

Karl-Heinz Bernhardt

## Diskussionsbemerkungen zum Vortrag von Lothar Kolditz

Im Zusammenhang mit dem bemerkenswerten Ansatz zur Anwendung des Konzeptes eines deterministischen Chaos auf die Gesellschaft sei zunächst an eine (die einzige dezidiert philosophische) Abhandlung Hans Ertels aus dem Jahre 1954 erinnert, in der der Autor auf der Grundlage eines mechanisch-deterministischen Weltbildes das Problem von Kausalität und Willensfreiheit erörterte, das auch im heutigen Vortrag eine Rolle spielte<sup>1</sup>. W. Schröder hat der Ertelschen Arbeit ein Heft einer Publikationsreihe zur Geschichte der Geophysik und Kosmischen Physik gewidmet<sup>2</sup>, in dem neben unseren Mitgliedern W. Böhme, H. Hörz, W. Schröder/H.-J. Treder und dem Autor dieser Zeilen auch H. Fortak Stellung zu den Ertelschen Ausführungen genommen hat, letzterer unter Verwendung nichtlinearer Evolutionsgleichungen für komplexe Systeme<sup>3</sup>.

In bezug auf die Quelle des deterministischen Chaos wird gewöhnlich im Anschluss an Poincaré oder mit Hinweis auf den Ljapunov-Exponenten bzw. auf die Ljapunov-Zeit als Maßzahlen für die Auswirkung infinitesimaler Variationen der Anfangsbedingungen auf den Ablauf eines deterministischen Prozesses allein dieser Einfluss minimaler Abweichungen im Ausgangszustand für den chaotischen Charakter des betrachteten Prozesses verantwortlich gemacht. Kolditz verweist mit dem Beispiel der Einwirkung eines Luftzuges auf den Bewegungsablauf des Malkusschen Rades sowie mit der Erinnerung an den Lorenzschen Schmetterling auf die Bedeutung veränderter

- 
- 1 H. Ertel: Kausalität, Teleologie und Willensfreiheit als Problemkomplex der Naturphilosophie. Sitz. Ber. Dt. Akad. Wiss. Berlin, Klasse Math. allg. Naturwiss, 1(1954), 29. S.
  - 2 W. Schröder (Hrsg.): Kausalität, Teleologie und Willensfreiheit als Problemkomplex der Naturphilosophie. Beiträge zur Geschichte der Geophysik und kosmischen Physik, Bd. 1(2000), 72 S.; zugleich IAGA-History-Newsletter No. 41.
  - 3 Vgl. auch H. Fortak: Hans Ertels „Prinzip der multiplen Determinationspotenz“. Anwendung auf nichtlineare physikalische Systeme. Sitz. Ber. Leibniz-Sozietät 71(2004), 167-183.

Randbedingungen bzw. äußerer, in den Bewegungsgleichungen des chaotischen Systems selbst nicht enthaltener Störungen.

In diesem Sinne unterscheidet Lange<sup>4</sup> das auf Grund nur begrenzt genau angegebener Anfangsbedingungen herrschende „deterministische“ vom „stochastischen“ Chaos, das durch äußere Störungen hervorgerufen wird, die zufallsbedingte Attraktorwechsel im Phasenraum bewirken. Der Autor zitiert in diesem Zusammenhang eine Berechnung des englischen Physikers Berry aus dem Jahre 1978, nach der die Modellierung der 56. Kollision eines reibungsfreien Billardspiels noch die Berücksichtigung des Gravitationseffektes eines 10 Milliarden Lichtjahre entfernten Elektrons erfordern würde! Unabhängig davon, ob man diese Abschätzung für richtig hält, dürfte die Bedeutung des in der materialistischen Dialektik postulierten universellen Zusammenhangs für den Chaoscharakter realer Prozesse in Natur und Gesellschaft unstrittig sein, da abgeschlossene Systeme in der wirklichen Welt – im Gegensatz zur Welt der Modelle! – nicht existieren.

Bei Überlegungen zur Klimaprognose ist zu bedenken, dass die Simulation gegenwärtiger und künftiger (oder auch vergangener) Zustände des Klimasystems nicht, wie im Falle der Wettervorhersage, eine deterministische (oder auch Wahrscheinlichkeits-)Prognose atmosphärischer Zustände und Prozesse zu einem bestimmten Zeitpunkt und an einem bestimmten Ort bedeutet, sondern auf eine Modellierung ihrer statistischen Charakteristika hinausläuft. Insofern treffen Einwände, die sich auf den Chaoscharakter atmosphärischer Prozesse bzw. auf die beschränkte Vorhersagbarkeit des Wetters berufen, nicht ohne weiteres auf die Klimavorhersage zu.

Um dies an einem Beispiel zu veranschaulichen: Die bei einem Würfelwurf zu erwartende Augenzahl mag bei genauer Kenntnis der Lage des Würfels in der Hand des Würfelnden und unter Berücksichtigung seiner Handbewegungen vielleicht deterministisch vorhersagbar sein; sicher gilt dies nicht mehr für nachfolgende Würfe, wenn nur die Anfangsbedingungen des erstenwurfes bekannt sind. Ist somit die Vorhersagbarkeit des Einzereignisses Augenzahl eng begrenzt, so folgt die statistische Verteilung (das „Klima“) der bei einer großen Anzahl von Würfeln zu erwartenden Augenzahlen (einschließlich ihrer Streuung und anderer statistischer Momente) aus den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Aussagen statistischer Art sind auch möglich, wenn der „richtige“, symmetrisch aufgebaute Würfel durch einen andersartigen ersetzt wird.

---

4 H.-J. Lange: Wetter und Klima im Phasenraum, 2007, S.3. <http://hajolange.de/pdf>

In vergleichbarer Weise unterscheidet man, wiederum im Anschluss an Lorenz<sup>5</sup>, eine Klimaprognose erster Art für die Entwicklung des Klimasystems als Funktion des Ausgangszustandes unter unveränderten Randbedingungen von einer solchen zweiter Art für veränderte Randbedingungen (z. B. solare Aktivität, CO<sub>2</sub>-Konzentration usw.)<sup>6</sup> In beiden Fällen aber ist eine Simulation des Klimaregimes (d. h. seiner statistischen Charakteristika) durch Langzeitintegration der thermohydrodynamischen Bewegungsgleichungen, die innerhalb der Ljapunov-Zeit auch der Wettervorhersage dienen, nicht mehr von den gewählten Anfangsbedingungen abhängig, vergleichbar etwa der Ausbildung der Maxwell-Boltzmannschen Geschwindigkeitsverteilung in einem idealen Gas unabhängig von der anfänglichen Lage und Geschwindigkeit der einzelnen Moleküle. Unsicherheit und Grenzen der Klimaprognose liegen daher nicht in einer Abhängigkeit von irgendwelchen Anfangsbedingungen, sondern neben den zahlreichen Modellannahmen und -vereinfachungen in der Reaktion der Modelle auf periodische (z. B. Jahresgang der solaren Einstrahlung) oder aperiodische Veränderungen der Randbedingungen (in der Klimaprognose zweiter Art) begründet.

Ausgangspunkt für den bemerkenswerten Versuch einer Ausdehnung des „Chaos“-Konzeptes auf die Gesellschaft im Vortrag von Lothar Kolditz ist die Ableitung einer Beziehung zur Beschreibung individuellen Verhaltens mittels der Einführung einer „Erfahrung“ genannten Größe  $E_i$ , woran sich im Anschluss an die Definition einer Aufnahmekapazität  $v_i$  und der „Erfahrungsdichte“  $E_i/v_i$  auf formalem Wege Schlussfolgerungen über Verhaltensweisen des Individuums in der Gesellschaft, wie normales Verhalten, Desinteresse, Resignation, Ablehnung (Widerstand, Empörung) ableiten lassen. Allerdings ist dabei zu bedenken, daß die das Individuum prägenden „Erfahrungen“, die auf die Steuerung der Genanlagen einwirken, kein einfaches Abbild seiner Vergangenheit, sondern deren komplexe Widerspiegelung darstellen, die ihrerseits durch Ideologie als gesellschaftliches Bewusstsein entscheidend beeinflusst wird. Nur so ist es zu erklären, dass beispielsweise die Erfahrung „DDR“ von unterschiedlichen Individuen ganz verschiedenartig bewertet und in entsprechend unterschiedliche Verhaltensweisen in der derzeitigen Gesellschaft umgesetzt wird.

---

5 E. N. Lorenz: Climate Predictability. In: The Physical Basis of Climate and Climate Modelling. GARP Publ. Ser. 16, 1975, 132-136.

6 Vgl. auch K. Hasselmann: Is climate predictable? In: A. Bunde, J. Kropp, H.J. Schellnhuber (Hrsg.): The science of disasters. Springer 2002, 141-169.

Als ein anderer, quantitativ zu fassender Parameter, der individuelles Verhalten in der Gesellschaft mitbestimmt, könnte im Anschluss an die Ausführungen von Lanius<sup>7</sup> auch der Anteil des Individuums am gesellschaftlichen Reichtum (Nettovermögen und/oder Gesamteinkommen) gewählt werden. Auch die nach dem (unvorhergesehenen) Erreichen eines „Tipping Point“ in der arabischen Welt erhobenen Rufe nach Freiheit und Bekämpfung der Korruption wurzeln ja nicht zuletzt in der Trennung breiter Massen vom gesellschaftlichen Reichtum (einschließlich von Arbeit als einem Mittel zur Teilhabe an demselben). Nicht nur für den Bundesbürger gilt die Feststellung Roman Herzogs: „Je geringer sein Nettoeinkommen ist, desto geringer ist im Normalfall nämlich auch sein Freiheitsspielraum, innerhalb dessen er sein Leben frei führen und gestalten kann.“<sup>8</sup> Auch Lebensdauer und Gesundheitszustand – gewiss nicht unwesentliche Voraussetzungen für die Ausschöpfung individuellen Freiheitsspielraumes! – sind nach umfangreichen statistischen Erhebungen selbst in der westeuropäischen Mittelschicht durch einen deutlichen „sozialen Gradienten“ gekennzeichnet.<sup>9</sup>

Was schließlich die von Lanius in seiner letzten Arbeit behandelten Tipping Points in Natur und Gesellschaft, speziell im Klimasystem und in der heutigen kapitalistischen Ordnung anlangt, sei hinsichtlich elementarer Prozesse auf die Rolle dimensionsloser Maßzahlen als Kriterien für „Kipp“verhalten verwiesen. So setzt die von Lanius behandelte Bénard-Konvektion nach Erreichen eines kritischen Wertes der Rayleigh-Zahl ein, die das dimensionslose Verhältnis des konvektiven zu dem durch molekulare Leitung bedingten Wärmefluss darstellt, und die bekannte Reynoldssche Zahl, deren kritischer Wert den Umschlag von laminarer zu turbulenter Strömung markiert, drückt das Verhältnis von Trägheits- zu molekularen Reibungskräften aus. Es stellt sich die Frage, ob auch komplexere Systeme durch solche Maßzahlen charakterisiert werden können, deren kritische Werte Systemübergänge kennzeichnen. So benutzt Lanius in seiner oben zitierten Arbeit<sup>10</sup> unter anderem einen von Gini<sup>11</sup> eingeführten Koeffizienten, der eine Maßzahl für die Ungleichförmigkeit einer Verteilung – in diesem Falle des Nettoeinkommens – darstellt.

---

7 K. Lanius: Tipping Points – Beispiele aus Natur und Gesellschaft. Sitz. Ber. d. Leibniz-Sozietät d. Wissenschaften 107, 2010, 5-36.

8 R. Herzog: Strukturmängel der Verfassung.? Erfahrungen mit dem Grundgesetz. DVA Stuttgart/München, 2000, S. 116.

9 M. Marmot. Status Syndrome. London 2004.

10 K. Lanius, wie Anm. 7, S. 33ff.

11 C. Gini: Measurement of inequality of incomes. Economic J. 31, 1921, 124-126.

In bezug auf das Klimasystem mit seinen vieldiskutierten möglichen Kipp-Punkten bzw. Kipp-Elementen<sup>12</sup> liegt die Suche nach Prozessparametern bzw. dimensionslosen Kombinationen solcher Parameter anstelle der Fixierung auf globale Zustandsgrößen, wie etwa die weltweit gemittelte Lufttemperatur an der Erdoberfläche, nahe, deren Anstieg nach derzeitigen Abschätzungen gegenüber der vorindustriellen Ära auf 2 K beschränkt bleiben sollte, um eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems zu vermeiden. Als wichtiger Prozessparameter für die Erwärmung des globalen Klimasystems bietet sich die Strahlungsimbalance zwischen der im Erdsystem absorbierten Sonnen- und der an der Atmosphärenobergrenze austretenden langwelligen Wärmestrahlung an, die nach neuesten Abschätzungen bei  $0,9 \text{ W/m}^2$  liegen soll<sup>13</sup>, was bei einem totalen globalen Strahlungsumsatz von ca.  $239 \text{ W/m}^2$  einer relativen Störung des Strahlungsgleichgewichtes um 0,0038 entspräche.

Vielleicht stellt die genauere Bestimmung dieser dimensionslosen Maßzahl ein Schlüsselproblem für die weitere Klimaforschung dar, so wie die Definition geeigneter soziokultureller Parameter zur quantitativen Kennzeichnung von Widerspruchs- und Umbruchsituationen in einer von deterministischem Chaos beherrschten Gesellschaft, die Gegenstand des in hohem Maße anregenden Vortrages von Lothar Kolditz war.

---

12 Vgl. z. B. T. M. Lenton, H. Held, E. Kriegler, J. W. Hall, W. Lucht, S. Rahmstorf, H. J. Schellnhuber: Tipping elements in the Earth's climate system. PNAS 105(6), 2008, 1786-1793.

13 K. E. Trenberth, J. T. Fasulo, J. Kiehl: Earth's global energy budget. Bull. Amer. Meteorol. Soc. 90, 2009, 311-323.