
Vorwort

Die Idee zu diesem Buch war, eine Vorlage für eine einsemestrige vierstündige Lehrveranstaltung mit dem gleichen Titel zu schaffen, die ich an der Universität Kiel seit einigen Jahren regelmäßig anbiete. Diese Vorlesung richtet sich an Studierende der Mathematik und Informatik (mit ausreichenden mathematischen Vorkenntnissen und Interesse). Zu meiner Freude kommen auch immer wieder Studierende aus in den in Kiel mit dem Helmholtz-Zentrum GEOMAR und dem DFG-Cluster „Future Ocean“ stark vertretenen Klima- und Meereswissenschaften in diese Vorlesung. Damit ist die Zielgruppe dieses Buches gut beschrieben.

Ich arbeite seit einigen Jahren in der Anwendung von numerischer Mathematik, Optimierung und Parameteridentifikation bei Klimamodellen und habe dieses Gebiet als spannend, vielseitig und anspruchsvoll kennengelernt. Es stellt gewissermaßen eine Kombination aus mathematischer Modellierung und der Theorie und Numerik von Differentialgleichungen dar. Meine Idee der Vorlesung und auch des Buches war es, mathematische Aussagen aus diesen drei Bereichen an Hand ausgewählter Klimamodelle vorzustellen und anzuwenden, und zwar möglichst genau dann, wenn eine entsprechende Fragestellung im Klimamodell auftritt. Dies unterscheidet dieses Buch eventuell von anderen Lehrbüchern über Numerik oder Differentialgleichungen.

Da jeder der oben genannten drei Bereiche an sich schon eine oder mehrere Vorlesungen füllen kann, müssen Abstriche in Breite und Tiefe gemacht werden: Sie werden in diesem Buch nur einen groben Überblick über das Klimasystem und wenig über die Problematik des Klimawandels finden. Auch gibt es im Bereich der Theorie und Numerik von Differentialgleichungen an vielen Stellen weitere interessante Themen, die hier nicht behandelt werden. So wird etwa der Bereich der Strömungsmechanik in Ozean und Atmosphäre nur ansatzweise behandelt. In seinem jetzigen Umfang geht das Buch schon weiter, als es die Vorlesungszeit in einem Semester erlaubt. Es ist ebenfalls schwer möglich, in einem Semester die Details der heute verwendeten dreidimensionalen Klimamodellen mit der hier angestrebten mathematischen Basis vorzustellen, auch weil bei konkreten Modellen viele theoretische Aussagen (noch) nicht vorliegen.

Für das Buch wird Vorwissen aus Grundvorlesungen der Analysis und Linearen Algebra oder vergleichbarer Mathematik für Naturwissenschaften vorausgesetzt. Resultate aus diesen Grundvorlesungen werden – wenn dies der Verdeutlichung dient – wiederholt

(ohne Beweis), teilweise wird nur auf Literatur verwiesen. Einige Aussagen (z.B. der Banach'sche Fixpunktsatz) sind eventuell auch schon aus Mathematik-Vorlesungen bekannt, wurden hier aber mit Beweis aufgenommen. Einige andere Beweise von Resultaten, die aus verfügbarer Literatur stammen, werden hier nicht wiederholt, sondern mit Referenz angegeben. Die Abschnitte über die Existenz schwacher Lösungen benutzen einige wenige darüber hinausgehende Resultate aus der Funktionalanalysis.

Bedanken möchte ich mich bei den Studierenden, die mir immer wieder erlaubt haben, zu lernen, wie dieser Stoff am besten zu vermitteln ist. Ich bedanke mich ebenfalls bei den Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern Claudia Kratzenstein, Malte Prieß und Jens Burmeister, die die Übungen zu den Vorlesungen durchgeführt haben. Jens Burmeister und einigen Studierenden danke ich daneben für Hinweise zu Fehlerkorrekturen. Dank ebenfalls an Kirsten Zickfeld und Stefan Rahmstorf für die Möglichkeit der Arbeit mit dem Boxmodell der Nordatlantikströmung sowie an William E. Schiesser für das Bereitstellen der Dokumentation und des Codes des CO₂-Boxmodells. Weiterhin danke ich dem Springer-Verlag für die Betreuung und die Gelegenheit, dieses Buch zu veröffentlichen.

Kiel, März 2015

Thomas Slawig

Klimamodelle und Klimasimulationen

Slawig, Th.

2015, IX, 250 S. 37 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-662-47063-3