

## Allgemeines Vorwort

Die sieben Bände der Reihe „*Grundkurs Theoretische Physik*“ sind als direkte Begleiter zum Hochschulstudium Physik gedacht. Sie sollen in kompakter Form das wichtigste theoretisch-physikalische Rüstzeug vermitteln, auf dem aufgebaut werden kann, um anspruchsvollere Themen und Probleme im fortgeschrittenen Studium und in der physikalischen Forschung bewältigen zu können.

Die Konzeption ist so angelegt, dass der erste Teil des Kurses,

*Klassische Mechanik* (Band 1)

*Analytische Mechanik* (Band 2)

*Elektrodynamik* (Band 3)

*Spezielle Relativitätstheorie, Thermodynamik* (Band 4),

als Theorieteil eines „*Integrierten Kurses*“ aus Experimentalphysik und Theoretischer Physik, wie er inzwischen an zahlreichen deutschen Universitäten vom ersten Semester an angeboten wird, zu verstehen ist. Die Darstellung ist deshalb bewusst ausführlich, manchmal sicher auf Kosten einer gewissen Eleganz, und in sich abgeschlossen gehalten, sodass der Kurs auch zum Selbststudium ohne Sekundärliteratur geeignet ist. Es wird nichts vorausgesetzt, was nicht an früherer Stelle der Reihe behandelt worden ist. Dies gilt insbesondere auch für die benötigte Mathematik, die vollständig so weit entwickelt wird, dass mit ihr theoretisch-physikalische Probleme bereits vom Studienbeginn an gelöst werden können. Dabei werden die mathematischen Einschübe immer dann eingefügt, wenn sie für das weitere Vorgehen im Programm der Theoretischen Physik unverzichtbar werden. Es versteht sich von selbst, dass in einem solchen Konzept nicht alle mathematischen Theorien mit absoluter Strenge bewiesen und abgeleitet werden können. Da muss bisweilen ein Verweis auf entsprechende mathematische Vorlesungen und vertiefende Lehrbuchliteratur erlaubt sein. Ich habe mich aber trotzdem um eine halbwegs abgerundete Darstellung bemüht, sodass die mathematischen Techniken nicht nur angewendet werden können, sondern dem Leser zumindest auch plausibel erscheinen.

Die mathematischen Einschübe werden natürlich vor allem in den ersten Bänden der Reihe notwendig, die den Stoff bis zum Physik-Vordiplom beinhalten. Im zweiten Teil des Kurses, der sich mit den modernen Disziplinen der Theoretischen Physik befasst,

*Quantenmechanik: Grundlagen* (Band 5/1)

*Quantenmechanik: Methoden und Anwendungen* (Band 5/2)

*Statistische Physik* (Band 6)

*Viel-Teilchen-Theorie* (Band 7),

sind sie weitgehend überflüssig geworden, insbesondere auch deswegen, weil im Physik-Studium inzwischen die Mathematik-Ausbildung Anschluss gefunden hat. Der frühe Beginn der Theorie-Ausbildung bereits im ersten Semester gestattet es,

die *Grundlagen der Quantenmechanik* schon vor dem Vordiplom zu behandeln. Der Stoff der letzten drei Bände kann natürlich nicht mehr Bestandteil eines „*Integrierten Kurses*“ sein, sondern wird wohl überall in reinen Theorie-Vorlesungen vermittelt. Das gilt insbesondere für die „*Viel-Teilchen-Theorie*“, die bisweilen auch unter anderen Bezeichnungen wie „*Höhere Quantenmechanik*“ etwa im achten Fachsemester angeboten wird. Hier werden neue, über den Stoff des Grundstudiums hinausgehende Methoden und Konzepte diskutiert, die insbesondere für korrelierte Systeme aus vielen Teilchen entwickelt wurden und für den erfolgreichen Übergang zu wissenschaftlichem Arbeiten (Diplom, Promotion) und für das Lesen von Forschungsliteratur inzwischen unentbehrlich geworden sind.

In allen Bänden der Reihe „*Grundkurs Theoretische Physik*“ sollen zahlreiche Übungsaufgaben dazu dienen, den erlernten Stoff durch konkrete Anwendungen zu vertiefen und richtig einzusetzen. Eigenständige Versuche, abstrakte Konzepte der Theoretischen Physik zur Lösung realer Probleme aufzubereiten, sind absolut unverzichtbar für den Lernenden. Ausführliche Lösungsanleitungen helfen bei größeren Schwierigkeiten und testen eigene Versuche, sollten aber nicht dazu verleiten, „*aus Bequemlichkeit*“ eigene Anstrengungen zu unterlassen. Nach jedem größeren Kapitel sind Kontrollfragen angefügt, die dem Selbsttest dienen und für Prüfungsvorbereitungen nützlich sein können.

Ich möchte nicht vergessen, an dieser Stelle allen denen zu danken, die in irgendeiner Weise zum Gelingen dieser Buchreihe beigetragen haben. Die einzelnen Bände sind letztlich auf der Grundlage von Vorlesungen entstanden, die ich an den Universitäten in Münster, Würzburg, Osnabrück, Valladolid (Spanien), Warangal (Indien) sowie in Berlin gehalten habe. Das Interesse und die konstruktive Kritik der Studenten bedeuteten für mich entscheidende Motivation, die Mühe der Erstellung eines doch recht umfangreichen Manuskripts als sinnvoll anzusehen. In der Folgezeit habe ich von zahlreichen Kollegen wertvolle Verbesserungsvorschläge erhalten, die dazu geführt haben, das Konzept und die Ausführung der Reihe weiter auszubauen und aufzuwerten.

Die ersten Auflagen dieser Buchreihe sind im Verlag Zimmermann-Neufang entstanden. Ich kann mich an eine sehr faire und stets erfreuliche Zusammenarbeit erinnern. Danach erschien die Reihe bei Vieweg. Die Übernahme der Reihe durch den Springer-Verlag im Januar 2001 hat dann zu weiteren professionellen Verbesserungen im Erscheinungsbild des „*Grundkurs Theoretische Physik*“ geführt. Herrn Dr. Kölsch und seinem Team bin ich schon jetzt für viele Vorschläge und Anregungen sehr dankbar. Meine Manuskripte scheinen in guten Händen zu liegen.

Berlin, im April 2001

Wolfgang Nolting

## Vorwort zu Band 1

Der vorliegende erste Band des „*Grundkurs Theoretische Physik*“ befasst sich mit der *Klassischen Mechanik*. Gegenstand derselben ist die

*Analyse der Gesetzmäßigkeiten, nach denen sich materielle Körper unter dem Einfluss von Kräften im Raum und in der Zeit bewegen.*

Diese Formulierung enthält bereits einige Grundbegriffe, deren strenge Definitionen durchaus nicht-trivial sind und deshalb sorgfältig erarbeitet werden müssen. Bei einigen von diesen Grundbegriffen werden wir uns sogar damit abzufinden haben, sie zunächst als mehr oder weniger plausible Grunderfahrungstatsachen ohne exakte physikalische Definitionen hinnehmen zu müssen. Unter einem *materiellen Körper* wollen wir einen zeitlich und räumlich lokalisierbaren Gegenstand verstehen, der mit (*träger*) *Masse* behaftet ist. Der Massenbegriff wird zu diskutieren sein. Dies gilt auch für den Begriff der *Kraft*. Kräfte sorgen für Änderungen des Bewegungszustands des betrachteten Körpers. Der Raum, der unserer Anschauung entspricht, ist der dreidimensionale euklidische Raum. Er ist nach allen Seiten unbegrenzt, homogen und isotrop, d. h. Translationen und Rotationen unserer Welt in diesem Raum haben auf diese keine Auswirkungen. Auch die *Zeit* ist eine Grunderfahrungstatsache, von der wir wissen, dass sie existiert und unwiderruflich vergeht. Sie ist ebenfalls homogen, d. h., kein Zeitpunkt ist gegenüber dem anderen in irgendeiner Weise a priori ausgezeichnet.

Zur Beschreibung der Naturvorgänge benötigt der Physiker als „*Sprache*“ die Mathematik. Das Dilemma besteht nun aber darin, dass *Theoretische Mechanik* in angemessener Weise nur dann vermittelt werden kann, wenn das entsprechende mathematische Rüstzeug zur Verfügung steht. Bei einem Theorieangebot vom ersten Semester an, wie beim Theorieteil eines „*Integrierten Kurses*“ aus Experimentalphysik und Theoretischer Physik, ist diese Voraussetzung beim Studienanfänger jedoch nicht gegeben. Der vorliegende erste Band des Grundkurses beginnt deshalb mit einer komprimierten mathematischen Einführung, die in knapper Form all das präsentieren soll, was für die Entwicklung der Klassischen Theoretischen Mechanik unbedingt vonnöten ist. Es versteht sich von selbst, dass dann nicht alle mathematischen Theorien mit absoluter Strenge und Exaktheit abgeleitet werden können. Ich habe mich aber trotzdem um eine halbwegs abgerundete Darstellung bemüht, wobei jedoch immer nur so viel Mathematik gebracht wird, wie notwendig ist, um in der Entwicklung der Theoretischen Physik voranzukommen. Sobald letztere auf neue „*mathematische Barrieren*“ stößt, wird wieder ein entsprechender mathematischer Einschub präsentiert. Mathematische Abhandlungen werden also erst an den Stellen in den Text eingeschoben, an denen sie direkt benötigt werden. Besonders wichtig sind in diesem Zusammenhang die zahlreichen Übungsaufgaben, die zum Selbsttest unbedingt bearbeitet werden sollten.

Die Idee zu diesem „*Grundkurs Theoretische Physik*“ ist im Zusammenhang mit Vorlesungen zu einem „*Integrierten Kurs*“ entstanden, die ich vor etwa fünfzehn

Jahren an der Universität Münster gehalten habe. Das animierende Interesse der Studenten an meinem Vorlesungsskript hatte mich damals dazu verleitet, besondere Mühe in die Darstellung zu investieren. Der erste Band zur *Klassischen Mechanik* ist zunächst beim Verlag Zimmermann-Neufang erschienen und in den folgenden fünf Auflagen stets durch Korrekturen, die ich vor allem aufmerksamen Lesern zu verdanken habe, verbessert worden. Dieser Band, wie auch die anderen Bände der Reihe, ist als direkter Begleiter des Grundstudiums Physik gedacht, also für den Studenten und weniger für den Dozenten geschrieben. Um ein Selbststudium ohne aufwendige Sekundärliteratur zu ermöglichen, wird bisweilen bewusst auf Eleganz verzichtet, um stattdessen das Wesentliche detailliert zu präsentieren und zu üben. Dem Springer-Verlag bin ich für das Akzeptieren dieses Konzepts und für die stets erfreuliche und professionelle Zusammenarbeit sehr dankbar.

Berlin, im August 2004

*Wolfgang Nolting*

## Vorwort zur 10. Auflage von Band 1

Am eigentlichen Konzept des „*Grundkurs Theoretische Physik*“ und damit auch an dem des ersten Bandes der Reihe („*Klassische Mechanik*“) hat sich natürlich mit der vorliegenden neuen Auflage nichts geändert. Es ist nach wie vor auf ein Physik-Studienprogramm zugeschnitten, das bereits im ersten Semester mit der Theoretischen Physik (Mechanik) beginnt, so wie es die meisten neuen Bachelor/Master-Studienordnungen an deutschen Hochschulen vorsehen. Inhalte, Techniken und Anwendungen werden weiterhin so detailliert vermittelt, dass im Prinzip ein Selbststudium zunächst ohne aufwendige Zusatzliteratur möglich sein sollte. In diesem Zusammenhang spielen die zahlreichen Übungsaufgaben, die nach jedem wichtigen Teilabschnitt angeboten werden, eine für den Lerneffekt unverzichtbare Rolle. Dabei sollten die ausführlichen Musterlösungen nicht von der selbständigen Bearbeitung der Aufgaben abhalten, sondern eher als Kontrolle der eigenen Bemühungen dienen.

Wenn die Theoretische Physik bereits im ersten Semester angeboten wird, ist es natürlich unvermeidlich, zunächst das notwendige mathematische Rüstzeug zusammenzustellen und seine Beherrschung zu testen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Studierenden mit sehr unterschiedlichen Mathematik-Vorkenntnissen ihr Studium beginnen. Deswegen startet der vorliegende erste Band mit elementaren „*Mathematischen Vorbereitungen*“, die in sehr kompakter Form präsentiert werden. Sie erheben keineswegs den Anspruch, die eigentlichen Mathematik-Vorlesungen überflüssig zu machen, sondern sollen lediglich die Minimalvoraussetzungen schaffen, um mit der Theoretischen Physik beginnen zu können. Gegenüber früheren Auflagen ist diese Einführung um zwei Unterkapitel erweitert worden, die sich mit Elementen der Differential- und Integralrechnung befassen, die eigentlich aus der Schulmathematik bekannt sein sollten. Leider scheint das nicht immer gegeben zu sein. Deswegen könnten diese beiden einführenden Kapitel für den einen oder anderen hilfreich sein.

Wie auch schon bei den früheren Auflagen habe ich sehr von Kommentaren, Druckfehlermeldungen und diversen Verbesserungsvorschlägen zahlreicher Kollegen und insbesondere Studierender profitiert. Dementsprechende Korrekturen sind in großer Zahl in diese Neuauflage eingeflossen. Dafür möchte ich mich an dieser Stelle ganz herzlich bedanken. Besonders erwähnen möchte ich frühere und jetzige Mitarbeiter meiner Arbeitsgruppe an der Humboldt-Universität zu Berlin, stellvertretend für viele M. Sc. Mirek Hänsel und Dr. Sören Henning, die mir durch konstruktive Kritik und Unterstützung bei der Lösung von redaktionellen und organisatorischen Problemen sehr geholfen haben. Die Zusammenarbeit mit dem Springer-Verlag, insbesondere mit Frau Dr. V. Spillner und Herrn Dr. T. Schneider, verlief, wie auch früher schon, erfreulich reibungslos und produktiv.

Berlin, im April 2012

Wolfgang Nolting



<http://www.springer.com/978-3-642-29936-0>

Grundkurs Theoretische Physik 1

Klassische Mechanik

Nolting, W.

2013, XIV, 504 S. 855 Abb., 520 Abb. in Farbe.,

Softcover

ISBN: 978-3-642-29936-0