

Existiert das Multiversum wirklich?

Von George F. R. Ellis

Quelle: G. F. R. Ellis, "Does the Multiverse Really Exist?", *Scientific American*, Bd. 305, Nr. 2 (August 2011), S. 38–43. DOI: 10.1038/scientificamerican0811-38. Deutsche Übersetzung; das Original ist urheberrechtlich geschützt (© Scientific American / Springer Nature).

Über den Autor: George F. R. Ellis ist Kosmologe und emeritierter Professor für Mathematik an der University of Cape Town (Südafrika), einer der führenden Experten für Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie und Ko-Autor (mit Stephen Hawking) von "The Large Scale Structure of Space-Time" (Cambridge University Press, 1975).

Das Wort „Multiversum“ hat verschiedene Bedeutungen. Astronomen können bis zu einer Entfernung von etwa 42 Milliarden Lichtjahren hinausblicken – unser kosmischer Sichtshorizont. Wir haben keinen Grund zu vermuten, dass das Universum dort endet. Jenseits davon könnten viele – sogar unendlich viele – Bereiche liegen, die dem ähneln, was wir sehen. Jeder hat eine andere anfängliche Materieverteilung, aber in allen gelten dieselben physikalischen Gesetze. Fast alle Kosmologen heute (mich eingeschlossen) akzeptieren diese Art von Multiversum, die Max Tegmark „Level 1“ nennt. Doch manche gehen weiter. Sie schlagen völlig andere Arten von Universen vor, mit anderer Physik, anderen Geschichten, vielleicht einer anderen Anzahl räumlicher Dimensionen. Die meisten werden steril sein, einige aber werden von Leben wimmeln. Ein Hauptvertreter dieses „Level-2“-Multiversums ist Alexander Vilenkin, der ein dramatisches Bild zeichnet: eine unendliche Menge von Universen mit einer unendlichen Zahl von Galaxien, einer unendlichen Zahl von Planeten und einer unendlichen Zahl von Menschen mit Ihrem Namen, die diesen Artikel lesen.

Ähnliche Behauptungen wurden seit der Antike in vielen Kulturen aufgestellt. Neu ist die Behauptung, das Multiversum sei eine wissenschaftliche Theorie – mit allem, was das im Hinblick auf mathematische Strenge und experimentelle Überprüfbarkeit bedeutet. Ich bin skeptisch gegenüber diesem Anspruch. Ich glaube nicht, dass die Existenz dieser anderen Universen bewiesen wurde – oder jemals bewiesen werden könnte. Die Befürworter des Multiversums erweitern nicht nur unsere Vorstellung von der physikalischen Realität erheblich, sie definieren implizit auch neu, was mit „Wissenschaft“ gemeint ist.

Jenseits des Horizonts

Wer einer weiten Auffassung des Multiversums anhängt, hat verschiedene Vorschläge dafür, wie eine solche Vervielfältigung von Universen entstehen könnte und wo sie sich alle befinden würden. Sie könnten in Raumregionen weit jenseits unserer eigenen liegen, wie es das Modell der chaotischen Inflation von Alan H. Guth, Andrei Linde und anderen vorsieht [siehe „The Self-Reproducing Inflationary Universe“ von Andrei Linde; *Scientific American*, November 1994]. Sie könnten zu verschiedenen Epochen der Zeit existieren, wie im Modell des zyklischen Universums von Paul J. Steinhardt und Neil Turok vorgeschlagen [siehe „The Myth of the Beginning of Time“ von Gabriele Veneziano; *Scientific American*, Mai 2004]. Sie könnten im selben Raum existieren wie wir, aber in einem anderen Zweig der quantenmechanischen Wellenfunktion, wie von David Deutsch vertreten [siehe „The Quantum Physics of Time Travel“ von David Deutsch und Michael Lockwood; *Scientific American*, März 1994]. Sie könnten auch gar keinen Ort haben und vollständig von unserer Raumzeit entkoppelt sein, wie von Tegmark

und Dennis Sciama vorgeschlagen [siehe „Parallel Universes“ von Max Tegmark; Scientific American, Mai 2003].

Von diesen Optionen ist die chaotische Inflation die am weitesten akzeptierte, und auf sie werde ich mich konzentrieren; die meisten meiner Bemerkungen gelten jedoch ebenso für alle anderen Vorschläge. Die Idee ist, dass der Raum im Großen eine ewig expandierende Leere ist, in der Quanteneffekte fortwährend neue Universen hervorbringen, wie ein Kind, das Seifenblasen bläst. Das Konzept der Inflation geht auf die 1980er Jahre zurück, und Physiker haben es auf Grundlage ihrer umfassendsten Naturtheorie ausgearbeitet: der Stringtheorie. Die Stringtheorie erlaubt es, dass die Blasen sehr unterschiedlich aussehen. Im Endeffekt beginnt jede ihr Dasein nicht nur mit einer zufälligen Verteilung von Materie, sondern auch mit zufälligen Arten von Materie. Unser Universum enthält Teilchen wie Elektronen und Quarks, die über Kräfte wie den Elektromagnetismus wechselwirken; andere Universen könnten ganz andere Arten von Teilchen und Kräften haben – das heißt, andere lokale physikalische Gesetze. Die Gesamtheit der erlaubten lokalen Gesetze wird als die Landschaft (landscape) bezeichnet. In manchen Interpretationen der Stringtheorie ist die Landschaft immens, was eine enorme Vielfalt an Universen gewährleistet.

Viele Physiker, die vom Multiversum sprechen, insbesondere Befürworter der String-Landschaft, interessieren sich nicht sonderlich für Paralleluniversen an sich. Für sie sind Einwände gegen das Multiversum als Konzept unwichtig. Ihre Theorien stehen oder fallen mit ihrer inneren Konsistenz und, so hofft man, mit einer letztendlichen Überprüfung im Labor. Sie setzen einen Multiversum-Kontext für ihre Theorien voraus, ohne sich darum zu kümmern, wie er zustande kommt – was aber genau das ist, was Kosmologen beschäftigt.

Für einen Kosmologen besteht das Grundproblem aller Multiversum-Vorschläge in der Existenz eines kosmischen Sichthorizonts. Der Horizont ist die Grenze dessen, wie weit wir sehen können, weil Signale, die sich mit (endlicher) Lichtgeschwindigkeit auf uns zubewegen, seit dem Beginn des Universums nicht genug Zeit hatten, uns von weiter draußen zu erreichen. Alle Paralleluniversen liegen außerhalb unseres Horizonts und bleiben jenseits unserer Sichtmöglichkeiten – jetzt und für immer, gleichgültig, wie sich die Technologie entwickelt. Tatsächlich sind sie zu weit entfernt, um überhaupt jemals irgendeinen Einfluss auf unser Universum gehabt zu haben. Deshalb kann keine der Behauptungen der Multiversum-Enthusiasten direkt belegt werden.

Die Befürworter sagen uns, wir könnten in groben Zügen angeben, was in 1000-facher Entfernung unseres kosmischen Horizonts geschieht, in 10^{100} -facher, in $10^{1.000.000}$ -facher, bis ins Unendliche – alles aus Daten, die wir innerhalb des Horizonts gewinnen. Das ist eine Extrapolation außergewöhnlicher Art. Vielleicht schließt sich das Universum auf sehr großen Skalen, und es gibt dort draußen keine Unendlichkeit. Vielleicht endet alle Materie des Universums irgendwo, und danach folgt für immer leerer Raum. Vielleicht enden Raum und Zeit an einer Singularität, die das Universum begrenzt. Wir wissen schlicht nicht, was tatsächlich geschieht, denn wir haben keine Informationen über diese Regionen und werden nie welche haben.

Sieben fragwürdige Argumente

Die meisten Multiversum-Befürworter sind sorgfältige Wissenschaftler, die sich dieses Problems durchaus bewusst sind, aber meinen, wir könnten dennoch begründete Vermutungen

darüber anstellen, was dort draußen vor sich geht. Ihre Argumente lassen sich in sieben große Kategorien einteilen, von denen jede in Schwierigkeiten gerät.

Der Raum hat kein Ende. Kaum jemand bestreitet, dass sich der Raum über unseren kosmischen Horizont hinaus erstreckt und dass jenseits des Sichtbaren viele weitere Bereiche liegen. Wenn diese begrenzte Art von Multiversum existiert, können wir das, was wir sehen, auf Bereiche jenseits des Horizonts extrapolieren – mit zunehmender Unsicherheit für die weiter entfernten Regionen. Es ist dann leicht, sich noch ausgefeiltere Arten von Variation vorzustellen, einschließlich alternativer Physik dort, wo wir nicht hinsehen können. Das Problem mit dieser Art von Extrapolation vom Bekannten ins Unbekannte ist jedoch, dass einem niemand das Gegenteil beweisen kann. Wie sollen Wissenschaftler entscheiden, ob ihr Bild einer unbeobachtbaren Region der Raumzeit eine vernünftige oder eine unvernünftige Extrapolation dessen ist, was wir sehen? Könnten andere Universen andere anfängliche Materieverteilungen haben, oder könnten sie auch andere Werte fundamentaler physikalischer Konstanten aufweisen, etwa derjenigen, die die Stärke der Kernkräfte festlegen? Man kann beides bekommen – je nachdem, was man annimmt.

Die bekannte Physik sagt andere Bereiche voraus. Vorgeschlagene vereinheitlichte Theorien sagen Entitäten wie Skalarfelder voraus – hypothetische Verwandte anderer raumfüllender Felder wie des Magnetfelds. Solche Felder sollen die kosmische Inflation antreiben und Universen ad infinitum erzeugen. Diese Theorien sind theoretisch gut fundiert, aber die Natur der hypothetischen Felder ist unbekannt, und Experimentatoren haben ihre Existenz noch nicht nachgewiesen, geschweige denn ihre vermuteten Eigenschaften gemessen. Entscheidend ist: Physiker haben nicht belegt, dass die Dynamik dieser Felder dazu führen würde, dass in verschiedenen Blasenuniversen unterschiedliche physikalische Gesetze gelten.

Die Theorie, die eine Unendlichkeit von Universen vorhersagt, besteht einen zentralen Beobachtungstest. Die kosmische Mikrowellenhintergrundstrahlung zeigt, wie das Universum am Ende seiner heißen frühen Expansionsära aussah. Muster darin legen nahe, dass unser Universum tatsächlich eine Inflationsphase durchlaufen hat. Aber nicht alle Arten von Inflation dauern ewig an und erzeugen eine unendliche Zahl von Blasenuniversen. Die Beobachtungen zeichnen die erforderliche Art von Inflation nicht gegenüber anderen Arten aus. Manche Kosmologen wie Steinhardt argumentieren sogar, ewige Inflation hätte zu anderen Mustern in der Hintergrundstrahlung geführt, als wir sie sehen [siehe „The Inflation Debate“ von Paul J. Steinhardt; Scientific American, April]. Linde und andere widersprechen. Wer hat recht? Das hängt ganz davon ab, was man über die Physik des Inflationsfeldes annimmt.

Die fundamentalen Konstanten sind fein auf Leben abgestimmt. Eine bemerkenswerte Tatsache über unser Universum ist, dass die physikalischen Konstanten genau die richtigen Werte haben, um komplexe Strukturen zu ermöglichen, einschließlich Lebewesen. Steven Weinberg, Martin Rees, Leonard Susskind und andere behaupten, ein exotisches Multiversum liefere eine elegante Erklärung für diesen scheinbaren Zufall: Wenn in einer hinreichend großen Sammlung von Universen alle möglichen Werte vorkommen, dann finden sich irgendwo sicher auch lebensfreundliche. Diese Argumentation wurde insbesondere auf die Erklärung der Dichte der Dunklen Energie angewandt, die die Expansion des Universums heute beschleunigt. Ich stimme zu, dass das Multiversum eine mögliche gültige Erklärung für den Wert dieser Dichte ist; man kann argumentieren, dass es die einzige wissenschaftlich fundierte Option ist, die wir derzeit haben. Aber wir haben keine Hoffnung, sie durch Beobachtungen zu

testen. Zudem nehmen die meisten Analysen dieser Frage an, dass die Grundgleichungen der Physik überall dieselben sind und sich nur die Konstanten unterscheiden – doch wenn man das Multiversum ernst nimmt, muss das keineswegs so sein [siehe „Looking for Life in the Multiverse“ von Alejandro Jenkins und Gilad Perez; Scientific American, Januar 2010].

Die fundamentalen Konstanten entsprechen den Vorhersagen des Multiversums. Dieses Argument verfeinert das vorige, indem es nahelegt, dass das Universum nicht feiner auf Leben abgestimmt ist, als es unbedingt sein muss. Die Befürworter haben die Wahrscheinlichkeiten verschiedener Werte der Dichte der Dunklen Energie abgeschätzt. Je höher der Wert, desto wahrscheinlicher ist er – aber desto lebensfeindlicher wäre das Universum. Der von uns beobachtete Wert sollte gerade an der Grenze zur Unbewohnbarkeit liegen, und das scheint er tatsächlich zu tun. Das Argument scheitert jedoch daran, dass wir kein Wahrscheinlichkeitsargument anwenden können, wenn es kein Multiversum gibt, auf das sich der Wahrscheinlichkeitsbegriff anwenden ließe. Dieses Argument setzt also das gewünschte Ergebnis voraus, bevor es beginnt; es ist schlicht nicht anwendbar, wenn nur ein einziges physikalisch existierendes Universum vorliegt. Die Wahrscheinlichkeit ist ein Prüfstein für die Konsistenz des Multiversum-Vorschlags, kein Beweis seiner Existenz.

Die Stringtheorie sagt eine Vielfalt von Universen voraus. Die Stringtheorie hat sich von einer Theorie, die alles erklärt, zu einer Theorie entwickelt, in der fast alles möglich ist. In ihrer gegenwärtigen Form sagt sie voraus, dass viele wesentliche Eigenschaften unseres Universums reiner Zufall sind. Wenn das Universum einzigartig ist, erscheinen diese Eigenschaften unerklärlich. Wie können wir zum Beispiel verstehen, dass die Physik genau jene hochgradig eingeschränkten Eigenschaften besitzt, die Leben ermöglichen? Ist das Universum eines von vielen, ergeben diese Eigenschaften vollkommen Sinn. Nichts hat sie ausgezeichnet; sie sind einfach diejenigen, die in unserer Region des Raums entstanden sind. Hätten wir anderswo gelebt, hätten wir andere Eigenschaften beobachtet – sofern wir dort überhaupt existieren könnten (an den meisten Orten wäre Leben unmöglich). Aber die Stringtheorie ist keine erprobte und bewährte Theorie; sie ist nicht einmal eine vollständige Theorie. Hätten wir einen Beweis für die Richtigkeit der Stringtheorie, könnten ihre theoretischen Vorhersagen ein legitimes, experimentell gestütztes Argument für ein Multiversum sein. Einen solchen Beweis haben wir nicht.

Alles, was geschehen kann, geschieht. Auf der Suche nach einer Erklärung, warum die Natur bestimmten Gesetzen gehorcht und nicht anderen, haben einige Physiker und Philosophen spekuliert, die Natur habe eine solche Wahl nie getroffen: Alle denkbaren Gesetze gelten irgendwo. Die Idee ist teilweise von der Quantenmechanik inspiriert, die – wie Murray Gell-Mann es denkwürdig formulierte – besagt, dass alles, was nicht verboten ist, verpflichtend ist. Ein Teilchen nimmt alle Wege, die es nehmen kann, und was wir sehen, ist das gewichtete Mittel all dieser Möglichkeiten. Vielleicht gilt dasselbe für das gesamte Universum, was ein Multiversum implizieren würde. Aber Astronomen haben nicht die geringste Chance, diese Vielfalt an Möglichkeiten zu beobachten. Wir können nicht einmal wissen, was die Möglichkeiten überhaupt sind. Wir können diesem Vorschlag nur angesichts irgendeines unüberprüfbaren Ordnungsprinzips oder Rahmens Sinn abgewinnen, der entscheidet, was erlaubt ist und was nicht – zum Beispiel, dass alle möglichen mathematischen Strukturen in irgendeinem physikalischen Bereich verwirklicht sein müssen (wie von Tegmark vorgeschlagen). Aber wir haben keine Vorstellung davon, welche Arten von Existenz dieses Prinzip mit sich bringt, abgesehen davon, dass es notwendigerweise die Welt einschließen

muss, die wir um uns herum sehen. Und wir haben keinerlei Möglichkeit, die Existenz oder Natur eines solchen Ordnungsprinzips zu überprüfen. Es ist in mancher Hinsicht ein attraktiver Gedanke, aber seine vorgeschlagene Anwendung auf die Realität ist reine Spekulation.

Abwesenheit von Belegen

Obwohl die theoretischen Argumente nicht ausreichen, haben Kosmologen auch verschiedene empirische Tests für Paralleluniversen vorgeschlagen. Die kosmische Mikrowellenhintergrundstrahlung könnte Spuren anderer Blasenuniversen tragen, wenn zum Beispiel unser Universum jemals mit einer anderen Blase kollidiert wäre, wie sie das Szenario der chaotischen Inflation impliziert. Die Hintergrundstrahlung könnte auch Überreste von Universen enthalten, die vor dem Urknall in einem endlosen Zyklus von Universen existierten. Dies wären in der Tat Wege, echte Belege für andere Universen zu erhalten. Einige Kosmologen haben sogar behauptet, solche Überreste zu sehen. Die Beobachtungsbehauptungen sind jedoch stark umstritten, und viele der hypothetisch möglichen Multiversen würden gar nicht zu solchen Belegen führen. Beobachter können auf diese Weise also nur bestimmte Klassen von Multiversum-Modellen testen.

Ein zweiter Beobachtungstest ist die Suche nach Variationen einer oder mehrerer fundamentaler Konstanten, die die Annahme stützen würden, dass die physikalischen Gesetze doch nicht so unveränderlich sind. Einige Astronomen behaupten, solche Variationen gefunden zu haben [siehe „Inconstant Constants“ von John D. Barrow und John K. Webb; *Scientific American*, Juni 2005]. Die meisten halten die Belege jedoch für zweifelhaft.

Ein dritter Test ist die Messung der Form des beobachtbaren Universums: Ist es sphärisch (positiv gekrümmt), hyperbolisch (negativ gekrümmt) oder „flach“ (ungekrümmt)? Multiversum-Szenarien sagen im Allgemeinen voraus, dass das Universum nicht sphärisch ist, weil sich eine Sphäre in sich selbst schließt und damit nur ein endliches Volumen zulässt. Leider ist dieser Test nicht eindeutig. Das Universum jenseits unseres Horizonts könnte eine andere Form haben als der beobachtete Teil; zudem schließen nicht alle Multiversum-Theorien eine sphärische Geometrie aus.

Ein besserer Test ist die Topologie des Universums: Windet es sich in sich zurück wie ein Donut oder eine Brezel? Wenn ja, wäre es endlich groß, was die meisten Versionen der Inflation und insbesondere Multiversum-Szenarien auf Basis chaotischer Inflation definitiv widerlegen würde. Eine solche Form würde wiederkehrende Muster am Himmel erzeugen, etwa riesige Kreise in der kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung [siehe „Is Space Finite?“ von Jean-Pierre Luminet, Glenn D. Starkman und Jeffrey R. Weeks; *Scientific American*, April 1999]. Beobachter haben nach solchen Mustern gesucht und keine gefunden. Dieses Nullresultat kann jedoch nicht als Punkt zugunsten des Multiversums gewertet werden.

Schließlich könnten Physiker hoffen, einige der Theorien, die ein Multiversum vorhersagen, zu beweisen oder zu widerlegen. Sie könnten Beobachtungsbelege gegen chaotische Versionen der Inflation finden oder eine mathematische oder empirische Inkonsistenz entdecken, die sie zwingt, die Landschaft der Stringtheorie aufzugeben. Ein solches Szenario würde einen Großteil der Motivation für die Multiversum-Idee untergraben, das Konzept aber nicht gänzlich ausschließen.

Zu viel Spielraum

Alles in allem ist die Beweislage für das Multiversum nicht schlüssig. Der Grundgrund dafür ist die extreme Flexibilität des Vorschlags: Er ist eher ein Konzept als eine wohldefinierte Theorie. Die meisten Vorschläge sind ein Flickwerk verschiedener Ideen und kein kohärentes Ganzes. Der grundlegende Mechanismus der ewigen Inflation bewirkt für sich genommen nicht, dass die Physik in jedem Bereich eines Multiversums anders ist; dafür muss er an eine weitere spekulative Theorie gekoppelt werden. Zwar lassen sich beide zusammenfügen, aber daran ist nichts zwangsläufig.

Der entscheidende Schritt bei der Rechtfertigung eines Multiversums ist die Extrapolation vom Bekannten ins Unbekannte, vom Testbaren ins Untestbare. Man erhält unterschiedliche Antworten, je nachdem, was man zu extrapolieren wählt. Weil Theorien mit einem Multiversum nahezu alles erklären können, lässt sich jede Beobachtung durch irgendeine Multiversum-Variante unterbringen. Die verschiedenen „Beweise“ laufen im Endeffekt auf den Vorschlag hinaus, wir sollten eine theoretische Erklärung akzeptieren, statt auf beobachtungsbasierter Überprüfung zu bestehen. Aber eine solche Überprüfung war bislang die zentrale Anforderung des wissenschaftlichen Unterfangens, und wir geben sie auf eigene Gefahr auf. Wenn wir die Anforderung solider Daten abschwächen, schwächen wir den Kerngrund für den Erfolg der Wissenschaft in den vergangenen Jahrhunderten.

Nun ist es wahr, dass eine zufriedenstellende vereinheitlichende Erklärung eines Phänomenbereichs mehr Gewicht hat als ein Sammelsurium separater Argumente für dieselben Phänomene. Wenn die vereinheitlichende Erklärung die Existenz unbeobachtbarer Entitäten wie Paralleluniversen voraussetzt, könnten wir uns durchaus genötigt fühlen, diese Entitäten zu akzeptieren. Eine Schlüsselfrage ist dabei jedoch, wie viele unverifizierbare Entitäten benötigt werden. Konkret: Setzen wir mehr oder weniger Entitäten voraus, als es zu erklärende Phänomene gibt? Im Fall des Multiversums nehmen wir die Existenz einer riesigen Zahl – vielleicht sogar einer Unendlichkeit – unbeobachtbarer Entitäten an, um ein einziges existierendes Universum zu erklären. Das passt kaum zur Maxime des englischen Philosophen Wilhelm von Ockham aus dem 14. Jahrhundert, wonach Entitäten nicht über das Notwendige hinaus vermehrt werden dürfen.

Die Befürworter des Multiversums bringen ein letztes Argument vor: dass es keine guten Alternativen gebe. So unappetitlich Wissenschaftler die Vervielfältigung paralleler Welten auch finden mögen – wenn sie die beste Erklärung ist, wären wir gezwungen, sie zu akzeptieren; umgekehrt bräuchten wir, um das Multiversum aufzugeben, eine tragfähige Alternative. Diese Suche nach Alternativen hängt davon ab, welche Art von Erklärung wir zu akzeptieren bereit sind. Die Hoffnung der Physiker war immer, dass die Naturgesetze zwangsläufig sind – dass die Dinge so sind, wie sie sind, weil es keine andere Möglichkeit gab –, aber wir konnten nicht zeigen, dass das stimmt. Es gibt auch andere Optionen. Das Universum könnte reiner Zufall sein – es hat sich einfach so ergeben. Oder die Dinge könnten in irgendeinem Sinn so sein sollen, wie sie sind – Zweck oder Absicht liegt der Existenz irgendwie zugrunde. Die Wissenschaft kann nicht entscheiden, was davon zutrifft, denn dies sind metaphysische Fragen.

Wissenschaftler haben das Multiversum als Weg vorgeschlagen, tiefe Fragen über die Natur der Existenz zu lösen, aber der Vorschlag lässt die letzten Fragen ungelöst. All dieselben Fragen, die sich in Bezug auf das Universum stellen, stellen sich erneut in Bezug auf das Multiversum. Wenn das Multiversum existiert – ist es durch Notwendigkeit, Zufall oder Absicht entstanden? Das ist eine metaphysische Frage, die keine physikalische Theorie beantworten

kann, weder für das Universum noch für das Multiversum.

Um Fortschritte zu machen, müssen wir an der Idee festhalten, dass empirische Überprüfung der Kern der Wissenschaft ist. Wir brauchen irgendeine Art kausalen Kontakt mit den Entitäten, die wir postulieren; andernfalls gibt es keine Grenzen. Die Verbindung darf ein wenig indirekt sein. Wenn eine Entität unbeobachtbar, aber absolut wesentlich für Eigenschaften anderer, tatsächlich verifizierter Entitäten ist, kann sie als verifiziert gelten. Dann aber liegt die Beweislast darin zu zeigen, dass sie für das Erklärungsgeflecht absolut wesentlich ist. Die Herausforderung, die ich den Multiversum-Befürwortern stelle, lautet: Können Sie beweisen, dass unsichtbare Paralleluniversen unabdingbar sind, um die Welt zu erklären, die wir sehen? Und ist diese Verbindung wesentlich und unausweichlich?

So skeptisch ich auch bin – ich halte die Betrachtung des Multiversums für eine ausgezeichnete Gelegenheit, über die Natur der Wissenschaft und über die letzte Natur der Existenz nachzudenken: warum wir hier sind. Sie führt zu neuen und interessanten Einsichten und ist daher ein produktives Forschungsprogramm. Bei der Betrachtung dieses Konzepts brauchen wir einen offenen Geist – aber nicht zu offen. Es ist ein schmaler Grat. Paralleluniversen mögen existieren oder nicht; der Fall ist unbewiesen. Wir werden mit dieser Ungewissheit leben müssen. Nichts ist falsch an wissenschaftlich fundierter philosophischer Spekulation – und genau das sind die Multiversum-Vorschläge. Aber wir sollten sie beim Namen nennen.