

G. Wolschin

Facetten der Physik

Die geheimen Wirkungen der Natur beurteilt man aus solchen ähnlichen, wo man sie auf der Tat ertappt hat.

Georg Christoph Lichtenberg (1742–1799), »Sudelbuch D«

Georg Wolschin

Facetten der Physik

Höhepunkte moderner physikalischer und
astronomischer Forschung

Mit einem Vorwort von Peter Grünberg

116 Abbildungen

Shaker Media
Aachen 2008

Anschrift des Autors:

Georg Wolschin
Institut für Theoretische Physik
Universität Heidelberg
Philosophenweg 16
69120 Heidelberg
<http://wolschin.uni-hd.de>

Einzelbeiträge dieses Buches erschienen ursprünglich in den Zeitschriften Spektrum der Wissenschaft, Bild der Wissenschaft, Sterne und Weltraum.

Einbandbild: Zwei spiralförmig einander umkreisende Neutronensterne mit etwa 20 Kilometern Durchmesser kurz vor ihrer Verschmelzung, Computersimulation. Bei dem Prozess werden heiße Gase (rot) abgestrahlt. Mit freundlicher Genehmigung des Max-Planck-Instituts für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut).
Numerische Simulation: Philip Gressman, Wai-Mo Suen, Washington University, St. Louis
Visualisierung: Werner Benger, Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut), Zuse-Institut Berlin

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Copyright Shaker Media 2008

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-86858-060-0

Shaker Media GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95964 - 0 • Telefax: 02407 / 95964 - 9
Internet: www.shaker-media.de • E-Mail: info@shaker-media.de

Vorwort

Im Spektrum der Physik gibt es sehr viele unterschiedliche Denkansätze und Methoden zur naturwissenschaftlichen Erkenntnis der Welt. Immer wieder hat sich dabei gezeigt, dass man sich nicht auf den Anschein verlassen kann. Das wohl berühmteste Beispiel ist der scheinbare Lauf der Sonne um eine ruhende Erde, dem Galileo Galilei – nach dem erzwungenen Widerruf seiner Lehre – der Legende nach entgegnete: »Und sie (die Erde) bewegt sich doch«.

Bisher verfügen wir noch nicht über ein einheitliches Theoriegebäude, das uns zeigt, was »die Welt im Innersten zusammen hält«: Dazu muss erst noch die Theorie der Schwerkraft mit der Quantentheorie vereinigt werden. Heute beschreibt die Gravitationstheorie in der Form, wie sie Albert Einstein vor fast hundert Jahren erdacht hat, mit nach wie vor erstaunlicher Präzision den Makrokosmos, unser – wie wir erst seit 1998 wissen – sich beschleunigt ausdehnendes Universum.

Inzwischen kennen wir sein Alter (13,7 Milliarden Jahre) und seine Zusammensetzung: Nur fünf Prozent bestehen aus gewöhnlicher Materie, den uns geläufigen Atomen, Ionen und Molekülen, die sich mit den Methoden der Quantenphysik im Detail beschreiben lassen. Etwa 23 Prozent bestehen aus Dunkler Materie, die wir mit den bisherigen Methoden der Astronomie nicht direkt beobachten können, für die es aber sehr starke indirekte Anzeichen gibt. Es gibt zahlreiche Versuche, die Teilchen der Dunklen Materie mit speziellen Detektoren nachzuweisen, oder sie in irdischen Teilchenbeschleunigern zu erzeugen, so am »Large Hadron Collider« LHC des Europäischen Forschungszentrums CERN in Genf, der in diesem Jahr seinen Betrieb aufnimmt. Die restlichen 72 Prozent des Energieinhalts unseres Universums werden einer heute noch mysteriösen »Dunklen Energie« zugeschrieben. Sie sorgt offenbar für die beschleunigte Expansion des Universums, aber ihre physikalische Grundlage ist bisher ein Rätsel.

Bei diesen Themen sind wir auf neue Resultate angewiesen. Daneben gibt es aber auch Forschungsergebnisse, die als experimentell abgesichert gelten, aber derart absurd erscheinen, dass sie immer wieder im Hinblick auf mögliche Fehlinterpretationen hinterfragt werden. Dazu gehören Experimente zur quantenmechanischen Verschränkung von Elementarteilchen. Sie würden in letzter Konsequenz bedeuten, dass »verschränkte« Teilchen sich noch über Entfernungen von Lichtjahren zeitgleich beeinflussen können.

Dem liegt ein Gedankenexperiment von Einstein, Podolski und Rosen (EPR, 1935) zugrunde, mit dem sie die Konsequenzen der quantenmechanischen Verschränkung von Elementarteilchen ad absurdum führen wollten. Das ursprüngliche EPR-Gedankenexperiment zielt auf die Verschränkung der Impulse zweier weit entfernter Teilchen und ist experimentell nur schwer durchführbar. Eine von David Bohm (1917–1992) vorgeschlagene Variante, bei welcher der Spin von Elektronenpaaren verschränkt ist, stößt ebenfalls auf Schwierigkeiten, die noch nicht überwunden wurden. Erfolgreich waren bisher nur die mit verschränkten Photonen und Ionen durchgeführten Experimente, wie in diesem Band beschrieben. Sie bestätigen die Quantenmechanik – und verletzen die »klassische« Intuition.

Zwar lässt sich die ganze Breite und Tiefe naturwissenschaftlicher Forschung nicht in einem allgemein verständlichen Buch darstellen. Der vorliegende Band von Georg Wolschin zeigt jedoch an ausgewählten Themen, wie Physiker und Astronomen in bisher unerschlossene Gebiete eindringen, so dass die Facetten der Forschung ein abgerundetes Bild ergeben. Die teils sehr überraschenden Erkenntnisse der letzten Jahre werden geschildert, und die Fülle der offenen Fragen ist zu erahnen. Auch den in ganz anderen Gebieten tätigen Lesern wird so deutlich, welche Faszination naturwissenschaftliche Forschung hat, und welche Erkenntnisse sie ermöglicht.

Jülich, im September 2008

Peter Grünberg

Inhalt

Einleitung	1
------------	---

2009 – 2006

Ist das Universum ein Torus?	3
Am oberen Rand der kosmischen Strahlung	11
Kartierung der dunklen Seite des Kosmos	17
Neues über die ersten Galaxien	21
Enthüllen Gammastrahlen Dunkle Materie?	26

Unesco-Weltjahr der Physik 2005

Ein patenter Experte	31
Brownsche Bewegung: Heute und vor 100 Jahren	34
Relativität, Quantentheorie und große Vereinigung	43
Relativität, Kosmologie und Gravitation	51
Quantenmechanik, Laser und Gravitationswellen	60

2004

Hohe Schule der Teilchendressur	66
Stellarer Tango	71
Zeitdehnung im Test	76

2003

Quarksee im Feuerball	80
Nachricht von den ersten Sternen	87
Swinging Neutrinos	94
Einblick in die Urzeit des Universums	98
Wohlgenährte Sterne auch bei schwerer Kost	104

2002

Ende einer unendlichen Geschichte	107
Zerfall mit Fragezeichen	111
Wie ein Quantensee erstarrt	116
Licht mit Zukunft	121

2001

Nagt der Zahn der Zeit auch an Naturkonstanten?	126
Neutrinomasse – und es gibt sie doch	131
Auf der Spur eines verschluckten Planeten	136
Von Extra-Dimensionen vorerst keine Spur	140
Strahlungsblitz in Rekorddistanz	145

2000

Jagd auf Gravitationswellen	150
Higgs-Boson gesichtet?	163
Lichtmikroskop enthüllt dreidimensionale Genomstruktur	168
Boomerang erforscht Big Bang	174
Quartett komplett: das europäische Super-Teleskop VLT	180
Fortschritte bei g und G	185

1999

Strings, Membranen und Dualitäten	191
Interview mit Edward Witten	196
David Gross: Über Stringtheorie	198
Keine Gleichberechtigung im Quarksee	201
Bose-Einstein-Kondensat tunnelt à la Josephson	205
Kaonen spüren den Zeitpfeil	208
Himmlicher Fußball	212
Millisekunden-Röntgenpulsar entdeckt	214
Suche nach der Urform der Materie	218

1998

Brillantes Forschungslicht bei BESSY	223
Krebstherapie mit Ionenstrahlen	229
Neutrinomasse nachgewiesen	235
Bildquellen und Textnachweise	243
Sachwortverzeichnis	247
Personenverzeichnis	254

