

Vorwort

Dieses Buch wurde für Studierende der Physik und verwandter Naturwissenschaften im ersten Studienjahr geschrieben und behandelt die kanonischen Themen der einführenden Mathematikveranstaltungen. Das Ziel des Buches ist, diese Mathematik sowohl sorgfältig und vollständig als auch anwendungsbezogen darzustellen. Um die Anwendungsnähe und die naturwissenschaftliche Relevanz der behandelten Mathematik zu unterstreichen, habe ich durchgehend die Sprache der Theoretischen Physik gewählt. Meine Hoffnung ist, so durch Erhöhung ihrer Motivation die Studierenden näher als bisher und auch effektiver an die für die Naturwissenschaften so essentielle Mathematik heranführen zu können.

Die Idee, ein solches Mathematikbuch für Studienanfänger(innen) zu schreiben, ist im Laufe der Jahre gereift. Oft habe ich als Dozent im Rahmen von Vorlesungen über Theoretische Physik bemerkt, dass viele Studierende sich mit dem Abstraktionsniveau ihrer Mathematikvorlesungen schwer tun und die Relevanz mancher Formalismen für ihr Studium nicht sehen. Dies führt auch zu Problemen in Übungen, da grundsätzlich erlernte, aber nicht verinnerlichte mathematische Methoden in der Praxis nicht einsatzbereit sind. In Anfängervorlesungen über „Rechenmethoden“ und im „Mathematischen Vorkurs“ habe ich die Erfahrung gemacht, dass es sehr wichtig ist, die Studierenden zu motivieren, indem man zu jedem behandelten Thema die Anwendungsmöglichkeiten in der Physik (oder allgemeiner: in den Naturwissenschaften) aufzeigt. Sonst wird man zu Recht mit Fragen konfrontiert wie: „Warum soll ich das lernen?“ und „Warum ist diese Mathematik für mich als Physiker(in) nützlich?“. In diesem Buch habe ich mich daher bemüht, genau diese Fragen zu beantworten, in der Hoffnung mit der Motivation auch die Lernbereitschaft der Studierenden zu erhöhen. Dementsprechend versuche ich, zu jedem mathematischen Thema zu erklären, warum Physiker(innen) - oder allgemeiner: Naturwissenschaftler(innen) - diese Methoden benötigen. Außerdem werden in vielen Fallbeispielen typische elementare Anwendungen behandelt, sodass die Relevanz der behandelten Methoden stets deutlich sichtbar bleibt.

Um diese Anwendungsnähe gewährleisten zu können, präsentiere ich die mathematischen Konzepte nicht *linear*, sondern *allmählich vertiefend*. Da viele Themen aus der Schule zumindest ansatzweise bekannt sind (man denke an „Zahlen“, „Ableitung“, „Exponentialfunktion“, „Produktregel“, „Grenzwert“, „Integral“), kann man diese zuerst in Erinnerung rufen und dann vorsichtig erste Anwendungen und Ausblicke aufzeigen, auch bevor diese Themen als Schwerpunkt in späteren Kapiteln vertieft und solide begründet werden. Im Gegensatz dazu würde ein *lineares* Procedere, wobei man bei „Null“ anfängt und den Formalismus systematisch durch neue Axiome, Sätze, Beweise ausbaut, die Anwendung in weite Ferne rücken.

Jeder Autor, der sich zum Ziel setzt, „den“ Bachelorstudierenden „den“ Mathematikstoff des ersten Studienjahres nahe zu bringen, muss sich natürlich mit den beiden Problemen auseinandersetzen, dass es *die* typischen Studierenden und *den* typischen Stoff nicht gibt. Auf beiden Fronten gibt es ein äußerst breites Spektrum. Einerseits fällt auf, dass die Mathematikkenntnisse der Abiturienten extrem heterogen sind. Diese Heterogenität entsteht durch Unterschiede in den Lehrplänen der Bundesländer, Unterschiede zwischen den Schulen, den Lehrer(inne)n, den Wahlpflichtfächern und den Kursniveaus, aber natürlich auch durch unterschiedliche

individuelle Aspekte, wie Talente, Interessen oder die Förderung durch die Eltern. Andererseits wird an den Universitäten eine Vielfalt an möglichen Unterrichtsformen auf dem Gebiet der Mathematik für Studierende der Naturwissenschaften angeboten: Vorkurse mit unterschiedlicher Dauer und Zielsetzung, Vorlesungen über Rechenmethoden verschiedenster Art, Vorlesungen über „Mathematik für Physiker“ oder über Analysis und Vorlesungen für Studierende mit Physik als Nebenfach, wobei Niveau, Stil und Inhalte aller dieser Veranstaltungen stark durch die jeweilige Lehrkraft geprägt sind. Dieser Vielfalt sollte ein Lehrbuch für das erste Studienjahr möglichst gerecht werden.

Aus diesen Gründen ist dieses Buch *modular* aufgebaut. Es ist bewusst so konzipiert, dass es bei geeigneter Stoffauswahl neben mehreren Vorlesungen verwendet werden kann und außerdem unterschiedlichen Lesergruppen entsprechend ihrem persönlichen Bedarf zugänglich sein sollte. Das Buch kann grundsätzlich als Begleitliteratur zu einem Mathematischen Vorkurs, zu Vorlesungen über „Rechenmethoden“ oder „Mathematische Methoden“ und zu Vorlesungen für angehende Physiklehrer(innen) oder Studierende mit Physik als Nebenfach verwendet werden. Es könnte auch als Basis für Vorlesungen über „Mathematik für Physiker“ dienen, falls die Lehrenden des Faches eine gewisse Affinität mit dem Fach Physik haben und auf die fachlichen Interessen ihrer Zuhörer eingehen möchten. Speziell für fortgeschrittene oder besonders interessierte Studierende (oder für zeitintensive Vorlesungen) werden auch einige weiterführende Aspekte der Themen des ersten Studienjahrs behandelt, die in der Regel physikalisch und mathematisch überdurchschnittlich wichtig sind. Die entsprechenden Abschnitte sind durch einen Asterisk (*) gekennzeichnet, um anzugeben, dass man sie beim ersten Durchgang überspringen *kann* (aber natürlich nicht *muss*: Die Lektüre wird sogar dringend empfohlen). Ich habe versucht, in nebenstehender Tabelle anzugeben, welche Teile des Buches zu welchen Zwecken geeignet sind. Angesichts der Vielfalt an Studiengängen, Veranstaltungsformen und Gestaltungswünschen der Lehrenden können die Angaben nur als Anregung dienen.

Es sollte für interessierte Studierende sogar möglich sein, sich den Inhalt dieses Buches im Ganzen oder in Auszügen im Selbststudium zu erarbeiten, da Herleitungen und Erläuterungen zu den Berechnungen sehr ausführlich sind und zu jedem Kapitel eine Sammlung von Übungsaufgaben mit Lösungen enthalten ist. Sollte die Leserin oder der Leser Bedarf an weiteren Mathematikbüchern haben, die für den Anfang eines naturwissenschaftlichen Studiums geeignet sind, so könnten neben den im Haupttext zitierten Büchern auch die Referenzen [1]–[11] empfohlen werden. Alle diese Bücher bieten allgemeine Einführungen an, zeigen im Detail aber einen sehr unterschiedlichen Charakter.

Zu großem Dank bin ich zweien meiner ehemaligen Studierenden, den Herren Julian Großmann und Alexander Roth, verpflichtet, die dieses Projekt mehr als ein Jahr lang begleitet und durch unzählige Kommentare, Anmerkungen und Vorschläge zur endgültigen Form beigetragen haben. Viele Abbildungen gehen auf ihre Anregungen zurück. Ohne sie hätte dieses Buch anders ausgesehen. Ebenfalls sehr dankbar bin ich meinen beiden Kollegen Prof. Dr. Martin Reuter und Prof. Dr. Rolf Schilling und meiner Frau, Dr. Irmgard Nolden, die das Manuskript komplett durchgearbeitet und durch viele Kommentare sehr bereichert haben. Für seine Anmerkungen zu Kapitel 1 danke ich meinem Kollegen Prof. Dr. Stefan Müller-Stach herzlich. Ganz offensichtlich liegt die Verantwortung für sämtliche weniger gelun-

genen Formulierungen bei mir, und ich wäre meinen Lesern ggf. dankbar für eine entsprechende Mitteilung. Da ich nun schon seit vielen Jahren die Früchte der Textsatzprogramme $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ und $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ sowie des Grafikerstellungsprogramms TikZ ernte, möchte ich hierfür den Entwicklern Donald Knuth, Leslie Lamport und Till Tantau danken. Ich danke auch ganz herzlich Frau Ulrike Schmickler-Hirzebruch und Frau Barbara Gerlach vom Lektorat Springer Spektrum für ihre Unterstützung bei diesem Projekt und meiner Sekretärin, Frau Elvira Helf, für ihre langjährige Unterstützung (bei diesem Buch insbesondere bei den Übungen und Musterlösungen).

Mainz, im März 2015

Peter van Dongen

Vorschläge zum Einsatz des Buches in verschiedenen Lehrveranstaltungen

	VK2	VK3	RM1	RM2	MfN	MfP	BEd
Kap 1	++	++	○	–	++	++	++
Kap 2	außer 2.2.4	außer 2.2.4	außer 2.2.4	–	++	++	außer 2.2.4
Kap 3	außer 3.7	außer 3.7	außer 3.7	○	3.7	3.7	außer 3.7
Kap 4	außer 4.4.7	außer 4.4.7	außer 4.4.7	–	++	++	außer 4.4.7
Kap 5	bis 5.3.3	bis 5.3.3	○	++	++	++	++
Kap 6	--	außer 6.5	außer 6.5	○	++	++	außer 6.5
Kap 7	--	bis 7.3.4	7.1 7.2	○	bis 7.3.5	++	7.1 7.2
Kap 8	--	--	○	++	++	++	++
Kap 9	--	--	9.1 9.2	außer 9.5	○	++	außer 9.5

Legende:

++ = gut geeignet, ○ = teilweise geeignet, – = weniger geeignet, -- = ungeeignet

VK2 = zweiwöchiger Vorkurs (V3Ü3 pro Tag)

VK3 = dreiwöchiger Vorkurs (V3Ü3 pro Tag)

RM1 = Vorlesung „Rechenmethoden 1“ (1. Semester, V2Ü2)

RM2 = Vorlesung „Rechenmethoden 2“ (2. Semester, V2Ü2)

MfN = Mathematik für Naturwissenschaftler (im 1. und 2. Semester, V4Ü2)

MfP = Mathematik für Physiker (im 1. und 2. Semester, V4Ü2)

BEd = Mathematikvorlesungen für B. Ed. Physik (im 1. und 2. Semester, V2Ü2)

Einführungskurs Mathematik und Rechenmethoden
Für Studierende der Physik und weiterer
mathematisch-naturwissenschaftlicher Fächer
van Dongen, P.

2015, XIV, 637 S. 185 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-07519-4