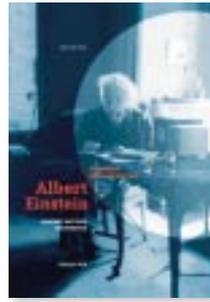


VERMISCHTES

Jürgen Renn (Hg.)

**Albert Einstein – Ingenieur des Universums****Hundert Autoren für Einstein**

Wiley-VCH, Weinheim 2005. 472 Seiten, € 29,90



Unsinn sei die Relativierung der Gleichzeitigkeit. Es sei ein »unvollziehbarer Gedanke, dass ›gleichzeitig‹ viele ›Zeiten‹ sein sollen«. So hieß es in dem polemischen Pamphlet »Hundert Autoren gegen Einstein«, das gegen Ende der Weimarer Republik erschien – ein Beispiel für den Widerstand, der Einstein als Juden und erklärtem Pazifisten aus nationalistischen Kreisen in Deutschland entgegenschlug und der sich häufig mit vehementer Kritik an der Relativitätstheorie mischte.

Auch heute noch können uns relativistische Effekte wie das Zwillingsparadoxon abenteuerlich erscheinen: Es will einem nicht in den Kopf gehen, dass ein Raumfahrer im flotten Raumschiff langsamer altert als sein Bruder zu Hause. Gleichwohl ist die Relativitätstheorie unter Physikern seit Langem etabliert und zum unverzichtbaren Fundament der Kosmologie und Elementarteilchenphysik geworden.

Genau hundert Jahre nach Einsteins ersten bahnbrechenden Artikeln stellen sich »Hundert Autoren für Einstein« bewusst gegen die »Hundert Autoren gegen Einstein«. Das Buch erscheint als Begleitband zur Berliner Ausstellung »Albert Einstein – Ingenieur des Universums«. Was den Essayband von herkömmlichen Biografien unterscheidet, ist die enorme Vielfalt der Blickwinkel und die beeindruckende Fülle des Materials.

In seiner Gliederung folgt das Buch der Dreiteilung der Ausstellung. Die wissenschaftsgeschichtlichen Beiträge im einführenden Teil »Weltbild und Erkenntnis« behandeln die Vereinigung physikalischer Theorien vor Einstein und die offenen physikalischen Fragen seiner Zeit. Der Hauptteil »Einstein – der Lebensweg« behandelt hauptsächlich die

Biografie des Jahrhundertgenies, seine Wohnorte und Reisen, persönliche Beziehungen und das Verhältnis zu wissenschaftlichen und kulturellen Geistesgrößen seiner Zeit. Daneben geht es um seine wissenschaftlichen Arbeiten und deren schrittweise experimentelle Bestätigung. Im Schlussteil »Einsteins Welt heute« wird das Ganze abgerundet durch Beiträge zur aktuellen physikalischen Forschung und zur Rezeption von Einsteins Werk.

Die Allgemeine Relativitätstheorie, Einsteins geometrische Theorie der Gravitation, bildet das Fundament der heutigen Kosmologie. Am Anfang ihrer Erfolgsstory stand die verblüffende Vorhersage Einsteins, dass das Schwerkraftfeld der Sonne Lichtstrahlen von ihrer geraden Bahn ablenkt. Gerhard Hartls Beitrag über die Bestätigung dieser Vorhersage liest sich wie ein Krimi: Während einer

Sonnenfinsternis mussten Sterne in unmittelbarer Nähe der verdeckten Sonnenscheibe auf Fotoplatten gebannt werden. Eine deutsche Expedition zur Beobachtung der Sonnenfinsternis 1914 in Russland scheiterte am Ausbruch des Ersten Weltkriegs. (Einstein: »Mein guter Astronom Freundlich wird in Russland statt der Sonnenfinsternis die Kriegsgefangenschaft erleben.«) Als es englischen Expeditionen 1919 unter großen Schwierigkeiten gelang, Einsteins Vorhersage zu bestätigen, wurde der Physiker in kurzer Zeit weltberühmt.

Dieser erste Durchbruch hatte ein interessantes Nachspiel, wie der folgende Beitrag von Hans Wilderotter beschreibt. Dass ausgerechnet eine englische Expedition die sensationelle erste Bestätigung der Allgemeinen Relativitätstheorie geliefert hatte, wollte man in Deutschland nicht auf sich sitzen lassen. Ein Observatorium sollte gebaut werden, um eine zweite Vorhersage Einsteins, die so genannte Gravitationsrotverschiebung, zu überprüfen und so »wenigstens einer deutschen Sternwarte die Prüfung der Theorie in unmittelbarer Zusammenarbeit mit ihrem Schöpfer möglich zu machen«. Eine überaus erfolgreiche Spendenaktion lief an, und ab 1920 wur-



Links der vierzehnjährige Albert Einstein mit seiner älteren Schwester Maja; rechts Einstein mit seiner zweiten Ehefrau Elsa und Stieftochter Margot



de der Turm von Erich Mendelssohn (1887–1953) erbaut und nach Einstein benannt.

Angesichts ihrer Erfolge sollte man meinen, die Relativitätstheorie hätte sich, einmal bestätigt, mit Leichtigkeit verbreitet. Doch dem standen auch erhebliche Widerstände – nicht nur wissenschaftlicher Natur – entgegen. Dies zeigt zum Beispiel Christian Sichau in »Das allmähliche Verschwinden von Einstein: die Experimente von Georg Joos zur Relativitätstheorie«. Nachdem 1926 der amerikanische Physiker Dayton C. Miller (1866–1941) die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit im Experiment nachgeprüft und verletzt gefunden hatte, konnte zwar wenige Jahre später der deutsche Physiker Georg Joos (1894–1959) Millers Ergebnisse mit einem beeindruckenden Versuchsaufbau und noch genaueren Ergebnissen widerlegen und damit die Relativitätstheorie stützen.

Als er aber 1930 seine Ergebnisse veröffentlichte, erwähnte er weder die Relativitätstheorie noch ihren Urheber. Auch später im Deutschen Museum wurde Joos' Apparatur lediglich als »hervorragendes Meisterwerk neuzeitlicher Präzisionsmechanik und -optik« bezeichnet und bis 1956 im Museumsführer nicht mit der Relativitätstheorie in Verbindung gebracht. Schon länger war nämlich Einstein von Nationalisten und Antisemiten angefeindet und bedroht worden, und bereits 1925 hatte Georg Joos in einem Brief an seinen Fachkollegen Arnold Sommerfeld geschrieben: »Unter Nichtphysikern hier gilt nämlich die Relativitätstheorie als staatsgefährdend.«

Eine interessante Themenkombination findet sich im Beitrag »Einstein und der Kreiselkompass«. Aus Anlass eines Patentstreits über Kreiselkompass, zu dem er 1915 als Experte gehört wurde, dachte Einstein über die kreisende Bewegung der Elektronen in der Magnetnadel des gewöhnlichen Kompasses nach. Dass diese für den Ferromagnetismus verantwortlich sein müsse, lag nahe; aber bisher hatte niemand den Zusammenhang zwischen Kreisbewegung und Magnetfeld experimentell zeigen können. Die Ausrichtung des Kreiselkompasses durch die Erdrotation brachte Einstein auf ein Experiment, um diese Hypothese zu prüfen: Wenn ein unmagnetischer Eisenzylinder plötzlich magnetisiert wurde, sollte das die Bahnbewegungen der Elektronen ausrichten – und dies müsste den

gesamten Zylinder in eine leichte Drehbewegung versetzen. Die diffizilen Experimente, die Einstein zusammen mit W. J. de Haas durchführte, waren ein großer Erfolg, allerdings lagen die Vorhersagen genau um einen Faktor zwei daneben. Erst später stellte sich heraus, dass eine Besonderheit der Elektronenspins für diese Abweichung verantwortlich war – diesmal hatte die Quantenmechanik, die Einstein mit Skepsis betrachtete, das letzte Wort.

Das Buch ist schön gestaltet und bebildert, liegt gut in der Hand und ist wunderbar zum Schmökern geeignet. Naturgemäß kommt es unter den vielen Essays zu einigen Wiederholungen, was aber kaum stört – im Gegenteil: Man kann überall leicht einsteigen, allerdings nicht per Stichwortsuche, denn ein Sachregister fehlt. Und das Stöbern lohnt sich! An vielen Stellen warten Geschichten und kleine Anekdoten auf den Leser, zum Beispiel die von dem automatischen Beton-Volkskühlschrank »Citogel«, den Leo Szilard und Albert Einstein entwickelt haben.

Wer sich allerdings darauf freut, endlich die Relativitätstheorie zu verstehen, wird etwas enttäuscht. Der Inhalt der Theorien wird meistens eher angedeutet als erklärt, und zum mathematischen Handwerkszeug, wie Vierervektoren oder Differenzialgeometrie, findet sich gar nichts. Mathematikscheuen Lesern mag das ein leichtes Gruseln ersparen – aber manchmal bleibt das leichte Gefühl zurück, dass theoretische Physik eine Geheimwissenschaft sei, die sich Außenstehenden kaum erklären lässt.

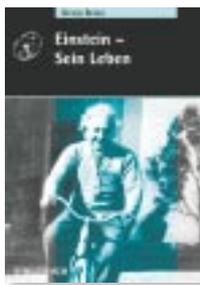
Einsteins selbst sah das anders: Er hielt 1931 in Berlin einen Vortrag »Was der Arbeiter von der Relativitätstheorie wissen muss«. Und dieser Vortrag, erfahren wir, zeigte auf jeden Fall Wirkung auf kulturellem Gebiet. Er soll Bertolt Brecht Anregungen für sein Schauspiel »Leben des Galilei« gegeben haben – ein Theaterstück, das Einstein wiederum sehr beeindruckte.

Wer mehr über Albert Einstein erfahren möchte, sei auf die Webseiten [www.einsteinjahr.de](http://www.einsteinjahr.de), [www.einsteinausstellung.de](http://www.einsteinausstellung.de) und [www.alberteinstein.info](http://www.alberteinstein.info) verwiesen.

*Wolfram Liebermeister*

Der Rezensent ist promovierter Physiker und arbeitet am Max-Planck-Institut für molekulare Genetik in Berlin an der mathematischen Modellierung biologischer Systeme.

ANZEIGE



BIOGRAFIE

**Denis Brian**  
**Einstein**  
**Sein Leben**

Aus dem Amerikanischen von Christine von Samson-Mark.  
 VCH-Wiley, Weinheim 2005. 744 Seiten, € 34,90

Der amerikanische Publizist Denis Brian hatte für sein Einstein-Buch einen günstigen Zeitpunkt getroffen: Eine Fülle von Material war erst vor Kurzem zugänglich geworden, und einige noch lebende Zeitzeugen konnte Brian noch befragen. So sah sich der Autor in der Lage, »die zuvor fehlenden Mosaiksteine zu Einsteins Privatleben zusammenzusetzen« und »zum ersten Mal ... fast alles über Einstein« zu erzählen.

Gemessen an dieser vollmundigen Ankündigung im Vorwort ist das Ergebnis mager. Wichtiges und Belangloses stehen bunt durcheinander – wie das so ist, wenn man die Kiste mit den gesammelten Briefen zum ersten Mal aufmacht. Häufig überwuchern die vielen Zitate die Rahmenerzählung.

Was erfahren wir Neues über den privaten Einstein? Dass er mit Mileva

Maric eine voreheliche Tochter hatte, von der in späteren Jahren keine Spur mehr aufzufinden war, steht schon in anderen Biografien. Über sein Verhältnis zu Frauen, das »bislang im Verborgenen geblieben« war, kann auch Brian nur wenig Erhellendes beitragen. »Zwei Ehefrauen bescheinigten ihm sein Versagen als Ehemann«, er selbst scheint sich ähnlich eingeschätzt zu haben. Nach heutigen Maßstäben müsste ein Urteil über ihn wohl deutlich milder ausfallen.

Vor allem für seine späteren Jahre ergibt sich das grundsätzliche Bild eines Mannes, der die Folgen seines Weltruhms in grandios souveräner Weise bewältigte. Bei aller öffentlichen Aufmerksamkeit fand er sich nicht dazu bereit, seine Haare zu kämmen oder die üblichen Kleidungskonventionen einzuhalten. Eigentlich ein eher menschenscheuer Typ, antwortete er freundlich, humorvoll und gelegentlich sarkastisch auf die abwegigsten Fragen. Stets war er bereit seine Popularität einzusetzen, um einem Menschen zu helfen, dem Unrecht geschah.

Nach dem Zweiten Weltkrieg machten ihm viele seiner amerikanischen

Landsleute zum Vorwurf, dass er zwar die Hexenjagd der McCarthy-Ära anprangerte, aber zu den unvergleichlich schlimmeren Grausamkeiten des Sowjetregimes schwieg. Einstein konterte mit der ebenso zutreffenden wie unbefriedigenden Begründung, ein Protest bei Stalin sei nicht nur aussichtslos, sondern könne die Situation möglicherweise noch verschlimmern. Hier ebenso wie bei seinem Pazifismus, den er angesichts der Nazigräuere erheblich einschränken musste, erlebt man Einstein weniger als den genialen Wissenschaftler denn als einen Menschen, der mit den moralischen Dilemmata seiner Zeit konfrontiert war – und auch keine besseren Antworten darauf hatte als seine Zeitgenossen.

Es sieht aus, als wäre wegen des insgesamt schwachen Textes bei großem Umfang dem deutschen Verlag die Liebe zu dem Buchprojekt abhanden gekommen. Er hat die Sache nicht nur fast zehn Jahre liegen lassen – die Originalveröffentlichung war 1996 –, sondern auch eine grottenschlechte Übersetzung akzeptiert. Das ist ein deutscher Text, den man nicht verschlingt, sondern mühsam herunterwürgen muss. Viele Schreib- und Satzstellungsfehler sind unkorrigiert stehen geblieben. Nur zur letzten Konsequenz, der Einstellung des Buchprojekts, konnte man sich im Jubiläumsjahr wohl doch nicht durchringen.

*Christoph Pöppe*

Der Rezensent ist Redakteur bei Spektrum der Wissenschaft.

**Spektrum**  
 DER WISSENSCHAFT

Einen Stein der Weisen  
 können wir Ihnen  
 nicht bieten ...



... dafür aber den Pappaufsteller Einstein als Inspirationsquelle für Ihr Arbeitszimmer.

Der faltbare Aufsteller besitzt mit den Maßen 160 x 55 cm fast Körpergröße. Preis: € 34,50 (zzgl. Versand). Eine Bestellmöglichkeit finden Sie auf dem Beihefter oder unter

[www.spektrum.de/lesershop](http://www.spektrum.de/lesershop)

BIOGRAFIE

**Thomas Levenson**  
**Albert Einstein**

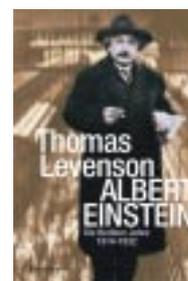
**Die Berliner Jahre 1914–1932**

Aus dem Englischen von Yvonne Badal.  
 C. Bertelsmann, München 2005. 542 Seiten, € 24,90

Albert Einstein lebte von 1914 bis 1932 in Berlin – eine wissenschaftlich wie historisch bedeutsame Zeit in Deutschland. Erster Weltkrieg, Weltwirtschaftskrise, die goldenen Jahre der Weimarer Republik und die sich anbahnende Nazidiktatur fallen in diese Jahre. Der berühmte Physiker vollendete in dieser Zeit seine Allgemeine Relativitätstheorie, legte mit seiner Arbeit über den Photoeffekt einen wichtigen Baustein der Quantentheorie und erhielt dafür den

Physik-Nobelpreis. Nach Berlin gelockt hatten den gebürtigen Ulmer und Schweizer Staatsbürger Einstein die beiden Koryphäen der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft Max Planck und Walther Nernst; verlassen musste der zum Held gewordene Einstein Berlin, weil das Leben für ihn als Juden in den früheren 1930er Jahren zu riskant wurde.

Was waren die Wechselwirkungen zwischen dem genialen Physiker und Berlin? Wie beeinflusste ihn die Politik?



Wo trat er gesellschaftlich in Erscheinung? Solchen Fragen widmet sich der britische Dokumentarfilmer Thomas Levenson in seinem Mammutwerk, an dem er neun Jahre gearbeitet hat. Das klingt langatmig. Ist es das auch? Das Buch beginnt mit dem jungen Albert, der in der Schweiz studiert, und endet mit Einsteins Tod 1955 – soweit ganz normal für eine Lebensgeschichte. Allerdings erfährt der Leser auf den Seiten dazwischen nicht nur Einsteins Werdegang, vielmehr findet er sich in einem Gemisch aus Biografie und Geschichtsbuch wieder.

So schildert Levenson seitenlang, wie es zum Ersten Weltkrieg kam, wie die zähen Kämpfe an der Westfront verliefen und durch welche politischen Fehler der etablierten Parteien es Hitler schaffte, an die Macht zu kommen. Dieses akkurate, weitschweifige Durchkauen der deutschen Geschichte erklärt sich vielleicht dadurch, dass die im Original angesprochene US-amerikanische Leserschaft weniger mit der europäischen Geschichte vertraut ist. Konsequenterweise versucht Levenson dann auch, die politischen Momente im Wirken Einsteins zu betonen. Dazu gehört unter anderem seine Freundschaft mit dem 1922 ermorderten Außenminister Walther Rathenau, den er wenige Wochen vor dem Attentat zum Rücktritt bewegen wollte.

Doch keine Einstein-Biografie kann an den wissenschaftlichen Leistungen ihres Helden vorbeigehen. Und wie die meisten Biografen verhaspelt sich auch

Levenson dabei an ein paar Stellen. So ist eine beschleunigende Rakete mit zwei Uhren an Bord nicht geeignet, um den unterschiedlich schnellen Gang zweier Uhren in einem inhomogenen Gravitationsfeld zu erläutern. Es ist auch falsch, dass die Relativitätstheorie jenseits des Ereignishorizontes eines Schwarzen Lochs versagt.

Schön ist dagegen, dass Levenson ein feines Detail in der zwischen Niels Bohr und Einstein ausgetragenen Diskussion um die Quantentheorie erklärt: Eines der Gedankenexperimente, mit denen Einstein die Quantenmechanik auszuhebeln versuchte, konnte Bohr nur mit der Allgemeinen Relativitätstheorie entkräften – also Einsteins eigenem Kind. Dass Levenson in dem Buch Platz für derartige wissenschaftliche Diskurse hat, versöhnt den Leser mit der Überlänge.

Der Autor erreicht das entscheidende Ziel einer Biografie: den Menschen hinter dem genialen Wissenschaftler spürbar zu machen. Insofern sind »Die Berliner Jahre« ein gelungenes Buch, das oben drein mit 40 Seiten Anmerkungen sowie Personen- und Sachregister ausgesprochen gründlich recherchiert wirkt. Wer sich durch den nur durch 32 Bildseiten aufgeheiterten Haupttext gekämpft hat, wird es nicht bereuen – wohl aber fragen, ob es nicht auch etwas knapper gegangen wäre.

*Stefan Gillessen*

Der Rezensent ist Postdoc am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching.

ANZEIGE

PHILOSOPHIE

**Palle Yourgrau**

## **Gödel, Einstein und die Folgen**

**Vermächtnis einer ungewöhnlichen Freundschaft**

Aus dem Englischen von Kurt Beginnen und Susanne Kuhlmann-Krieg.  
C.H.Beck, München 2005. 235 Seiten, € 19,90



Das erste Drittel des 20. Jahrhunderts war geprägt von wissenschaftlichen Revolutionen wie keine andere Epoche. Physik und Mathematik warteten mit Erkenntnissen auf, welche die Grundfesten des Weltbilds zutiefst erschütterten. Zwei bedeutende Denker dieser Jahre waren Albert Einstein (1879–1955) und Kurt Gödel (1906–1978). Die beiden lernten sich jedoch nicht in Europa kennen, sondern erst 1942, nachdem sie vor den Nazis geflüchtet waren und am Ins-

titute for Advanced Study in Princeton eine neue berufliche Heimat gefunden hatten. Die Geschichte der ungleichen Freunde Einstein und Gödel ist das Thema des Buchs von Palle Yourgrau, einem amerikanischen Philosophen, der an der Brandeis University in der Nähe von Boston lehrt.

Der junge Gödel wurde mit einem Schlag berühmt, als er 1931 zeigen konnte, dass es in einem widerspruchsfreien – nicht zu trivialen – Axiomen- ▷

## PREISRÄTSEL

## Radwechsel

Von Pierre Tougne

**Zwei Radfahrer befinden sich** auf dem Weg von Adorf nach Bedorf. Sechzig Kilometer vor Bedorf hat eines der beiden Räder einen Platten. Die beiden beschließen, das fahrbereite Rad auf der verbleibenden Strecke zu teilen. Während der eine fährt, geht der andere zu Fuß. Sie starten gemeinsam. Nach einer beliebigen

Distanz lässt der Fahrende das Rad am Straßenrand stehen und geht weiter. Der andere geht bis zum Fahrrad, nimmt es und fährt bis zu dem Punkt, an dem er den Vorausgehenden einholt. Dort beginnt das Spiel erneut. Beide gehen mit einer Geschwindigkeit von fünf Kilometern pro Stunde und fahren mit einer Geschwindigkeit von fünfzehn Kilometern pro Stunde.

In welchem Abstand von Bedorf muss der Vorausfahrende das Rad ein

letztes Mal liegen lassen, damit beide zeitgleich dort ankommen?

Schicken Sie Ihre Lösung in einem frankierten Brief oder auf einer Postkarte an Spektrum der Wissenschaft, Leserservice, Postfach 104840, D-69038 Heidelberg. Unter den Einsendern der richtigen Lösung verlosen wir drei Allzwecketuis »SwissCard Quattro«. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Es werden alle Lösungen berücksichtigt, die bis Dienstag, 15. 11. 2005 eingehen.

## Lösung zu »Reine Zeitfrage« (September 2005)

**»Schatz, es wäre etwa 22 Uhr mitteleuropäischer Zeit, wenn die Erdoberfläche senkrecht zur Umlaufebene um die Sonne stünde und die Mondbahn nicht gegen die Umlaufebene geneigt wäre und ...«**

Gerhard Düsing aus Dortmund argumentierte so:

Ostern fällt auf den ersten Sonntag nach dem ersten Frühlingsvollmond. Da der Rosenmontag 48 Tage vor Ostern liegt, ist der Tag der schicksalhaften Frage 41 Tage vor Ostern. Irgendwann zwischen 34 und 41 Tagen nach diesem Tag ist also der erste Frühlingsvollmond. Da zwischen zwei Vollmonden ungefähr 29 Tage liegen, ist zwischen fünf und zwölf Tagen nach dem Schicksalstag ebenfalls Vollmond.

Es kann an diesem Tag also nur zunehmender Halbmond sein: Von der Erde aus gesehen stehen Sonne und Mond im rechten Winkel zueinander, und unter den oben genannten vereinfachenden Voraussetzungen läuft der Mond der Sonne auf ihrer gemeinsamen scheinbaren Bahn um die Erde um 90 Grad oder sechs Stunden hinterher.

Der Schicksalszeitpunkt liegt also sechs Stunden nach der Zeit, als die Sonne, von Sacré-Coeur aus gesehen, durch den Eiffelturm schien. Diese Richtung ist ungefähr Südwesten, genauer: um 48 Grad im Uhrzeigersinn von der Südrichtung abweichend, wie einem Stadtplan von Paris zu entnehmen ist. Seit 12 Uhr ist die Sonne also um 48 Grad weitergewandert.

Das entspricht einer Zeit von  $1440 \text{ Minuten} \cdot (48^\circ / 360^\circ) = 192 \text{ Minuten}$ ; also: Sonne hinter Eiffelturm 15.12 Uhr, Mond hinter Eiffelturm 21.12 Uhr. Allerdings hat Paris Mitteleuropäische Zeit (MEZ). Diese stimmt mit der Ortszeit bei 15 Grad östlicher Länge überein. Da Paris aber nur etwa 2,3 Grad östlich von Greenwich liegt, ist die MEZ der Ortszeit um etwa 51 Minuten voraus. Das heißt, es wäre also bereits ein paar Minuten nach 22 Uhr MEZ.

**»Genauer, Schatz, werden wir natürlich, wenn wir beachten, dass die Erdoberfläche gegen die Ekliptik um etwa 23,5 Grad geneigt ist, und die Auslenkung des Mondes aus der Umlaufebene der Erde um die Sonne wegen der Schiefe der Mondbahn mit berücksichtigen ...«**

Vor allem aber: Um die 48 Grad Azimutwinkel (»Winkel am Horizont«) zwischen der Südrichtung und der Richtung Sacré-Coeur – Eiffelturm zurückzulegen, braucht die Sonne nicht 48 Grad auf ihrer eigenen, gegenüber der Horizontalen um  $48^\circ 51'$  (das ist die geografische Breite von Paris) geneigten Bahn, sondern deutlich weniger.

Berthold Hajen aus Boppard machte mit seinen Berechnungen deutlich, dass solche Überlegungen nicht unerheblich sind: An den möglichen Schicksalstagen (zwischen dem 9. und dem 29. Februar) liegen die Uhrzeiten für unser Halbmondereignis zwischen 20.29 Uhr und 21.08 Uhr MEZ.

**»Allerdings, Schatz, können wir natürlich auch nicht genau erkennen, ob es nun wirklich Halbmond ist. Dies ist nämlich sehr unwahrscheinlich, weil der exakte Halbmond jeden Monat in einer anderen Himmelsrichtung zu finden ist ...«**

Gerhard Batz aus Taunusstein fand heraus, dass die geschilderte Geschichte sich letztmalig am 26. Februar 1996 abgespielt haben kann. Dabei stand der annähernd halbe Mond etwa um 21.21 Uhr MEZ in der besagten Richtung. Ein astronomisches Tafelwerk oder Programm zeigt jedoch, dass an diesem Termin der exakte Halbmond, das heißt der Zeitpunkt, zu dem Sonne und Mond rechtwinklig zueinander standen, bereits um 5.52 Uhr MEZ stattfand.

Für weitere Berechnungen findet man Applets im Internet, zum Beispiel unter <http://www.jgiesen.de/GeoAstro/index.htm>. Dort findet sich auch das kleine Programm »Sonne, Mond & Erde«, mit dem man die Mondposition in Paris nachspielen kann.

**»Auf jeden Fall, Schatz, ist es jetzt genau 16 Minuten später als zu der Zeit, als du mir die schicksalhafte Frage gestellt hast!«,** sagte Horst, als er seine Ausführungen beendete und auf die Uhr schaute. – Aber da war sie längst in seinen Armen eingeschlafen.

Die Gewinner der drei Standfiguren »Einstein« sind Hartmut Riman, Augsburg; Lutz Dressler, Erkrath; und Gernot Singer, Wien.

Lust auf noch mehr Rätsel? Unser Wissenschaftsportal [wissenschaft-online \(www.wissenschaft-online.de\)](http://www.wissenschaft-online.de) bietet Ihnen unter dem Fachgebiet »Mathematik« jeden Monat eine neue mathematische Knochelei.

▷ system stets wahre Aussagen gibt, die nicht beweisbar sind. Diese Entdeckung war eine Sensation für die Mathematik, ähnlich wie die Relativitätstheorien für die Physik: Einstein zeigte, dass die Vorstellung falsch ist, Raum und Zeit seien nur die Bühne für das physikalische Geschehen. Im Alter von 37 Jahren ersetzte er den absoluten Raum und die absolute Zeit durch die abstraktere Raumzeit, deren Struktur durch die Verteilung der Materie bestimmt wird.

Diese Errungenschaften bildeten die Basis für eine Freundschaft, welche die beiden in Princeton vor allem durch gemeinsame Spaziergänge pflegten. Vermutlich diskutierten sie dabei über ihre Projekte: Einstein arbeitete an einer geometrischen Vereinheitlichung der Physik, Gödel an einem Beweis der Kontinuumshypothese. Beide Versuche blieben ergebnislos. Außerdem verband die beiden die Tatsache, dass Gödel eine Lösung der Einstein'schen Gleichungen gefunden hatte, die ein rotierendes Universum beschreibt.

Erstaunlicherweise gibt es in dieser Lösung geschlossene zeitartige Bahnen – was Zeitreisen ermöglichen würde. Gödel argumentierte daraufhin, dass man dies als Beweis für die Nichtexistenz der Zeit ansehen müsse. Spätestens dieses frappierende Ergebnis zeigt, dass Gödel nicht nur Mathematiker war, sondern auch als Philosoph verstanden werden muss. Und genau dies ist die These des vorliegenden Buchs. Yourgrau erzählt nicht nur die Geschichte zweier Freunde, er benutzt sie vielmehr, um seine eigentliche Aussage zu untermauern: Die zeitgenössische Philosophie habe den Denker Kurt Gödel sträflich vernachlässigt. Das geht natürlich über ein populärwissenschaftliches Buch hinaus; obendrein hatte Yourgrau die gleiche Thematik schon in einem Buch speziell für Berufsphilosophen behandelt.

Das Gerüst des Textes sind die Biografien der beiden Wissenschaftler, in die Erklärungen zu den jeweiligen Arbeiten eingebaut sind. Yourgrau konzentriert sich dabei sinnvollerweise auf Gödel, denn allgemeinverständliche Einführungen in die Relativitätstheorien gibt es ja wirklich genug.

Aber Yourgrau bleibt zu wissenschaftlich. Bereits die kompakte Vorstellung des Positivismus gerät zu einem schwer verdaulichen Dickicht von Theorien und Namen. Ebenso ungenießbar ist sein ▷

## Die 5x5-Rezension des Monats von wissenschaft-online



**Peter Friedrich, Susanne Friedrich**

**Finsternisse verstehen, beobachten und fotografieren  
Sonnenfinsternisse, Mondfinsternisse und Transite**

**Mit Daten und Karten zur Finsternis 2006 in der Türkei**

Oculum, Erlangen 2005, 79 Seiten, € 7,90

Was nimmt ein Sternfreund zu einer Sonnenfinsternis mit? Teleskop und Fotoausrüstung, natürlich. Astronomiebücher, Nachschlagewerke und Finsternistabellen müssen auch mit – ärgerlich nur, dass sie schwer und sperrig sind. Da kommt der neue Interstellarum-Begleiter wie gerufen: Dieses Büchlein passt in den vollsten Koffer.

Das Werk ist für seinen Zweck bestens geeignet. Wer auf freiem Feld steht und beobachtet, hat mit einem Griff in die Hosentasche und kurzem Nachschlagen meist die benötigte Auskunft parat. Kein langes Suchen, kein Blättern in dicken

Wälzern, kein entnervtes Überfliegen unwichtiger Information, während kostbare Beobachtungszeit verrinnt.

*Aus der Rezension von Frank Schubert*

5x5 Rubriken	Punkte 1 • 2 • 3 • 4 • 5
Inhalt	■ ■ ■ ■ ■
Vermittlung	■ ■ ■ ■ ■
Verständlichkeit	■ ■ ■ ■ ■
Lesespaß	■ ■ ■ ■ ■
Preis/Leistung	■ ■ ■ ■ ■
Gesamtpunktzahl	22

Den kompletten Text und zahlreiche weitere Rezensionen von wissenschaft-online finden Sie im Internet unter

<http://www.wissenschaft-online.de/rezensionen>

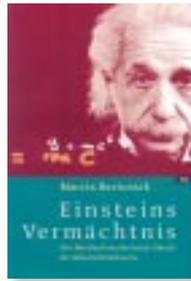
ANZEIGE

▷ Versuch, den Gödel'schen Satz zu erklären. Wer versteht schon so langatmige Sätze wie diesen? »Diese Repräsentation geschieht vermittelt der Arithmetisierung der FA-Syntax, sodass es zu einer gegebenen syntaktischen Wahrheit  $Bew(x,y)$  der MFA eine dieser entsprechende arithmetische Wahrheit  $Bew(x,y)$  in IA gibt, die ihrerseits einer Formel  $\mathbf{Bew}(x,y)$  der FA entspricht, was nichts anderes heißt, als dass die Folge von Formeln mit der Gödel-Nummer  $x$  die Formel mit der Gödel-Nummer  $y$  beweist und dieser Beweis  $\mathbf{Bew}(x,y)$  in FA ein Satz ist.« Gerade eine verständliche Beschreibung der wichtigsten Arbeit Gödels wäre aber das zentrale Element, um die wissenschaftliche Bedeutung des Wiener Mathematikers zu verstehen.

Im letzten Teil des Buchs stellt der Autor dann ziemlich unkritisch die Argumentation vor, mit der Gödel zeigen wollte, dass die Zeit nicht existiert. Dabei hat die Physik gute Gründe, Gödel in diesem Punkt nicht zu folgen: Es ist keineswegs klar, dass alle möglichen Lösungen der Einsteingleichungen physikalisch relevant sind. Außerdem ist die Relativitätstheorie bekanntermaßen unvollständig: Sie kann die Welt im Kleinen nicht beschreiben – ihr fehlen die Quantenaspekte, die ihrerseits genauso wichtige Implikationen für die Zeit haben. Yourgrau kann oder will dies aber nicht aufgreifen, da es seine These vom zu Unrecht vergessenen Gödel abschwächen würde.

*Stefan Gillessen*

Der Rezensent ist Postdoc am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching.



GRAVITATIONSPHYSIK

**Marcia Bartusiak**

## Einsteins Vermächtnis

**Der Wettlauf um das letzte Rätsel der Relativitätstheorie**

Aus dem amerikanischen Englisch von Sebastian Wohlfeil.

Europäische Verlagsanstalt, Hamburg 2005. 336 Seiten, € 22,90

Warum hängen Länge und Zeit vom Bezugssystem ab? Und warum wird Licht durch Masse abgelenkt? Die meisten der Vorhersagen aus der Allgemeinen Relativitätstheorie von 1915 haben sich im Lauf des letzten Jahrhunderts experimentell beweisen lassen und müssen heute zum Beispiel im Satellitennavigationssystem GPS mit einberechnet werden. Nur eine letzte Frage bleibt noch offen: Gibt es Gravitationswellen?

Sehr große Massen in Bewegung, wie zwei sich umkreisende Schwarze Löcher, zerren nach Einsteins Theorie am Gewebe der Raumzeit und senden Gravitationswellen aus, die alles durchdringen und deren Frequenz im hörbaren Bereich liegt. Das »Rumpeln« der Raumzeit oder, romantischer ausgedrückt, die Musik des Universums fügt dem Stummfilm aus den Bildern der astronomischen Teleskope den Ton hinzu. Aber auch nach einem halben Jahrhundert intensiver Forschungsarbeit ist die direkte Messung von Gravitationswellen noch nicht gelungen.

Das ist das Thema des vorliegenden Buchs, das im Original einen viel poetischeren Titel hat: »Einstein's Unfinished Symphony. Listening to the Sounds of Space-Time.« Marcia Bartusiak hat Journalismus und Physik studiert und

schreibt seit über zwanzig Jahren populärwissenschaftliche Bücher über Physik und Astronomie.

Ihr Buch beginnt mit der Entwicklung des Verständnisses der Gravitation sowie von Raum und Zeit von der Antike über Newton bis zu Einstein. Die komplizierten Phänomene aus der Allgemeinen Relativitätstheorie erklärt sie anschaulich Schritt für Schritt mit Hilfe von Bildern, soweit das eben möglich ist.

Von den ersten Antennen 1963 bis heute wurde die Suche nach Gravitationswellen von starken Persönlichkeiten vorangetrieben. Der Leser taucht ein in die Welt der Wissenschaftler, spürt die Faszination, die sie antreibt, und die Aufregung bei neuen Entdeckungen. Nicht nur harte Arbeit, Forschungsdrang und Ideenreichtum, sondern auch Glück und Zufall bestimmen über ihren Erfolg. Und so schreibt die Autorin auch über Konkurrenz und falsche Erfolgsmeldungen im spannenden Wettlauf um den ersten Empfang von Gravitationswellen.

Mit den immens großen Detektoren, die zurzeit auf der ganzen Welt im Aufbau sind, müssten in Zusammenarbeit mit den Theoretikern die Gravitationswellen bald nachgewiesen werden können. Aus dem Text wird klar, warum der Nachweis so schwierig ist: Gravitationswellen haben eine sehr geringe Wechselwirkung mit Materie; die 4 Kilometer langen Arme der Detektoren auf der Erde werden beim Durchlaufen einer starken Welle nur um wenige millionstel Milliardstel gestreckt – ungefähr den Durchmesser eines Atomkerns.

Wenn die Techniken aber weit genug entwickelt sind und die Empfindlichkeit der Geräte hoch genug ist, werden die Explosionen von schweren Sternen am Ende ihrer Lebenszeit, so genannte Supernovae, und die Kollision von Neutronensternen oder Schwarzen Löchern »hörbar« werden. Vielleicht wird auch das Nachgrollen des Urknalls zu hören sein, das Aufschluss über den Beginn des Universums geben kann. Die Wissenschaftler erhoffen sich auch viele unerwartete Signale, die es bisher jedes Mal



Teilnehmer der Feier zu Einsteins 70. Geburtstag (v. l. n. r.): Eugene Wigner, Hermann Weyl, Kurt Gödel, Isidor Isaac Rabi, Albert Einstein, Rudolf Ladenburg, J. Robert Oppenheimer



◀ Das Laser-Interferometer-Gravitationswellen-Observatorium (LIGO) in den Kiefernwäldern von Livingston (Louisiana). Seine beiden je vier Kilometer langen Arme verlaufen in der Bildmitte nach oben und nach rechts.

gab, wenn eine neue Beobachtungstechnik die Astronomie bereicherte.

Mit dem Nachweis von Gravitationswellen würde Einsteins Theorie vollends bestätigt werden und ein neues Bild des Universums entstehen. Bartusiak sieht die Gelegenheit, »Chronistin für das Heraufdämmern einer gänzlich neuen Form der Astronomie« zu werden. Das gelingt ihr bis zum Stand der Forschung im Jahr 2000, in dem die Originalausgabe veröffentlicht wurde. Die Autorin hat nicht nur alle wichtigen Personen interviewt, sondern auch alle Standorte besucht und

gibt die Atmosphäre der teilweise schon historisch bedeutenden Forschungsstätten treffend wieder. Der wissenschaftliche Rahmen wird durch Anekdoten, wie die zur Herkunft des Begriffs »Schwarzes Loch«, und teilweise etwas langwierig geratene Beschreibungen der Zusammenhänge und Beziehungen aufgelockert. Das Buch ist dadurch gut lesbar und interessant.

Bleibt nur zu hoffen, dass die Mühen der vielen engagierten Wissenschaftler endlich belohnt werden. Die letzten Sätze der Autorin stimmen auf die erwartete

neue Ära der Astronomie ein: »Zunächst werden nur ein paar Noten auftauchen. Mit der Zeit sollte jedoch eine Melodie entstehen, die zu einer prächtigen, eindrucksvollen Symphonie anschwillt. Und wenn das geschieht, werden Astronomen endlich in der Lage sein, die verborgenen Rhythmen des Universums aufzuspüren.«

*Elena Hassinger*

Die Rezensentin studiert Physik in Heidelberg.

Alle rezensierten Bücher können Sie bei [wissenschaft-online](http://www.wissenschaft-online.de) bestellen

direkt bei: [www.science-shop.de](http://www.science-shop.de)  
per E-Mail: [shop@wissenschaft-online.de](mailto:shop@wissenschaft-online.de)  
telefonisch: 06221 9126-841  
per Fax: 06221 9126-869

ANZEIGE