

Vorwort

Mit dem hier vorgelegten sechsten Band *Relativitätstheorie und Kosmologie* wird die Ausgabe meines Lehrbuchs der Theoretischen Physik in Einzelbänden abgeschlossen. Die anderen fünf Bände sind • *Mechanik*, • *Elektrodynamik*, • *Quantenmechanik*, • *Relativistische Quantenmechanik, Quantenfeldtheorie und Elementarteilchentheorie* sowie • *Thermodynamik und Statistik*. Bei dem jetzigen Band handelt es sich um eine Überarbeitung und deutliche Erweiterung der Teile *Relativitätstheorie* und *Kosmologie* aus meinem inzwischen vergriffenen zweibändigen Lehrbuch *Theoretische Physik*. In den Bänden *Mechanik* und *Elektrodynamik* wurde von manchen die zugehörige relativistische Theorie vermisst. Diese Lücke wird durch das vorliegende Buch geschlossen, und das ausführlicher und konsistenter, als es in diesen Bänden möglich gewesen wäre.

Mit einem * gekennzeichneten Abschnitte enthalten zum Teil Ergebnisse und Interpretationen des Autors, die seines Wissens noch nicht publiziert und daher von der Physikergemeinschaft noch nicht sanktioniert wurden. Da Irrtümer des Autors nicht ausgeschlossen werden können, sind die entsprechenden Passagen gegebenenfalls als Denkanstöße zu werten. Der Leser möge sie als eine Art Bonus ansehen, von dem er Gebrauch machen kann oder auch nicht. Auch ein gewisser Malus sei an dieser Stelle genannt: In der Kosmologie musste ich aus Platzgründen fast völlig auf die Behandlung von Inhomogenitäten und Strukturbildungsphänomenen verzichten. Das ist ein sehr aktives Forschungsgebiet, auf dem in den letzten Jahren enorme Fortschritte erzielt wurden. Zu einem erfolgreichen Studium dieser nicht ganz einfachen Materie ist ein gründliches Verständnis der Physik des homogenen und isotropen Universums unverzichtbare Voraussetzung, und ich hoffe, dass mein Buch dem Leser in dieser Hinsicht von Nutzen ist. Auch das weite Gebiet der Elementarteilchenphysik des frühen Universums konnte nur skizzenhaft behandelt werden. Für beide Themenkreise gibt es jedoch sehr empfehlenswerte und auch ziemlich aktuelle Monographien, die ich dem Leser besten Gewissens empfehlen kann (siehe besonders die neueren Bücher in Fußnote 1 des Kapitels 21).

Das meiste, was in den Vorworten zu dem ursprünglichen Lehrbuch und den bereits erschienenen Einzelbänden steht, gilt auch für diesen Band und soll hier nicht wiederholt werden.

Zum Gebrauch des Buches sei Folgendes bemerkt: Die Spezielle Relativitätstheorie wird in diesem Buch fast durchgängig mit SRT abgekürzt, die Allgemeine Relativitätstheorie mit ART. Als Maßsystem wird generell das SI-System benutzt. Oft werden in der Relativitätstheorie und der Kosmologie sogenannte natürliche Einheiten benutzt, in denen $\hbar=c=1$ gesetzt ist und bezüglich der Dimensionen $[\text{Länge}]=[\text{Zeit}]=1/[\text{Energie}]=1/[\text{Masse}]$ gilt. Der Leser wird feststellen, dass die Formeln in SI-Einheiten kaum unübersichtlicher werden, hat jedoch den Vorteil, dass die Kontrolle von Rechenergebnissen durch Überprüfen der Dimensionen erheblich wirkungsvoller wird. In For-

melzeilen mit mehreren Formeln, aber nur einer Formelnummer werden die Formeln gedanklich von links nach rechts oder von oben nach unten mit a, b, c usw. durchnummeriert und später in diesem Sinne zitiert. Manchmal ergibt es sich aus sprachlichen Gründen, dass Teile der Erklärungen zu einer Formel erst in den auf diese folgenden Sätzen gegeben werden können. Diesem mitunter zu unnötigen Verständnisschwierigkeiten führenden Umstand wird in diesem Lehrbuch durch Vorverweise vorzubeugen versucht: Wo zu einer Formel nach ihrer Ableitung noch erklärende Kommentare kommen, wird das durch $\stackrel{\text{s.u.}}{=}$ gekennzeichnet, wobei „s. u.“ als Abkürzung für „siehe unten“ steht. Da die Anzahl lateinischer und griechischer Buchstaben begrenzt ist und verschiedene Sachgebiete oft für völlig verschiedene Größen den gleichen Buchstaben in Anspruch nehmen, ist die Mehrfachverwendung gleicher Symbole in einem so umfangreichen Lehrbuch wie diesem leider nicht vermeidbar. Aus diesem Grund befindet sich am Ende des Buches ein Symbolverzeichnis, und der Leser ist gut beraten, dieses bei Unklarheiten zu konsultieren.

Anmerkung für Studenten: Einrahmung einer Formel bedeutet nicht, ich sei der Meinung, dass man sich diese merken muss – dafür sind zu viele Formeln eingerahmt. Vielmehr soll angezeigt werden, dass ein Zwischenziel erreicht oder ein Endergebnis erzielt wurde.

Bei meinem Bruder Wolfgang Rebhan bedanke ich mich sehr herzlich dafür, dass er einige Kapitel der Kosmologie Korrektur gelesen, zur Ausmerzung von Flüchtigkeitsfehlern beigetragen und mich auf Verbesserungsmöglichkeiten aufmerksam gemacht hat. Ein aufrichtiger Dank gilt auch meinem ehemaligen Studenten, einem mittlerweile erfahrenen Kosmologen, Thorsten Battfeld für das kritische Durchsehen der letzten Kosmologie-Kapitel und für wertvolle Anregungen. Joachim Wenk danke ich für seine Unterstützung bei Computerproblemen und die Pflege eines mittlerweile veralteten Computers, auf dem als einzigem noch mein gewohntes Zeichenprogramm läuft. Meine Zusammenarbeit mit dem Spektrum-Verlag war wie immer erfreulich, ich danke Bianca Alton und Andreas Rüdinger für Geduld und Unterstützung. Ganz besonders danke ich meiner Frau Ingeborg dafür, dass sie mir den Rücken so freigehalten und die Rahmenbedingungen dafür geschaffen hat, dass ich dieses umfangreiche Buchprojekt zu Ende bringen konnte. Ohne ihre uneingeschränkte Unterstützung wäre mir das nicht möglich gewesen.

Düsseldorf, im September 2011

Eckhard Rebhan

P.S.

Kurz nachdem ich meine Arbeiten an diesem Buch abgeschlossen hatte, ging eine Sensationsmeldung durch die Weltpresse: Am CERN seien in Zusammenarbeit mit den Labori Nationali de Gran Sasso Neutrinos mit Überlichtgeschwindigkeit gemessen worden. In der Presse wurde daraus vielfach der Schluss gezogen, die Relativitätstheorie sei jetzt infrage gestellt. Weil dadurch auch indirekt ein Buch wie dieses in Zweifel gezogen werden könnte, möchte ich dazu kurz Stellung nehmen.

Die Wissenschaftler vom CERN haben sich zu ihren Ergebnissen viel vorsichtiger

geäußert: „Wir unterlassen bewusst den Versuch irgendeiner theoretischen oder phänomenologischen Interpretation der erhaltenen Ergebnisse.“ Da sie für sorgfältiges Arbeiten bekannt sind, ist es unwahrscheinlich, dass sie falsch gemessen haben. Die Auswertung der Messergebnisse, zu der auch die Schlussfolgerung *Überlichtgeschwindigkeit* gehört, muss schon ganz anders bewertet werden. Ein renommierter amerikanischer Physiker hat dazu bemerkt, er sei bereit, fast alles zu verwetten, was ihm teuer ist, dass dieses Resultat eine genaue Prüfung nicht überstehen wird (Süddeutsche Zeitung vom 24.9.2011, Seite 1).

Doch angenommen, Neutrinos hätten tatsächlich Überlichtgeschwindigkeit: Müsste man dann wirklich folgern, die Relativitätstheorie sei falsch? Die in diesem Band beschriebenen Tachyonen liefern ein Beispiel dafür, dass die Relativitätstheorie auch überlichtschnelle Teilchen zulässt. Allerdings könnte man Neutrinos nicht einfach als Tachyonen deuten, weil das im Widerspruch zu anderen Eigenschaften der Neutrinos und experimentellen Ergebnissen stünde. Bevor man jedoch die in den unterschiedlichsten Gebieten mit äußerster Genauigkeit überprüfte Relativitätstheorie infrage stellt, würde es sich anbieten, zuerst die viel weniger überprüfte Theorie der Neutrinos zu überarbeiten. (Ähnlich wie bei den Tachyonen könnten dabei womöglich Überlichtgeschwindigkeiten herauskommen, die mit der Relativitätstheorie verträglich sind. Doch das ist eine reine und aller Voraussicht nach auch überflüssige Spekulation.)

Unabhängig von Ausgang der durch die neuesten Neutrino-Messungen aufgeworfenen Streitfrage bin ich davon überzeugt, dass Einsteins Relativitätstheorie ihre überragende Bedeutung beibehalten wird und auf jeden Fall, womöglich sogar jetzt erst recht, ein gründliches Studium wert ist.

Theoretische Physik: Relativitätstheorie und Kosmologie

Rebhan, E.

2012, XVIII, 608 S., Softcover

ISBN: 978-3-8274-2314-6