

■ Group Theory in a Nutshell for Physicists

Das Verständnis von Symmetrien in der Physik kommt nicht ohne die Gruppentheorie aus. Schon im Studium tritt sie deshalb an vielen Stellen auf, wenn auch meist versteckt. Jedoch bleibt in den Pflichtvorlesungen selten die Zeit, die Zusammenhänge zur Mathematik der Gruppen herzustellen. Ohne diese schöpft man allerdings nur einen winzigen Teil der Möglichkeiten aus. Ein großer Teil der Literatur zur Gruppentheorie legt



A. Zee: **Group Theory in a Nutshell for Physicists**
Princeton University Press, Princeton
2016, geb., 632 S.,
66,95 £
ISBN 9780691162690

den Schwerpunkt entweder auf die abstrakte Herangehensweise der Mathematik oder auf eine rezeptartige Zusammenstellung der Ergebnisse für Anwendungen. Anthony Zee wählt in seinem Buch dagegen einen lange vermissten Zugang, der speziell dem Physiker die Gruppentheorie erklären möchte. Zee konzentriert sich dabei auf ein eigenständiges Erarbeiten der notwendigen Kenntnisse. Allerdings darf man nicht aufgrund des Titels vermuten, dass sich die Inhalte schnell erarbeiten lassen, schon allein, weil das Buch mit über 600 Seiten sehr umfangreich ist. Die Darstellung ist zudem sehr ausführlich und führt jedes Thema behutsam mit Beispielen ein.

Der Autor geht erzählend vor und wirft häufig Fragen auf, die er dann beantwortet – fast so, als säße man bei ihm in der Vorlesung. Auch fordert er seine Leser auf, die Übungsaufgaben zu bearbeiten. Für das Anliegen des Buches ist das nur konsequent. Es eignet sich für das Selbststudium und setzt kaum Kenntnisse aus der Mathematik und Physik voraus. Dies ist eine erklärte Absicht des Autors, der sogar vor dem eigentlichen Inhalt

sehr elementare Grundlagen der linearen Algebra ausführlich vorstellt. Prinzipiell kann man sich schon früh im Studium an das Buch heranwagen.

Der vorsichtigen Annäherung an die Gruppentheorie bleibt Zee bis zum Ende treu. Das Buch richtet sich nicht an Leser, die mathematische Exaktheit oder allgemeine Aussagen erwarten. Es geht um das reine Verständnis. Anwendungen gehen häufig nicht über die Beschreibung eines Beispiels hinaus. So wird das Wigner-Eckart-Theorem anhand eines einfachen Falls für Drehimpulzeigenzustände erläutert, was in vielen Quantenmechanik-Büchern ausführlicher dargestellt ist. Das mag aber auch daran liegen, dass der inhaltliche Schwerpunkt eindeutig auf Lie-Gruppen und deren Anwendung in der Hochenergiephysik liegt. Diskrete Gruppen und ihre Verwendung in der Molekül- oder Festkörperphysik kommen nur kurz vor. Ein Nachschlagewerk ist Zees Buch also nicht.

Für diejenigen, die sich bereits mit Anwendungen befasst haben und auf einfache Weise die Hintergründe kennen lernen möchten, oder für Neueinsteiger, die ohne große Vorkenntnisse eingeführt werden möchten, lohnt sich das Buch. Wenn man gewillt ist mitzuarbeiten, wird man nach der Lektüre viel verstanden haben.

Holger Cartarius

■ Making Sense of Quantum Mechanics

Jean Bricmonts Buch ist ein Plädoyer für die de-Broglie-Bohm-Theorie (dBB). Demnach ist der Standard-Formalismus der Quantenmechanik bloß ein nützliches mathematisches Instrument für die Prognose von Messresultaten, während die dBB die dahinterliegende Realität beschreibt, die solche Messwerte produziert. Sie mache die Nichtlokalität der Natur explizit, wodurch die experimentell bestätigte Verletzung von Bellschen Ungleichungen erklärt werde.

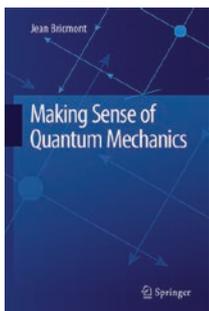
Das zentrale Argument betrifft entsprechend das richtige Verständnis von Bells Resultat (Kapitel 4). Da die Quantenmechanik die Verletzung von Bell-Ungleichungen vorhersagt, könnte man denken, dass sie eine vollständige Theorie ist, also Bohr gegen Einstein gewonnen hätte. Bell zeigte aber tatsächlich, dass die Realität in jedem Falle nichtlokal ist, unabhängig davon, ob die Quantenmechanik vollständig ist oder nicht. Viele Physiker glauben laut Bricmont, die Lokalität ließe sich retten. Doch dies beruhe darauf, das Verbot von Überlichtgeschwindigkeit fälschlich mit der Ablehnung von kausaler Fernwirkung gleichzusetzen. Stattdessen folge nur, dass die experimentelle Situation nicht dazu dienen kann, Informationen auszutauschen. Irgendeine Form von Fernwirkung finde jedoch statt, sodass die Nichtlokalität der dBB kein Mangel, sondern ein Vorteil sei (Abschnitt 7.5).

Als Lehrbuch zur (Philosophie der) Bohmschen Mechanik ist diese Monographie bestens geeignet. Sie lehrt die Mathematik der dBB und ihre Art, die Phänomene zu erklären, auf beeindruckend klare Weise. Bemerkenswert ist das reichhaltige historische Material zum (Miss-) Verständnis der Quantenmechanik, wodurch die dBB ins rechte Licht rückt. Die Diskussion um Bell und die Folgen ist zweifellos brillant.

Für fortgeschrittene Leser ist das Buch jedoch enttäuschend. Denn in der Diskussion wird der nichtlokale Charakter der Welt meist gar nicht bestritten, aber dafür die spezifische Weise, in der diese Nichtlokalität in der Bohmschen Mechanik erscheint, nämlich indem jedes einzelne Teilchen von allen anderen abhängt. Doch wie geschieht dies eigentlich? Um zu vermeiden, dem abstrakten Konfigurationsraum irgendeine bizarre Realität zuzusprechen, plädiert Bricmont für eine „nomologische“ Deutung der Wellenfunktion, leider ohne dies zu erläutern (S. 180).

Fortgeschrittene Leser würden ferner einwenden, dass etwa die Quantenfeldtheorie ebenfalls nichtlokale Züge hat, dies aber auf lorentzinvariante Weise. Die

dBB dagegen zeichnet offenbar das Bezugssystem aus, in dem die nichtlokal verknüpften Teilchen gleichzeitig sind. Gegen diesen Einwand verweist Bricmont auf dBB-Modelle von Feldern, die Resultate der Quantenfeldtheorie reproduzieren (S. 181), und behauptet, dass eine wirklich überzeugende speziell-relativistische Quantentheorie noch gar nicht vorliege. Die Vereinbarkeit von Nichtlokalität und Relativitätstheorie bleibe daher ein



J. Bricmont:
Making Sense of Quantum Mechanics
Springer Switzerland, Cham 2016, geb., 331 S., 51,44 € ISBN 9783319258874

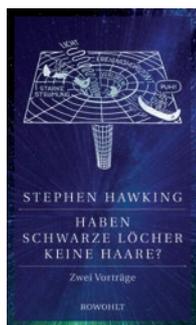
offenes Problem für alle Seiten. In dieser Hinsicht seien die Standard-Quantenphysik und ihre Bohmsche Alternative tatsächlich gleich gut bzw. schlecht (S. 172).

Das Problem mit diesen Behauptungen ist, dass man alleine gelassen wird mit bloßen Verweisen auf Arbeiten von Dürr, Goldstein und anderen. Die beklagte „non-reception of de Broglie's and Bohm's ideas“ (Abschnitt 7.6) impliziert doch, dass es keine offene Debatte zu diesem Thema gibt, die vorgeblichen Resultate also außerhalb der Bohm-Community nicht überprüft sind. Daher wäre es die Aufgabe des Autors gewesen, eine solche kritische Diskussion wenigstens anzudeuten.

Cord Friebe

■ Haben Schwarze Löcher keine Haare?

Dass Stephen Hawking am 8. Januar 75 Jahre alt wurde, ist wahrlich ein Grund zu feiern, zumal er nach wie vor wissenschaftlich aktiv ist. Kürzlich hielt er die „Reith Lectures“, welche die BBC 1948 ins Leben gerufen hatte und welche sich an eine breite Öffentlichkeit richten. Viele hochrangige Persönlichkeiten, darunter Physiker wie Robert Oppenheimer, Bernard Lovell oder Martin Rees, haben in



S. Hawking:
Haben Schwarze Löcher keine Haare?
Rowohlt, Reinbek 2016, geb., 64 S., 10 € ISBN 9783498091880

diesem Rahmen bereits Vorträge zu wichtigen wissenschaftlichen oder gesellschaftspolitischen Themen gehalten.

Stephen Hawking sprach über sein Lieblingsthema Schwarze Löcher und die Frage, ob diese vielleicht doch nicht ganz so schwarz sind und wieder etwas von dem hergeben, was sie verschluckt haben. Der geniale Theoretiker lieferte einen launigen, leicht verständlichen und aus begreiflichen Gründen kompakten Überblick, der bei genauerer Betrachtung nur rund 20 Seiten des vorliegenden, ohnehin schmalen Bändchens aus-

macht. Den Rest füllen Einleitung und in den Vortrag integrierte Erläuterungen des BBC-Wissenschaftsredakteurs David Shukman, nette Illustrationen, sieben Seiten Buchwerbung und als „Bonustrack“ der Abstract der letzten wissenschaftlichen Veröffentlichung von Hawking. Kurzum: Wer ein Souvenir zu Hawkings 75. Geburtstag haben möchte, möge zugreifen.

Letztlich wäre es kundenfreundlicher gewesen, Hawkings Reith-Vorträge in das zeitgleich erschienene kleine Hawking-Lesebuch „Eine wunderbare Zeit zu leben“ zu integrieren, das aus Auszügen seiner bisherigen Bücher besteht sowie einem übersetzten arXiv-Paper und einem längeren Essay über Schwarze Löcher aus der Feder des Physikers und Wissenschaftsredakteurs Bernd Schuh. Wer des Englischen mächtig ist, sollte daher lieber die Webseite der Reith-Lectures besuchen.¹⁾ Dort findet sich Hawkings zweiteiliger Vortrag im O-Ton seiner charakteristischen Synthesizerstimme, als hübsch animierter Tafelanschrieb und als Transkript mit allen Erläuterungen sowie der Nachdiskussion, die im gedruckten Buch fehlt.

Wer noch mehr über Hawkings Physik lernen möchte, dem seien die populärwissenschaftlichen Bücher des Wissenschaftsjournalisten Rüdiger Vaas²⁾ empfohlen oder der Sammelband, der eventuell zur „Hawking-Konferenz“ Anfang Juli erscheint.

Alexander Pawlak

Priv.-Doz. Dr. Cord Friebe, Institut für Philosophie, Universität Bonn

1) www.bbc.co.uk/programmes/b06qrkn9

2) R. Vaas, Einfach Hawking!, Kosmos, Stuttgart 2016; R. Vaas, Hawkings Kosmos einfach erklärt, Kosmos, Stuttgart 2011



DIETER VOLLATH

Nanowerkstoffe für Einsteiger

2014. 388 Seiten, ca. 315 Abbildungen. Broschur. € 34,90. ISBN: 978-3-527-33458-2

Nanowerkstoffe für Einsteiger hält, was der Titel verspricht: Eine leicht verständliche Einführung zu Nanowerkstoffen für alle, die sich mit den Grundlagen und dem Potential dieser vielseitigen Materialklasse vertraut machen möchten, ohne allzu tief in die physikalischen und chemischen Details einzusteigen.

Wiley-VCH • Postfach 10 11 61, 69451 Weinheim, Germany
Tel. +49 (0) 62 01-60 64 00 • Fax +49 (0) 62 01-60 61 84
E-mail: service@wiley-vch.de

Visit www.wiley-vch.de

WILEY-VCH