

Der Kosmos im Lichte der Systemtheorie

Mathias Hüfner 2017

J. Needham hat betont, dass das abendländische Denken immer geschwankt hat zwischen der Vorstellung einer Welt, die ein Automat ist, und einer Theologie nach der Gott über das Universum herrscht. Er nannte das die eigentümliche europäische Schizophrenie C.A. Ronan 1978

Der Begriff Systemtheorie tauchte 1949 bei Karl Küpfmüller [1] erstmals im Zusammenhang mit der Nachrichtentechnik auf. Der Gedanke ist, einen konkreten Sachverhalt als ein **System** gewissermaßen als eine Blackbox durch sein äußeres Verhalten vollständig durch wenige Systemcharakteristiken zu beschreiben, ohne etwas über die inneren Vorgänge zu wissen. Die von Küpfmüller eingeführte Methode hatte ein hohes Potential der Verallgemeinerung auf andere naturwissenschaftliche und technische Sachverhalte.

Die Unzulänglichkeit einer „Null-Vergangenheit“ in der Regelungstechnik und bei anderen technischen Anwendungen, in der Kosmologie als Urknall eingeführt, weckte das Bedürfnis nach einer Theorie des Systemverhaltens bei beliebiger Vergangenheit und führte schließlich zu einer neuen theoretischen Konzeption der Systembeschreibung, zur Zustandsbeschreibung. Der für die klassische Physik schon immer fundamentale Begriff des Zustandes wurde ganz allgemein auch zum tragenden Begriff einer allgemeinen Systemkonzeption und einer modernen Systemtheorie. [2]

In der Folge sollen die Ideen der Systemtheorie kurz skizziert und ihre Vorteile gegenüber dem Standardmodell der Kosmologie herausgestellt werden. Ausgehend von Hamiltons System der Bewegungsgleichungen, kann man die p und q als Zustände des mechanischen Systems der Bewegung von Massenpunkten oder Sternen auffassen. So erhält man statt der Differenzialgleichungen für die Koordinaten und Impulse die einfache Form

$$\dot{z}_i = dz_i/dt = \partial H / \partial z_{i+1} = H_i(z_1, z_2, \dots, z_{2l})$$

Dabei werden die q_i durch die z_i von 1 bis l durchnummeriert ersetzt und die p_i durch die z_i von $l+1$ bis $2l$. Das $2l$ -Tupel $z(z_1, z_2, \dots, z_{2l})$ bezeichnet dann den Zustand des Hamilton-Systems zum Zeitpunkt t und die Menge \mathbf{Z} heißt dann Zustandsraum. Der Zustand $z(t) = z$ ist ein $2l$ -Tupel von Variablen, aus denen nicht nur die räumliche Lage des mechanischen Systems zur Zeit t entnommen werden kann, sondern auch alle seine zukünftigen Positionen im Raum. Hierzu ist die Kenntnis der Vergangenheit des Systems nicht erforderlich. Sie wird, soweit sie in die Zukunft hineinspielt, durch den gegenwärtigen Zustand ausreichend berücksichtigt. Somit ist die Vergangenheit des Systems völlig uninteressant geworden, da sie sowieso nur in zeitinvarianten Systemen rekonstruiert werden kann. Das Standardmodell der Kosmologie basiert auf der Zeitumkehr. Es projiziert das Bild des Istzustands vermittels Rotverschiebung, die unzulässigerweise als Fluchtgeschwindigkeit gedeutet wird, in die Vergangenheit. Es berücksichtigt nicht die natürliche Evolution der Sterne von ihrer Entstehung bis zu ihrem Tod. Als erster beschäftigte sich I. Prigogine 1972 [3] mit Evolutionssystemen, indem er die Thermodynamik auf offene Systeme jenseits vom thermodynamischen Gleichgewicht ausdehnte.

Evolutionssysteme wie auch der Kosmos jedoch sind nicht zeitinvariant, wie jeder am [Spiel des Lebens von J.H. Conway](#) selbst sehr leicht nachvollziehen kann. Zur Beschreibung benötigt man mehr Variablen als p und q . für ihre Bewegung, sondern auch ihren Entwicklungszustand beispielsweise anhand der Spektralklasse aus dem Herzprung-Russel-Diagramm, welches die Sternentwicklung abbildet.

Da Ort und Zeit in einem dynamischen System über die Geschwindigkeit wechselseitig voneinander abhängen, was zum Scheitern der Relativitätstheorie in einem Raumzeitkontinuum führt, kam ein weiterer Gedanke durch die Automatentheorie hinzu. Diese Theorie beschreibt zeit-diskrete Systeme, (Wie soll Zeit auch quantitativ in kosmischen Dimensionen gefasst werden?) bei denen Eingaben aus einer Menge X mit Ausgaben einer Menge Y beantwortet werden, wobei es sich nicht um reelle Zahlen, wie bei den p und q handeln muss. Hier wird anders als im Hamilton-System zwischen erzwungenen Variablen (den Eingaben x aus einer Menge X), den freien Variablen (den Zuständen z aus einer Menge Z) und den beobachtbaren Variablen (Ausgaben y aus einer Menge Y) unterschieden. Gleichzeitig werden zwei Funktionen (Abbildungen) definiert.

$f: Z \times X \rightarrow Z, f(z,x) = z'$ als Überföhrungsfunktion von einem Zustand zu einem anderen
und

$g: Z \times X \rightarrow Y g(z,x) = y$ als Ergebnisfunktion des dynamischen Systems

Der Unterschied zu einem Hamilton-System besteht darin, dass dieses abgeschlossen ist und dass es im Hamilton-System keine Ergebnisfunktion gibt. Die Zustände werden als beobachtbar angenommen. Die vorgegebenen Ortsfunktionen q können als Eingaben x angesehen werden.

Der Vorteil einer solchen Systemdefinition gegenüber dem Hamilton-System ist, dass hier keine Quellenfreiheit des Vektorfeldes gefordert wird, was das Auftauchen und Verschwinden von Massenpunkten erlaubt. Das Spiel des Lebens kann also stattfinden. Sterne dürfen entstehen und vergehen. Die Frage, wie das System von einem Zustand zum anderen gelangt, kann individuell festgelegt werden. Es sind weder translatorische noch Rotationsbewegungen zwingend vorgeschrieben. Als ein gelungenes Beispiel für diesen Ansatz kann die von A. Peratt [4] durchgeführte Simulation einer Galaxie angesehen werden. Wenn man die Ausgabe eines Systems zur Eingabe eines anderen Systems macht, lassen sich Systeme koppeln. Die Betrachtung von Teilsystemen erleichtert die Modellierung von natürlichen Vorgängen ganz wesentlich.

In der Verallgemeinerung dieses Ansatzes können auch Wechselwirkungen zweier und mehrerer Systeme definiert werden. Auch Netzwerke von Systemen sind prinzipiell beschreibbar. Die Systemtheorie ist eine noch junge Wissenschaft, gleichwohl hat sie disziplinübergreifend bereits Erfolge zu verzeichnen. Mittels relationaler Datenbanken können wir heute praktisch mehrdimensionale Zustandsräume behandeln. Ein Beispiel dafür ist das [Sloan-Digital-Sky-Survey-Projekt](#), wo der beobachtbare Istzustand des Himmels dokumentiert wird. Es liefert die Menge Y des gegenwärtigen Systems Kosmos.

Quellen:

- [1] G. Wunsch – Karl Küpfmüller Wegbereiter der modernen Systemtheorie
<https://doi.org/10.1515/FREQ.1997.51.9-10.218>
- [2] G. Wunsch – Geschichte der Systemtheorie WTB-Reihe -Akademieverlag Berlin 1985
- [3] I.Prigogine, I. Stengers – Dialog mit der Natur R. Pieper& Co. Verlag München 1981
- [4] A.Peratt – Plasma and the Cosmos, Large Scale Dynamics Filamentation and Radiation in
Plasma Astrophysics and Cosmology: The Second IEEE International Workshop ...1993