

Vorwort zur 4. Auflage

Die Autoren freuen sich, dass der Springer-Verlag neues Interesse an unserer „Einführung in die Theoretische Physik“ gezeigt und uns angeregt hat, 25 Jahre nach der Erstveröffentlichung an eine Neuauflage heranzutreten. In der Tat haben wir oft von ehemaligen Studierenden gehört, dass sie mit diesem Buch ihre ersten Schritte in die Theoretische Physik gewagt haben und dabei zu einer ernsthaften Auseinandersetzung mit den Themen und Methoden geführt worden sind. Was uns damals im Hinblick auf Darstellung und Auswahl der Themen geleitet hat, ist im Vorwort zur ersten Auflage dargestellt. Wir wollen davon nichts hinwegnehmen, müssen aber auch nichts hinzufügen.

Einzig die Erklärung, warum wir damals auf die Relativitätstheorie verzichtet haben, bedarf heute eines Kommentars, weil wir diese ja nun doch in einem großen Kapitel nach der Klassischen Mechanik, der Klassischen Statistischen Mechanik und der Elektrodynamik behandeln. Damals wurden die gerade genannten drei klassischen Gebiete der Physik noch wirklich in einem zweisemestrigen Kurs vermittelt und das Buch sollte Hintergrundlektüre für diesen zugegebenermaßen höchst anspruchsvollen und kompakten Studienabschnitt abgeben. Heutzutage fängt man oft schon im ersten Semester mit der Theoretischen Physik an, hat bis zum Vorexamen mehr Zeit zur Verfügung und meint ja sogar oft, man könne die Quantenmechanik noch darin unterbringen. Dagegen ist die Relativitätstheorie begrifflich und anschaulich noch etwas einfacher und sie ist historisch wie inhaltlich eine direkte Folge der Elektrodynamik. Außerdem hat es uns große Freude bereitet, diese so wunderbare Theorie noch einmal in aller Schönheit und Stringenz darzulegen.

September 2011

Josef Honerkamp
Hartmann Römer

Vorwort zur ersten Auflage

Diese Einführung in die Klassische Theoretische Physik ist aus einer Kursvorlesung für Studenten des dritten und vierten Semesters hervorgegangen, die die Autoren mehrmals in Freiburg gehalten haben.

Ziel des Kurses ist es, den Studenten eine zusammenhängende, übersichtliche Darstellung der Hauptgebiete der Klassischen Theoretischen Physik zu geben. Hierbei sollen sowohl ihre wesentlichen Inhalte und Begriffsbildungen als auch die nötigen mathematischen Begriffe und Techniken und deren Anwendungen vermittelt werden als ein solides Fundament, auf dem die weiterführenden Hauptvorlesungen über die Grundgebiete der experimentellen und theoretischen Physik, die in ihrer Mehrzahl nach dem Vordiplom im fünften Semester einsetzen, aufbauen können.

Die Autoren haben bei der Konzeption ihres Kurses besonders vier einander fördernde Ziele im Auge gehabt:

- konsequente Bildung von Übersicht schon auf früher Stufe,
- Herstellung eines ausgewogenen Wechselverhältnisses physikalischer Inhalte und mathematischer Methoden,
- Darstellung wichtiger Anwendungen der Physik und
- Einübung der wichtigsten mathematischen Techniken zur Lösung konkreter Probleme.

Was den ersten Punkt betrifft, so schien auf jeden Fall eine Beschränkung des behandelten Stoffes geboten. Ziel des Einführungskurses konnte in keiner Weise eine Vorwegnahme der theoretischen Hauptvorlesungen sein. Angestrebt wurde allerdings eine gewisse Vollständigkeit in der Darstellung der Grundlagen und Grundbegriffe der Klassischen Theoretischen Physik, die als Wissensstoff für die Zwischenprüfung und als beständige Basis für das Aufbaustudium bereitgestellt wurden. Wert gelegt wurde auf eine klare und kohärente Darstellung und auf eine gedanklich saubere, aber nicht formalistische Einführung der grundlegenden Begriffe und Methoden. Der Übersichtlichkeit wegen geht die Darlegung gewöhnlich, wenn auch nicht ausnahmslos, vom Allgemeinen zum Besonderen vor. Das begriffliche Gerüst wird zuvor bereitgestellt und nicht so sehr am Beispiel entwickelt. Allerdings spielen sorgfältig ausgewählte Beispiele *nach* Klärung der strukturellen Grundlagen auch in jedem Abschnitt dieses Einführungskurses eine unentbehrliche Rolle. An ihnen konkretisiert und bewährt sich das vorher Erklärte in ganz entscheidender Weise.

Der Übersichtsbildung dienen sollen auch zahlreiche Zusammenfassungen, Rückblicke und Ausblicke, bei denen dem behandelten Sachverhalt sein Platz in einem größeren Zusammenhang zugewiesen oder auf Weiterentwicklungen und mögliche Anwendungen hingewiesen wird.

Es ergibt sich häufig Gelegenheit herauszustellen, wie gewisse mathematische Begriffe und Strukturen in mehreren verschiedenen physikalischen Gebieten und Kontexten mit unterschiedlicher physikalischer Interpretation auftreten. Als besonders wirkungsvolle Klammer in diesem Sinne erwiesen sich z. B. viele einfache Elemente der linearen Algebra. Mathematische Begriffe wurden ganz bewußt in unverfremdeter Weise so vorausgesetzt und, wo sie am Platz sind, benutzt, wie sie in den Vorlesungen über Analysis und lineare Algebra eingeführt werden. So sind sie den Studenten im allgemeinen nicht unbekannt, und diese Art ihrer Verwendung sollte ein Wiedererkennen im physikalischen Zusammenhang erleichtern. Auf diese Weise wird von dem mathematischen Wissen der Studenten wirklich Gebrauch gemacht. Kenntnis und Verständnis sowohl im physikalischen als auch im mathematischen Bereich sollten hiervon profitieren. Die Erfahrungen der Autoren bei diesem Vorgehen waren durchaus ermutigend.

Von einem angemessenen Wechselverhältnis zwischen der Mathematik und Physik könnte sicher nicht die Rede sein, wenn Physik nur als Beispiel für die Realisierung mathematischer Strukturen angesehen oder begriffliche Genauigkeit mit formalistischer Pedanterie verwechselt würde. Es wird viel getan, um einem solchen Mißverständnis, dem viele und manchmal auch besonders begabte Studenten zuneigen, zu begegnen. Physikalische und mathematische Argumentation werden oft parallel entwickelt und sorgfältig getrennt gehalten; der physikalische Ursprung mathematischer Annahmen wird, wo irgend möglich, aufgedeckt.

Nicht nur aus Platzmangel, sondern mit Absicht sind mathematische Beweise oft erklärtermaßen unvollständig oder fehlen ganz. Die Theorie der Distributionen wird unter Verzicht auf mathematische Feinheiten gerade so weit entwickelt, wie sie mit dem begrifflichen Apparat der linearen Algebra leicht zu verstehen ist.

Hier haben auch wieder die zahlreichen Beispiele ihre Bedeutung. Es tauchen nicht nur trockene, stark idealisierte, ihrer leichten Behandelbarkeit wegen gewählte Systeme, wie das „mathematische“ Pendel auf, sondern es soll die Mannigfaltigkeit physikalischer Phänomene auch an Beispielen aus angewandten Zweigen der Physik, einschließlich Geophysik und physikalischer Chemie augenfällig werden. Die Diskussion der Beispiele ist so vollständig wie möglich, mit besonderer Betonung auf der physikalischen Interpretation der gewonnenen Resultate. So wird der Bogen gespannt von dem physikalischen Ansatz über die mathematische Formulierung und Diskussion bis zu den anschaulichen physikalischen Resultaten. Gerade hier sollte die eigentümliche enge Verschränkung von mathematischer Deduktion und anschaulicher Interpretation, in der das Wesen theoretischer Physik liegt, besonders deutlich hervortreten.

Die durchdiskutierten Beispiele dienen schließlich auch besonders dem vierten genannten Hauptziel, der Einübung mathematisch-technischer Fertigkeiten zum Lösen von Problemen.

Diese Techniken- und Methoden-Kenntnis stellt sozusagen das handwerkliche Rüstzeug dar. Vertrautheit mit diesen ergibt sich aber nicht durch einmaliges Anhören der Vorlesung oder Lesen bzw. Nachvollziehen der einzelnen Argumentationsschritte, sondern durch selbständiges Einüben. Es ist für die Entwicklung zur Eigenständigkeit unerläßlich, daß der Student lernt, selbst mit den Gleichungen umzugehen, selbst Lösungsansätze zu finden, selbst ein Problem durchzurechnen, selbst ein Ergebnis in seiner physikalischen Bedeutung zu interpretieren und selbst nachzuprüfen, wie plausibel das Ergebnis ist.

Dieses Lernziel wurde natürlich besonders auch durch die Übungen angestrebt, die den theoretischen Einführungskurs immer begleiteten. Aus Platzgründen haben wir in diesem Buch auf eine Sammlung gelöster Übungsaufgaben verzichtet. Solche Kollektionen existieren schon in größerer Zahl.

Ein Wort der Erklärung, warum sich diese Darstellung auf die Grundgebiete der Klassischen Physik beschränkt und so moderne, wichtige und „spannende“ Gebiete wie Relativitätstheorie und Quantenmechanik ausklammert, mag noch geboten sein:

Zunächst hätte nach Meinung der Autoren durch eine Einbeziehung auch dieser Gebiete die Stofffülle das überschritten, was in einem zweisemestrigen Kurs wenigstens in seinen Grundlagen ohne Verlust an Übersicht und Gründlichkeit mit dem Ziel wirklich aktiver Beherrschung vermittelt werden kann.

Weiterhin haben die klassischen Gebiete der Physik den Vorzug, daß sie sich auf Phänomenbereiche beziehen, die der unmittelbaren anschaulichen Betrachtung besser zugänglich sind. Das so entscheidende Wechselspiel der Theoretischen Physik zwischen sich gegenseitig korrigierender formaler Deduktion und anschaulicher Interpretation kann an ihnen besser eingeübt werden. Erst bei zunehmender Sicherheit lassen sich dann formale Schlußweisen mit Zutrauen in den Bereich des weniger Anschaulichen verlängern.

Bei der Stoffauswahl der dargestellten klassischen Gebiete war das Bestreben leitend, unnötige Einseitigkeiten zu vermeiden. So haben beispielsweise auch Statistische Mechanik und Thermodynamik sowie die Grundlagen der Strömungslehre den Platz, der ihnen wegen ihrer Bedeutung, gerade für die angewandte Physik, zukommt. Es sollte, wie gesagt, für den Studenten der Physik ein tragfähiges Fundament gelegt werden, von dem aus die Einarbeitung in fortgeschrittenere Disziplinen wie Quantenmechanik, Relativitätstheorie, Dynamik der Fluide, analytische Mechanik, irreversible Thermodynamik oder Theorie dynamischer Systeme wesentlich erleichtert wird.

Wir möchten schließlich all denen danken, die zur Entstehung dieses Buches beigetragen haben. Besonders genannt seien Frau H. Kranz, Frau E. Rupp, Frau E. Ruf und Frau W. Wanoth, die sorgfältig das lange, schwierige Manuskript geschrieben und bei den unzähligen Korrekturen nie die Geduld verloren haben.

Frau I. Weber und Frau B. Müller danken wir für das Zeichnen der Abbildungen. Dank gebührt auch den Hörern unserer Vorlesungen „Einführung in die Theoretische Physik“, an denen das Konzept erprobt wurde, für zahlreiche Anregungen; ebenso den Betreuern der zugehörigen Übungen, allen voran Herrn Dr. H. C. Oettinger und Herrn Dipl. Phys. R. Seitz, sowie P. Biller, Dr. H. Heß, Dr. M. Marcu, Dipl. Phys. J. Müller, Dipl. Phys. G. Mutschler, Dr. A. Saglio de Simonis, A. Seidel, Dr. H. Simonis, Dipl. Phys. F. K. Schmatzer, Dipl. Phys. M. Zähringer, die uns durch Korrekturlesen wertvolle Hilfe geleistet haben.

Besonders dankbar sind wir Herrn Dr. H. Lotsch vom Springer-Verlag für viele nützliche und kenntnisreiche Hinweise zur Gestaltung des Buches sowie Herrn C.-D. Bachem für die geduldige Hilfe bei der Herstellung des Satzes.



<http://www.springer.com/978-3-642-23261-9>

Klassische Theoretische Physik

Eine Einführung

Honerkamp, J.; Römer, H.

2012, 600 S. 150 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-642-23261-9