

# Vorwort zur zweiten Auflage

Nachdem die erste Auflage von *Die Entdeckung des Unteilbaren* im Herbst 2010 erschienen war, bekam ich viele positive Rückmeldungen, die mir gezeigt haben, dass das Buch bei den Lesern gut angekommen war und einiges zum tieferen Verständnis der modernen Physik beitragen konnte. Besonders bedanken möchte ich mich bei allen, die mich auf kleinere Fehler aufmerksam gemacht haben, die in der nun vorliegenden zweiten Auflage korrigiert wurden.

Die erste Auflage dieses Buches war erschienen, kurz nachdem der Large Hadron Collider LHC am CERN in Betrieb gegangen war und damit begonnen hatte, erste Kollisionsdaten aufzuzeichnen. Jeder wartete damals darauf, dass endlich neue Entdeckungen zutage treten würden, doch noch war es deutlich zu früh dafür gewesen. Das hat sich mittlerweile geändert! Am 4. Juli 2012 verkündete man am LHC die Entdeckung eines neuen Teilchens mit einer Masse von rund 125 GeV, das sehr gute Chancen hat, das lange gesuchte Higgs-Teilchen zu sein.

Die zweite Auflage bietet mir nun die Gelegenheit, das Buch insgesamt auf den aktuellen Stand zu bringen und in Abschn. 8.2 ausführlich auf die Fortschritte am LHC einzugehen, die schließlich zur Entdeckung des Higgs-Teilchens führten. Nach wie vor ist es für mich fast ein Wunder, dass es in der Physik offenbar wieder einmal gelungen ist, ein theoretisches Gebäude experimentell zu bestätigen, das von uns Menschen Jahrzehnte zuvor mithilfe der Mathematik errichtet worden war und das weit jenseits unserer eigenen menschlichen Vorstellungskraft liegt.

Bei Andreas Rüdinger, Vera Spillner, Bettina Saglio und Annette Heß vom Springer-Spektrum-Verlag möchte ich mich herzlich für die wie immer sehr gute Zusammenarbeit bedanken. Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei meiner Frau Karen und meinen Söhnen Kevin, Tim und Jan für ihre Unterstützung und ihr Verständnis dafür, dass mich die Arbeit am Buchmanuskript so manchen Abend in Beschlag nahm.

# Vorwort zur ersten Auflage

Kaum eine andere Naturwissenschaft hat in den letzten gut 100 Jahren eine so stürmische Entwicklung erfahren wie die Physik. Sie hat Entdeckungen hervorgebracht, die weit über den Rahmen dieser Wissenschaft hinausreichen und die unser Weltbild entscheidend verändert haben. Als wichtige Meilensteine seien hier genannt: die Formulierung der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie durch Albert Einstein in den Jahren 1905 und 1916, die Entwicklung der Quantenmechanik und der Quantenfeldtheorie seit 1925 durch Niels Bohr, Werner Heisenberg, Wolfgang Pauli, Paul Dirac, Richard Feynman und andere sowie schließlich die Formulierung des modernen Standardmodells der Elementarteilchen in den Jahren seit etwa 1962, insbesondere durch Glashow, Salam, Ward, Weinberg, Gell-Mann, Fritzsche und Zweig. Dieses Standardmodell bildet die Grundlage für unser heutiges Verständnis der Physik der Elementarteilchen und wurde an den großen Teilchenbeschleunigern immer wieder getestet und glänzend bestätigt, insbesondere am großen Elektron-Positron-Collider (LEP, *Large Electron-Positron Collider*) des europäischen Forschungszentrums CERN bei Genf.

Das Standardmodell basiert auf den beiden Grundpfeilern *spezielle Relativitätstheorie* und *Quantentheorie* und beschreibt die Naturgesetze mithilfe von zwölf Teilchen (sechs Quarks und sechs Leptonen) sowie drei Wechselwirkungen zwischen diesen Teilchen (die starke, die schwache und die elektromagnetische Wechselwirkung). Die Gravitation bleibt dabei außen vor, d. h. sie wird nicht im Rahmen des Standardmodells beschrieben.

Im März 1995 wurde das letzte noch fehlende der sechs Quarks am Tevatron-Beschleuniger des Fermilabs bei Chicago entdeckt: das *top*-Quark – ein Ereignis, das sogar auf den Titelseiten vieler Zeitungen Eingang fand. Nur das Higgs-Teilchen fehlt noch (Stand Juni 2010). Nach ihm wird in den nächsten Jahren am Large Hadron Collider LHC intensiv gesucht werden.

Im Rahmen des Standardmodells sind wir heute in der Lage, die Struktur der Materie bis zu Abständen von etwa einem Tausendstel Fermi (also ungefähr einem Tausendstel des Protonendurchmessers) detailliert zu beschreiben.

Wir kennen heute die physikalischen Gesetze zwischen Elementarteilchen bis zu Teilchenenergien von mindestens 100 GeV sehr genau und können damit im Rahmen des Urknallmodells die Entwicklung unseres Universums bis zu einem Zeitpunkt zurückverfolgen, als seine Temperatur etwa eine Millionen-Milliarde Grad betrug. Das Universum existierte zu diesem Zeitpunkt gerade einmal seit einer zehnmilliardstel Sekunde.

Haben wir mit dem Standardmodell der Elementarteilchen womöglich bereits die sagenumwobene Weltformel, die allumfassende fundamentale physikalische Theorie der Naturgesetze unseres Universums, gefunden? Sind wir mit unserer Suche nach den wirklich unteilbaren Bausteinen der Materie am Ziel angekommen? Die Antwort, die wir aller Wahrscheinlichkeit nach auf diese Frage geben müssen, lautet: Nein! Von einer solchen Weltformel sind wir heute sicher noch ein gutes Stück entfernt. Im Gegenteil: Es gibt viele gute Gründe, die darauf hindeuten, dass es eine Physik jenseits des Standardmodells geben muss und dass der gerade in Betrieb gegangene Large Hadron Collider LHC ein Fenster in diese neue Welt öffnen wird.

In jedem Fall wird das Standardmodell ähnlich wie die Relativitätstheorie und die Quantenmechanik ein wesentlicher Meilenstein auf dem Weg zu einer fundamentalen Theorie der Naturgesetze sein. Genauso, wie man das Standardmodell ohne die spezielle Relativitätstheorie und die Quantenmechanik nicht verstehen kann, so wird man eines Tages auch eine hypothetische allumfassende Theorie nicht verstehen können, ohne sich mit dem Standardmodell befasst zu haben.

In diesem Buch möchte ich den Versuch wagen, die Reichweite und Schönheit der modernen physikalischen Theorien einem breiten Publikum näherzubringen und damit auch Nicht-Experten an der Faszination teilhaben zu lassen, die von ihnen ausgeht. Neben der Darstellung der neuesten Entwicklungen und Entdeckungen habe ich den nötigen Grundlagen für das Verständnis der modernen Teilchenphysik breiten Raum eingeräumt. Dabei habe ich mich bemüht, den Leser nicht durch halb wahre Überveranschaulichungen zu verwirren. Ich werde versuchen, möglichst klar zu beschreiben, was man tut und tun muss, um die Gesetze der Natur zu formulieren, nicht aber, wie man es tut.

Aufgrund der Komplexität des Themas war es mir nicht möglich, ein einfaches Buch zu schreiben. Dennoch werden vom Leser im überwiegenden Teil des Buches keine besonderen mathematischen oder physikalischen Vorkenntnisse erwartet. Auf mathematische Formeln wollte ich aber nicht ganz verzichten, da sie an einigen Stellen zum Verständnis des Buches nützlich sein können. Ich hoffe aber, dass die verwendeten Formeln für den Leser keine größeren Schwierigkeiten darstellen. Im Übrigen ist es problemlos möglich,

die Formeln einfach zu überspringen, ohne dass das Verständnis in stärkerem Maße darunter leiden sollte. Wer sich für weitere Details sowie den neuesten Stand der Entdeckungen am LHC interessiert, der findet diese auf den Webseiten zu diesem Buch unter

<http://www.joerg-resag.de/>

Juni 2010  
Leverkusen

Jörg Resag



<http://www.springer.com/978-3-642-37669-6>

Die Entdeckung des Unteilbaren  
Quanten, Quarks und die Entdeckung des  
Higgs-Teilchens

Resag, J.

2014, XII, 377 S. 90 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-642-37669-6