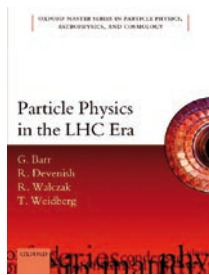


## ■ Particle Physics in the LHC Era

Dieses Lehrbuch gibt eine Einführung in die Teilchenphysik für Studierende im letzten Jahr des Bachelorstudiums bzw. am Anfang des Masterstudiums. Wie der Titel bereits andeutet, sollen Studierende das Standardmodell sowie die aktuellen Fragen und Ergebnisse der Teilchenphysik kennenlernen.



**G. Barr et al.:**  
**Particle Physics in the LHC Era**  
Oxford University Press, Oxford 2016, 432 S., broschiert, 34,99 €, ISBN 9780198748557

In der ersten Hälfte des Buches geht es darum, die Begriffe und Grundlagen für das weitere Verständnis zu erarbeiten. Dazu zählen diskrete Symmetrien, Addition von Drehimpulsen, Lorentz-Invarianz, Phasenraum, Wirkungsquerschnitt, Zerfallsraten und Gruppentheorie. Die wichtigsten experimentellen Konzepte wie Teilchenbeschleuniger, Wechsel-

wirkung von Teilchen mit Materie und Teilchendetektoren mit vielen Beispielen der LHC-Experimente werden vorgestellt. Anschließend folgen Kapitel über das statische Quarkmodell und eine Einführung in die relativistische Quantenmechanik mit Schwerpunkt auf der Dirac-Gleichung und mit einfachen Erläuterungen zur Eichsymmetrie.

Die Autoren konfrontieren die Leser anschließend direkt mit der schwachen Wechselwirkung, CKM-Matrix und der elektroschwachen Vereinigung. Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über die experimentelle Bestätigung der elektroschwachen Theorie mit Schwerpunkt auf LEP- und Tevatron-Resultaten. Das Quark-Parton-Modell wird mit Beispielen aus der Neutrino- und Elektron-Quark-Streuung erläutert, gefolgt von einer knappen Abhandlung der QCD, der laufenden Kopplungskonstante und den Partonverteilungsfunktionen. Der nächste Abschnitt handelt von Oszillationen, im Mesonsystem mit CP-Verletzung und bei den Neutrinos, gefolgt von einem Kapitel über das Higgs-Boson, das eine einfache Einführung in den Higgs-Mechanismus und Resultate zur

Entdeckung des Higgs-Bosons am LHC beinhaltet. Das letzte Kapitel ist der Suche nach neuer Physik am LHC gewidmet.

Insgesamt ist es den Autoren sehr gut gelungen, mit einfachen mathematischen Grundlagen ein umfassendes, aktuelles Lehrbuch zur Teilchenphysik vorzustellen. Allerdings stellt sich die Frage, wie sich das Buch in einem üblichen deutschen Bachelor- und Masterstudium effizient einsetzen lassen könnte. Im dreijährigen Bachelorstudium bleibt für die Teilchenphysik in Kombination mit der Kernphysik häufig nur ein halbes Semester übrig. Dafür ist das vorliegende Buch zu umfangreich, aber es bietet interessierten Studierenden eine gute Möglichkeit für ein vertieftes Selbststudium. Von einem fortgeschrittenen Kurs im Masterstudium würde man hingegen eine detailliertere Berechnung von Wirkungsquerschnitten mit Hilfe der Feynman-Regeln und eine Behandlung von Prozessen höherer Ordnung der Störungstheorie erwarten. Dennoch ist das Buch insgesamt als Einführung in die moderne Teilchenphysik sehr zu empfehlen. Sicher dürfte es beim Leser den Wunsch wecken, in weiterführenden Kursen das Standardmodell in all seinen Facetten noch besser zu verstehen.

Gregor Herten

Prof. Dr. Gregor Herten, Physikalisches Institut, Universität Freiburg

## MISSION ROSETTA



**B. Feuerbacher:** **Mission Rosetta**  
Geramond, München 2016, 192 S., geb., 29,99 Euro, ISBN 978386245335

Die Rosetta-Mission neigt sich dem Ende zu: Der Kontakt zum Lander Philae ist endgültig gekappt, der Orbiter soll am 30. September auf dem Kometen 67P/Tschurjumow-Gerasimenko landen. Auch wenn die Auswertung der Daten noch Jahre dauern wird, kann man die spektakuläre Mission der ESA bereits Revue passieren lassen. Der Bildband **Mission Rosetta** von Berndt Feuerbacher,



**D. Möhlmann und S. Ulamec:** **Raumsonde Rosetta**  
Kosmos, Stuttgart 2014, 160 S., geb., 24,99 Euro, ISBN 9783440130834

Rosetta-Mission beteiligt, Ulamec ist Projektleiter der Landeeinheit. Die ersten hundert Seiten bieten eine fundierte und spannende Einführung ins Thema Kometen und berichten von früheren Kometenmissionen. Die letzten fünfzig Seiten zeichnen Rosettas langen Weg von den ersten Ideen bis zur Ankunft am Kometen nach. Beide Bücher ergänzen sich hervorragend. (AP)

einem der beiden Initiatoren der Philae-Sonde, bietet eine umfangreiche Auswahl der schönsten Fotos, teilweise in 3D. Die dafür nötige Brille liegt bei. Die ersten Forschungsergebnisse werden in kompakten Texten und instruktiven Grafiken zusammengefasst. Das Buch **Raumsonde Rosetta** ist auch reich bebildert, aber deutlich textlastiger. Diedrich Möhlmann und Stefan Ulamec sind beide an der

## ■ Karriereführer für Naturwissenschaftlerinnen

Für Naturwissenschaftlerinnen, die ins Berufsleben einsteigen oder sich neu orientieren wollen, ist es nicht einfach, kompetenten Rat zu finden. Dieses Buch füllt somit eine Marktlücke. Dass die Autoren selber erfolgreich Beruf und Familie unter einen Hut bringen und viele Resultate von anonymisierten Befragungen einfließen lassen, macht das Buch sehr praxisnah und lebendig.

Im ersten Teil wird das Spektrum der Karrieremöglichkeiten erläutert. Die Berichte über persönliche Gespräche mit Leitenden An-

gestellten aus der Industrie helfen, allenfalls vorhandene Scheuklappen vor der freien Wirtschaft abzubauen. Die treffend auf den Punkt gebrachten Gründe, auf Postdoc-Stellen „sitzen zu bleiben“, regen zum Nachdenken an.



K. Bodewits, A. Hauk, P. Gramlich: **Karrierefürer für Naturwissenschaftlerinnen**, Wiley-VCH, Weinheim 2016, 332 S., brosch., 29,90 €, ISBN 9783527338399

Es folgen konkrete Hilfestellungen auf dem Weg zu einer neuen Stelle – von der Erstellung moderner Bewerbungsunterlagen bis hin zum erfolgreichen Abschluss eines optimalen Arbeitsvertrages. Es lohnt sich, die vielen konkreten Hinweise zur Hand zu haben, wenn man gerade dabei ist, sich beruflich (neu) zu orientieren. Dazu zählen eine Liste von Fragen, die Arbeitgeber gerne stellen oder Tipps zur Beherrschung der nonverbalen Kommunikation.

Im dritten Teil finden sich Hinweise zu verschiedenen Aspekten des Berufslebens wie konkrete Tipps zum ersten Tag, Warnungen vor bestimmten Fettnäpfchen oder Gedanken zur Wahl des optimalen Sitzplatzes bei Meetings. Wichtige Themen wie Teamleitung und was einen guten Chef ausmacht, werden ebenfalls ausführlich diskutiert.

Abschließend kommt der Themenkreis Mutterschaft und Beruf zur Sprache. Die konkreten Überlegungen, beispielsweise zum „richtigen Moment“, Kinder zu bekommen, oder wie man dem Chef die frohe Botschaft am besten überbringt, sind sehr nützlich.

Insgesamt ist das Buch für alle Absolventen eines naturwissenschaftlichen Studiums ein guter Wegbegleiter während des ganzen Berufslebens und eignet sich auch als Nachschlagewerk – übrigens auch für Männer. Was diesem sehr ausführlichen Ratgeber allenfalls fehlt, wäre eine Diskussion von gesundheitsbedingten Herausfor-

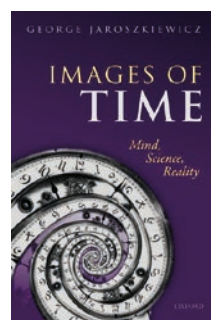
derungen und Schwierigkeiten, wenn man also beispielsweise eine längere Arbeitspause einlegen muss und wieder ins Berufsleben zurückkehren möchte oder trotz chronischer Krankheit weiterhin erfolgreich als Naturwissenschaftlerin arbeiten will.

Rahel Knöpfel

## ■ Images of Time

Der stark an der mathematischen Physik orientierte Autor betrachtet die Unbekannte „Zeit“ aus Blickwinkeln vieler Theorien und Ideen, von antiken kalendarischen und philosophischen Konzepten über die analytische Mechanik, die Relativitätstheorien bis zu den Quantenfeldtheorien. Ausführlich geht er auf Reparametrisierung, Transformationseigenschaften und Quantisierungen der Raumzeit ein. Zentral ist für ihn jedoch die empirisch validierte Perspektive einer neuen Kopenhagener Deutung der Quantentheorie. Das Buch bietet uns ein Puzzle, dessen Teile unvollständige, aber präzise Bilder der Zeit zeigen sollen. Ob sich die Bausteine alle zu einem Bild fügen, ist der Leserschaft aufgegeben.

George Jaroszkiewicz teilt die Welt (wichtig sind nur Systeme unter Beobachtung) durch einen



George Jaroszkiewicz: **Images of Time**, Oxford University Press, Oxford 2016, 336 S., geb., 25 £, ISBN 9780198718062

im Prinzip frei wählbaren „Heisenberg-Schnitt“ in einen klassischen und einen quantenmechanischen Bereich auf, jeweils von primären Beobachtern beschrieben, die als synchronisierte Kette auch der speziellen Relativitätstheorie erst einmal Genüge tun sollen. Diese Beobachtungsarchitektur bildet die Basis für eine Architektur der Zeit.

In diesem „Bau“ sind wir Primärbeobachter, die aufgrund vergangener Spuren in der prozessualen Gegenwart die zukünftige Entwicklung mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit vorhersagen möchten. Das bedeutet bezogen auf die Erinnerung von Beobachtern Irreversibilität, und, mit der Trägheit des Informationsflusses, eine durch Differenzgleichungen beschriebene Diskretheit der Zeit, d. h. die Annahme einer kleinsten, endlichen Zeiteinheit (Chronon). Das soll im Quantenbereich durch eine diskrete Raumzeit vertieft werden. Die Zeit verläuft eindimensional, aber wegen der eindeutigen Beobachtergegenwart in einem kontingent bevorzugten Bezugssystem! Sie soll eng an eine energetisch physikalische, nicht rein mathematische Transformationseigenschaft gebunden sein, ist jedoch (wegen Pauli) kein Operator.

Über diese so skizzierte Vorstellung von der Zeit geht der Gedanke hinaus, dass die Experimentalfreiheit von Beobachtern durch die „Ordnung der Natur“ im Sinne einer „Anleitung“, Gesetze zu finden und zu verstehen (z. B. die Bornsche Regel), „eingeschränkt“ ist. Die Zeit muss dann wesentlich mit dieser „natürlichen Evolution des Labors“ zu tun haben, die auf eine physikalische Realität verweist. Die wird nicht beschrieben, ist aber für die Existenz des Beobachters notwendig.

Das Buch ist sehr anregend und materialreich. Man gewinnt aber den Eindruck, dass es sich der Autor mit seinen messtheoretischen Voraussetzungen unnötig schwer macht und dann auf eine etwas seltsame Ontologie zurückfällt, irgendwie ahnend, dass die Natur nicht in künstliche Bereiche unterteilt ist. Außerdem wird nicht ganz klar, ob die diskrete Zeit fundamental ist oder nur rein operational in Intervalle separiert, sodass die Chronodauer prinzipiell unterschritten werden könnte. Einige zusätzliche Puzzleteile (wie etwa eine bessere Klärung der „Überlagerung“ von Intervallen) wären nützlich gewesen.

Peter Eisenhardt

Dr. Rahel Knöpfel,  
Leibniz-Institut für  
Atmosphärenphysik  
e. V., Kühlungsborn

Dr. Peter Eisenhardt,  
Fachbereich Physik,  
Universität Frankfurt  
/ Main