

Vorwort

*Theorie ohne Praxis ist leer,
Praxis ohne Theorie ist blind.*

Die vorliegende »Höhere Mathematik für Ingenieure« umfasst den Inhalt einer Vorlesungsreihe, die sich über die ersten vier bis fünf Semester erstreckt. Das Werk wendet sich hauptsächlich an Studenten der Ingenieurwissenschaften, darüber hinaus aber allgemein an alle Studierenden technischer und physikalischer Richtungen, sowie an Studenten der Angewandten Mathematik (Technomathematik, Mathematikingenieur, mathematische Physik).

Lernende und Lehrende finden mehr in diesen Bänden, als in einem Vorlesungszyklus behandelt werden kann. Die Bücher sind so gedacht, dass der Dozent — dem Aufbau der Kapitel folgend — einen »roten Faden« auswählt, der dem Studierenden den Weg in die Mathematik bahnt und ihm die Stofffülle strukturiert. Der Lehrende wird dabei seinen eigenen Vorstellungen folgen, etwa in der Auswahl der Beispiele, dem Weglassen gewisser »Seitenwege«, oder dem Betonen von Sachverhalten, die für die Fachrichtung der Hörer seiner Lehrveranstaltung wichtig sind.

Dem Studierenden sollen die Bände zur Nacharbeit und Vertiefung des Vorlesungsstoffes dienen, wie auch zum Selbststudium und zur Fortbildung. Die vielen Anwendungsbeispiele sollen ihm den Inhalt dabei lebendig machen, und zusätzliche Ausführungen sein Kernwissen abrunden. Später lassen sich die Bücher immer wieder als Nachschlagewerk verwenden. Insbesondere sind sie zur Examensvorbereitung nützlich, wie auch im Berufsleben als greifbares »Hintergrundwissen«.

Die Bände sind inhaltlich folgendermaßen gegliedert: Band I enthält die Differential- und Integralrechnung einer und mehrerer Veränderlicher, und damit den Stoff der Vorlesungen Analysis I und II. Es wurde dabei Wert auf eine sorgfältige Grundlegung, verbunden mit praktischen Anwendungen, gelegt. Band II hat die Lineare Algebra zum Thema, während Band III die Gewöhnlichen Differentialgleichungen enthält, sowie Distributionen und Integraltransformationen. Dabei wurde eine eher einfache, wenn auch genaue Darstellung gewählt, damit der Ingenieur schnell zu Anwendungen vorstoßen kann. Im Band IV folgen dann die Vektoranalysis und Funktionentheorie (komplexe Analysis) und in Band V Funktionalanalysis und partielle Differentialgleichungen.

Manche Mathematikurse für Ingenieure beginnen mit Analysis (z.B. bei Maschinenbauern), andere mit Linearer Algebra (etwa bei Elektrotechnikern). Aus diesem Grunde wurden die Bände I und II unabhängig voneinander gestaltet, so dass man den Kurs mit jedem dieser Bände beginnen kann.

An Vorkenntnissen wird wenig vorausgesetzt. Schulkenntnisse in elementarer Algebra (Bruchrechnung, Klammerausdrücke) und Geometrie (einfache ebene und räumliche Figuren, Koordinatensystem) genügen. Grundsätzlich beginnt der vorliegende Lehrgang ganz »von vorne«, d.h. mit der Erläuterung der Zahlen, und baut darauf systematisch auf. Auf diese Weise wird auch das meiste aus der Schulmathematik in geraffter Form wiederholt. Der Leser kann daher, je nach Vorkenntnis, die Inhalte erstmalig lernen oder sein Wissen in das vorliegende Gerüst einordnen.

Durch viele Beispiele aus Technik und Naturwissenschaft wird der Anwendungsbezug besonders herausgearbeitet. Dabei liegt weitgehend das folgende *Dreischrittschema* zu Grunde:

Einführungsbeispiel → Theorie → weitere Anwendungen

Hat man ein Einführungsbeispiel zur Motivation erläutert und dann eine Lösungstheorie dazu entwickelt, so stellt sich meistens heraus (sonst wäre der Name »Theorie« fehl am Platze), dass die theoretischen Hilfsmittel auch zur Lösung weiterer Probleme, ja, auch manchmal ganzer Problemklassen, taugen. Diese brauchen mit dem Ausgangsproblem scheinbar überhaupt nicht verwandt zu sein (z.B. die Flächeninhaltsberechnung zur Motivation der Integralrechnung gegenüber der Berechnung der Leistung einer Dampfmaschine, der maximalen Höhe eines Weltraumsatelliten, dem Trägheitsmoment eines Rades oder der Wahrscheinlichkeit für die Lebensdauer eines Bauteiles. Alle genannten Probleme lassen sich mit Mitteln der Integralrechnung lösen).

Natürlich wird das obige Dreischrittschema nicht über das Knie gebrochen. Denn oft wird auch mathematisches Instrumentarium für spätere Anwendungen oder für den weiteren Ausbau der Mathematik bereitgestellt, wobei ein zu frühes Anheften an Anwendungen nicht möglich ist oder den Blick für die Gliederung der Systematik verschleiert. Denn obwohl die systematische Einführung der Mathematik nicht immer der historischen Entwicklung entspricht und ihre Abstraktion sich von der Praxis zu entfernen scheint, so hat sie doch unbestreitbare Vorteile: Sie verkürzt die Darstellung, da man Verwandtes unter einheitlichen Gesichtspunkten zusammenfassen kann, und bietet eine gute Übersicht, in der man sich beim Nachschlagen besser zurecht findet. Aus diesem Grunde wurde hier ein Mittelweg zwischen Abstraktion und Anwendung eingeschlagen: Systematisches Vorgehen, gekoppelt mit praktischen Beispielen zur Motivation und Vertiefung. Dabei wird durch viele Figuren der abstrakte Inhalt anschaulich gemacht.

Noch ein Wort zur »*mathematischen Sprache*«! Sie besteht zum größten Teil aus der Umgangssprache, ergänzt durch mathematisch klar definierte Fachausdrücke und Begriffe. Man kann sagen, die eigentliche mathematische Fachsprache »schwimmt« auf der Umgangssprache. Denn ohne die Umgangssprache wäre jede Fachwissenschaft verloren und könnte sich nicht mitteilen. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass ein konsequentes Benutzen der exakten fachlichen Ausdrucksformen zu sprachlichen Ungetümen führen kann, so dass auf diese Weise die Sachverhalte viel schwieriger zu begreifen sind, ja, mitunter gar unverständlich zu werden drohen. Hier helfen »unscharfe« umgangssprachliche Formulierungen oft weiter und steigern die Verständlichkeit. Für das Lehren gilt nämlich der scheinbar widersprüchliche Satz: »Es ist nicht wichtig, ob sich der Lehrende stets richtig ausdrückt, sondern nur, dass im Kopf des Zuhörers das Richtige ankommt!«

Ein Beispiel soll dies stellvertretend erläutern, und zwar die Sprechweise bei Funktionen. Fachlich korrekt (und pedantisch) heißt es:

»Wir untersuchen die Funktion $f : [-1, 1] \rightarrow \mathbb{R}$ definiert durch $f(x) = \sqrt{1 - x^2}$ für alle $x \in [-1, 1]$, auf Differenzierbarkeit.«

Eine einfachere Sprechweise (wenn auch etwas unschärfer) wäre:

»Wir untersuchen die Funktion $f(x) = \sqrt{1 - x^2}$ auf Differenzierbarkeit.«

Wir können wohl davon ausgehen, dass der zweitgenannte Text vom Hörer genauso verstanden wird wie der erste, vielleicht sogar besser (insbesondere in einem Kapitel über reellwertige Funktionen einer reellen Variablen). Aus diesem Grunde werden wir uns in diesen Bänden einer einfachen Sprechweise bedienen, die der Umgangssprache nahe steht. Bei Funktionen nehmen

wir uns die Freiheit heraus, Gleichungen als Ausdrücke für Funktionen zu verwenden, oder den Funktionswert $f(x)$ einfach als Funktion zu bezeichnen. Hierbei wird vorausgesetzt, dass der Leser (etwa nach Studium des Abschnittes 1.3 in Band I) mit dem abstrakten Funktionsbegriff vertraut ist. Die geschilderte Sprechweise (»pars pro toto«) hilft, sprachliche Überladung zu vermeiden. Insbesondere bei der Behandlung von Gewöhnlichen Differentialgleichungen (Band III) würde man ohne vereinfachte Ausdrucksweise zu sprachlichen Komplikationen kommen, die das Verständnis stark erschweren. Aus diesem Grunde bedienen wir uns, soweit wie möglich, umgangssprachlicher Wendungen, ohne die Präzision aus den Augen zu verlieren.

Zum Schluss bedanken wir uns bei allen, die uns bei diesem Buchvorhaben unterstützt haben. Frau Karin Lange, Herr Wolfgang Homburg und Herr Uwe Brunst haben bei Band I wertvolle Korrekturarbeiten geleistet, wofür ihnen vielmals gedankt sei. Frau Marlies Gottschalk, Frau Erika Münstedt und Frau Karin Wettig danken wir für ihre sorgfältigen Schreibarbeiten wie auch Herrn Klaus Strube für die Herstellung vieler Zeichnungen in Band II und III. Dem Verlag B.G. Teubner danken wir für seine geduldige und kooperative Zusammenarbeit in allen Phasen.

Kassel, Juli 1985

Die Verfasser

Vorwort zur siebten Auflage

Der Verfasser dieses Bandes, Herr Prof. Dr. Friedrich Wille, ist am 9. August 1992 verstorben. Die vorliegende Neuauflage wurde von Herbert Haf und Andreas Meister bearbeitet.

Aufgrund ihrer Bedeutung für die Anwendungen haben wir diesen Band durch zwei Abschnitte erweitert:

Zum einen durch einen konstruktiven Zugang zum Satz von Weierstraß (s. Abschn. 5.3) und zum anderen durch verschiedene praxisrelevante Algorithmen zur Berechnung von Interpolationspolynomen bzw. Splines (s. Abschn. 5.4).

Wir sind der Überzeugung, dass dieser Band dadurch an Aktualität gewonnen hat.

Ferner weisen wir darauf hin, dass unser Gesamtwerk aufgrund der Teilung von Band IV in »Vektoranalysis« und »Funktionentheorie« nunmehr aus sechs Bänden besteht.

Unser Dank gilt Herrn Dr.-Ing. Jörg Barner für die Erstellung der hervorragenden L^AT_EX-Vorlage und für seine sorgfältige Mitarbeit bei den Korrekturen. Nicht zuletzt danken wir dem Verlag B.G. Teubner für seine ständige Gesprächsbereitschaft und Rücksichtnahme auf Terminprobleme und Gestaltungswünsche.

Kassel, Januar 2006

Herbert Haf, Andreas Meister

Vorwort zur elften Auflage

Die vorliegende Neuauflage dieses Bandes beinhaltet eine deutliche Erweiterung im Bereich der numerischen Integration, da diese bei den Anwendungen der modernen Mathematik eine zunehmend größere Bedeutung gewonnen hat.

Wir freuen uns darüber, dass die nach wie vor starke Nachfrage dieses Bandes eine Neuauflage erforderlich gemacht hat und hoffen auf eine weiterhin freundliche Aufnahme dieses Bandes durch den Leser.

Kassel, März 2017

Herbert Haf, Andreas Meister

Höhere Mathematik für Ingenieure Band I
Analysis

Burg, K.; Haf, H.; Wille, F.; Meister, A.

2017, XVIII, 624 S. 239 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-19427-7