

Die Zeit – Wissen : Aus!

Die Zeit, Hamburg, Germany
Die Zeit, Hamburg, Germany

DIE ZEIT

Aus!

Die Physik steckt in der Krise: Der Traum von der Weltformel ist geplatzt, die neuen Theorien sind kaum mehr überprüfbar. Geht es in der Kosmologie überhaupt noch um Wissenschaft?

Von Max Rauner

Freie Liebe, LSD, Antikriegsdemos. Leonard Susskind hat all das mitgemacht »und noch mehr«, wie er betont. Danach wurde er Physikprofessor an der amerikanischen Eliteuniversität Stanford, im Herzen blieb er ein Rebell. Jetzt hat Susskind ein Buch geschrieben, das seine Kollegen in Aufruhr versetzt. Wenn er Recht behält, ist die Physik am Ende. Oder ganz am Anfang.

Ursprünglich war Susskind ausgezogen, die Weltformel zu finden, eine allumfassende Theorie, die den Urknall ebenso wie die Nanowelt beschreibt. Lange wähnte er sich nahe dran. Mit den brilliantesten Physikern und Mathematikern entwickelte er in den achtziger Jahren die Stringtheorie, den besten Kandidaten für eine Weltformel. Vor sechs Jahren bekam die Hoffnung der Physiker einen ersten Riss, als sich zeigte, dass diese Theorie nahezu unendlich viele Lösungen liefert. Nun macht Susskind Ernst: In seinem Buch *The Cosmic Landscape* postuliert er, dass die theoretischen Lösungen nicht etwa ein Auswuchs der Mathematik seien, sondern jeweils real existierenden Universen entsprechen.

Das allerdings hieße: Es gibt neben unserem bekannten Universum unzählige andere Welten – und in jedem dieser Universen gelten eigene Naturgesetze. Damit aber wäre die Suche nach der *einen* Weltformel ad absurdum geführt. Schlimmer noch: Ob die anderen Universen tatsächlich existieren oder nicht, lässt sich niemals praktisch überprüfen. Und dann stellt sich die Frage, ob eine solche Physik überhaupt noch als Naturwissenschaft gelten kann.

Kein Wunder, dass unter Physikern eine heftige Diskussion entbrannt ist. In dem Streit geht es um das Verhältnis von Theorie und Realität, um Zufall und Notwendigkeit, Physik und Metaphysik. Es geht um explodierende, schrumpfende, und aufeinander prallende Welten – und um die Frage, ob die Physiker noch alle Tassen im Schrank haben

Nach der kosmologischen Kränkung kommt jetzt eine schwere Depression

Kosmologische Grundsatzdebatten erschütterten stets auch das Selbstverständnis des Menschen. Vor 500 Jahren stürzte Nikolaus Kopernikus das geozentrische Weltbild und setzte die Sonne ins Zentrum des Universums. Die Vertreibung vom Nabel der Welt beschrieb Sigmund Freud später als »kosmologische Kränkung« der Menschheit. Bald wurde klar, dass die Sonne nur ein Stern im Hinterhof der Milchstraße ist und die Milchstraße nur eine von Abermilliarden anderen Galaxien im Universum. Dass die Physiker nun auch noch die Alleinstellung unseres Universums bezweifeln, erscheint da nur konsequent.

Susskind zufolge leben wir »in einer unendlich kleinen Tasche in einem gewaltigen Megaversum«. Unsere Welt wäre demnach nur eine Art menschenfreundliche Nische, daneben jedoch gibt es unzählige andere Universen. Einige von ihnen sind leer und langweilig, andere existieren für ein paar Millisekunden, eine Hand voll haben Sterne, Planeten und sogar Leben hervorgebracht. Diese Vorstellung eines Multi- oder Megaversums gibt es zwar schon länger. Neu ist jedoch, dass mittlerweile nicht nur ein paar philosophisch inspirierte Spinner daran glauben, sondern gewissermaßen die Führungselite der Theoretischen Physik. Leonard Susskind, und andere mit ihm, ist sich jedenfalls sicher: Wenn Philosophen und Physiker in hundert Jahren zurückblicken, werden sie die heutige Zeit als jene Periode beschreiben, in der das Konzept des einzigen Universums zugunsten der Vorstellung eines Multiversums abgelöst wurde.

Doch wenn Kopernikus Theorie eine Kränkung war, ist das Multiversum eine schwere Depression. Damit zöge sich die Menschheit zurück auf eine völlig unbedeutende, zufällige Insel im kosmischen Ozean. Uns bleibt nur der Trost, dass es immerhin Lebewesen auf dieser Insel gibt, die intelligent genug sind, sich darüber zu streiten.

Wissenschaftlich gesehen, ist das Hauptproblem dieser Vorstellung jedoch ihre Überprüfbarkeit: Woher sollen wir wissen, ob die Theorie der multiplen Welten tatsächlich stimmt? Selbst wenn es die vielen anderen Universen wirklich gäbe, könnten wir niemals einen Blick darauf werfen. Ist das noch Wissenschaft? Oder nähert sich die Physik damit der Esoterik, in der vieles nur behauptet wird, aber nichts bewiesen oder widerlegbar ist? Der Philosoph Karl Popper stellte einst die Maxime auf, dass wissenschaftliche Theorien so beschaffen sein sollten, dass man sie prinzipiell widerlegen, also falsifizieren kann. Gibt man diesen Leitsatz auf, gerät ein Grundpfeiler der Naturwissenschaft ins Wanken.

Dementsprechend hart ist die Kritik an Susskinds Thesen. »Ich halte den Ansatz für gefährlich«, sagt Paul Steinhardt von der Princeton University. »Die Wissenschaft käme zu einem deprimierenden Ende.« Der Stringtheoretiker Brian Greene befürchtet, die Idee könne Wissenschaftler davon abhalten, nach tiefer liegenden Erklärungen zu suchen. Und der Kosmologe Lee Smolin vom Perimeter Institute in Waterloo, Kanada, schimpft: »Lenny Susskind irrt sich, und er wird einsehen, dass er sich irrt.« Man könne gerne Ideen präsentieren, »aber wenn man eine Theorie hat, die weder etwas erklärt noch etwas vorhersagt, dann hört man auf, Wissenschaft zu machen.«

Doch die Multiversumstheorie hat ebenso prominente Fürsprecher. »Unser ganzes Universum ist eine fruchtbare Oase innerhalb des Multiversums«, sagt der Astrophysiker Sir Martin Rees, Präsident der ehrwürdigen britischen Royal Society. Andrei Linde von der Stanford University, der seine Kollegen manchmal mit Zaubertricks unterhält, hat das Multiversum bereits auf dem Computer simuliert und Bilder davon auf seine Website gestellt (»Kandinsky–Universen«). Selbst der Nobelpreisträger Steven Weinberg, ein grundsolider, hoch geschätzter Theoretiker, zeigt sich offen. »Ich bin noch nicht überzeugt vom Multiversum, aber ich nehme die Möglichkeit ernst.«

Die Kontroverse war überfällig. Denn bei allem Erfolg hat die Physik bis heute keine Antwort auf die fundamentale Frage: Warum ist die Welt gerade so beschaffen, wie wir sie vorfinden? Oder, in den Worten Einsteins: »Hätte Gott die Welt auch anders erschaffen können?« Inzwischen wissen wir, dass Naturgesetze und Naturkonstanten so fein justiert sind, dass die geringsten Abweichungen fatale Konsequenzen hätten, jedenfalls für die Existenz von Menschen. Doch einer Erklärung dieses staunenswerten Phänomens ist die Physik nicht näher gekommen.

Bis heute stehen zwei große Theorien nebeneinander wie Ehepartner, die in getrennten Betten schlafen: Einsteins Relativitätstheorie und die Quantentheorie. Mit der einen kann man Raum, Zeit und kosmologische Strukturen berechnen, mit der anderen das Verhalten von Atomen und Elementarteilchen. Beide sind extrem leistungsfähig in ihrem Bereich, aber sie finden einfach nicht zueinander. Im Urknall versagen sie, zu extrem sind die Verhältnisse im Big Bang. Und warum Licht rund 300000 Kilometer pro Sekunde schnell ist und ein Wasserstoffatom gerade 1,67 mal 10⁻²⁷ Gramm wiegt, können die Theorien auch nicht erklären. Dutzende solcher Naturkonstanten müssen die Physiker quasi von Hand in die Gleichungen einsetzen.

»Als junger Physiker hoffte ich, Schönheit und Eleganz in den Naturgesetzen zu finden«, erinnert sich Leonard Susskind. So wie sein Vater als Klempner die Rohre verlegte, rechtwinklig, parallel, irgendwie ästhetisch, so stellte er sich die Physik vor. »Stattdessen fand ich eine deprimierende Unordnung.« Das war Ende der sechziger Jahre. In den siebziger Jahren besserte sich die Lage, in den Achtzigern wurden die Physiker euphorisch. Eine neue Theorie machte ihnen Hoffnung, sie beschrieb Elementarteilchen nicht mehr als punktförmige Teilchen, sondern als schwingende Saiten oder Fäden. Diese *strings* sind zwar zu klein, um jemals direkt beobachtet werden zu können (rund 10–33 Zentimeter), aber mit diesem Trick ließen sich mathematische Unendlichkeiten in den Gleichungen vermeiden. Sogar die Gravitationskraft aus der Relativitätstheorie fand in dem abstrakten Gedankengebäude ihren Platz. Bislang allerdings ist die Stringtheorie so kompliziert, dass viele Eigenschaften des Multiversums im Dunkeln liegen. Zum Beispiel

postuliert sie elf Dimensionen, von denen einige mikroskopisch »aufgewickelt« sind, sodass wir nur drei Raumdimensionen wahrnehmen.

Michio Kaku vergleicht die Stringtheorie in seinem neuen Buch *Im Paralleluniversum* mit einem kleinen, schönen Kieselstein, den die Physiker bei einer Wanderung durch die Wüste finden: »Als wir den Sand beiseite fegen, stellen wir fest, dass es sich in Wirklichkeit um die Spitze einer riesigen Pyramide handelt, die unter Tonnen von Sand begraben liegt. Nach Jahrzehnten stoßen wir auf geheimnisvolle Hieroglyphen, verborgene Kammern und Tunnel. Eines Tages werden wir auf die unterste Ebene vordringen und endlich das Tor aufstoßen.«

Was Kaku so blumig formuliert, ist der Traum von der Weltformel. Doch der ist nun geplatzt – sagt Susskind, den inzwischen ein weißer Bart und eine Halbglatze schmücken: »Die Schönheit wurde zum Biest.« Nach Susskinds Berechnungen hat die Stringtheorie derzeit 10500 Lösungen, was praktisch unendlich ist. Bis Susskinds Buch *The Cosmic Landscape* auf Deutsch erscheint, könnten gar noch einige Zehnerpotenzen an Universen hinzukommen. Statt von einer Pyramide zu reden, entwirft der Stanford–Professor nun das Bild einer grenzenlosen imaginären Landschaft, der unser Kosmos gleiche. In dieser Landschaft gibt es Berge, Täler und Hochebenen. Und in jedem Tal liegt ein anderes Universum. Einige sehen aus wie unseres, die meisten existieren nur kurz, bevor in dem Tal wieder ein neues Universum geboren wird. Nur leider: Man kommt nicht von einem Tal ins andere. Ob die möglichen anderen Universen tatsächlich existieren, kann man nie feststellen.

Solche nicht überprüfbareren Theorien treiben dem Physiker Lee Smolin den kalten Schweiß auf die Stirn. Wenn die Physik das Prinzip der Überprüfbarkeit aufgeben, so warnt Smolin, gerate sie in die Nähe religiöser Theorien wie etwa der Schöpfungslehre vom Intelligent Design. »Die Gefahr liegt direkt vor unserer Haustür«, sagt Smolin. Der katholischen Kirche wiederum ist die Viele–Welten–Theorie nicht religionskompatibel genug. So geißelte der Wiener Kardinal Christoph Schönborn bei seinem viel beachteten Angriff auf die Evolutionstheorie im vergangenen Jahr explizit auch die Hypothese vom Multiversum. Sie widerspreche den überwältigenden Belegen für Zweck und Design der Natur.

Wenn es genügend Universen gibt, muss eines davon bewohnbar sein

Hart gesottene Physiker wie Steven Weinberg lassen solche kirchlichen Angriffe kalt. »Es ist schön, dass die Kosmologie auch mal ein bisschen von der Aufmerksamkeit abbekommt, die die Evolutionstheorie in diesen Tagen genießt«, kommentiert Weinberg die Äußerungen Schönborns sarkastisch. Gerade auf atheistisch gesinnte Naturwissenschaftler wie Weinberg übt die spekulative These vom Multiversum einen besonderen Reiz aus. Sie schlugen sich bisher vergeblich mit der Frage herum, warum der Kosmos wie geschaffen scheint, um Sterne, Planeten und irgendwann auch intelligentes Leben hervorzubringen. Die schier unglaubliche Feinabstimmung der Naturkonstanten zugunsten eines bewohnbaren Universums löst sich in der Multiversumstheorie jedoch in Wohlgefallen auf. Ihr zufolge ist die Existenz eines menschenfreundlichen Weltalls eine reine Folge der Statistik: Unter 10500 Universen muss unseres einfach dabei sein, so wie irgendjemand sechs Richtige im Lotto tippt, wenn genug Leute mitspielen. Martin Rees vergleicht das Multiversum mit einem großen Kleidergeschäft. »Wenn die Auswahl an Kleidern groß genug ist, sind wir nicht überrascht, etwas Passendes zu finden« – nämlich unser eigenes Universum.

Hätte Gott also die Welt auch anders erschaffen können? Ja, antworten die Multiversumstheoretiker und setzen noch einen drauf: Er hat seinen Spielraum ausgiebig genutzt. Dumm nur, dass diese Vorstellung zu einer geradezu inflationären Beliebigkeit in der Beschreibung der Wirklichkeit führt.

Wie also geht es in der Physik weiter? Wer sich nicht damit zufrieden geben mag, dass entweder unser Universum purer Zufall ist oder der liebe Gott alles gerade so hingebogen hat, wie wir es vorfinden, hat die Wahl zwischen drei Möglichkeiten.

Das Prinzip Hoffnung. Schließlich ist die Stringtheorie noch lange nicht fertig, vielleicht haben die Physiker ja etwas übersehen. »Es ist viel zu früh, aufzugeben«, sagt Princeton–Professor Paul Steinhardt, der eine

eigene Theorie von einem ewig wiederkehrenden, zyklischen Universum aufgestellt hat. Wer weiß, vielleicht wendet sich am Ende noch alles zum Guten, und eine erweiterte Stringtheorie beschreibt eines Tages genau ein Universum, nämlich unseres.

Die Flucht nach vorn. Nehmen wir an, das Multiversum existiert wirklich. Dann liegen zwar die anderen Universen außerhalb unseres eigenen, und selbst das beste Teleskop könnte sie niemals sehen. Doch vielleicht lassen sich andere Vorhersagen aus der Theorie ableiten, die man eines Tages, zumindest in unserem Universum, empirisch überprüfen könnte. Am Europäischen Forschungslabor Cern in Genf soll 2007 der Large Hadron Collider (LHC) in Betrieb gehen. Vielleicht findet ja dieser gigantische Teilchenbeschleuniger einen Hinweis auf die verborgenen Raumdimensionen, die die Theorie vorhersagt.

Schließlich bleibt die Möglichkeit des Irrtums. »Die Stringtheorie ist schlicht und einfach falsch«, glaubt zum Beispiel Peter Woit. Der Mathematiker von der Columbia University in New York betreibt den Anti-String-Weblog *Not even wrong* und fordert: »Eine korrekte Theorie sollte eine begrenzte Anzahl an Lösungen haben.« Als Alternativkandidaten für eine solche Theorie diskutieren einige Forscher die so genannte Schleifenquantengravitation, die unter anderem am Albert-Einstein-Institut in Potsdam entwickelt wird. Ihr zufolge ist die Raumzeit aus winzigen Körnchen aufgebaut. Sie kommt ohne die vielen Dimensionen und Universen der Stringtheorie aus. Das Problem ist bloß: Auch diese Theorie liefert bislang keine empirisch überprüfbareren Vorhersagen.

Nach 2500 Jahren scheint die Physik wieder am Anfang angekommen

Deutsche Physiker spielen in der erhitzten Debatte über das Multiversum so gut wie keine Rolle. Vielleicht fehlt ihnen die Sozialisation der Bronx, wo Leonard Susskind und Steven Weinberg dieselbe High School besuchten. Dafür wird hierzulande die philosophische Analyse gepflegt. Reiner Hedrich von der Universität Gießen bekam einen Antrag bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft bewilligt, um die Argumente der Physikdebatte zu ordnen. Wer den Philosophen anruft, hört klassische Musik im Hintergrund. »Die Theorie vom Multiversum ist vernünftig in ihrer Logik«, sagt Hedrich, »aber nicht vernünftig genug, um Wissenschaft zu sein.« Das Forschungsprogramm erinnert ihn an das der Vorsokratiker im alten Griechenland: Es sei »ein metaphysisches Nachdenken über die Natur«.

Ist die Physik damit nach 2500 Jahren wieder bei ihren Anfängen angekommen? Lee Smolin, Mitbegründer der Schleifenquantengravitation, beschwört seine Kollegen, der Multiversumstheorie nicht auf den Leim zu gehen: »Der Fortschritt der Wissenschaft in den letzten 400 Jahren beruht auf ein paar ethischen Grundregeln, und Falsifizierbarkeit ist eine davon.« Poppers Gebot der prinzipiellen Widerlegbarkeit müsse man unbedingt aufrechterhalten. Leonard Susskind ist da grundsätzlich anderer Ansicht: »Gute wissenschaftliche Praxis folgt keinem abstrakten Regelwerk, das uns ein paar Philosophen vorschreiben«, behauptet er in einem Schlagabtausch mit Lee Smolin auf der Website edge.org. Smolin spiele sich wie ein Schiedsrichter über gute und schlechte Wissenschaft auf. »Die Naturwissenschaft ist das Pferd, das den Karren der Philosophie zieht. Lasst uns nicht den Karren vors Pferd spannen.«

Smolin hat übrigens seine eigene Theorie vom Universum. Universen könnten als Babyuniversen in Schwarzen Löchern zur Welt kommen und anschließend einer Art Darwinschem Selektionsprozess unterworfen sein. Das sei sogar widerlegbar, versichert Smolin, durch die Beobachtung von so genannten Neutronensternen. Doch das bezweifeln wiederum andere Forscher.

»*Hypothesis non fingo*«, sagte Newton, ich mache keine Hypothesen. Seine heutigen Fachkollegen halten sich da weniger zurück. Fast scheint es, als diene der Entwurf neuer Universen dem Zeitvertreib. Eine Art Fingerübung, bis der LHC endlich in Betrieb geht. Die bizarren Weltbilder der Kosmologen und Stringtheoretiker allerdings einfach als Spinnerei abzutun wäre zu billig. »Solange keiner eine bessere Idee hat, muss man es so weiter versuchen«, sagt der Gießener Philosoph Reiner Hedrich, auch wenn der Ansatz widersinnig anmutet: »Ausprobieren, wissend, dass es so nicht geht.«

Bis die Kosmologen wieder festen Boden unter den Füßen haben, wird man sich vorläufig mit einem anderen

Maß für die Glaubwürdigkeit einer Theorie begnügen müssen: Royal–Society–Präsident Martin Rees würde seinen Hund auf die These vom Multiversum verwetten, Andrei Linde von der Stanford University sogar sein Leben. Und Steven Weinberg verkündete im November in einem Aufsatz mit dem Titel *Leben im Multiversum*, er habe bereits genug Zutrauen in die Theorie, »um sowohl Andrei Lindes Leben als auch Martin Rees Hund darauf zu setzen«.

DIE ZEIT 26.01.2006 Nr.5

05/2006