

Erschienen in
Zeitschrift für philosophische Forschung, 51 (1997), 557-560

Rezension von

Theodor Leiber: *Kosmos, Kausalität und Chaos. Naturphilosophische, erkenntnistheoretische und wissenschaftstheoretische Perspektiven*
(Reihe: *Spektrum Philosophie*, hrsg. von A. Baruzzi, A. Halder, K. Mainzer, Bd. 1), Ergon Verlag, Würzburg, 1996, 484 S., ISBN 3-928034-70-7

Man ist sie fast schon leid, die Rede vom „Chaos“, mit der wissenschaftspublizistisch versierte Forscher bemüht sind, sich ihren Anteil am hart umkämpften Markt der Forschungsmittel und -reputation zu sichern. Die inflationäre Verkündigung von „wissenschaftlichen Revolutionen“, „Paradigmenwechseln“ und „postmoderner Wissenschaft“ mag manchem Philosophen zwar insgeheim noch schmeicheln wegen der Gebrauchs- und Marktfähigkeit - und Autorität - philosophischer Termini. So recht zu glauben sind solche Botschaften jedoch selten. Aber welcher Philosoph wollte sich da ein sachgerechtes und kritisches Urteil erlauben, ob die Inanspruchnahme philosophischer Begriffe an diversen aktuellen Forschungsfronten überhaupt angemessen ist? Wer könnte es andererseits besser, als jemand, der wie Theodor Leiber sowohl in Physik als auch in Philosophie promoviert ist und dessen überarbeitete Philosophiedisseration hier zur Diskussion steht?

Im Brennpunkt dieser Arbeit steht die aktuelle physikalische und mathematische Forschung zum sog. „deterministischen Chaos“ - wohlgermerkt: das einzige Chaos, das die Wissenschaft derzeit (zumindest thematisch) anzubieten hat. Aber im Unterschied zu gängigen populären Darstellungen behandelt er dieses Thema vor einem sehr weit gespannten philosophiehistorischen und systematischen Hintergrund. Denn es geht Leiber um die Frage, ob die Theorie des „deterministischen Chaos“ eine Revision traditioneller Kausalitäts-, Determinismus-, Ordnungs- und Freiheitsbegriffe erforderlich macht oder ob der Begriff nicht sogar einen Widerspruch in sich enthält.

Infolge dessen besteht der größte Teil des Buches (ca 300 Seiten) zunächst einmal in einer Bestandsaufnahme. Die Philosophiegeschichte wird von den frühesten kosmogonischen Mythen und griechischen Naturphilosophien über die neuzeitliche Physik und Erkenntnistheorie bis zur modernen Wissenschaftstheorie nach ihren Chaos-, Kosmos-, und insbesondere Kausalitätsbegriffen befragt. Die historische Auswahl ist naturgemäß exemplarisch gehalten und orientiert sich an traditionellen historiographischen Gewichtungen einer Vorgeschichte und Geschichte der Physik (mit eigenen Kapiteln zu: Vorsokratik, Platon/Eudoxos, Aristoteles, Galilei, Descartes, Newton, Leibniz, analytische Mechanik) sowie der daran angelehnten Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie (Locke, Berkeley, Hume, Kant, analytische Wissenschaftstheorie). Auch wenn

man über manche Ergänzungen (die antike Astronomie, das arabische und lateinische Mittelalter und die Renaissance kommen m.E. zu kurz) und Details diskutieren könnte, so hat Leiber doch mit historisch kompetenter Hand eine gewaltige Materialfülle zusammengetragen, die sowohl an den Primärtexten orientiert ist als auch meist den neuesten historischen Forschungsstand berücksichtigt. Mit gleicher Kompetenz und didaktischem Geschick wird schließlich ein fundierter Überblick geliefert über neuere wissenschaftstheoretische Diskussionen zum Kausalitätsbegriff und Kausalgesetz, zur positivistischen und strukturalistischen Konzeption der (Kausal-)Erklärung, sowie zur interventionistischen, kontrafaktischen und probabilistischen Kausalanalyse. Diese umfassende Bestandsaufnahme allein rechtfertigt es, die Arbeit auch als ideengeschichtliches Handbuch zu empfehlen, dessen Wert durch ein Register noch zu steigern gewesen wäre.

Die nachgezeichnete naturphilosophische Linie gipfelt in der analytischen Mechanik des 19. Jahrhunderts: An die Stelle der metaphysischen und analogisch gefaßten Ursache-Wirkungs-Verhältnisse von Kräften und Erscheinungen tritt eine mathematische Formulierung des *Determinismus* in Gestalt von Differenzialgleichungen (Lagrange, Hamilton), die die Abhängigkeiten aller Parameter eines mechanischen Systems erfassen. Die zugeordnete *Ordnungsvorstellung* eines mechanisch gedachten Kosmos artikuliert sich in der Berechenbarkeitsutopie, den gesamten zukünftigen und vergangenen Lauf der Welt durch Formulierung und Lösen der Differenzialgleichungen beliebig lange und genau berechnen zu können (Laplace). Während einerseits dieser Determinismusbegriff bis heute in der Physik (mit gewisser Variation auch in der Quantenmechanik) Gültigkeit beanspruchen kann, muß die an das Berechenbarkeitsideal geknüpfte Ordnungsfiktion aufgegeben werden, weil die Differenzialgleichungen mechanischer Systeme so gut wie niemals exakt (analytisch-) mathematisch lösbar sind. Die sog. „Theorie des deterministischen Chaos“ beschäftigt sich also mit nicht exakt lösbaren Differenzialgleichungen von mechanisch-deterministischen Systemen, die, insofern sie sich dem Berechenbarkeits- bzw. Ordnungsideal widersetzen, „chaotische“ Systeme heißen. Und diese sind - das hat man heute endlich eingesehen - der Normalfall.

Da, wie Leiber in seinem Kapitel über das „deterministische Chaos“ betont, sich bereits Poincaré vor über hundert Jahren mit solchen (nicht-integrablen) Systemen systematisch beschäftigt hat, ist die Frage berechtigt, warum heute soviel Aufsehens darum gemacht wird. Wissenschaftshistorisch aufschlußreich ist, daß die bedeutenden Entwicklungen der Relativitätstheorie und der Quantenmechanik zu Beginn dieses Jahrhunderts das Themenfeld in den Hintergrund gedrängt haben, obwohl auch diese Bereiche betroffen sind von denselben Berechnungsproblemen, die heute gelegentlich als „Quantenchaos“ bezeichnet werden. Leiber sieht den entscheidenden Durchbruch der mathematischen und physikalischen „Chaostheorie“ an die Entwicklung des Computers geknüpft, weil sich damit die widerspenstigen Differenzialgleichungen

mit erheblichem Rechenaufwand zumindest näherungsweise (numerisch) lösen und nun auch vergleichend studieren lassen. Von nachhaltigem Eindruck blieb dabei die (Wieder-)Entdeckung, daß manche Differenzialgleichungen selbst bei minimalsten Änderungen der anfänglichen Randbedingungen zu verschiedensten Lösungen führen (Sensitivität gegenüber den Randbedingungen).

Die moderne „Chaostheorie“ ist also - allem Anschein und den postmodernen Romantikern zum Trotz - eine stark mathematisch orientierte Theorie über Differenzialgleichungen, ihre Berechenbarkeitsgrenzen und Lösungsverhalten. Die Physik korrigiert damit nicht nur ihre jahrhundertelangen Berechenbarkeitsversprechungen, sie lotet nun auch, wie Leiber zeigt, systematisch ihre (mathematischen) Erkenntnisgrenzen mit eigenen Mitteln aus und erfüllt damit quasi erkenntnistheoretische Aufgaben. Berechnungsgrenzen sind zunächst einmal ganz effektiv, aber darum nicht weniger prinzipiell gesetzt durch die (prinzipiell) beschränkte Rechenkapazität und -genauigkeit von Rechenmaschinen. Infolge der Sensitivität gegenüber den Randbedingungen bei „chaotischen“ Systemen sind damit sowohl der physikalische *Progosefähigkeit* als auch dem (nicht-probabilistischen) atomistischen *Reduktionismus* prinzipielle Grenzen gesteckt. Um so dringlicher erscheint daher die Frage, welche Systeme als „chaotisch“ einzustufen sind und welche Systeme ein stabiles oder quasi-stabiles Verhalten zeigen. Leiber stellt dazu ausführlich einerseits das sog. KAM-Theorem und andererseits eine „chaostheoretische“ Konsequenz des Gödelschen Theorems der logischen Unentscheidbarkeit vor:

Seit der Antike war die Bewegung der Himmelskörper der Inbegriff der vollkommenen, periodischen, ewig stabilen, göttlichen Ordnung und die Geschichte der Astronomie eine Geschichte der Rettungsversuche dieser Ordnung. Vor über hundert Jahren zeigte Poincaré jedoch, daß das Planetensystem keineswegs stabil, sondern sogar langfristig unberechenbar ist. Das sog. KAM-Theorem (von Kolmogorov, Arnold und Moser) rettete dann erst in den 50er und 60er Jahren den Himmel vor dem sicheren „Chaos“, indem es die Möglichkeit von quasi-periodischen Bewegungen aufzeigt, die zwar ebenfalls langfristig unberechenbar sind, deren Schwankungen sich jedoch in begrenztem Rahmen halten. Um so ernüchternder sind dagegen die neuesten Erkenntnisse von Costa und Doria, denen zufolge es kein allgemeines (algorithmisches) Entscheidungsverfahren geben kann, ob ein mechanisches (Differenzialgleichungs-) System chaotisch ist oder nicht. Und dies ergibt sich, wie Leiber in einem technisch anspruchsvolleren Teil zeigt, als Konsequenz aus dem Gödelschen Unvollständigkeits- und Unentscheidbarkeitstheorem für axiomatisierte Systeme wie die Mechanik.

„Während die Postmodernisten nach dem Ende der Metaphysik nun auch das Ende aller (Natur-)Wissenschaft heraufbeschwören“ (S. 407), das durch die Chaostheorie eingeleitet sei, sieht Leiber die eigentliche Leistung in „detaillierten Problemformulierungen“ in Bezug auf „Berechenbarkeits- und Entscheidbarkeitsfragen in komplexen Systemen der Mathematik, Logik, Phy-

sik u.a.“ (ebd.) „Denn im Unterschied zur Relativitätstheorie oder zur Quantentheorie konstituiert die Chaostheorie der Physik nicht im strengen Sinn eine neue Theorie; sie erschließt keine neuen 'fundamentalen' Wirklichkeitsbereiche des Makro- oder Mikrokosmos, ...“ (S. 360) „Die Chaostheorie ist vielmehr die Ausweitung des neuzeitlichen Programms der mathematischen Naturwissenschaften auf Systeme mit komplizierterem Lösungsverhalten, die eben deswegen vom wissenschaftlichen Diskurs weitgehend ausgeschlossen wurden.“ (S. 449) „Die [alte] Physik steht somit also im Verdacht, sich eine künstliche Welt des Einfachen konstruiert zu haben, in der die komplizierten und komplexen Erfahrungen das Attribut des Schmutzigen erhielten, ...“ (S.454) Und genau diese Beschränkung auf das künstlich Einfache versucht die neue Physik zu überwinden. „'Revolutionär' ist die Entwicklung allerdings wieder nur im wissenschaftssoziologischen und/oder psychologischen Sinn: Liebgewonnene Weltbilder und naturphilosophische Dogmen, die (funktionale) Determiniertheit und (konstruktive) Determinierbarkeit (d.h. Berechenbarkeit) identifizieren, müssen aufgegeben werden.“ (S. 360)

Man kann Leibers Werk also nicht nur als ideengeschichtliches Handbuch zu Kosmos-, Kausalitäts- und Chaosbegriffen empfehlen. Denn sollte mir wieder einer mit der verklärten Rede vom modernen „Chaos“ kommen, dann sage ich ihm, lies erst mal den LEIBER.

Joachim Schummer, Karlsruhe