

Vorwort der Herausgeber

Den Herausgebern sei gestattet, einen Aspekt im Schaffen NORBERT WIENERS voranzustellen, der das thematische Eingebundensein des Ende 1994 stattgefundenen Großbothener Wiener-Symposiums in diese Schriftenreihe besonders verdeutlicht.

Die Untersuchung nichtlinearer dynamischer Systeme in der Mathematik, den Naturwissenschaften und der Technik hat seit Jahrzehnten eine rasante Entwicklung erfahren, wobei *Chaos* als spektakuläres Schlagwort auch Eingang in die populärwissenschaftliche Literatur gefunden hat. Wenngleich die Naturwissenschaftler eher an einem kontrollierbaren, d. h. rechnerisch erfaßbaren und experimentell verfolgbaren Weg zu einem chaotischen Zustand interessiert sind, so hat das Wort Chaos als ein Kürzel für derartige Bemühungen und als eine für jeden zugänglichen Metapher durchaus seine Berechtigung. Mittlerweile wird sogar schon die Frage nach der Existenz des Quantenchaos gestellt (M. V. BERRY, 1983).

Wer mit dem begrifflichen Instrumentarium nichtlinearer chaotischer Systeme nicht vertraut ist, den verweisen wir auf die bereits im Rahmen dieser Reihe „Synergie – Syntropie – Nichtlineare Systeme“ erschienenen Publikationen. Besonders deutlich und anschaulich wird die Begriffswelt bei der Analyse des Dreifachpendels im ersten Heft „Dynamik und Synergetik“ demonstriert.

Als Pionier einer mathematischen Beschreibung chaotischer Zustände gilt H. POINCARÉ mit seinen Arbeiten aus dem Jahre 1890, der bei der Untersuchung von Einteilchenbewegungen in nichtlinearen, kontinuierlichen, dynamischen Systemen auf derartige Probleme gestoßen ist. Viel später – 1963 – kam E. N. LORENZ bei der Untersuchung des deterministischen Chaos zu vergleichbaren Einsichten, obwohl er ganz andere Systeme, nämlich Vielteilchensysteme der Hydrodynamik, zur Entwicklung einer exakteren Wettervorhersage analysierte. Gemeinsam ist den ganz unterschiedlichen Zugängen, daß die dabei auftretenden Prozesse nur kurzfristig, aber nicht langfristig vorhersehbar sind. Auch WIENER hat seit den 40er Jahren intensiv die Möglichkeiten der Vorhersage in nichtlinearen Systemen studiert. Ein weiterer Schritt im Hinblick auf das solchen nichtlinearen Systemen immanente universelle Verhalten ist die Herausarbeitung der Selbstähnlichkeit, die bereits bei Gleichgewichtsphasenübergängen unter dem Namen „scaling“ große Bedeutung erlangte. Besondere Verdienste hat dabei B. MANDELBROT erworben, der in den Fluktuationen nach gleichen und ähnlichen Mustern suchte und dabei topologische Strukturen entdeckte, die z. B. auch durch eine nichtlineare Differenzgleichung erzeugt werden können. Von MANDELBROT stammt auch der Begriff

des Fraktals (1977), der bei der detaillierten Beschreibung chaotischer Systeme eine wichtige Rolle spielt.

Kaum beachtet wurden bislang die Veröffentlichungen von N. WIENER zum Chaosbegriff für Vielteilchensysteme. Es ist daher das Verdienst einiger Vortragender des Norbert-Wiener-Symposiums, auf dessen Arbeiten zu diesem Thema hingewiesen zu haben. WIENERS Überlegungen zum Chaos stützen sich auf den Begriff der Gruppeninvarianten, insbesondere auf solche metrischen Invarianten, die sich als Systeme LEBESGUEScher Maße nicht ändern, wenn man die Objekte, die durch die Gruppe transformiert werden, durch die Operationen der Gruppe vertauscht. Als wichtige Anwendung der Theorie gilt die Herleitung der Vertauschbarkeit von Phasen- und Zeitmittelwerten, den auch der Mathematiker W. GIBBS schon versucht hatte. Als Grundlage des Beweises benutzte der Mathematiker WIENER die Ergodentheorie. In diesem Kontext hat N. WIENER im Jahr 1938 wahrscheinlich als erster den mathematischen Chaosbegriff eingeführt und ein homogenes Chaos expliziert. Er entwickelte darüber hinaus eine differenziertere Begrifflichkeit des Chaos. WIENERS Überlegungen konzentrieren sich dabei auf das Modell der BROWNSchen Molekularbewegung – ein MARKOV-Prozeß, ein Prozeß ohne Gedächtnis. Neuerdings werden die Analysen auf heterogene Systeme und nicht-MARKOVsche Prozesse ausgedehnt.

Das BROWNSche Modell läßt sich bekanntlich aus der kinetischen Gastheorie ableiten, wie A. EINSTEIN 1905 zeigen konnte. Daher muß man an dieser Stelle darauf hinweisen, daß die Physiker J. C. MAXWELL 1867 und insbesondere L. BOLTZMANN 1872 in ihren kinetischen und statistischen Arbeiten implizit den Chaosbegriff verwandten. BOLTZMANN nutzte die Hypothese des „molekularen Chaos“ bei der Ableitung des H -Theorems. Ebenso verhält es sich mit der Ergodenhypothese. N. WIENER wollte die BOLTZMANN-GIBBSSche Statistische Mechanik begründen, solche Aussagen wie „Die Entropie nimmt fast immer zu“ mathematisch präzise fassen. Im LEBESGUESchen Maß fand er die mathematische begriffliche Basis für die Definition eines befriedigenden Wahrscheinlichkeitsmaßes, das zudem die Ansätze der Modelle von MAXWELL und BOLTZMANN vereinte.

Interessant sind auch seine Hinweise zur Quantenmechanik – „dem höchsten Punkt des Eindringens der Theorie von Zufallsprozessen in die moderne Physik“. Für ihn ist HEISENBERGS Theorie ein Ersatz der noch quasi-NEWTONSchen Welt von GIBBS, in der Zufallsprozesse in keiner Weise auf eine Vereinigung determinierter Zeitabläufe zurückgeführt werden können. Unter diesem Blickwinkel werden solche Begriffe wie Quantenchaos, Hyperchaos, FEIGENBAUM-Szenarium oder chaotischen Streuung zu hinterfragen sein.