

# Die Evolution des Kosmos und des Lebens

Georges De Schrijver

Im folgenden Beitrag möchte ich die Herausforderungen, vor die sich die Theologie heute angesichts der gegenwärtigen Kosmosmodelle gestellt sieht, etwas eingehender untersuchen. Von der Physik her gesehen, versuchen all diese Modelle u.a. die Fragen zu beantworten: Wie hat alles einmal angefangen? Was verdanken wir - als menschliche Wesen - der anhaltenden Expansion des Universums und der Entstehung von Galaxien in ihm? Fragen nach dem Ursprung des Universums haben schon immer das Interesse von Theologen hervorgerufen, doch hat sich heute die Suche nach dem „Punkt“, von dem aus alles einmal angefangen hat, von der Gottesfrage losgelöst. Seit geraumer Zeit vertreten nun schon die Naturwissenschaftler einen methodischen Atheismus, was sie freilich nicht daran hindert, ab und zu ein Gefühl kosmischer Ehrfurcht zu empfinden. Doch selbstverständlich gehört der Rückgriff auf eine metaphysische Erstursache nicht zum Geschäft der Astrophysiker. Heute sind wir weit entfernt von der Ehrfurcht eines Newton, der in der Ordnung der Natur immer noch das souveräne und machtvolle Wirken des Pantokrators sah, der alle geschaffenen Dinge seinem Willen unterwarf.

## Die Urknall-Theorie

Dem belgischen Geistlichen Georges Le Maître, zugleich Mathematiker an der Universität von Louvain, Mitglied der Päpstlichen Akademie für Astronomie und einer der Pioniere der Urknall-Theorie, war diese Trennung von Naturwissenschaft und Glaube wohl vertraut. Vergeblich versuchte er, Pius XII. davon abzubringen, sich auf irgendwelche theologischen Kommentare zur Urknall-Theorie einzulassen. Er befürchtete, dies könnte als Vereinnahmung einer naturwissenschaftlichen Theorie für die Sache des Glaubens verstanden werden. Und dennoch: Regt nicht unsere Vorstellungskraft uns dazu an, den Ausbruch eines Feuerballs, der das Universum entstehen ließ, mit den ersten Versen der Genesis in Verbindung zu bringen: Und „Gott sprach: Es werde Licht“? Für Naturwissenschaftler freilich ist dieses Ereignis nicht bloß eine Frage von Frömmigkeit und Glaube. Für sie ist der Urknall das erste Hervorbrechen der Raum-Zeit und mit ihr die Freisetzung einer unvorstellbaren Energie, aus der das Universum hervorgegangen ist.

Um dieses spezifische Interesse der Naturwissenschaftler zu verstehen, ist ein kurzer Rückblick auf das frühe 20. Jahrhundert angebracht, wo die ersten Meilensteine in der Forschungsarbeit der Astrophysik gesetzt wurden. 1915 entwickelte Albert Einstein seine Allgemeine Relativitätstheorie, die besagt, dass der Raum sich unter der Einwirkung von Gravitationsfeldern krümmt. „Einstein ging von dem revolutionären Vorschlag aus, dass die Gravitation nicht eine Kraft wie andere Kräfte sei. Man müsse sie vielmehr als eine Folge des Umstandes betrachten, dass die Raumzeit nicht eben sei, wie man bisher angenommen hätte, sondern gekrümmt oder ‚verworfen‘ durch die Verteilung der Massen und Energien in ihr.“<sup>1</sup> Eine der Konsequenzen der Theorie ist, dass der Kosmos als Ganzes in einer Dynamik des Werdens begriffen ist: Das Universum sollte sich entweder im Zustand der Expansion oder der Kontraktion befinden. Doch Einstein empfand eine starke Abneigung gegen diese Vorstellung. Daher nahm er an, er habe in seinen Berechnungen einen Fehler gemacht, und um der verabscheuten Instabilität des Universums zu entgehen, führte er die kosmologische Konstante ein.

An dieser Stelle griff Le Maître die Berechnungen Einsteins auf und kam zu dem Ergebnis, dass für die Einführung einer solchen Konstante keinerlei Notwendigkeit bestehe. 1927 brachte er ein Buch heraus, in dem er die Hypothese aufstellte, der Kosmos müsse sich von einem sehr dichten Ursprungatom aus (heute Singularität genannt) ausgedehnt haben, einem Atom, das im Anfang in einem unvorstellbaren Feuerball explodiert sei.<sup>2</sup> Einige Naturwissenschaftler hegten den Verdacht, Le Maître benutze diese Hypothese nur, um die biblische Schöpfungserzählung glaubwürdiger zu machen. Daher dauerte es auch sehr lange, bis Einstein schließlich die Intuition Le Maîtres akzeptierte. Und er tat dies erst, nachdem E. Hubble 1929 den empirischen Beweis für die Expansion des Universums erbracht hatte.

Um Hubble in den geschichtlichen Zusammenhang einzuordnen, muss man von zwei bedeutsamen Techniken eine Ahnung haben, die in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts weiterentwickelt worden waren: von der Spektroskopie und der Messung sich ändernder Wellenfrequenzen. Mit der ersten lassen sich die physikalischen Eigenschaften von Körpern mittels Spektralanalyse identifizieren. So kann man zum Beispiel mit einer Untersuchung des Spektrums des Sonnenlichtes feststellen, dass die Sonne zum Beispiel Helium, Wasserstoff usw. enthält. Mit der Spektralanalyse konnte man auch, als die geeigneten Teleskope einmal zur Verfügung standen, die chemische Zusammensetzung anderer Sterne unserer Galaxis herausfinden. Und in der Tat stellte sich heraus, dass alle Sterne

#### Der Autor

Georges De Schrijver, geb. 1935 in Belgien; 1954 Eintritt in den Jesuitenorden; dreijähriges Philosophiestudium in Pullach/München, vier Jahre Philosophie und Literatur in Brüssel und Leuven, vier weitere Jahre Studium der Theologie in Heverlee und Paris; anschließend Promotion an der Katholischen Universität zu Leuven. Ab 1974 Assistent in der Abteilung für Dogmatische Theologie (Fundamentaltheologie), danach Dozent, Professor und dann ordentlicher Professor mit Lehrgängen vor allem für Theologiestudenten vor dem Lizentiat und Doktorat; ab 1987 Direktor des Zentrums für Befreiungstheologie. Anschrift: Prof. Dr. Georges de Schrijver, Heilige-Geetstraat 74/6, B-3000 Leuven, Belgien.

unserer Milchstraße die gleiche chemische Zusammensetzung hatten. Es gibt also keinen Grund, sich damit groß zu tun, dass unser Platz im Kosmos etwas ganz Besonderes sei.

Als zweites kam der nach seinem Entdecker so genannte Doppler-Effekt hinzu. Der österreichische Physiker hatte bei seinen Forschungen über die Schallwellen eine Beziehung zwischen Frequenz und Geschwindigkeit der Schallquelle festgestellt. Denken wir an „ein Auto, das auf der Straße vorbeifährt: Wenn es sich nähert, hört sich sein Motorengeräusch höher an (was einer höheren Frequenz der Schallwellen entspricht); wenn es dagegen vorbeifährt und sich entfernt, wird das Motorengeräusch tiefer“<sup>3</sup> (entsprechend einer niedrigeren Frequenz). Der Doppler-Effekt tritt auch auf, wenn man die Frequenzen der von Sternen ausgesandten Lichtwellen misst. Eine Verschiebung der Spektrallinien nach dem blauen Ende des Spektrums hin besagt, dass die Lichtquelle sich auf uns zubewegt, eine Verschiebung nach Rot dagegen, dass sie sich von uns entfernt (die sogenannte Rotverschiebung).

Hubble arbeitete am Mount Wilson Observatorium in Kalifornien mit einem der stärksten Teleskope seiner Zeit. Damit konnte er bis zu Objekten vordringen, die man damals für spiralförmig rotierende Gaswolken (nebulae) hielt, die aber in Wirklichkeit, wie sich herausstellte, echte Galaxien außerhalb unserer Milchstraße sind. Er konnte in ihnen Myriaden von Sternen identifizieren und sich von ihrer chemischen Zusammensetzung ein Bild machen. Als er dann anfang, die Entfernungen dieser Galaxien von der Erde zu berechnen, machte er eine höchst seltsame Entdeckung: In den Spektren von Sternen in anderen Galaxien „zeigten sich dieselben typischen fehlenden Farben wie bei den Sternen in unserer eigenen Galaxis, aber sie waren alle um den gleichen relativen Betrag zum roten Ende des Spektrums hin verschoben“<sup>4</sup>. Das bedeutete, dass diese Sterne und galaktischen Cluster sich von uns wegbewegten. Hubble konnte sogar beobachten, daß eine Galaxis umso schneller von uns wegstrebt, je größer ihr Abstand ist. Wenn eine Galaxis, die fünfzig Millionen Lichtjahre von uns entfernt ist, sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit von uns fortbewegt, so verdoppelt sich bei doppelter Entfernung auch ihre Fluchtgeschwindigkeit.

## Auf der Suche nach der chemischen Zusammensetzung des frühen Universums

Damit stellt sich die Frage nach Anfang und Ende des Universums.<sup>5</sup> In der Tat: Wenn das Universum immer noch im Zustand einer gewaltigen Explosion begriffen ist, bei der die großen, als Galaxien bekannten Sterninseln mit annähernder Lichtgeschwindigkeit auseinanderfliegen, dann muss es möglich sein, diese Explosion zeitlich zurückzuverfolgen. Dann aber „kommen wir zu dem Schluss, dass all diese Galaxien zu einem früheren Zeitpunkt sehr viel dichter beieinander gewesen sein müssen, und zwar so dicht, dass weder Galaxien noch Sterne und nicht einmal Atome oder Atomkerne eine Eigenexistenz gehabt haben können“<sup>6</sup>. Dies ist der Bereich dicht an dem „Punkt“ (bzw. der Singularität), von dem aus

das Ganze einmal vor rund 15 Milliarden Jahren angefangen hat und der gewöhnlich das Frühstadium des Universums genannt wird.

Die Anfangssingularität, von der aus alles einmal in einem gewaltigen Inferno explodierte und auseinander flog, ist immer noch weitgehend unerforscht. Der Grund dafür ist ganz einfach: In den ersten Bruchteilen einer Sekunde nach dem Urknall waren die Dichte und Temperatur so groß, dass die herkömmlichen Theorien der Materie ihre Gültigkeit einbüßten. Einsteins Relativitätstheorie ist ein hervorragendes Instrument für die Untersuchung von Makro-Ereignissen (z.B. für die Flucht von Galaxien), doch was wir nun brauchen, sind Quantenphysik und die Untersuchung von Strahlung sowie von Elektrodynamik. Genau hier nun hat das so genannte „heiße Urknallmodell“ seinen Platz. Es wurde erstmals von dem Physiker George Gamov 1948 vorgeschlagen und später durch Erkenntnisse, die man aus Kernreaktionen gewonnen hatte, immer mehr verfeinert. Die Forschungen auf diesem Gebiet sind freilich noch nicht abgeschlossen. Nur eine Große Vereinheitlichte Theorie (GUT = Grand Unified Theory) wird einmal in der Lage sein, Licht in dieses Frühstadium zu bringen, in dem die vier Fundamentalkräfte noch vereint waren und nicht, wie heute, getrennt sind. Forschungen in dieser Richtung sind bereits im Gange, so zum Beispiel im Europäischen Kernforschungszentrum (CERN) bei Genf, wo ein gigantischer Teilchenbeschleuniger experimentelle Daten für die Bildung einer Theorie liefert.

Eine Rekonstruktion des Anfangsszenariums könnte folgendermaßen aussehen: Zum Zeitpunkt des Urknalls selbst hatte das Universum, so nimmt man an, die Größe Null und war unendlich heiß. Sekundenbruchteile später enthielt es größtenteils Photonen, d.h. Quanten von Strahlungsenergie, die weder Masse noch elektrische Ladung besitzen. Diese Photonen ließen beim Zusammentreffen Teilchen mit ihren entsprechenden Antiteilchen entstehen (die paarweise mit jeweils entgegengesetzter elektrischer Ladung auftreten), wie zum Beispiel Elektronen (mit ihren Antiteilchen, den „Positronen“) und Neutrinos (ebenfalls mit eigenen Antiteilchen). Beim Zusammentreffen eines Teilchens mit seinem Antiteilchen vernichten sie sich gegenseitig in einem Lichtblitz, und es entsteht Energie – d.h. neue Photonen, die sich wieder in Materie-Antimaterie-Paare usw. auflösen können. Doch „mit der Ausdehnung des Universums kühlt alle darin enthaltene Materie oder Strahlung ab. (Würde sich die Größe des Universums verdoppeln, so fiel seine Temperatur um die Hälfte.)“<sup>7</sup> Damit kann sich das Verhalten der Materie ändern. Bei einem kritischen Schwellenwert kam es zu einem Symmetrie-Zusammenbruch, bei dem mehr Teilchen als Antiteilchen entstanden, so dass die gegenseitige Vernichtung zum Stillstand kam. Wäre es nicht zu diesem „zufälligen“ Symmetrie-Zusammenbruch gekommen, so hätte das sich ausdehnende Universum nur ein Ballett ständig aufflammender Lichtblitze dargeboten; es hätte keine potentiell lebensfähige Materie gehabt, nichts, was Leben hätte hervorbringen können.<sup>8</sup> Und hätte es außerdem zu einem bestimmten Zeitpunkt keine Überproduktion von Neutrinos gegeben, so wäre das Universum unter gewissen Umständen bereits in diesem frühen Stadium wieder in sich zusammengestürzt.<sup>9</sup>

Soweit jedenfalls ist klar, dass eine Sekunde nach dem Urknall - bei tausendmal höheren Temperaturen, als sie im Zentrum der Sonne herrschen - die Bühne für ein „Laboratorium“ gezimmert wurde, in dem sich die Bausteine der Atome (angefangen von den Quarks bis hin zu Protonen und Neutronen) bildeten, zusammen mit jenen Kräften, die für ihre Struktur und Interaktion verantwortlich sind. „Etwa hundert Sekunden nach dem Urknall war die Temperatur auf etwa eine Milliarde Grad gefallen - die Temperatur im Innern der heißesten Sterne.“<sup>10</sup> Damit konnten Protonen und Neutronen, die gerade erst lebensfähig geworden waren, der starken Kernkraft keinen Widerstand mehr entgegenzusetzen<sup>11</sup>: Sie vereinigten sich zu Atomkernen des schweren Wasserstoffs (Deuterium), die aus einem Proton und einem Neutron bestehen. Diese Kerne „verbanden sich ihrerseits mit weiteren Protonen und Neutronen zu Heliumkernen, die zwei Protonen und zwei Neutronen enthalten, in einigen seltenen Fällen auch zu den Kernen schwererer Elemente wie Lithium und Beryllium. Es lässt sich errechnen, dass im heißen Urknallmodell ungefähr ein Viertel der Protonen und Neutronen zu Kernen von Helium sowie einer geringen Menge schwerem Wasserstoff und anderen Elementen umgewandelt worden wären. Die restlichen Neutronen wären in Protonen, die Kerne gewöhnlicher Wasserstoffatome, zerfallen“<sup>12</sup>.

Das Universum dehnte sich weiter aus und kühlte sich immer mehr ab, und 300.000 Jahre lang geschah nichts nennenswert Neues mehr. Zu dieser Zeit war die Temperatur schließlich auf ein paar tausend Grad gefallen bis zu dem Punkt, wo Kerne und Elektronen sich zu Atomen verbinden können, mehrheitlich zu Wasserstoff- und Heliumatomen. Aus diesen bildeten sich aufgrund der Gravitation Gaswolken. Diese wurden immer dichter und heißer, bis Galaxien entstanden und in ihnen Sterne, wo in Kernreaktionen Wasserstoff zu mehr Helium umgewandelt wurde. Führten diese Sterne zufällig Planeten mit sich und hatte sich einer von ihnen dem Stern so weit angenähert, um genügend heiße Energie aufzunehmen, und war er gleichzeitig nicht zu weit weg, um zu Eis zu erstarren, dann waren die Bedingungen für die Entstehung von Leben gegeben.

Das heiße Urknallmodell wird durch die empirischen Daten, die wir inzwischen von der Mikrowellen-Hintergrundstrahlung gewonnen haben, weiter untermauert. Entdeckt wurde sie 1965 von den amerikanischen Radioastronomen Penzias und Wilson. Mit Hilfe eines sehr empfindlichen Mikrowellendetektors empfangen sie ein sehr seltsames Geräusch, das stets unverändert blieb, ganz gleich, in welche Richtung der Detektor zeigte. Sie machten diese Beobachtung Tag und Nacht und zu verschiedenen Jahreszeiten. Immer blieb sie gleich. Also musste, und das war ihre Entdeckung, das aufgefangene Rauschen von jenseits unserer Galaxis kommen. Spezialisten der Astrophysik machten ihnen klar, dass sie die Spuren der Wärmestrahlung aufgefangen hatten, die als Nachglühen des unvorstellbar heißen, primordialen Feuerballs heute in Form von Mikrowellen auf der Erde eintrifft.

## Das anthropische Prinzip

Das vorausgehend Gesagte führt uns zum sogenannten anthropischen Prinzip. Dieses besagt, dass sich in einigen Regionen des Universums die physikalischen Bedingungen so (und nicht anders) entwickelt haben müssen, um den Weg für Lebewesen wie uns frei zu machen, Wesen, die fähig sind, die eigene kosmische Vergangenheit aufzurollen. Zu diesen Bedingungen zählen auch die Vorgänge, die sich in den Sternen und im interstellaren Raum abgespielt haben. Es sind ja in der Tat für die Entstehung von Lebensformen auf der Basis von Kohlenstoff schwerere Elemente notwendig als lediglich Helium und Wasserstoff. Durch weitere Kernfusionen entstanden in den Sternen Kohlenstoff, Sauerstoff und Eisen, die für menschliches Leben unerlässlich sind. Als dann die Sterne der ersten Generation als Supernovae explodierten, schleuderten sie ihre lebenszeugenden Elemente in die Weite des Raumes hinaus, die Explosion selbst führte zu stets schwereren Elementen wie etwa Zink und Jod (das letztere ist zum Beispiel für eine einwandfreie Schilddrüsenfunktion unabdingbar). Unsere Sonne „ist ein Stern der zweiten oder dritten Generation, der sich vor etwa fünf Milliarden Jahren aus einer rotierenden Gaswolke mit den Trümmern früherer Supernovae gebildet hat. Der größte Teil dieses Gases entwickelte sich zur Sonne oder wurde fortgeschleudert, doch ein bescheidener Anteil der schwereren Elemente schloss sich zu den Körpern zusammen, die heute, wie die Erde, die Sonne umkreisen.“<sup>13</sup> So können wir ohne weiteres sagen: Aus der Asche von Sternen sind wir geformt, und das Eisen in unserem Blut hat sich in den Sternen gebildet.

John Polkinghorne weist in seinen Überlegungen über diese Tatsachen auf das empfindliche Gleichgewicht hin als Voraussetzung dafür, dass Kernreaktionen stattfinden können: „Um Kohlenstoff in einem Stern zu erzeugen, müssen drei Heliumkerne so zusammengebracht werden, dass sie zusammenhalten. Dies zu erreichen ist eine äußerst trickreiche Angelegenheit und nur möglich, weil an genau der richtigen Stelle ein Spezialeffekt (eine sogenannte Resonanz) auftritt. Diese genaue Positionierung hängt von der starken Kernkraft ab, die die Kerne zusammenhält. Eine auch nur winzige Änderung dieser Kraft reicht aus, und der Resonanzeffekt geht verloren.“<sup>14</sup>

Den gleichen Spezialeffekt benötigt man für die Erzeugung von Sauerstoff (dazu muss sich ein weiterer Heliumkern mit einem Kohlenstoffkern verbinden). Eine Aufzählung solcher Feinstabstimmungen ließe sich mühelos fortsetzen. Damit Sterne einen langen Zeitabschnitt hindurch gleichmäßig brennen, ist ein subtil ausbalanciertes Gleichgewicht zwischen ihrer Schwere und dem Elektromagnetismus erforderlich. Wird dieses Gleichgewicht gestört, „werden die Sterne entweder zu kühl, um als effektive Energiequellen zu wirken, oder so heiß, dass sie in nur wenigen Millionen Jahren abbrennen“<sup>15</sup>. Ein weiterer Punkt, der verblüfft, ist, dass sowohl das Alter wie auch die Größe des Universums in dem Prozess miteinander konkurrieren. Nur ein Kosmos, der mindestens so groß ist wie der unsrige – mit aber und aber Billionen von Sternen – „könnte die fünfzehn Milliarden Jahre lang fort dauern, die notwendig sind, um kohlenstoffgebundenes Leben

zu entwickeln. Zehn Milliarden Jahre brauchen die Sterne der ersten Generation, um Kohlenstoff zu erzeugen, und etwa fünf weitere, damit Wesen mit unserer Art von Komplexität entstehen konnten“<sup>16</sup>.

Das führt uns wieder zurück zum Frühstadium des Universums. St. Hawking schreibt: „Wäre die Expansionsgeschwindigkeit eine Sekunde nach dem Urknall nur um ein Hunderttausendmillionstel Millionstel kleiner gewesen, so wäre das Universum wieder in sich zusammengefallen, bevor es seine gegenwärtige Größe erreicht hätte. Wäre sie andererseits um ein Millionstel größer gewesen, hätte sich das Universum zu schnell ausgedehnt, um Sterne und Planeten bilden zu können.“<sup>17</sup>

Dank dieser bis ins Kleinste abgestimmten Expansionsrate ist unser Universum weitgehend glatt und gleichförmig. Ohne diese Abstimmung hätte es unter Umständen bereits in den kritischen Anfangsphasen seiner Existenz katastrophale Turbulenzen gegeben. Auf der anderen Seite hat sich das Gesetz der isotropen und gleichmäßigen Ausdehnung als flexibel erwiesen. Man denke nur an den Symmetrie-Zusammenbruch zwischen Materie und Anti-Materie, der zur Trennung von Strahlung und Materie führte; oder an die feinsten Temperaturschwankungen im Mikrowellenhintergrund, die der im November 1989 gestartete NASA-Satellit Cobe (Cosmic Background Explorer) registriert hatte, was bedeutet, dass sich 300.000 Jahre nach dem Urknall in einigen Regionen allmählich mehr Atome ansammelten als in anderen. Auch diese Fluktuation scheint „geplant“ zu sein, denn ohne diese ungleichmäßige Ansammlung hätte sich das Universum nicht mit so weit verstreuten Galaxien und Sternen anfüllen können.

An dieser Stelle zeigt sich die Bedeutung des anthropischen Prinzips, das B. Carter als erster aufgestellt hat. Es besagt, dass die fundamentalen Konstanten der Natur so sein müssen, wie sie sind, und dass „die von uns erwarteten Beobachtungsdaten sich den Bedingungen fügen müssen, die für uns als beobachtende Lebewesen notwendig sind ... Das Universum muss so sein, wie es ist, damit Beobachter sich innerhalb eines bestimmten Zeitabschnittes in ihm entwickeln konnten“<sup>18</sup>. Mit anderen Worten: Wir leben in einem sehr speziellen Universum, in dem intelligentes Leben möglich ist. Und so halten wir Ausschau nach jenen Schritten in seiner Evolution, die zu unserer Existenz geführt haben. Damit fallen wir nicht unbedingt in eine anthropozentrische Sicht der Dinge. Wir unterstreichen eher die Notwendigkeit, sich der Tatsache bewusst zu sein, dass wir Teil eines Kosmos sind, der die Kraft hatte, uns „hervorzubringen“. Es besteht ein tiefer Zusammenhang zwischen der Art und Weise, wie es im Kosmos zur Bildung von Materie kam, und unserem intelligenten Leben auf der Basis von Kohlenstoff.

## **Der Glaube an Gott: eine umstrittene Frage**

Das anthropische Prinzip scheint auf den ersten Blick eine Wiederbelebung des bekannten teleologischen Arguments von der Finalursächlichkeit zu sein, das viele Jahrhunderte hindurch benutzt wurde, um die Existenz Gottes zu bewei-

sen.<sup>19</sup> Doch das trifft nicht genau den Punkt. Vielmehr führt es uns zu einer Scheidung von theistischen und nichttheistischen Naturwissenschaftlern – zwischen denen, die an Gott, und denen, die an die Naturkräfte glauben.

Wenn Gottgläubige sich von ihrem biblischen Hintergrund her über die exakt ineinander greifenden Prozesse ihre Gedanken machen, die für die Produktion von intelligenten, kohlenstoffgebundenen Lebensformen wie den unsrigen vorausgesetzt sind, dann werden sie diese raffiniert austarierten Möglichkeiten problemlos mit einem allmächtigen Gott in Zusammenhang bringen, der Himmel und Erde im Anfang erschaffen hat. Für sie legen all diese Feinstabstimmungen in der Anfangssituation wie in den folgenden Entwicklungsstadien des Universums ein beredtes Zeugnis von der Macht und Intelligenz eines Schöpfers ab, der offensichtlich bestrebt war, mit Geschöpfen in Gemeinschaft zu treten, die (bis zu einem gewissen Grad) nach „seinem Bild“ geschaffen sind. Mit Hilfe der Naturwissenschaft erkennen dann diese Gläubigen viele Gründe, die Geduld und Großmut des Schöpfers zu preisen. Gefühle der Ehrfurcht und Bewunderung steigen in ihnen auf, wenn sie sehen, in welchem Ausmaß ihre Lebensmöglichkeiten sich aus so vielen kosmischen Entwicklungsschritten herausgebildet haben. Und wenn sie sich in den alten, „christlich“ umgedeuteten Kosmologien ein wenig auskennen, wo Engel im sternenübersäten Himmel eine entscheidende Rolle spielten, um dauerhaftes Leben auf Erden zu gewährleisten (sie lieferten ja den Sphären, auf denen die Planeten ihre Bahn zogen, die Energie), dann werden sie sogar mit Gefühlen der Ehrfurcht zu eben diesen Sternen emporblicken und begreifen, dass die chemischen Elemente ihrer Körper sich in ihnen gebildet haben. Sie werden dann vielleicht besser verstehen, was es bedeutet, dass kosmische Kräfte vom Schöpfer und Erhalter im Schöpfungsgeschehen als wirkungsvolle Zweitursachen benutzt wurden.

Die Vertreter des anderen Lagers dagegen haben ihre eigenen Gründe, um einen Zusammenhang zwischen dem anthropischen Prinzip und einem persönlichen Gott in Abrede zu stellen. Für sie gibt es eine Alternative zum Theismus: die Theorien verschiedener Universen. All diese Theorien haben eines miteinander gemeinsam: die Intention, dem Zufall, auch und gerade im Hinblick auf die ausgeklügelt ineinander greifenden Anfangsbedingungen, die ihm gebührende Ehre zu erweisen. Szenarien dafür stehen eine ganze Menge zur Verfügung.<sup>20</sup>

Ein erstes Szenario konzentriert sich auf die „Abfolge kosmischer Oszillationszyklen“. Wenn ein Universum schließlich in einem großen „Endknall“ in sich zusammenstürzt (Big Crunch), bilden sich gleichzeitig die Bedingungen für einen neuen Urknall – und so weiter. Unter der Voraussetzung der Heisenbergschen Unschärferelation könnten nacheinander weitere Universen mit leicht variierenden Konstanten entstehen. Rein zufällig befände sich unter ihnen dann auch eines, das Kohlenstoff als Basis für menschliches Leben enthält.

Ein zweites Szenario lässt nur einen einzigen Urknall zu, der sich jedoch in eine Vielzahl isolierter Bereiche aufsplittet. Dieses Szenario ist eine Variante der „Inflationstheorie“, wonach im ersten Bruchteil einer Sekunde das Universum mit einer exponentiell steigenden Geschwindigkeit, höher als die Lichtgeschwindig-

keit, expandiert und auf diese Weise den quasi Null-Zustand des Universums zu seiner heute beobachtbaren Art aufbläht. Daraus leitete der russische Astrophysiker A. Linde ab, dass sich aufblähende Blasen wie dieses Universum auch anderswo entstanden sein könnten. Das frühe Universum könnte sich in mehrfache Blasen gespalten haben, die, von außen betrachtet, extrem klein erscheinen, in sich aber kosmische Regionen beherbergen, die ebenso groß wären wie unser Universum. Was für eine Art von Leben sich in diesen Blasen entwickelt haben könnte, ist nicht verifizierbar, da jede von ihnen ein abgeschlossener isolierter Bereich mit einer eigenen Vielfalt physikalischer Konstanten wäre.

Ein drittes Szenario ist die „Quantentheorie der vielen Teilwelten“, die die Änderungen im Quantenverhalten, die vom Beobachter hervorgerufen werden, näher analysiert. Wann immer ein Quantum beobachtet wird, birst es auseinander und lässt zwei verschiedene Welten entstehen. Solche Verzweigungen können sich unbegrenzt fortsetzen. Es gibt also viele Gründe, dem Zufall zuzuschreiben, welche Art von Leben, wenn überhaupt, in so vielen Regionen der Raumzeit sich entwickeln konnte. Mehrfach-Universen wären unvermeidlich.

Das vierte Szenario erforscht das Vakuum vor dem Urknall, wo Quantenfluktuationen auftreten. Die Quantentheorie lässt sehr kurzfristige Verletzungen des Gesetzes von der Erhaltung der Energie zu. In solch einem Vakuum können kurzlebige virtuelle Teilchenpaare entstehen - aus dem „Nichts“ gleichsam, da sie von anderen kurzlebigen virtuellen Teilchenpaaren Energie „ausborgen“, die sie fast augenblicklich „zurückzahlen“, indem sie durch gegenseitige Vernichtung wieder von der Bildfläche verschwinden. Bei diesem Energieaustausch kann es zu Vakuumfluktuationen kommen, die, wenn sie stark genug sind, einen Urknall auslösen könnten - und zwar nicht nur einmal, sondern mehrmals und zu verschiedenen Anlässen.

All diese Szenarien sind weitgehend spekulativ, können jedoch mathematisch durchgerechnet werden. Sie scheinen auch für Philosophen überzeugend zu sein, die ihr Interesse ganz auf die Wahrscheinlichkeitsrechnung richten. Damit freilich würde das anthropische Prinzip bedeutungslos, sofern es dann nur noch dazu gut wäre, bei den Menschen ein wenig kosmische Ehrfurcht hervorzurufen. Für die Wahrscheinlichkeitsrechnung ist es ja keine Frage, dass es trotz der vielen Misserfolge zwangsläufig zu einer bestimmten Trefferquote kommen muss. Auch in einer Lotterie gibt es ja immer Gewinner, doch man muss nicht unbedingt dazugehören.

In Abwägung dieser Sachlage schreibt John Leslie: „Jene Lebewesen (die das große Los gezogen haben), haben zwar allen Grund, für ihr Glück dankbar zu sein, doch wenig Anlass, darüber in Staunen zu geraten.“<sup>21</sup> Diese Aussage offenbart auf der einen Seite einen gewissen Respekt vor den kosmischen Lebenskräften, auf der anderen Seite aber auch eine unterschwellige Resignation. Für Leslie reicht es aus, dass die Dinge sich so abspielen, wie sie es eben tun. Ihm reicht die reine Tatsächlichkeit der Vorgänge, um im Leben zurechtzukommen. Hier allerdings kommt die Abzweigung in den Blick, wo sich für die, die an einen persönlichen Gott glauben, die Wege trennen. Theologen wie Polkinghorne, Bar-

bour und Segundo kennen alle die neuesten Entwicklungen in der Astrophysik, sind aber zugleich bereit, den Zufallsfaktor anzuerkennen. Für sie ist der „Zufall“ nicht einfach ein Verhängnis, das schicksalhaft eintritt. Er ist vielmehr der „Brutkasten“ neuer Möglichkeiten, ohne die das Leben keine schöpferische Kraft hätte. Jedenfalls ist das die Lehre, die sie für ihr persönliches Leben aus dem Abenteuer kosmischer Abläufe ziehen.<sup>22</sup> Diese Abläufe halten den Sinn für das Wunder und die Ehrfurcht lebendig, aus dem heraus diese Theologen bekennen, dass der Gott, der alles neu macht (Offb 21,5), ganz tief in seiner Schöpfung engagiert ist.

<sup>1</sup> St. Hawking, Eine kurze Geschichte der Zeit. Die Suche nach der Urkraft des Universums, Reinbek 1988, 47.

<sup>2</sup> 1922 war es dem russischen Mathematiker A. Friedmann bereits gelungen, Einsteins Gravitationsgleichungen unter der Annahme zu lösen, dass das Universum sich ausdehne und es eine Anfangssingularität gegeben habe. Le Maître arbeitete unabhängig von ihm.

<sup>3</sup> St. Hawking, aaO. 57.

<sup>4</sup> AaO. 56.

<sup>5</sup> Was das Ende angeht, so gibt es drei Szenarien, die alle davon ausgehen, dass das Universum sich immer noch ausdehnt. Doch an einem kritischen Punkt ändert sich das: Das erste Modell eines geschlossenen Universums sagt voraus, dass auf die eindrucksvolle Expansion eine ebenso eindrucksvolle Kontraktion folgen werde. Im zweiten Modell des offenen Universums dehnt sich dieses so rasch aus, dass die Schwerkraft den Vorgang nicht anzuhalten vermag, obwohl sie ihn ein wenig verlangsamt. Das dritte ist das von Einstein/de Sitter: Hier dehnt sich das Universum gerade so rasch aus, dass eine Umkehr der Expansion in einen Kollaps vermieden wird.

<sup>6</sup> St. Weinberg, Die ersten drei Minuten. Der Ursprung des Universums, München 1992, 28; vgl. auch J.D. Barrow/J. Silk, Die linke Hand der Schöpfung. Der Ursprung des Universums (erg. und überarbeitet), Heidelberg/Berlin 1999.

<sup>7</sup> St. Hawking, aaO. 148.

<sup>8</sup> Die Anti-Materie, deren Existenz in der Natur noch nicht beobachtet wurde, wäre eine Art von Materie, die aus Anti-Teilchen besteht. Das Universum, wie wir es kennen, besteht aus Materie, obwohl eine andere Möglichkeit zu einem Universum geführt hätte, das aus Anti-Materie bestünde.

<sup>9</sup> Da Neutrinos mit ihrer Umgebung praktisch nicht interagieren, sind sie schwer zu beobachten; einige Naturwissenschaftler nehmen an, dass die nichtleuchtende dunkle Materie, die wahrscheinlich 90% der Masse des Universums ausmacht, aus Neutrinos besteht.

<sup>10</sup> St. Hawking, aaO. 150.

<sup>11</sup> Ausführlichere Angaben zur Entkoppelung der vier Grundkräfte finden sich bei J. Silk, The Big Bang, New York 1989, 137-149; deutsch: Der Urknall. Die Geburt des Universums, Basel/Berlin 1990; vgl. auch ders., Die Geschichte des Kosmos. Vom Urknall bis zum Universum der Zukunft, Berlin 1999, 82-83.

<sup>12</sup> St. Hawking, aaO. 150.

<sup>13</sup> AaO. 153.

<sup>14</sup> J. Polkinghorne, Quarks, Chaos, and Christianity, London 1994, 29.

<sup>15</sup> AaO. 28.

<sup>16</sup> AaO. 30-31.

<sup>17</sup> I. Barbour, Religion in an Age of Science, San Francisco 1990, 135 (mit Bezug auf St. Hawking, aaO. 155); vgl. auch J. Polkinghorne, Belief in God in an Age of Science, New Haven/London 1998.

<sup>18</sup> B. Carter, Large number coincidences and the anthropic principle in cosmology, in: M. Longair (Hg.), Confrontation of Cosmological Theories with Observation, Dordrecht 1974, 294.

<sup>19</sup> Vgl. J. Barrow/F. Tipler, The Anthropic Cosmological Principle, Oxford 1986, 108-109; vgl. auch J. Barrow/J. Silk, aaO. 265f; vgl. N.S. Hetherington (Hg.), Encyclopedia of Cosmology. Historical, Philosophical, and Scientific Foundations of Modern Cosmology, New York/London 1993, 11-14.

<sup>20</sup> Vgl. I. Barbour, aaO. 136-137.

<sup>21</sup> J. Leslie, Universes, London/New York 1989, 15.

<sup>22</sup> J. Polkinghorne, aaO. 39-40; I. Barbour, aaO. 173; J.L. Segundo, Que mundo? Que hombre? Que Dios?, Santander 1993, 419.

Aus dem Englischen übersetzt von Franz Schmalz

## Kreatianismus und Evolution

Willem B. Drees

Adam und Eva waren historische Gestalten: Dieser Ansicht sind - gemäß einer Untersuchung des Sociaal Cultureel Planbureau aus dem Jahre 1994 - 37% der niederländischen Bevölkerung. Übrigens sind nur 11% der Meinung, die Bibel sei als wörtliche Wahrheit zu nehmen; 47% halten sie für - in der Sprache ihrer Zeit - inspiriert, während die übrigen die Bibel für ein Buch von Menschen halten mit alten Fabeln, Legenden, Geschichten und moralischen Codes. Offensichtlich haben nicht alle, die Adam und Eva für historische Gestalten halten, die Neigung, das Buch Genesis wörtlich zu nehmen; manche ordnen sie in eine evolutionäre Weltanschauung ein.

In den Vereinigten Staaten von Amerika dagegen entschieden sich - gemäß einer Gallup-Umfrage im November 1991 - 47% für die Aussage, Gott habe den Menschen vor weniger als 10.000 Jahren in seiner heutigen Form geschaffen; 40% kombinierten eine langfristige Evolution mit dem Glauben an Gottes Führung. Offensichtlich steht beinahe die Hälfte der amerikanischen Bevölkerung kreatianistischen Auffassungen offen gegenüber. Die Anzahl der aktiven Kreatianisten ist natürlich viel begrenzter.