



Brian Greene:
Bis zum Ende der Zeit
 Siedler Verlag, München 2020
 448 Seiten mit Abbildungen
 ISBN: 978-3-8275-0135-6
 Gebunden € 28,00

Der Reiz der Ewigkeit

Brian Greene ist eine gefragte Person. Man begegnet ihm auf vielen TV-Kanälen – immer sportlich, gutaussehend und eloquent. Nicht nur das: Offenbar hat der amerikanische Physiker neben seinem eigentlichen Beruf und dem Fernsehen auch noch genügend Zeit, Bücher zu schreiben. Und es werden stets Bestseller, etwa »Das elegante Universum« (2000)

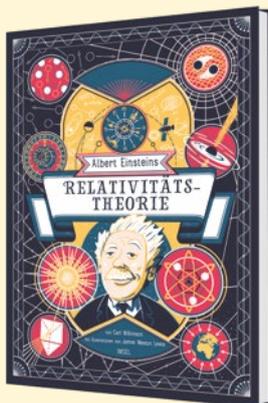
oder »Die verborgene Wirklichkeit« (2013). Greene geht souverän mit Themen wie Paralleluniversen, Stringtheorien sowie Raum, Zeit und Materie um. Sein Erfolg kommt nicht von ungefähr, denn er versteht es, komplizierte Dinge verständlich darzustellen. Mit seinen Darstellungen mag man nicht immer einverstanden sein – fundiert, klar formuliert und unterhaltsam sind sie allemal.

In diesem Buch versucht er sich an einem voluminösen Rundumschlag zum Thema »Sinn des Lebens« – natürlich aus naturwissenschaftlicher Sicht. Nebenbei erzählt er die Geschichte des Universums vom chaotischen Anfang »bis zum Ende der Zeit«. Das Thema ist nicht ohne Risiko, denn es verlangt Grenzüberschreitungen: weg vom sicheren Hafen der Physik und hin zu den heiklen Gestaden von Leben, Geist, Philosophie und Religion.

Was den physikalischen Teil des Buchs angeht, verzichtet Greene wie gewohnt auf jegliche Mathematik, was ihn von Autoren wie etwa Roger Penrose unterscheidet. Er kommt auch, anders als der verstorbene Stephen Hawking, ganz ohne bunte Bilder und ansprechende Grafiken aus. Sein Werk beweist: Man kann auf solches Beiwerk verzichten, wenn nur die Worte stimmen. Wer es genauer wissen

will, findet im Anhang ganze 60 Seiten mit Anmerkungen plus weitere 17 mit Literaturhinweisen, was insgesamt einen beachtlichen Teil des 450 Seiten starken Buchs ausmacht.

Greene beginnt seine Reise mit einem Grundgesetz der Physik: dem berühmten zweiten Hauptsatz der Thermodynamik. Der damit zusammenhängende Begriff der Entropie zieht sich wie ein roter Faden durch den Band. Leser, die sich mit diesem Begriff noch immer schwertun, finden ihn in dem Werk sauber geklärt. Bekanntlich nimmt Entropie in einem abgeschlossenen System niemals ab, was die unausweichliche Entwicklung von Ordnung zu Unordnung bedeutet. Die Folge davon ist eine definierte Zeitrichtung, ein Zeitpfeil. Befasst man sich mit diesem Thema, landet man gedanklich schnell bei Schwarzen Löchern, die klassischen Theorien zufolge das lokale Ende der Raum-Zeit-Struktur darstellen. Physiker stellen sie sich als Singularitäten der Materie beziehungsweise Energie vor, die ebenfalls Entropie besitzen und – damit untrennbar verbunden – auch Information. Wie und wo diese in einem Schwarzen Loch gespeichert ist, wird heiß diskutiert. Vielleicht sind Entropie und Information sogar grundlegendere Konzepte als Energie und Materie?



Carl Wilkinson:
Albert Einsteins Relativitätstheorie
 Insel Verlag, Berlin 2021
 64 Seiten mit zahlreichen
 Farbabbildungen
 ISBN: 978-3-458-17897-2
 Gebunden € 29,90

Ein Wolf im Schafspelz

Albert Einstein (1879–1955) war ein Phänomen. Er war wohl ein etwas fauler Student, der nach dem Studium im Berner Patentamt arbeitete – dort aber neben seiner eigentlichen Arbeit bahnbrechende wissenschaftliche Abhandlungen schrieb. Darunter die über den photoelektrischen Effekt und die Quantennatur des Lichts, die ihm den Nobelpreis bescherte. Doch weltberühmt wurde der Ausnahmephysiker mit seiner Theorie zur Gravitation: der Relativitätstheorie. Auf den ersten Blick macht sie scheinbar absurde Aussagen, da sich in ihr Raum und Zeit anders verhalten, als man es gewohnt ist. Nicht jeder kann der Theorie deshalb folgen, und entsprechend viele Versuche gibt es in der populärwissenschaftlichen Literatur, sie verständlich zu machen.

Carl Wilkinson steuert nun ein ungewöhnliches Buch zu dieser Reihe bei: Großformatig ist es mit 37 Zentimeter

hohen und 27 Zentimeter breiten Seiten, und die Aufmachung entspricht einem Jugendsachbuch. Jede Doppelseite zeigt eine stimmungsvolle, leicht dramatisch anmutende Illustration, passend zum jeweiligen Thema. Der Text ist in kleinen Häppchen in Kästen verteilt, in denen auch die üblichen erklärenden Skizzen zu finden sind. Doch die lockere Gestaltung darf einen nicht täuschen: Das Buch möchte nicht nur Einstein vorstellen, sondern wirklich erklären, was die Relativitätstheorie bedeutet und warum sie entgegen aller Intuition logisch ist. Das macht das Buch ziemlich anspruchsvoll und spannend.

Die ersten Kapitel beschreiben die Grundvorstellungen der Physik vor Einstein: Was sind Schwerkraft, Zeit, Raum und Licht? Ebenso wird hier schon das Relativitätsprinzip vorgestellt – denn es fußt auf Galileo Galilei (1564–1642). Anschließend führt Wilkinson die spezielle Relativitätstheorie ein und mit ihr bekannte

Der Autor kommt nun zum entscheidenden Problem: Wie konnte sich aus dem extrem heißen Urknall – dem ultimativen Quantenchaos – eine geordnete Welt entwickeln, mit Sternen, Planeten und Lebewesen? Widerspricht das nicht dem zweiten Hauptsatz? War hier etwa ein Schöpfer tätig? Um dem Buch ein wenig vorzugreifen: Die Gravitation spielt hier eine wichtige Rolle, jedenfalls in der unbelebten Natur.

Funktionieren Lebewesen nach ähnlichen Gesetzen? Greene spinnt den Entropie-Faden weiter und analysiert die möglichen Zwischenstufen zum Lebendigen. Dabei begibt er sich auf spekulatives Terrain, was beim Lesen zum kritischen Mitdenken anregt. Sein gedanklicher Weg führt – notgedrungen – bis zu Geist und Bewusstsein, also in Gefilde, in denen vieles noch im Dunkeln liegt. Der Kreis schließt sich in den letzten Kapiteln, in denen der Autor zur Quantenphysik zurückkehrt.

Man sollte sich nicht vom Umfang des Buchs abschrecken lassen: Das Werk ist gelungen und die Lektüre lohnt. Der Band vermittelt zahlreiche Erkenntnisse, auch an Laien, die nicht »vom Fach« sind – man sollte besser sagen »von den vielen Fächern«. Schließlich beherrscht es Greene meisterhaft, sich zwischen

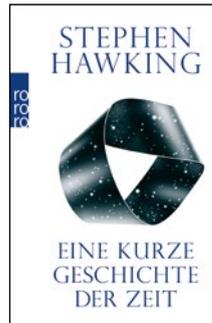
Natur- und Geisteswissenschaften zu bewegen. Das spannende Buch ist ein Muss für jeden, der über den Tellerrand der normalen Physik hinausblicken möchte, um das große Ganze zu erahnen. Dabei verlässt der Autor niemals den Pfad der Logik und der empirischen Erkenntnis – sein Werk ist mithin keine Lektüre für Esoteriker.

WOLFGANG STEINICKE ist Physiker und Mitglied der Vereinigung der Sternfreunde e. V., deren Fachgruppe »Geschichte« er leitet. Er ist außerdem Herausgeber des »Praxishandbuch Deep-Sky«.

Buchtipps des Monats



Dr. Matthias Maurer,
ESA-Astronaut



Stephen Hawking:
Eine kurze Geschichte der Zeit
Rowohlt Taschenbuch,
Reinbek bei Hamburg 2011
(36. Auflage, Neuauflage)
271 Seiten mit zahlreichen
schwarz-weiß Illustrationen
ISBN: 978-3-499-62600-5
Kartonierte € 10,00
Originaltitel: A Brief History
of Time: From the Big Bang
to Black Holes

Ich habe das Buch zu Beginn meines Studiums mit Begeisterung gelesen. Die Fragen, die Hawking anspricht, sind die gleichen, die mich auch heute noch begeistern und zu meiner Arbeit als Astronaut motivieren. Von grundlegenden Fragen wie »Woher kommen wir?« bis hin zu komplexen physikalischen Konzepten, die er verständlich erklärt und mir dadurch einen wesentlich tieferen Zugang zu Physik und Kosmologie ermöglichte.

Effekte wie Zeitdilatation, Längenkontraktion oder das Zwillingsparadoxon. Auch der berühmten Formel $E = mc^2$ widmet der Autor eine Doppelseite, bevor er sich an die allgemeine Relativitätstheorie wagt. Lichtablenkung, Schwarze Löcher, Gravitationsrotverschiebung und Gravitations-

büchern vorgerechnet, taucht aber selten in populärwissenschaftlichen Werken auf.

Ein anderes schönes Beispiel für die thematische Tiefe des Buchs ist ein Zug, der mit fast Lichtgeschwindigkeit durch einen Tunnel rast. In Ruhe sind Zug und Tunnel gleich lang, durch die Längenkon-

des Buchs lockert bewusst die Lesereihenfolge auf, wodurch man jedoch manchmal gedanklich etwas springen muss. Außerdem stößt man ab und zu auf Textblöcke, die etwas verloren und zusammenhanglos wirken – etwa über Glasfaserkabel, bei denen ich keinen direkten Zusammenhang zu Einstein ausmachen kann.

Neben der Relativitätstheorie stellt das Buch auch die Person Albert Einstein vor. Das überfrachtet das Buch allerdings etwas. Echtes Verständnis wird der Leser hier nicht erwerben. Ein bisschen weniger hätte das Buch stringenter gemacht. Trotzdem lässt sich eine klare Kaufempfehlung für das schön gestaltete Werk aussprechen – und das nicht nur für Jugendliche. Hinter der lockeren Aufmachung warten viele gedanklich anspruchsvolle Abenteuer; es lauert ein Wolf im Schafspelz.

Der Autor erwähnt in seinem Buch, wo wir heute Einsteins Theorien im Alltag finden.

wellen werden erklärt. Zudem erwähnt er, wo wir Einsteins Theorien heute im Alltag finden – etwa in Lasern oder GPS-Geräten.

Für die Einführung der gekrümmten Raumzeit wählt Wilkinson das lehrreiche Beispiel einer rotierenden Scheibe: Für einen mitrotierenden Beobachter treten Beschleunigungskräfte auf, und aus den Effekten der speziellen Relativitätstheorie folgt, dass die Geometrie auf der Scheibe nicht mehr euklidisch sein kann. Das Beispiel wird zwar in manchen Lehr-

traktion passt der Zug aber komplett in den Tunnel hinein. Könnte man also kurzzeitig die Tore am Tunneleingang und -ausgang schließen, ohne dass es zu einer Kollision kommt? Die Antwort auf die Frage findet man im Buch.

Nicht gut gelungen ist hingegen die Doppelseite zur Relativität der Gleichzeitigkeit. Hier fehlen Skizzen, in denen man sieht, dass zwei Ereignisse für einen ruhenden und einen bewegten Beobachter nicht zeitgleich stattfinden können. Das Design

STEFAN GILLESSEN ist promovierter Physiker und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik.



Michio Kaku:
Die Gottes-Formel
 Rowohlt Verlag, Hamburg 2021
 240 Seiten mit Abbildungen
 ISBN: 978-3-498-00233-6
 Gebunden € 24,00

Stringtheorie für Dummies

»Alles Hype und große Töne, aber keine Substanz«, meinen die einen, während andere beteuern, es sei »die aufregendste Idee, die ich kenne« oder »Einstein wäre zufrieden gewesen«. Die Rede ist von der Stringtheorie, die seit Jahrzehnten die Physik-Community spaltet. Meist laufen Diskussionen darüber auf einem fachlich so hohen Niveau ab, dass Laien keine Chance haben, die vorgetragenen Argumente nachzuvollziehen, geschweige denn, etwas beizusteuern. »Die Gottes-Formel« könnte das ändern: Der theoretische Physiker Michio Kaku schafft es, auf gerade einmal 200 Seiten die grundlegenden Prinzipien der komplexen Theorie verständlich aufzubereiten – inklusive ihrer Vorzüge und Probleme.

Um das zu schaffen, muss der Autor weit ausholen: Etwa drei Viertel des Buchs befassen sich mit den Hintergründen, die schließlich zur Stringtheorie führen. Für die Leser gestaltet sich die Reise dabei sehr spannend. Kaku erörtert nicht nur die Geschichte der Physik – angefangen mit Demokrit, der die Existenz von Atomen postulierte, über Newton und die erste Gravitationstheorie, Maxwell mit seinem Elektromagnetismus hin zu Einsteins Relativitätstheorie sowie zu Physikern wie Heisenberg, Dirac und Planck, welche die Quantenmechanik entwickelten. Der Autor spickt die Erklärungen mit unterhaltsamen Anek-

doten, etwa wie Feynman während des Zweiten Weltkriegs einen Safe in einem Labor knackte, der die Geheimnisse der Atombombe enthielt, und darin aus Spaß eine kryptische Nachricht hinterließ, um seine Kollegen zu ärgern.

Kaku versteht es wie kaum ein anderer, komplizierte physikalische Zusammenhänge klar zu vermitteln. Er führt mit Leichtigkeit durch die wichtigsten Etappen der Physikgeschichte, bis er in der Gegenwart ankommt, in der wir die Welt einerseits durch Einsteins allgemeine Relativitätstheorie und andererseits durch das Standardmodell beschreiben, das den Elektromagnetismus sowie die starke und die schwache Kernkraft umfasst. An diesem Punkt macht der Autor klar, dass wir auf eine neue Theorie angewiesen sind, um alle Phänomene in unserem Universum zu verstehen, inklusive des Urknalls und Schwarzer Löcher.

Als mögliche Lösung präsentiert Kaku die Stringtheorie. Er selbst beschäftigt sich seit ihren Anfängen in den 1960er Jahren mit der Theorie und gilt daher als einer ihrer Begründer. Obwohl das Forschungsgebiet extrem komplex ist und auf abstrakter Mathematik beruht, erklärt der Autor mit scheinbarer Leich-

Kaku versteht es wie kaum ein anderer, komplizierte physikalische Zusammenhänge klar zu vermitteln.

tigkeit ihre wichtigsten Eigenschaften. So führt er durch eine zehndimensionale Welt, in der die fundamentalen Bausteine nicht punktförmig, sondern eindimensionale schwingende Schnüre sind. Ihre Vibrationen erzeugen demnach die Teilchen und Wechselwirkungen, die wir in unserer Welt beobachten.

Die Begeisterung des Autors für sein Forschungsgebiet schwingt auf jeder Seite des Buchs mit. Er erklärt anschaulich, welche zunehmend wichtige Rolle Symmetrien im Lauf der Zeit in der modernen Physik einnehmen. Dabei offenbart sich für Kaku die höchste Form der Symmetrie in der Stringtheorie, was die Theorie in seinen Augen besonders »schön« macht. Gleichzeitig verschweigt er nicht, dass nicht alle Kollegen seine Ansicht teilen: Er zitiert unter anderem die deutsche Physikerin Sabine Hossenfelder, die kritisiert, die aktuelle Grundlagenforschung konzentrierte sich hauptsächlich auf »Schönheit, anstatt auch andere Aspekte – wie

Überprüfbarkeit – einer Theorie zu berücksichtigen«.

Die Überprüfbarkeit ist eines der größten Probleme der Stringtheorie, denn bisher lässt sie sich durch Experimente weder verifizieren noch falsifizieren. Kaku sieht den bedeutendsten Makel jedoch darin, dass die Stringtheorie unendlich viele Lösungen besitzt: Neben unserem Kosmos sagt sie unendlich viele andere Universen voraus, ohne zu erläutern, warum genau dieses real ist. Der Verfasser stellt sich diesen Problemen und erklärt, wie man sie lösen könnte. Unter anderem beschreibt er, durch welche Versuche sich in Zukunft zumindest Hinweise auf die Gültigkeit der Stringtheorie finden ließen: Zum Beispiel könnte man bei der Suche nach Dunkler Materie auf ein von der Stringtheorie vorhergesagtes Teilchen namens Photino stoßen.

An manchen Stellen erscheinen Kaku's Aussagen leider etwas übertrieben, etwa wenn er behauptet, die meisten Physikerinnen und Physiker würden die Interpretation der Quantenmechanik nach Bohr inzwischen ablehnen und eher einer Viele-Welten-Theorie zustimmen. Oder Kernphysiker müssten nun versuchen, alles über zehndimensionale Stringtheorie

zu lernen, »da diese vielleicht der Schlüssel zum Verständnis der Kernkraft« sein könnte – hier spielt er auf eine Dualität an, die es bisher allerdings nur in Modellen gibt, die sich stark von unserer Realität unterscheiden. Dennoch kann ich das Buch uneingeschränkt allen empfehlen, die sich für Grundlagenphysik begeistern und erfahren möchten, wie nah man einer »Gottes-Formel« ist.

MANON BISCHOFF ist Redakteurin bei »Spektrum der Wissenschaft«, vorrangig für die Bereiche Mathematik und Informatik.