

Modellierung von Multimedia-Diensten mit Hilfe der Chaostheorie



Der Autor
Dr. Jürgen Lohr ist seit 1993 bei der Deutschen Telekom und deren Tochter-Unternehmen tätig. Seit 1998 ist er als Projektmanager für Informations- und Mediensdienste bei der T-Nova Deutsche Telekom Innovationsgesellschaft, Berkorn, beschäftigt. Seit 1999 lehrt er als freier Dozent an der Technischen Universität Berlin im Fachbereich Kommunikationswissenschaften Grundlagen der Multimedia-Dienste und deren Konzeption/Modellierung.

Wo man hinblickt: Turbulenzen, Unvorhersagbarkeiten, Unregelmäßigkeiten – kurz Chaos. Ist unsere wissenschaftliche Sichtweise falsch, alle Vorgänge des Kosmos auf die Basis der Ordnung abzubilden? – Nein. Mit Chaos ist nicht Fehlen jeglicher Ordnung und völlig regelloses Durcheinander gemeint, sondern – auf Grund der Vernetztheit der vielen Elemente, die miteinander eine Wechselwirkung haben – die Unberechenbarkeit der Naturprozesse. Die Chaostheorie erlaubt durch die Modellierung¹ weit auseinander liegende Problemfelder miteinander zu verknüpfen, um dann in einem Modell die Zusammenhänge erkennbar zu machen. Mit Hilfe der Chaostheorie werden gesellschaftliche Prozesse abgebildet und dann mit einer Simulation² neue, globale Strategien erstellt, um kritische Systempunkte (Systemelemente) zu erkennen. Der nachfolgende Beitrag beschreibt die Modellierung am Beispiel der Multimedia-Dienste und gibt mit einem umfassenden Glossar eine Einführung in die Begrifflichkeiten der Chaostheorie. Die Chaostheorie ist die mathematisch-physikalische Theorie zur Beschreibung von Systemen, die zwar durch Gesetzmäßigkeiten determiniert³ sind, bei denen aber kleine Änderungen der Anfangsbedingungen ein exponentielles Anwachsen von Störungen bewirken. Das Verhalten derartiger Systeme führt zur Ausbildung chaotischer Strukturen und ist langfristig nicht vorhersehbar. Die Chaostheorie ist beispielsweise in der nichtlinearen Optik, bei chemischen Reaktionen und der Wettervorhersage anwendbar.

1 Ausgangslage

Der wirtschaftliche Wandel in den so genannten TIMES⁴-Märkten ist

einem rasanten Änderungsprozess unterworfen. Insbesondere in dem hier exemplarisch betrachteten Marktsegment Multimedia-Dienste spiegeln sich vielfältige Fachdisziplinen wider:

- Kommunikationswissenschaften,
- Medieninformatik,
- Wirtschaftswissenschaften,
- Medien- und
- Telekommunikationstechnik.

Die Globalisierung führt zu einer Verschmelzung fremder Fachgebiete, sei es Technik, Wirtschaft, Recht oder Medienpolitik.

Jedes Fachgebiet will die umliegenden Felder dominieren. Die traditionellen Modelle und Methoden eines Fachgebietes werden den anderen aufgezungen und können die anderen Bereiche nur unscharf und fehlerhaft beschreiben. Der Zwang zum Miteinander der Fachgebiete und das Missverständnis untereinander macht das Chaos perfekt.

1.1 Motivation

Die Chaostheorie fasst die Welt als ganzheitliches, dynamisches System auf. Die Absicht besteht darin, die Chaostheorie universell auf globale Problemstellungen anzuwenden. Systemanalytiker, Produktmanager und Planer suchen nach Methoden der Modellierung, bei der sie globale Problemstellungen managen, d. h. leiten, bewerkstel-

¹ Modellierung: Abstrakte Nachbildung.

² Simulation: die Darstellung oder Nachbildung eines kybernetischen Systems (Prozesses) oder bestimmter Aspekte desselben durch ein Modell, das physikalisch-technischer oder mathematisch-abstrakter Natur sein kann.

³ determinieren: begrenzen, bestimmen.

⁴ TIMES: Telekommunikation, Informationstechnologie, Multimedia, Entertainment, Sicherheitstechnik.

ligen, organisieren können. Die Globalisierung führt bei den einzelnen Fachgebieten zu einer Verschmelzung fremder Aspekte, sei es Technik, Wirtschaft, Recht oder Medienpolitik.

Eine modellhafte Welt wird in den folgenden Abschnitten auf die Multimedia-Dienste eingesetzt werden. Dazu muss ein Verständnis für die Chaostheorie geschaffen und Beispiele erläutert werden.

1.2 Einführung Multimedia-Dienste

Unter Multimedia-Diensten sind solche Dienstleistungen zu verstehen, die auf digitalem Wege über Telekommunikations-Leitungen erbracht werden. Sie sprechen kommerzielle Interessengruppen an, die interaktiv Dienste über unterschiedliche Medien wie Telefon, Internet und Fernsehen auf verschiedensten schmal- und breitbandigen Übertragungswegen zugänglich machen. Inhaltlich können in den Diensten u. a. folgende Leistungen erbracht werden:

- Informationen weitergeben,
- Auskünfte erteilen,
- Konsumgüter verkaufen,
- Spielfilme darstellen,
- Lehrmaterialien ausgeben,

Das Thema im Überblick

Die Chaostheorie erfasst die Welt als ganzheitliches, dynamisches System. Auf die TIMES-Märkte und hier auf die exemplarisch beschriebenen Multimedia-Dienste bezogen, kann die Chaostheorie ein Modell liefern, welches Recht, Technik, Wirtschaft und Medienpolitik vereint und somit ein Bild der gesamten Multimedia-Situation bzw. des Multimedia-Kosmos aufzeigt. Die Chaostheorie kann hierbei nur als ein Modell unter vielen dienen. Allerdings befreit sie uns aus der Starrheit herkömmlicher Modelle. Der Zufall, Veränderungen und die Kreativität werden einbezogen. Wie jedes andere dynamische System hat der Chaos-Ansatz nur wenige Komponenten und einfache Ziele. Das Hauptaugenmerk liegt dabei nicht in einer Vorhersage zu einer bestimmten Zeit, sondern man konzentriert sich auf die Zusammenhänge und Einflussfaktoren der Systemkomponenten.

- Online-Spiele durchführen,
- Bankgeschäfte oder
- Telefongespräche ermöglichen.

Im Zentrum der Betrachtungen stehen die Multimedia-Dienste, die von den Aspekten Technik, Wirtschaft, Recht und Medienpolitik beeinflusst werden (Bild 1). Auf die Multimedia-Dienste wirken alle Aspekte. Jeder Aspekt wird jedoch auch von den anderen dynamisch und rückbezüglich beeinflusst. Es gelten somit folgende Zusammenhänge:

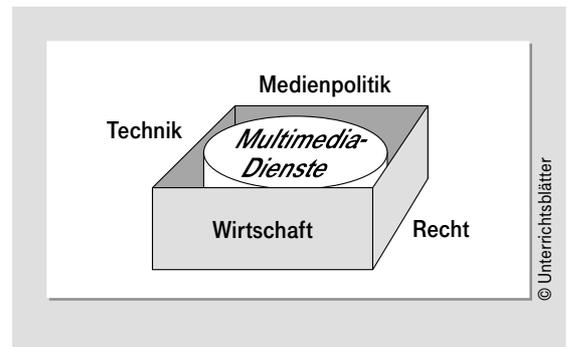
- Durch neue Technik werden neue Dienste möglich.
- Durch neue Dienste wird ein Unternehmen wirtschaftlicher.
- Durch neue Techniken benötigt die Wirtschaft neue Märkte.
- Neue Wirtschaftslagen benötigen neue gesetzliche Bestimmungen.
- Neue rechtliche Bestimmungen verändern die Wirtschaftlichkeit der Dienste.

Diese gegenseitigen Wirkungen der Aspekte können noch weiter fortgeführt werden. Die Vielfalt der Wünsche von Informationsanbietern und -nutzern sowie die Wandelbarkeit der technischen Lösungswege erfordern die Methoden der Chaostheorie.

Auch die wirtschaftlichen, rechtlichen und medienpolitischen Gebiete, die mit den Multimedia-Diensten verbunden sind, unterliegen einer fortwährenden Veränderung und Erweiterung. Rahmenbedingungen und Steuerungsmaßnahmen für gesellschaftlich verantwortungsvolles Handeln aller Kommunikationspartner der Branchen Telekommunikation, Medien, Computer und Unterhaltungselektronik können mit Hilfe der Chaostheorie entwickelt werden. Die Modellierung der Zusammenhänge geschieht nach der Analyse der wichtigsten Problemfelder, bei denen die einzelnen Aspekte, die Beziehungen, die Kräfte, die Strategien und die jeweilige Einflussnahme identifiziert werden.

2 Grundlagen der Chaostheorie

In den folgenden Abschnitten werden die Grundlagen für das Verständnis der Chaostheorie geschaffen, indem die Entwicklungsgeschichte und die sich daraus ergebenden wichtigen Erkenntnisse, die nichtlineare Modellierung und die grafischen Systemkomponenten erklärt werden⁵.



© Unterrichtsblätter

2.1 Verständnis der Chaostheorie

Die Chaostheorie betrachtet die Welt ganzheitlich. Die Welt ist ein dynamisches System, und es gibt keine Trennung zwischen der Welt des Chaos und der Welt der Ordnung. Zwischen Ordnung und Chaos herrscht Harmonie. Es ist der Ursprung des Unermesslichen und des Kreativen. Man unterscheidet zwei Arten des Chaos:

- das aktive Chaos und
- das passive Chaos.

Ein aktives Chaos besitzt Kräfte, die neue Ordnungen erschaffen.

Das passive Chaos ist die Darstellung von Zuständen, die eine Abnutzung oder eine Erschöpfung der Welt beschreibt. Zufall und Wahrscheinlichkeit sind Schlüsselemente von mechanischen Abläufen in einer komplexen Gestalt. Nichtlineare Gleichungen können das Chaos beschreiben, darstellen und komplexe Ereignisse nachbilden.

2.2 Entwicklungsgeschichte

Die Chaostheorie entstand, als Edward Lorenz, Meteorologe am Massachusetts Institute of Technology⁶ (MIT), 1961 eine beunruhigende Entdeckung machte. Er fand heraus, dass die Treffsicherheit einer langfristigen Wettervorhersage durch zusätzliche Informationen wie Windgeschwindigkeit, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Son-

Bild 1:
Modell der
Multimedia-
Dienste

⁵ Fachbegriffe werden in einem Verzeichnis ab Seite 631 erläutert.

⁶ Im Jahre 1861 in Cambridge gegründete private wissenschaftliche Hochschule für Ingenieurwissenschaften. Sie gehört zu den bedeutendsten ingenieurwissenschaftlichen Bildungseinrichtungen der Welt und bezog als erste universitäre technische Hochschule auch die Wirtschafts-, Sozial- und Geisteswissenschaften in das Ingenieurstudium ein.

nenflecken nicht gesteigert wurde. Lorenz führte das darauf zurück, dass dynamische Systeme aus so vielen wechselwirkenden Elementen bestehen, dass sie selbst auf den winzigsten Faktor empfindlich reagieren können.

Aus der Erkenntnis von Lorenz folgt, dass die bisherige Annahme noch stimmt: Komplizierte dynamische Systeme werden durch ihre Ursachen determiniert. Wenn wir imstande wären, alle Ursachen zu erkennen, könnten wir ihr zukünftigen Verhalten (Wirkungen) vorher-sagen. Aber – so die Feststellung von Lorenz – die Zahl der Faktoren, die ein solches System beeinflussen, ist praktisch unendlich groß. Es besteht somit eine Unschärfe-relation⁷.

Nach dieser Entdeckung beschäftigten sich viele Wissenschaftsgebiete von der Physik bis zur Medizin mit dynamischen Systemen. Sie fanden neue Gesetze, die das Bild der Wirklichkeit änderten. Die Wissenschaftler, die die Natur bislang als Ordnung verstanden hatten, erforschten in ihr zunehmend das „Chaos“.

Lorenz und andere Wissenschaftler zeigten die extreme Empfindlichkeit dynamischer Systeme für Anfangsbedingungen auf. Die Empfindlichkeit rührt von der Tatsache her, dass komplexe Systeme der Rückkopplung⁸ unterliegen. Diese wird durch Terme, die wiederholt mit sich selbst multipliziert werden, gebildet. Sie kann sowohl positiv als auch negativ sein, d. h. sie kann Einflüsse verstärken oder dämpfen. Die Rückkopplung kann die ganzheitliche Verknüpfung sichtbar machen, indem sie einen „äußeren“ oder „inneren“ Einflussfaktor verstärkt.

Am meisten von Interesse bei einem dynamischen System sind die Übergangsbereiche – Wendepunkte, an denen das System von Einfachheit zu Komplexität übergeht, wenn eine kleine Änderung eine große Wirkung zeigt. Dies sind die kritischen Punkte im System.

In den Siebziger Jahren erfand der IBM-Forscher Benoit Mandelbrot eine neue Geometrie, die er als fraktale Geometrie⁹ bezeichnete. Die fraktale Geometrie beschreibt den Weg, dem der Ablauf der dynamischen Aktivität folgt. Fraktale sind Abbilder der Prozesse, in denen sich Dinge falten und entfalten, indem sie miteinander und mit sich selbst rückgekoppelt sind. Fraktale

haben in unterschiedlichen Maßstäben ähnliche Details. Die Selbstähnlichkeit bei unterschiedlichen Größen und Verformungen wird fraktale Skalierung genannt.

2.3 Schlussfolgerungen

Schlussfolgerungen der Chaos-Theorie sind unter anderem:

- Komplexe Strukturen können auch ohne Bauplan entstehen.
- Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile.
- Der Schlüssel hierfür ist die Selbstorganisation von biologischen und sozialen Systemen.
- Alles fließt und entwickelt sich weiter.
- Gruppen bilden sich und lassen komplexe Gesellschaften entstehen.
- Die Welt organisiert sich selbst.
- Das Wachstum ist vorbestimmbar, abhängig von Naturgesetzen und bietet einen Spielraum für Zufall.
- Das Prinzip gilt im Kleinen und Großen.

Die moderne Chaosforschung steht zwischen Zufall und Notwendigkeit. Die Forschung versucht, das Chaos auf einige wenige Erklärungsmuster zurückzuführen. Dynamische Systeme werden ebenfalls in der Meteorologie, Ökologie, Ökonomie und Biologie betrachtet. Auch die Informationsverarbeitung in unserem Gehirn wird dahingehend erforscht. Ohne Chaos wären die Menschen lernbehindert. Das Chaos baut Starrheit ab und begründet unsere Kreativität. In den Forschungsbereichen kam man zu der Erkenntnis, dass Systeme breitbandig angelegt sind und auf vielfältige Einflüsse reagieren können.

Ein chaotisches System bringt die Dinge immer wieder durcheinander und schafft dabei neue Richtungen, in die sich das System entwickeln kann. Diese Verzweigungs- oder Wendepunkte nennt man Bifurkationsstellen¹⁰. Sie bilden den Übergang von Chaos zur Ordnung oder umgekehrt. Ist die neue Struktur erst einmal entstanden, bleibt sie „am Leben“ und verändert ihr Umfeld. Wird ein neuer Wendepunkt erreicht, so ergibt sich eine neue Struktur. Der stabile Zustand im Leben eines Systems wird Bifurkation genannt.

Die Chaostheorie wird heute als eine weitere nützliche Methode angesehen. Sie ist nicht wichtiger und nicht weniger wichtig als andere Methoden.

2.4 Modellarten

Das Modell der Chaos-Theorie stellt die Reduzierung auf wichtigste Sachverhalte im Gegensatz zur Komplexität des Lebens und der Vielfältigkeit der Welt dar. Man unterscheidet zwischen linearen und nichtlinearen Modellen.

2.4.1 Lineare Modelle

Die linearen Modelle sind unzuverlässig in der Vorhersage, weil sie die Gesamtheit, deren Wechselwirkung mit den Elementen und die Wechselwirkungen zwischen den Elementen kaum erfassen können. Während man lineare Gleichungen dadurch löst, dass man Größen ein-gibt und die Terme der Gleichung berechnet, um ein Ergebnis zu erhalten, muss die Lösung nichtlinearer Gleichungen durch Iteration¹¹ erreicht werden.

2.4.2 Nichtlineare Modelle

Die Tradition von nichtlinearen Systemen liegt in der Kybernetik¹² und der Systemtheorie¹³. Heute schon bewältigen Industrieunternehmen und kommunale Verwaltungen die Managementprobleme mit Hilfe von nichtlinearen Modellen. Eingeführt wurde dies durch den Systemtheoretiker Peter M. Senge vom Massachusetts Institute of Technology und seinen Kollegen mit großem Erfolg.

Die Lösung nichtlinearer Gleichungen muss durch Iteration ermittelt werden. Dabei wird das Ergebnis

⁷ **Unschärferelation:** Die Unmöglichkeit, den Ist-Zustand eines Systems umfassend darzustellen, so dass es unmöglich ist, durch Anwendung der Kausalgesetze die Zukunft vorherzusagen (Heisenbergsche Unschärferelation).

⁸ **Rückkopplung:** Die Zukunftswerte wirken auf die Eingangswerte zurück.

⁹ **fraktale Geometrie:** Eine Geometrie, die im Gegensatz zu den in der euklidischen Geometrie behandelten Formen (Gerade, Kreis u. a.) komplexe Gebilde und Erscheinungen (Fraktale) darstellt, die ähnlich auch in der Natur vorkommen.

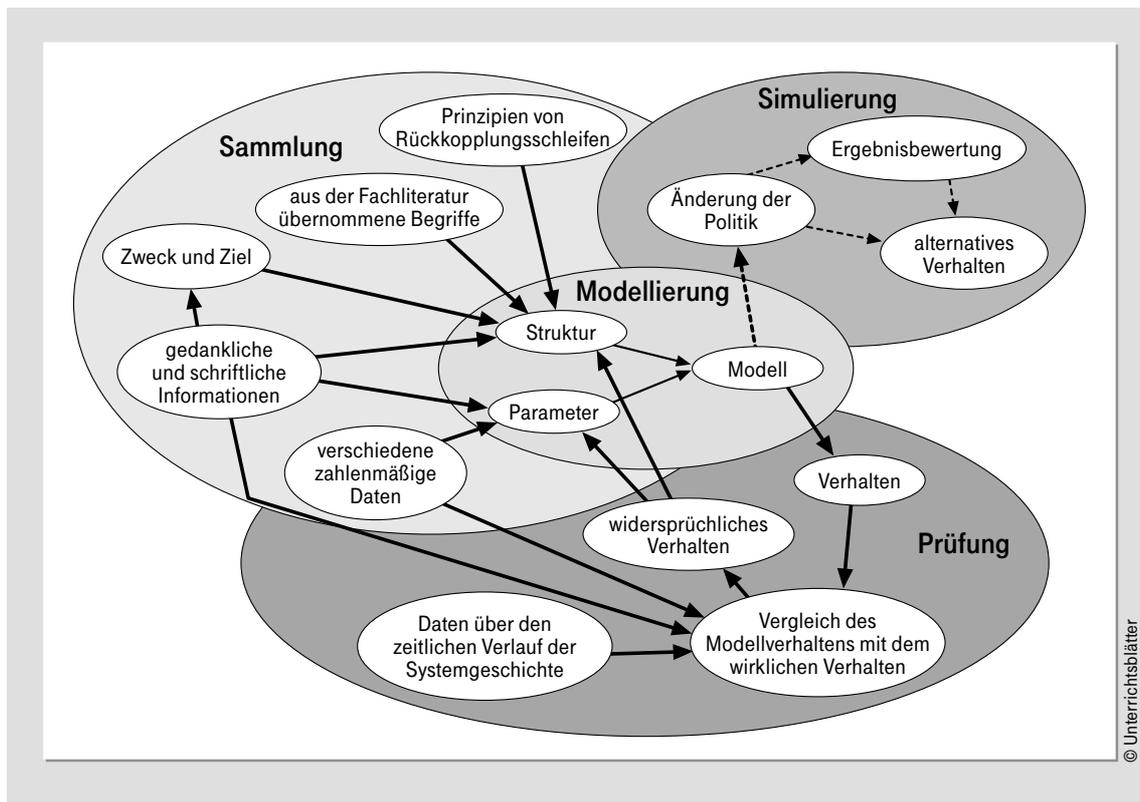
¹⁰ **Bifurkation:** Gabelung in zwei Äste.

¹¹ **Iteration:** schrittweises Rechenverfahren zur Annäherung an die exakte Lösung (Mathematik).

¹² **Kybernetik:** wissenschaftliche Forschungsrichtung, die vergleichende Betrachtungen über Gesetzmäßigkeiten im Ablauf von Steuerungs- und Regelungsvorgängen anstellt.

¹³ **Systemtheorie:** Strukturen von Organisationen.

Bild 2:
Erstellung eines
nichtlinearen
Modells



wieder in die Gleichung eingesetzt, um herauszufinden, ob der Endwert durch das Auflösungsverfahren zu einer stabilen Zahl, einer sich periodisch wiederholenden Zahl oder zu einer zufällig schwankenden Zahl wird.

2.4.3 Dynamische Modelle

In dynamischen Modellen sind die wesentlichen Komponenten nicht-linear: Dort werden die Wechselwirkungen der Systemelemente genauer erfasst. Die nichtlinearen Modelle spüren die kritischen Punkte im System auf. Nicht alle einzelnen Zusammenhänge von Ursache und Wirkung können verfolgt werden. Wichtig ist das Aufspüren und das Identifizieren von so genannten Knoten, mit denen Rückkopplungsschleifen verbunden sind. Von den wichtigsten Schleifen sollten so viele wie möglich für die Beschreibung und Modellierung des Systems erfasst und untergebracht werden. Alles, was besprochen und beschrieben werden kann, lässt sich auch modellieren.

2.5 Vorgehensweise

Beim Vorgang der Modellierung soll bis in die tiefsten Ebenen des Systems vorgedrungen werden und eine Identifizierung der Systempunkte erfolgen. Kritische Systempunkte können nicht nur im rationalen Sinn erarbeitet sondern auch

„geföhlt“ werden. Selten sind sie mit einer Abbildung aus den alten (historischen) Daten in Zusammenhang zu bringen. Ursache und Wirkung brauchen nicht räumlich und zeitlich benachbart zu sein. Daher gibt es eine Vorhersage in dieser Form nicht. Ereignisse im System sind nur in Echtzeit erfahrbar. Ziele der Modellierung sind

- nicht die detaillierte Zukunft vorherzusagen,
- keine strengen Regeln festzulegen, sondern
- durch die Variation von verschiedenen Parametern das Modell zu stören, um dabei
- die kritischen Punkte des Systems zu ermitteln und
- die Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse und Änderungen herauszufinden,
- keine Kontrolle des komplexen Systems durch Quantifizierung und Beherrschung seiner Kausalitäten anzustreben, sondern
- den harmonischen Umgang mit dem System und die Beeinflussung des Systems zu erlernen.

Die Erstellung eines dynamischen Modells nach Peter M. Senge (Bild 2) erfolgt in den Schritten

- Sammlung von Daten,
- Modellierung,
- Prüfung und
- Simulation des zukünftigen Verhaltens.

Sammlung von Daten

Das Sammeln von Daten geschieht folgendermaßen:

- Sammeln von schriftlichen Dokumenten,
- Sammeln von Informationen, die sich in den Köpfen der Mitarbeiter befinden,
- Identifizierung wichtiger Begriffe und arbeitsrelevanter Informationen, von Regeln im System, von Organisation,
- Feststellen des wirklichen Verhaltens der Systemelemente in diesem Rahmen,
- Herausarbeiten der Organisationsstruktur,
- Bestimmen des Zwecks dieser Organisationsstruktur,
- Zusammentragen des gesamten statistischen Zahlenwerks (z. B. Anzahl der Beschäftigten und ihre Arbeitszeiten).

Modellierung

Das Modellieren eines dynamischen Systems geschieht folgendermaßen:

- Herausfinden der wichtigsten Schleifen,
- Identifizieren der Arten von Schleifen für Systemelemente und
- Mathematische Beschreibung der Schleifen mit nichtlinearen Gleichungen. Die Parameterwerte, die stark steigen oder fallen, können bestimmt werden.

Komponente	Grafik	Sonderfunktion	Beschreibung
Systemeinheit			Teilsystem oder Element des Systems
Attraktor		A - allgemein Ap - Punkt Al - Linie Ak - Kreis At - Torso Ah - Funktionshaufen (Punkt, Linie, Kreis)	Funktion, zu der die Systemeinheit strebt
Transformation		T - allgemein Ta - affene Ts - Störungen Tp2 - Periodenverdopplung Tp2q - quasi-periodische Verdopplung	Transformation ist ein Dehnen und Falten, um ein komplexes Muster zu erhalten. Bei affener Transformation ergeben mehrere kleinere Versionen das ursprüngliche Ganze
Verstärkung		Vp - positive Verstärkung Vn - Abdämpfung	Eine Verstärkung kann positiv (zum Erhalt des Systems) oder negativ (zum Abdämpfen von Störungen) sein
Fraktal		F - allgemein Fz - zufällige Skalierung Fi - iterative Skalierung	Bei Fraktalen sind die Elemente auf unterschiedlichen Skalen gleich. Große und kleine Skalen besitzen die gleiche Ordnung
Bifurkation		Bo - zur Ordnung Bc - zum Chaos	Die Bifurkation ist eine Verzweigung in der Ordnung bzw. im Chaos
Rückkopplung		Rp - positiv Rn - negativ	Die Rückkopplung bzw. die Iteration ist das Einbeziehen der vorhergehenden Ausgangsinformation in den Eingang
Intermittenz		Io - Ordnung Ic - Chaos	Die Intermittenz ist ein Fenster der Ordnung bzw. des Chaos in einem System
Wachstum			Wachstum, Anstieg, Expansion
Entwicklung			Entwicklung, Kreativität

© Unterrichtsblätter

- Um ein System dauerhaft zu verändern, muss seine Struktur variiert werden.
- In jedem System gibt es nur sehr wenige „Haupteingriffsstellen“ (Hebelpunkte), an denen man eingreifen kann, um wesentliche dauerhafte Veränderungen im Gesamtverhalten des Systems zu bewirken.
- Je komplexer ein System ist, umso weiter voneinander entfernt sind gewöhnlich Ursache und Wirkung sowohl im Raum wie auch in der Zeit.
- Es bedarf nicht sehr vieler Rückkopplungsschleifen, damit die Vorhersage des Systemverhaltens schwierig wird.
- Weder die Hebelpunkte noch die richtige Art, dort anzusetzen, um ein gewünschtes Resultat zu erzielen, sind im Allgemeinen durchsichtig.
- „Erst schlechter, dann besser“ ist oft das Ergebnis, wenn an einem Hebelpunkt die Strategie in die „richtige“ Richtung zu verändern gesucht wird. Jede Änderung der Planung, die unmittelbar zu besseren Ergebnissen führt, sollte daher stets verächtlich erscheinen.

2.6 Grafische Systemkomponenten

Im vorhergehenden Abschnitt wurden wesentliche Begriffe der Chaostheorie vorgestellt. Aus diesen Begriffen sind grafische Elemente – die Systemkomponenten – abgeleitet worden. Eine Übersicht über die grafischen Systemkomponenten geben die Bilder 3, 4 und 5.

Die grafischen Systemkomponenten bieten durch die Reduzierung auf wesentliche Teile eines Systems den Vorteil der leichten Überschaubarkeit der Strukturen und Beziehungen. Die wichtigsten Systemkomponenten sind:

- Systemeinheit,
- verarbeitende Systemkomponenten,
- aktive Systemkomponenten,
- Systemverbindungen und
- übergeordnete Systemkomponenten.

Die Systemeinheit beschreibt ein System oder einen Teil eines Systems. Sie kann aus weiteren Systemeinheiten bestehen. Ebenso kann eine feste Kopplung zu parallelen Systemeinheiten, eine so genannte Kooperation, bestehen.

Die verarbeitenden Systemkomponenten (Bild 3) beinhalten Verände-

Bild 3: Systemeinheit und verarbeitende Systemkomponenten

Prüfung

Ein dynamisches Modell wird mit Hilfe von historischen Daten geprüft. Beim linearen Modell werden die historischen Daten dazu verwendet, die Vergangenheit darzustellen und einen Trend abzuleiten. Das dynamische Modell bildet mit den historischen Daten das historische Verhalten nach und überprüft die Nähe des Modells zur Wirklichkeit:

- historische Daten in das Modell einsetzen,
- historisches Verhalten des Systems und der Gesamtsysteme erarbeiten und
- Differenzen des Modells zur Wirklichkeit feststellen.

Simulation

Ein dynamisches Modell wird wie folgt simuliert:

- Das zukünftige Verhalten der dynamischen Modelle kann durch Variation von Parameterwerten und Funktionen der Schleifen in den einzelnen Systemelementen geändert werden.
- In einer Computersimulation kann dies dargestellt werden. Es können die Ereignisse und die Wirkung der Variation beobachtet werden.
- Die Veränderungen sollen zu dem Ziel führen, dass neue Strategien, neue Organisationsstrukturen, neue Beziehungen, eine neue Kopplung der Elemente gefunden werden und darauf eine Abschätzung des Verhaltens von autonomen Systemen und deren Akzeptanz erfolgen kann.

Einige Systemprinzipien haben sich aus vielen Modellierungen ergeben:

rungen auf oder in einem System, die funktionalen Charakter besitzen. Darunter fallen Komponenten wie

- Attraktor,
- Transformation,
- Rückkopplung und
- Entwicklung.

Die aktiven Systemkomponenten (Bild 4) beinhalten Veränderungen auf oder in ein System, die eine Richtung beeinflussen. Darunter fallen Komponenten wie

- Generator,
- Zufall und
- Notwendigkeit.

Die Systemverbindungen ermöglichen eine Kommunikation oder eine feste Bindung mit mehreren Systemelementen.

- Die Kommunikation ist für den informellen Austausch von Daten verantwortlich.
- Die Kopplung wird für synchrone und gleichzeitige Aktionen von Systemelementen benötigt.

Die übergeordneten Systemkomponenten fassen mehrere Systemkomponenten zusammen (Bild 5). Hier werden einige Komponenten, z. B. Systemeinheiten, Kooperation und Stabilität, beispielhaft gezeigt.

3 Modellierung

Im vorhergehenden Abschnitt wurden die Grundlagen zur Chaostheorie, nichtlinearer Modellierung und grafischen Systemkomponenten erläutert. Im Folgenden werden die Grundlagen angewendet. Beispielhaft wird eine Welt der TIMES-Märkte modelliert. Die Multimedia-Dienste bilden die thematischen Grundlagen.

Der Umgang mit den grafischen Systemelementen wird demonstriert, indem eine Formel, Ziele und Strukturen modelliert werden. Es wird mit der Modellierung einer Formel die Juliamenge (s. Abs. 3.1) grafisch abgebildet. Bei der Modellierung von Zielen werden grobe Parameter bestimmt und grafisch dargestellt. Mit der Modellierung von Strukturen werden technische, wirtschaftliche, rechtliche und medienpolitische Aspekte der Multimedia-Dienste erzeugt.

In einem Modell werden anschließend die modellierten Strukturen vereinfacht und zusammengefasst. Beispielhaft wird das Modell überprüft. Abschließend wird eine Si-

Komponente	Grafik	Beschreibung
Anfangsbedingung		Anfangsbedingung bzw. Anfangsdaten
Information		Information, Daten
Informationslücke		Informationslücke, Informationsdefizit
Zukunft		Zukunft, Vision
Generator		Der Generator besitzt Energie und Aktivitäten
Kräfte		Kräfte, Aktivitäten
Störung		Störung, negativer Einfluss
Zufall		Zufall, willkürliche, unbestimmbare Einflüsse
Notwendigkeit		Die Notwendigkeit und das Ziel müssen für ein Überleben feststehen
Kommunikation		Kommunikation, Information der Systeme untereinander
Kopplung		Synchrone gleichzeitige Aktionen auf der Basis von Informationen

Bild 4: Aktive Systemkomponenten und Systemverbindungen

© Unterrichtsblätter

mulation durchgeführt, bei der eine neue Strategie vorgestellt, das alternative Verhalten erklärt und eine Ergebnisbewertung der neuen Strategie vorgenommen wird. Durch die Überprüfung und Simulation sind falsche oder kritische Systempunkte identifiziert worden, so dass nun ein optimiertes Modell vorliegt.

3.1 Modellierung einer Formel

Das erste Beispiel der Umsetzung der oben eingeführten grafischen Systemkomponenten beschreibt eine Formel: die Juliamengen. Sie stellt im zweidimensionalen Raum fraktale Strukturen dar. Fraktale können folgendermaßen beschrieben werden:

- Bei Fraktalen sind die Elemente auf unterschiedlichen Skalen¹⁴ gleich.
- Große und kleine Skalen besitzen die gleiche Ordnung. Somit besitzen fraktale Strukturen selbstähnliche Strukturen auf unterschiedlichen Ebenen, die allgemein, zufällig oder iterativ skaliert sein können.

Die Formel der Juliamengen lautet:

$$x_{n+1} = x_n^2 + c.$$

Die Konstante c ist ein fester, vorgegebener Wert. Ein Startwert x_0

wird in die Formel eingesetzt. Das Ergebnis wird wieder als Startwert eingesetzt, bis einer der vier Fälle für x_n eintritt:

1. strebt gegen unendlich,
2. geht gegen einen konstanten Wert,
3. pendelt zwischen Werten und
4. verhält sich chaotisch und beschränkt.

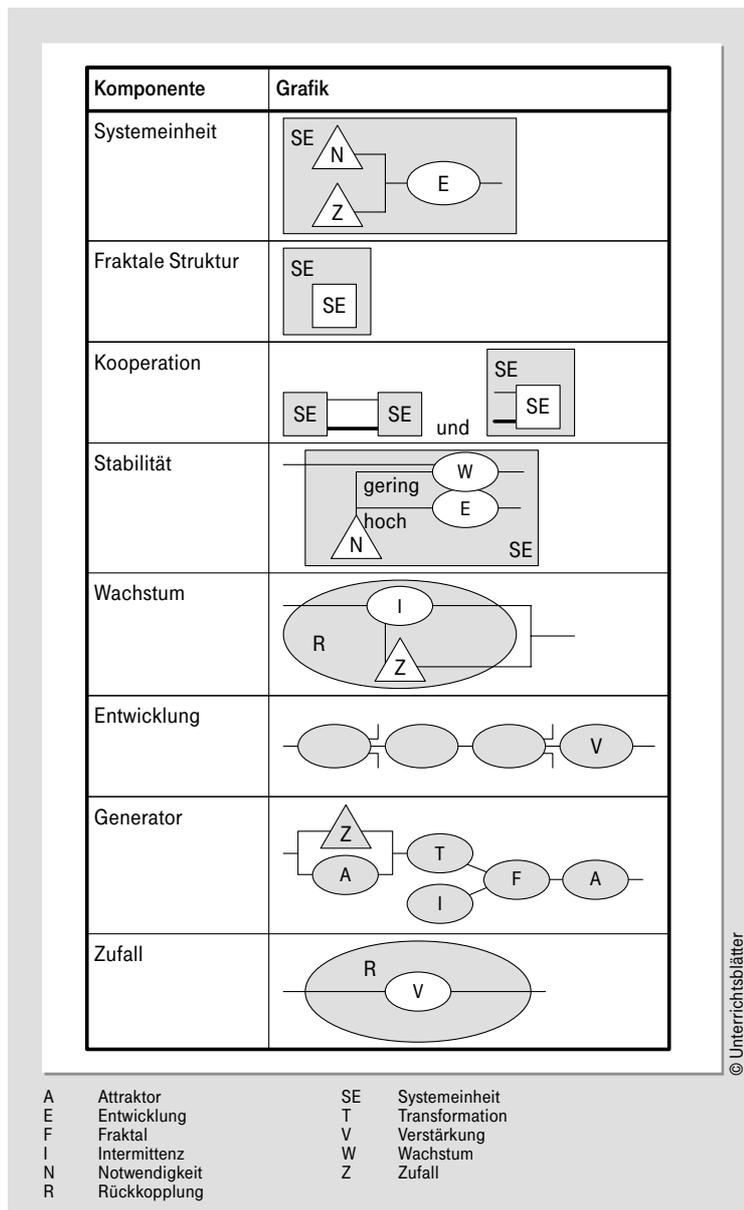
Je nach Startwert erhält man einen von vier Fällen. Über einen längeren Zeitraum der Iteration erhält man eine große Anzahl von Werten, die bei einer Darstellung im zweidimensionalen Raum fraktale Strukturen besitzen. Eine Modellierung der Juliamengen mit Hilfe der grafischen Systemkomponenten ist in Bild 6 zu sehen.

3.2 Modellierung nach Zielen

Ein zweites Beispiel beschreibt die Modellierung von Zielen, bei der grob Parameter bestimmt und grafisch dargestellt werden. Einige wichtige, globale Ziele zu den Aspekten Technik, Wirtschaft, Medienpolitik und Recht sowie der Unternehmenspolitik sind in Bild 7 aufgeführt. Hierbei wird eine Differenzierung eingeführt.

¹⁴ Skalen: Messlatten, Maßstäbe.

Bild 5:
Übergeordnete
System-
komponenten



Eine Umsetzung der Ziele unter Anwendung der oben vorgestellten Systemkomponenten in Strukturen mit grober Parametrisierung ist in Bild 8 und Bild 9 zu sehen. Bei allen modellierten Zielen wird die Struktur aus den Systemkomponenten

- „Ausgangsbedingung“,
- „Entwicklung“ und
- „Zukunft“

gebildet. Alle Strukturen sind folgendermaßen aufgebaut: Mehrere Informationseinheiten wirken auf die Einheit „Wachstum“, die wiederum die „Entwicklung“ steuert.

Beispielhaft wird im Folgenden ein Teilsystem „Wirtschaft – Unternehmenspolitik“ beschrieben. Das System „Unternehmenspolitik – Ziel und Notwendigkeit“ besitzt eine

- Anfangsbedingung, eine
- Entwicklung und eine
- Zukunft.

Die Anfangsbedingung ist der Ausgangspunkt der Entwicklung. Die Entwicklung bestimmt die Zukunft. Auf die Entwicklung wirkt Wachstum. Das Wachstum wird von den wichtigsten Generatoren bestimmt. Das sind: minimale Herstellungskosten, maximaler Wirtschaftsraum und maximale Wertschöpfungskette.

3.3 Modellierung von Strukturen der Aspekte

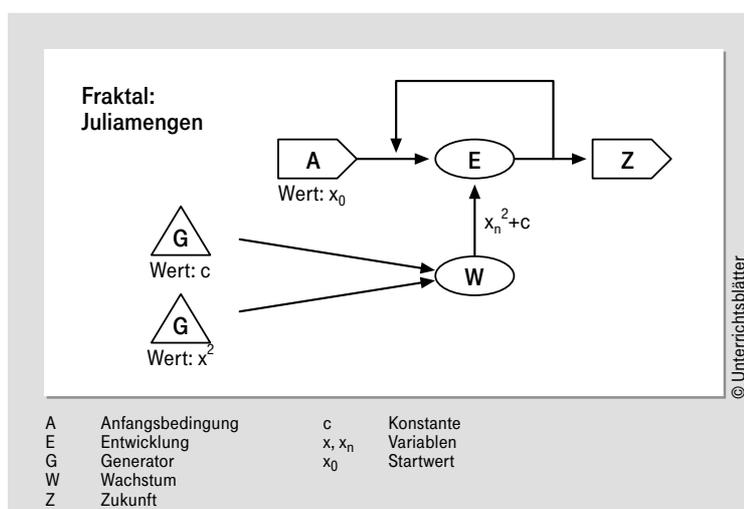
Im dritten Beispiel wird eine Modellierung von Strukturen vorgenommen, die den technischen, wirtschaftlichen, rechtlichen und medienpolitischen Aspekt der Multimedia-Dienste darstellt.

Das Sammeln von Daten beruht auf den Dokumenten, Informationen und Zahlen, wie Wirtschafts- und Statistikdaten. Bei der exemplarischen Modellierung verzichten wir auf konkrete Parameter oder mathematische Schleifen.

3.3.1 Strukturierung der technischen Aspekte

Die Strukturierung der technischen Aspekte wird am stärksten von Standards, Patenten und firmeneigenen Verfahren bestimmt, die auch im internationalen Umfeld wirken (Bild 10). Die Standards stellen den kleinsten gemeinsamen Nenner auf internationaler technologischer Ebene dar und verfolgen das Ziel, eine internationale technische Basis festzuschreiben, auf die man die wirtschaftlichen Bestre-

Bild 6:
Modellierung
der fraktalen
Strukturierung –
Juliamengen



bungen stützen kann. Die Patente verfolgen das Ziel, einen technischen Vorsprung zu schaffen, auf dem eine wirtschaftliche Wertschöpfung wirken kann.

Aus der Struktur der technischen Aspekte geht hervor, dass viele technische Details und Zusammenhänge bestehen und Standards, Patente und firmeneigenes Know-how verschachtelt sind. Der Schwerfälligkeit der Standards wird mit firmeneigenen Verfahren begegnet.

3.3.2 Strukturierung der wirtschaftlichen Aspekte

Bei der Strukturierung der wirtschaftlichen Aspekte sind die wichtigsten Merkmale

- das Unternehmen,
- der Kunde,
- der Inhalt,
- der Vertrieb und
- die Technik.

Die Unternehmen und deren Töchter suchen neue Absatzmärkte nicht nur auf nationaler, sondern auch auf europäischer und weltweiter Ebene (Bild 11). Das führt zu einer Globalisierung und einer Optimierung der Produkte bezüglich

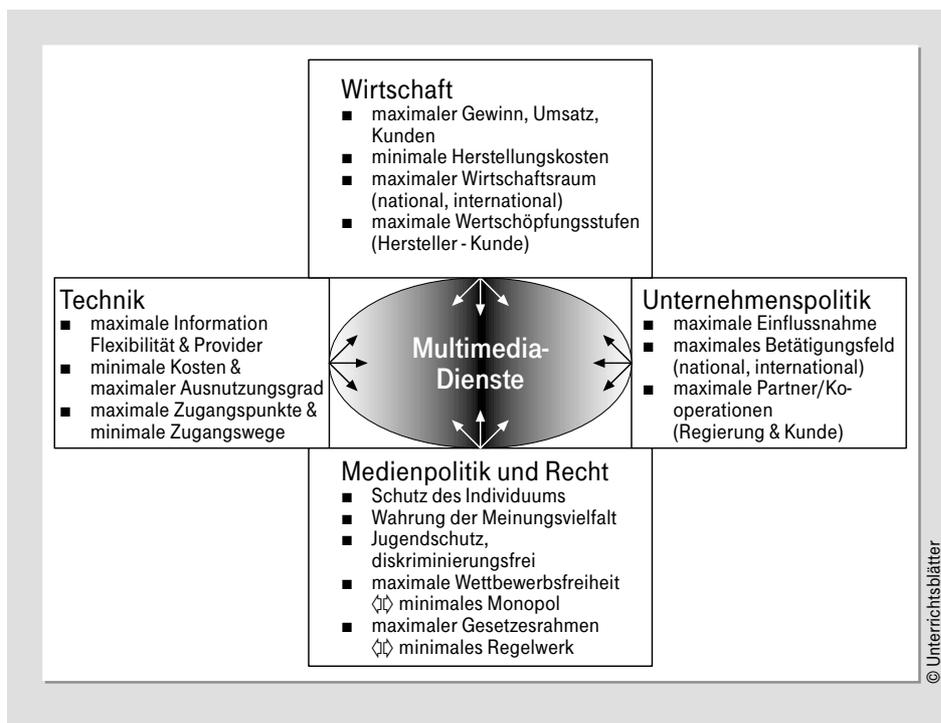
- Preisstruktur,
- Dienstmerkmale und
- Dienstqualität,

zu direkteren und schnelleren Aktionen der Unternehmen auf unterschiedlichen Ebenen, zu bidirektionalen¹⁵ Aktivitäten und Bedrohungen der eigenen und fremden Märkte sowie Abhängigkeit und Zusammenspiel von Inhalt, Vertrieb und Technik.

Aus der Struktur der wirtschaftlichen Aspekte ist erkennbar, dass es auf nationaler Ebene hier in Deutschland einen einfachen Regelkreis gibt. Die Unternehmen und die drei Komponenten Inhalt, Vertrieb und Technik beeinflussen die Multimedia-Dienste. Diese wirken auf den Kunden. Der Kunde wiederum befindet sich in enger, direkter Kopplung zum Unternehmen auf den unterschiedlichen Ebenen (regional, national, europaweit, weltweit). Die internationalen Unternehmen können nur durch eine Vertretung im Land tätig werden.

3.3.3 Strukturierung der rechtlichen Aspekte

Bei der Strukturierung der rechtlichen Aspekte sind die wichtigsten



© Unterrichtsblätter

Merkmale die Vertretungen von Bund und Ländern, die Bundes- und Landesgesetze und die rechtlichen Vertretungen für die Gesetze – die Gerichte – sowie der Kunde (Bild 12). Auf Bundes- und Länder Ebene wird auf die Bundes- und Landesgesetze eingewirkt. Diese wirken auf den Kunden. Der Kunde kann indirekt auf den Bund oder die Länder durch Wahlen oder direkt über die Gerichtsbarkeit Einfluss nehmen. Die Gerichte ihrerseits wirken auf die Multimedia-Dienste kurz- und auf die Gesetzgeber langfristig. Weitreichend ist auch die internationale Einflussnahme, die die nationale Rechtsprechung überlagert und einen anderen Rechtsrahmen bildet.

Aus der Struktur der rechtlichen Aspekte ist zu erkennen, dass die Entscheidungen durch viele Instanzen laufen. Somit ergeben sich viele Einflüsse, lange Verzögerungen und geschützte nationale Regionen.

3.3.4 Strukturierung der unternehmenspolitischen Aspekte

Bei der Strukturierung der unternehmenspolitischen Aspekte sind Einfluss, Ziel, Partnerschaft und Konkurrenz wichtige Merkmale (Bild 13). Beim Einfluss versuchen Institutionen wie Unternehmen, Regierung, Kunden, Bürger und Verbände ihre Interessen am Markt durchzusetzen. Das Handeln wird

von der Notwendigkeit und dem Ziel bestimmt. Bei den Partnern wird nach Geldgebern oder Kooperation zur Zusammenarbeit gesucht, sei es nur in der Dimension Geld oder in den weiteren Dimensionen Vertrieb, Inhalt und Technik.

Durch die Konkurrenz werden Abgrenzungen im Marktsegment gesucht. Die Abgrenzungen können durch Einführung eines besseren Preis- und Leistungsverhältnisses oder über rechtliche Streitigkeiten erzielt werden. Aus dem Ziel und der Notwendigkeit ergibt sich eine Strategie – eine Marktstrategie für ein Unternehmen. Diese definiert bestimmte Prozesse für eine Wertschöpfungsstufe in einzelnen Modulen der Dienste. Projekte können mit ihrem Rollenverständnis und Arbeitspaketen bestimmt werden. Alle beteiligten Elemente im Unternehmen müssen die spezifischen Komponenten herausstellen und die unternehmenseigenen Merkmale für die unterschiedlichen Kundensegmente, Produkte und Dienstleistungen verstärken.

Aus der Struktur der unternehmenspolitischen Aspekte ist zu erkennen, dass auf allen Ebenen eine fraktale Struktur besteht. Somit sind einfache Strategien auf alle Ebenen übertragbar. Ein Partner kann schnell zum Konkurrenten und umgekehrt – ein Konkurrent

Bild 7: Ziele, ausgehend von den interdisziplinären Aspekten

¹⁵ bidirektional: beidseitig.

Aspekte	Grafik
<u>Wirtschaft:</u> Minimale Herstellungskosten Maximaler Wirtschaftsraum Maximale Wertschöpfungskette	Unternehmen
<u>Wirtschaft:</u> Maximaler Gewinn Maximaler Umsatz Maximale Kunden	Unternehmen
<u>Technik:</u> Maximale Information Maximale Flexibilität Maximale Anzahl Provider	Technik
<u>Technik:</u> Minimale Kosten Maximaler Ausnutzungsgrad Maximale Zugangspunkte Minimale Zugangswege	Technik

A Anfangsbedingung I Intermittenz Z Zukunft
 E Entwicklung W Wachstum

© Unterrichtsblätter

Ebenen der Europäischen Union (EU) und der Welt vorhanden. Auf diese internationalen Unternehmen kann der Kunde auch einwirken.

- Die Struktur der unternehmenspolitischen Aspekte wird von den Komponenten Ziel, Notwendigkeit sowie den Konkurrenten dominiert. Diese unternehmerischen Strategien haben starke fraktale Strukturen, die sich auf ähnliche Weise auf nationaler, europäischer und weltweiter Ebene wiederholen.
- Die Struktur der rechtlichen und medienpolitischen Aspekte wird von den Komponenten Bund und Länder auf legislativer¹⁶ Seite und von den Gerichten auf der exekutiven¹⁷ Seite bestimmt. Die Einwirkungen von Seiten der EU und der Welt auf die Multimedia-Dienste haben ebenfalls eine fraktale Struktur.

Im hier gezeigten Modell beeinflussen sich die Blöcke gegenseitig. Im Technikblock befindet sich die Komponente Multimedia-Dienste, die ihrerseits auf den Kunden im Wirtschaftsblock einwirkt. Der Kunde seinerseits wirkt auf die Unternehmenspolitik der Anbieter und auf das Unternehmen im Wirtschaftsblock. Der Kunde kann auf den rechtlichen Block Einfluss nehmen.

Dagegen kann das Unternehmen im Wirtschaftsblock auf den rechtlichen und medienpolitischen Block Einfluss nehmen und seinerseits beeinflusst werden. Das Unternehmen im Wirtschaftsblock und die Unternehmenspolitik sind voneinander abhängig. Die Unternehmen im Wirtschaftsblock steuern auch die Multimedia-Dienste im Technikblock. Zwischen dem unternehmenspolitischen Block und dem rechtlichen/medienpolitischen Block gibt es eine beidseitige Beziehung.

Aus den Strukturen aller Aspekte ist zu erkennen, dass alle Ebenen fraktal (selbstähnlich) sind. Das ist besonders bei der Unternehmenspolitik hervorzuheben. Die fraktale Struktur ist bei den Aspekten Recht und Medienpolitik auf untergeordneter Ebene verschoben. In diesem Fall ist die Ebene „Welt“ vernachlässigbar und die Ebene „Bundesländer“ dominierend.

¹⁶ Legislative: die gesetzgebende Gewalt, auch die gesetzgebende Körperschaft.

¹⁷ Exekutive: die vollziehende Gewalt.

Bild 8: Modellierung der Ziele „Wirtschaft“ und „Technik“

kann schnell zum Partner – werden. Es existiert Rückkopplung. Jeder verhandelt mit jedem.

4 Das Modell

Im vorhergehenden Abschnitt wurde die Modellierung nach Formeln, Zielen und Strukturen beschrieben. Unser Modell wird aus den modellierten Strukturen Technik, Wirtschaft, Recht und Unternehmenspolitik zusammengesetzt (Bild 14). Das zusammenfassende Modell soll zwei Blöcke enthalten.

Der erste Block besteht aus den Aspekten der Technik und der all-

gemeinen Wirtschaft. Der zweite Block besteht aus den Aspekten der Unternehmenspolitik der Anbieter sowie der Medienpolitik und dem Recht.

- Die Struktur der technischen Aspekte wird durch die Multimedia-Dienste bestimmt. Weitere dominierende Komponenten sind die Standards und Patente, die auf fraktaler Ebene auf die Multimedia-Dienste wirken.
- Die Struktur der wirtschaftlichen Aspekte wird von den Unternehmen und den Kunden bestimmt. Die fraktalen Strukturen von Unternehmen sind auf den

Das bedeutet für die Wirtschaft, dass die Zusammenhänge und wichtigen Systemkomponenten von einer Ebene leicht auf die andere Ebene übertragbar sind, womit sich der Aufwand, Struktur und Mechanismen zu verstehen, verringert. Allerdings wird der Wirtschaft bewusst, dass hier noch eine weitere Instanz (Ebene) für einen Markt-gang notwendig sein wird und neue Markt-Barrieren entstehen können.

5 Simulation

Die Simulation des zukünftigen Verhaltens der dynamischen Modelle kann durch Änderung der Politik bzw. hier durch eine neue Strategie und die Beschreibung des alternativen Verhaltens erfolgen. Eine Ergebnisbewertung führt zu einem abschließenden Urteil über das Modell.

5.1 Neue Strategie

Die Ist-Analyse wird mit dem Modell beschrieben. Für eine neue Ausrichtung des Modells sind einige neue Annahmen, eine Variation von Bestimmungsgrößen oder die Verlagerung des unternehmerischen Schwerpunkts notwendig. Diese Veränderungen am erstellten Modell werden mit einer „neuen Strategie“ bezeichnet.

Die grundlegende Änderung am Modell kann erzielt werden, indem die fraktale Struktur in den unternehmenspolitischen Aspekten und den rechtlichen, medienpolitischen Aspekten abgebaut wird. Das wirkt sich beispielsweise auf die Unter-

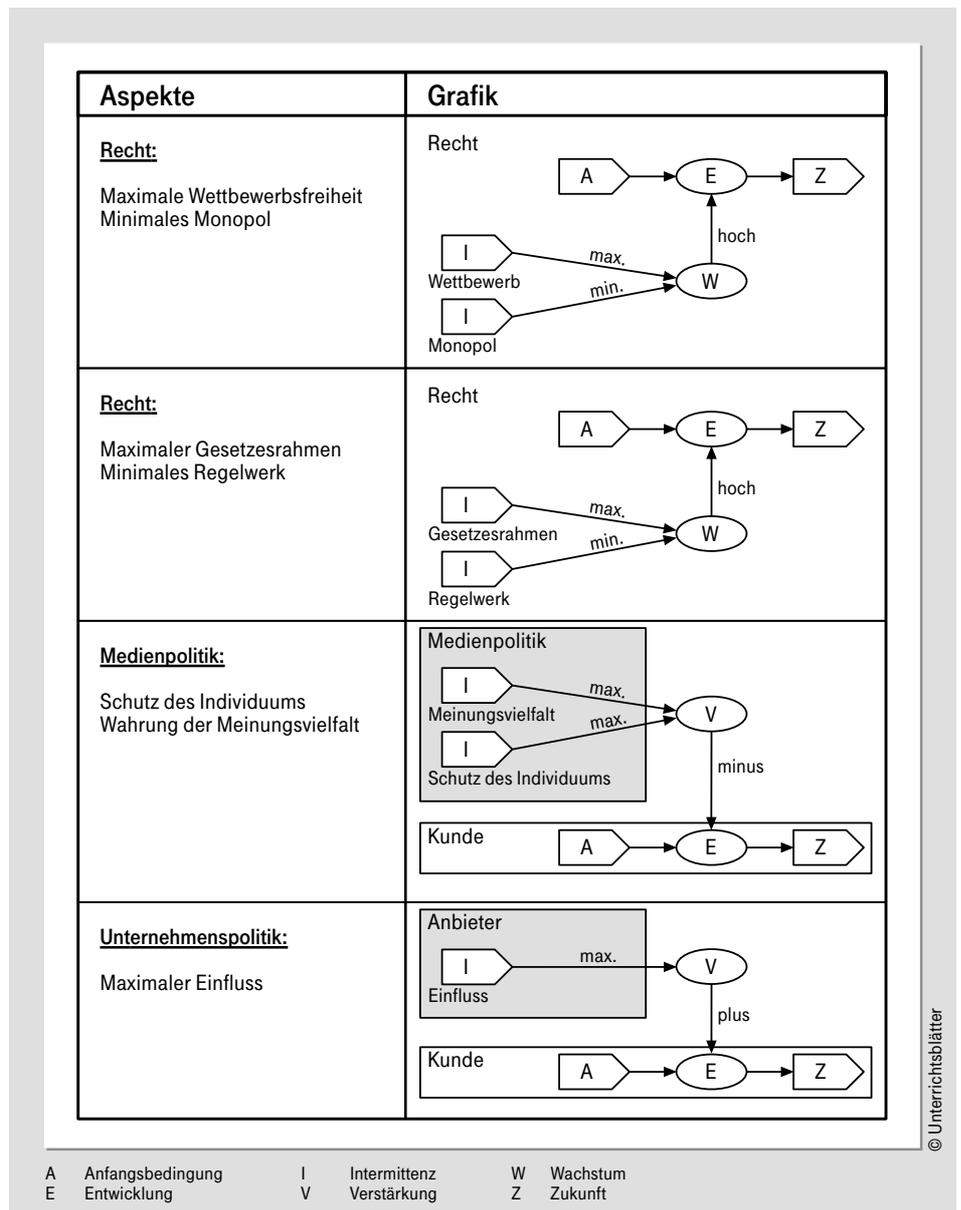


Bild 9: Modellierung der Ziele „Recht“ und „Medien- und Unternehmenspolitik“

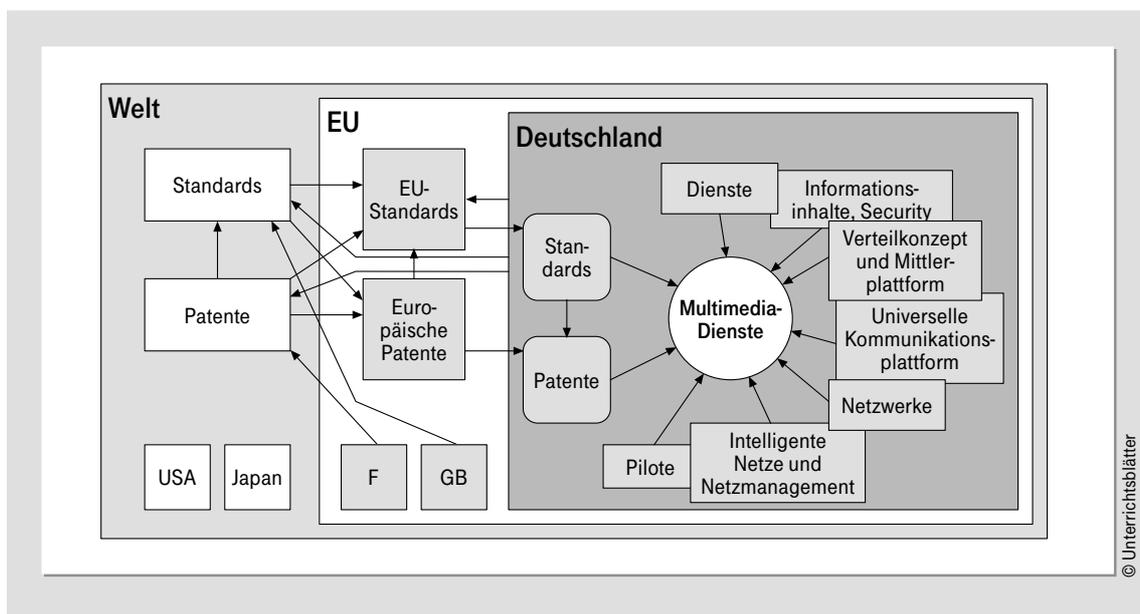
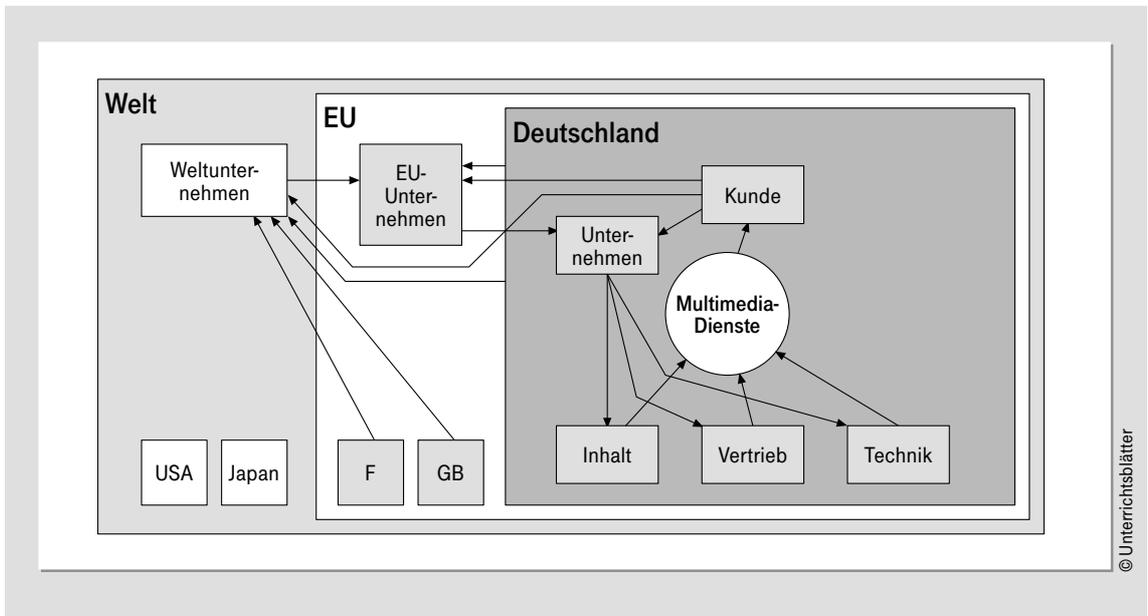


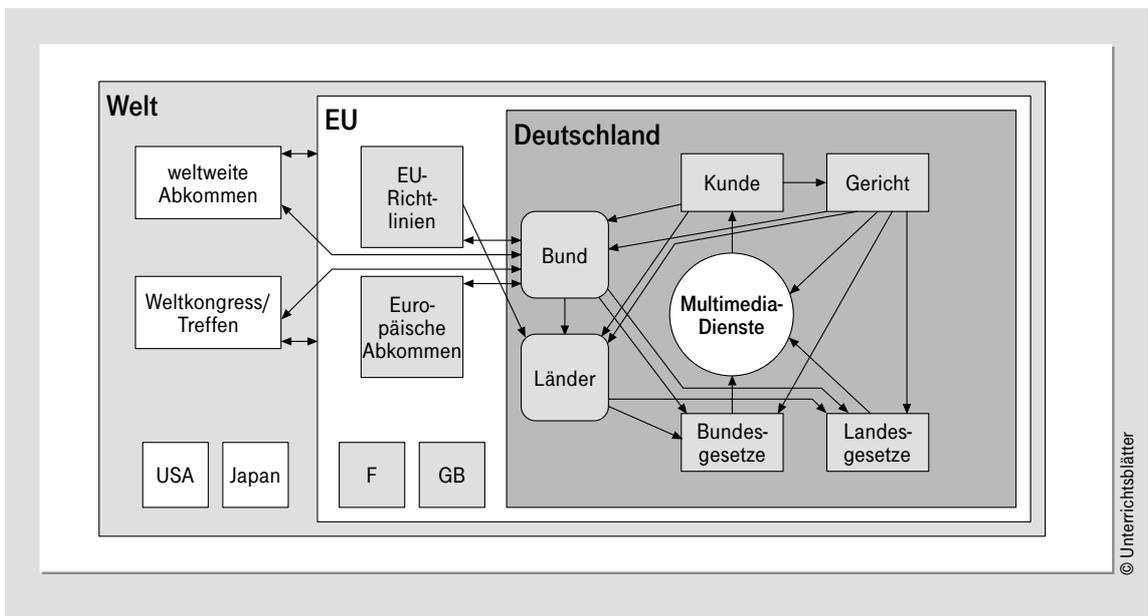
Bild 10: Strukturierung der technischen Aspekte

Bild 11:
Strukturierung
der wirtschaft-
lichen Aspekte



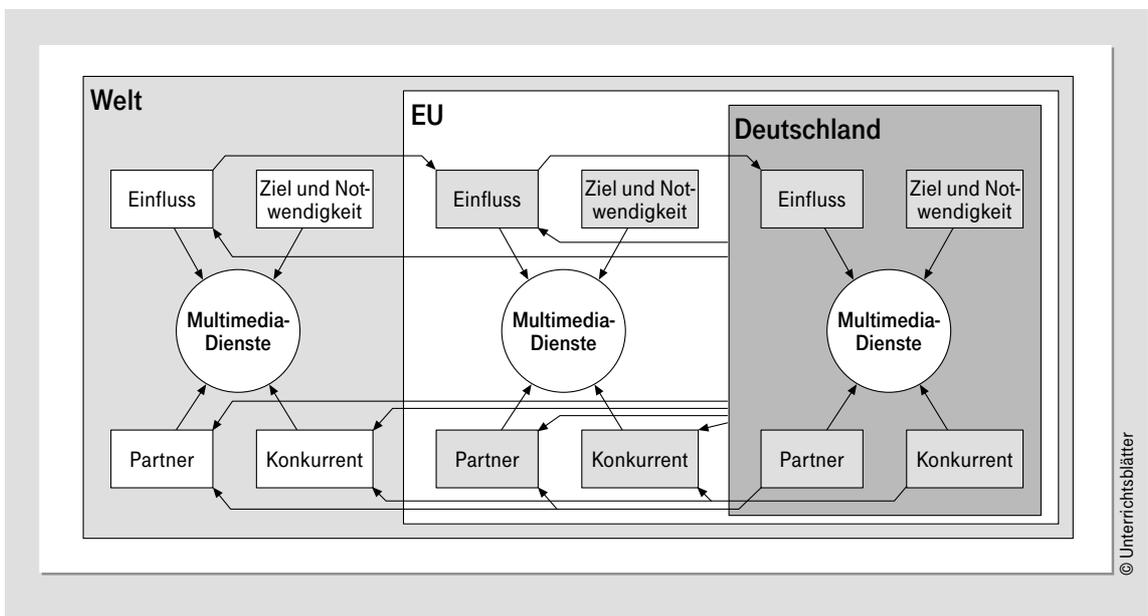
© Unterrichtsblätter

Bild 12:
Strukturierung
der rechtlichen
Aspekte

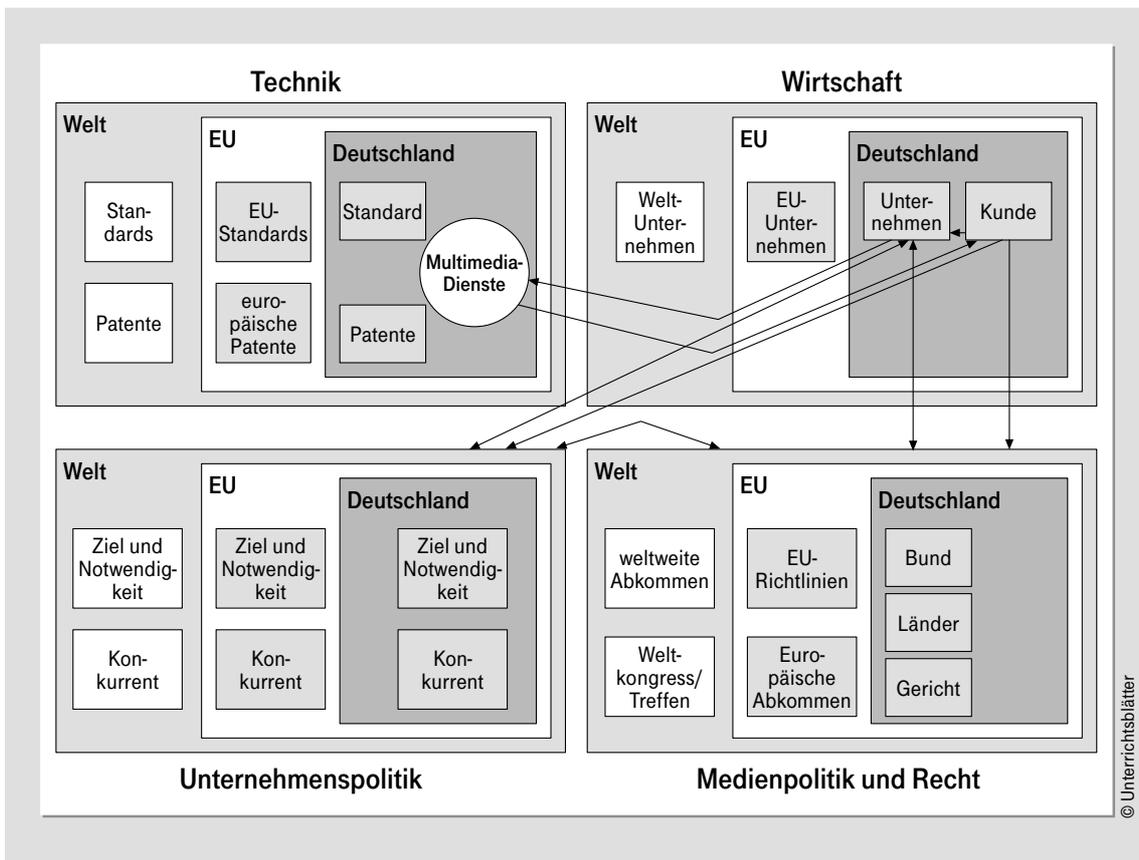


© Unterrichtsblätter

Bild 13:
Strukturierung der
unternehmens-
politischen
Aspekte



© Unterrichtsblätter



© Unterrichtsblätter

nehmenspolitik so aus, dass die Ziele globaler gefasst werden. Für die rechtlichen Aspekte ergibt sich, dass eine Vereinfachung der Rechtslage zu Gunsten des EU-Rechts entsteht.

Die unternehmenspolitischen Aspekte verwenden gleiche Strategien auf unterschiedlichen Ebenen. Es bedarf aber unterschiedlichen Anpassungen auf unterschiedlichen Ebenen. Innovationen werden nicht erkannt und somit verhindert. Innovationen sind keine technischen Innovationen, sondern sie werden von der unternehmenspolitischen Seite angestoßen und von der wirtschaftlichen Notwendigkeit getragen.

Die Struktur der rechtlichen Aspekte ist zu träge, um mit der Entwicklung auf unterschiedlichen Ebenen Schritt zu halten. Bis eine EU-Richtlinie in nationales Recht umgesetzt ist, steht schon eine neue Richtlinie bevor. Die Regelungen sind auf den Ebenen zu unterschiedlich, als dass schnell eine eindeutige Rechtsprechung gefunden werden könnte. Sie behindern dadurch die Entwicklung der Wirtschaft, die sie eigentlich stärken sollten. Darüber hinaus öffnen sich in den Strukturen der Wirtschaft keine Lücken für neue Unterneh-

men und Bereiche. Sie werden von den dominierenden Unternehmen beherrscht.

5.2 Alternatives Verhalten

Das alternative Verhalten des Modells wirkt sich als Folge der neuen Strategie auf die Blöcke „Unternehmenspolitik“ und „Medienpolitik und Recht“ aus. Ihre Struktur innerhalb des Systems wird verändert. Die Beziehungen untereinander bleiben dagegen bestehen (Bild 15).

Für die Struktur der unternehmenspolitischen Aspekte werden auf den nationalen, europäischen und weltweiten Ebenen die Systemkomponenten „Ziel und Notwendigkeit“ sowie „Konkurrenten“ zusammengelegt. Das bedeutet, dass die Unternehmen eine globale und breitere Herangehensweise an den Markt bzw. den Wirtschaftsraum haben. Darüber hinaus sollte die Strategie „Moving Targets“ eingeführt werden. Eine schnelle Ausrichtung und Abstimmung von Zielen auf internationaler und nationaler Ebene ist dann notwendig.

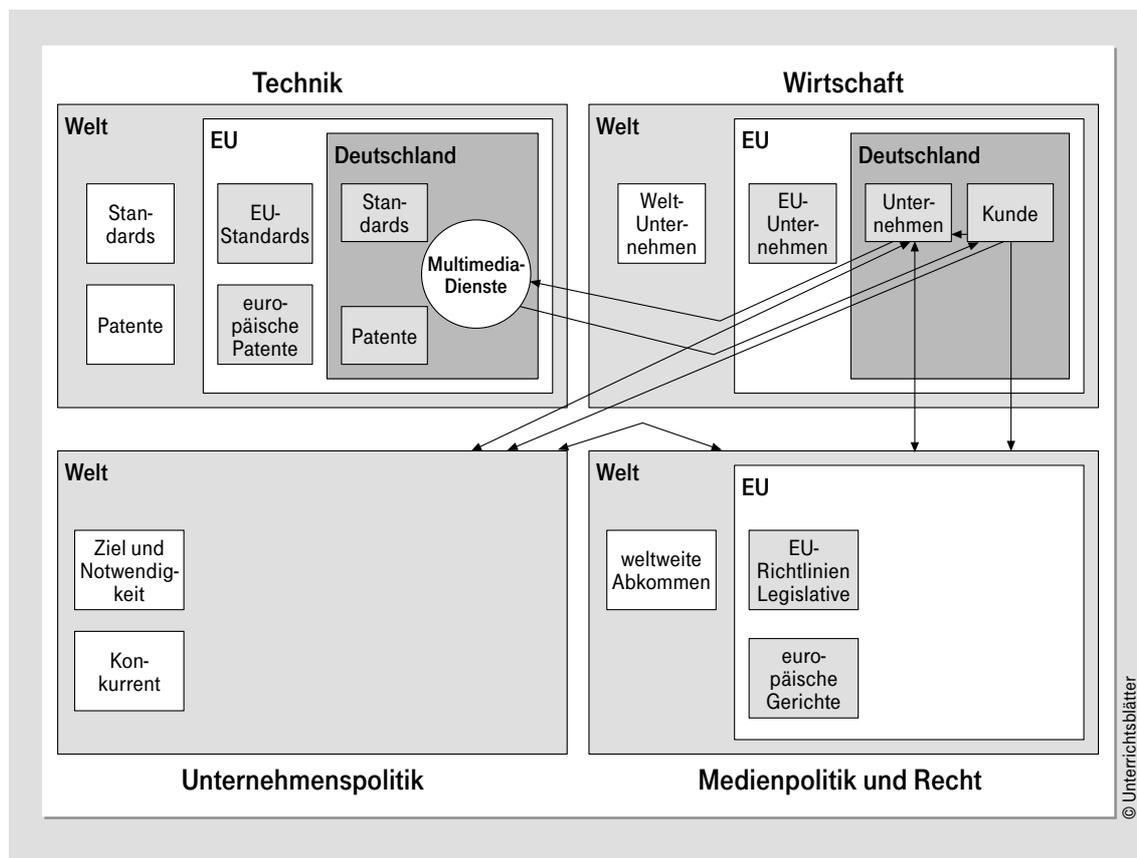
Im Wirtschaftsbereich sollte dagegen eine Konzentration auf die Kernkompetenz und intensivere Maßnahmen eines Unternehmens statt-

finden. Eine breite Produktpalette und eine Abdeckung aller Bereiche und Segmente führt nicht zu einem wirtschaftlich gesunden Unternehmen. Die schmalere Produktpalette und die intensiveren Handlungen führen zur besseren Ausnutzung der Ressourcen und damit zu minimalen Herstellungskosten und besserer Wertschöpfung. Durch das Zurückziehen auf die Kernkompetenz entfällt die Anschubsfinanzierung, ein starker Konkurrenzkampf und eine Neupositionierung, was zu einer besseren Gewinnerwirtschaftung führt.

Darüber hinaus erhalten weitere Unternehmen – besonders kleinere und mittlere Betriebe – durch die Konzentration auf Kernkompetenzen eine Chance, am Markt teilzuhaben. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für die medienpolitischen und rechtlichen Aspekte, weniger einzugreifen.

Die Struktur der rechtlichen und medienpolitischen Aspekte sollte soweit vereinfacht werden, dass es nur noch eine dominierende, rechtliche Instanz auf der Ebene der EU gibt. Die Struktur der rechtlichen Aspekte ist zu träge und zu langsam, um mit der Entwicklung auf den unterschiedlichen Ebenen Schritt zu halten.

Bild 15:
Simulation



Das bedeutet, dass zum einen die unterschiedlichen gesetzgebenden Komponenten, wie Bund, Länder und EU-Richtlinien, sowie zum anderen die gesetzlich überwachenden Komponenten, wie die nationalen Gerichte und die EU-Gerichte, zusammengelegt werden. Die Gewaltenteilung sollte weiterhin bestehen bleiben. Das EU-Recht sollte dann mit minimalem Aufwand – aber an entscheidenden Stellen – eingreifen. Gelingen kann die Zusammenlegung der rechtlichen Instanzen nur, wenn ein breiter gesetzlicher Rahmen und ein minimales Regelwerk eingeführt werden. Innerhalb der Zusammenlegung der Instanzen kann die weltweite Ebene vernachlässigt werden.

Im Technikblock sollte ein Schwerpunkt auf wiederverwendbare Komponenten gelegt werden, um sie auf unterschiedlichen Ebenen nutzbar zu machen. Damit ergibt sich eine mehrfache Nutzung der Ressourcen und führt zu einer besseren Wirtschaftlichkeit der Multimedia-Dienste.

5.3 Ergebnisbewertung der neuen Strategie

Das dynamische Modell der neuen Strategie kann durch einen Ver-

gleich des Modellverhaltens mit dem wirklichen Verhalten geprüft werden. Die Prüfung bezieht sich beispielhaft auf die Entwicklung der Produktionskosten, die Entwicklung der Sportverwertungsrechte und die Entwicklung der Zusammenschlüsse marktbeherrschender Unternehmen.

Die negativen Entwicklungen bezüglich der Produktionskosten, der Sportrechte und der Zusammenschlüsse der Unternehmen könnten mit Hilfe der Strategie „Kernkompetenzen“ beseitigt werden. Es verhandeln auf dem Markt nicht mehr eine geringe Anzahl von Bietern für große Inhaltspakete, sondern es interessiert sich eine große Anzahl von Bietern für wenige und spezialisierte Inhalte. Es gibt kaum Überschneidungen und wenige Mitbieter. Die Konzentration auf Kernkompetenzen bringt eine Verringerung der Produktionskosten der Multimedia-Dienste. Eine Minimierung der Konkurrenten und die Zusammenarbeit vergrößert das Angebot von Fernsehinhalten.

Es ist wahrscheinlich, dass die Preise für Sportrechte sinken werden, wenn nur wenige Bieter sich für das Material interessieren. Eine weitere Kostensteigerung für die knappen und teuren Fernsehinhal-

te wird somit aufgehoben. Die Produktionskosten von Multimedia-Diensten, die im Wesentlichen von den Lizenzkosten der Inhalte bestimmt werden, werden durch Verlagerung der Kundeninteressen zu neuen Diensten hin (z. B. Spiele, Videokonferenzen, Internet) sinken.

Die Entwicklung der Zusammenschlüsse von marktbeherrschenden Unternehmen wird mit Hilfe dieser Strategie auch gebremst, da sich die Unternehmen, die sich auf ihre Kerngebiete zurückziehen, schmalere Segmente besetzen und für weitere Unternehmen Platz zum Handeln lassen. Durch eine Vielzahl von Anbietern ist auch keine Einschränkung der Meinungsvielfalt zu erwarten und es sind keine rechtlichen Eingriffe notwendig.

Zwei Beispiele von Firmen im TV-Bereich sollen diese Sichtweise belegen:

- Eine Unternehmensgruppe A hat eine zielgerichtete Unternehmenspolitik. Sie ist ein großer TV-Anbieter und besitzt viele Beteiligungen in der Produktionskette. Sie verfolgt die Strategie, die Wertschöpfungskette zu verbreitern. Die einzelnen Unternehmen bringen kaum Gewinn. Der stärkste Gewinnträger ist

die Verwertung von Fernsehinhalt. Deren Gewinne werden durch Investitionen wieder kompensiert. Das gesamte Unternehmen arbeitet nicht rentabel, weil es auf breiter Front tätig ist. Eine Ausrichtung auf Kernkompetenzen und die unternehmenspolitische Strategie mit Moving Targets hätte zum Ergebnis, dass unter bestimmten Gesichtspunkten Marktsegmente erkannt werden, die in Deutschland nicht wirtschaftlich arbeiten. Die Folge wäre ein Abbau der unrentablen Unternehmens-Beteiligungen.

- Die andere Firma B hat bereits eine breit gefächerte Unternehmenspolitik. Sie ist in die Kernkompetenzen Buch und Presse und in den Nebengebieten Fernsehen und Multimedia involviert¹⁸. In dem Bereich TV und Medien sind die Anteile am Gesamtumsatz gering, somit sind sie nicht das heutige Standbein des Unternehmens, jedoch werden sie als das Zukünftige angesehen. Sie verfolgt die Strategie, in einem engen Segment effektiv zu arbeiten und auf die Stärken zu setzen. Uneffektive Segmente werden schnell fallen ge-

lassen. Die einzelnen Wertschöpfungsstufen brauchen nicht ineinander zu greifen, sondern sollten für Medien-Produktionen mehrfach einsetzbar sein. Das wirkt sich in hohen Gewinnen und geringen Fremdkapital-Anteilen aus.

6 Schlussbetrachtung

Ziel des Beitrags war es, die Chaostheorie mit ihrer Methode vorzustellen. In den Grundlagen wurden Begriffe, das Vorgehen und grafische Systemelemente eingeführt. Eine beispielhafte Modellierung der TIMES-Märkte auf der Grundlage der Multimedia-Dienste wurde besprochen. Systemanalytiker, Produktmanager und Planer erhalten nun eine Methode, bei der sie globale Problemstellungen managen können. Eine ganzheitliche, dynamische Welt kann durch die Chaostheorie beschrieben werden. (Ge)

Literaturhinweise

Briggs, John: An Interview with J. Briggs, MIT, Cambridge, Massachusetts, 4th September 1986 and 8th January 1987.

Briggs, John: Chaos – Neue Expeditionen in fraktale Welten, Carl Hanser Verlag, 1993.

Buzug, Thorsten: Analyse chaotischer Systeme, Spektrum Akademischer Verlag, 1994.

Büttner, Peter: What Is System Thinking?, The Battleboro Bulletin, Juli 1985.

Hoff, Axel: Chaoskontrolle, Informationsverarbeitung und chemische Reaktionssysteme, 1997.

La Violette, Paul A.: Thoughts about Thoughts about Thoughts: The Emotional Perceptive Cycle Theory, Man-Environment & System 9, No. 1, 1979.

Lohr, Jürgen: Probleme und Lösungen von Multimedia-Diensten und interaktiven Kommunikations-Diensten im nationalen und internationalen Umfeld, VDI-Verlag, Reihe 10, Nr. 564.

Mandelbrot, B. B.: Die fraktale Geometrie der Natur. A. d. Engl. Neuausgabe Basel u. a. 1991.

Nijkamp, Peter, Reggiani, Aura: Interaction, Evolution and Chaos in Space, Springer Verlag, Berlin, 1992.

Pawalkat, Horst: Die soziologische Entropie. Oder der unvermeidbare Weg ins Chaos, Fischer Verlag, 1992.

Peters, Thomas, Watermann Jr., Robert H.: In Search of Excellence, New York 1982.

Peters, Thomas: Thriving on Chaos. A Handbook for a Managerial Revolution, New York 1987.

Prigogine, Ilya, Stengers, Isabelle: Order Out of Chaos, New York, 1984.

Prigogine, Ilya: Vom Sein Zum Werden, München, 1993.

Ruelle, D.: Zufall und Chaos. A. d. Engl. Berlin u. a. 1994.

Toifl, Karl: Chaos im Kopf, Chaostheorie – ein nichtlinearer Weg für Medizin und Wissenschaft, 1995.

Kunick, A. und Steeb, H.-W.: Chaos in dynamischen Systemen. Mannheim 1989.

¹⁸ involvieren: einschließen, in etwas verwickeln.

Verzeichnis der Fachbegriffe in der Chaostheorie

Affine Transformation

Bei der affinen Transformation ergeben mehrere kleine verzerrte Versionen des Originals nach Überlappung der Versionen (Collage) wieder die ursprüngliche Form. Dies bedeutet eine geschickte Datenreduktion. Die Transformation ist dann verlustfrei.

Aktives Chaos

Das aktive Chaos besitzt Aktivitäten, Energie bzw. ein Streben, so dass der Zustand eines Systems weit entfernt vom Gleichgewicht ist. Das Chaos bedeutet nicht nur ein Untergehen von Welten und Systemen, sondern auch die Erschaffung und Geburt neuer Systeme.

Attraktor

Der Attraktor ist ein Gebiet im Phasenraum, der eine „magnetische“ Anziehungskraft auf ein System ausübt und das System in diesen Zustand hineinziehen will. Diese Anziehungskraft kann einen Punkt, eine Linie, einen Kreis, einen Torso oder einen Punktehaufen aller vorhergenannten Arten bilden.

Autopoiese Strukturen

Die Eigenschaft der ständigen Selbsterneuerung

und Selbsterschaffung nennt man Autopoiese. Autopoiese Systeme sind in ihre Umwelt eingebettet und bilden somit autopoiese Strukturen. Sie besitzen bestimmte Grenzen, in denen sie sich bewegen können. Die Grenzen wiederum sind offen für Einflüsse und verbinden das System mit seiner Umwelt und weiteren Systemen.

Bifurkation

Die Bifurkation ist eine Verzweigung des Attraktors, so dass für unterschiedliche Zustände mehrere Attraktoren entstehen. Somit kann ein System mehrere Attraktoren durchlaufen (Punkt, Kreis, Torso). Die Bifurkation ist ein Meilenstein in der Evolution eines Systems. Hier kristallisiert sich bzw. dokumentiert sich die Geschichte eines Systems. Im Verlauf des Chaos ergeben sich Fenster der Ordnung. Die Bifurkation stabilisiert durch Rückkopplung den Zustand im System. Weitere Störungen versetzen das System in ein Chaos. Weitere Störungen und Einflüsse führen wieder zu einer Bifurkation mit einer neuen Ordnung.

Bipolarer Generator

Der bipolare Generator teilt die Steuerung der Funktion in Information und Zufall. Das erst kann das Denken und Verhalten hervorbringen. Die Eingangssignale werden in zwei Richtungen weitergeleitet. Die Eingangssignale sind unstrukturiert, nicht von

komplexer Natur und enthalten keine Information. Zum einen werden sie in eine organisierte Form der Information umgesetzt (Wissen) und zum anderen in einen Zufallsgenerator eingespeist (Gefühl). Die beiden Muster aus Wissen und Gefühl bilden eine Möglichkeitswolke von Grenzyklus-Aktivitäten, die durch die Beimischung des Chaos gestört und geordnet werden können. Die Möglichkeitswolke enthält Mutationen der Information. Die Mutation eröffnet eine Art Kampf ums Überleben mit der gewohnten Form der Information. Die stärksten Signale koppeln sich aneinander und überleben.

Details

Komplexe nichtlineare, dynamische Systeme sind unglaublich empfindlich. Das winzigste Detail kann ein System beeinflussen. Ein kleiner Fehler bzw. eine Störung in den Anfangsdaten bzw. den Bedingungen kann später zu einer großen Wirkung führen. Es existiert eine extreme Empfindlichkeit gegenüber den Anfangsbedingungen.

Verschiedene Systeme haben verschiedene Empfindlichkeiten gegenüber Iteration – auch gegenüber ihren eigenen Systemelementen.

Dissipative Strukturen

Die dissipativen Strukturen sind Systeme, die ihre Identität nur dadurch erhalten können, dass sie ständig für die Strömungen und Einflüsse ihrer Umgebung offen sind.

Dynamisches System

Das dynamische System besteht aus einer Ganzheitlichkeit der Natur – der Ordnung. Es ist einfach, vom Zufall bestimmt, unvorhersagbar, verflochten und gewährt die Entfaltung aller Dinge. Es besitzt Eigenschaften wie Bifurkation, Verstärkung und Iteration. Dynamische Systeme besitzen Selbstorganisation, Erschaffung und dissipative Strukturen. Sie organisieren sich im Raum, und die Zeit besitzt eine Richtung.

Entropiebarrieren

Vorgänge, die in umgekehrter Zeitrichtung ablaufen, werden unendlich unwahrscheinlich. Die nichtlineare Kopplung der Kräfte an Ereignisse, die in eine andere Richtung der Zeit laufen, ist nicht möglich. Nichtlineare Ereignisse sind nicht wiederherstellbar und umkehrbar, weil alle Systeme und Untersysteme gegenüber anderen Systemen offen sind. Die Systeme sind in ständiger Bewegung Beeinflussungen und Kräften ausgesetzt. Die Unfähigkeit, in der Zeit zurück zu laufen, ist eine Entropiebarriere.

Fraktal

Das Fraktal ist eine Selbstständigkeit oder die Wiederholung des Details (oder seiner selbst) in immer kleineren Skalen. Je näher man an ein Objekt herankommt, desto mehr Details werden sichtbar. Zufälligkeit und Ordnung sind miteinander verwoben. Das einfache Komplexe schließt die Komplexität ein, die wiederum umfasst das Einfache. Gesetzmäßigkeiten und Chaos können sich auf immer kleineren Skalen abwechseln.

Fraktale Dimension

Bei der fraktalen Dimension findet man Dimensionen in den unterschiedlichen Skalen. Das messende Netzwerk, wie in der Wettererfassung, hat eine niedrigere fraktale Dimension als die Elemente und

deren Kräfte, die erfasst werden sollen. Die richtigen Daten werden niemals erfasst.

Fraktale Skalierung

Bei Systemen sorgt unterschiedliche Skalierung für größere Effizienz im System. So kann bei einer Verzweigung eine kleinere Längsskala gleichen Durchmessers auftreten.

Gedächtnis

An den vergangenen Bifurkationsstellen bleiben Systeme sehr empfindlich. Generationen haben sich durch die Bifurkationsstellen hindurch entwickelt.

Gesamtheit

Fällt ein Teil oder Systemelement aus, so kann das System durch Rückkopplung den Verlust der Eigenschaft kompensieren, und das ganze System kann weiter bestehen.

Gesetze

Die Gesetze entwickeln sich genauso wie die Systeme. Neben Bifurkation und Iteration treten neue Gesetze auf. Kein biologisches Gesetz kann ohne Lebensraum wirken. Die Welt und die Systeme wandeln sich fortwährend – eine Kreativität der Welt. Auf jeder Ebene wird fundamental Neues entwickelt, was noch nicht gegenwärtig war.

Gleichverteilung

Energie ist über ein lineares System gleich verteilt. Wenn an einer Stelle eines Systems Energie lokalisiert oder stark konzentriert ist oder wenn eine besondere Aktivität nur an einer Stelle stattfindet, dann hat das System die Möglichkeit, sich zu wandeln und dabei Arbeit zu leisten. Die Energie verteilt sich an allen Orten gleichermaßen und gleichberechtigt. Bei nichtlinearen Systemen existiert eine Art Erinnerungsvermögen für Energiezuführung. Es erfolgt keine Gleichverteilung, sondern bei „höheren Schritten“ eine Rückkehr der Energie zum Ursprung. Der Effekt ist nicht abhängig von der Stärke der Energie oder der Stärke der Kopplung im System. Dies weist auf die Ganzheitlichkeit der nichtlinearen Welt hin. Weit vom Gleichgewicht entfernte Zustände in nichtlinearen Bereichen können Strukturen hervorbringen und Ordnung aus dem Chaos erschaffen. Weit vom Gleichgewicht entfernt besitzt Materie radikal neue Eigenschaften.

Hilfesysteme

Jene Systeme, die gewohnheitsmäßig gegenseitige Hilfe erworben haben, sind zweifellos die tüchtigeren und die am besten angepassten. Sie haben mehr Überlebenschancen und bringen es auf ihrer jeweiligen Stufe zum höchsten Entwicklungsgrad der Intelligenz und Körperorganisation.

Informationslücke

In dynamischen Systemen ist die Informationslücke – ein Rundungsfehler – im Ganzen immer gegeben. Dies ist in Form eines endlosen Fadens impliziert, d. h. eingeflochten.

Informationsspeicher

Der Informationsspeicher ist eine Art Hologramm, dessen Information im gesamten System abgelegt ist. Die Detailtiefe und damit die Schärfe und Genauigkeit, ergibt sich aus der Vollständigkeit des

Systems. Wie bei Fraktalen wird die Gestalt des Ganzen auf vielen verschiedenen Skalen wiederholt.

Intermittenz

Intermittenz ist ein Fenster der Ordnung im Bereich des Chaos. Im Bereich der Zufälligkeit und der zufälligen Schwankungen tritt ein kleiner Zustand von Stabilität und Vorhersagbarkeit auf. Diese Intermittenz existiert auch spiegelbildlich: ein Fenster des Chaos im Bereich der Ordnung.

Iteration

Iteration ist die Rückkopplung auf sich selbst. Ein Glied wird mit sich selber multipliziert. Dies bedeutet die stetige Wiederaufnahme und das Wiedereinbeziehen von allem, was vorher war.

Kein Reduktionismus

Bei einer Vereinfachung, dem Finden von Grund oder Basiselementen, ergeben sich meistens zwei neue, kompliziertere Elemente. Die Vereinfachung fällt in Stücke. Man stößt immer auf Komplexität.

Koevolution

Lebewesen sind selbstorganisiert und können sich gegenseitige Abhängigkeiten schaffen. Damit wird eine Konkurrenz herausgefordert. Es besteht in einem Lebensraum kein Gleichgewicht, das dauerhaft ist. Es wird bestimmt durch die Aktivitäten des Lebens.

Kohärenter Prozess

Bei einem kohärenten Prozess verändern sich alle Systemelemente in einem regelmäßigen Prozess zur gleichen Zeit. Die selbstorganisierten Strukturen besitzen eine Art Verbindung, über die sie kommunizieren und sich informieren.

Kommunikation

Die Kommunikation ist eine Verknüpfung von Rückkopplungsschleifen.

Konkurrenz

Konkurrenz ist eine Art der Partnerschaft innerhalb eines Systems. Sie dient der Kooperation dahingehend, dass schmerzhaft Kämpfe und schädliche Konflikte schnell entschieden und dann vermieden werden. Nach einem kurzen Machtkampf folgt die lange Phase der Kooperation. Der Kampf ist das Prüfen der Kräfte und der besten Ideen, welcher innerhalb einer kurzen Zeit die besten Voraussetzungen für ein ideales Überleben in einem Umfeld schafft.

Kooperation

Eine Kooperation, Symbiose oder Partnerschaft wird für den Zweck des Überlebens aufgebaut. Dabei werden gegenseitig Ausgangs- und Eingangsprodukte geliefert und als Energiequelle oder als ideale Umweltbedingung benutzt. Auch zufällige und gewaltsame Beeinflussung kann zu einer Kooperation führen, wenn der Vorteil für beide Seiten einsichtig ist.

Kreativität

Die Offenheit des Systems, eine kleine Schwankung zu verstärken, ist der Hebel der Kreativität. Nuancen oder Feinheiten werden über eine Hebelkraft erfasst und verstärkt. Dann werden sie in neue Bezugsebenen hineinverzweigt und zwischen verschiede-

nen solcher Ebenen Rückkopplungsschleifen gebildet, d. h. Nuancen werden festgestellt und angenommen.

Lapunow-Maß

Das Lapunow-Maß ist eine Basis zum Vergleich verschiedener Systeme. Die Grundlage ist der Grad der Ordnung oder Unordnung. Sie misst, wie schnell Korrelation im System zerstört wird und die Ausbreitung von Störungen erfolgt. Stetiger Fluss bei mäßiger Geschwindigkeit: Die Elemente bleiben zusammen und eine sehr langsame Drift tritt auf. Strudel bei erhöhter Geschwindigkeit: Die Elemente erfahren schnelle Beschleunigung und schnelles Abbremsen. Sie geraten je nach Einfluss auseinander.

Netzwerk der Gesetze

Es besteht ein Netzwerk an Gesetzen und Vorgängen, die herausgearbeitet und beschrieben werden müssen. Sie verbinden alle Ebenen miteinander. Es besteht ein dynamisches flexibles Gewebe und keine mechanische hierarchische Pyramide.

Nicht hierarchisch

Die dynamischen Systeme sind nicht hierarchisch aufgebaut. Es existiert ein Einfluss auf alle Niveaus. Es besteht keine Basis, kein Fundament. Jedes beschreibt jedes. Es besteht kein Anspruch auf Überlegenheit bei den Systemelementen und Untersystemen.

Notwendigkeit

Die Mischung von Notwendigkeit und Zufall bestimmt die Geschichte des Systems.

Passives Chaos

Das passive Chaos besitzt ein Gleichgewicht, maximale Entropie, und alle Elemente sind maximal vermischt, so dass keine Organisation existiert.

Persönliches Handeln

Unser Handeln baut die Zukunft auf. Da selbst die kleinsten Schwankungen anwachsen und dadurch die gesamte Struktur verändern können, ist das persönliche Handeln nicht zur Bedeutungslosigkeit verurteilt. Andererseits ist dies jedoch bedrohlich, weil es für unsere Welt die Sicherheit von stabilen, dauerhaften Regeln nicht für immer geben kann. Wir leben in einer gefährlichen und ungewissen Welt, der nicht mit blindem Vertrauen begegnet werden darf.

Phasenraum

Der Phasenraum ist eine Art Karte, die die Dynamik eines Systems anschaulich beschreibt. Hier werden die Bewegungen und Veränderungen des Systems festgehalten.

Population

Die Population (Bevölkerungszahl) ist der Umgebung angepasst. Die Selbstregulierung erfolgt mit einer bestimmten Erneuerungsrate, bei der das Alter der eigenständigen Systemelemente eine wichtige Rolle spielen. Rückkopplung mit der gesamten Umwelt – weiteren Systemen – und deren Ressourcen ist mit der Populationsrate verknüpft.

Periodische Vorgänge

Periodische Vorgänge führen bei Störungen zum Aufsummieren der Effekte und Überschreiten einer

Grenze. Das kann zu einem Ausbrechen aus dem Attraktor führen.

Quasi-Periode

Ein quasi-periodisches System bewegt sich beinahe zyklisch. Die Fehler werden nicht aufsummiert, und das System besitzt daher mehr Fehler-toleranz.

Selbstorganisation

Bei geringer bzw. keiner Energiedifferenz besteht zwischen zwei Seiten eines Systems der Zustand von Gleichgewicht. Das System ist ruhig und glatt. Bei hoher Energiedifferenz führt dies zu chaotischen Zuständen im System. Eine weitere kritische Verzweigung entsteht bei weiterer Erhöhung der Energiedifferenz. Dann entsteht eine Ordnung mit wabenförmiger Zellstruktur, weil die Energie ohne großräumige Konvektionsströme transportiert wird. Bei sehr hoher Energiedifferenz löst sich die Zellstruktur auf. Das bedeutet, dass eine Selbstorganisation der Systemelemente einsetzt (Bernard-Instabilität).

Seltsamer Attraktor

Ein seltsamer Attraktor bildet eine Art desorganisierte Organisation des Phasenraums. Es entstehen Widersprüche und nicht vorhersehbare Verhaltensmuster. Es ist jedoch eine gewisse Gestalt in der Unordnung erkennbar.

Soliton

Ein Soliton ist eine Welle mit konstanter Geschwindigkeit und Form ohne Energieverlust. Die Welle hat eine Rückkoppelung ihrer inneren Wellen.

Stabilität

Ein System bewahrt seine Stabilität, indem es die meisten kleinen Effekte bzw. Störungen dämpft, außer in jenen Bereichen (z. B. Verhalten), wo ein hoher Grad von Flexibilität und Kreativität erwünscht ist. In diesen Bereichen ist das System empfindlich für alle Einflüsse, die sich nahe dem Zustand des Chaos bewegen.

Symmetrie

In einem leeren Raum wirken alle Kräfte rotations-symmetrisch. Alle Richtungen werden gleichberechtigt genutzt. Ein Element bricht die Symmetrie und zieht mit seinen Kräften in eine Richtung des Raumes. In ähnlicher Weise brechen komplexe Systeme die Symmetrie, die es der Zeit erlauben würden, rückwärts genauso gut wie vorwärts zu laufen. Komplexe Systeme verleihen der Zeit eine Richtung. Wir leben in einer unsymmetrischen Welt. Bei

Systemelementen wird die linke Seite bzw. Linkshändigkeit bevorzugt.

Transformation

Die Transformation ist eine Bearbeitung des Systems, bei dem benachbarte Punkte auseinander geraten. Wie mit elastischen Fäden werden die Punkte gedehnt und gefaltet, bis ein höchst kompliziertes, unvorhersehbares Muster entsteht. Der Prozess führt zu einem seltsamen Attraktor.

Unbestimmbarkeits-Prinzip

Die Zukunft ist unbestimmbar, weil sie Zufälligkeiten, Schwankungen und Verstärkungen unterworfen ist. Systeme laufen bei Überschreitung gewisser Schwellen der Komplexität in unvorhersehbare Richtungen. Sie verlieren ihre Anfangsbedingungen, und diese lassen sich nicht durch Umkehrung wieder finden.

Viele Veränderungen

Zu viele gleichzeitige Veränderungen, gleich in welcher Richtung, werden allerdings eine neue chaotische Situation und neue Ordnungsmuster erschaffen.

Wachstum

Es liegt nahe, dass natürliches Wachstum durch eine Kombination von Iteration und Zufall zustande kommt.

Zeit

Die Zeit ist nicht reversibel bzw. umkehrbar. Es gibt keine Austauschbarkeit von Raum und Zeit. Die Zeit geht nur in eine Richtung. Unsere Welt ist zeitlich organisiert.

Zufällige Fraktale

Fraktale können sich auf verschiedenen Skalen entfalten. Dabei werden die Skalen zufällig ausgewählt. Zufällige Fraktale besitzen eine große Raffinesse im Detail und Unvorhersagbarkeit, wie in wirklichen Systemen. Diese erzeugen realistisch wirkende Kunstobjekte. Zufällige Fraktale können mit einer Kombination aus iterativer Skalierung mit Elementen der zufälligen Auswahl beschrieben werden.

Zukunft

Zukünftiges Verhalten einer Modelllösung ist nicht von ihrem Verhalten in der Vergangenheit ableitbar. Die Ordnung wird unterbrochen von chaotischen Fenstern, die unvorhersagbar sind. Durch Iteration und Verstärkung wird jeweils eine Zukunft gewählt, und alle anderen Möglichkeiten verschwinden für immer.