

Vorwort

Die LIE-Theorie steht in engem Zusammenhang mit dem Symmetriebegriff. Letzterer spielt eine zentrale Rolle in der modernen Physik, wo die grundlegende Themen auf die Frage nach Symmetrien zurückgeführt werden. Das vorliegende Lehrbuch gibt eine Einführung in die mathematischen Grundlagen der LIE-Theorie mit dem Ziel, das Verständnis von Symmetrien und den Umgang mit ihnen zu erleichtern.

Beginnend mit der Diskussion von Gruppen und linearen Darstellungen werden in den folgenden beiden Kapiteln die LIE-Gruppen und LIE-Algebren sowohl in abstrakter Form wie auch in Matrix-Form vorgestellt. Daran anschließend wird die Korrelation von linearen Matrix LIE-Gruppen mit einfacher zu handhabenden reellen LIE-Algebren behandelt, bei der die Matrixexponentialfunktion die Vermittlerrolle spielt. Die nachfolgende Einführung in die Strukturtheorie von komplexen und reellen halbeinfachen LIE-Algebren erlaubt eine Klassifizierung. Dabei werden Themen wie CARTAN-Unteralgebren, Wurzelsysteme, CARTAN-Matrizen und WEYL-Gruppen behandelt. Schließlich werden die für die Anwendung der LIE-Theorie wesentlichen Darstellungen halbeinfacher LIE-Algebren erörtert. Die Themen dort sind etwa Gewichte, Charaktere, CASIMIR-Operatoren, Tensorprodukte, YOUNG-Tableaux und Unteralgebren.

Es gibt eine Vielzahl von Abhandlungen über die LIE-Theorie, die meist im Sinne der Mathematik verfasst sind und sich durch eine abstrakte Darstellungsweise auszeichnen. Demzufolge wird das Interesse jener Physiker, die sich mit experimenteller wie auch theoretischer Quantenphysik, Elementarteilchenphysik, Hochenergiephysik oder Astrophysik beschäftigen, nur bedingt geweckt. Das vorliegende Buch versucht, die mathematische Strenge aufzulockern, ohne die Logik und Beweisführungen einzuschränken. Das Ziel dabei ist, die Inhalte für Studierende vorwiegend der Physik als auch für Physiker im Beruf attraktiv und verständlich zu machen. So werden etwa die mathematischen Sätze nicht durch die übliche Form bewiesen sondern vielmehr mithilfe der Analyse von Voraussetzungen und deren Folgen zu begründen versucht. Dem liegt die Absicht zugrunde, die vorher vermittelten Kenntnisse einsetzen zu lernen und im Umgang mit ihnen vertraut zu werden. Begleitet wird die Vermittlung der LIE-Theorie und deren Anwendung durch zahlreiche, ausführlich erläuterte Beispiele, so dass das Buch das Selbststudium erleichtert.

Das Buch kann Studierenden der Physik vorwiegend im Studiengang Master, Lehramt und Diplom ab dem 5. Semester empfohlen werden und ist zum Selbststudium geeignet. Vorkenntnisse sind in Quantenmechanik I und Linearer Algebra I erwünscht. Für Bachelor-Studierende ist es während des Orientierungsstudiums oder gegebenenfalls während der Thesis zu empfehlen.

Der Erfolg des Buches wird hauptsächlich daran gemessen werden, ob es gelungen ist, den Leser von der Eleganz und Leistungsfähigkeit der LIE-Theorie zu überzeugen. Bleibt zu hoffen, dass das Buch Zustimmung und Freude erweckt, aber auch zur Kritik und konstruktiven Mitarbeit anregt. Für Vorschläge, Einwände und Anmerkungen bin ich jederzeit dankbar.

Bedanken möchte ich mich recht herzlich bei Herrn Dr. Thorsten Schneider vom Springer-Verlag für die harmonische Zusammenarbeit und die kompetente Unterstützung bei der Fertigstellung des Buches.

Giessen, Februar 2011

Manfred Böhm

Lie-Gruppen und Lie-Algebren in der Physik
Eine Einführung in die mathematischen Grundlagen

Böhm, M.

2011, VIII, 520 S. 65 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-642-20378-7