

INHALT

Allgemeine technische Vorbemerkungen zu diesem Buch	3
Vorwort	7
1 Laien-Fragen zur Klimaproblematik und erste Antworten	9
2 Ein Rundgang durch die Begriffswelt der atmosphärischen Physik	40
2.1 Dynamik der Luftteilchen, molekulares Chaos und Computer-Power	40
2.2 Dynamik der Lagrange'schen und der Euler'schen Luftpäckchen	54
2.3 Mittelungs-Mathematik unter physikalischen Bedingungen	71
2.4 Korrelationen - und warum sie oft unter- oder überschätzt werden	88
2.5 Dynamik des Wetters und des Klimas - erste Hinweise	115
2.6 Veranschaulichung der Vernetzung von Hydro- und Thermodynamik	121
2.7 Ideales Gas und Ideal-Atmosphäre - Experimente und Zustandsebene ..	130
2.8 Die Hauptsätze der Thermodynamik und der Treibhauseffekt	159
2.9 Veranschaulichung der Entropie im Zustandsraum (Phasenraum)	198
3 Einfachste Mathematik: wenig Aufwand, großer Gewinn, viele Beispiele	217
3.1 Algebraische (diagnostische) Gleichungen und Theorie-Validierung	218
3.2 Prognostische Differentialgleichungen und Freiheitsgrade	232
3.3 Einfache und komplexe Modellsysteme - Prinzipien, Beispiele	248
3.4 Die Newton'sche Bewegungsgleichung als Gleichungssystem	287
3.5 Deterministisches Chaos im Strahlungsbilanz-Klimamodell?	295
3.6 Logistische Gleichung - Iteration und chaosfreie analytische Lösung	317
3.7 Entropie S , Wahrscheinlichkeit W und die Gleichung $S = k \ln W$	317
4 Atmosphäre und Klima im Anschauungsraum	317
5 Atmosphäre und Klima im Zustandsraum (Phasenraum)	317
Nachwort - Danksagungen	318
Referenzen	319

Sachwortverzeichnis (Stand vom Februar 2014)..... 326

machen: Es gibt keinen Termindruck von einem Verlag, und man kann das Buch sogar in mehreren Teilen nacheinander veröffentlichen. Rechtschreibfehler sind bekanntlich unvermeidlich. Wenn Sie, liebe Leserin, lieber Leser, solche entdecken, wäre ich für eine Benachrichtigung dankbar (Mailadresse → www.hajolange.de).

Bemerkung zur 'Allgemeinverständlichkeit' des Buches

Um die Verständlichkeit des Buches auch für Laien zu erhöhen, habe ich jedes Kapitel bzw. Unterkapitel 'eingerahmt' mit einer Themenvorschau, titulierte als '*Worum geht es*', und einer zusammenfassenden Kurzform, titulierte als '*Zusammenfassungen - Verdichtungen - Ergänzungen*'. In diesen 'Kurzformen' geht es natürlich nicht um Details, sondern um eine Einordnung des zu Lesenden bzw. des gerade Gelesenen in das 'große Ganze'. Um das zu erreichen, habe ich auch oft versucht, kapitelübergreifende Zusammenhänge zu verdeutlichen, und zwar rückwärts- und vorwärtsbezogen, so dass die 'Kurzformen' auch gelegentlich zu Rück- und Vorschauen gerieten.

Der am Ende eines Kapitels erlaubte Verzicht auf nicht mehr nötige Detail-Erklärungen ermöglicht es - hier oft besser als im Haupttext - solche Zusammenhänge zu verdeutlichen. Ich hielt es manchmal sogar für passend, *nur* hier auf sie hinzuweisen, da Gedankengänge hier nicht mehr unterbrochen werden müssen zwecks Einführung neuer Begriffe oder zur Auffrischung bereits erwähnter Begriffe. Daher meine Empfehlung, ob 'vorgebildeter' oder 'kompletter' Laie: Lesen Sie nicht nur die Kapitel, sondern auch die jeweiligen vor- und nachgestellten 'Kurzformen'. Wenn Sie ein absoluter Laie sind, sollte Ihnen aber beim Lesen der vorschauartigen Passagen bewusst sein, dass ein volles Verständnis hier nicht das Ziel ist. Vielmehr ist es ein Versuch, auf den jeweiligen späteren Haupttext neugierig zu machen.

Die 'Kurzformen' waren ursprünglich als Gedächtnisstützen für mich persönlich gedacht, nämlich darüber, welche Inhalte ich schon dargestellt hatte und welche noch nicht. Ich begann mit einer sequenziellen stichwortartigen Aufzählung der 'schon behandelten' Themen. Als ich aber nach erzwungenen längeren Pausen die Arbeit am Manuskript fortsetzen wollte, reichte diese 'Schlagwort-Sammlung' oft nicht aus, den Überblick über den jeweiligen Zwischenstand der Darstellung zu rekonstruieren, und ich begann nun, auch verbindende Sätze darüber zu formulieren, in welchen Sinn-Zusammenhängen ich die Schlagworte aufgelistet hatte. Da meine Arbeit *mehrfach* unterbrochen wurde, gerieten diese 'Erinnerungsnotizen' immer mehr zu dem, was ich nun '*Worum geht es*' und '*Zusammenfassungen - Verdichtungen - Ergänzungen*' nenne. Erst später kam mir die Idee, diese 'Kurzformen' auch den Lese-

rinnen und Lesern zur Verfügung zu stellen. Mir ist aber sehr bewusst, dass diese 'Kurzformen' für komplette Laien auch problematisch sein können. Schlimmstenfalls könnte das auch im Haupttext hier und da passieren. Zwar habe ich hier klimabezogene Teile meines Fachbuches [Lan02] für Laien verständlich umgeschrieben in dem Wunsch, dem Motto des großen Wissenschaftlers und Didaktikers R. Feynman nachzueifern: „Was ich Kindern nicht erklären kann, das habe ich selbst nicht verstanden“. Damit wollte ich möglichst auch vollständigen Laien die Bewertung der gegenwärtigen Klimadiskussion erleichtern. - Aber je länger ich an dem Buch geschrieben haben, desto mehr drängte sich auch ein anderes Zitat, des nicht weniger bekannten A. Einstein, auf: "Man sollte jede Diskussion und jede Sachdarstellung so einfach wie möglich gestalten, *aber nicht einfacher*".

Dem scheint zu widersprechen, dass der eine Laie einen andern Wissensdrang und andere Vorkenntnisse hat als ein anderer Laie. Man muss *auch* das unbedingte Recht dem absoluten Laien zugestehen, einen geringeren Wissensstand nicht 'automatisch' durch den Einsatz eines umso stärkeren Wissensdranges ausgleichen zu wollen - wie z.B. durch wiederholtes Lesen schwieriger Passagen - denn vielleicht sind ihm ja gerade andere Dinge persönlich wichtiger oder sogar notwendiger.

Aber auch wenn dieser Laie die schwierigen Passagen eher überfliegt, kann er einen Nutzen aus einem standhaften Weiterlesen gewinnen. Der Grund dafür ist der, dass es *unterschiedliche* Verständnisgrade gibt. Der Zustand, einen Sachverhalt 'verstanden' zu haben oder nicht, ist nicht eindeutig! Wenn Feynman von einem Kind - als Beispiel für den absoluten Laien - gefragt wird, warum die Erde um die Sonne herum kreist, könnte er sagen: "Die Sonne übt eine Kraft auf die Erde aus wie ein Kettenkarussell auf die Gondeln, die sich ja auch im Kreis bewegen. Einen höheren Verständnisgrad würde er anstreben, wenn er sagte, dass sich sowieso alle Massen aufgrund von Gravitationsfeldern (und nicht von Karussellketten) gegenseitig anziehen, oder wenn er sagte, dass die Kreise nichts anderes sind als Geodäten in einer gekrümmten Raumzeit. Offenbar sind diese Antworten in Richtung abnehmender Allgemeinverständlichkeit sortiert. Allerdings soll es auch Laien geben, die so viel Vorkenntnisse und so viel Wissensdurst eingesetzt haben, dass sie sogar die allgemeine Relativitätstheorie 'irgendwie' verstanden haben (die der letzten obigen Antwort entspricht).

Und welchen Verständnisgrad soll dieses Buch erreichen? Ich deutete es schon an: der Laie soll in die Lage versetzt werden, die mannigfachen und sich oft widersprechenden Aussagen der gegenwärtigen Klimadiskussion selbstständig zu bewerten, so dass er an dieser Diskussion auch *teilhaben* könnte. Das könnte auch der 'schnell-lesende' vollständige Laie, der nur die für ihn 'genießbaren' Teile verinner-

licht hat. Der Unterschied ist der, dass derjenige mit dem höheren Verständnisgrad der Klimaphysik weniger von den Argumenten der AGW-Vertreter (für *Anthropogenic Global Warming*) beeindruckt werden kann, er muss ja nur nachfragen an welcher Stelle seine eigenen Argumente falsch seien. In diesem Buch sind *vielen* Argumente zur Nichtvorhersagbarkeit des Klimasystems angegeben. Der 'schnelle' Leser hat vielleicht nur eines oder wenige dieser Argumente parat, und er kann daher eher verunsichert werden, wenn es etwa heißt: "Sie haben ja noch nicht einmal bedacht, dass ...". Also, liebe Leserin, lieber Leser, je mehr Argumente für die Nichtvorhersagbarkeit des Klimas - und *anderer* komplexer Systeme, was man hier gleich mitlernen kann(!) - Sie verstanden haben, desto besser. Und nur ein oder zwei dieser Argumente 'verstanden' zu haben, ist besser als gar keines.

Auch wenn Sie ein wissensdurstiger fortgeschrittener Laie sind, werden Sie nicht alles ganz leicht verstehen. Das liegt z.B. daran, dass man zum Verständnis komplexer, also auch vernetzter Systeme viele Informationen *gleichzeitig* 'im Kopf' haben muss, dass aber die Sprache keine entsprechende 'Parallelinformation' überträgt. Der Leser muss also mit der sequenziellen Methode der sprachlichen Informationsübermittlung leben. Deswegen sollten sich auch fortgeschrittene Laien nicht ärgern, wenn sie im Rahmen der 'nach und nach Gewinnung' von Informationen beim Lesen noch einmal zurückblättern müssen.

Vorwort

Es gibt inzwischen eine Vielzahl von Büchern, die sich mit der sogenannten 'Klimakatastrophe' befassen. Warum noch so ein Buch, und warum sollten Sie es lesen? Dafür gibt es folgende Gründe. Zum einen wird in den meisten dieser Bücher Angst vor einer Klimakatastrophe geschürt, ohne dass es dafür Begründungen gibt, die grundlegenden physikalischen Argumenten standhalten. Zum anderen werden auf der Basis dieser angeblich wissenschaftlich erwiesenen menschengemachten ('anthropogenen') Klimakatastrophe politische Entscheidungen getroffen, die sehr viel Geld kosten und die sehr wahrscheinlich in eine falsche Richtung gehen.

Es gibt aber auch viele allgemeinverständliche Bücher, die diesem Klima-Alarmismus widersprechen, und Sie, liebe potentielle Leserin, lieber potentieller Leser, stellen sich erneut die Frage, 'warum noch so ein Buch'? Meine Antwort: Auch einige Autoren der sogenannten 'klimaskeptischen' Bücher behaupten, dass ihre Theorien wissenschaftlich bewiesen seien. Auch hier hält man sich nicht an den erhellenden Sinnpruch von André Gide: *"Glaube denen, die die Wahrheit suchen, und zweifle an denen, die sie gefunden haben"*.

Mein Buch hingegen hält sich an Gides Zweifel, was nicht schwerfällt, wenn man bedenkt, dass die Erdatmosphäre ein derart komplexes System ist, dass es schlicht unmöglich ist, ihre zukünftige Entwicklung vorherzusagen. Falls Sie dieses Buch lesen, werden Sie mir das am Ende glauben, sie werden es sogar wissen, weil sie dann *selbst* beurteilen können, dass die für eine Vorhersagbarkeit notwendigen grundlegenden physikalischen Bedingungen einfach nicht erfüllt sind. Nichtsdestoweniger werde ich auch einige Aussagen darüber machen, wie wir aus meiner Sicht die gegenwärtigen klimatischen Veränderungen bewerten sollten und wie wir darauf reagieren sollten.

Meine Qualifikation, mich in diese Debatte engagiert einmischen zu dürfen, ergibt sich aus Hochschul-Abschlüssen in Physik *und* in Meteorologie und anschließender Promotion, Habilitation und Professur, alles im Bereich der Meteorologie und Klimatologie. Auch im Ruhestand habe ich mich mit der Physik der Atmosphäre befasst, und dieses *Interesse* - nicht etwa ein Auftrag irgendeines Geldgebers - war der Beweggrund für das Verfassen des nun vorliegenden allgemeinverständlichen Buches. Ich bin auch Autor eines Fachlehrbuches mit dem Titel 'Die Physik des Wetters und des Klimas', Untertitel 'Ein Grundkurs des Systems Atmosphäre', [Lan02], welches hervorragend bis überschwänglich rezensiert wurde und schnell vergriffen war. Es ist jedoch inzwischen - so wie das vorliegende Buch *von vornherein* - als PDF-Version

auf meiner Homepage frei verfügbar. Der Verlag hatte mit den Rezensionen nie geworben. In der verlagseigenen Internet Angebots-Seite meines Buches wurde sogar behauptet, es gäbe keine Rezensionen! Später wurde mir bekannt, dass sie dem Verlag bei einem Berlin-internen Umzug verlorengegangen waren. Daher habe ich sämtliche mir bekannt gewordenen Rezensionen nun ebenfalls in meine Homepage gestellt, Sie können sie also selbst nachlesen und einschätzen:

[www.hajolange.de / Alle Rezensionen zum Buch 2002 \(pdf\)](http://www.hajolange.de / Alle Rezensionen zum Buch 2002 (pdf)) und als 'Lesehilfe' auch [www.hajolange.de / Kommentare zu den Rezensionen \(html\)](http://www.hajolange.de / Kommentare zu den Rezensionen (html)).

Obwohl es ein Fachbuch ist, wird auch in [Lan02] gelegentlich auf die letzte mathematische Strenge verzichtet zugunsten anschaulicher Argumente, was alle sechs Rezensenten - direkt oder indirekt - gelobt haben. Daher werden auch interessierte Laien das eine oder das andere Kapitel dieses Fachbuches mit Gewinn anklicken können. Ich mache im Verlauf des hier vorliegenden Textes in entsprechenden Sachzusammenhängen entsprechende Vorschläge. Ich lese persönlich gern auch populärwissenschaftliche Bücher und gehe davon aus, dass mein für Laien geschriebenes Buch auch von einigen meiner verehrten Fachkolleginnen und Kollegen durchstöbert oder gelesen wird. Für sie könnten die Links auf korrespondierende Darstellungen im vergriffenen Fach-Lehrbuch besonders interessant sein.

Auch wenn es nicht unbedingt journalistischen Richtlinien entspricht, habe ich einige Begriffe *kursiv*, einige auch **fett-kursiv** gesetzt, wenn sie neben vielen anderen Begriffen, die oftmals bei der Darstellung komplexer Zusammenhänge *gleichzeitig* genannt werden müssen, als Schlüsselbegriffe besonders zur Geltung kommen sollen. Begriffe, die jeder sofort versteht, obwohl (oder weil) sie nicht der strengen Terminologie entsprechen, habe ich in 'Hochkommata' gesetzt.

Wie schon das Buch von 2002, so habe ich auch das vorliegende nicht allein schreiben können, wie ich im Nachwort näher ausführe. Auch aus diesem Grunde benutze ich neben der 'ich-Form' gelegentlich auch die 'wir-Form'. Vielleicht werden ja Leserinnen und Leser eher mitgenommen, wenn es etwa heißt: "Im nächsten Kapitel werden *wir* genauer erkennen, dass ...". Vor allem aber möchte ich durch die 'wir-Form' die aktive '*Mit*'-Arbeit beim Lesen würdigen, die trotz allem didaktischen Bemühens an manchen kniffligen Textstellen notwendig ist. Und wenn ich Sie, - "liebe Leserin, lieber Leser" - mit eben diesen Worten auch während der Darstellung von Sachverhalten anspreche, hat das den gleichen Grund.

Berlin, im Februar 2015

Hans-Joachim Lange