

2

Auf den Punkt menschenfreundlich

Theoretisch könnte alles anders sein. Wenn die wesentlichen Größen im Universum – die Naturkonstanten – etwas andere Werte hätten, gäbe es vielleicht keine Materie, keine Sterne, kein Leben oder gar eine fraktale Anzahl von Dimensionen. Obwohl die Wissenschaftler sich noch nicht einig sind, ob für intelligentes Leben eine Feinabstimmung der Konstanten notwendig ist, scheint eines sicher zu sein: Hätte die Natur ein bisschen zu ungünstig an den Reglern gedreht, müsste sie ohne den Menschen auskommen. Glück gehabt!

Von außen betrachtet sieht es manchmal so aus, als würde der Fortschritt der Wissenschaft strikt einer klaren, geraden Linie folgen. Am Anfang führt sie noch durch düstere Gegenden voll unbeantworteter Fragen und ungelöster Probleme. Doch mit jedem Experiment und jeder Beobachtung kommt mehr Licht in das Bild. Mit unbestechlicher Logik ergründen Forscher immer weitere Geheimnisse der Natur, wobei sie rein rational vorgehen, ohne sich von Vorurteilen, persönlichen Eitelkeiten oder gar Emotionen beeinflussen zu lassen. Geleitet werden sie von strahlenden Helden wie Isaac Newton, Albert Einstein oder Stephen Hawking. Der Lohn ihrer Mühe ist schließlich eine Theorie, die so über-

zeugend ist, dass der Mensch mit ihr Atome spalten und ins Weltall fliegen kann.

Schade, dass die Wahrheit in der Regel anders aussieht. Oder vielleicht ist das auch ein Glück, denn eine perfekte Wissenschaft wäre kalt, fantasielos und vor allem langweilig. Die Wirklichkeit hat dagegen einen Reichtum an Intrigen, Betrügereien und offenen Feindseligkeiten zu bieten, der jeder Seifenoper im Fernsehen genügend Material für mehrere Staffeln liefern könnte. Manche vermeintliche Heroen haben – wie beispielsweise Isaac Newton – ihre Konkurrenten denunziert und lächerlich gemacht. Andere – unter ihnen Albert Einstein – hatten ihre beste Zeit längst hinter sich, als sie berühmt wurden, und stolperten auf der Suche nach alter Größe von einer wissenschaftlichen Sackgasse in die andere. In den guten Fällen blieben sie dabei schlicht erfolglos wie Einstein bei seiner Jagd auf versteckte Parameter in der Quantenphysik. In den weniger guten Fällen machten sie sich mit ihren abstrusen Ideen zum Gespött der Kollegen.

Und in einem Fall hat sich ein eigentlich großer Wissenschaftler mit seinem Dickkopf und seiner Unbelehrbarkeit höchstwahrscheinlich selbst um den verdienten Nobelpreis gebracht.

Kein Nobelpreis für Don Quijote

Fred Hoyle war sicherlich kein einfacher Mensch. Wer ihn kannte und es gut mit ihm meinte, hätte ihn vermutlich als einen mutigen Querdenker bezeichnet. Wer mit ihm aneinandergeraten war, fand sicherlich auch durchaus

deutlichere Worte. Und es war einfach, anderer Meinung zu sein als Hoyle. Allem Anschein nach hatte der englische Astrophysiker und Professor in Cambridge eine Schwäche für weit hergeholtene Erklärungen, denen er sich voll und ganz verschrieb. Das musste schon sein Vater erfahren, der als Wollhändler ohne akademische Bildung über die Evolutionslehre von Charles Darwin gelesen hatte und seinem zwölfjährigen Sohn begeistert davon erzählte. Der junge Fred, der schon als Vierjähriger das gesamte kleine Einmal-eins beherrschte und sich im Alter von zehn Jahren mithilfe der Sterne orientieren konnte, glaubte Darwin und seinem Vater kein Wort. Ein Wechselspiel von zufälligen Mutationen und harter Auswahl der besten Varianten durch Selektion war seiner Ansicht nach nicht geeignet, um die vielen verschiedenen Lebensformen auf der Erde hervorzu- bringen. Und das nicht etwa, weil er besonders religiös war, nein, Fred Hoyle hatte schlicht eine intuitive Abneigung gegen die Evolution, und so war er einfach skeptisch. Selbst Fossilienfunde wie der *Archaeopteryx*, deren Merkmale von Vögeln und Reptilien zeigt, konnten ihn nicht überzeugen. Für ihn waren dies vielmehr dreiste Fälschungen, die keiner Diskussion würdig waren.

Aber Hoyles Interesse galt sowieso weniger der Biologie als der Physik und der Mathematik. Nach der Schule studierte er folgerichtig in Cambridge Astrophysik, wo er nach dem zweiten Weltkrieg eine Stelle als Dozent antrat. Hier entwickelte er zusammen mit zwei Kollegen das Steady-State-Modell der Kosmologie, nach welchem das Weltall ewig war und keinen Anfang hatte. Ausdehnen durfte es sich ruhig, nur nicht als Ganzes aus dem Nichts erscheinen, wie es die Urknalltheorie behauptete. Stattdessen sollte in

den ohne Unterlass entstehenden Lücken zwischen den Galaxien ständig neue Materie aus dem Vakuum entspringen. An die Stelle eines einzigen „Big Bang“, wie Hoyle die Urknalltheorie in einem Radiogespräch mit der BBC als Erster bezeichnete, gehörte seiner Ansicht nach also ein stetiges Nachplätschern ohne Anfang und Ende. Als sich bald darauf die Beobachtungsdaten gegen sein Steady-State-Modell wandten und stattdessen für die Richtigkeit der Urknalltheorie sprachen, schaltete er erneut auf stur. Noch im Jahr 1993, als außer ihm kaum noch jemand daran zweifelte, dass das Universum einen Anfang hatte, versuchte Hoyle seine Idee zu retten, indem er behauptete, im Weltall fänden ständig „Mini-Bangs“ statt, bei denen Weiße Löcher auf einen Schlag große Mengen neuer Materie ausschütten, die sie von Schwarzen Löchern in anderen Raumzeiten erhalten. Eine Hypothese, die so kompliziert ist, wie sie sich anhört. Und die andere Astrophysiker auch deshalb ablehnen, weil Weiße Löcher ihrer Ansicht nach nicht mehr als mathematische Kunstgebilde sind, die lediglich innerhalb der Formeln zur Relativitätstheorie existieren, nicht aber im realen Universum.

Während die meisten Wissenschaftler Hoyles Anhänglichkeit zu seinem Steady-State-Modell noch mit einem verkniffenen Lächeln als liebenswerte Schrulligkeit verziehen, bereiteten ihnen einige seiner anderen Einfälle größere Bauchschmerzen. Beispielsweise bestand Hoyle darauf, dass das Leben nicht auf der Erde entstanden war, sondern in Form ganzer Zellen aus dem Weltall gekommen ist – eine Idee, die als Panspermie bezeichnet wird und unter Biologen kaum ernstzunehmende Anhänger hat. Ebenso wie Hoyles Behauptung, dass ein Mangel an Sonnenflecken der

wahre Grund für Schnupfenepidemien wären, da die verringerte Sonnenaktivität dann nicht mehr die kosmischen Viren abtöten könnte und diese ungehindert auf die Erde gelangen.

Wie ein wissenschaftlicher Don Quijote warf Hoyle sich für seine Theorien in Schlachten, die von vornherein aussichtslos waren. Kurz nachdem er im Jahr 1972 passenderweise zum Ritter geschlagen worden war, überspannte er den Bogen jedoch endgültig. Aus Verärgerung darüber, dass die Leitung der Cambridge University eine freie Professorenstelle mit jemand anderem als seinem eigenen Wunschkandidaten besetzte, überwarf sich Hoyle mit dem „Robespierre-ähnlichen Spionage-System“ in Cambridge und legte mit 57 Jahren alle Ämter nieder. Wie der Ritter von der traurigen Gestalt begann er eine Wanderkarriere, die ihn an verschiedene Universitäten führte. Unter anderem lehrte er einige Jahre am California Institute of Technology, dem berühmten Caltech, und schrieb zahlreiche Sachbücher und Science-Fiction-Romane. Wissenschaftlich machte er nun immer häufiger mit haltlosen Thesen von sich reden, in denen er etwa behauptete, dass die Gene des Menschen fix und fertig aus dem Weltall auf die Erde herabgeregnet wären.

Derartige Eskapaden waren vermutlich schuld daran, dass Hoyle 1983 leer ausging, als der Nobelpreis für Physik für eine Theorie vergeben wurde, die eigentlich zuerst von ihm entwickelt worden war, wie der Preisträger William Alfred Fowler in seiner Autobiografie schrieb: „Das großartige Modell der Nukleosynthese in Sternen wurde eindeutig 1946 von Hoyle aufgestellt.“ Die Windmühlen, gegen die Hoyle ohne Rücksicht immer wieder angeritten war, warfen anscheinend inzwischen so viele Schatten, dass sie den

Blick verwehrten auf einen der wirklichen Riesen, die Hoyle tatsächlich besiegt hatte: Die Frage, wo und wie eigentlich die schweren Elemente im Universum entstanden sind.

Der Stoff, aus dem das Leben ist

Obwohl Fred Hoyle den Urknall nicht mochte, hatte er ihm nicht nur seinen englischen Namen gegeben, sondern auch eines der größten Probleme dieser Theorie gelöst. Unter den Bedingungen des jungen Kosmos konnten sich nämlich ohne Weiteres die Atomkerne der Elemente Wasserstoff, Helium und Lithium bilden, für alle schwereren Elemente reichte aber die Energie schon sehr bald nicht mehr aus. Besonders Kohlenstoff – der Grundbaustein aller Biomoleküle – benötigt für seine Entstehung eine Temperatur von über 100 Mio. Grad Celsius, doch so heiß war das Weltall bereits nicht mehr, als sich die Protonen und Neutronen zu Atomkernen zusammenfanden. Mit dem Urknall konnte der Kohlenstoff darum nicht entstanden sein.

Aber irgendwo musste er herkommen, denn schließlich ist das Weltall voll von Kohlenstoffverbindungen, von denen nicht zuletzt wir Menschen unzählige in uns tragen. Hoyle suchte also nach einer ultraheißen Quelle für das offensichtlich vorhandene Element und stieß schließlich auf das Innere von Sternen. Im Laufe ihres Daseins machen Sterne mehrere Phasen durch, die sich vor allem in den Kernreaktionen unterscheiden, mit denen sie sich gegen ihre eigene Schwerkraft wehren. Zunächst fusionieren sie Wasserstoff zu Helium, was ausreichend Energie liefert, um das Zentrum so weit aufzuheizen, dass es dem Gravitations-

druck standhalten kann. Je nach Größe des Sterns geht der Wasserstoff jedoch nach einigen Millionen bis Milliarden Jahren zur Neige, und der Stern fällt in sich zusammen. Unter dem zunehmenden Druck steigt aber die Temperatur über die Grenze von 100 Mio. Grad Celsius, sodass neue Fusionsreaktionen einsetzen. Jetzt verschmelzen die Heliumkerne miteinander. Eine der dabei auftretenden Reaktionen trägt den Namen Drei-Alpha-Prozess, weil insgesamt drei Heliumkerne, die auch als Alpha-Teilchen bezeichnet werden, fast gleichzeitig miteinander kollidieren müssen. Heraus kommt ein Kohlenstoffatom. Vorausgesetzt, der Drei-Alpha-Prozess findet tatsächlich statt.

Die Wahrscheinlichkeit für solch ein Treffen, bei dem die Kerne dann auch noch wirklich miteinander verschmelzen, ist jedoch ungeheuer gering. Hoyle erkannte, dass nur dann genügend Kohlenstoff entstehen konnte, wenn die beteiligten Kerne auf wundersame Weise zueinander passten. Er wagte daher die Vorhersage, dass es einen besonderen Typus von Kohlenstoffkern geben musste, der fast exakt den gleichen Energiezustand hatte wie die Heliumkerne, von denen die Reaktion ausging. Nur unter dieser Bedingung, so argumentierte er, konnten die Kerne vom Einzelgängertum in die Gemeinsamkeit gleiten. Der Haken an dieser Idee war, dass die Energiezustände von Helium und dem ominösen Kohlenstoff ziemlich genau zueinander passen mussten. So genau, dass sich eine derartige Übereinstimmung kaum noch als zufälliges Ereignis ansehen ließe.

Als Theoretiker konnte Hoyle seine Idee nicht selbst mit einem Experiment überprüfen. Daher sprach er den Kernphysiker William Fowler an, der schon das Energieniveau eines Zwischenprodukts des Drei-Alpha-Prozesses

ses bestimmt hatte. Fowler benötigte für die schwierigen Messungen einige Jahre, doch dann stand fest, dass es eine radioaktive Form des Kohlenstoffs gab, deren Energie bis auf 0,65 % passte. Hoyle hatte recht gehabt. Doch in die Freude, den Ursprung des Kohlenstoffs entdeckt zu haben, mischte sich ein weiterer Gedanke: Warum lagen die Energieniveaus so dicht zusammen? Und warum waren die Werte für alle denkbaren Folgereaktionen so weit verschoben, dass sie langsamer abliefen und damit ausreichend große Mengen Kohlenstoff übrig ließen? Sah das nicht ganz danach aus, als wären die Daten absichtlich so zusammengestellt, dass sie genug Kohlenstoff produzieren, um später biologisches Leben zu erzeugen? „Nichts hat meinen Atheismus so erschüttert wie diese Entdeckung“, stellte Hoyle im Rückblick fest.

Auf des Kosmos' Schneide

Ginge es nur um die Energiewerte einer radioaktiven Kohlenstoffvariante, hätte die Wissenschaftsgemeinde die wundersame Übereinstimmung von Wunsch und Wirklichkeit mit einem Achselzucken zur Kenntnis genommen und wäre zur Tagesordnung übergegangen. Aber je genauer sie hinsah, desto länger wurde die Liste der denkwürdigen Zufälle bei den Naturkonstanten:

- Wäre die starke Wechselwirkung, durch welche die Protonen im Atomkern zusammengehalten werden, nur um zwei Prozent stärker, hätten diese sich gleich nach dem Urknall zu Zweiergrüppchen zusammengefunden. An-

stelle des Wasserstoffs, wie wir ihn kennen und wie er im Inneren der Sterne fusioniert, hätte es einen Diprotonenwasserstoff gegeben, der eine Trillion Mal schneller fusioniert. Damit wären Sterne entstanden, gealtert und explodiert, bevor das Leben überhaupt eine Chance gehabt hätte, sich auf einem der Planeten zu entwickeln.

- Ebenso katastrophal wäre es, wenn die Gravitationskonstante, von der abhängt, wie stark sich Massen gegenseitig anziehen, um das 0,000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 1-Fache von ihrem tatsächlichen Wert abgewichen wäre. Läge die Konstante leicht zu hoch, hätten sich die Sterne unter der eigenen Schwerkraft zu schwach glimmenden Roten Zwergen verklumpt, eine geringere Gravitation hätte sie zu Blauen Riesen aufgebläht, die ihr Fusionsmaterial innerhalb einiger Millionen Jahre aufbrauchen. Zu schnell für das Leben.
- Als wenn ein Universum ohne Sterne nicht schon schlimm genug wäre, hätte eine zu große kosmologische Konstante dem Weltall gleich noch den kümmerlichen Rest an Strukturen genommen. Die kosmologische Konstante beschreibt die unbekannte Kraft, die noch heute das Universum expandieren lässt. Ihr Wert ist 10^{122} -mal kleiner als alle anderen grundlegenden Größen des Universums. Wäre sie nur ein wenig größer ausgefallen, hätte sie den Raum so schnell auseinander getrieben, dass jedes Materieteilchen auf ewig einsam und allein durch die Weiten getrieben wäre. Galaxien, Sterne, Planeten oder neugierige Humanoide hätte es niemals gegeben.

Wir könnten die Aufzählung noch um eine ganze Reihe anderer Naturkonstanten erweitern. Beispielsweise um die Sommerfeld'sche Feinstrukturkonstante, die bestimmt, wie stark elektrische Ladungen einander anziehen oder abstoßen. Ob Elektronen bei ihren Atomkernen bleiben, ob die molekularen Kopiermaschinen der Zelle an die DNA binden können, ob wir getrost auf einem Stuhl Platz nehmen können oder durch die Sitzfläche fallen und ob die Sonne uns mit der Wärme ihres Fusionsfeuers versorgt – all dies und noch viel mehr hängt vom exakten Wert der Feinstrukturkonstanten ab. Ein bisschen zu viel oder zu wenig und – schwups! – wäre es vorbei mit dem Traum von der Menschheit. Oder das Verhältnis der Massen von Elektronen und Protonen, das genau austariert erscheint, damit sich Atome und Moleküle bilden können. Selbst für die drei Dimensionen des Raums gibt es keinen erkennbaren Grund. Im Prinzip könnte das Universum auch vier, fünf oder 38 Raumdimensionen haben. Sogar eine nicht ganzzahlige oder „fraktale“ Dimensionalität wie $17/8$ wäre theoretisch möglich. Allerdings ohne uns, denn schon bei vier Raumdimensionen finden weder Elektronen noch Planeten stabile Bahnen um ihre Kerne beziehungsweise Sonnen.

Für all die genannten Katastrophen bräuchten sich die Naturgesetze nicht zu ändern, es reicht, wenn die darin vorkommenden Konstanten leicht andere Werte annehmen. Wir können uns diese Naturkonstanten als eine Art Wechselkurs vorstellen, der vorgibt, in welchem Verhältnis Messgrößen ineinander umgewandelt werden können. So wie ein Euro etwa 10,20 Guatemaltequische Quetzal bringt, ergibt die Masse einer Tafel Schokolade auf der Erde eine Gewichtskraft von rund einem Newton. Wäre die Gravita-

tionskonstante als Wechselkurs doppelt so groß, stiege auch die Kraft auf das Zweifache. Solange es nur um Schokolade geht, würde das lediglich den wöchentlichen Einkauf ein gutes Stück schweißtreibender gestalten, die Auswirkungen auf die Sterne und Galaxien wären hingegen deutlich unangenehmer. Genau wie ein schlechter Wechselkurs eine Volkswirtschaft in den Ruin treiben kann, haben die Naturkonstanten daher das Schicksal des Universums in ihren Händen. Sind sie schlecht gestimmt, kann der Anfang der Welt auch schon ihr Ende sein.

Unser Dasein stand bei der Festlegung der Naturkonstanten kurz nach dem Urknall – oder geschah dies vielleicht ganz zu Beginn in dem dunklen Sekundenbruchteil, den wir noch nicht berechnen können? – also in mehr als einer Hinsicht auf des Kosmos' Schneide. Und trotzdem sind wir hier, machen uns auf der Kruste eines lebensfreundlichen Planeten breit und sinnieren über Guatemaltekkische Quetzals und Gravitation. Allem Anschein nach meinte es wohl jemand sehr gut mit uns und hat die Naturkonstanten ganz nach unseren Bedürfnisse eingestellt. Als ob wir am Ende doch etwas Besonderes sind. Vielleicht sogar der Grund, warum es das Universum überhaupt gibt?

Stark, schwach oder mit Zucker?

Die Feinabstimmung der Naturkonstanten boxt den Menschen anscheinend wieder in den Mittelpunkt des Universums, von wo ihn frühere Astronomen wie Giordano Bruno, Nikolaus Kopernikus und Galileo Galilei vertrieben hatten. Ausgerechnet zur Feier des 500. Geburtstags von

Glück gehabt! Zwölf Gründe, warum es uns überhaupt gibt

Fritsche, O.

2014, XVI, 269 S. 35 Abb. Book + eBook., Hardcover

ISBN: 978-3-642-41654-5