

W. Ebeling - R. Feistel "Chaos und Kosmos - Prinzipien der Evolution", Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg 1994, 258 Seiten, DM 68,--

Wenn sich zwei Physiker wie die Autoren dieses Bandes die Aufgabe stellen, "ein dem modernen Stand der Wissenschaften entsprechendes Bild des Evolutionsprozesses (zu) geben" (Vorwort S. 7), so kann man diese Absicht durchaus noch mit den Mitteln der Physik versuchen. Wenn die Autoren aber so konsequent sind, daß sie auch die Evolution der Gesellschaft (Kapitel 9, S. 175 ff.) mit in die Darstellung einbeziehen und die Monographie in die Formulierung von Geboten für die Gestaltung der Zukunft ausklingen lassen (S. 230-233), so gehört zu diesem Vorgehen zweifellos Mut, zumal man seit ungefähr zwei Dekaden auf allen Wissenschaftsgebieten eine starke Zurückhaltung in der Beurteilung von Zukunftsfragen konstatieren muß. Daß die Gegenwart gerade solchen Mutes bedarf, hat erst vor kurzem die Klimakonferenz der UNO in Berlin drastisch vor Augen geführt. Ob allerdings physikalische Gesetzmäßigkeiten über Selbstorganisation und Evolution allein schon ausreichen, "um Wege zur Gestaltung einer lebenswerten Zukunft der Menschheit zu weisen", darf bezweifelt werden. Die Verfasser selbst fühlen diesen Zweifel auch und führen deshalb "Toleranz und Weitblick" als sicher nicht aus der Physik ableitbar zusätzliche Vorbedingungen für eine "Strategie der Rettung der Zukunft" (S. 230) ein. Ich kann diesem Gedanken voll zustimmen, aber wie weit es heute mit der Durchsetzung der Prinzipien von Toleranz und Weitblick gekommen ist, beweist jede Nachrichtensendung im negativen Sinne zur Genüge.

Beginnen wir mit dem Anfang des Buches! Als Physiker, die interdisziplinäre Forschung betreiben, wollen die Autoren "den Leser überzeugen, daß unsere Welt eine Einheit darstellt ..." (S.9). Die Theorie der Selbstorganisation und der Evolution ist ebenso Produkt unseres Denkens wie das Denken ein Produkt dieser Gesetzmäßigkeiten darstellt. Was an der Darstellung der Evolution vom Urknall bis zur Herausbildung menschlicher Gesellschaften auf der Erde im vorliegenden Buch besonders fasziniert, ist die durchgängige Anwendung des Systembegriffs. Systeme, Systemanalysen, oftmals als Begriffe für nicht ganz klare Aufgaben in der Wissenschaft verwendet, gelegentlich auch mißbraucht (vergleiche die Bezeichnung: Internationales Institut für angewandte *Systemanalyse*, erweisen sich unter der Begriffsklarheit von Physikern als durchaus brauchbare, weiterführende Modelle der wissenschaftlichen Darstellung. Die Erde als geschlossenes System, das mit der Umgebung Strahlungsenergie austauscht, damit muß man beginnen, wenn es um den Aufbau verschiedener Strukturen auf der Erde geht.

Daß bei einer so umfassenden Darstellung der Evolution und Selbstorganisation Fragen der Erkenntnistheorie, der Prinzipien der Modellbildung, der mathematischen Axiomatik, des Zusammenhangs zwischen fundamentalen

Erkenntnissen und der beobachteten Komplexität, von Chaos und Ordnung, von Reversibilität und irreversiblen Vorgängen behandelt werden müssen, ist nicht verwunderlich (Kapitel 1 und 2, S. 9 - S. 34). Ich möchte die Schlußfolgerung voll unterstützten (S. 19): "Unser Gehirn ist nicht ausgebildet worden, um die Welt zu verstehen, sondern zunächst nur, um zweckmäßig handeln zu können." Dennoch haben sich die größten Geister der Menschheit um Welterkenntnis bemüht (das vorliegende Buch legt von diesem Bemühen Zeugnis ab); was treibt uns an, über die Grenzen unserer eigentlichen Bestimmung hinaus zu denken?

Produkte der Evolution können nur verstanden werden, wenn man auch ihre Vorgeschichte berücksichtigt. Diese Historizität geht über das eigentliche Aufgabengebiet eines Physikers hinaus. Der Physiker muß aber entschieden darauf achten, daß bei der Formulierung evolutionstheoretischer Erkenntnisse grundlegende physikalische Gesetze nicht verletzt werden. Die "Prinzipien der Selbstorganisation" (S. 39-44) erhalten somit als Arbeitsgrundlagen hervorragende Bedeutung. Erst bei ihrer Anwendung darf man hoffen, daß man auch Fragen der zukünftigen Entwicklung richtig beantworten kann: "Wir leben in einer Zeit, in der entschieden wird, ob wir als Menschheit überleben oder untergehen" (S. 21). Synopsis und Prognose erhalten in einer solchen Situation einen hohen Wert. Dieser Aussage kann ich mich, noch unter dem Eindruck des wenig befriedigenden Ergebnisses der UNO-Klimakonferenz stehend, voll anschließen.

Zwei Eigenarten der Darstellung seien hier erwähnt:

1. Die Autoren verleihen ihren Texten durch treffliche Bilder und Vergleiche hohe Anschaulichkeit. Das Gedankenexperiment auf S. 21 gehört dazu. Auch den Ausdruck "Photonenmühle" würde ich, ungeachtet der eventuellen Urheberrechte anderer Autoren, dazuzählen.

2. Die Verfasser weisen auf Werke aus Kunst und Literatur hin, die ähnliche Aussagen von Künstlern verschiedener Richtungen wiedergeben. Abb. 1.1 zeigt z.B. die Vorstellungen einer Malerin über Evolution. Auf S. 57 finden sich zahlreiche Hinweise auf die "schöne" Literatur. Ich muß gestehen, daß diese Offenheit für das künstlerische Werk dem Buch sehr gut bekommt.

Über die auf S. 27 gelieferte Definition der Entropie bin ich zunächst gestolpert: "Die Menge der Entropie, die in einem Körper steckt, ist ein Maß für die Wertlosigkeit seiner Energie." Warum so negativ ausgedrückt? fragte ich mich. Aufschluß erhielt ich durch das Kapitel 4 "Information und Wert" (S. 55.67). Die Autoren unterscheiden zwischen freier und gebundener Information. Nur die freie Information "besitzt eine gewisse Unabhängigkeit vom Träger, so kann eine Nachricht als Brief, Telegramm, als Datei auf einer Diskette ... befördert werden" (S. 56). Freie Information ist geistig-abstrakt. Wilhelm Ostwald hatte das Wesen des 2. Hauptsatzes der Thermodynamik erst dann verstanden, als ihm der Zusammenhang zwischen Wert und Energie

bewußt wurde (S. 63). Die Anwendung des Wertbegriffs in der Thermodynamik ist also schon rund 100 Jahre alt. Sollte man dann nicht einige Definitionen in den Lehrbüchern für Physikalische Chemie ändern? Die Verfasser geben auf S. 63 selbst ein Beispiel dafür.

Die Evolution des Kosmos und der Erde wird ab Kap. 5 dargestellt. Den "acht Epochen des Urplasmas" folgen drei Epochen "Selbststrukturierung der stofflichen Materie". Unter Verwendung der neuesten Hypothesen und Erkenntnissen gelingt es den Autoren, auf komprimiertem Raum (22 Seiten) eine fesselnde "Story vom heißen Urknall"(S. 80) zu schreiben, die die Grundzüge unserer heutigen Vorstellung von der Evolution des Kosmos in Übereinstimmung mit experimentellen Befunden wiedergibt. Hier vermüßte ich lediglich einen Hinweis auf kürzlich entdeckte minimale Schwankungen in der Temperatur der kosmischen Hintergrundstrahlung (S. 81-82), die Aufschluß über die Entstehung von Galaxien und Sternen geben können.

Der "Evolution des Klimas" ist Kapitel 6 gewidmet. Hier halten sich die Verfasser, die sonst viel "Bekennermut" beweisen, bei der Beurteilung des Zusammenhangs zwischen dem CO₂-Gehalt der Erdatmosphäre und der Erwärmung (Treibhauseffekt) auffallend zurück. Sie verweisen dabei auf den komplexen Charakter unseres rückgekoppelten Klimasystems (S. 109) und verwerfen einen „unzulässige lineare Extrapolation von Wirkungsketten". Fand am Ende die Klimakonferenz der UNO doch verfrüht statt? Die Vorstellungen einer Arbeitshypothese über die CO₂-Wirkung, die noch nicht sichere Erkenntnis ist, erfahren eine wesentliche Ergänzung auf S. 110: daß "die prophylaktische Reduzierung aller anthropogenen Veränderungen auf ein notwendiges Minimum" für notwendig gehalten wird.

Das Herzstück des Buches wird mit der Darstellung der Evolution des Lebens und der Vielzeller in den Kapiteln 7 und 8 geboten. Lebewesen sind prinzipiell, vom thermodynamischen Standpunkt aus betrachtet, offene Systeme, die Strukturbildung, Selbstorganisation und Informationsverarbeitung ermöglichen. Die Entstehung des Lebens auf der Erde ist von einer Vielzahl von molekularen Strukturen, katalytischen Vorgängen, Rückkopplungen und Umwelteinflüssen abhängig. Thermodynamik und Informationstheorie bilden auch hier die physikalischen Grundlagen. Die Komplexität der Evolution erfaßt nacheinander chemische, biologische und soziale Phänomene. Der größte Fortschritt in unserem Verständnis der Biogenese ist offenbar durch interdisziplinäre Zusammenarbeit von Vertretern dieser Wissenschaften zu erwarten.

Die Autoren legen einen nach Jahrmillionen gegliederten Ablauf der Biogenese auf der Erde vor, der mit möglichst vielen wissenschaftlichen Erkenntnissen der Einzeldisziplinen in Übereinstimmung steht. Der Übergang von der Chemie zur Biologie vollzieht sich in 4 Abschnitten (S. 120), die im einzelnen hier nicht abgehandelt werden können. Unter Bezugnahme auf Vor-

stellungen von Oparin, Prigogine und Eigen, aber auch unter Wiedergabe eigener abweichender Standpunkte (S. 124) entwerfen die Autoren ein faszinierendes Bild unserer heutigen Kenntnisse von der Evolution des Lebens auf der Erde. Dabei wird der Etappe der Bildung von Koazervaten besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Selektionsprozesse von autokatalytischem Charakter sorgten für eine Auswahl besonders geeigneter Strukturen. Katalytische Vorgänge sowie das Auftreten von Proteinen und DNA-Molekülen setzten die Evolution des Lebens auf der Erde fort. Genetischer Code und Zellbildung waren weitere Etappen. Über die Morphogenese, die Herausbildung von Nervenzellen und Nervennetzen gelangen wir zum lernfähigen Lebewesen (S. 157-174). Stets betonen die Autoren den Nutzen systemtheoretischer Betrachtungen. Insgesamt gelingt es, auf etwa 60 Seiten eine instruktive, überzeugende Darstellung der mit der Biogenese auf der Erde verbundenen Probleme zu geben.

Die Verfasser unterliegen nicht der Versuchung, der ein Rezensent am Ende seines Textes schon einmal nachgeben kann, sich nämlich zu fragen: In unserer Galaxis soll es 300 Millionen Himmelskörper geben, auf denen sich die Materie ähnlich wie auf der Erde entwickeln könnte. Warum sollte das nicht geschehen sein? In welchem Zustand mögen sich diese Lebewesen jetzt befinden? Abseits von allem UFO- und Science-Fiction-Unfug: Werden wir es je erfahren? Wir müßten mit Lichtgeschwindigkeit durch den Kosmos reisen können, um Erfahrungen zu sammeln - aber ob uns das gelingt - das ist die Frage.

Im Kapitel "Evolution der Gesellschaft" (S. 175- 187) versuchen die Autoren, die physikalischen Gesetzmäßigkeiten auf gesellschaftliche Ereignisse zu übertragen. So vergleichen sie die Wende in der DDR 1989/90, die zur Vereinigung beider deutscher Staaten führte, mit einem kinetischen Phasenübergang (S. 175). Obwohl ich der Schlußfolgerung von Ebeling und Feustel aus eigener Überzeugung weitgehend zustimmen kann, beschleicht mich ein leichter Zweifel, ob das Vorgehen gerechtfertigt ist. Immerhin haben gesellschaftliche Systeme einen zusätzlichen Freiheitsgrad aufzuweisen: das bewußte Handeln von Einzelpersonen, Gruppen oder ganzen Völkern. Die Geschichte der Menschheit ist hierfür voller Beispiele. Ich fühle mich nicht kompetent genug, diese Frage zu entscheiden. Die Meinung von Gesellschaftswissenschaftlern ist hier gefragt.

Es ist wohlthuend zu sehen, daß die Autoren die gesamte internationale Literatur ihres Gebietes auswerten und zur Auswahl stellen. Wie oft kommt es heute vor, daß man nur einen Teil der wissenschaftlichen Arbeiten zur Kenntnis nimmt!

Das Buch ist flüssig und spannend geschrieben. Es setzt beim Lesen keine besonderen wissenschaftlichen oder mathematischen Vorkenntnisse voraus. Ich kann es daher jedem, der an der Evolution des Kosmos und der Entste-

hung des Lebens auf der Erde interessiert ist, nachhaltig empfehlen. Dem nach Wahrheit suchenden Laien wird es ebensogute Dienste leisten wie dem Studenten oder Schüler, ja auch der Wissenschaftler wird die übersichtliche Darstellung begrüßen.

Wolfgang Schirmer, Berlin