

Vorwort

Mit diesem Buch soll Studenten des Maschinenbaus, der Verfahrenstechnik und verwandter Richtungen eine Einführung in das Gebiet des Impuls-, Wärme- und Stoffaustausches gegeben werden. Vorlesungen dieser Art werden üblicherweise nach dem Vorexamen abgehalten, so daß Grundkenntnisse in Strömungsmechanik und Thermodynamik vorausgesetzt werden können. Das Buch basiert weitgehend auf Vorlesungen, die ich an der Ruhr-Univ. Bochum, der Univ. Essen-GH sowie am Technion, Israel Institute of Technology in Haifa, gehalten habe. Es soll ein Lehrbuch und kein Handbuch sein. Eine ohnehin nicht erreichbare Vollständigkeit wird nicht angestrebt. Die Stoffauswahl erfolgte nach den Kriterien: Was ist für das Verständnis wichtig? Welches sind charakteristische Resultate? Welches sind charakteristische Lösungsverfahren?

Dem Charakter des Buches entsprechend wird auf eine umfangreiche Auflistung von Gebrauchsformeln verzichtet. Nachschlagewerke wie der VDI-Wärmeatlas können und sollen durch ein Lehrbuch nicht ersetzt werden. Dies mögen Anwender und Kritiker nicht übersehen.

Das erste Kapitel ist der Herleitung der Bilanzgleichungen gewidmet. Dies geschieht recht ausführlich, da nur das Vertrautsein mit den Grundlagen den Benutzer vor einer unkritischen oder gar falschen Anwendung der grundlegenden Beziehungen schützt. Die Bilanzgleichungen werden in der indizierten Tensornotation geschrieben. Darüber mag man geteilter Meinung sein, da bei späteren Anwendungen ohnehin koordinatenweise ausgeschrieben wird. Für das Studium neuerer Literatur und weiterführender Bücher ist es jedoch unumgänglich, die indizierte Tensornotation zu beherrschen. Das wird in diesem Buch besonders bei der Behandlung der turbulenten Strömungen deutlich.

Die folgenden drei Kapitel behandeln die molekularen Austauschvorgänge von Impuls, Energie und Materie, sie sind daher auf laminare Strömungen beschränkt. Am Anfang steht dabei die Behandlung des Impulsaustausches, da konvektive Wärme- und Stoffaustauschvorgänge immer mit gleichzeitigem Impulsaustausch verknüpft sind. Es werden analytische Lösungen (die ausgebildete Rohr- und Kanalströmung), ähnliche Lösungen der Grenzschichtgleichungen sowie Näherungslösungen mit Integralbedingungen behandelt. Letztere spielen bei vielen Anwendungen nach wie vor eine wichtige Rolle.

Die beiden letzten Kapitel sind den für die Praxis besonders wichtigen turbulenten Austauschvorgängen gewidmet. Sie werden ihrer Bedeutung gemäß entsprechend ausführlich behandelt. Das fünfte Kapitel ist besonders breit angelegt, da die ersten Abschnitte dieses Kapitels eine Einführung in die Theorie turbulenter Strömungen darstellen.

Mit dieser Übersicht ist auch deutlich geworden, was das Buch nicht enthält. Das sind die Gebiete Wärmeleitung und Diffusion in ruhenden Systemen, Wärmestrahlung, Austauschvorgänge mit Phasenänderung (Verdampfung und Kondensation), Mehrphasenströmungen, Nicht-Newtonsche Fluide, um nur die wichtigsten nichtberücksichtigten Bereiche zu nennen. Weiterhin wird die Ähnlichkeitstheorie nicht diskutiert, die dann von Bedeutung ist, wenn die das Problem beschreibenden Bilanzgleichungen entweder nicht bekannt oder zu schwierig zu formulieren sind. Sind diese dagegen bekannt, so lassen sich die jeweiligen Kennzahlen aus den Bilanzgleichungen gewinnen. Das ist anschaulich und wird vorgezogen.

In den Text sind Aufgaben eingestreut, die als Bestandteil desselben angesehen werden sollen. Am Ende eines jeden Kapitels wird Literatur zum Weiterstudium angegeben. Dabei handelt es sich ausschließlich um Bücher, Handbuchartikel, Tagungsberichte oder zusammenfassende Darstellungen. Es wäre ein leichtes, „mit spottbilliger Gelehrsamkeit zu prunken“ (Werfel) und Dutzende von Originalarbeiten anzuführen. Dem Fachmann würde dadurch nichts Neues geboten, und der Anfänger würde verwirrt werden. Originalarbeiten werden (als Fußnoten) nur spärlich angegeben.

Meinen akademischen Lehrern, Alfred Walz und Karl Stephan, ist dieses Buch in hohem Maße verpflichtet. Es läßt sich durch Fußnoten nicht belegen, wieviel Anregungen ich während meiner Tätigkeit am Lehrgebiet für Angewandte Grenzschichttheorie der Univ. (TH) Karlsruhe und am Lehrstuhl für Überschalltechnik der TU Berlin gemeinsam mit Professor Dr.-Ing. A. Walz sowie am Lehrstuhl für Wärme- und Stoffübertragung im Institut für Thermo- und Fluidodynamik der Ruhr-Universität Bochum gemeinsam mit Professor Dr.-Ing. K. Stephan sammeln konnte, ohne die dieses Buch nicht entstanden wäre.

Mein Dank gilt weiterhin einer Reihe von Freunden und Kollegen, die das Manuskript kritisch durchgesehen und manche Verbesserungsvorschläge gemacht haben. Hier möchte ich besonders Prof. Dr.-Ing. B. Gampert (Essen), Prof. Dr.-Ing. N. Peters (Aachen), Prof. Dr.-Ing. J. Siekmann (Essen) sowie Privatdozent Dr.-Ing. Vasanta Ram (Bochum) erwähnen. Desweiteren haben mich meine (teilweise ehemaligen) Mitarbeiter T. Abdelhafez, L. Hackler, Dr.-Ing. R. Härtzel, Dr.-Ing. K. Homann, Dr.-Ing. H. B. Rieke und P. Wagner in vielfältiger Weise und insbesondere beim Korrekturlesen dankenswerterweise unterstützt. Das Manuskript wurde von Frau G. Eschenauer, Frau I. Knigge, Frau H. Müller und Frau B. Wolf mit gewohnter Sorgfalt geschrieben, die Bilder zeichneten Frau E. Schumann und Frau D. Zellmer.

Nicht zuletzt danke ich den Herausgebern, insbesondere Prof. Dr.-Ing. Th. Lehmann (Bochum), für viele freundschaftliche Ratschläge sowie dem Vieweg Verlag für die angenehme Zusammenarbeit.

Den größten Teil des Manuskriptes habe ich während meines Gastaufenthaltes am Technion, Israel Institute of Technology in Haifa, geschrieben. Die Möglichkeit hierzu hatte ich Prof. A. Solan und dem damaligen Dekan, Prof. Ch. Gutfinger sowie einem Minerva-Stipendium zu verdanken.