

Thomas Bührke
 $E = mc^2$

Thomas Bührke

$$E = mc^2$$

Einführung in die
Allgemeine und Spezielle Relativitätstheorie

Mit Schwarzweißabbildungen
von Nadine Schnyder

Anaconda

Der Verlag behält sich die Verwertung der urheberrechtlich geschützten Inhalte dieses Werkes für Zwecke des Text- und Data-Minings nach § 44 b UrhG ausdrücklich vor.
Jegliche unbefugte Nutzung ist hiermit ausgeschlossen.

Lizenzausgabe mit freundlicher Genehmigung
© 1999 Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG, München
Der vorliegende Band ist ein unveränderter Nachdruck
der 8. Auflage April 2010.



Penguin Random House Verlagsgruppe FSC® N001967

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© dieser Ausgabe 2015, 2024 by Anaconda Verlag,
einem Unternehmen der Penguin Random House Verlagsgruppe GmbH,
Neumarkter Straße 28, 81673 München
Alle Rechte vorbehalten.
Umschlagmotiv: Virtual Fractal Realms, istockphoto.com / © agsandrew
Umschlaggestaltung: dyadesign, Düsseldorf, www.dya.de
Druck und Bindung: CPI books GmbH, Leck
ISBN 978-3-7306-0305-5
www.anacondaverlag.de

Inhalt

Vorbemerkung des Herausgebers	7
Ein Patentbeamter revolutioniert die Physik.....	9
Von langsamem Uhren und verbogenen Räumen .	18
Relativität vor Einstein	18
Die Spezielle Relativitätstheorie	27
Die Allgemeine Relativitätstheorie	68
Die Relativitätstheorie im Alltag	118
Energie aus Materie	118
Anhang	
Glossar	125
Weitere Literatur	129
Register	132

Für meine Freunde, die schon immer wissen wollten,
was es mit dieser wunderlichen Theorie auf sich hat.

Vorbemerkung des Herausgebers

Die Anzahl aller naturwissenschaftlichen und technischen Veröffentlichungen allein der Jahre 1996 und 1997 hat die Summe der entsprechenden Schriften sämtlicher Gelehrter der Welt vom Anfang schriftlicher Übertragung bis zum Zweiten Weltkrieg übertroffen. Diese gewaltige Menge an Wissen schüchtert nicht nur den Laien ein, auch der Experte verliert selbst in seiner eigenen Disziplin den Überblick. Wie kann vor diesem Hintergrund noch entschieden werden, welches Wissen sinnvoll ist, wie es weitergegeben werden soll und welche Konsequenzen es für uns alle hat? Denn gerade die Naturwissenschaften sprechen Lebensbereiche an, die uns – wenn wir es auch nicht immer merken – täglich betreffen.

Die Reihe ›Naturwissenschaftliche Einführungen im dtv‹ hat es sich zum Ziel gesetzt, als Wegweiser durch die wichtigsten Fachrichtungen der naturwissenschaftlichen und technischen Forschung zu leiten. Im Mittelpunkt der allgemein-verständlichen Darstellung stehen die grundlegenden und entscheidenden Kenntnisse und Theorien, auf Detailwissen wird bewußt und konsequent verzichtet.

Als Autorinnen und Autoren zeichnen hervorragende Wissenschaftspublizisten verantwortlich, deren Tagesgeschäft die populäre Vermittlung komplizierter Inhalte ist. Ich danke jeder und jedem einzelnen von ihnen für die von allen gezeigte bereitwillige und konstruktive Mitarbeit an diesem Projekt.

Kaum eine wissenschaftliche Theorie der neueren Naturwissenschaften war so umstritten wie Albert Einsteins Relativitätstheorie, widerspricht sie in wesentlichen Teilen doch aller Erfahrung, die dem Menschen mit seinen Sinnen möglich

Vorbemerkung des Herausgebers

ist. Entsprechend gegensätzlich waren die Reaktionen auf Einsteins Theorie. Während der Physik-Nobelpreisträger Max Born 1921 schrieb »Die Leistung der Einsteinschen Theorie krönt heute das Gebäude des naturwissenschaftlichen Weltbildes«, wetterte der ebenfalls nobelpreisgekürte Leiter des »Bundes Nationalsozialistischer Physiker« Philipp Lenard noch zehn Jahre später: »Ein beispielloser Fall von Massensuggestion und Irreführung in einem kaum für möglich zu haltenden Maßstab. Es scheint unfaßbar, wie Mathematiker, Physiker, Philosophen, ja vernünftige Menschen überhaupt sich derartiges auch nur vorübergehend einreden lassen konnten.« Thomas Bührke zeigt, daß Albert Einstein Recht hatte. In anschaulichen Vergleichen macht er das Unfaßbare verständlich und eröffnet den Blick auf einige der genialsten und faszinierendsten Ideen, die Menschen je über die Natur entwickelten.

Olaf Benzinger

Ein Patentbeamter revolutioniert die Physik

Zwei physikalische Theorien haben zu Beginn des 20. Jahrhunderts unser Weltbild revolutioniert: Die Quantenmechanik und die Relativitätstheorie. Revolutionär waren sie aus zwei Gründen: Zum einen brachen sie mit den damals herrschenden physikalischen Gesetzen, und zum anderen beschrieben sie die Natur auf eine Weise, die dem gesunden Menschenverstand und der Alltagserfahrung eklatant widersprach. Dennoch oder gerade deshalb wurden sie zu Höhepunkten wissenschaftlichen und kulturellen Schaffens.

Während die Quantenmechanik aus der gemeinsamen Anstrengung einer größeren Gruppe von Physikern hervorging, hat die Relativitätstheorie nur einen Schöpfer: Albert Einstein. Max Planck erkannte als erster die fundamentale Bedeutung der Speziellen Relativitätstheorie und nannte sie eine kopernikanische Tat, die »an Kühnheit wohl alles, was bisher in der spekulativen Naturforschung, ja in der philosophischen Erkenntnistheorie geleistet wurde«, übertreffe. Als einen »Treppenwitz der Geschichte« empfand es indes der Würzburger Physiker Jakob Laub, daß der »neue Kopernikus« fast drei Jahre nach dessen epochaler Veröffentlichung immer noch als Schweizer Beamter in einem Patentamt arbeitete. Und nicht minder erstaunlich ist die Tatsache, daß Einstein die Theorie in einer bescheidenen Mietwohnung in Bern entwickelte.

Albert Einstein kam am 15. März 1879 in Ulm zur Welt. Sowohl in der Grundschule als auch später im Gymnasium war er ein guter bis sehr guter Schüler, obwohl ihm die Auto-