

Kohärenz im Unterricht der Elementarteilchenphysik

Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik ist gleichzeitig eine der erfolgreichsten, aber auch komplexesten Errungenschaften der modernen Physik. In fast allen Bundesländern ist das Standardmodell zumindest im Wahlbereich Teil des Schulcurriculums. Insofern ist die Frage nach geeigneten Zugängen zur Teilchenphysik für den Schulunterricht sehr relevant und anspruchsvoll: Sie wird aktuell intensiv diskutiert.

Der Band zum Symposium zur Didaktik der Teilchenphysik, das 2018 in Wuppertal stattgefunden hat, ist ein



Oliver Passon, Thomas Zügge, Johannes Grebe-Ellis (Hrsg.): Kohärenz im Unterricht der Elementarteilchenphysik. Tagungsband des Symposiums zur Didaktik der Teilchenphysik, Springer Spektrum, Berlin 2020, geb., 150 S., 54,99 €, ISBN 9783662616062

willkommener Beitrag zu dieser Diskussion. Das Symposium bildete den Abschluss eines Teilprojekts der vom BMBF geförderten Initiative „Kohärenz in der Lehrerbildung“ (KoLBi) an der Bergischen Universität Wuppertal. Der vorliegende Tagungsband ist multiperspektivisch angelegt mit acht Beiträgen aus fachlicher Sicht, aus der Wissenschaftsphilosophie, den Bildungswissenschaften sowie der Fachdidaktik.

Positiv hervorzuheben ist die ausgewogene Mischung der Beiträge sowie die gute Dokumentation und Zusammenfassung der lebhaften Diskussionen zu den Beiträgen, die den Lesenden eine Teilhabe ermöglichen. Exemplarisch sei hier die Diskussion über den Stellenwert von Feynman-Diagrammen für die Schulphysik genannt: Robert Harlander (Aachen) bespricht Ursprung und Bedeutung aus fachlicher Perspektive und zieht eine Analogie zwischen der Summe

von Feynman-Diagrammen und den überlagernden Amplituden des Doppelspalts. Auch Wolfgang Wagner (Wuppertal) befürwortet ausdrücklich die Nutzung von Feynman-Diagrammen im Schulunterricht nach intensiver Abwägung von Vor- und Nachteilen. Doch spätestens beim Beitrag von Oliver Passon (Wuppertal) wird das Dilemma deutlich: Während in der Quantenphysik ein Konzeptwechsel weg von einer direkten Interpretation einzelner Amplituden („Teilchen geht durch den rechten / linken Spalt“) intendiert ist, würde dies durch eine direkte raumzeitliche Interpretation einzelner Feynman-Diagramme unterminiert. Michael Kobel und Philipp Lindenau (Dresden, Netzwerk Teilchenwelt) sehen hier vor allem ein sprachliches Problem. Anschlussfähige Begriffsbildung steht daher im Mittelpunkt des Curriculums des Netzwerks Teilchenwelt. Julia Woithe (CERN, Kaiserslautern) stellt experimentelle Zugänge zur Teilchenphysik vom S' Cool LAB am CERN vor. Eine interessante Erweiterung der Thematik bietet ein Beitrag zur Astroteilchenphysik und den Quellen von kosmischer Strahlung von Brigitte Falkenburg (Dortmund).

Die Diskussion von Thomas Zügge (Wuppertal) zum Bildungswert von Elementarteilchenphysik sowie der Beitrag zum Wuppertaler Curriculum runden den Tagungsband ab. Die abschließende Diskussion aller Beiträge zeigt Konsens an vielen Stellen, etwa beim Zugang zum Quarkbegriff über die tief-inelastische Streuung oder bei einer zur Quantenphysik anschlussfähigen Begriffsbildung. Die Beschreibung quantisierter Felder – und in diesem Zusammenhang die geeignete Modellierung von (minimaler) Kopplung – sowie die Rolle von Feynman-Diagrammen dafür werden sicher Thema weiterer Diskussionen bleiben.

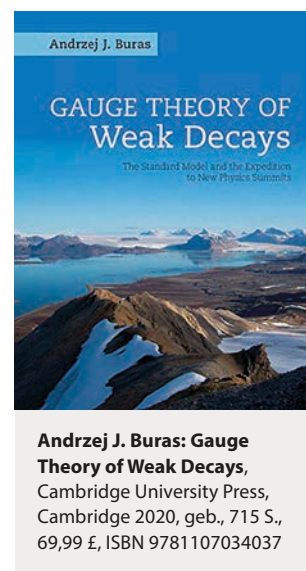
Der Tagungsband ist ein „Muss“ für jeden, der sich mit fachlichen und didaktischen Fragen zur Vermittlung von Teilchenphysik an der Schule auseinandersetzt. Weitere Symposien zu dieser Thematik sind zu wünschen.

Prof. Dr. Stefan Heusler,
Universität Münster

Gauge Theory of Weak Decays

Schwache Zerfälle haben in der Vergangenheit oftmals wichtige Hinweise geliefert, um unser Wissen über die fundamentalen Wechselwirkungen zu erweitern. Insbesondere haben die Prozesse mit Hadronen, die eine Flavour-Quantenzahl tragen, entscheidend zur Entwicklung des Standardmodells der Elementarteilchenphysik beigetragen.

Es gibt nur wenige moderne Lehrbücher zum Thema „schwache Zerfälle“, die das Feld in seiner vollen Breite abdecken. Andrzej Buras füllt diese Lücke mit seinem Buch „Gauge Theory of Weak Decays“, in dem er den aktuellen Stand der Entwicklung sowie einen Ausblick auf mögliche Weiterentwicklungen des Standardmodells sehr umfassend darstellt. Der Autor ist unzweifelhaft einer der führenden Wissenschaftler in diesem Gebiet, der viele der Entwicklungen in der Flavour-Physik selbst miterlebt und mitgestaltet hat. Vor diesem Hintergrund ist es nicht verwunderlich, dass das



Andrzej J. Buras: Gauge Theory of Weak Decays, Cambridge University Press, Cambridge 2020, geb., 715 S., 69,99 €, ISBN 9781107034037

Buch das Gebiet umfassend und vollständig beschreibt, was schon allein die mehr als 1300 im Buch zitierten Originalarbeiten verdeutlichen.

Das Buch gliedert sich in vier Teile. Die ersten beiden führen das Standardmodell als Eichtheorie ein, inklusive der Flavour-Struktur, sind kompakt und konzise gehalten und im Sinne der Vollständigkeit angebracht.

Im Teil drei diskutiert Buras sehr detailliert die schwachen Zerfälle in allen Aspekten. Auf der technischen Seite sind sowohl die störungstheoretischen wie auch die nichtstörungstheoretischen Methoden kompakt und sehr klar dargestellt, ohne dass die phänomenologische Seite zu kurz kommt. Insgesamt gelingt dem Autor hier eine sehr gute Mischung aus einer Beschreibung der Techniken und der Phänomenologie. Die Darstellung ist in dieser Form einzigartig und für ein Lehrbuch hervorragend geeignet.

Am Ende des dritten Teils fasst der Autor den aktuellen Stand der Flavour-Physik zusammen, indem er die derzeit beobachteten Anomalien in Zerfällen von Bottom-Hadronen – also die zurzeit beobachteten kleinen Abweichungen von den Vorhersagen des Standardmodells – diskutiert, die dann zum vierten Teil überleiten. Darin wird das Potenzial der Flavour-Physik als Test des Standardmodells und als Möglichkeit zur Entdeckung von Physik jenseits davon diskutiert. Als Einstieg dient der sehr allgemeine Zugang mittels effektiver Theorien, bei denen spezifische Modelle im Licht der aktuellen Anomalien betrachtet werden. Dieser Teil des Buchs deckt den aktuellen Forschungsstand in bemerkenswerter Breite ab, reflektiert aber auch den spezifischen Blickwinkel des Autors auf den Stand und die weitere Entwicklung des Feldes.

Das Buch ist sicherlich keine leichte Kost, Vorkenntnisse über grundlegende Methoden der Quantenfeldtheorie sind vor allem für das Verständnis der technischen Abschnitte nützlich. Wenn man allerdings das Buch so durcharbeitet, wie der Autor das in der Einführung beschreibt, gewinnt man einen vollständigen Überblick über die Phänomenologie und die Techniken der aktuellen Quark-Flavour-Physik. In diesem Sinne ist das Buch einzigartig und richtet sich an Spezialisten bzw. an Personen, die durch die Lektüre zu solchen werden wollen. Ich selbst habe das Buch mit Freude gelesen: Es sollte bei niemanden im Bücherregal fehlen, der sich intensiver für Flavour-Physik interessiert.

Prof. Dr. Thomas Mannel, Universität Siegen

Helmholtz

In seiner Besprechung der amerikanischen Originalausgabe lobte der Wissenschaftshistoriker Dieter Hoffmann die Helmholtz-Biographie von David Cahan als „Standardwerk“,



David Cahan: Helmholtz, wbg Theiss, Darmstadt 2021, 992 S., geb., 89 €, ISBN 9783806243123

das zeige, welches Potenzial biographische Darstellungen für die moderne wissenschaftshistorische Forschung besitzen.¹⁾

Doch annähernd tausend Seiten anspruchsvolle Wissenschaftsgeschichte

¹⁾ Physik Journal, November 2020, S. 58

sind auf Englisch durchaus eine Herausforderung. Die deutsche Übersetzung, welche die Wissenschaftliche Buchgesellschaft nun vorgelegt hat, schafft einem breiteren Kreis von Interessierten einen Zugang zu dieser beeindruckenden Biographie. Noch umfangreicher ist nur die dreibändige Helmholtz-Biographie von Leo Koenigsberger von 1902/03. Sie galt lange als Standardwerk, bietet aber nur eine unkritische und allzu beschönigende Darstellung. Sie ist seit 2012, von Gabriele Dörflinger aufwändig aufbereitet, im Web verfügbar: bit.ly/3khySwG.

Cahans Buch ist mehr als eine Lebensbeschreibung, sondern geradezu ein Kompendium der Wissenschafts- wie Zeitgeschichte der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Hier etablieren sich die einzelnen Naturwissenschaften als eigene Disziplinen, die moderne akademische Organisation und Verwaltung nehmen ihren Anfang. Die breiten Interessen von Helmholtz garantieren, dass man durch seine Biographie nicht nur viel über die Entwicklung von Physik und Physiologie erfährt, sondern auch über Disziplinen wie Geologie, Meteorologie, Chemie und Biologie. Cahan gelingt es hervorragend, das Familienleben, das gesellschaftliche Wirken und die Persönlichkeit von Helmholtz lebendig werden zu lassen.

Alexander Pawlak

Weitere Bücher zu Helmholtz

Zum Helmholtz-Jubiläum hat das Adolf-Würth-Zentrum für Geschichte der Psychologie das reich bebilderte Begleitbuch zu einer Ausstellung aus dem Jahr 2014 aufwändig für das Web aufbereitet. Damit bietet sich ein guter erster Einblick in den Lebensweg von Helmholtz und in seine physiologischen Forschungen. Der besondere Clou: Bei den abgebildeten Instrumenten lässt sich auch eine 3D-Ansicht aktivieren, die eine Betrachtung der historischen Geräte von allen Seiten ermöglicht.



Armin Stock und Jost Lemmerich: Hermann von Helmholtz. Ein Wegbereiter der wissenschaftlichen Psychologie, Adolf-Würth-Zentrum, Würzburg 2021, bit.ly/3nKtLHA

Das moderne Verständnis von Gesundheit verdankt viel dem medizinischen Denken von Rudolf Virchow und Hermann von Helmholtz. Den 200. Geburtstag der beiden nehmen der renommierte Pharmakologe Detlev Ganten und der Wissenschaftspublizist Ernst-Peter Fischer zum Anlass, die Geschichte dieser bedeutenden Forscher zu erzählen. Ausgehend von den historischen Leistungen von Helmholtz und Virchow möchten die Autoren auch den Bogen zur neuen medizinischen Forschung, speziell an der Berliner Charité, schlagen.



Ernst Peter Fischer und Detlev Ganten: Die Idee des Humanen – Rudolf Virchow und Hermann von Helmholtz – Das Erbe der Charité, Hirzel, Stuttgart 2021, 264 S., geb., 26 €, ISBN 978377629025