

HERBIG

Michael Odenwalds Universum

Antworten auf die
Rätsel des Alls



Michael Odenwalds
Universum

Michael Odenwalds Universum

Antworten auf die Rätsel des Alls

Herbig

Besuchen Sie uns im Internet unter:
www.herbig-verlag.de

© 2008 by F. A. Herbig
Verlagsbuchhandlung GmbH, München
Alle Rechte vorbehalten
Umschlaggestaltung: Wolfgang Heinzel
Umschlagmotiv: getty-images, München
Herstellung und Satz: VerlagsService Dr. Helmut Neuberger
& Karl Schaumann GmbH, Heimstetten
Gesetzt aus der 11,25/14,15 PunktMinion
Druck und Binden: GGP Media GmbH, Pößneck
Printed in Germany
ISBN 978-3-7766-2581-3

Inhalt

Vorwort	9
-------------------	---

Urknall	11
-------------------	----

- Was war vor dem Urknall? 11
- Lässt sich am Urknall noch zweifeln? 17
- Sind die Naturkonstanten gottgegeben? 25

Kosmologie	31
----------------------	----

- Ist unser Kosmos unendlich? 31
- Gibt es Paralleluniversen? 36
- Schöpfung ohne Ende 41
- Wohin steuert unser Universum? 47

Weltformel	53
----------------------	----

- Wird es je eine Weltformel geben? 53
- Warum ist die Stringtheorie revolutionär? 60

Quantentheorie	65
Im Universum regiert der Zufall - oder doch nicht? 65	
Wie entsteht Realität? 73	
Ist Beamen möglich? 79	
Was ist Licht? 85	
Was ist es, das die Welt im Innersten zusammenhält? 89	
 Gravitation	 93
Wie entstehen Gravitationskräfte? 93	
Welche Kräfte bremsen die Pioneer-Sonden ab? 99	
Woraus besteht ein Schwarzes Loch? 106	
 Zeit und Zeitreisen	 115
Was ist Zeit? 115	
Können Menschen durch die Zeit reisen? 122	
 Überlichtgeschwindigkeit	 131
Sind Reisen mit Überlichtgeschwindigkeit möglich? 131	
Wie die Natur ihr kosmisches Tempolimit überschreitet 137	

Vakuumenergie und kalte Fusion	143
Lässt sich aus dem Vakuum Energie gewinnen?	143
Gibt es freie Energie?	148
Liefert die kalte Fusion wirklich unendliche Energie?	153
Dunkle Energie und Dunkle Materie	159
Dunkle Energie - die treibende Kraft des Universums	159
Woraus besteht die Dunkle Materie?	165
Raumfahrt	171
Können Raumschiffe interstellare Distanzen überbrücken?	171
Was will der Mensch im All?	177
Sind fremde Planeten für Menschen dauerhaft bewohnbar?	183
Wie die <i>ISS</i> Einschläge kosmischer Geschosse übersteht	188
Außerirdische Zivilisationen	195
Können wir je erfahren, ob es Außerirdische gibt?	195
Wie Außerirdische aussehen würden	204
Gibt es den geheimnisvollen Planeten X wirklich?	210
Leben wir in der Matrix?	215

Kosmische Katastrophen. 221

 Können kosmische Katastrophen die Erde
 vernichten? 221

 Die Abwehr der Killer-Asteroiden 230

Himmelsphänomene. 239

 Der Stern von Bethlehem 239

 Beeinflusst der Mond den Menschen? 244

Register. 252

Vorwort

Wie entstand das Universum, und vor allem: warum? Was ist Zeit? Kann es schon etwas vor dem Urknall gegeben haben, eine Art Vorläufer-Universum vielleicht? Gibt es Leben auf anderen Planeten, und wie könnten die Geschöpfe dort aussehen? Ändert der Mensch das Klima tatsächlich, oder ist die treibende Kraft hinter der globalen Erwärmung nicht doch die Natur?

Fragen wie diese beschäftigen sehr viele Menschen. Als Wissenschaftsredakteur des Nachrichtenmagazins *Focus* wurde dies für mich immer wieder deutlich: Nach Beiträgen zu kosmologischen Themen, aber auch zum Klimawandel erreichten stets die meisten Leserbriefe die Redaktion.

Viele Leser stellten überdies vertiefende Fragen oder regten weitere Artikel zu diesen Themen an. Daraus erwuchs die Idee, solche Fragen und Anregungen thematisch zu bündeln und im Rahmen einer Serie von Kolumnen in der *online-Ausgabe* von *Focus* zu beantworten. Sie begann im Herbst 2006 unter dem Titel »*Odenwalds Universum*« und umfasste bei Drucklegung dieses Buches 90 Beiträge.

Im vorliegenden Band sind die Antworten zu den wichtigsten und interessantesten Fragen aus den Bereichen Kosmologie, Astro

neuesten Stand der Wissenschaft wiedergeben. In den Beiträgen werden bestimmte wissenschaftliche Sachverhalte und Theorien im Kontext der einzelnen Fragen mehrfach aufgegriffen. Deshalb war es unerlässlich, darin enthaltene Fachbegriffe, Daten und Fakten teilweise wiederholt im jeweiligen Zusammenhang zu erläutern. Der angenehme Nebeneffekt ist, dass sich das Blättern zu den Erklärungen in vorangehenden Texten erübrigt.

Heidelberg, im August 2008
Michael Odenwald

Urknall

Was war vor dem Urknall?

Die Frage führt nach heutigem Verständnis nicht nur an die Grenzen von Raum und Zeit, sondern noch darüber hinaus. Deshalb erklärten sich die Kosmologen bis vor Kurzem für die Suche nach Antworten als nicht zuständig. Am Rand des Universums, argumentierten sie, ende die Wissenschaft. Über alles, was darüber hinausgeht, könne man allenfalls spekulieren - oder das Feld den Theologen überlassen.

Diese Haltung hat sich in den letzten Jahren geändert. Neue kosmologische Modelle, die Entstehung, Struktur und Entwicklung des Universums erklären, verschoben die Grenzen unseres Wissens. Sie erlauben den Forschern auch einen - zumindest theoretischen - Blick über unser Universum hinaus und damit auch zurück in eine mögliche Zeit vor dem Urknall. In dieser Urexplosion entstanden nach konventioneller Lehrmeinung Raum, Zeit und Materie gleichzeitig. Diesem Gedanken zufolge konnte zuvor nichts Materielles existiert haben. »Zu fragen: Was war vor dem Beginn des Universums?«, sagte einmal der britische Physiker Stephen Hawking, »ist so sinnlos wie die Frage: Was ist nördlich vom Nordpol?« Im Urknall als dem Punkt Null der Schöpfung laufen die Forscher gleichsam an eine Wand. Sie bekommen es nämlich mit der sogenannten Urknall-Singularität zu tun. Diese ergibt sich aus der Relativitätstheorie, die beschreibt, wie sich das seit

dem Urknall auseinanderfliegende All durch das Wirken der Schwerkraft entwickelt. Lässt man den Film der Expansion rückwärts laufen, stürzt alle Materie (Sterne, Galaxien, Gaswolken) am Ende in einem winzigen Raumgebiet zusammen. Druck und damit die Temperatur steigen darin auf extreme Werte und gehen schließlich gegen unendlich. Diesen Zustand, der auch in Schwarzen Löchern herrscht, nennen die Physiker »Singularität«. Hätte es eine Welt vor dem Urknall gegeben, müsste diese Gluthölle jede Information darüber zerstört haben.

Unendliche Größen im Universum sind jedoch unphysikalisch und somit unsinnig. Deshalb versuchen die Astrophysiker, die Urknall-Singularität nach Möglichkeit zu umgehen. Einen ersten Versuch unternahmen die Bonner Astronomen Wolfgang Priester (er starb im Juli 2005) und Hans-Joachim Blome. Statt dem Urknall, sagen sie, habe es einen »Urschwung« gegeben. Ihr Modell beruht auf der Idee, dass es vor der Entstehung unseres Kosmos bereits ein anderes Universum gab. Es bestand ewig, enthielt aber keine Materie, sondern war einzig von Quantenfeldern erfüllt. Diese aber bestehen aus reiner Energie.

Doch auch Energie

dehnt und wieder schrumpft. Hat es die Durchgangsphase des Urschwungs durchlaufen, expandiert es so lange, bis die Schwerkraft seiner Massen die Ausdehnung bremst und schließlich umkehrt. Dann stürzt die Materie in einem Punkt zusammen und durchläuft den nächsten Urschwung. Diese Wiedergeburten des Alls könnte es schon seit ewiger Zeit geben.

Neuerdings versuchen einige Kosmologen, mithilfe der »Schleifen-Quantengravitation« einen Blick in die Zeit vor der Zeit zu erhaschen. Sie umschifft die Urknall-Singularität besonders elegant. Die Theorie entstand bei dem Versuch, die Relativitätstheorie mit der Quantentheorie zur »Quantengravitation« zu vereinigen. Dieses Formelwerk wäre die lange gesuchte »Weltformel«, die alle physikalischen Vorgänge im Kosmos beschreibt.

Der Schleifen-Quantengravitation zufolge setzt sich der Raum aus winzigen Quanten zusammen. Sie messen gerade eine Planck-Länge, das ist die kürzeste im Universum mögliche Entfernung. Sie beträgt 10^{33} (ein billionstel trilliardstel) Zentimeter. (Generell bezeichnet die sogenannte Planck-Skala, benannt nach dem deutschen Physiker Max Planck, die kürzestmöglichen Zeit

Auch in diesem Modell ist der Urknall nur ein Durchgangsstadium, in dem sich ein früherer Kosmos in unser All umwandelte. In diesem Spiegeluniversum könnte es Sterne und Galaxien gegeben haben - und vielleicht sogar Leben. Im Lauf der Äonen zog es sich durch die Gravitation seiner Massen zusammen, bis es die geringst mögliche Ausdehnung von eben einer Planck-Länge erreicht hatte. Seine Existenz endete in jenem Feuerball, der unseren Kosmos gebar.

Womöglich ist unser Universum jedoch nur eine Blase in einem unendlichen Netzwerk von Universen, dem sogenannten Multiversum. Dieses Bild skizziert der kanadische Astrophysiker Lee Smolin, ein Miterfinder der Schleifen-Quantengravitation. Sterbende Riesensterne, so seine Idee, könnten jeweils ein »Baby-Universum« erzeugen. Am Ende seines Daseins kollabiert ein massereicher Stern unter dem Einfluss seiner eigenen Schwerkraft. Der Zusammensturz endet in einem Schwarzen Loch. Die Materie darin schnurrt nach Smolins Berechnungen dabei auf ein Planck-Volumen zusammen. Dieser Prozess aber entspricht genau dem von der Schleifen-Quantengravitation beschriebenen Urschwung. Deshalb, so Smolin, entsteht jedes Mal, wenn irgendwo in den Tiefen des Alls eine Riesensonne kollabiert, ein neues Universum. Allein in unserer Milchstraße gibt es unzählige Schwarze Löcher. Träfe die Idee des Kanadiers zu

Anfang, aber keinen ersten Moment. Heute hingegen ist der Zeitpfeil gerichtet und verläuft von der Vergangenheit zur Zukunft.

In diesem Modell gleicht die Raumzeit einem Stamm, von dem ein Ast abzweigt und zur Wurzel des Stamms wird. Solche selbstbezüglichen Vorgänge hat der niederländische Künstler M. C. Escher in vielfältiger Weise gezeichnet. Gottes Zeitschleife maß gerade eine Planck-Länge und war mit Quantenfeldern angefüllt. Irgendwann gab es eine zufällige Quantenfluktuation, das heißt, ein Quantenfeld änderte sprunghaft seinen Energiewert. Die Schwankung unterbrach das endlose Kreisen der Zeit. In einem ersten Urknall sprang ein Kosmos in eine raumzeitliche Existenz, von dem sich weitere Universen - darunter auch unseres - abspalteten.

Dass unser All aus einem mit fluktuierenden Feldern angefüllten Raum hervorging, glaubt auch der Kosmologe Gerhard Börner vom Max-Planck-Institut für Astrophysik in Garching bei München. In diesem »Überraum«, so Börner, könnte es immer wieder durch Quantenfluktuationen zu lokalen Urknällen kommen. Die betroffenen Gebiete würden nach der Explosion rasch expandieren.

»Wie« der Schöpfung verstanden, bleibt noch die Frage, warum das Universum entstand. Sieht man vom Glauben an einen Schöpfergott ab (woher kommt übrigens er?), dürften wir spätestens da die endgültige Grenze der menschlichen Erkenntnisfähigkeit erreichen.

Lässt sich am Urknall noch zweifeln?

Den Urknall gab es mit Sicherheit. Das glauben jedenfalls die meisten Himmelsforscher. Dazu haben sie guten Grund: Anders als die meisten anderen kosmologischen Theorien ist die Urknall-Hypothese mit Daten unterfüttert. Sie wurden hauptsächlich mit drei unterschiedlichen Beobachtungsmethoden gewonnen. Das Modell einer heißen Urexplosion, aus der Raum, Zeit und Materie hervorgingen, ruht deshalb auf gleich drei Säulen.

In seinen Grundzügen entstand es bereits im frühen 20. Jahrhundert. Als Erster postulierte der russische Physiker Alexander Friedmann, dass das Universum einen Anfang gehabt haben musste. Er hatte sich mit den Feldgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie Albert Einsteins beschäftigt und bemerkte, dass sie einen Kosmos beschreiben, der - ausgehend von einem Anfangspunkt - ewig expandiert. Das war 1922. Einstein selbst ging demgegenüber von einem statischen, also unveränderlichen Universum aus, das seit ewiger Zeit existierte und weder Anfang noch Ende hatte.

Der belgische Priester und Physiker Georges Lemaitre führte ähnliche Studien durch. Im Jahr 1927 entdeckte er, dass sich aus seinen Berechnungen ein dynamisches Universum ergab, das sich ausdehnte. Lemaitre vertraute aber nicht nur seinen Form

flecken registrierte. Sie sollten sich später als eigenständige Galaxien entpuppen.

Sliphers Kollege Edwin Hubble ermittelte 1925 die Distanz zu dem bis dahin rätselhaften Nebel im Sternbild Andromeda. Zum Erstaunen des US-Forschers zeigte sich, dass dieser weit außerhalb unserer Milchstraße liegt. Später publizierte Hubble Entfernungsmessungen zu weiteren Galaxien, und 1929 fand er heraus, dass die Rotverschiebung ihres Lichts proportional zu ihrer Entfernung wächst. Damit war klar, dass die Galaxien weit entfernte Sternsysteme sind, die sich alle voneinander wegbewegen, ähnlich wie die Metallsplitter nach der Explosion einer Bombe. Die Theorie von der Expansion des Universums galt damit als bewiesen.

Nun verfolgte wiederum Georges Lemaitre die Bahnen der auseinanderstrebenden Galaxien mittels weiterer Berechnungen rückwärts. Dabei erkannte er, dass sie von einem einzigen Startpunkt aus davongeflogen sein mussten. Ihre Materie war folglich in diesem Punkt vereint. Lemaitre nannte die Materieballung, in der das Universum gleichsam mit einem einzigen Teilchen begann, das »Uratom«. Es war die erste eigentliche Urknall-Theorie. Dann aber war der logische Schluss, dass das All früher sehr viel

Kosmos fort. In einer 1948 veröffentlichten Arbeit sagten sie vorher, dass es eine Strahlung geben müsse, die das ganze Universum durchdringt, als eine Art Nachleuchten des »Urknall-Lichtblitzes«. Tatsächlich wurde diese Hintergrundstrahlung 1965 von Arno Penzias und Robert Woodrow per Zufall gefunden. Die beiden US-Physiker erhielten für ihre Entdeckung den Nobelpreis. Sie war eine grandiose Bestätigung der Theorie vom heißen Weltenbeginn.

Nun waren die ersten beiden Säulen als Basis der Urknall-Theorie errichtet, und bald kam eine dritte hinzu. George Gamow und auch andere Physiker erkannten, dass in der Urexplosion nur die Elemente Wasserstoff und Helium sowie Spuren von Lithium entstanden sein konnten. Ihr Modell sagte eine Zusammensetzung der Urmaterie aus 25 Prozent Helium und 75 Prozent Wasserstoff voraus (die schwereren Elemente stammen aus Fusionsreaktionen in Sternen und damit aus einer viel späteren kosmischen Epoche). Als durch astronomische Beobachtungen dieses Verhältnis der ersten Elemente in riesigen intergalaktischen Gaswolken nachgewiesen wurde, war der Triumph der Theorie von der Urexplosion komplett.

Gestützt wird sie auch von neueren Beobachtungen, insbesondere durch das Hubble-Weltraumteles

durchläuft offenbar seit Jahrmilliarden eine Evolution. Würde es schon ewig bestehen, müssten alle Galaxientypen in sämtlichen Epochen im gleichen Verhältnis nebeneinander vorliegen.

Kann man angesichts dieser Beweise, die sich so wunderbar schlüssig aneinanderfügen, an der Urknall-Theorie noch zweifeln? Jawohl, man kann. Ob die Zweifel berechtigt sind, ist eine andere Frage. Die meisten Urknall-Skeptiker sind Privatgelehrte, die sich eine eigene Kosmogonie (also einen Mythos von der Entstehung der Welt) zurechtlegen. Daneben glauben religiös motivierte Zweifler, Gott habe das Universum auf übernatürliche Weise geschaffen. Schließlich gibt es sehr vereinzelt auch gestandene Naturwissenschaftler, die nicht an den Weltenbeginn in der Urexplosion glauben.

Ihre Galionsfigur ist der britische Astronom Sir Fred Hoyle. Mit seinen Kollegen Thomas Gold und Hermann Bond setzte er Gamows Theorie eine konkurrierende Idee entgegen: die »Steady-State-Theorie« (englisch »*steady State*« = gleichbleibender Zustand). Zwar akzeptierte Hoyle, dass sich

seinen ehemaligen Schülern Jayant Narlikar und Geoffrey Burbidge entwarf er die »Quasi-Steady-State-Theorie«. Die Hintergrundstrahlung, meinte das Forschertrio, rühre von kleinen Eisennadeln her, die bei Supernova-Explosionen entstehen. Diese könnten die Infrarotstrahlung junger Sterne absorbieren und als Hintergrundstrahlung wieder aussenden. Nur konnte keine astronomische Beobachtung die Nadeln jemals nachweisen.

Im Jahr 1990 erweiterten Hoyle und seine Mitstreiter ihre Theorie erneut. Zuvor hatten Himmelsforscher überall im Kosmos Spuren heftiger Energieausbrüche gefunden. So schleudern viele Galaxien gewaltige Materieströme (sogenannte Jets) ins All. Aus dem Zentrum der elliptischen Riesengalaxie M87 etwa - sie ist ca. 50 Millionen Lichtjahre entfernt und die hellste Sterneninsel im Virgo-Galaxienhaufen - schießt ein 5000 Lichtjahre langer Jet. Laut Hoyle wird bei diesen Energieausbrüchen die Materie neu geschaffen, die die Massendichte im All auf dem stets gleichen Niveau halten soll. Diese Schwaden würden so zu Brutstätten für neue Galaxien.

Auch die groß

auseinandertreiben und so die Hohlräume und Massenverdichtungen erzeugen.

Daraus leitete Hoyle das Modell eines sich zyklisch erneuernden Universums ab. Die Mini-Urknälle, so seine Überlegung, beschleunigen die Ausdehnung des Alls. Dadurch wiederum verdünnt sich die Materie, sodass die Urknallrate sinkt. Nun wird die Expansion gebremst. Jetzt kann die Massendichte erneut ansteigen - der Zyklus beginnt von vorn. Seit einer Billion Jahren sollen auf diese Weise immer neue Explosionswellen das Universum erschüttern. Doch diese Schöpfungsakte müssten Strahlungsfelder erzeugen, die sich der Hintergrundstrahlung überlagern. In den Daten des Weltraumteleskops WMAP von der kosmischen Mikrowellenstrahlung findet sich jedoch kein solches Muster.

Der endgültige Test für die Theorie steht aber noch aus: Jede Urexplosion erzeugt auch Gravitationswellen. In einigen Jahren wird es Detektoren geben, die solche flüchtigen Störungen der Raumzeit messen können. Dann wird sich zeigen, ob es Hoyles Mini-Urknälle gibt oder - was wahrscheinlicher ist - eben nicht. Insgesamt arbeitete die Kosmologie also gegen das Steady-State-Modell, doch bis zu seinem Tod im

Ähnlich argumentierten auch andere Forscher, unter ihnen der englische Astronom Arthur Eddington. Der erklärte: »Die Idee eines plötzlichen Anfangs der gegenwärtigen Ordnung der Natur stößt mich philosophisch ab.«

Auch an der physikalischen Begründung der Urknall-Hypothese zweifelten einige Forscher. So glaubte der Schweizer Astronom Fritz Zwicky, die Rotverschiebung des Lichts ferner Galaxien werde nicht durch die kosmische Expansion verursacht, sondern durch die sogenannte Lichtermüdung. Lichtwellen, vermutete Zwicky, treten bei ihrer langen Reise durch die Raumzeit mit der Schwerkraft in Wechselwirkung. Durch diese »Gravitationsreibung« verlieren sie proportional zu der zurückgelegten Entfernung an Energie. Dabei werden sie immer langwelliger und verschieben sich in den roten und schließlich infraroten Bereich des Spektrums. Zwickys Idee stützte die Steady-State-Theorie zunächst. Heute ist sie indes überholt, denn als Ursache der Rotverschiebung erkannten die Kosmologen eindeutig die Ausdehnung des Universums. Neuerdings knüpfen einige Forscher wieder an Hoyles philosophisch begründete Ablehnung des Urknalls an. Zu ihnen zählt der Physik-Nobelpreisträger Robert Laughlin von der Stanford Universität. Zwar will

Daten des Weltraumteleskops WMAP zeigen, dass große Galaxienhaufen keine Spuren (»Schatten«) in der kosmischen Hintergrundstrahlung hinterlassen haben. Das aber müssten sie, wenn die gegenwärtigen Urknall-Theorien stimmen sollten. Galaxienhaufen, die näher an der Erde stehen, schirmen die Strahlung weiter entfernter Haufen ab, aus deren Richtung sollte die Strahlungsintensität folglich geringer sein. »Unter den 31 Galaxienhaufen, die wir untersucht haben, zeigten einige einen Schatteneffekt, andere zeigten ihn nicht«, sagt Studienleiter Dr. Richard Lieu von der Universität von Alabama in Huntsville. Eine konventionelle Erklärung für das Phänomen steht noch aus.

Unterm Strich aber, so lässt sich festhalten, hat die Urknall-Theorie keinen ernsthaften Rivalen. Damit bleibt es bis auf Weiteres bei dem Modell, demzufolge Zeit, Raum und Materie vor 13,7 Milliarden Jahren gemeinsam aus einer ursprünglichen Singularität heraus entstanden. Nur: Was den Anstoß für die Urexplosion gab, ist nach wie vor das größte Mysterium für die Menschheit, das die Wissenschaft bislang nicht einmal annähernd zu erklären vermag.

Sind die Naturkonstanten gottgegeben?

Warum gibt es etwas und nicht nichts? Und: Warum sind wir, die Menschen, hier? Darüber grübeln Philosophen und Naturforscher schon seit der Antike. Endgültige Antworten hat noch niemand gefunden. Doch immerhin ermöglichen physikalische Theorien eine Annäherung an diese Mysterien. Unsere Existenz verdanken wir dem unglaublich fein abgestimmten Zusammenspiel der Naturkräfte und Naturkonstanten. Ihre Werte wurden im Augenblick des Urknalls festgelegt, seither bestimmen sie die Entwicklung des Kosmos. Ihr Zusammenwirken ließ das All so werden, wie wir es kennen. Wären sie nur geringfügig anders beschaffen, würde das Universum völlig anders aussehen. Lebewesen, die Planeten, auf denen sie existieren, und die Sonnen, um die diese Trabanten kreisen, würde es nicht darin geben.

Dies lässt sich am Beispiel der »Starken Kraft« illustrieren. Sie hält die Atomkerne zusammen. Wäre sie nur um wenige Prozent stärker, gäbe es keinen Wasserstoff mehr im All: Alle Wasserstoffatome, die im Urknall entstanden, wären nach kurzer Zeit zu Helium verschmolzen. Bei einem geringeren Wert hätten sich hingegen nie Atome bilden können. In beiden Fällen würde es keine Sterne geben und damit keine schwereren Elemente wie den Lebensgrundbaustein Kohlenstoff. Denn massereiche Atome werden in den Sternen aus

dieser Landschaft der Universen gibt es nur wenige, in denen lebensfreundliche Konstanten realisiert sind. Dazu zählt unseres, und womöglich ist es sogar das Einzige. Das anthropische Prinzip wäre damit erfüllt, weil wir nur hier, in dem für uns maßgeschneiderten All, existieren können und sonst nirgends. Einige dieser fremden Räume könnten allerdings von exotischen Lebensformen bevölkert sein. Der Fantasie sind dabei keine Grenzen gesetzt. So glauben manche Forscher, dass es Lebewesen geben könnte, die aus magnetisch zusammengehaltenen Plasmawolken oder noch fremdartigeren Gebilden bestehen. Vielleicht besteht das Multiversum auch aus einem unendlichen Netz verzweigter Universen, die unentwegt durch quantenphysikalische Prozesse auseinander hervorgehen.

Die Frage, warum wir hier sind, wäre damit beantwortet: Das Universum hat uns gewissermaßen eingeladen und für unseren Auftritt die Bühne bereitet. Die wohl noch wichtigere Frage, warum es überhaupt etwas gibt, bleibt aber offen. Träfe die Idee mit einer unendlichen Abfolge von Kosmen zu, die sich fortpflanzen, würde das Problem nur zurückgereicht in einen Urkosmos - oder in die Ewigkeit. Dann aber würden wir nie erfahren, woher das Universum kommt und warum es entstand.

Kosmologie

Ist unser Kosmos unendlich?

Die wahre Größe des Universums kennt niemand. Es könnte endlich sein, aber auch unendlich. Dennoch versuchen die Kosmologen einige Annäherungen an die Frage. Ihr Ausgangspunkt ist das für uns beobachtbare All. Dessen Größe wird von seinem Alter, der Lichtgeschwindigkeit und der Expansion des Universums bestimmt. Nach neuesten Erkenntnissen der Forscher ereignete sich der Urknall vor 13,7 Milliarden Jahren. Folglich sind für uns nur jene Bereiche des Kosmos sichtbar, deren Licht uns in der seit dem Urknall vergangenen Zeit erreichen konnte. Diese kosmische Region entspricht einer Kugel mit einem Radius von 13,7 Milliarden Lichtjahren. In dieser Distanz liegt der »kosmische Horizont«, hinter den die Astronomen nicht blicken können. Das Universum ist aber mit ziemlicher Sicherheit deutlich größer. Denn die kosmische Expansion dehnte den Raum in dieser Zeit zusätzlich. Ihre Ursache ist die im Urknall freigesetzte Energie, die den Raum auseinandertreibt.

Von dem expandierenden Raum werden die Galaxien mitgetragen wie Rosinen in einem aufgehenden Teig. Dies bedeutet aber, dass das von ihnen ausgesandte Licht die Ausdehnung des Raums mitmacht. Deshalb legt ein Lichtteilchen (Photon) eine größere

Modelle zutreffend ist. So könnten genauere Messungen der kosmischen Mikrowellen Strahlung tatsächlich Auskunft über die Topologie unseres Universums geben, und damit auch über seine Größe. Auch wenn sich dabei herausstellt, dass unser All klein und endlich ist, gibt es eine gute Nachricht: Das Hubble-Volumen, unsere kosmische Heimat, wird pro Jahr um ein Lichtjahr größer.

Gibt es Paralleluniversen?

Stephen Hawking, der gelähmte britische Physiker von Weltrang, ist durch ein Nervenleiden an den Rollstuhl gefesselt. Seine Behinderung konnte ihn aber nicht von amorösen Ideen abhalten. So spielte er einmal als Gaststar in einer Episode der Science-Fiction-Serie »*Star Trek*« mit. Gemäß dem Drehbuch musste er dabei mit seinen großen Vorgängern Isaac Newton und Albert Einstein sowie der »*Star Trek*«-Figur Commander Data pokern. Später ließ Hawking Marilyn Monroe so in ein Szenenfoto montieren, dass sie ihm auf dem Schoß sitzt.

In einem Interview darauf angesprochen, erklärte Hawking, es sei durchaus denkbar, dass diese Szene zur Realität geworden sei oder noch werde. Denn einigen physikalischen Theorien zufolge sei jeder erdenkliche Verlauf der Geschichte möglich, nur spiele sich jede Version davon in einem eigenen Universum ab. So könne es einen Kosmos geben, in dem er nicht nur Newton und Einstein beim Pokern Geld abknöpfte, sondern Marilyn auch heiratete. In einem weiteren Parallelraum mit einem anderen Geschichtsverlauf nehme er stattdessen Cleopatra zur Frau.

Weil auch im Hyperraum Vakuumenergie existiert, könnten dort fortwährend neue Kosmen wie aus dem Nichts entstehen. In jedem von ihnen würden eigene physikalische Gesetze herrschen. Eine solche Quanten Schöpfung gleicht der Bildung von Dampfblasen in kochendem Wasser. Manche fallen wieder in sich zusammen, andere expandieren, wie es bei unserem Heimatuniversum geschah. Wir können die Paralleluniversen zwar nicht sehen, da Licht die kosmischen Blasen nicht verlassen kann. Fühlbar aber wären sie durch ihre Schwerkraft, die in unser All hineinwirkt. Möglicherweise lässt sich dadurch die Theorie eines Tages überprüfen.

Das fantastische Panoptikum der Everettschen Vielwelten-Theorie wird sich dagegen vermutlich niemals überprüfen lassen, ebenso wenig Hawkings Quantenschaum, der Baby-Kosmen gebiert. Die möglichen Realitäten außerhalb unseres Kosmos bleiben uns deshalb wohl auf ewig verborgen. Stephen Hawking wird also nie erfahren, ob er irgendwo da draußen seine Marilyn gekriegt hat.

Quantenmechanik unterliegen. Diese müssten also schon vor dem Kosmos »da« gewesen ein. Könnten sie folglich eine unabhängige, eigene Existenz besitzen, in Form reiner Mathematik? Mathematik aber, so Vilenkin, werde über den Geist vermittelt. »Bedeutet dies, dass vor dem Universum der Geist steht?«, fragt er sich. Zwar könne eine Erschaffung der Welt aus dem Nichts einen Schöpfer von der Bildfläche verdrängen. Doch weil diese letzte Frage noch ungelöst ist, spottet Vilenkin, sei dessen Arbeitsplatz nicht unmittelbar gefährdet.

sich die Planeten von der Sonne. Schließlich - 30 Minuten vor dem Ende - explodiert die Erde. In den letzten Sekundenbruchteilen zerfetzt der rasend expandierende Raum die Atome. Sekundenbruchteile später wird die Struktur der Raumzeit selbst zerrissen - der Kosmos hört auf zu existieren. Er geht in eine Singularität über, in einen ähnlichen Zustand also, wie er auch vor dem Urknall geherrscht haben könnte. Dann hätte sich der kosmische Kreis geschlossen.

Vermutlich bleibt unserem All diese Apokalypse aber erspart. Neueste Beobachtungen zeigen, dass die Zunahme seiner Expansionsgeschwindigkeit am ehesten mit der Kosmologischen Konstante übereinstimmt. Blicke es dabei, würde Einsteins Relativitätstheorie wieder einmal glänzend bestätigt. Andererseits wissen die Kosmologen nun immer noch nicht, welches Ende dem Universum blüht - ob Feuer oder Eis.

den. Im Jahr 2001 erklärte er, er glaube immer noch, die Formel sei bis zum Ende des Jahrhunderts gefunden, nur diesmal eben Ende des 21. Jahrhunderts. Dann aber gab Hawking diese Hoffnung auf. Der Grund: Er hatte Gödels Unvollständigkeitssatz eingehend studiert. In einem legendären Vortrag, gehalten im März 2003 an der *Texas A&M University*, bekannte er: »Manche Leute werden enttäuscht sein, wenn es keine endgültige Theorie gibt, die mit einer endlichen Zahl von Prinzipien formuliert werden kann. Ich gehörte in dieses Lager, aber ich habe meine Meinung geändert. Jetzt bin ich froh, dass unsere Suche nach Erkenntnis nie enden wird und wir stets die Herausforderung zu neuen Entdeckungen haben.«

