

Heinrich Hemme

Die Relativitätstheorie

Einstein mal einfach

Mit 33 Illustrationen von
Matthias Schwoerer

Anaconda

Die Originalausgabe erschien 1999 im Weltbild Buchverlag, Augsburg, unter dem Titel *Die Relativitätstheorie. Einstein relativ einfach*. Textgrundlage dieser Ausgabe ist die 5., korrigierte Auflage 2005.

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

© 2008 Anaconda Verlag GmbH, Köln

Alle Rechte vorbehalten.

Umschlagmotiv: Chris Gollon, »Einstein« (2004)/Private Collection, Courtesy of IAP Fine Art/bridgemanart.com

Umschlaggestaltung: dyadesign, Düsseldorf, www.dya.de

Satz und Layout: GEM mbH, Ratingen

Printed in Czech Republic 2008

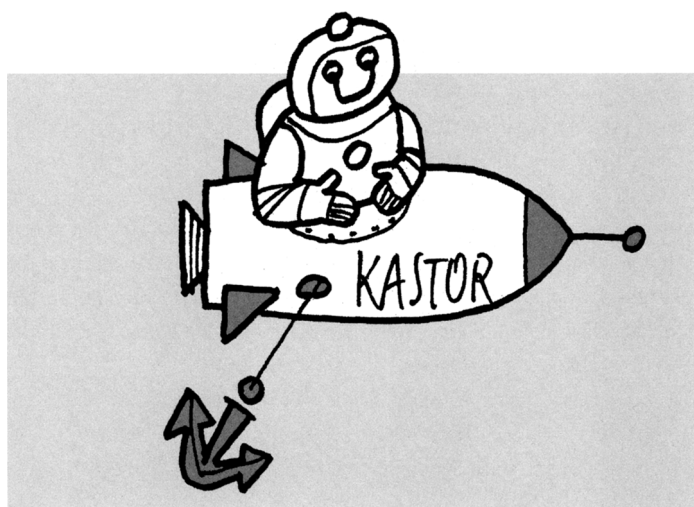
ISBN 978-3-86647-266-2

info@anacondaverlag.de

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	7
Absolut und relativ	11
<i>Jules Henri Poincaré</i>	13
Geschwindigkeit	16
<i>Galileo Galilei</i>	25
Licht	29
<i>Christiaan Huygens</i>	35
Äther	38
<i>James Clerk Maxwell</i>	40
Michelson-Morley-Experiment	46
<i>Albert Abraham Michelson</i>	47
<i>Quadrate, Wurzeln und der Satz</i> <i>des Pythagoras</i>	53
Albert Einstein: Das junge Genie	66
Konstanz der Lichtgeschwindigkeit	74
Zeitdehnung	80
<i>Isaac Newton</i>	85
Schneller als das Licht	101
Zwillingsparadoxon	103
Raumstauchung	107
Vierte Dimension	125
Erhaltungsgrößen	144
Masse nach Isaac Newton	148
<i>Antoine Laurent Lavoisier</i>	151

Impuls	155
Masse nach Albert Einstein	160
Energie	172
<i>Julius Robert von Mayer</i>	178
$E = mc^2$	182
Albert Einstein: Der Physiker von Weltruhm	199
Atombombe	208
<i>Julius Robert Oppenheimer</i>	211
Albert Einstein: Die letzten Jahre	216
Stichwort- und Personenverzeichnis	219



Einleitung

Zu allen Zeiten und in allen Ländern haben sich die Menschen immer wieder die Frage gestellt: Wie sieht die Welt als Ganzes aus? Die ersten Antworten, die wir kennen, sind mehrere tausend Jahre alt und stammen von den Ägyptern und den Sumerern. Nach ihrer Vorstellung sollte die Erde eine flache Scheibe sein, die vom Meer umspült wird und über die sich als riesige Kuppel der Himmel wölbt. Dieses einfache Weltbild, das auch fast alle anderen Kulturen in ähnlicher Form kannten, hat nach und nach drastische Veränderungen erfahren.

Griechische Wissenschaftler entdeckten vor über 2000 Jahren, dass die Erde keine Scheibe sein kann. Ihren Überlegungen gemäß ist sie eine ruhende Kugel, die das Zentrum des Universums bildet, und der Mond, die Sonne und die Planeten umkreisen sie. Alles zusammen wird umschlossen von einer Hohlkugel, auf deren Innenseite die Sterne befestigt sind.

Dieses Weltbild der Griechen konnte sich lange Zeit behaupten. Erst am Anfang des 16. Jahrhunderts erfuhr es wieder eine größere Änderung. Nikolaus Kopernikus behauptete, nicht die Erde sei das Zentrum des Universums, sondern die Sonne. Seiner Ansicht nach dreht sich der Mond zwar weiterhin um die Erde, aber die Erde selbst samt Mond umkreist die nun ruhende Sonne. Auch die anderen Planeten laufen nicht mehr um die Erde, sondern um die Sonne. Weiterhin aber wird das ganze Weltall von einer Kristallkugel umschlossen, die die Sterne trägt.

Der italienische Mönch Giordano Bruno riss schließlich am Ende des 16. Jahrhunderts auch noch die kristallene Außenhülle des Universums fort. Er glaubte, alle Sterne seien Sonnen. Damit ist selbst unsere Sonne nicht mehr das Zentrum der Welt.

Heute weiß man, dass die Sonne nur irgendein unbedeutender Stern ist unter Abermilliarden von anderen Sternen. Sie ist weder besonders groß noch besonders klein; sie ist weder im Zentrum des Universums noch am äußeren Rand.

Bei allen Veränderungen, die das Weltbild der Menschen im Laufe der Jahrtausende erfahren hat, blieben die Vorstellungen von Raum und Zeit ziemlich unangestastet. Zwar wurde das Universum in den verschiedenen Weltbildern immer größer, von vielleicht einigen tausend Kilometern Durchmesser bei den alten Ägyptern bis hin zu 300 Trilliarden Kilometer in der heutigen Vorstellung. (300 Trilliarden ist eine 3 mit 23 Nullen.) Auch verlängerte sich die Zeit, die seit der Schaffung der Welt verstrichen ist, von rund 6000 Jahren nach dem Alten Testament auf etwa 15 Milliarden Jahre nach den Berechnungen der Kosmologen von heute. Was Raum und Zeit jedoch eigentlich sein sollten, daran hatte sich seit der Zeit der Sumerer bis zum Ende des 19. Jahrhunderts nichts geändert.

Raum und Zeit sind nach dieser Vorstellung völlig unabhängig vom Rest der Welt. Nähme man aus dem Universum alles heraus – jedes Lebewesen, jeden Stern, jeden Planeten, alles Licht –, so bliebe immer noch ein leerer Weltraum übrig, ähnlich einem Zimmer, das sich nicht einfach in nichts auflöst, wenn man es ausge-

räumt hat. Die Zeit verstreicht überall im Universum vollkommen gleichmäßig. Selbst wenn man das Universum leer räumen oder sogar ganz beseitigen würde, hätte dies keinen Einfluss auf die Zeit. Im Jahre 1905 erkannte schließlich Albert Einstein, dass diese einfachen und uralten Ansichten von Raum und Zeit falsch sind. Er ersetzte sie in seiner Relativitätstheorie durch ganz neue Vorstellungen. Raum und Zeit verhalten sich nun nach Einsteins Erkenntnissen völlig anders, als man es jahrtausendelang angenommen hatte.

Es ist für den menschlichen Verstand schwer, sich Einsteins Ideen von Raum und Zeit vorzustellen. Der Chemiker und erste Staatspräsident Israels, Chaim Weizmann, schrieb über eine Transatlantik-Schiffsreise, die er gemeinsam mit Einstein gemacht hatte: »Einstein erklärte mir jeden Tag seine Theorie, und bei unserer Ankunft war ich schließlich überzeugt, dass zumindest er sie verstand.« Diese Bemerkung sollte Sie nicht abschrecken. Mit nicht allzu großer Mühe können Sie Einsteins Theorie kennen lernen und verstehen. Dieses Buch hilft Ihnen dabei. Es führt Sie Schritt für Schritt durch die Spezielle Relativitätstheorie. Sie lernen die historische Entwicklung kennen, die wichtigsten Menschen, die daran gearbeitet haben, die neuen Ideen über Raum, Zeit, Masse und Energie und auch einige technische Anwendungen, die aus ihr folgen.

Physiker beschreiben die Natur mit Hilfe der Mathematik. Einstein sagte einmal, wissenschaftliche Erkenntnisse sollten für die breite Öffentlichkeit so einfach wie möglich dargestellt werden, aber nicht noch einfacher. Diesem Grundsatz folgt auch dieses Buch.