

2.1.4 Konsequenzen für neue Systemansätze

Die Konsequenzen für neue Systemansätze lassen sich am besten aufzeigen, wenn Analogien zwischen physikalischen Prinzipien der Natur/1/, der Nichtlinearen Dynamik sowie der Systemforschung gezogen werden, die uns in den nachfolgenden Kapiteln weitere Rückschlüsse für das komplexe Verhalten nichtlinearer Systeme ermöglichen:

Physikalische Prinzipien	Nichtlineare Dynamik	Systemforschung
- Invariante Natur	- Feigenbaumzahl	- Skaleninvarianz
- Universalität und Einfachheit	- Chaosforschung	- Rekursivität
- Vollständigkeit	- Komplexitätstheorie	- Endo-Komplexität
- Verbindung von Beobachtung zum Experiment	- Endophysik	- Interface
- Verbindung zur Mathematik	- Fraktale	- Nichtlineare Differentialgleichungen

Die Schwierigkeiten der Anwendung der Nichtlinearen Dynamik auf Ökologie, Ökonomie und Sozialwissenschaften kommen daher, daß dort die Gleichungen für das Auftreten von nichtlinearer Entwicklung nicht ausreichend bekannt sind. So ist insbesondere die Datenbeschaffung (lange und genaue Zeitreihen) für viele Problemstellungen recht schwierig. Da komplexe Systeme darüber hinaus lernfähig sind, ist zu vermuten, daß sich die zugrunde liegenden Gleichungen mit der Zeit sogar verändern. Neue Forschungsbereiche wie die Endophysik, die auch reversible Vorgänge mit einbeziehen, können hier zu neuen Ansätzen führen, die statt von quantitativem Wachstum von qualitativer Entwicklung ausgehen und die Komplementarität unterschiedlicher Ansätze mit einbeziehen. Nachfolgende Zusammenstellung zeigt die Anwendungen der Nichtlinearen Dynamik unterschiedlicher Forschungsgebiete im Überblick:

Forschungsgebiet	System	Elemente	Nichtlin. Dynamik	Ordnungsmuster
Betriebswirtschaft	Unternehmen	Mitarbeiter	Kommunikation	Produkte
Biologie	Organismen	Zellen	Organ. Wachstum	Organische Form
Chaosforschung	Gleichungen	Variablen	Determin. Chaos	Attraktoren
Computertechnik	Rechner	Bits	Algorithmen	Codierung
Endophysik	Simulation	Moleküle	Spiele	Zellul. Automaten
Fraktale	Gleichungen	Variablen	Iteration	Selbstähnlichkeit
Gehirnforschung	Gehirn	Neuronen	Lernen	Wahrnehmung
Künstliche Intelligenz	KI-Netzwerk	KI-Neuronen	Lernalgorithmen	Neuronale Muster
Quantenphysik	Laser	Photonen	Versklavung	Lichtwellen
Meteorologie	Wetter	Moleküle	Phasenübergang	Wolken
Neurologie	Gehirn	Neuronen	Lernen	Bewußtsein
Volkswirtschaft	Ökonomie	Konsumenten	Innovationszyklen	Branche

Tab. 2.4: Interdisziplinäre Anwendungen der Nichtlinearen Dynamik

Nichtlineare Dynamiken verkörpern ein einzigartiges Zusammenspiel von Experiment und Simulation, von irreversiblen und reversiblen Handlungen. Nichtlineare Gleichungen zeichnen sich durch mehrere mögliche, gleichberechtigte Lösungen aus, wobei kleine Änderungen eines Koeffizienten zu erheblichen Änderungen des Gesamtergebnisses führen können.^{2/} Es kristallisiert sich immer mehr heraus, daß Deterministisches Chaos eine Zustandsform ist, die universale Merkmale besitzt.^{3/} Mit jeder zusätzlichen Dimension der Beobachtung tritt eine qualitativ neue Ebene der Komplexität auf, wobei vier Dimensionen bereits eine Art von Hyperchaos ermöglichen können.^{4/}

Es ist wichtig, gerade in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (vor allem positive) Rückkopplungsphänomene eingehender zu untersuchen. Für das Management sind insbesondere die Nichtlinearen Dynamiken und deren Wechselwirkungen bei der Kommunikation, den Algorithmen, den Spielen, den Innovationszyklen und dem Lernen von Bedeutung. Da die heutige Unternehmensführung immer noch weitgehend mit Gleichgewichtstheorien arbeitet, ist eine Revision dieser Denkweise durch die Nichtlineare Dynamik dringend notwendig. Die Einführung einer internen Zeit, eines internen Beobachters sowie eines internen Raumes, z. B. durch Virtuelle Realitäten, führt zu völlig neuen Betrachtungsperspektiven für unsere Wirtschaftssysteme (siehe Endo-Ökonomie in Kapitel 4.3.4.3). Neue Begriffe wie Interfaces und Gödelgrenzlinien sowie Analogien, wie Nichtlokalität (Bell) und Viele Welten (Everett), spielen nicht nur für die Chaosforschung und die Endophysik eine wichtige Rolle, sondern vor allem auch für die telematische Gesellschaft:

Kontext-matrix	Computer ermöglicht	Mathematik ermöglicht	Systemtheorie ermöglicht
Chaosforschung ermöglicht	Berechnung des Deterministischen Chaos	Visualisierung von Fraktalen	Erforschung von Komplexität
Endophysik ermöglicht	Berechnung von Simulationen	Visualisierung von Virtuellen Realitäten	Erforschung von Endo-Welten
Verbindende Elemente	Nichtlineare Dynamik Neuronale Vernetzung	Mustererkennung Ästhetik	Codierung Bedeutung
Neue Endo-Dimensionen	Interne Zeit Relativität Reversibilität Turing-Test (Denken) Gödel-Test (Sinnfindung)	Interner Raum Interface Nichtlokalität Unschärferelation Gödelgrenzlinie	Interner Beobachter Subjektivität Viele Welten Komplementarität Realitätszugang

Abb. 2.10 Kontextmatrix Chaosforschung und Endophysik

Der Mikrokosmos ist der für unser Auge unsichtbare Teil der Materie, während der Makrokosmos unseren Sinnesorganen zugänglich ist.^{5/} Es zeichnet sich ab, daß Schleusen zwischen beiden Welten (mesoskopische Bereiche) in der wissenschaftlichen Forschung immer mehr an Bedeutung gewinnen, da diese ein gemeinsames Interface der Mikrowelt der Moleküle mit der für uns erkennbaren Makrowelt bilden.^{6/} Hieraus ergibt sich die Forderung nach einer neuen Physik, die die Verbindungsstelle von Mikro- und Makrobereich darstellt und womöglich beide Bereiche durch eine allumfassende Theorie mit erklärt. Eine solche Physik ist im Werden, sie wurde vom Tübinger Chaosforscher **Rössler** im Dialog mit **Finkelstein** entwickelt und heißt Endophysik.

Mikrobereich	Mesobereich	Makrobereich
Quantenphysik	Endophysik	Klassische Physik
Teile keine Vorhersagen Schnelle Dynamik	Interface Deterministisches Chaos Nichtlineare Dynamik	Ganzes Determinismus Statik oder langsame Dynamik
Fluktuationen Kontinuum Reversibilität	Bifurkation Keine Komplementarität Simulation	Fluktuationen Diskontinuum Irreversibilität
optimale Problemlösewelt	optimale Teilnehmerwelt	optimale Speicherwelt

Tab. 2.5: Mikro-, Meso- und Makrobereiche der Forschung

Neue Technologien wie die Virtuellen Realitäten, die Gen- und Nanotechnologie sind Meso- Technologien, die eine Brücke schlagen zwischen Mikrokosmos und Makrokosmos. Entscheidend für die Wissenschaften wird vor allem das Verhältnis zwischen Mikro- und Makrobereichen sein. Dem nichtlinearen Denken liegt das Prinzip "Survival of the Smartest" zugrunde, welches den Erfolg der schlaunen Technologie begründet.^{7/} Durch die Methoden der Chaosforschung, der Endophysik, des Künstlichen Lebens, intelligenten Implantaten und ökologischen Gesellschaftsmodellen wird zunehmend eine Vereinigung von Natur und Technik vollzogen.^{8/}

- Macht wird durch die neuen Forschungsgebiete der Komplexität zunehmend von Innen, d.h. von einer Endo-Perspektive heraus, aufgebaut.

- Machtausübung wird immer mehr auf die Schleusen, die Interfaces zwischen Mikro- und Makrokosmos verlagert.

- Die Freiheit von Systemen erfordert eine Synthese von Universalität und Einfachheit.

- Freiheit von Endo-Systemen ist nur durch Bewußtsein und Selbstreflexion aufrecht zu erhalten.

Abb. 2.11: Konsequenzen für Macht und Freiheit

Systemwissenschaftliche Kontexte: Auswirkungen auf das Management

- Dem nichtlinearen Denken liegt das Prinzip "Survival of the Smartest" zugrunde, welches den Erfolg der schlauesten Technologie begründet.

- Management erfordert auf allen Ebenen den Einsatz intelligenter Technologien.

- Nichtlineare Dynamiken basieren auf komplexen Rückkopplungen sich verändernder Systemelemente.

- Management läßt sich nicht durch ceteris paribus-Annahmen lenken, sondern erfordert die Berücksichtigung nichtlinearer Wechselwirkungen.

- Kommunikation in Systemen zeichnet sich durch Nichtlineare Dynamiken aus.

- Die Kommunikation in Unternehmen basiert auf nichtlinearen Prozessen.

- Nichtlineare Gleichungen zeichnen sich durch mehrere mögliche, gleichberechtigte Lösungen aus.

- Nichtlineares Management bedeutet mehrere alternative Problemlösungen in Betracht zu ziehen.

Abb. 2.12: Konsequenzen für das Endo-Management

[1](#) Vgl. Pagels (Code), 292.

[2](#) Vgl. Wyss (Chaos), 183.

[3](#) Vgl. Davies (Chaos), 76.

[4](#) Vgl. Rössler (Endophysik), 28.

[5](#) Vgl. Glider (Microcosm), 19.

[6](#) Vgl. Kratky (Strukturbildung), 161.

[7](#) Vgl. Lovink (Netzkritik), 239.

[8](#) Vgl. Lovink (Netzkritik), 239.