

BRIAN GREENE:

Stellen Sie sich vor, wir könnten den Raum kontrollieren oder die Zeit. Dann könnten wir einige fantastische Dinge tun. Ich könnte von hier nach hier oder nach hier oder nach hier und schließlich hierher springen, in Sekundenbruchteilen. Natürlich glauben wir, dass so ein Trip unmöglich ist, und vermutlich ist es so. Aber in den letzten Jahren haben sich unsere Vorstellungen von Raum und Zeit ziemlich verändert. Und Dinge, die früher wie Sciencefiction aussahen, klingen inzwischen nicht mehr ganz so verrückt. Die so genannte Stringtheorie, eine wahre Revolution in der Physik, entwirft ein völlig neues Bild des Universums.

JOSEPH LYKKEN, Fermilab:

Die Stringtheorie verspricht die Antwort auf die Frage, warum das Universum so ist, wie es ist.

DAVID GROSS, University of California, Santa Barbara:

Die Stringtheorie ist schon der Wilde Westen der Physik.

MICHAEL B. GREEN, University of Cambridge:

Dieser Bereich der Theoretischen Physik ist so völlig anders als alles, was es vorher je gab.

BRIAN GREENE:

Diese radikal neue Theorie basiert auf einer einfachen Annahme: Alles im Universum, die Erde, diese Häuser, aber auch Naturkräfte wie die Schwerkraft oder Elektrizität, besteht aus unglaublich winzigen, schwingenden Energie-Fäden, die „Strings“ genannt werden. Und so klein sie auch sind, die Strings verändern alles, was wir je über das Universum geglaubt haben, ganz besonders unsere Vorstellung vom Raum. Um zu zeigen wie, müssen wir zunächst das Weltall auf eine überschaubare Größe schrumpfen.

Stellen Sie sich vor, das Universum bestünde nur aus meiner Heimatstadt Manhattan. Ein Stadtteil von New York City füllt jetzt also den gesamten Weltraum. Stellen Sie sich außerdem vor, ich sei der Boss einer großen Firma mit Büros an der Wall Street. Zeit ist Geld, also muss ich den kürzesten Weg von meinem Apartment hier im Norden bis zu meinem Büro im südlichen Manhattan finden.

Nun wissen wir alle, die kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten ist eine Gerade. Aber selbst ohne jeden Verkehr in Manhattan – OK, das übersteigt vielleicht unser Vorstellungsvermögen – dauert es eine Weile, dorthin zu gelangen. Je schneller wir fahren, desto kürzer die Fahrzeit. Aber da sich nichts schneller als das Licht bewegen kann, gibt es eine Obergrenze für die Zeit, die ich so einsparen kann.

Dieses Manhattan-Universum passt zum alten, klassischen Raumkonzept – also ein flaches, statisches Gitter, das sich nicht verändert. Aber als Albert Einstein die Raumstruktur unter die Lupe nahm, sah er etwas völlig anderes. Er behauptete, dass der Raum nicht statisch ist, sondern sich krümmen und dehnen kann. Und außerdem sollte es im Weltraum merkwürdige Gebilde geben – so genannte „Wurmlöcher“. Ein Wurmloch gleicht einer Brücke oder einem Tunnel. Es kann entfernte Orte im All miteinander verbinden, eine Art kosmischer Abkürzung. In so einem Universum wäre die Fahrt zur Arbeit der Traum jedes New Yorkers.

Aber hier ist der Haken: Um ein Wurmloch zu erzeugen, muss man in die Struktur des Raumes ein Loch reißen. Aber kann der Raum überhaupt aufreißen? Ist der erste Schritt zur Entstehung eines Wurmloches überhaupt möglich? Also mit leerem Magen lassen sich solche Fragen nicht beantworten.

Blicken wir mal auf mein Frühstück – Kaffee und Doughnut –, da kriegen wir eine Vorstellung davon, was die Stringtheorie darüber sagt, ob der Weltraum reißen könnte. Stellen Sie sich vor, der Raum hätte die Form eines Doughnuts. Man könnte meinen, der wäre dann doch ganz anders als ein Raum, der wie diese Kaffeetasse aussieht. In Wahrheit kann man aber zeigen, dass Doughnut und Kaffeetasse eigentlich die gleiche Form haben. Nur ein bisschen getarnt. Sehen Sie: Beide haben ein Loch, der Doughnut in der Mitte und die Tasse am Henkel. Das heißt, wir können den Doughnut in eine Tasse umformen und zurück in einen Doughnut, ohne ein Loch in den Teig zu reißen. Nehmen wir an, sie wollen jetzt den Doughnut in eine ganz andere Form bringen, eine Form ohne Löcher. Das geht nur, wenn

wir den Doughnut zunächst so zerreißen und ihn dann umformen. Nach Einsteins Relativitätstheorie ist das aber leider unmöglich. Der Raum kann sich zwar krümmen und strecken, aber nicht reißen. Wurm Löcher könnten zwar irgendwo schon existieren, aber man kann den Raum nicht aufreißen um ein neues zu erzeugen, weder in Manhattan noch sonst wo. In anderen Worten: ich kann nicht durchs Wurmloch zur Arbeit fahren.

Aber heute gibt uns die Stringtheorie ein völlig anderes Bild vom Raum. Und das zeigt uns, dass Einstein nicht immer recht hatte. Um zu verstehen, wo er falsch lag, müssen wir uns die Raumstruktur genauer ansehen.

Stellen Sie sich vor, wir könnten uns auf ein Millionstel eines Milliardstel unserer Normalgröße verkleinern. Dann würden wir in die Welt der Quantenphysik eintauchen, dem Naturgesetz das das Verhalten der Atome bestimmt. Das ist die Welt von Licht, Elektrizität und all der Prozesse, die sich im Mikrokosmos abspielen. Der Raum verhält sich hier zufällig und chaotisch. Risse und Lücken sind hier nichts besonderes. Aber wenn das so ist, was hindert den Raum daran, aufzureißen und eine kosmische Katastrophe auszulösen?

Nun, an dieser Stelle kommt die Macht der Strings ins Spiel.

Strings glätten das Chaos. Wenn ein String durch den Raum tanzt, erzeugt er eine kleine Röhre. Sie wirkt wie eine Blase, die einen Riss im Raum umhüllt, wie eine Schutzhülle. Strings erst machen es möglich, dass der Raum aufreißen kann – ohne weitreichende Folgen. Das bedeutet, dass der Raum weitaus dynamischer und veränderlicher ist als Einstein je dachte. Heißt das nun, Wurm Löcher sind möglich?

Werde ich also jemals auf dem Mount Everest spazieren gehen, mir ein Baguette in Paris holen und noch vor dem ersten Morgenmeeting wieder zurück in New York sein? Das wäre zwar richtig cool, aber doch sehr, sehr unwahrscheinlich.

Aber eines ist sicher: Die Stringtheorie zeigt uns schon jetzt, dass das Universum weitaus merkwürdiger ist als wir uns das je gedacht hätten. So sagt die Stringtheorie vorher, dass wir von verborgenen Raumdimensionen umgeben sind – mysteriöse Orte jenseits des uns vertrauten dreidimensionalen Raumes. Was wir für unser Universum halten, könnte nur ein kleiner Teil von etwas viel Größerem sein.

SAVAS DIMOPOULOS, Stanford University:

Vielleicht leben wir ja auf einer Membran, einer dreidimensionalen Membran, die selbst in einem höher dimensionalen Raum schwebt.

BRIAN GREENE:

Es könnten ganze Welten direkt neben uns existieren, völlig unsichtbar.

NIMA ARKANI-HAMED, Harvard University:

Diese anderen Welten wären im Wortsinn Paralleluniversen. Das ist gar kein so exotischer oder seltsamer Gedanke.

BRIAN GREENE:

Kein Wunder, dass Studenten Schlange stehen, um die seltsame Welt der Stringtheorie zu erforschen.

SHELDON LEE GLASHOW, University of Boston:

Stringtheorie ist angesagt. Da passiert 'ne Menge. Viele Menschen arbeiten jetzt auf dem Gebiet. Und gerade die jungen Leute. Wenn sie die Chance bekommen, dann wollen sie Stringtheorie machen.

BRIAN GREENE:

Aber Strings waren nicht immer so populär. Die Pioniere der Theorie mühten sich jahrelang ab. Weitgehend isoliert arbeiteten sie an einer Idee, an die sonst niemand glaubte. Im Wesentlichen geht es um folgendes: Jahrzehntlang glaubten die Physiker die kleinsten Bausteine im Inneren eines Atoms seien punktförmige Teilchen.

Außen kreisen die Elektronen, innen gibt es Protonen und Neutronen, aufgebaut aus den sogenannten Quarks. Aber die Stringtheorie behauptet nun, dass die für unteilbar gehaltenen Elementarteilchen in Wahrheit aus „Strings“, winzigen, schwingenden Fäden bestehen.

BURT OVRUT, University of Pennsylvania:

Daran ist gar nichts Mystisches. Es ist ein besonders winziger Faden. Entweder wie ein Ring, oder offen mit zwei Enden. Nur ein kleiner Faden.

BRIAN GREENE:

In den 80er Jahren verbreitete sich die Idee und immer mehr Leute schlossen sich dem Trend an.

MICHAEL B. GREEN, University of Cambridge:

Dass auf einmal so viele andere auf dem Gebiet arbeiteten, hatte Vor- und Nachteile. Aber es war wunderbar, wie schnell es jetzt voran ging, einfach wegen der vielen Leute.

BRIAN GREENE:

Was die Strings so attraktiv macht, ist ihre Vielseitigkeit. So wie eine Cellosaite bei verschiedenen Frequenzen schwingen kann und all die unterschiedlichen Töne hervorbringt, so können auch die winzigen Fäden der Stringtheorie in unterschiedlichen Mustern schwingen und so all die Elementarteilchen der Natur hervorbringen. Und das Zusammenspiel aller Strings ergibt die großartige und schöne Symphonie, die wir das Universum nennen.

Das Aufregendste daran aber sind die erstaunlich vielen Möglichkeiten, die sich daraus ergeben. Wenn wir den Rhythmus der Strings beherrschen könnten, dann hätten wir endlich auch die Chance alle Kräfte der Natur und jede Materie, vom kleinsten subatomaren Teilchen bis zu den entferntesten Galaxien in den Tiefen des Alls erklären zu können. Und das ist das faszinierende an der Stringtheorie: sie könnte wirklich eine Weltformel, eine „Theorie von Allem“ werden.

Aber anfangs sind wir aus lauter Begeisterung für diese Idee wohl etwas zu weit gegangen. Denn wir haben nicht nur eine, oder zwei Stringtheorien entwickelt, nein, sondern gleich fünf davon.

MICHAEL DUFF, University of Michigan:

Fünf Stringtheorien, die sich alle um den Titel der „Theorie von Allem“ bewerben.

BRIAN GREENE:

Ein klarer Fall, wo weniger wirklich mehr gewesen wäre.

Aber dann passierte etwas Erstaunliches. Das ist Edward Witten. Viele halten ihn für einen der größten Physiker unserer Zeit, vielleicht sogar für den Nachfolger von Einstein.

MICHAEL B. GREEN, University of Cambridge:

Ed Witten ist etwas ganz Besonderes. Er hat ein Gespür für die Grundlegenden mathematischen Prinzipien. Darin übertrifft er die meisten anderen.

JOSEPH POLCHINSKI, University of California, Santa Barbara:

Wir halten uns alle für klug; aber er ist bei weitem klüger.

BRIAN GREENE:

1995 versammelten sich an der Universität von Südkalifornien Stringtheoretiker aus der ganzen Welt zu ihrem Jahrestreffen. Ed Witten kam auch und brachte ihre Welt ins Wanken.

EDWARD WITTEN, Institute for Advanced Study:

Ich wollte irgend etwas von Bedeutung beitragen. Und weil ja nun fünf Stringtheorien wirklich zu viele sind, versuchte ich einige davon loszuwerden.

BRIAN GREENE:

Um das Problem zu lösen, betrachtete Witten die Stringtheorie auf spektakulär neue Weise.

JOSEPH POLCHINSKI, University of California, Santa Barbara:

Ed kündigte an, dass er die Sache gelöst habe. Er wolle uns mitteilen, wie die Lösung für jede Stringtheorie in jeder Dimension lautete. Ungeheuerlich, aber für Ed eigentlich nicht überraschend.

BRIAN GREENE:

Die Atmosphäre war spannungsgeladen. Denn die Stringtheorie, die gerade eine Flaute erlebte, erhielt nun plötzlich einen unglaublichen Auftrieb.

LEONARD SUSSKIND, Stanford University:

Ed Witten hielt seinen berühmten Vortrag. Er sagte anfangs einige Worte, die mich interessierten ... und für den Rest seines Vortrags musste ich darüber nachdenken; und so verpasste ich völlig, worum es ihm eigentlich ging.

NATHAN SEIBERG, Institute for Advanced Study:

Ich musste direkt nach ihm vortragen, das war schon etwas peinlich.

BRIAN GREENE:

Was Ed Witten vortrug, haute einfach alle um. Denn in diesem Vortrag eröffnete Witten eine völlig neue Perspektive, eine total neue Weise, die Stringtheorie zu betrachten. Aus seinem Blickwinkel konnte man klar erkennen, dass es gar keine fünf Stringtheorien gab. Es war vielmehr so wie Reflexionen in verschiedenen Spiegeln. Das was wir als fünf verschiedene Theorien gesehen hatten, waren lediglich fünf verschiedene Sichtweisen der selben Sache. Damit erst war die Stringtheorie wirklich vereinigt. Wittens Arbeit bedeutete einen so revolutionären Durchbruch, dass sie einen eigenen Namen bekam: „M-Theorie“. Allerdings weiß niemand so genau, was das „M“ eigentlich bedeutet.

S. JAMES GATES, JR., University of Maryland:

Ah, was bedeutet M?

BURT OVRUT, University of Pennsylvania:

M-Theory...

STEVEN WEINBERG, University of Texas:

M-Theory...

DAVID GROSS, University of California, Santa Barbara:

M-Theory...

JOSEPH LYKKEN, Fermilab:

M-Theory...

GARY HOROWITZ, Institute for Advanced Study:

M-Theory...

STEVEN WEINBERG, University of Texas:

M-Theorie ist eine Theorie ...

BURT OVRUT, University of Pennsylvania:

Ich weiß eigentlich nicht, was das M bedeutet.

STEVEN WEINBERG, University of Texas:

Also, das M hat ...

BURT OVRUT, University of Pennsylvania:

Ich kenne verschiedene Erklärungen.

STEVEN WEINBERG, University of Texas:

Mystery-Theorie, magische Theorie ...

JOSEPH LYKKEN, Fermilab:

Es ist die Muttertheorie.

STEVEN WEINBERG, University of Texas:

Matrix-Theorie.

LEONARD SUSSKIND, Stanford University:

Monströse Theorie? Ich weiß nicht, was Ed meinte.

EDWARD WITTEN, Institute for Advanced Study:

M steht für Magie, Mysterium oder Matrix, je nach Geschmack.

SHELDON LEE GLASHOW, University of Boston:

Ich vermute, das „M“ ist W auf dem Kopf für „W“ wie „Witten“.

EDWARD WITTEN, Institute for Advanced Study:

Zyniker meinten ja, das M könnte auch für „murky“, also „dunkel“ stehen, weil wir noch so wenig von der Theorie begreifen. Das hätte ich wohl besser nicht sagen sollen.

BRIAN GREENE:

Egal wie es heißt, das Ding schlug ein wie eine Bombe. Plötzlich war alles anders.

JOSEPH LYKKEN, Fermilab:

Viele reagierten fast panisch. Allen war klar, hier passierte etwas Großes und niemand wollte der Letzte sein bei dieser Revolution der Stringtheorie.

BRIAN GREENE:

Nach Wittens Vortrag gab es neue Hoffnung, dass diese eine Theorie auch die Theorie sein könnte, die alles im Universum erklärt. Aber das hatte auch seinen Preis. Vor der M-Theorie agierten die Strings in einer Welt mit zehn Dimensionen. Nämlich die Dimension der Zeit, dann die drei normalen Raumdimensionen, und dazu sechs extra Dimensionen, alle winzig, zusammengerollt und unsichtbar.

GARY HOROWITZ, Institute for Advanced Study:

Wir glauben an diese Zusatzdimensionen, weil sie aus den Gleichungen der Stringtheorie folgen. Strings brauchen für sich mehr als drei Dimensionen. Das hat zwar alle geschockt ... aber dann haben wir's akzeptiert.

BRIAN GREENE:

Aber die M-Theorie ging noch einen Schritt weiter. Sie verlangte sogar noch eine Dimension mehr, das machte insgesamt also elf Dimensionen.

BURT OVRUT, University of Pennsylvania:

Wir wissen jetzt, dass die M-Theorie elf Dimensionen braucht um Sinn zu machen. Also muss es elf Dimensionen geben. Wir sehen aber nur drei plus eine. Wie kann das sein?

BRIAN GREENE:

Die meisten von uns können sich zusätzliche Dimensionen nicht vorstellen, ich kann's auch nicht. Das ist keine Überraschung. Unser Gehirn hat sich für die Wahrnehmung der drei Alltagsdimensionen entwickelt. Wie könnten wir uns also mehr Dimensionen vorstellen?

Eine Möglichkeit: wir gehen ins Kino. Wir alle kennen unsere Welt mit ihren drei Raumdimensionen. Egal, wohin ich gehe, kann ich mich links oder rechts, vor oder zurück, oder auf und ab bewegen. Im Kino laufen die Dinge etwas anders. Obwohl die Darsteller auf der Leinwand dreidimensional wirken, sind sie dort nur zweidimensional. Auf der Leinwand gibt es kein vor und zurück, das ist nur eine optische Illusion. Um mich wirklich vor oder zurück zu bewegen, müsste ich aus der Leinwand heraustreten. Und manchmal kann es sehr nützlich sein, sich in eine höhere Dimension zu begeben.

Alle Dimensionen haben also damit zu tun, in wie viele unabhängige Richtungen man sich bewegen kann. Das sind die sogenannten „Freiheitsgrade“. Je mehr Dimensionen oder Freiheitsgrade man hat, desto mehr kann man unternehmen. That's right. Und wenn es wirklich elf Dimensionen gibt, dann können auch die Strings mehr unternehmen.

BURT OVRUT, University of Pennsylvania:

Man hat ziemlich schnell entdeckt, dass es in diesen Theorien Objekte gab – außer den Strings – die etwas größer waren. Die sahen eher aus wie Membranen oder Flächen.

BRIAN GREENE:

Die zusätzliche Dimension von Ed Witten erlaubt es den Strings, sich zu einer Art Membran auszudehnen, kurz „Brane“ genannt. Eine Brane kann drei Dimensionen haben oder auch mehr. Und mit genügend Energie könnte eine Brane auf enorme Größe anwachsen. Vielleicht so groß wie unser Universum.

STEVEN WEINBERG, University of Texas:

Die Stringtheorie ist ziemlich barock geworden, also nicht nur mit Strings, jetzt auch mit Membranen. Sie heißt immer noch so, aber Stringtheoretiker haben ihre Zweifel, ob das wirklich noch eine Theorie der Strings ist.

BRIAN GREENE:

Die Existenz gigantischer Membranen und zusätzlicher Dimensionen eröffnet die verblüffend neue Möglichkeit, dass sich unser Universum auf einer solchen Membran befindet, eingebettet in einen noch höherdimensionalen Raum.

Das ist fast so, als lebten wir in einem ... einem Laib Brot? Unser Universum wäre darin eine Scheibe Brot, nur eine Scheibe in einem viel größeren Brot, das die Physiker manchmal „das Ganze“ nennen. Und wenn das alles so stimmt, dann hat das Ganze verschiedene Scheiben, das sind dann andere Universen, gleich neben dem unseren, also „parallele“ Universen. Unser Universum wäre dann gar nichts Besonderes mehr, wir hätten viele Nachbarn.

Einige der Nachbarn wären vielleicht ähnlich wie unser Universum, mit Materie und Planeten und sogar sowas wie Lebewesen. Andere Universen könnten völlig fremdartig sein, mit völlig anderen Naturgesetzen. Aber all diese Universen würden innerhalb der Zusatzdimensionen der M-Theorie existieren, Dimensionen, die auch uns umgeben. Sie könnten gleich hier sein, keinen Millimeter von uns entfernt. Wenn das stimmt, warum können wir sie dann nicht sehen oder berühren?

BURT OVRUT, University of Pennsylvania:

Wenn sich so eine „Brane“ in einem höher dimensional Raum befindet, und unsere Teilchen, unsere Atome, sich nicht von ihr weg bewegen können, dann können Sie sie nicht anfassen. Sie könnte ebenso gut am anderen Ende des Universums sein.

JOSEPH LYKKEN, Fermilab:

Das ist eine große Idee, denn wenn sie stimmt, dann ist unser Universum gefangen in einer winzigen Scheibe in einem höher dimensional Universum.

BRIAN GREENE:

Es ist eine große Idee! Vor allem, weil sie helfen könnte eines der größten Rätsel der Wissenschaft zu lösen. Das hat mit der Schwerkraft zu tun. Vor über 300 Jahren entdeckte Isaac Newton das Gravitationsgesetz. Inspiriert – so heißt es – als er sah, wie ein Apfel vom Baum fiel. Heutzutage scheint gewiss, dass die Schwerkraft eine mächtige Kraft ist.

SHELDON LEE GLASHOW, University of Boston:

Die Meisten halten die Schwerkraft für eine starke Naturkraft. Es ist ziemlich hart, morgens aufzustehen; und wenn Sachen herunterfallen, zerbrechen sie, weil die Schwerkraft so stark ist. Aber in Wahrheit ist sie gar nicht stark. Sie ist sogar eine sehr schwache Kraft.

BRIAN GREENE:

Die Schwerkraft zieht uns zur Erde, und hält die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne. Aber wir überwinden sie andauernd. Das ist gar nicht schwer. Selbst wenn die Schwerkraft der ganzen Erde einen Apfel zu Boden zieht, kann ich das mit meinen Armmuskeln leicht verhindern. Und nicht nur unsere Muskeln überwinden die Schwerkraft.

Auch Magnete können es - problemlos. Magnete üben eine andere Naturkraft aus, die elektromagnetische Kraft. Die gleiche Kraft steckt im Licht und in der Elektrizität. Elektromagnetismus ist wesentlich stärker als die Gravitation. Gravitation ist vergleichsweise erstaunlich schwach. Wie schwach?

Die elektromagnetische Kraft ist tausend Milliarden Milliarden Milliarden Milliarden mal stärker. Das ist eine Eins mit 39 Nullen dahinter.

Jahrzehnte lang haben Wissenschaftler über die Schwäche der Schwerkraft gerätselt. Erst jetzt, mit der exotischen Welt der Stringtheorie, voller Membranen und extra Raumdimensionen, kann man dieses Problem neu betrachten.

NIMA ARKANI-HAMED, Harvard University:

Die Frage, warum die Schwerkraft so relativ schwach ist, verglichen mit den anderen Kräften, lässt sich jetzt umdrehen. „Gravitation ist gar nicht schwach. Es scheint nur so, als sei sie schwach.“

BRIAN GREENE:

Es könnte sein, dass die Gravitation genau so stark ist wie der Elektromagnetismus. Aber aus irgend einem Grund können wir diese Stärke nicht fühlen.

SAVAS DIMOPOULOS, Stanford University:

Nehmen Sie mal einen Billardtisch, einen sehr großen Billardtisch. Seine Oberfläche soll unser dreidimensionales Universum darstellen, obwohl sie nur zwei Dimensionen hat. Und die Billardbälle sollen Atome und andere Teilchen darstellen, aus denen das Universums besteht.

BRIAN GREENE:

Das ist die verrückte Idee: Die Atome und Teilchen die unsere Welt bilden, bleiben fest auf unserer speziellen Membran, also unserer Scheibe des Universums, genauso, wie Billardkugeln auf der Fläche des Billardtisches – außer Sie sind ein wirklich schlechter Billardspieler.

Aber immer, wenn die Bälle zusammenstoßen, dann verlässt etwas den Tisch: Schallwellen – darum kann ich die Zusammenstöße hören. Die Idee ist also, dass die Schwerkraft ähnlich wie Schallwellen ist, nicht begrenzt durch die Membran. Sie könnten dann unseren Teil des Universums verlassen.

Oder noch mal anders: Vom Billard zurück zum Brot. Stellen sie sich vor, unser Universum sei wie diese Scheibe Toast. Sie und ich und alle Materie, auch das Licht, sind wie Marmelade. Marmelade kann sich auf dem Toast frei bewegen, aber sie kann seine Oberfläche nicht verlassen.

Was aber, wenn die Schwerkraft anders wäre? Eher wie Zimt und Zucker ? Das klebt dann nicht fest, es rieselt leicht von der Oberfläche herunter. Aber warum sollte die Schwerkraft ganz anders sein als alles was wir sonst im Universums kennen? Nun, die Antwort liefert die Stringtheorie beziehungsweise die M-Theorie.

Es hängt alles mit der Form zusammen. Jahrelang dachten wir an Strings als geschlossene Ringe, so wie Gummiringe.

Aber mit der M-Theorie denken wir inzwischen auch an andere Formen. Wir nehmen an, dass alles um uns herum, Materie, Licht, aus Fäden mit offenen Enden besteht, und dass die Endpunkte dieser Strings fest mit unserer dreidimensionalen Membran verbunden sind.

Aber daneben gibt es auch die ringförmigen Strings; und ein spezieller Typ erzeugt die Gravitation – das Graviton. Geschlossene Ringe haben keine losen Enden, die irgendwo fest angebunden sind. Daher können sich die Gravitonen frei durch die anderen Dimensionen bewegen. Dabei verdünnen sie die Stärke der Schwerkraft und lassen sie schwächer erscheinen als die anderen Naturkräfte.

Das eröffnet eine faszinierende Möglichkeit. Falls wir wirklich auf einer Membran leben, mit Paralleluniversen und anderen Membranen um uns herum, dann werden wir sie vielleicht niemals sehen können, vielleicht eines Tages aber fühlen – durch die Schwerkraft.

SAVAS DIMOPOULOS, Stanford University:

Falls auf einer der anderen Membranen intelligentes Leben existiert, dann könnte es vielleicht ganz in unserer Nähe sein. Also rein theoretisch könnten wir mit dieser intelligenten Lebensform kommunizieren, in dem wir starke Gravitationswellen austauschen.

BRIAN GREENE:

Wir wissen nicht, ob Paralleluniversen einen Einfluss auf uns haben könnten. Aber es gibt da eine sehr umstrittene Idee, wonach sie bereits eine große Rolle gespielt haben, ja sogar für unsere Existenz verantwortlich sind.

Die klassische Geschichte geht so: Unser riesiges Universum war einst extrem klein – unvorstellbar klein. Dann plötzlich wurde es größer, erheblich größer – durch das dramatische Ereignis, das wir Urknall nennen. Der Urknall blies die Struktur des Raumes auf und setzte eine Kette von Ereignissen in Gang, die zum heutigen Universum führten. Aber mit der Urknalltheorie gab es immer ein paar Probleme. Wenn man nämlich das ganze Universum in ein unendlich winziges, unvorstellbar dichtes Volumen quetscht, dann kommt man zu einem Punkt, wo unsere Naturgesetze zusammenbrechen. Sie machen dann einfach keinen Sinn mehr.

DAVID GROSS, University of California, Santa Barbara:

Unsere Formeln liefern dann sinnlose Antworten. Das totale Desaster. Alles bricht zusammen, wir stecken fest.

BRIAN GREENE:

Und außerdem ist da noch der Urknall selbst. Was genau ist das?

ALAN GUTH, Massachusetts Institute of Technology:

Das ist wirklich ein Problem. Die klassische Urknalltheorie sagt nichts darüber, was da geknallt hat, was vorher war oder warum es geknallt hat.

BRIAN GREENE:

Neue Arbeiten versuchen den Urknall und die Geschehnisse danach besser zu beschreiben. Aber keine von ihnen erklärt den absoluten Anfang.

PAUL STEINHARDT, Princeton Universität:

Die meisten nähern sich dem Thema mit der naiven Idee, dass es da einen Anfang gab – dass Raum und Zeit irgendwie aus dem Nichts entsprangen und zu Etwas wurden.

BURT OVRUT, University of Pennsylvania:

Also ich mag das Nichts nicht. Ob ich wirklich glaube, dass das Universum mit einem Urknall aus dem Nichts entsprang? Ich bin kein Philosoph. Aber ich denke, für einen Philosophen ist das ein Problem, aber auch für einen Physiker.

BRIAN GREENE:

Jeder gibt zu, dass es da Probleme gibt. Die Frage ist aber: „Kann die Stringtheorie sie lösen?“ Einige Stringtheoretiker sagen, der Urknall sei gar nicht der Anfang gewesen. Das Universum hätte vielleicht schon immer existiert, seit Ewigkeit. Nicht jedem gefällt diese Idee.

ALAN GUTH, Massachusetts Institute of Technology:

Ein Universum ohne Anfang finde ich ziemlich unattraktiv. Ein Universum ohne Anfang ist auch ein Universum ohne Erklärung.

BRIAN GREENE:

Aber was ist die Erklärung? Was, wenn die Stringtheorie recht hätte und wir alle auf einer gigantischen Membran in einem höher dimensionalen Raum leben?

PAUL STEINHARDT, Princeton Universität:

Was mich an der Stringtheorie so beeindruckt hat, war eine neue Richtung für die Kosmologie, also die Idee von „Branes“ die sich in höheren Dimensionen bewegen.

BRIAN GREENE:

Einige Forscher haben vorgeschlagen, die Lösung des Urknallrätsels liege in der Bewegung dieser gigantischen „Branes“.

BURT OVRUT, University of Pennsylvania:

Es ist recht einfach. Hier ist die Brane, auf der wir leben, und hier ist eine andere Brane, beide bewegen sich im Überraum. Man kann sich gut vorstellen, dass beide miteinander kollidieren.

BRIAN GREENE:

Nach dieser Vorstellung, bewegten sich vor dem Urknall zwei Branen mit je einem Paralleluniversum aufeinander zu, bis ...

BURT OVRUT, University of Pennsylvania:

All diese Energie muss ja irgendwo hin. Aber wohin? Sie löst den Urknall aus und kreierte die kosmische Expansion, die wir sehen, und erhitzt dabei alle Teilchen des Universums zu einem glühenden Urfeuer.

BRIAN GREENE:

Als wenn das nicht schon verrückt genug wäre, kommen die Stringtheoretiker mit einer noch radikaleren Idee: Der Urknall sei kein einmaliges Ereignis. Sie behaupten, Paralleluniversen wären in der Vergangenheit nicht nur einmal, sondern immer und immer wieder miteinander kollidiert und das würde auch in der Zukunft so sein. Wenn das stimmt, dann ist da draußen schon eine Brane, die sich gerade auf Kollisionskurs mit unserem Universum befindet.

PAUL STEINHARDT, Princeton Universität:

Dann gibt es die nächste Kollision und damit den nächsten Urknall. Und das wiederholt sich so immer wieder.

BRIAN GREENE:

Die Idee ist faszinierend. Leider aber gibt es da ein paar technische Probleme.

DAVID GROSS, University of California, Santa Barbara:

Das war schon ein geniales Szenario, das ziemlich natürlich aus der Stringtheorie folgte. Dennoch, nun kommen die alten Probleme wieder.

BRIAN GREENE:

Tatsache ist, wir haben keine Ahnung was passiert, wenn zwei Branes kollidieren. Es könnte das gleiche passieren wie beim Urknall; die Gleichungen ergeben keinen Sinn.

GARY HOROWITZ, Institute for Advanced Study:

In ihren Modellen müssen sie viele Annahmen machen. Sie haben also das Urknallproblem in der Stringtheorie nicht wirklich gelöst.

BRIAN GREENE:

Aber Hinweise auf die Strings könnten sogar auf der Erde verborgen sein. Diese Weide in Illinois ist die Kommandozentrale für einen Großteil dieser Forschung. Gut, die tatsächliche Arbeit geschieht unter Tage. Dort sucht man nach Beweisen für die Stringtheorie und die zusätzlichen Dimensionen.

JOSEPH LYKKEN, Fermilab:

Noch vor ein paar Jahren hätte man Leute, die über zusätzliche Dimensionen sprachen, für Spinner gehalten.

BRIAN GREENE:

Aber dank der Stringtheorie hat sich das alles geändert. Das hier ist das Fermilabor. Vielleicht lässt sich hier irgendwann die Existenz höherer Dimensionen nachweisen. Das Fermilabor verfügt über einen riesigen Teilchenbeschleuniger. Unter dieser Prärie rasen in einem sechs Kilometer langen Ringtunnel Protonen entlang. Kurz bevor sie Lichtgeschwindigkeit erreichen, bringt man sie mit Teilchen zur Kollision, die aus der Gegenrichtung kommen. Meistens sind es nur leichte Zusammenstöße, aber gelegentlich gibt es einen Frontalaufprall. Dann entstehen Schauer ungewöhnlicher Elementarteilchen.

Die Forscher hoffen, dass darunter auch der winzige Baustein der Gravitation sein wird, das Graviton. Nach der Stringtheorie sind Gravitonen geschlossene Fadenringe, die sich durch andere Dimensionen bewegen können. Das Tollste wäre ein Foto genau in dem Moment, wo ein Graviton entweicht. Leider hat man im Fermilabor bisher noch kein Graviton beobachtet. Aber der Erfolgs-Druck ist groß, denn noch ein Team verfolgt diese heiße Spur.

6000 Kilometer entfernt, an der Grenze zwischen Frankreich und der Schweiz, baut das europäische CERN-Labor gerade einen neuen riesigen Teilchenbeschleuniger. Wenn er 2007 fertig ist, wird er sieben Mal mehr Energie liefern als der im Fermilabor.

JOSEPH LYKKEN, Fermilab:

Jeder weiß, dass die Zeit drängt. Jede Minute ist kostbar. Denn unsere Konkurrenten in CERN werden uns am Ende wegpusten.

BRIAN GREENE:

CERN wird das Fermilabor aus dem Rennen werfen, nicht nur bei der Suche nach höheren Dimensionen, sondern auch bei anderen kühnen Ideen.

Ganz oben auf der Liste steht die Jagd nach der so genannten „Supersymmetrie“, eine der zentralen Vorhersagen der Stringtheorie. Sie besagt: Für jedes Elementarteilchen – wie Elektronen, Photonen oder Gravitonen – sollten noch schwerere Partner-Partikel existieren: Und zwar die „Spartikel“. Aber niemand hat sie bisher entdeckt. Da aber die Stringtheorie sagt, dass es sie gibt, stehen sie auf der Wunschliste ganz oben.

Das Problem ist nur: Die Spartikel der Supersymmetrie sind vermutlich ungeheuer schwer, so schwer, dass sie mit heutigen Teilchenbeschleunigern vermutlich nicht entdeckt werden können. Die neue Anlage im CERN aber hat dafür, wenn sie mal läuft, die besten Aussichten. Dennoch will das Fermilabor versuchen die Spartikel zuerst zu finden.

Obwohl wirkliche Beweise noch nicht existieren, ist vieles an der Stringtheorie einfach so stimmig, dass viele von uns glauben, dass sie einfach richtig sein muss.

STEVEN WEINBERG, University of Texas:

Es ist wohl noch nie vorgekommen, dass eine Theorie, die mathematisch so attraktiv ist wie die Stringtheorie, sich dann als völlig falsch herausgestellt hat. Ich wäre schon sehr erstaunt, wenn so viel Eleganz und mathematische Schönheit einfach vergeudet wären.

GARY HOROWITZ, Institute for Advanced Study:

Ich habe keine Ahnung, wie nahe wir dem Ziel sind. Sind wir schon fast da, oder dauert es nochmals zehn Jahre? Keiner weiß das. Aber mich wird es noch lange beschäftigen.

JOSEPH LYKKEN, Fermilab:

Wir haben verdammtes Glück gehabt. Die Natur hat uns schon viele fundamentale Rätsel entziffern lassen. Wie viel weiter können wir das treiben? Wir werden das nur wissen, wenn wir es versuchen.