

Dieses Buch ist nicht sehr umfangreich, aber dafür gewichtig. Außerdem ist es attraktiv. Gewicht und Attraktivität beruhen auf der Fähigkeit der Autoren, die komplexen Zusammenhänge ihres Gegenstandes auf einfache formelhafte Aussagen zu reduzieren, die der Leser intuitiv als zutreffend empfindet; dieses Gefühl wird stark unterstützt durch die nachgewiesene Kompetenz der Autoren in der internationalen Klimaforschung (man gehe aufmerksam die Literaturliste durch). Zwei besonders zentrale Begriffe werden durch das komplementäre Paar *konzeptionelle Modelle* – *realitätsnahe Modelle* wiedergegeben. Während die konzeptionellen Modelle ein Grundverständnis der Wirklichkeit vermitteln sollen (ohne quantitative Exaktheit), sind realitätsnahe Modelle auf Maximierung der wechselwirkenden Prozesse und ihre mathematische Quantifizierung gerichtet (für Szenarien- und Prognosenrechnungen sowie für Klimaexperimente). Das Wechselspiel zwischen beiden wird durch den Hinweis charakterisiert, das aufwendige Durchrechnen realitätsnaher Modelle bringe kein vertieftes Verständnis der Mechanismen; vielmehr sei Erkenntnisgewinn am Ende nur möglich durch die Ableitung konzeptioneller Modelle. Das scheint dem Rezensenten eine treffende Charakterisierung des Modellierungsproblems in der Klimaforschung zu sein, die von der Seite eines führenden deutschen Klimatheoretikers besonders überzeugend klingt.

III) Realitätsnahe Modelle

Im Kapitel 6 werden die Wettervorhersagemodelle und die globalen und regionalen Modelle besprochen, im Kapitel 7 über die anthropogenen Aspekte werden die Methoden für den Nachweis des globalen anthropogenen Klimasignals sowie regionale und lokale Szenarien abgehandelt. Dieses Kapitel enthält eine anschauliche und kompetente Darstellung des vielfach mißverständlichen Begriffs *downscaling* und eine kritische Betrachtung der Rolle der Unsicherheiten angesichts der Einschätzungs- und Entscheidungsforderungen, die von außen an den theoretischen Klimatologen gestellt werden.

IV) Gesellschaftlicher Bezug

Die anthropogenen Klimaänderungen betreffen die Wirkung der Gesellschaft auf das Klima. Aber das ist nicht der einzige gesellschaftlich relevante Bezug des Themas. Im Kapitel 8 besprechen die Autoren umgekehrt die Wirkung des Klimas auf die Gesellschaft und zitieren das Buch *Civilization and Climate* von E. HUNTINGTON (1925), in dem die geographischen Verteilungen der „klimatischen Energie“ und des aus Expertenbefragungen stammenden „Zivilisationsgrades“ miteinander verglichen werden. Huntington kam (wie manche andere auch) wegen der starken Korrelation der beiden unabhängig voneinander bestimmten globalen Verteilungen zu dem Schluß, daß Klimaschwankungen mehr oder minder automatisch zu Zivilisationsverschiebungen führen müßten und daher politische Auswirkungen hätten. Obwohl dieser *klimatische Determinismus* heute überwunden ist, und obwohl die moderne *Klimafolgenforschung* weit nüchterner ansetzt, kommt es doch immer wieder vor, daß Bruchstücke aus den Ergebnissen der Klimaforschung isoliert verwendet werden. Bis hinein in die seriösen ökonomischen Modelle reicht dieses Problem (dessen sich die Väter solcher Modelle vielfach ganz bewußt sind). Als Beispiel zitieren die Autoren ein zeitabhängiges 6-Komponenten-Modell, bei dem man eine globale Wohlfahrtsfunktion ökonomisch so optimiert, daß der ohne einschneidende Bewirtschaftung zu erwartende globale Temperaturanstieg deutlich gemindert wird. Sie kommen zu dem Ergebnis, daß die Bestimmung der Eingangsgrößen solcher hochparametrisierter Modelle ihrer praktischen Anwendung enge Grenzen setzt.

Die beschriebenen Schwerpunkte behandeln, dem Charakter einer Einführung entsprechend, das Thema nicht erschöpfend; aber die Schwerpunkte erscheinen dem Rezensenten gut gewählt. Übertreibungen in der öffentlichen Klimadiskussion haben wir in den vergangenen Jahren genügend gehört, von einem Extrem („Warnung vor einer drohenden Klimakatastrophe“) bis hin zum anderen („der Treibhauseffekt existiert physikalisch gar nicht“).

Dagegen sind die hier gemachten Aussagen ganz unpolemisch und nüchtern. Im Abschnitt *Beurteilung der Klimamodelle* setzen sich die Autoren mit dem Problem auseinander, wie man die Eigenschaften des realen Klimasystems von denen eines realitätsnahen Simulationsmodells unterscheiden soll. Sie kommen zu dem Ergebnis, daß dies in einem exakten Sinne nicht geht: Die positive Aussage, diese und jene Modelleigenschaft sei definitiv Eigenschaft der Realität, ist nicht möglich. Das bedeutet: Klimamodelle sind nicht verifizierbar. Aber warum liefern verschiedene Klimamodelle dann ähnliche Resultate – ist das nicht eine Verifikation? Dies führen die Autoren auf den internationalen Konsens der *climate community* zurück; bei den heute vielfach angestellten internationalen Vergleichsexperimenten „fallen Außenseiter relativ leicht auf und geraten unter Erklärungszwang“. Diesen Stil empfindet der heutige (auch der sachkundige) Leser nicht als Nestbeschmutzung der Disziplin, sondern als erfrischend direkte Beschreibung der tatsächlichen Situation.

Alles in allem also ein balanciertes, sehr gut lesbares Buch, das man einem zweiten Leserkreis (sachkundig ebenso wie nur allgemein interessiert) ohne Einschränkungen empfehlen kann.

MICHAEL HANTEL, Wien

Das Buch hat die folgenden Schwerpunkte:

I) Klimaprozesse

Dies ist der am ehesten konservative Teil des Buches. Er bietet die übliche Zusammenstellung der Vorgänge, die im Klimasystem wirken: Strahlungshaushalt, die Dynamik der Klimafluide Atmosphäre und Ozean, die Spurenstoffkreisläufe, das Eis, die Landoberflächen mit ihrer hydrologischen Komponente, die Vegetation. Dieser Teil ist dennoch gut balanciert, unter anderem deshalb, weil die Rolle der Biosphäre klar herausgestellt wird. Man erkennt hier den Fortschritt in der Klimatologie, in der sich in den letzten drei Jahrzehnten ein tiefgreifender Wandel von den einseitig physikalisch orientierten Modellen hin zur Einbeziehung der chemischen und biologischen Mechanismen vollzogen hat. Im Kapitel über die natürliche Klimavariabilität werden nicht nur die Klimaperioden dargestellt (die man gewöhnlich als Ergebnis deterministischer Gesetzmäßigkeiten erklärt, z. B. die Jahreswelle), sondern auch die unperiodischen Klimaschwankungen (die durch nicht-periodische Antriebe oder aber durch interne Vorgänge erzeugt werden: Wetter, interannuelle Fluktuationen, Eiszeiten).

II) Konzeptionelle Modelle

Dieser Aspekt des Buches gefällt dem Rezensenten besonders gut, nicht nur wegen der Eigenständigkeit der konzeptionellen gegenüber den realitätsnahen Modellen, sondern auch, weil hier ein weiterer tiefgreifender Wandel im Klimaverständnis sichtbar wird: die Gleichberechtigung der stochastischen Komponente im Zusammenwirken mit den physikalischen (chemischen, biologischen) deterministischen Gesetzen. Im jetzt zwölf Jahre alten Handbuchartikel *Climate Definition* (In: LANDOLT-BÖRNSTEIN, Neue Serie, Band 4c1, Herausgeber G. Fischer, pp. 1–28) wird der Klimabegriff u. a. als eine Beschreibungsweise dargestellt, die für ideal deterministische Vorgänge (Pendel, Mondbahn) ebensowenig sachgerecht ist wie für ideal stochastische Vorgänge (Würfel, Meeresrauschen); sachgerecht ist der Klimabegriff für Vorgänge, die grundsätzlich deterministisch verlaufen („der nächste Winter kommt bestimmt“), jedoch mit einer deutlichen Zufallskomponente leben müssen („wie kalt wird der nächste Winter?“).

Wie läßt sich das Modell vereinen? Von Storch et al. zeigen in Kapitel 4 anhand einer klassischen, von jedermann nachvollziehbaren diskreten „Vorhersagegleichung“, wie sich über die Nichtlinearität das Chaos in die deterministischen Vorgänge einschleicht und wie durch physikalisch einfachste Wechselwirkungen (z. B. Rückkopplung) Fluktuationen der Modelle erzeugt werden, die nicht von außen angetrieben, sondern intern generiert sind. Dieser Schritt, die stochastischen Fluktuationen nicht als unangenehme Draufgabe darzustellen, die man durch vermehrte Forschung und verbesserte Daten einmal wegbringen könnte, sondern sie statt dessen von Anfang an als konstitutives Element jeder denkbaren Klimamodellierung zu begreifen – das ist auch aus der didaktischen Betrachtung heraus ein wertvoller Aspekt dieses Buches.