



Thomas Naumann, Ilja Bohnet
Das rätselhafte Universum
 Die fundamentalen Fragen
 der modernen Wissenschaft
 Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart 2022
 272 Seiten mit 10 Farbzeichnungen und
 31 Schwarz-Weiß-Zeichnungen
 ISBN: 978-3-440-17346-6. Gebunden € 22,-

Die sieben Welträtsel der Physik

Nach dem eleganten und dem hässlichen Universum gibt es nun ein rätselhaftes: In ihrem so betitelten Buch identifizieren die beiden Autoren, beide Physiker, sieben Rätsel, vor denen die Wissenschaft heute steht. Der Untertitel des Buches, »Die fundamentalen Fragen der modernen Wissenschaft«, greift weit aus. Auch Literatur- und Musikwissenschaft, auch Geschichtswissenschaft und Psychologie beanspruchen zu Recht, als Wissenschaften zu gelten. Die Wissenschaft, von der dieses Buch fast ausschließlich handelt, ist jedoch die Physik. Es ist also ein im Wesentlichen physikalisches Universum, von dem hier die Rede ist.

Das Buch hat zwei Teile. Der erste beginnt mit den Welträtseln, die der Mediziner und Physiologe Emil du Bois-Reymond 1872 formulierte und mit der Erwartung »ignorabimus« begleitete: Wir werden nicht wissen. Was wir dennoch heute physikalisch zu wissen glauben, stellen die Autoren in den ersten, etwa 100 Seiten ihres Buches dar. Ausgehend von den großen Umbrüchen der Physik in der Zeit zwischen etwa 1890 und 1920, die man als die relativistische und die Quantenrevolution bezeichnen kann, beschreiben die Autoren das Standardmodell der Kosmologie und das Standardmodell der Teilchenphysik, auf denen die Physik heute beruht. Diese sind wesentlich auf zwei Arten von Theorien gegründet: die allgemeine Relativitätstheorie als

Vorstellung von Raum und Zeit und die Quantenfeldtheorien als Beschreibungen der Materie und ihrer Wechselwirkungen.

Im zweiten Teil stellen die Autoren sieben Fragen zusammen, die sie in Anerkennung ihrer grundlegenden und weitreichenden Bedeutung als moderne Welträtsel auszeichnen. Diese Fragen betreffen (1) Raum und Zeit, (2) die dunklen Bestandteile des Universums, (3) die Einzigartigkeit einer Welt, die unsere Existenz ermöglicht, (4) den Ursprung des Lebens, (5) das Wesen und den Wahrheitsgehalt der Naturgesetze, (6) die Bedeutung von Schönheit und Idealisierung als erkenntnisleitende Prinzipien, und schließlich (7) die Zukunft unserer Welt beziehungsweise unseres Universums.

Damit formulieren sie Fragen, über die sich immer und selbst und gerade dann nachzudenken lohnt, wenn man du Bois-Reymonds Ankündigung, »ignorabimus«, ernst nimmt. Das Gewicht dieser Fragen weist weit über unsere unscheinbare Existenz hinaus und trägt damit dazu bei, dieser Existenz einen Sinn zu geben.

Für einen Physiker wie mich ist es geradezu wohltuend, wie die beiden Autoren den Symmetrien der modernen Physik ebenso wie dem Prinzip der Eichinvarianz die Hauptrollen im ersten Teil ihres Buches zuweisen. Dennoch stellt sich beim Lesen gelegentlich die Frage, wie Nichtphysiker mit Erklärungen wie der umgehen mögen, dass »ein Phasenübergang eines skalaren Feldes mit metastabilen Grundzuständen« die hypothetische, gleichwohl als sehr wahrscheinlich geltende kosmische Inflation ausgelöst haben könnte.

Vielleicht ist ein so weiter Wurf wie einer, der darauf zielt, die beiden Standardmodelle der modernen Physik auf etwa 100 Seiten zutreffend und verständlich zu beschreiben, mit geringerer Wucht gar nicht zu bewerkstelligen. Die Darstellung ist in diesem Teil jedoch stellenweise so kompakt, dass sie auch interessierte, aber weniger physikalisch orientierte Leser gelegentlich rätselnd zurücklassen dürfte.

Die Zahl sieben der heutigen Welträtsel ist natürlich rein willkürlich gewählt. Die Rätsel selbst könnten auch anders formuliert werden, aber darum geht es nicht: Sie markieren Grenzen unserer Erkenntnis, und sie werden hier auf eine

Weise eingeführt und beschrieben, die anregend und stellenweise verblüffend ist. Wodurch bekommt die Zeit eine Richtung? Warum ist der Raum gerade dreidimensional? Gibt es die dunklen Komponenten des Universums wirklich, und wenn ja, woraus könnten sie bestehen? Sind andere Welten mit ganz anderen Gesetzen denkbar, und ließe sich diese Frage überhaupt jemals mit naturwissenschaftlichen Methoden beantworten? Wie kommt eine komplexe Struktur aus Nervenzellen dazu, ihrer selbst bewusst zu werden? Beschreiben Naturgesetze tatsächlich eine natürliche Wirklichkeit? Ist Schönheit ein Kriterium der Wahrheit? Und wohin entwickelt sich das Universum als Ganzes?

Es sind wichtige Fragen von einer dauerhaften Bedeutung, denen die Autoren im zweiten Teil ihres Buches nachgehen. Sie deuten Antworten an und damit Entwicklungslinien unseres Wissens; Spuren, entlang derer wir unser heutiges Wissen vielleicht extrapolieren dürfen. Einerseits wirkt es ernüchternd, die heutigen sieben Welträtsel denjenigen gegenübergestellt zu sehen, die du Bois-Reymond vor 150 Jahren formulierte. Die meisten davon sprechen wir heute anders aus; ihre Essenz ist aber dieselbe geblieben. Sind wir denn gar nicht weitergekommen?

Doch, natürlich, aber an diesem Buch wird noch einmal besonders deutlich, dass Wissenschaft einen Kreisgang vollzieht: Wir kommen immer wieder auf dieselben grundlegenden Fragen zurück. Entscheidend ist aber bei diesem Kreisgang die Ganghöhe: Wenn wir wieder bei derselben Frage vorbeikommen, haben wir vielleicht immer noch keine Antwort, aber unsere Kenntnis hat sich vertieft.

Es ist kein einfaches Buch, es wirkt stellenweise auch etwas spröde. Aber ich habe es mit Gewinn gelesen und empfehle es gerne weiter.

Matthias Bartelmann ist Kosmologe am Institut für Theoretische Physik der Universität Heidelberg.



Donald Goldsmith, Martin Rees
The End Of Astronauts
 Why Robots Are the Future of Exploration
 Harvard University Press, Harvard 2022
 186 Seiten
 ISBN: 978-0-674-257726.
 Gebunden: zirka € 25,45

Brauchen wir Menschen im Weltraum?

Die Antwort auf diese Frage geben die Astronomen Donald Goldsmith und Martin Rees bereits mit dem Titel ihres Buches »The End of Astronauts« klar und deutlich.

Gegner des bemannten Raumflugs argumentieren schon seit Gagarins Tagen damit, dass man ohne Menschen an Bord mit demselben Mitteleinsatz mehr und bessere Forschung betreiben könnte. Der Astronaut verbraucht wertvolle Ressourcen und ist teuer im Unterhalt. Sobald die Schwerelosigkeit eintritt, wird ihm schlecht, und überhaupt ist die Raumfliegerei für ihn sowieso höchst ungesund. Obendrein steht er meistens im Weg rum und stört die Automatik bei ihren Messungen. Kurz und gut: Der Mensch als Missionskomponente ist unnötig.

Die beiden nehmen die altbekannten Vorbehalte gegen astronautische Raumfahrt wieder auf, und betrachten sie im Licht neuerer Trends und Entwicklungen. Die Argumente gegen den Menschen im Weltraum werden eins nach dem anderen in einem etwas mäandernden Stil abgearbeitet. Dabei starten die beiden in der niedrigen Erdumlaufbahn und reisen dann über Mond und Mars in den Asteroidengürtel und darüber hinaus. Ihr generelles Fazit: Je weiter hinaus, desto weniger Mensch ist nötig.

Forschung im Weltraum durch Menschen sei ohnehin weitgehend reiner Selbstzweck, so die Autoren. Sie wird hauptsächlich deswegen durchgeführt,

um herauszufinden, ob und wie Menschen im Weltraum überleben können. Das fange an bei der Forschung über Osteoporose und reiche bis zur Pflanzenzucht in Mini-treibhäusern an Bord der ISS.

Dabei wird gerne schon mal dick aufgetragen. Aus einem Artikel des Astronauten Mike Massimino, der zweimal zu Hubble-Wartungsmissionen startete, leiten Goldsmith und Rees beispielsweise ab, dass ein Mensch in der Schwerelosigkeit in permanenter Panik ob seines durcheinander geratenen Bewegungsinns lebe. Was Massimino allerdings nicht davon abhielt, vier höchst erfolgreiche Außenbordmanöver zu unternehmen und komplexe Arbeiten durchzuführen. Schwerelosigkeit, so die Autoren weiter, habe möglicherweise Langzeitfolgen, von denen man jetzt noch gar nichts wisse, weil man sie erst gar nicht erst genügend untersuche, um möglichen negativen Resultaten aus dem Weg zu gehen.

Diese recht entschiedene Gegnerschaft könnte jetzt leicht unerträglich werden, vor allem wenn jemand wie ich so ziemlich genau der gegenteiligen Meinung ist. Aber: Goldsmith und Rees präsentieren ihre Überlegungen in einem angenehmen, undogmatischen, freundlichen und humorvollen Stil. Es ist »Old-school-Wissenschaftsvermittlung« von der Art, bei der man gerne bereit ist, sich mit den Argumenten des »Gegners« auseinanderzusetzen.

Goldsmith und Rees präsentieren ihre Überlegungen in einem angenehmen, undogmatischen und humorvollen Stil.

Goldsmith und Rees ehrt auch, dass sie Schwächen ihrer eigenen Beweisführung unumwunden zugeben. So erwähnen sie eine legendäre Pressekonferenz (ich habe sie damals selbst gesehen) mit Steve Squyres im Jahre 2005. Es war ein Fortschrittsbericht zur Mission der Mars-Rover Spirit und Opportunity, deren wissenschaftlicher Leiter er war. Ein Reporter meinte damals, hier sehe man doch, dass Automaten so etwas sehr viel besser könnten, als Menschen. Doch Squyres stellte richtig: »All das, was diese Rover an einem perfekten Tag auf dem Mars an Forschung bewältigen, schafft ein gut ausgebildeter Geologe vor Ort in einer einzigen Minute«.

Mit den Raumfahrt Daten wird ein wenig schludrig umgegangen. Es sind etliche Faktenfehler im Buch. Von ganz simplen (die Columbia-Katastrophe verorten die

beiden im Jahr 2013 statt 2003, und dass der Astronaut Scott Kelly jetzt US-Senator sei, tatsächlich ist das sein Bruder Mark) bis zu schwerwiegenden (die Kosten für den Transport von Nutzlasten in den Erdbereich sind falsch hergeleitet, und die Aussagen über atomare Triebwerke stimmen nicht).

Generell wird die Fähigkeit von KI von den Autoren stark überbewertet. Das intuitive Denken, das Erkennen von Zusammenhängen, das Wahrnehmen von Außergewöhnlichem konstatieren die beiden als eine Fähigkeit die »derzeit noch« von Menschen besser wahrgenommen werden kann. Darin allerdings, so Goldsmith und Rees, werden auch hier die Automaten den Menschen in Kürze übertrumpfen. Ich persönlich glaube allerdings, dass wir von »richtiger« KI noch sehr viele Jahre entfernt sind.

Alles in allem: Meine Empfehlung. Wenn Sie Gegner der astronautischen Raumfahrt sind, kaufen Sie sich das Buch. Sie finden darin viele unterstützende Argumente für ihre Haltung. Sind sie Befürworter, lohnt sich der Kauf auch. Dann können Sie sich schon vorab mit den Argumenten ihrer Gegner befassen.

Das Werk gibt es ausschließlich in englischer Sprache. Es ist kleinformig, ungebildet und 186 Seiten dünn. Doch schon ab Seite 153 beginnen die zahlreichen Anhänge, so dass nicht sonderlich viel Platz für den eigentlichen Text übrig bleibt.

Zum Schluss vielleicht noch dies: Vor einigen Jahren hatte ich die Gelegenheit, mit der US-Astronautin Marsha Ivins zu sprechen. Sie hat im Laufe ihrer Karriere fünf Orbitalflüge absolviert. Ich stellte ihr die Frage: »Könnte man nicht das meiste, das die Astronauten im Weltraum erreicht haben, auch mit Robotern erzielen?« Ein wenig mürrisch gab sie zurück: »Possibly one day we can. But where's the fun?«

Eugen Reichl war langjähriger Mitarbeiter eines internationalen Raumfahrtkonzerns. Er ist Buchautor zum Thema Raumfahrt und schreibt für Zeitschriften und Websites.