hat dieses Weltbild vor allem der Physiker Isaac Newton (1643-1727) übernommen. Der unendliche Raum wurde sowohl von Cusanus wie auch von Bruno und Newton als von Gott geschaffenes Abbild seines eigenen unendlichen Wesens verstanden.

Ogleich die Lehre von der unendlichen Schöpfung blieb jedoch nicht unwidersprochen blieb – Johannes Kepler (1571-1630) lehnte den unendlichen Raum wegen der bekannten Paradoxien ab, und Galileo Galilei (1564-1642) meinte, die Frage werde sich naturwissenschaftlich nicht klären lassen – erhielt der Glaube an das unendliche All durch die Entdeckung immer weiter entfernter Sterne und Sternsysteme ständig neue Nahrung. 1750 erkannte Thomas Wright (1711-1786), dass die Sonne mit ihren Planeten und zusammen mit Millionen anderen Sternen,¹¹ die in Wirklichkeit weit entfernte Sonnen sind, zum Milchstraßensystem (zur sog. Galaxis) gehört, wobei die Sonne eher am Rand dieses Sternsystems angesiedelt ist. Als „Milchstraße“ (griechisch: „Galaxis“) bezeichneten schon die Griechen ein auffälliges helles Band am Sternhimmel, aber erst Wright erkannte richtig, dass dieses Band die zentrale Ebene eines gewaltigen Sternsystems darstellt, dem wir selbst angehören. Das Milchstraßensystem sieht von der Seite her gesehen wie eine lang gestreckte Ellipse aus, und von oben her gesehen wie ein Feuerrad mit mehreren Spiralarmen, die sich um das Zentrum der Galaxis drehen.

Wright vermutete nun weiter, dass die Galaxis eine Sterneninsel im All ist, außerhalb derer es weitere Sterninseln („Galaxien“) derselben Art gibt. 1924 wurde dies durch die beobachtende Astronomie bestätigt. Wie bewegen sich nun die Galaxien: Sind es wieder nur Teile eines noch größeren Sternenreiches, dessen Mittelpunkt sie umkreisen, und geht diese Hierarchie immer größerer Systeme bis ins Unendliche? Man fand heraus, dass Galaxien im Allgemeinen *nicht* umeinander kreisen. Abgesehen davon, dass sie manchmal mehr oder weniger eng zusammen stehende Haufen bilden, scheinen sie tatsächlich die größten elementaren Einheiten im Kosmos zu sein. Die Beobachtung der Galaxienbewegung markiert einen Wendepunkt in der Geschichte der Astronomie: Sie führte in Verbindung mit Einsteins Relativitätstheorie zum modernen azentrischen Weltbild mit einer nur endlichen Welt.

1.4.2. Das azentrische Weltbild mit endlicher Welt

Das erstaunlichste über die Galaxienbewegungen fand 1929 der Astronom Edwin Powell Hubble (1889-1953) heraus: Fast alle Galaxien bewegen sich von unserer Milchstraße weg, wobei die Geschwindigkeit umso größer ist, je weiter entfernt die betreffende Galaxie ist. Diese so genannte

⁹ Giordano Bruno, *De l'infinito, universo e mondi*, Venedig 1584, Dritter Dialog. Ähnliche Vorstellungen hatte Thomas Digges (1545–1595): Nach ihm gibt es zwar eine Fixsternsphäre, jedoch in unendlicher Entfernung.

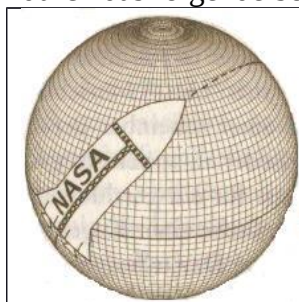
¹⁰ Nikolaus Cusanus, *De docta ignorantia*, Buch 2, Kap. 11, § 165 (Unbegrenztheit) und § 161 (kein Zentrum).

¹¹ Wie wir heute wissen, sind es insgesamt ca. 200 Milliarden.

„Galaxienflucht“ lässt also den Eindruck entstehen, als stünden wir (bzw. unsere Galaxis) im Zentrum des Alls, als wäre hier der Ort, wo irgendwann die Materie aller Galaxien vereint war, wo sie erschaffen wurde und von wo aus sie nach einer Art Ur-Explosion (dem sog. Urknall) ständig in alle Richtungen auseinander fliegt. Und in der Tat gibt es einige wenige Physiker wie Russell *Humphreys* und John *Hartnett*, die annehmen, das wir tatsächlich im Zentrum der Erschaffung aller Materie stehen.¹² So befand sich nach *Humphreys* die Erde in einem „Weißen Loch“ im Mittelpunkt des Alls, von dem aus Gott die Materie des gesamten Weltalls in alle Richtungen expandieren ließ. Dass wir uns ausgerechnet im Mittelpunkt des Alls befinden, wollen aber die meisten heutigen Astronomen nicht mehr annehmen; man postuliert das so genannte *Kopernikanische Prinzip*, dass es keinen ausgezeichneten Platz im All gibt, so dass das All überall denselben Anblick bietet. Aus diesem Grundsatz folgt, dass das All auf jeden Fall azentrisch – d.h. mittelpunktslos – sein muss. Dies ist der Fall, wenn das All unendlich ist. Wie man heute weiß, könnte es aber auch endlich sein und dennoch weder Mittelpunkt noch Rand haben.

Letzteres wird durch eine neue Art von mathematischer Beschreibung möglich, die auf den Mathematiker *Bernhard Riemann* (1826-1866) zurückgeht, wonach es mathematisch keine Probleme bereitet, einen Raum als gekrümmt und in sich geschlossen anzunehmen, z.B. als Oberfläche einer vierdimensionalen Kugel. *Albert Einstein* (1879-1955) hat dies in seiner Relativitätstheorie aufgegriffen, der zufolge zumindest in der Nähe größer Massen eine Raumkrümmung eintreten muss, was man durch die Ablenkung von Lichtstrahlen in der Nähe von Himmelskörpern bestätigt sieht. Was damit gemeint ist, wenn man sagt, der Raum sei die Oberfläche einer vierdimensionalen Kugel, lässt sich durch die Betrachtung analoger Verhältnisse in niedrigeren Dimensionen veranschaulichen:

Ein endlicher 1-dimensionaler Raum, d.h. eine *endliche Linie*, hat entweder Anfang und Ende, oder schließt sich zusammen, z.B. zu einer *Kreislinie*, und ist dann endlich und dennoch unbegrenzt. Ebenso ist ein endlicher 2-dimensionaler Raum, d.h. eine *endliche Fläche*, entweder ringsum begrenzt, oder sie ist in sich geschlossen und bildet z.B. eine *Kugeloberfläche*, und ist dann trotz Endlichkeit unbegrenzt. Und nun nimmt man an, dass es sich mit endlichen 3-dimensionalen Räumen genauso verhält: Ein *endlicher* Raum ist entweder allseitig begrenzt, oder er schließt sich zu einem nicht mehr anschaulich vorstellbaren Gebilde zusammen, z.B. zur *3-dimensionalen Oberfläche* einer 4-dimensionalen Kugel. *Einstein* hat die dadurch gegebene „Möglichkeit einer endlichen und doch nicht begrenzten Welt“ durch das folgende berühmte Gleichnis verdeutlicht:¹³



Zweidimensionale Schattenwesen, die eine nur zweidimensionale Wahrnehmungsfähigkeit besitzen, aber auf einer Kugeloberfläche leben, könnten sich keine Kugel anschaulich vorstellen und würden ihre Welt daher zunächst für eine flache unendliche Ebene halten. Dennoch könnten sie sich von der für sie anschaulich unvorstellbaren Krümmung ihrer Welt durch eine Weltreise überzeugen, die sie trotz (nach ihrer Anschauung) „gerader“ Reiseroute zum Ausgangspunkt zurückführen würde.

Ebenso könnte auch unsere Welt ohne Grenze und dennoch endlich sein, wenn sie durch eine höherdimensionale Krümmung in sich geschlossen wäre. Wäre also das sichtbare Universum die „Oberfläche“ einer vierdimensionalen Kugel, so würde jede Reise durch das Universum in (nach unseren Maßstäben) „gerader“ Richtung irgendwann zum Ausgangspunkt zurückführen. Und wie es auf der Oberfläche einer Kugel keinen Mittelpunkt gibt (der wahre Mittelpunkt liegt vielmehr in der dritten Dimension im Inneren der Kugel), so gibt es analog auch im Einsteinschen gekrümmten Raum keinen Mittelpunkt. Wenn es überhaupt einen gibt, so liegt dieser in der vierten Dimension in dem uns unzugänglichen Inneren der Welt. So ist der Raum endlich und hat dennoch kein Zentrum, ist also

¹² Russell *Humphreys*, *Starlight and Time*, Green Forest, 1994; John G. *Hartnett*, *A new cosmology*, in: *Trinity Journal of Apologetics and Theology* 17/2(2003) 98–102.

¹³ Vgl. *Albert Einstein*, *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie*, Berlin u.a., 23.~Auflage 1988, S. 71f.

azentrisch. Dass unsere Welt tatsächlich in dieser Weise „quasi-sphärisch“ ist, hat Einstein 1917 für zwingend gehalten, später nahm er dies jedoch zurück und erklärte, dass eine Entscheidung der Frage, ob eine derartige sphärische Welt vorliegt, noch nicht möglich sei. Die Frage ist auch heute noch nicht entschieden, obgleich das 4-dimensionale Kugeluniversum das in der populärwissenschaftlichen Literatur favorisierte Modell des Universums ist.

Rupert Lay hat hier auf eine wichtige Unterscheidung aufmerksam gemacht: Ist das Universum gekrümmt, so kann man diese „Krümmung“ entweder als „Biegungskrümmung“ oder bloß als „Maßkrümmung“ auffassen. Bei einer *Biegungskrümmung* wäre das Universum in einen vierdimensionalen „Überraum“ eingebettet, so dass es möglich wäre, durch Eintauchen in diesen Überraum auf „geradem“ Weg von einem Punkt zum anderen zu kommen, indem man eine „Abkürzung“ durch die vierte Dimension nimmt. Bei Annahme einer *Maßkrümmung* aber hat die abstrakte Geometrie des Universums ein von 0 verschiedenes Krümmungsmaß, ohne dass damit die Existenz von Orten „außerhalb“ dieses Universums vorausgesetzt werden muss. Die Formeln der Relativitätstheorie beschreiben nur eine Maßkrümmung. In Sciencefictionromanen und im Spiritismus nimmt man dagegen gern eine Biegungskrümmung an, die es Menschen oder anderen Wesen erlauben würde, den gewöhnlichen Raum zu verlassen.

Heute werden neben dem 4-dimensionalen Kugelmodell auch alternative Gestalten eines endlichen und doch begrenzten Universums diskutiert. So glaubte 2003 eine Forschergruppe Indizien dafür gefunden zu haben, dass die Welt ein 4-dimensionaler Dodekaeder ist, bei dem gegenüberliegende Flächen zusammenfallen:¹⁴ Man spricht vom Modell des *Fußball-Universums*. Ein Jahr später wurde die These aufgestellt, dass das Universum einem *Horn* gleicht.¹⁵ Eine andere aktuell diskutierte Form ist die eines Torus, also eines *Fahrradschlauches*.¹⁶ Daneben gibt es nach wie vor auch unendliche Raum-Modelle, z.B. könnte das All negativ gekrümmt sein und dann einer unendlichen Sattelfläche ähnlich sein, oder aber die Krümmung ist Null und der Raum entspricht den gewöhnlichen Vorstellungen eines unendlichen Raumes.

Die beobachtete Galaxienflucht kann man in einem gekrümmten Raum durch das berühmte Luftballon-Modell veranschaulichen:

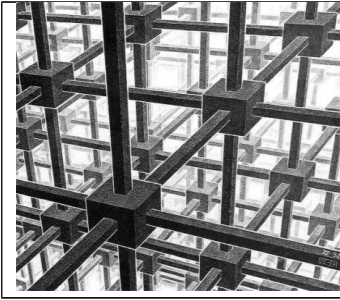
	<p>Ist das Universum ist die „dreidimensionale Oberfläche“ einer sich aufblähenden vierdimensionalen Kugel, so entspricht das Auseinanderstreben der Galaxien dem Verhalten von Knöpfen, die auf einem Luftballon befestigt sind, der aufgeblasen wird: Von <i>jedem</i> Knopf aus streben jeweils alle anderen weg, und zwar umso schneller, je weiter sie schon von ihm entfernt sind; dennoch ist keiner von ihnen der Mittelpunkt des Ganzen, die sich ja im Innern des Ballons befindet.</p>
--	---

Es ist allerdings auch möglich, eine Ausdehnung des Raumes zu erklären, ohne auf das Modell des in sich geschlossenen gekrümmten Raumes zurückzugreifen:

¹⁴ Vgl. Jean-Pierre Luminet et al., *Dodecahedral space topology as an explanation for weak wide-angle temperature correlations in the cosmic microwave*, in: *arXiv: astro-ph/ 0310253v1*, 9. Oktober 2003; leicht gekürzte Fassung in: *Nature* 425(2003), 593–595.

¹⁵ Vgl. Ralf Aurich et al., *Hyperbolic universes with a horned topology and the CMB anisotropy*, in: *arXiv: astro-ph/0403597v2*, 12. Oktober 2004.

¹⁶ Vgl. Robert Osserman, *Geometrie des Universums*, Braunschweig/Wiesbaden, 1997, 131–134 und Joseph Silk, *The Big Bang*, New York, 3. Auflage 2001, 381.



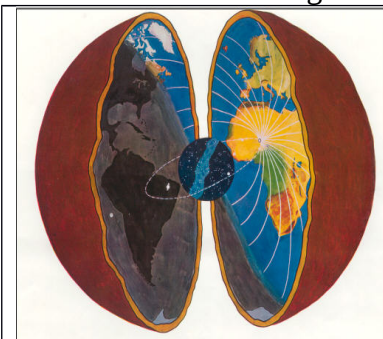
So kann man sich zum Beispiel vorstellen, dass Galaxien modellhaft den Klötzen in nebenstehendem Bild „Cubic Space Division“ von Maurits Cornelis Escher (1889-1972) entsprechen, die miteinander durch Stäbe verbunden sind. Die Raumausdehnung könnte man dann dadurch simulieren, dass man gleichzeitig alle Stäbe um denselben Faktor verlängert. Dann würde sich jeder Klotz von jedem anderen entfernen, und zwar mit einer Geschwindigkeit, die proportional zur Entfernung wächst, was genau dem Hubble-Gesetz entspricht.

So ist es durchaus möglich, Kosmologie auch ohne die Annahme eines gekrümmten Raumes zu betreiben, wie es zum Beispiel Reinhold Zwickler tut, der das azentrische Weltbild ablehnt.¹⁷

Zur Abrundung des modernen Weltbildes gehört noch eine Vorstellung von der Größe des Universums. Nach Einsteins Relativitätstheorie ist die Vakuum-Lichtgeschwindigkeit die maximale Geschwindigkeit für die Fortbewegung von Massen durch den Raum sowie für die Übermittlung von Signalen ist. Licht bewegt sich im Vakuum so schnell, dass es in einer Sekunde ungefähr von der Erde bis zum Mond gelangt. Man sagt daher, dass der Mond *eine Lichtsekunde* von der Erde entfernt ist. Die Distanz von der Erde zur Sonne ist aber bereits so groß, dass das Licht 500 Sekunden oder rund 8 Minuten benötigt, um sie zurückzulegen, d.h. die Sonne ist *8 Lichtminuten* von uns entfernt. Um von der Erde aus die Grenze des Sonnensystems zu erreichen, d.h. den weitesten bekannten Körper, der noch um die Sonne kreist,¹⁸ benötigt das Licht schon *13 Stunden*. Dahinter kommt ein riesiger Leerraum, und erst in 4 Jahren erreicht das Licht den nächsten Stern Proxima Centauri, unsere Nachbarsonne in der Galaxis, die deshalb *4 Lichtjahre* von uns entfernt ist. Um unsere Milchstraße zu durchqueren, benötigt das Licht aber schon *100.000 Jahre*, und erst nach *2 Millionen Jahre* erreicht das Licht unsere Nachbargalaxie mit dem Namen Andromeda. Schließlich benötigt es *13,7 Milliarden Jahre*, um von der Erde bis zur Grenze des sichtbaren Universums zu kommen. Da sich die dort befindlichen Objekte mit Lichtgeschwindigkeit von uns entfernen, können wir mögliche Galaxien dahinter grundsätzlich weder sehen noch könnten wir sie jemals erreichen. Daher ist der Ausdruck „Grenze des sichtbaren und uns zugänglichen Universums“ gerechtfertigt. Dieser Bereich hat also derzeit einen messbaren Radius von *13,7 Milliarden Lichtjahren* und nimmt jedes Jahr um genau ein Lichtjahr zu.

1.5. Das himmelzentrische Weltbild

Ich möchte hier noch ein weiteres, wissenschaftstheoretisch interessantes alternatives Weltbild besprechen: die sog. Hohlwelttheorie, die von ihren Anhängern auch das Himmelzentrische Modell oder Innenweltmodell genannt wird.



Diesem Weltmodell zufolge ist die Erde innen hohl, und wir leben auf der Innenseite der hohlen Erdkugel. Der Himmel über uns mit allen Sternen befindet sich dann also ebenfalls im Innern der Erde: Er bildet das Zentrum der Welt, während die Erde der alles umschließende Rand ist. Begründet wurde dieses Weltbild von dem amerikanischen Mediziner *Cyrus Teed* (1839-1906), der es durch eine Offenbarung empfangen haben will. Deutsche Vertreter sind *Johannes Lang*, *Fritz Braun* und *Rolf Keppler*, der mit dem berühmten Astronomen Johannes Kepler verwandt ist.

Obwohl es zunächst vollkommen unsinnig klingt, kann dieses Weltbild mit Annahmen, die wissenschaftstheoretisch denen der Relativitätstheorie ähnlich sind, zu einem Modell ausgebaut werden,

¹⁷ Reinhold Zwickler, *Ist der Kosmos ohne Gott erklärbar? Ursprung und Grenzen der Physik*. Frankfurt 2006, 45.

¹⁸ Das ist der vor zwei Jahren entdeckte Kleinplanet Eris, der derzeit etwa 3 mal so weit von der Sonne entfernt ist wie der bis vor kurzem noch als letzter Planet geltende Pluto.

dessen Widerlegung nach dem Urteil des Physikers Roman Sexl „experimentell unmöglich“ ist.¹⁹ Das Modell beruht auf folgenden Grundannahmen:

1. Es gibt einen ausgezeichneten Punkt: das im Mittelpunkt der hohlen Erde liegende Zentrum, wo Gott wohnt.
2. Räumliche Größen sind relativ: Alle Gegenstände schrumpfen immer mehr, wenn sie sich dem göttlichen Zentrum nähern, und zwar zuletzt auf die Größe Null. Beispielsweise kreist der Mond in 106 km Entfernung um den Erdmittelpunkt und ist nur 1 km groß (beide Angaben in dem auf der Erde geltenden Längenmaßstab), aber die dorthin gereisten Astronauten schrumpften auf eine Größe von 0,5 mm und so schien ihnen der Mond seine gewöhnliche, in der Astronomie angegebene Größe zu haben. Die Astronauten können so lange fliegen wie sie wollen: sie werden objektiv betrachtet (ohne dass sie es merken) immer kleiner und langsamer, und können den Mittelpunkt des Hohlweltkosmos nie erreichen, weil er aus ihrer Sicht stets unendlich weit entfernt zu sein scheint.
3. Licht breitet sich weder geradlinig noch mit gleicher Geschwindigkeit aus, sondern jeder Lichtstrahl bewegt sich auf einer gekrümmten Bahn auf den Mittelpunkt des Alls zu, den er jedoch niemals erreicht, weil das Licht, je näher es diesem Punkt kommt, immer langsamer wird. Damit lässt sich im Hohlweltmodell die Entstehung von Tag und Nacht erklären, aber auch das Phänomen, dass bei einem Segelschiff am Horizont zuerst das Segel erscheint, und schließlich auch das nach außen gewölbte Aussehen der Erde vom Weltraum aus, das hier einfach eine optische Täuschung ist.
4. Bohrt man ein Loch in die Erde, so läuft der Bohrer auf einer gekrümmten Bahn und kommt auf der anderen Seite der Erde wieder an die Oberfläche, genau wie im gewöhnlichen Vollkugelmodell.

Durch eine einfache mathematische Transformation, die „Transformation durch reziproke Radien“, kann man jede physikalische Formel der gewöhnlichen Physik in eine entsprechende Formel der Hohlwelt-Physik verwandeln,²⁰ welche in der Regel komplizierter ist, aber die Phänomene genauso gut erklärt. Damit wäre eine experimentelle Entscheidung für oder gegen die Hohlwelt unmöglich. Trotzdem gibt es natürlich gute Gründe, es abzulehnen, aber diese sind philosophischer und am Ende wohl sogar theologischer Natur. Sexl diskutiert vier philosophische Argumente für das gewöhnliche Weltmodell: nämlich dessen Einfachheit, Anschaulichkeit, Willkürfreiheit und bessere Falsifizierbarkeit. Während für Sexl die Falsifizierbarkeit im Sinne Karl Poppers entscheidend ist, würde ich einwenden, dass die Falsifizierbarkeit als rein formales Kriterium allein nicht ausreicht, um eine Theorie inhaltlich zu beurteilen. Für mich sind daher die ersten drei Argumente wichtiger: Das Modell der gewöhnlichen Physik ist annehmbarer, weil es die Phänomene einfacher beschreibt und unserer natürlichen Anschauung besser gerecht wird, indem es willkürlich erscheinende Erklärungen vermeidet. Fragt man aber, warum Formeln möglichst einfach sein sollten und warum die Wirklichkeit unserer natürlichen Auffassung eher entsprechen sollte, so wäre eine mögliche Antwort, dass es für einen intelligenten Welterschöpfer angemessen erscheint, die Welt durch einfache Naturgesetze zu lenken und Geschöpfe mit einer die Wirklichkeit nicht ständig verfehlenden natürlichen Auffassungsgabe auszustatten. Es zeigt sich hier, dass die Frage des wahren Weltbildes von der Naturwissenschaft allein nicht beantwortet werden kann, sondern auch philosophisch-theologische Überlegungen herangezogen werden müssen.

¹⁹ Roman Sexl, *Die Hohlwelttheorie*, in: *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 36(1983) 453–460, hier 453.

²⁰ Sind r_H und r_K die Abstände vom Erdmittelpunkt in der Hohlwelt bzw. im kopernikanischen Weltbild, und ist R der Erdradius, so gilt $r_K = R^2 / r_H$, man erhält also die Hohlweltphysik-Formel, indem man in der gewöhnlichen Formel jedes (explizit oder implizit vorkommende) r_K durch R^2 / r_H ersetzt. Das führt meist zu recht komplizierten Formeln.

2. Weltentstehungstheorien

2.1. Das Urknallmodell

Ein erster naturwissenschaftlicher Zweifel an der neuzeitlichen Überzeugung von der Unendlichkeit des Alls kam im frühen 19. Jahrhundert durch die Diskussion um das sog. *Olberssche Paradoxon* auf. Es handelt sich um eine einfache Überlegung, auf welche 1823 der Amateurastronom Heinrich *Olbers* (1758-1840) aufmerksam machte: Die Ansicht, dass es unendlich viele Sterne gibt, scheint der Tatsache zu widersprechen, dass es nachts dunkel wird. Unter der Voraussetzung nämlich, dass das Universum gleichmäßig mit unendlich vielen Sternen von durchschnittlich gleicher Leuchtkraft angefüllt ist, kann man ausrechnen, dass aus dem bei uns eintreffenden Sternenlicht eine Flächenhelligkeit des Himmels resultieren würde, die 90.000 mal größer wäre als die vom Sonnenlicht allein bewirkte, d.h. jeder Punkt des Himmels wäre so hell wie die Sonnenoberfläche (würde sich nicht ein Teil der Sterne gegenseitig verdecken, ergäbe sich theoretisch sogar eine unendliche Helligkeit). So stand man vor einem Rätsel. Natürlich hat man Möglichkeiten gefunden, die Konsequenz eines endlichen Alls zu vermeiden (z.B. indem man eine nur endliche Leuchtdauer der unendlich vielen Sterne bei geringer Sternendichte annimmt), aber die einfachste Lösung des Paradoxons war es, eine nur endliche Zahl der Sterne anzunehmen.

Eine Bestätigung für diesen Schluss lieferte eine zweite aufsehenerregende Erkenntnis, das sog. *Gravitationsparadoxon*, das 1874 durch Carl Gottfried *Neumann* (1823-1925) und unabhängig davon 1895 durch Hugo von *Seeliger* aufgefunden wurde: Nach dem Newtonschen Gravitationsgesetz übt jede Masse eine Anziehungskraft auf jede andere Masse im Universum aus. Diese Kraft nimmt zwar mit der Entfernung ab, aber es lässt sich errechnen, dass die aus jeder Richtung auf uns wirkende Anziehungskraft dennoch unendlich sein müsste, wenn es unendlich viele (und auf großen Raumskalen homogen verteilte) Massen um uns herum gäbe. Das würde zu unendlichen Zerrkräften und unvorhersagbaren Bewegungen führen, was nicht der Fall ist. Am vernünftigsten scheint daher der Schluss zu sein, dass es nur endlich viele Massen im Universum gibt. – Wenn aber die Anzahl der uns umgebenden Himmelskörper eine endliche ist, so ergibt sich aus dem Gesetz der Massenanziehung auch die Notwendigkeit, dass diese Massen erst vor endlich langer Zeit aus dem Nichts erschaffen sein müssen. Denn eine endliche Sterneninsel hat nach der Newtonschen Mechanik einen Schwerpunkt, und auf diesen stürzen alle Massen zu, die keine dem entgegenstehende Eigenbewegung haben; wenn sie aber eine dies verhindernde Eigenbewegung haben, müssen sie sich auf Dauer immer weiter voneinander entfernen. Der dritte Fall nämlich, dass alle Sterne den Schwerpunkt in einem ungefähr gleich bleibenden Abstand umkreisen, ist nicht so stabil, dass er in alle Ewigkeit aufrechterhalten werden kann. Gäbe es also die Massen schon seit unendlich langer Zeit, müssten sie entweder schon längst alle zu einem Klumpen zusammengefallen sein oder sich unendlich weit voneinander entfernt haben. Da beides nicht der Fall ist, scheint die Materie vor endlich langer Zeit in Dasein getreten zu sein.

Durch eine dritte Überlegung gelangen wir zum selben Schluss: Sie basiert auf dem 1865 von Rudolph *Clausius* (1822-1888) aufgestellten sog. *Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik*, wonach Wärmeunterschiede dazu tendieren, sich auszugleichen. Wenn nicht von außen neue Wärme zugeführt wird, kommt es daher von selbst zu einer gleichmäßigen Verteilung der Wärmeenergie im Raum, und dieser Prozess ist irreversibel. Nun ist aber das heutige Universum mit seinen Sternsystemen ein thermodynamisches System mit gewaltigen Temperaturunterschieden. Somit müssen die Sterne früher oder später erlöschen, indem sie ihre Energie in den Raum abstrahlen, und alsdann können sich keine neuen Sterne mehr bilden. Wären die Sterne unendlich alt, müssten sie längst erloschen sein, also sind sie vor endlicher Zeit entstanden. Auch alle anderen Prozesse, bei denen Energie abgegeben wird, klingen mit der Zeit irreversibel ab (so zum Beispiel der Uranzerfall). Im Hinblick darauf stellte Einstein die Frage: „Warum gibt es noch Uran trotz des verhältnismäßig raschen Zerfalls und trotzdem

keine Möglichkeit für die Bildung neuen Urans erkennbar ist?“²¹ Bei einer unendlichen Vergangenheit des Universums wäre das nicht verständlich und man muss folgern, dass das Uran erst vor endlich langer Zeit entstanden ist; Einstein jedenfalls wertete dies als Indiz für einen „Weltanfang“.

Eine vierte Überlegung, die wieder auf einen Weltanfang weist, ist schließlich die schon erwähnte Galaxienflucht: Die Beobachtung von *Hubble*, dass sich Galaxien umso schneller von uns fortbewegen, je weiter sie bereits von uns entfernt sind. Daraus lässt sich nun zurückrechnen, wann der Zeitpunkt war, an dem die Materie aller Galaxien in einem Punkt vereint war. Dieser Zeitpunkt ist der sog. Urknall, an dem Zeit und Raum ihren Anfang genommen haben. Nach neuesten Berechnungen aus dem Jahre 2003 war dies vor 13,7 Milliarden Jahren. Die These vom Urknall wurde 1965 durch die Entdeckung der sog. kosmischen Hintergrundstrahlung bestätigt, die als „Echo des Urknalls“ gedeutet wird.

Die Entwicklung nach dem Urknall stellt sich die Wissenschaft wie folgt vor: Unmittelbar nach dem Urknall war es über eine Billion Grad heiß, das All dehnte sich aus und wurde kälter. Etwa 400 Millionen Jahre nach dem Urknall verdichtete sich die Urmaterie und bildete die ersten Sterne und Galaxien, in denen es aber noch keine festen Planeten gab, weil nach dem Urknall nur die leichten Elemente vorhanden waren. In den Sternen verschmolzen jedoch Atome zu schwereren Elementen, die bei der Zerstörung dieser ersten Sternengeneration in Supernova-Explosionen ins All geschleudert wurden. Aus der rotierenden Gas- und Staubwolke nach einer solchen Explosion ist dann vor 4,6 Milliarden Jahren unsere Sonne entstanden.

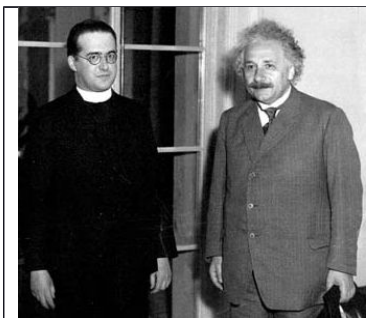
Über die Entstehung der Planeten besagte eine Anfang des 20. Jahrhunderts von Sir James *Jeans* (1877-1946) aufgestellte Theorie, dass die Planeten aus der Sonne herausgeschleudert wurden, als ein anderer Stern eng an der Sonne vorüberzog. Diese These ist aber heute weitgehend aufgegeben worden. Man nimmt eher an, dass die Planeten zusammen mit der Sonne aus derselben Gas- und Staubwolke entstanden sind. Diese Nebularhypothese geht schon auf Immanuel *Kant* (1755) zurück, wurde dann von Pierre Simon *de Laplace* (1796) und schließlich im 20. Jahrhundert von Carl Friedrich von *Weizsäcker* († 2007) ausgebaut.

Einer der Planeten war unsere Erde, in deren Urozeanen durch eine Kette von Zufällen die erste lebende Zelle entstanden sein soll. Der Zufall müsste hier ungeheuer groß gewesen sein: Nach Fred *Hoyle* beträgt die Wahrscheinlichkeit allein für die zufällige Bildung der notwendigen Enzyme 1 zu 10 hoch 40.000, so dass hier der Gedanke an eine planvolle göttliche Fügung nahe liegt.

Kehren wir aber zurück zum Urknall. Man kann das Geschehen mit den derzeit bekannten Gesetzen der Physik bis maximal 10^{-43} Sekunden nach dem Urknall zurückverfolgen (das ist ein Zehnmillionstel eines Trillionstel Teils eines Trillionstel Teils einer Sekunde). Rückt man noch näher an den Urknall heran, setzt die bekannte Physik aus. Im Zeitpunkt des Urknalls selbst müsste die Materie des Universums in einem einzigen mathematischen Punkt vereint gewesen sein, und vorher scheint es weder Materie, noch Zeit noch Raum gegeben zu haben. Es liegt daher nahe, hier den Zeitpunkt der Schöpfung aus dem Nichts anzusetzen.

Als „Vater“ dieses so genannten „Urknall“-Modells des Universums, das die theistische These einer Schöpfung des Alls aus dem Nichts physikalisch zu bestätigen schien, gilt ein katholischer Prälat, der belgische Astronom Abbé Georges *Lemaître* (1894-1966), der das Modell erstmals 1931 aufstellte, wobei er Einsteins allgemeine Relativitätstheorie zugrunde legte.

²¹ Albert Einstein, *Grundzüge der Relativitätstheorie*, Berlin u.a., 6. Auflage 2002, 128.



Lemaître promovierte 1920 in Mathematik, ließ sich 1923 zum Priester weihen, studierte anschließend Astrophysik bei dem berühmten Astrophysiker Eddington in England, wurde 1940 in die Päpstliche Akademie der Wissenschaften aufgenommen und war von 1960 bis zu seinem Tode 1966 als päpstlicher Prälater Präsident dieser Akademie.

Das plumpe Wort „Urknall“ (im englischen klingt es noch abfälliger: Big Bang, großer Knall) stammt übrigens nicht von Lemaître, der stattdessen von der Uratom-Hypothese sprach. Das Wort wurde 1949 von einem Gegner der Theorie geprägt, Fred *Hoyle*, der die Theorie damit verspotten wollte. Nachdem auch *Einstein* dem Urknall-Modell zunächst kritisch gegenüberstand, ließ er sich jedoch von Lemaître überzeugen: Im Januar 1933 trafen sich Lemaître und Einstein in Kalifornien auf einer Reihe von Seminaren, auf denen Lemaître seine Theorie erläuterte. Nach einer solchen Veranstaltung stand Einstein auf, applaudierte, und sagte: „Dies ist die schönste Erklärung über die Schöpfung, die ich je gehört habe“.²²

Auch Papst *Pius XII.* erklärte am 22.11.1951 in einer Rede vor Kardinälen, Legaten und Mitgliedern der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften die Urknall-Theorie begeistert als naturwissenschaftliche Bestätigung für einen „Anfang der Zeit“. Wörtlich sagte er: „Das ist die Kunde, die Wir ... von der Wissenschaft verlangten und welche die heutige Menschheit von ihr erwartet“.²³ Wesentlich zurückhaltender äußerte sich 1988 Papst *Johannes Paul II.* Er warnte vor einem „unkritischen und übereilten Gebrauch“ moderner kosmologischer Theorien wie der Urknall-Theorie“ für apologetische Zwecke. Gleichwohl wies er auf die „mögliche Relevanz solcher Theorien“ zur Vertiefung theologischer Untersuchungen hin, und forderte, dass sich naturwissenschaftlich ausgebildeten Theologen damit beschäftigen sollten.²⁴

2. 2. Alternativen zum Urknall

2.2.1. Das Steady-State-Modell des Universums

Der bekannteste Gegner der Urknall-Theorie war der schon erwähnte Astronom Fred *Hoyle* (1915-2001), dem wir das Unwort „Urknall“ verdanken. Seine eigene Theorie nannte er „Steady-State“-Modell (zu Deutsch etwa: Dauerzustands-Modell). Sie besagt, dass das Universum seit Ewigkeit existiert und zu allen Zeiten gleich aussah, und dies trotz der Galaxienflucht. Nach diesem Modell fliegen die Galaxien nämlich schon seit ewigen Zeiten auseinander, und dass immer noch solche zu sehen sind, liegt nur daran, dass der leere Raum ständig ebenso viel neue Materie aus dem Nichts entstehen lässt, wie ihm durch die Flucht der Galaxien verloren geht. Wenn sich zwei Galaxien weit genug voneinander entfernt haben, entsteht somit zwischen ihnen eine neue. So ist für Hoyle die Entstehung aus dem Nichts ein alltäglicher Vorgang, der keinen Schöpfer braucht. Hoyle behauptete, dass pro Jahr im Volumen eines Wolkenkratzers jeweils ein neues Wasserstoffatom aus dem Nichts entsteht.²⁵ Diese Konzeption hat aber stets nur sehr wenige Anhänger gehabt, und nach der Entdeckung

²² Mark Midbon, ‘A Day Without Yesterday’: Georges Lemaitre & the Big Bang.’ In: *Commonweal* 127/6 (24. März 2000) 18–19.

²³ *Le prove della esistenza di Dio alle luce della scienza naturale moderna* (Ansprache Pius’ XII., 22.11.1951), in: *Acta Apostolicae Sedis* 44(1952) 31–43, hier 42; dt. Übers. In: *Herder-Korrespondenz* 6(1951/1952), 165–170, hier 169.

²⁴ *Acta Apostolicae Sedis* 81(1989) 274–283, hier 281.

²⁵ Fred Hoyle, *The nature of the universe*, Oxford 1960, 91.

der kosmischen Hintergrundstrahlung 1965 wurde sie fast vollkommen ad acta gelegt, da diese Strahlung für das frühe Universum eine heiße Phase bezeugt, während Hoyles immer gleich bleibendes Steady-State-Universum auch eine stets gleich bleibende Temperatur hätte haben müssen.

2.2.1. Das Modell des oszillierenden Universums

Aussichtsreicher scheint auf den ersten Blick eine andere Möglichkeit zu sein, der einmaligen Schöpfung aus dem Nichts zu entgehen. Ob die Ausdehnung des Alls immer weiter geht oder sich irgendwann das All wieder zusammenzieht, hängt von der Masse des Universums ab. Ist diese groß genug, wird sich Universum irgendwann wieder zusammenziehen, so dann könnte es analog zum Urknall einen sog. „Endknall“ geben (Big Crunch), in dem das Weltall vergeht. Manche Physiker (beispielsweise Alexander *Friedmann*, 1888–1925) haben es für möglich gehalten, dass danach wieder eine neue Phase der Ausdehnung beginnen könnte. Dann aber kann man fragen, ob es nicht auch schon vor dem Urknall Phasen der Ausdehnung gegeben hat und unsere Welt ein „ewig oszillierendes Universum“ ist, das schon immer besteht und ewig bestehen bleibt. Nun gibt es jedoch drei entscheidende Einwände gegen diese Konzeption:

1. War man früher davon überzeugt, dass die Expansion mit der Zeit langsamer wird, so verdichten sich nämlich seit etwa 1997 die Anzeichen dafür, dass sie sich beschleunigt. So muss es eine der Gravitation entgegenwirkende Kraft geben, die man auf eine bisher unbekannte Form von Energie (die sog. „dunkle Energie“) zurückführt. Diese verhindert also offenbar ein natürliches Ende der Ausdehnungsphase.

2. Aber auch, wenn man die Möglichkeit eines Endknalls zugesteht, hat die Theorie des oszillierenden Universums mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen. Die bekannten Gesetze der heutigen Physik würden nach einem Zusammensturz der Materie eine erneute Ausdehnung verhindern: Denn die Zusammenballung aller Materie würde ein riesiges „Schwarzes Loch“ erzeugen, wie es auch am Ende eines Sternenlebens für Sterne mit großer Masse angenommen wird, und aus einem solchen Loch kann nach der heutigen Physik noch nicht einmal Licht entweichen, geschweige denn Materie.²⁶

3. Abgesehen von der Frage des „Mechanismus“, der die in sich zusammengefallene Materie wieder auseinander treiben könnte, gibt es für das ewig oszillierende Universum noch ein weiteres Problem: das sog. Entropieproblem: In jedem Zyklus würde neue Strahlung erzeugt, die dann für alle Zeiten als Hintergrundstrahlung erhalten bliebe. Da aber die Hintergrundstrahlung nur eine endliche Intensität hat, kommt somit auch nur eine endliche Anzahl vorhergehender Zyklen in Frage. Zudem hat man errechnet, dass die maximale Ausdehnung nach jedem Zyklus größer werden wird, und folglich die Ausdehnung in früheren Zyklen kleiner war. Man kommt also nach endlich langer Zeit zu einem ersten Zyklus: Joseph Silk schätzt, dass auf keinen Fall mehr als 100 vergangene Zyklen angenommen werden könnten. Ein *seit Ewigkeit* oszillierendes Universum steht also mit den derzeitigen physikalischen Gesetzen im Widerspruch.

Aus diesen Gründen hat also auch diese klassische Alternative zum einmaligen Urknall kaum noch Anhänger. Man arbeitet jedoch an neuen Modellen, welche versuchen, den Urknall durch spekulative Erweiterung der bekannten Naturgesetze wenn möglich physikalisch zu erklären und ihm den Charakter einer aus der Physik herausfallenden „Urknall-Singularität im Zustand unendlicher Dichte“ zu nehmen. Vor allem drei derartige spekulative Modelle sind in letzter Zeit diskutiert worden: die Inflationstheorie, die Theorie des zyklischen Universums und die Theorie des geschlossenen Universums.

²⁶ Nach Hawkings Berechnungen „verdampfen“ zwar Schwarze Löcher im Verlaufe riesiger Zeiträume, indem sie fortwährend Wärmestrahlung abgeben; dieser Prozess ist jedoch kein Urknall, sondern eine unumkehrbare Verwandlung der Masse des Universums in reine Strahlung.

2.3. Moderne Weiterentwicklungen und Alternativen

2.3.1. Das inflationäre Universum

Die Theorie des inflationären Universums wurde in den 1980er Jahren von dem amerikanischen Physiker Alan Guth (*1947) und dem russischen Physiker Andre Linde (*1948) entwickelt. Auf die Idee einer Inflationstheorie kam Guth bereits Ende 1979, als er versuchte, das Geschehen innerhalb der ersten Sekunde nach dem Urknall zu verstehen. Die Zeit bis zu 10^{-43} Sekunden nach dem Urknall heißt Planck-Zeit und ist für die heutige Physik unverständlich. Am Ende der Planck-Zeit war es 10^{32} Grad heiß,²⁷ und das Universum hatte nur den Bruchteil der Größe eines Elementarteilchens. Es dehnte sich jedoch wahrscheinlich mit Lichtgeschwindigkeit aus und wurde schnell kühler. Nun stellte Guth die These auf, dass etwa 10^{-37} Sekunden nach dem Urknall,²⁸ als die Temperatur auf 10^{29} Grad abgefallen war (d. h. beim Phasenübergang zur sog. Hadronen-Ära, in der sich die Kernteilchen bildeten) eine kurzfristige „Unterkühlung“ des Universums eingetreten ist, die ein sog. „falsches Vakuum“ erzeugte, in dem ein negativer Druck eine überlichtschnelle Ausdehnung („Inflation“) des Universums mit exponentiell anwachsender Geschwindigkeit bewirkte.

Dabei soll sich das *Gesamtuniversum* von einem Ausgangszustand, in dem es die Größe der Elementarteilchen immer noch weit unterschritt, in etwa 10^{-35} Sekunden auf eine Größe von mindestens 30 Millionen Lichtjahren (300 Trillionen Kilometern) ausgedehnt haben, während *der uns sichtbare Teil des Universums*, der nach Guth nur einen verschwindend kleinen Bruchteil des Gesamtuniversums ausmacht, die Größe von etwa einem Meter erreichte.²⁹ Die mittlere Expansionsgeschwindigkeit des Gesamtuniversums übertraf während dieser 10^{-35} Sekunden also die Lichtgeschwindigkeit um mindestens das 10^{50} -fache, während sich der Radius des sichtbaren Universums „nur“ mit durchschnittlich $3 \cdot 10^{26}$ (= dreihunderttausend Trilliarden)-facher Lichtgeschwindigkeit vergrößerte.³⁰ Der bekannte Einsteinsche Satz, dass sich nichts schneller als das Licht bewegt, war hier also für das Universum als Ganzes aufgehoben. Nach den 10^{-35} Sekunden war die Inflationsphase für den sichtbaren Bereich des Universums beendet, der nun zu einer *Raumblase* wurde, in der kein „falsches Vakuum“ mit negativem Druck mehr vorhanden ist, und in der Sterne und Planeten entstehen konnten. Diese Raumblase dehnt sich seither nur noch mit nahezu Lichtgeschwindigkeit aus und hat heute eine Ausdehnung von 13,7 Milliarden Lichtjahren erreicht. *Jenseits* dieser Raumblase aber herrscht weiterhin jener negative Druck, und dort geht die inflationäre Raumausdehnung in alle Ewigkeit mit exponentiell anwachsender Überlichtgeschwindigkeit weiter. Dabei entstehen inmitten des falschen Vakuums fortwährend neue Raumblasen ähnlich der unseren, die man als voneinander unabhängige (Teil-)Universen ansehen kann.

²⁷ Eine physikalische Temperatur im gewöhnlichen Sinn, die als Maß für die Molekülbewegung definiert wird, gab es damals noch nicht; gemeint ist mit solchen Angaben vielmehr eine dieser Temperatur entsprechende Energie.

²⁸ Ursprünglich sprach Guth von 10^{-35} Sekunden, 10^{-37} ist eine spätere Korrektur.

²⁹ Gemeint ist hier der Raumbereich, aus dem der uns heute sichtbare Bereich des Universums von über 10 Milliarden Lichtjahren (= 100 Trilliarden Kilometern) geworden ist.

³⁰ Zu diesen Zahlen vgl. Alan Guth, *Die Geburt des Kosmos. Die Theorie des inflationären Universums*, München 2002, 298-301 (mit Abbildung auf S. 298 und Fußnoten auf S. 301). In den 10^{-35} Sekunden der Inflation wuchs der Radius des sichtbaren Universums von 10^{-52} Metern auf einen Meter, und da das gesamte Universum während der Inflationsphase um den konstanten Faktor 3×10^{23} größer war als das sichtbare Universum, wuchs dieses durch der Inflation von $3 \cdot 10^{-29}$ Metern auf $3 \cdot 10^{23}$ Meter (= $3 \cdot 10^{20}$ Kilometer = 30 Millionen Lichtjahre) an. Als Expansionsgeschwindigkeit errechnet man daraus die $3 \cdot 10^{26}$ -fache Lichtgeschwindigkeit für die Expansion des sichtbaren Universums und die 10^{50} -fache Lichtgeschwindigkeit für die Expansion des Gesamtuniversums. Die hier angegebenen Größen sind jedoch nur minimale, denn nach neueren Theorien könnten die Inflationsgeschwindigkeit und die Größe des gesamten Universums nach der Inflation noch erheblich größer gewesen sein. So rechnet Linde (*Das selbstreproduzierende inflationäre Universum*, in: *Spektrum der Wissenschaft* 1/1995, 32-40) mit einer in 10^{-35} Sekunden geschehenen Aufblähung des Alls von ursprünglich 10^{-33} Zentimetern um den Faktor zehn hoch eine Billion!

Der von Guth ursprünglich berechnete Inflationsmechanismus hat sich nun allerdings als falsch erwiesen: Er führt nicht zur Ausbildung von Universumsblasen, die unserem Universum gleichen. Man hatte sich aber an die Inflation gewöhnt, da sie einige Beobachtungen, wie z.B. die Flachheit und Homogenität des Universums, erklären kann. ^So hat man inzwischen eine unübersehbare Fülle neuer Inflationstheorien geschaffen, sozusagen eine „Inflation“ von Inflationstheorien, in denen man versucht, den unbekanntem Inflationsmechanismus zu beschreiben,³¹ in denen man durch verschiedenen ad-hoc-Erweiterungen der Physik versucht, den unbekanntem Inflationsmechanismus zu beschreiben, der zu den gewünschten Effekten führt, die man durch die Inflation erklären will. Hier scheint also der Wunsch der Vater des Gedankens zu sein.³²

Eine der bekanntesten neueren Inflationstheorien ist die 1983 von André Linde aufgestellte Theorie der *chaotischen Inflation*. Nach dieser Theorie kann Inflation ohne Phasenübergang, Unterkühlung und hohe Temperaturen spontan auftreten, und der Inflationsprozess ist auch nicht mehr ein Ereignis in dem zuvor durch einen Urknall entstandenen Universum, sondern umgekehrt ist der Urknall ein Ereignis in einem vielleicht schon seit etlichen Äonen andauernden Inflationsprozess, der sich wie eine Kettenreaktion in alle Ewigkeit fortsetzt, und laufend neue Urknall-Ausbrüche und Universen erzeugt.³³ Könnte diese „ewige Inflation“, die kein Ende hat, auch anfangslos sein? Die meisten Inflationstheoretiker halten einen Anfang noch immer für notwendig – sie verneinen also eine unendliche Vergangenheit des Universums – auch wenn dieser Anfang lange vor unserem Urknall gewesen sein könnte.

Wie stellt man sich nun aber den Anfang vor? Edward Tryon hatte bereits 1973 erklärt, das Universum könne aus leerem Raum entstanden sein:³⁴ Das Vakuum gilt nämlich nach den Vorstellungen heutiger Elementarteilchenphysiker nicht als wirklich leer, sondern ist ein brodelnder See von so genannten virtuellen Teilchen, die plötzlich real werden können und sich dann meist sofort wieder in Energie auflösen. Man spricht von „Vakuum-Fluktuationen“, und so glaubt Tryon, dass das Weltall nur eine ungewöhnliche, weit ausgedehnte und lang anhaltende Vakuumfluktuation sein könnte. 1982 ging der Inflationstheoretiker Alexander Vilenkin noch einen Schritt weiter als Tryon, indem er behauptete, dass das Universum durch einen quantenmechanischen „Tunneleffekt“ aus „buchstäblich Nichts“ (literally nothing) hervorgegangen sein könne.³⁵ Doch muss man als Philosoph Einspruch erheben, wenn Physiker von einer natürlichen Entstehung aus dem Nichts sprechen: Der leere Raum, aus dem Tryon das Universum hervorgehen lässt, ist kein Nichts im absoluten Sinn, sondern eher eine subtile Art von Substanz, die voll von latenten Energien und Teilchen ist, und die wie ein verformbares Medium auch bestimmte geometrische Formen annehmen kann (man denke an Einsteins gekrümmten Raum, der sich zudem noch ausdehnt) Auch Vilenkins „buchstäbliches Nichts“ ist in Wirklichkeit dieser potente substanzartige Raum der modernen Physik, nur muss man ihn sich hier auf einen einzigen Punkt zusammengezogen denken. Auch ein solcher Punkt ist kein Nichts im philosophischen Sinn, sondern ein rätselhaftes Etwas, dessen Existenz erklärungsbedürftig bleibt und eine letzte Erklärung wohl nur in einem metaphysischen Schöpfungsakt erhalten kann.

2.3.1. Das „Keine Grenzen“-Modell des Universums

³¹ Bekannte Beispiele sind die Theorien der neuen, chaotischen, verzögerten, überverzögerten, hybriden, mutativ hybriden, geneigt hybriden, und supernatürlichen Inflation. Die Liste ließe sich aber noch lange fortsetzen.

³² Dies geben auch die Befürworter der Inflationstheorie meist offen zu. So spricht der Physiker Jürgen Audretsch von einem „kosmologischen Münchhausen-Effekt“ (Audretsch und Mainzer [Hgg]. *Vom Anfang der Welt*, München, 2. Auflage 1990, 105) und meint am Ende: „Das inflationäre Modell ist zu schön, um nicht [!] wahr zu sein“ (ebd. 111). Vgl. auch die kritisch-ironischen Bemerkungen von Guth (*Die Geburt des Kosmos* 383).

³³ Vgl. Andre Linde, *Das selbstreproduzierende inflationäre Universum*, in: *Spektrum der Wissenschaft* 1/1995, 32–40.

³⁴ Edward Tryon, *Ist the universe a vacuum fluctuation?*, in: *Nature* 246(1973), 396f.

³⁵ Alexander Vilenkin, *Creation of universes from nothing*, in: *Physics Letters* 117B (1982) 25–28.

Während Inflationstheoretiker meist einen Anfang befürworten, versucht Stephen *Hawking* (*1942) die inzwischen geläufige Vorstellung, dass das räumliche Universum grenzenlos und dennoch endlich sein kann, in seinem sog. „Keine Grenzen“-Modell³⁶ auf das ganze Raum-Zeit-Kontinuum auszudehnen: Raum *und* Zeit bilden „eine gemeinsame Fläche“, die wie eine Kugeloberfläche „von endlicher Größe, aber ohne Grenze und Rand“ ist, was nach *Hawking* neben der klassischen Alternative, dass das Universum entweder seit unendlicher Zeit existiert oder zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Vergangenheit mit einer Singularität begonnen hat, eine „dritte Möglichkeit“ darstellt.³⁷ *Hawking* bezeichnet die mit den Raumdimensionen gleich behandelte Zeit als „imaginäre Zeit“, weil sie formal durch imaginäre Zahlen beschrieben werden muss.³⁸ Von dieser ist die real erlebte Zeit zu unterscheiden, die nach wie vor nur eindimensional ist und einen Anfang hat,³⁹ während die imaginäre Zeit „rechtwinklig zur gewöhnlichen Zeit“ verläuft.⁴⁰ Weil aber im Rechnen mit der imaginären Zeit der in der realen Zeit feststellbare Anfang des Universums kein ausgezeichneter Punkt mehr ist, zieht *Hawking* den Schluss: „Das Universum wäre völlig in sich geschlossen und keinerlei äußeren Einflüssen unterworfen. Es wäre weder geschaffen noch zerstörbar. Es würde einfach *Sein*.“⁴¹ So hat er die gewöhnliche Theorie, die ihm „allzu sehr nach göttlichem Eingreifen schmeckt“,⁴² entschärft, und kann nun ausrufen: „Wo wäre dann noch Raum für einen Schöpfer?“⁴³ Eine Schöpfung im Sinne eines besonderen Eingriffs Gottes am Anfang der Zeit wird nach *Hawking* nicht mehr benötigt, da alles naturgesetzlich erklärt werden kann.

2.3.1. Das zyklische Universum

Wie in der alten Theorie des oszillierenden Universums gibt es auch in dem 2002 von Paul *Steinhardt* vorgeschlagenen Modell des zyklischen Universums⁴⁴ einen Zyklus, eine fest bestimmte Zeit, nach der die alte Welt durch einen Endknall vernichtet wird, der zugleich der Urknall ist, mit der eine neue Phase des Alls beginnt. Das Modell ist dennoch von dem des „oszillierenden Universums“, das sich aufbläht und wieder zusammenzieht, streng zu unterscheiden. *Steinhardt* stellte die These auf, dass das Universum aus zwei seit Ewigkeit bestehenden, unendlich großen dreidimensionalen Teilen (die er „Branen“ nennen) besteht, die sich in einem vierdimensionalen Überraum wie zwei Topfdeckel gegenüberstehen, und die in gewissen Zeitabständen regelmäßig zusammenstoßen und wieder auseinander springen.

Der gesamte uns sichtbare Teil des Universums ist nur eine dieser beiden Branen. Jeder Zusammenstoß löst nun einen „Urknall“ aus, bei dem Strahlung und Materie geschaffen wird, die dann wie im gewöhnlichen Urknall-Modell auseinander fliegt. Ein wesentlicher Unterschied zum „oszillierenden“ Universum ist aber, dass es zu keinem Zusammensturz der Materie in einem Punkt kommt, denn nicht die Materie *in* einer Brane fällt in sich zusammen, sondern die Branen selbst kollidieren. Dabei tritt weder eine unendliche Temperatur noch eine unendliche Dichte auf. Auch das Entropieproblem, dass in einem oszillierenden Universum die Strahlungsdichte nach jedem Zyklus größer wird, ist hier elegant umgangen: Obwohl die Quantität der Strahlung zunimmt, verliert sie sich mit der Zeit im unendlichen Raum der Branen, so dass die Strahlungsdichte insgesamt konstant bleibt. Es muss jedoch betont

³⁶ Vgl. Stephen *Hawking*, Eine kurze Geschichte der Zeit. Die Suche nach der Urkraft des Universums. Reinbek bei Hamburg 1991, 170–179 und Ders., Das Universum in der Nussschale, New York, 2001, 90–107.

³⁷ *Hawking*, Eine kurze Geschichte der Zeit, 173.

³⁸ Vgl. *Hawking*, Eine kurze Geschichte der Zeit, 170–182 und Das Universum in der Nussschale, 65–72 und 90–107.

³⁹ Vgl. *Hawking*, Eine kurze Geschichte der Zeit, 177 und Das Universum in der Nussschale, 103f.

⁴⁰ *Hawking*, Das Universum in der Nussschale, 90.

⁴¹ *Hawking*, Eine kurze Geschichte der Zeit, 173.

⁴² *Hawking*, Eine kurze Geschichte der Zeit, 67.

⁴³ *Hawking*, Eine kurze Geschichte der Zeit, 179.

⁴⁴ Paul *Steinhardt* und Neil *Turok*, *A cyclic model of the universe*, in: *Science* 296(2002),1436-1439.

werden, dass dieses Modell bislang nicht viel mehr als eine mit anspruchsvoller Mathematik vorgetragene phantasievolle Spekulation ist.

3. Moderne Naturforscher vor der Gottesfrage

Wir haben gesehen, dass in der heutigen Kosmologie die Tendenz besteht, Modelle zu entwerfen, die den Urknall physikalisch verstehbar machen und ihm den Charakter eines einzigartigen Schöpfungsaktes nehmen. Aber sämtliche dieser Modelle haben sich bisher entweder als falsch oder als hochspekulativ erwiesen. Eine zufällige Entstehung aus dem Nichts (chaotische Inflation) ist keine befriedigende Erklärung für das Dasein der Welt, das „Keine-Grenzen“-Modell beseitigt den Anfang nur mathematisch, nicht aber auf der Ebene der real erlebten Zeit, und das Modell des zyklischen Universums baut (noch mehr als die anderen beiden Modelle) auf einer hochspekulativen, utopischen Physik auf. So sind die Beweise für das endliche Alter der Welt nach wie vor überzeugend und können als Hinweise auf einen Schöpfungsakt gedeutet werden.

Wenn man genauer hinschaut, sind sich auch diejenigen Wissenschaftler, die möglichst alles durch physikalische Formeln erklären wollen, dessen bewusst, dass es immer letzte Fragen geben wird, die sich dem Naturforscher stellen, die aber den Horizont der Naturwissenschaften überschreiten, weil sie letztlich mit der Gottesfrage zusammenhängen.. Selbst Hawking, der ja meint, Gott sei als Schöpfer überflüssig, weil das Universum vollständig durch Naturgesetze gelenkt wird, räumt ein: „Diese Gesetze mögen von Gott festgelegt worden sein“, denn auch wenn die Wissenschaft „möglicherweise das Problem zu lösen vermag, wie das Universum begonnen hat“, würde eine solche Erklärung nur aus einem „Kodex von Gleichungen“ bestehen, und man könnte in Bezug auf diese Gleichungen immer noch fragen: „Was haucht ihnen Leben ein und liefert ihnen ein Universum, dessen Abläufe sie bestimmen können?“⁴⁵ Ähnlich gibt auch Guth zu Bedenken: „Wenn sich aber die Entstehung des Universums als quantenmechanischer Prozess beschreiben lässt, dann bleibt immer noch ein großes Rätsel unserer Existenz: Was bestimmt die Gesetze der Physik?“⁴⁶ Diese Frage ist es also, die für den Naturforscher auf jeden Fall bleibt, und die nur der Philosoph oder Theologe beantworten kann.

⁴⁵ Stephen Hawking, *Einsteins Traum. Expeditionen an die Grenzen der Raumzeit*, Reinbek bei Hamburg, 1994, 95f.

⁴⁶ Alan Guth, *Die Geburt des Kosmos. Die Theorie des inflationären Universums*, München 2002, 439.