

Schriften des Vereins für Socialpolitik

Band 195/II

Studien zur Evolutorischen Ökonomik II

Von

Gerold Blümle, Klaus Durrer, Bruno Fritsch,
Carsten Hermann-Pillath, Wolfgang Kerber, Frank Kursawe,
Marco Lehmann-Waffenschmidt, Hans-Walter Lorenz, Alfred Meier,
Frank Schohl, Adolf Wagner, Wolfgang Weidlich

Herausgegeben von Ulrich Witt



Duncker & Humblot · Berlin

Schriften des Vereins für Socialpolitik
Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
Neue Folge Band 195/II

SCHRIFTEN DES VEREINS FÜR SOCIALPOLITIK

Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Neue Folge Band 195/II

**Studien zur
Evolutorischen Ökonomik II**



Duncker & Humblot · Berlin

Studien zur Evolutorischen Ökonomik II

Von

**Gerold Blümle, Klaus Durrer, Bruno Fritsch,
Carsten Hermann-Pillath, Wolfgang Kerber, Frank Kursawe,
Marco Lehmann-Waffenschmidt, Hans-Walter Lorenz, Alfred Meier,
Frank Schohl, Adolf Wagner, Wolfgang Weidlich**

Herausgegeben von Ulrich Witt



Duncker & Humblot · Berlin

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Studien zur evolutorischen Ökonomik. –

Berlin : Duncker und Humblot.

(Schriften des Vereins für Socialpolitik, Gesellschaft
für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften ; N. F., Bd. 195)

Erscheint unregelmäßig. – Aufnahme nach 1 (1990)

1 (1990) –

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen
Wiedergabe und der Übersetzung, für sämtliche Beiträge vorbehalten

© 1992 Duncker & Humblot GmbH, Berlin 41

Fotoprint: Werner Hildebrand, Berlin 65

Printed in Germany

ISSN 0505-2777

ISBN 3-428-07414-9

Vorwort des Herausgebers

Der temporäre Arbeitskreis „Evolutorische Ökonomik“ im Verein für Socialpolitik möchte mit dem vorliegenden Band einen weiteren Einblick in seine Tätigkeit geben. Die nachfolgenden elf Aufsätze basieren auf Arbeitspapieren der Sitzungen in den Jahren 1990 und 1991. Während sich die *Studien zur Evolutorischen Ökonomik I* mit der Begründung für einen evolutorischen Ansatz in der Ökonomik beschäftigen und – z.T. in recht abstrakter, deduktiver Form – mit der Frage nach seinen wesentlichen Merkmalen, geht es in diesem Band um konkrete Modellierungsmöglichkeiten und wirtschaftstheoretische und -politische Anwendungen.

Ohne die bereitwillige Hilfe vieler Mitglieder der Arbeitsgruppe hätte der Band in der vorliegenden Form nicht erstellt werden können. Herausgeber und Autoren möchten sich daher bedanken bei B. Biervert, W. Buchholz, G. Erdmann, H. Majer, B. Meyer, U. Ritter, A. Ryll, K.-E. Schenk, U. Schlieper, A. Schmutzler, H. Schnabl, F. Schober, R. Schubert, G. Stephan, M.E. Streit, P. Weise, und H. Zink für ihre wertvollen Stellungnahmen und Anregungen. Die Kompilierung des Gesamtmanuskripts – ohne die sich die zügige Veröffentlichung kaum hätte realisieren lassen – hat dieses Mal dankenswerter Weise H.-W. Lorenz übernommen.

Es ist eine erfreuliche Perspektive, daß in Zukunft die in den beiden Bänden dokumentierte Arbeit des temporären Arbeitskreises „Evolutorische Ökonomik“ in einem gleichnamigen Ausschuß des Vereins für Socialpolitik fortgesetzt werden kann.

Freiburg, im Februar 1992

Inhalt

Erster Teil – Modellierungskonzepte

- I. Naturanaloge Optimierverfahren – Neuere Entwicklungen in der Informatik
Frank Kursawe, Dortmund 11
- II. Das Modellierungskonzept der Synergetik für dynamische sozio-ökonomische Prozesse
Wolfgang Weidlich, Stuttgart 39
- III. Zur Rolle der Chaosforschung in der Evolutionsökonomik
Hans-Walter Lorenz, Göttingen 65
- IV. Ökonomische Evolution und Gleichgewicht – konträr oder komplementär?
Marco Lehmann-Waffenschmidt, Karlsruhe 93

Zweiter Teil – Wirtschaftstheoretische Probleme

- V. Evolutionsökonomische Aspekte des Energie- und Umweltproblems
Bruno Fritsch, Zürich 117
- VI. Die Rolle der Einkommens- und Gewinnstreuung für die wirtschaftliche Entwicklung
Gerold Blümle, Freiburg 145
- VII. Innovation, Handlungsrechte und evolutionärer Marktprozeß
Wolfgang Kerber, Freiburg 171
- VIII. Evolution und divergierende Entwicklung: China und Europa
Carsten Herrmann-Pillath, Köln 197

Dritter Teil – Wirtschaftspolitische Ansätze

- IX. Ein kognitiv-evolutionäres Modell des wirtschaftspolitischen Prozesses
Alfred Meier und Klaus Durrer, St. Gallen 229

Vierter Teil – Empirische Betrachtungen

- X. Barone-konforme und barone-konverse Attributmuster deutscher Unternehmen
Frank Schohl, Darmstadt 257
- XI. Forschungstransfer in evolutionsökonomischer Perspektive – einige empirische Ergebnisse
Adolf Wagner, Tübingen 277

Erster Teil

Modellierungskonzepte

I. Natural analoge Optimierverfahren – Neuere Entwicklungen in der Informatik

von *Frank Kursawe*

Universität Dortmund

1. Einleitung

In den letzten Jahren haben Algorithmen, die bestimmte Aspekte der Natur herausgreifen und imitieren, immer mehr Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Dies hat einerseits damit zu tun, daß die enorm gewachsene Rechnerleistung die Simulation sehr viel komplexerer Modelle erlaubt, andererseits aber auch mit der Erkenntnis, daß man sich zur Beschreibung (Modellierung, Abbildung) bzw. Lösung realer Probleme am besten der Sprachen bzw. Strategien bedient, die das Urbild Natur selbst bereitstellt und seit Milliarden Jahren offensichtlich erfolgreich verwendet.

Die Übereinstimmung des Potentialgebirges der Mandelbrotmenge – als „Apfelmännchen“ bekannt geworden – mit den Bildern von schroffen Gletschern ist kein Zufall, sondern Ausdruck der universellen Gesetzmäßigkeit „Nichtlinearität“, die das Wechselspiel von Ordnung und Chaos regiert. Daraus ergeben sich einschneidende Konsequenzen für die Berechenbarkeit bzw. Vorhersagbarkeit jener Systeme, in denen nichtlineare Zusammenhänge auftreten: Obwohl streng deterministisch, kann die kleinste Veränderung der Anfangsbedingungen oder der kleinste Eingriff in einen laufenden Prozeß sich lawinenartig verstärken und den Ausgang völlig offen (chaotisch) erscheinen lassen. Das Bild vom Flügelschlag eines Schmetterlings, der – zumindest theoretisch – eine Wetterveränderung verursacht, dient oft als Veranschaulichung dieses Vorgangs. Kommen allerdings Rückkopplungs- und Ausleseprozesse hinzu, bietet sich dem System die Chance zur „Zähmung“ der Unberechenbarkeit, also zur *Selbstorganisation*: Der „Endzustand“ eines Systems kann zum Ausgangspunkt einer neuen Entwicklung werden; Störungen können abgefangen und für die eigene Weiterentwicklung genutzt werden.

Durch eine allgemeinere Beschreibungssprache wachsen die unterschiedlichsten Wissenschaftsdisziplinen enger zusammen: Das Verhalten physikalischer, chemischer, biologischer, medizinischer, soziologischer und

wirtschaftlicher Prozesse läßt sich damit in einer gemeinsamen Sprache beschreiben. Das Ausbrechen von Panik hängt ebenso von der Zahl der spontan kopflos reagierenden Menschen ab wie die Durchsetzung des VHS- gegenüber dem Beta-Video-System von der anfänglich nur geringen Überzahl für VHS (*Briggs/Peat* (1989)). Vielleicht sind wir Zeugen eines Paradigmenwechsels: Das klassische Schubladendenken der Natur- und Geisteswissenschaften könnte abgelöst werden durch eine „Systemwissenschaft“, die in der materiellen Welt nach Bedingungen für die Bildung von Strukturen sucht. Nach der Erschütterung durch die Ideen der Quantenmechanik droht nun die endgültige Ablösung des mechanistischen durch ein nichtlineares Weltbild. Dieser Vorgang könnte allerdings große Lücken an jenen Stellen hinterlassen, an denen insbesondere die Naturwissenschaften als Ersatzreligion aufgebaut wurden. Denn im Zweifel wissen wir bei Eingriffen in natürliche Systeme, die Nichtlinearitäten aufweisen, eben *nicht*, was wir tun, so daß auch die besten Absichten fatale Folgen haben können.

Deterministisches Chaos in Gehirnen scheint auch der Schlüssel zum Verständnis der Vorgänge „Lernen“ und „Erinnern“ zu sein: Ständig vorhandenes, aber räumlich begrenztes deterministisches Chaos erlaubt dem Gehirn, diesen Zustand nur durch Änderung der Randbedingungen (Sinnesreize) in Richtung auf einen Attraktor (Erlerntes) zu verlassen, während die Alternativerklärung „latentes Grundrauschen“ ein Muster nur durch langsames Abkühlen stabilisieren könnte. Andererseits kann ein Attraktor auch ebenso schnell wieder verlassen werden, um den Organismus erneut bereit für neue Sinnesreize werden zu lassen. Chaotisches Verhalten findet sich auch in der Herzfrequenz, in den Schwankungen der Menge weißer Blutkörperchen, bei Stoffwechselprozessen und Hormonkonzentrationen.

Neben den im folgenden ausführlicher vorgestellten naturanalogen Modellansätzen sollen zwei weitere erwähnt, aber in diesem Rahmen nicht detaillierter vorgestellt werden:

- *Zelluläre Automaten* gehen auf eine Idee John von Neumanns Anfang der fünfziger Jahre zurück, der auf der Suche nach einer formalen Beschreibung des Phänomens der Selbstreproduktion folgenden zellulären Automaten definierte (*von Neumann* (1966)): Ein zweidimensionaler Automat mit 29 Zuständen und einer sogenannten Von-Neumann-Nachbarschaft (die Zelle selbst und ihre vier orthogonalen Nachbarn) ist einerseits so berechnungsuniversell wie eine Turing-Maschine und kann andererseits jeden anderen vorgegebenen Automaten konstruieren, insbesondere also auch sich selbst. Sogar das allseits bekannte „Game of Life“ mit seinen zwei Zuständen kann als berechnungs- oder Turing-universell angesehen werden (*Gardner* (1970)).

In zellulären Automaten gibt es keine Trennung von Daten und Anweisungen, sondern nur Konfigurationen. Aus wenigen einfachen lokalen Regeln und Zuständen können – angetrieben von einer imaginären Uhr

– vielfältige komplexe globale Strukturen entstehen. So läßt sich mit diesen Automaten zum Beispiel die Ausbreitung von Infektionskrankheiten simulieren. Ändert man für denselben Automaten nur die Semantik, so daß „krank“ nun „weiß“ und „gesund“ „schwarz“ bedeutet, so beschreibt der Automat periodisch ablaufende chemische Reaktionen (z.B. die Belousov-Zhabotinskii-Reaktion, cf. Abbildung 1).

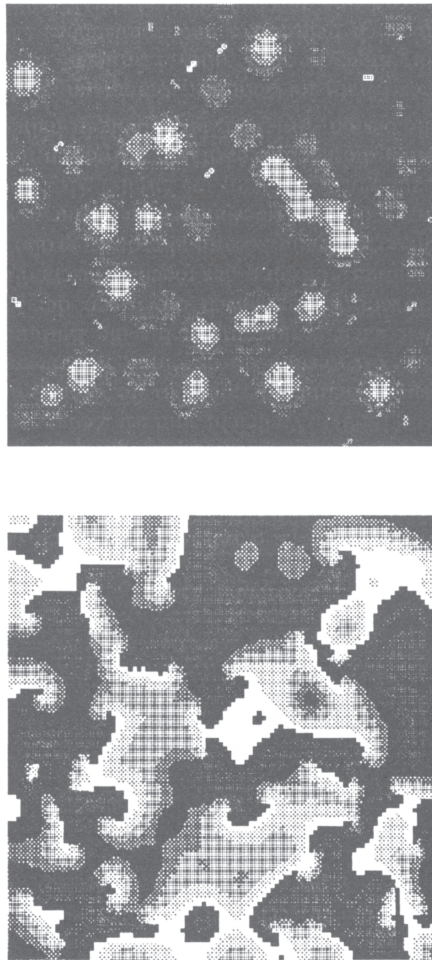


Abbildung 1: Ausbreitung einer Infektion nach 5 bzw. 70 Zeitschritten

Ferner gibt es Anwendungen, die mittels Regeln für lokale Partikelkollisionen das Verhalten von Gasen und Flüssigkeiten beschreiben. Und auch sogenanntes dendritisches, d.h. baumähnliches Wachstum wie etwa bei Schneeflocken oder Korallen läßt sich mit diesen Automaten simulieren (*Dewdney* (1988)).

Als Optimierungsverfahren erscheinen zelluläre Automaten allerdings ungeeignet, weshalb sie hier nicht weiter betrachtet werden.

- Modelle des *Immunsystems* zur Problemlösung einzusetzen, erscheint naheliegend, weil sich hier eine erstaunliche Anpassungsfähigkeit an eine sich ständig und nicht vorhersagbar ändernde Umwelt zeigt, sowohl was das Lernen neuer (unbekannte Eindringlinge) als auch das Wiedererkennen bereits aufgetretener Situationen angeht (Impfung). Im Immunsystem des Menschen produziert ein sich ständig veränderndes Netzwerk wahllos Unmengen von Antikörpern. Ein auf einen eingedrungenen Krankheitserreger „passender“ Antikörper ist für die ihn produzierende Zelle das Signal, sich zu vermehren, wodurch große Mengen dieses Antikörpers ausgeschüttet werden. Als etwas unbeholfene Veranschaulichung für den Informationsaustausch kann ein neuronales Netz (siehe Kapitel 3) dienen, dessen Struktur sich mit der Zeit verändert („idiotypisches Netzwerkmodell“).

Aussagen über die genaue Funktionsweise des Immunsystems sind derzeit noch im Hypothesen-Stadium, was für die Gültigkeit der entsprechenden Rechnersimulationen und ihrer Resultate entsprechend gilt. Dieser Ansatz ist also noch zu neu, um bereits in seiner Anwendbarkeit über die reine Simulation hinaus eingeordnet werden zu können; erste Resultate deuten auch eher auf einen driftenden Suchprozess als auf eine Optimierung hin. Daher wird auch diese Richtung hier ausgeblendet.

2. Simulated Annealing

Das Einfrieren und Auskristallisieren einer Flüssigkeit bzw. allgemein das Abkühlen (engl.: to anneal) einer Schmelze zum Kristall bildet das natürliche Vorbild für die Methode des *Simulated Annealing*. Bei hohen Temperaturen können sich die Moleküle noch relativ frei und unabhängig voneinander bewegen, doch diese Fähigkeit verliert sich im Zuge des langsamen Abkühlens mehr und mehr. Gibt man diesem Prozeß genug Zeit, wird eine Kristallstruktur auf minimalem Energieniveau erreicht. Kühlt man zu schnell ab, wird dieser für das System optimale Zustand nicht erreicht, und man erhält einen polykristallinen oder amorphen Körper höherer Energie. Die Spiegel der klassischen Teleskope, die nur aus einem großen Glaskörper bestehen, werden beispielsweise über viele Monate hinweg abgekühlt, damit

später die Beobachtungen möglichst nicht durch Spannungen in der Spiegelstruktur verfälscht werden.

Auch wenn der Vergleich etwas hinkt, zeichnen sich viele der traditionellen Optimierungsverfahren durch schnelles „Abkühlen“ aus: Vom Startpunkt bewegt man sich solange auf- bzw. abwärts, wie man Erfolg hat. Daß auf diese Weise oft nur das nächstgelegene lokale Optimum gefunden werden kann, dürfte einsichtig sein.

Die Simulation natürlicher Kühlprozesse basiert dagegen auf der sogenannten *Boltzmann-Wahrscheinlichkeitsverteilung*

$$\text{Prob}(E) \sim \exp\left(\frac{-E}{kT}\right),$$

die anschaulich besagt, daß der energetische Zustand eines Systems im thermischen Gleichgewicht (bei Temperatur T) einer Zufallsverteilung über allen möglichen Energiezustände E unterliegt (k bezeichnet die Boltzmann-Konstante, die Energie mit Temperatur in Relation setzt). So kann ein System mit niedriger Temperatur durchaus in einem energetisch hohen Zustand sein, wenn auch die Wahrscheinlichkeit dafür exponentiell kleiner wird. Dadurch bietet sich die Chance, ausgehend von einem lokalen Optimum ein besseres zu finden, insbesondere auch das globale (*Laarhoven/Aarts* (1987)), (*Aarts/Korst* (1989)). Der Abkühlungsverlauf wird also keine monoton fallende Funktion sein; erst durch das Zulassen von zwischenzeitlichen Verschlechterungen erhöht man die Chance, ein besseres Resultat zu finden als nur das dem Startpunkt nächstgelegene lokale Optimum (siehe Abbildung 2 und 3).

Die Grundidee dieses Verfahrens stammt bereits aus dem Jahr 1953. Metropolis et al. wendeten die oben beschriebene Idee in der Thermodynamik an: Ein System wechselt von Energieniveau E_1 nach Energieniveau E_2 mit der Wahrscheinlichkeit

$$p = \exp\left(\frac{-(E_2 - E_1)}{kT}\right).$$

Für $E_2 < E_1$ wird die Wahrscheinlichkeit bei $p = 1$ „abgeschnitten“. Anschaulich bedeutet dies, daß eine Modifikation, die in einem geringeren Energiezustand resultiert, immer akzeptiert wird. Um diesen Algorithmus nicht nur im Kontext thermodynamischer Modelle zu verwenden, müssen folgende Elemente vorhanden sein (*Kirkpatrick/Gelatt/Vecchi* (1983)):

- eine geeignete Beschreibung der Systemzustände,
- ein Mechanismus, der zufällige Änderungen in diesen Zuständen vornimmt und dann dem System „anbietet“,
- eine Zielfunktion E , die minimiert werden soll, sowie

- ein Kontrollparameter T – das Analogon zur Temperatur – und ein Schema, das angibt, nach wievielen Zustandsänderungen T um welchen Betrag verringert wird.

Als konkretes Beispiel sei hier das *Problem des Handlungsreisenden* vorgestellt, das darin besteht, n Städte auf einer möglichst kurzen Rundreise genau einmal zu besuchen und zum Ausgangspunkt zurückzukehren. Dieses Problem ist auf der einen Seite ein Vertreter der Klasse sogenannter *NP-vollständiger* Probleme, die sich dadurch auszeichnet, daß die Rechenzeit für eine exakte Lösung exponentiell in n – der Problemgröße (hier: Zahl der Städte) – wächst. Das Ausprobieren aller möglichen geschlossenen Wege benötigt bereits für 30 Städte auf einem Rechner, der 1000 Wege in der Sekunde erzeugt und prüft, mehr Zeit als das Universum alt ist. Auf der anderen Seite weist es eine *multimodale* Zielfunktion auf, d.h. eine Funktion, die mehrere lokale Optima hat (siehe auch Abbildung 8b). Wie sieht nun die genaue Problemformulierung aus?

- Die Städte sind von 1 bis n durchnummeriert und liegen auf den Koordinaten (x_i, y_i) . Mögliche Systemzustände sind dann gerade Permutationen der Reihenfolge, in der die Städte besucht werden.
- Zwei zufällige Änderungen einer Rundreise sind vorgesehen:
 - Ein Stück der Rundreise wird herausgetrennt und an gleicher Stelle in umgekehrter Reihenfolge wieder eingesetzt.
 - Ein Stück der Rundreise wird herausgetrennt und an einer anderen, zufällig ausgewählten Stelle wieder eingesetzt.
- Die Zielfunktion besteht einfach aus der Länge der Reise:

$$E = \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_i - x_{i+1})^2 + (y_i - y_{i+1})^2} \quad \text{mit } n+1 := 1$$

- Ein gutes Abkühlschema zu finden, erfordert einige Experimente. Man wählt die Anfangstemperatur so, daß sie signifikant größer als das größte ΔE ist, das man experimentell beobachtet hat. Befinden sich die Städte – wie in Abbildung 2 und 3 – in einem Einheitsquadrat, wäre z.B. 0.5 ein sinnvoller Startwert für die Temperatur T , die auf jedem Niveau solange unverändert bleibt, bis man z.B. entweder 100 n Änderungen vorgeschlagen oder 10 n bessere Konfigurationen, d.h. kürzere Rundreisen gefunden hat. Das Abkühlen kann im einfachsten Fall aus der Multiplikation der Temperatur mit einem festen, über der Zeit konstanten Faktor (< 1.0) bestehen. Man kann sich aber auch Heuristiken überlegen, die diesen Faktor vom bisherigen Erfolg des Verfahrens abhängig machen. Treten auf einer Temperaturstufe keine Verbesserungen mehr auf, wird die Suche beendet.

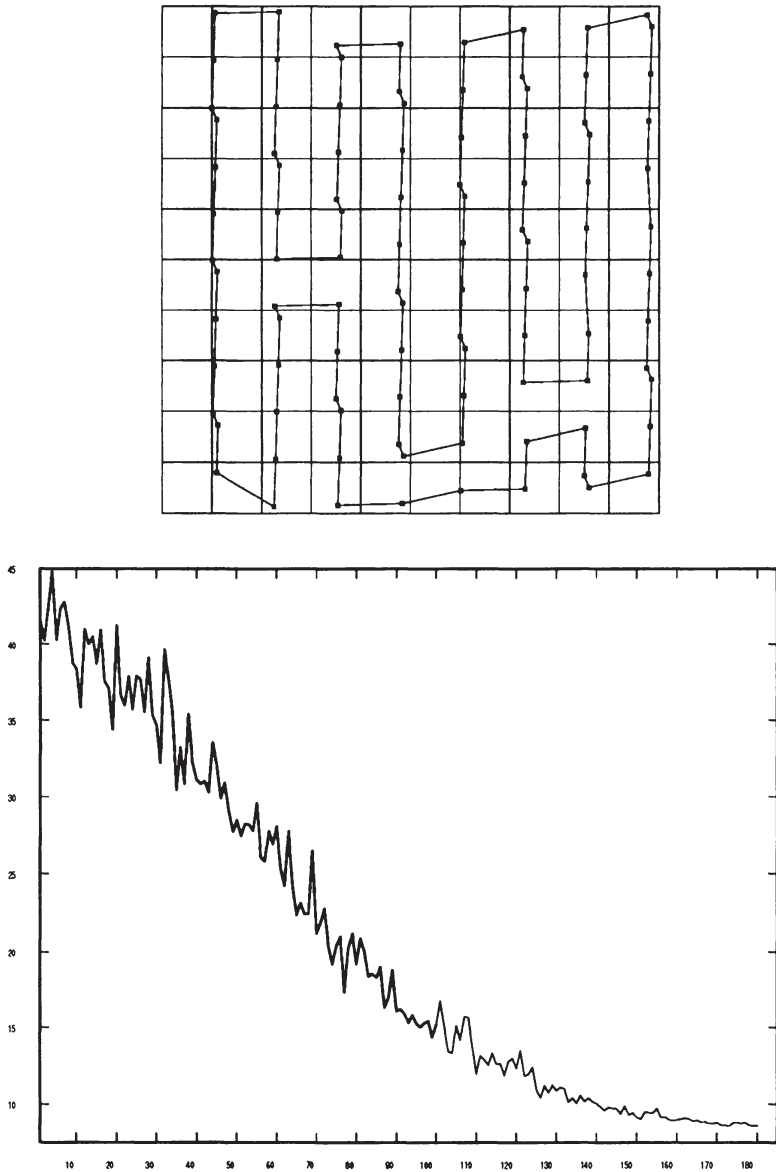


Abbildung 2: Rundreise: 8.5, Abkühlungsverlauf mit Verschlechterungen

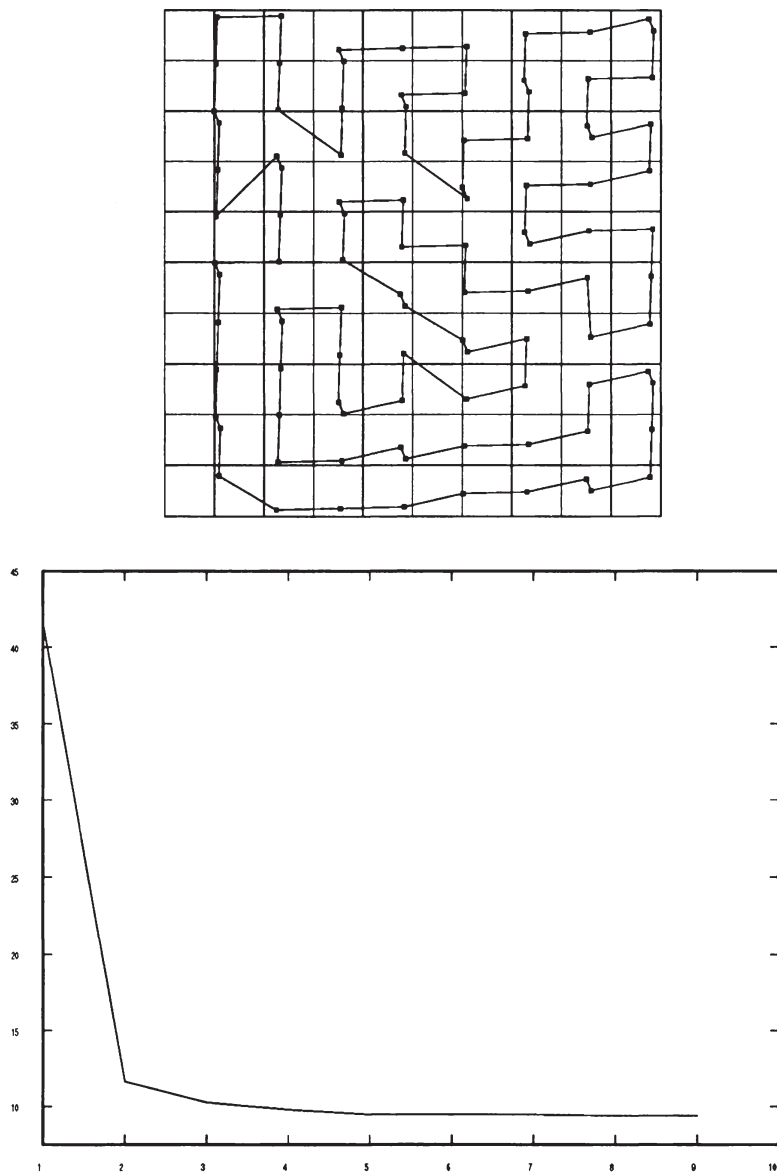


Abbildung 3: Rundreise: 9.4, Abkühlungsverlauf ohne Verschlechterungen

Die Zielfunktion läßt sich ohne Aufwand gegen eine andere austauschen. Schwieriger dürften sich jeweils die Festlegung der Zufallskomponente und die Wahl des Abkühlungsschemas gestalten.

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen die jeweils erreichte Rundreise und den Verlauf des Abkühlungsprozesses für $n = 100$. Im ersten Fall lieferte der Standard-Algorithmus die Resultate, im zweiten eine Variante, die keine Verschlechterungen akzeptiert.

3. Neuronale Netze

Unter diesem Begriff werden jene Arten von Informationsverarbeitung zusammengefaßt, die in Anlehnung an die Funktionsweise von Nervensystemen auf dem Zusammenwirken vieler, parallel arbeitender *Neuronen* basieren, die über Synapsen und Axons miteinander kommunizieren können. So kann jedes Neuron im menschlichen Gehirn die Signale von bis zu zehntausend anderen Neuronen empfangen, und selbst zum entferntesten gibt es eine Verbindung über nur etwa zehn Zwischenstationen. Die Arbeitsweise kann man sich prinzipiell so vorstellen: Ein Neuron registriert die ankommenden Signale, bildet daraus eine gewichtete Summe und leitet einen aus ihr berechneten Wert an andere Neuronen weiter:

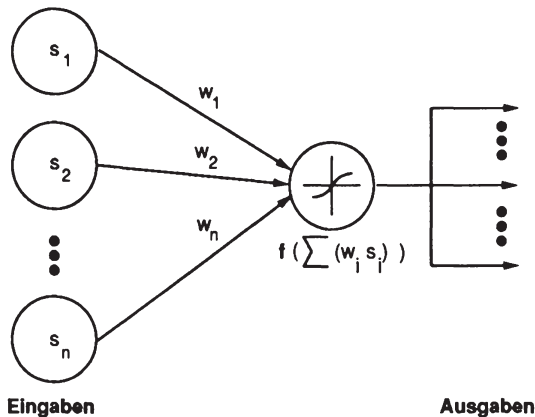


Abbildung 4: Arbeitsweise eines künstlichen Neurons

Das (kindliche) Lernen besteht darin, viele Synapsen absterben zu lassen und nur jene Verbindungen zu verstärken, die durch ein Muster aktiviert werden. Dieses einfache Modell – von dem Psychologen Hebb bereits 1949 vorgeschlagen (*Hebb* (1949)) – mag ausreichen, um den Spieltrieb der

Informatiker zu wecken, die genauen Vorgänge im Gehirn liegen allerdings noch ziemlich im Dunkeln. So soll nicht verschwiegen werden, daß dort die Kommunikation mit Hilfe von mindestens dreißig Botenstoffen vollzogen wird und Neuronen nicht nur eines Typs, sondern unterschiedlichster Struktur auftreten.

Neuronale Netze bilden einen Rahmen für das Lernen anhand von Erfolgen und Mißerfolgen. Obwohl sie Aufgabenbereiche mit der Künstlichen Intelligenz teilen (Mustererkennung und -vervollständigung, Klassifikation von Merkmalen, Assoziative Speicher, fehlertolerierende Systeme, Sprachverarbeitung), unterscheiden sich diese Netze grundsätzlich von der herkömmlichen Wissensverarbeitung und -repräsentation: Das Wissen ist nicht mehr wie etwa in einzelnen Regeln eines Expertensystems lokalisierbar, sondern eher nach Art eines Hologramms über die ganze Struktur verteilt.

Bereits 1958 hatte Rosenblatt das „Perceptron“ entwickelt (*Rosenblatt* (1962)), dessen Eigenschaften bis dahin einmalig waren: Dieses einfache Modell war lernfähig und fehlertolerierend, konnte Muster klassifizieren und zeigte dabei sogar eine gewisse Abstraktionsfähigkeit, indem es auf unbekannte Eingaben korrekt antwortete. Es konnte ferner gezeigt werden, daß das Lernverfahren nach endlich vielen Schritten alle Muster klassifiziert, zu denen es prinzipiell fähig ist. Zu einem Rückschlag kam es jedoch, als 1969 Minsky und Paperts Kritik an den Schwächen der Perceptron-Netzwerke – Notwendigkeit des Lernens der Synapsengewichte mit exponentiell mit der Problemkomplexität wachsender Genauigkeit – fälschlicherweise auch auf Netzwerke mit mehr als zwei Schichten übertragen wurde (*Minsky/Papert* (1969)). Erst in den 80er Jahren hat sich dieses Gebiet durch die Arbeiten von Hopfield (*Hopfield* (1982)) sowie Rumelhart und Hinton (*Rumelhart/Hinton/Williams* (1986)) davon erholen können.

Die wichtigsten Bestandteile eines neuronalen Netzes sind

- die Verarbeitungselemente (Neuronen) mit
 - einer Menge von Aktivierungszuständen,
 - einer Aktivierungsfunktion,
 - einer Ausgabefunktion, abhängig vom aktuellen Zustand,
- eine Verbindungstopologie zwischen ihnen und
- eine Lernregel, um die Synapsengewichte anzupassen.

Eine bestimmte Wahl der oben genannten Elemente realisiert einen bestimmten Netzwerktyp. Heute lassen sich folgende wichtige Modelle neuronaler Netze unterscheiden (*Pao* (1989), *Ritter/Martinetz/Schullen* (1990)):

- Einem *Perceptron*, bestehend aus einer Schicht mit einer festen Anzahl von Neuronen, werden über Leitungen Muster als Eingaben zugeführt. Anhand einer endlichen Anzahl eingegebener Muster, die jeweils m

Merkmale umfassen, sollen diese korrekt in Klassen eingeordnet werden. Daß ein gegebenes Netz dieser Art eine bestimmte Aufgabe überhaupt lösen kann, ist nicht a priori gesichert. Die Muster müssen durch eine $(m - 1)$ -dimensionale Hyperebene separierbar sein. Ineinander verschlungene Spiralen lassen sich nicht durch eine Gerade trennen (siehe Abbildung 5), folglich hat das Perceptron keinerlei Aussicht auf Erfolg. Diese Situation läßt sich aber oft durch Hinzunahme eines weiteren Merkmals entschärfen.

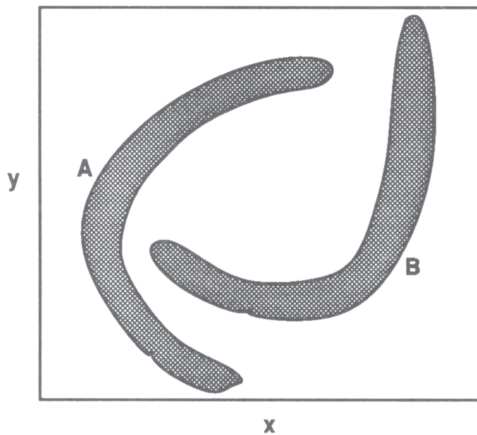


Abbildung 5: In der (x, y) -Ebene nicht linear separierbare Muster A, B

Auch an einem so einfachen Problem wie dem, das logische „exklusive Oder“ zweier binärer Eingaben zu berechnen, scheitert dieses Netz, da es nicht möglich ist, die vier Punkte $(0,0)$, $(1,1)$, $(0,1)$ und $(1,0)$, von denen die ersten beiden die Klasse 0 und die letzten beiden die Klasse 1 bilden, durch eine Gerade zu trennen.

Der limitierte Einsatzbereich des Perceptrons wird neuerdings durch mehrlagige Netze zumindest teilweise überwunden:

- Das mehrschichtige *Perceptron mit Backpropagation* dürfte das bekannteste Modell neuronaler Netzwerke sein. Ein solches Netz zu trainieren, ist allerdings erst möglich, seit es Rumelhart, Hinton und Williams (*Rumelhart/Hinton/Williams* (1986)) gelang, die sogenannte Delta-Regel, deren Anwendbarkeit sich auf Netze mit nur je einer Ein- und Ausgabeschicht beschränkte, zum rekursiven Backpropagation-Lernverfahren weiterzuentwickeln. Mit diesem Modell lassen sich fast beliebige Abbildungen leisten, da die zusätzlichen, verborgenen Schichten die durchlaufenden Informationen kodieren und komprimieren. Abbildung 6 zeigt die Topologie eines solchen Netzes:

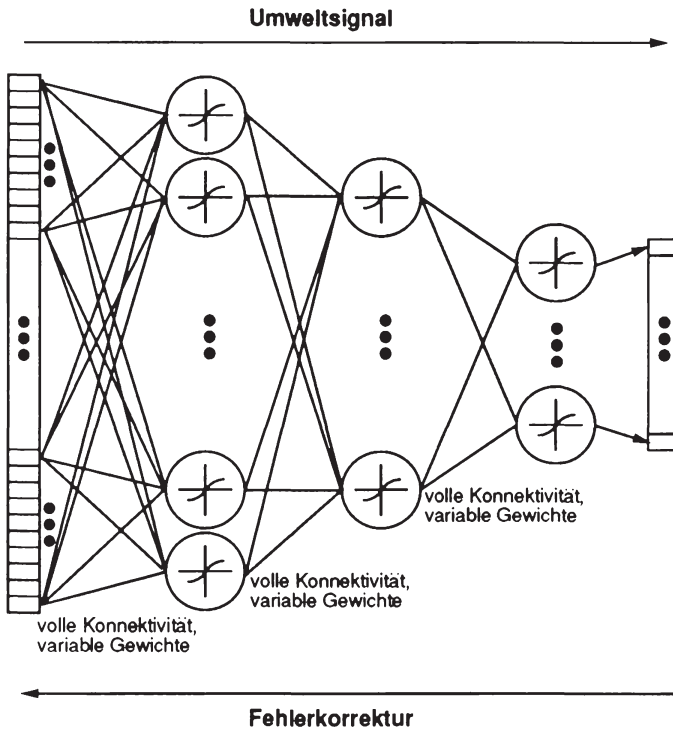


Abbildung 6: Ein dreischichtiges Backpropagation-Netz

Folgende „sigmoide“ Funktion wird häufig benutzt, um die Antwort eines Neurons auf seinen gesamten Input zu definieren:

$$\sigma(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

Der Backpropagation-Algorithmus versucht, ausgehend von zufällig eingestellten Startwerten die Synapsengewichte in kleinen Schritten so einzustellen, daß der Fehler zwischen Eingabe und erwarteter Ausgabe minimal wird. Bei geeignet gewählter Schrittweite (Lernrate) bewegt man sich in Richtung des steilsten Abstiegs (Gradienten) der Fehlerfunktion. Unter Verwendung der oben angegebenen Sigmoid-Funktion ergibt sich als Korrekturterm für die Gewichte der Ausgangsschicht:

$$\Delta w_{jk} = \eta o_j \delta_k,$$

mit:

- Δw_{jk} : Gewicht zwischen Neuron j der vorgeschalteten und Neuron k der Ausgabeschicht,
- η : Lernrate aus dem Intervall $[0, 1]$,
- o_j : Ausgabewert des Neuron j der vorgeschalteten Schicht,
- $\delta_k = o_k(1 - o_k)(t_k - o_k)$ mit:
 - * o_k : berechneter Ausgangswert von Neuron k der Ausgabeschicht und
 - * t_k : gewünschter Ausgangswert von Neuron k der Ausgabeschicht

Für die Korrektur in den verborgenen Schichten verändert sich die Formel für δ_k etwas, da man den Fehler über alle nachgeschalteten Ebenen summieren muß. Für eine detailliertere Darstellung sei auf die Literatur verwiesen.

Dieses Verfahren ist auf Netze mit beliebig vielen internen Schichten anwendbar. Der Trainingsaufwand für solche Netze kann allerdings beträchtlich werden, und das Lernverfahren kann in lokalen Minima steckenbleiben. Trainiert man ein Netz nur mit idealen Mustern, wird dieses Netz schon bei einer geringen Störung Schwierigkeiten mit der Entscheidung haben. Ferner ist ungeklärt, wieviele verborgene Schichten mit welcher Neuronenzahl man für ein gegebenes Problem benötigt und was passiert, wenn man das Netz überdimensioniert.

Hopfield-Netze weisen viele Gemeinsamkeiten mit dem in Kapitel 2 vorgestellten Verfahren des Simulated Annealing auf. Hopfield konnte 1982 (Hopfield (1982)) zeigen, daß das Verhalten der nach ihm benannten Klasse von Netzwerken dem einer großen Anzahl von Elementarmagneten („Spingläser“) entspricht und sich dies in einer gemeinsamen Energiefunktion ausdrückt, wodurch Methoden aus der Physik zur Analyse solcher Netze verwendet werden konnten. So läßt sich der maximal in einem Hopfield-Netz mit n Neuronen speicherbare Informationsgehalt analytisch zu $2n$ berechnen. Diese Zahl verringert sich allerdings, falls auch noch mit Rauschen überlagerte Muster erkannt werden sollen.

Anschaulich ausgedrückt, rollt das Modell eine Kugel durch das Zielfunktionsgebirge der „Energiefunktion“ und sucht nach einer möglichst tief liegenden Mulde. Die Mulden entsprechen gerade den erlernten Mustern. Ihre räumliche Ausdehnung und die Monotonie des Weges dorthin legt fest, wie anfällig (oder auch nicht) der Lauf der Kugel gegen Störungen der Eingänge ist.

Alle hier vorgestellten Netzwerkmodelle basieren auf den oben erwähnten Grundbausteinen. Die neuartige Charakteristik der Hopfield-Netze liegt in der Rückkopplung: Die Ausgänge der einschichtigen Topologie werden an die Eingänge mit der Zielsetzung zurückgeführt, ggf. feh-

lende oder verdrauschte Teile schrittweise zu ergänzen. Ein herkömmlich programmierter Rechner muß mehr oder weniger viele gespeicherte Muster mit dem eingegebenen vergleichen und kann dann das am wenigsten abweichende ausgeben, während ein gut angelernter *assoziativer Speicher* seine Ausgabe nach abstrakten, holistischen Ähnlichkeitskriterien berechnet. Als assoziativer Speicher ist dieser Netzwerktyp jedoch nur bedingt geeignet, da seine Abstraktionsfähigkeit nur schwach entwickelt ist. Gerade in diesem Bereich liegt aber die Leistungsfähigkeit der „Urbilder“ – echter Gehirne – verborgen, da die Umwelt für uns selten Informationen bereithält, die perfekt auf etwas Gelerntes passen.

- *Kohonen Feature-Maps* sind als zweidimensionale Neuronenschichten organisiert (Kohonen (1984)). Die eingehenden Signale rufen bei diesem Modell im Gegensatz zum Backpropagation-Verfahren nur eine räumlich begrenzte Aktivität hervor, und zwar derart, daß ähnliche Reize nur eine Erregung benachbarter Neuronen verursachen, wie dies in der Natur zum Beispiel auf der Retina beobachtet wird. Das Lernen geht so vor sich, daß ausgehend von zufällig voreingestellten Synapsenstärken dem Netzwerk ebenfalls stochastisch ausgewählte Stimuli (Vektoren) präsentiert werden. Das Neuron, das sich dadurch am stärksten „angesprochen“ fühlt, bewegt sich dann ein wenig auf den Vektor zu und zieht seine Nachbarn in einem räumlich begrenzten Gebiet, das mit zunehmender Lernerdauer immer kleiner wird, mit. Die Geschwindigkeit, mit der die Nachbarschaften kleiner werden, hat erheblichen Einfluß auf die Resultate: Bei zu rascher Verkleinerung der Nachbarschaften gerät das Netz unter „Streß“ und „friert“ in einem Zustand ein, der nicht optimal ist; andernfalls verschenkt man Rechenzeit.

Auch hier soll als konkrete Anwendung wieder das Handlungsreisenden-Problem betrachtet werden: Ein Neuronennetz soll eine möglichst kurze Rundreise durch n Städte lernen. Pro Iteration wird eine Stadt $S_{x,y}$ zufällig ausgewählt und zieht das ihr nächstgelegene Netzelement $N_{x,y}$ etwas zu sich, deformiert also das Netz etwas. Eine bestimmte Anzahl der Nachbarn macht diesen Schritt mit. Je weiter diese Nachbarn von $N_{x,y}$ entfernt sind, umso geringer fällt ihre Kooperationsbereitschaft aus. Mit zunehmender Dauer nimmt diese Kooperation immer weiter ab, und man kann beobachten, wie sich nach Ausbildung einer Grobstruktur die Neuronen immer mehr an die Städtepositionen annähern, bis sie schließlich mit ihnen übereinstimmen.

Die Abbildung 7 zeigt die Entwicklung eines solchen 60-elementigen Netzes (oben) – anfänglich eine Kreisform – und das stabilisierte Muster der optimalen Rundreise (unten) durch 20 Städte, die nur etwa 10 Sekunden dauert. Nur aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde eine so kleine Anzahl von Städten gewählt.

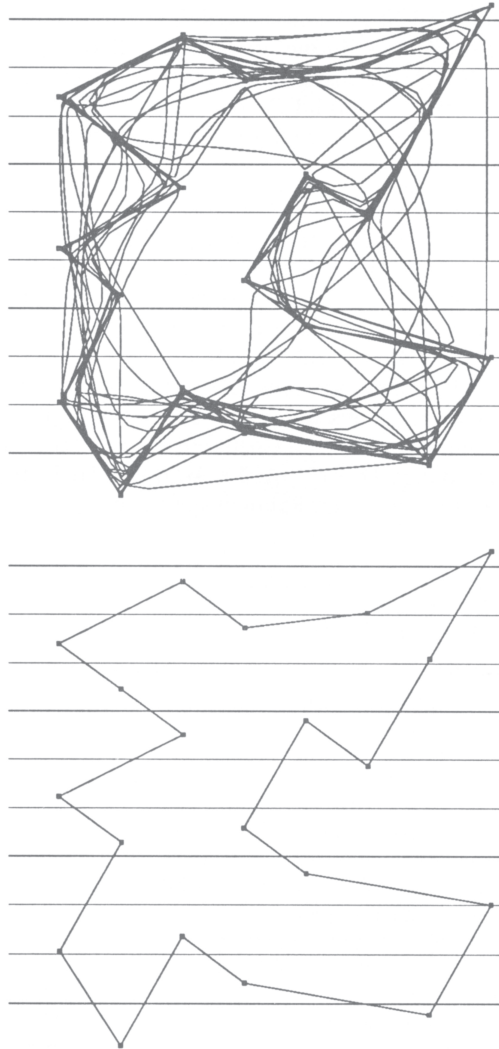


Abbildung 7: Entwicklung einer Rundreise (oben), optimale Rundreise (unten)

Erweiterungen dieses Modells sind für die Robotersteuerung attraktiv, da dieses Verfahren nicht nur Nachbarschaften erhalten bzw. lernen kann, sondern auch Regionen, in die häufiger eine Reizung fällt, mit entsprechend mehr Neuronen ausstatten kann als seltener angesprochene Gebiete. Als biologisches Vorbild für diesen Vorgang dient z.B. die Retina, auf der die Nervenzellen sich um den Sehnerv besonders konzentrieren. Simulationen leisten bereits die Bewegungssteuerung eines Roboters und die vertikale Balancierung eines Stabes.

- *Carpenter/Grossberg-Classifer* kommen der wirklichen Funktion des Gehirns wohl am nächsten, da sie mittels Rückkopplungen, Lang- und Kurzzeitgedächtnis sowie einer Art Aufmerksamkeitsfunktion, die ein Absinken der Aktivität bewirkt, falls keine Reize vorliegen, erstmals simulieren können, wie das Gehirn dazulernt, ohne dabei bereits Gelerntes wieder zu zerstören, wie es also einerseits Inseln der Stabilität, andererseits aber auch Regionen mit chaotisch anmutender Aktivität gibt. Die Grundlage für diesen Ansatz bildet die von Grossberg in den 70er Jahren entwickelte „Adaptive Resonance Theory“ (ART). An dieser Stelle auf Details einzugehen, würde allerdings den Rahmen sprengen.

Netzwerkmodell	Topologie	Werte	Lernen
Perceptron	eine Schicht vorwärts	binär und kontinuierlich	beaufsichtigt
Perceptron mit Backpropagation	mehrere Schichten vorwärts verbunden	binär und kontinuierlich	beaufsichtigt
Hopfield	eine Schicht mit Rückkopplung	binär	beaufsichtigt
Kohonen Feature Maps	2-dimensionales Raster von Ausgabeelementen	kontinuierlich	unbeaufsichtigt
Carpenter/Grossberg-Classifier	mehrere Schichten	binär und kontinuierlich	unbeaufsichtigt

Tabelle 1

Die Tabelle 1 faßt die wesentlichen Eigenschaften der hier vorgestellten Netzwerktypen noch einmal zusammen (*Barr (1991)*).

Endgültig wird sich die Anwendungsbreite neuronaler Netze aber erst einschätzen lassen, wenn Hardware ohne feste Verdrahtung, d. h. optische Chips, zur Verfügung steht, wenn also der Verbindungsaufbau dynamisch erfolgen kann und somit die Netztopologie nicht mehr von Programmen auf sequentiellen Rechnern simuliert werden muß. Allerdings kann man von einer reinen Vermehrung der Neuronenzahl keinen beliebigen Leistungszuwachs erwarten, denn dann geht ein solches Netz den bequemen Weg und „merkt“ sich die Eingabemuster, statt sie zu lernen.

4. Evolutionäre Algorithmen

Da die beiden hier vorgestellten Verfahren (Evolutionsstrategien, Genetische Algorithmen) sich relativ ähnlich sind und auf der Nachahmung biologischer Evolutionsprinzipien beruhen, erfolgt eine gemeinsame Einführung.

Die Idee, Prinzipien der biologischen Evolution unter Optimierungsgesichtspunkten zu interpretieren, wurde – trotz einiger auch technisch bemerkenswerter Resultate in der Natur – lange Zeit belächelt oder sogar rigoros abgelehnt, weil

- gemessen an der Lebenszeit eines Menschen die Evolution sehr langsam und nicht direkt beobachtbar verläuft,
- keine globale „Zielfunktion“ identifizierbar ist,
- ein auf stochastisch beschriebenen Störungen basierendes Mutations-Selektions-Verfahren aufwendig und verschwenderisch gegenüber den für einen Spezialfall entwickelten Strategien wirkt,
- bei ersten Simulationsversuchen der Slogan „Survival of the Fittest“ zu wörtlich genommen wurde,
- das der Evolution inhärente Zufallselement oft falsch interpretiert wird: Einfaches „Würfeln“ kann in der Tat die heutige Vielfalt an komplexen Lebewesen nicht hervorgebracht haben; entsprechend erfolglos muß das gleichverteilte Raten im Parameterraum einer Zielfunktion sein. Man kann sogar zeigen, daß eine vollständige Enumeration durch Vermeidung von Wiederholungen besser abschneiden muß als eine Monte-Carlo-Suche.

Interpretiert man Evolution dagegen als einen kumulativen, hochgradig parallelen Siebprozeß, dessen Resultate leicht modifiziert in das nächste Sieb weitergegeben werden, erscheint die in ungefähr 4,5 Milliarden Jahren entstandene Vielfalt und Effizienz nicht mehr so wundersam. Bei der Nachahmung geht es nicht darum, diese Vielfalt durch ein Rechnermodell im Zeitraffer nachzuerfinden, sondern darum, jene Prinzipien und Mechanismen zu isolieren und auszunutzen, die ihrerseits wieder der Evolution

unterlagen. So ist fast zwangsläufig ein Mechanismus „erfunden“ worden, der es artverwandten Individuen erlaubt, Teile ihres genetischen Materials auszutauschen, um wechselnden Umweltbedingungen besser begegnen zu können. Bei Pantoffeltierchen geht dieser Vorgang übrigens nicht mit der Vermehrung einher. Selbst komplexe Umweltmodelle konnten gelernt werden: Die Durchmesserhältnisse an Verzweigungsstellen des Blutgefäßsystems liegen nahe am theoretischen, durch Naturgesetze vorgegebenen Optimum $2^{-1/3}$.

Genetische Algorithmen jenseits und *Evolutionsstrategien* diesseits des Atlantiks entstanden etwa gleichzeitig und unabhängig voneinander Mitte der 60er Jahre als globale Optimierungsverfahren. In beiden Verfahren „lernt“ eine Population kollektiv durch folgende Prinzipien:

- Population
- Vererbung (Rekombination bzw. Crossing-Over)
- Mutation
- Selektion

Während man Mutation und Rekombination als „Motor“ des Fahrzeuges Evolution bezeichnen kann, sorgt die Selektion für dessen „Steuerung“. Sie kann zwar nur den Phänotyp – den äußerlich sichtbaren Anpassungsgrad – bewerten, damit indirekt aber auch den das Erscheinungsbild prägenden Genotyp. Aus obiger Metapher mag auch deutlich werden, wie wichtig eine ständige Quelle neuer Varianten ist, denn ein stehendes Fahrzeug benötigt keine Steuerung! Angepaßtheit meint einen immer wieder neu zu beurteilenden Zustand, da auch die selektierende Umwelt selbst – nicht zuletzt durch die in ihr lebenden Organismen – Veränderungen unterworfen ist. Für weitere Grundlagen aus Genetik bzw. Biologie sei auf *Gonick/Wheels* (1986) verwiesen.

4.1 Evolutionsstrategien

Die von Rechenberg und Schwefel gemeinsam entwickelten *Evolutionsstrategien* (Rechenberg (1973), Schwefel (1977)) gleichen einem Experimentator, der ein Objekt, über das er im Extremfall nichts weiß (Black Box), anhand endlich vieler externer Regler in einen optimalen Zustand bringen möchte. Alles, was dazu aus der Box herauskommen muß, ist ein Qualitätsmaß, so daß eine Veränderung der Einstellungen wenigstens durch „besser“ oder „schlechter“ klassifiziert werden kann. Richtung und Schrittweite der Änderungen sind für alle Optimierungsverfahren entscheidende Kriterien. Die folgenden Abbildungen 8a und 8b machen deutlich, daß diese beiden Elemente laufend angepaßt werden müssen, wenn sich ein

Erfolg einstellen soll. An der in der Abbildung 8b gezeigten Zielfunktionsstopologie läßt sich eine andere Metapher veranschaulichen – die des *Bergsteigers im Nebel*, der Gefahr läuft, mit Erreichen des nächstgelegenen Gipfels zufrieden zu sein, obwohl jenseits eines Tales noch höhere Gipfel liegen können.

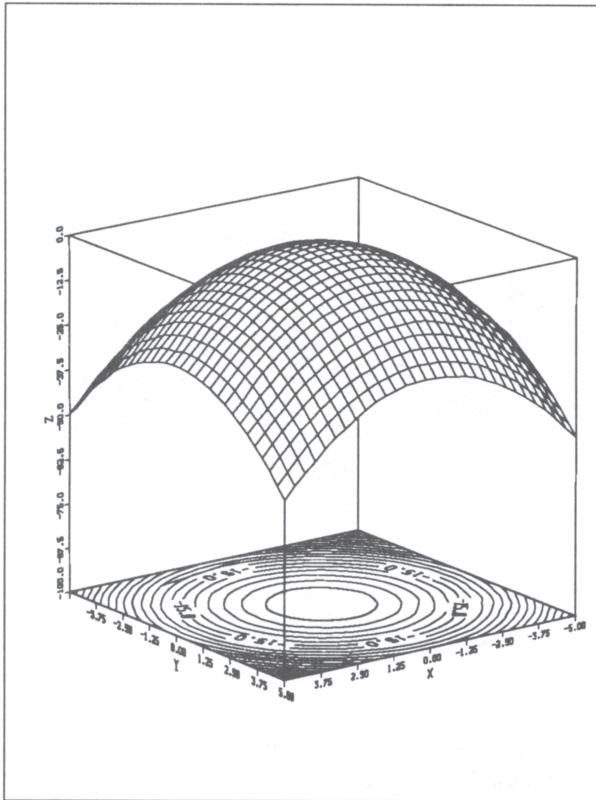


Abbildung 8a: Leichte Zielfunktionsstopologie

Die ersten Versuche, Prinzipien der organischen Evolution auf einem Digitalrechner nachzuahmen, wurden zur experimentellen Parameteroptimierung technischer Objekte wie z.B. einer Überschalldüse eingesetzt. Bei der zweigliedrigen oder $(1 + 1)$ – Evolutionsstrategie erzeugt ein Elter mit Hilfe normalverteilter Mutationen, die kleine Veränderungen wahrscheinlicher eintreffen lassen als große, solange Nachkommen, bis einer besser als

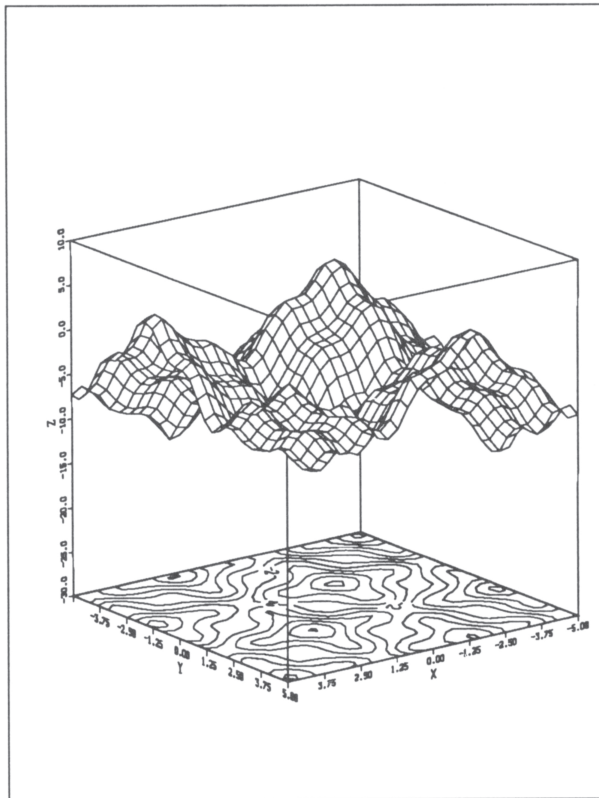


Abbildung 8b: Schwierige Zielfunktionstopologie

der Elter ist und dessen Rolle übernimmt. Aufgrund dieser einfachen Struktur gibt es für diese Strategie theoretische Resultate über Schrittweitensteuerung und Konvergenzgeschwindigkeit: Das Verhältnis erfolgreicher zu allen Mutationen sollte $1/5$ betragen. Diese erste einfache Variante wurde dann noch auf eine $(\mu + 1)$ – Strategie erweitert, die erstmals aufgrund des Vorhandenseins mehrerer Eltern das Prinzip der Rekombination umsetzen konnte. Mutation und exogene Schrittweitenkontrolle wurden unverändert in diese Variante übernommen (Rechenberg (1973)).

Schwefel (Schwefel (1977, 1981)) verallgemeinerte diese Verfahren auf die mehrgliedrige oder $(\mu^*\lambda)$ -Strategie, die jetzt genauer betrachtet werden soll. Ein *Individuum* im Rechner besteht aus folgenden „Genen“:

- Reellwertige *Objektvariablen* x_i sollen durch Rekombination und Mutation so eingestellt werden, daß ein Ziel optimal erfüllt wird.
- Reellwertige *Strategievariablen* σ_i steuern die Mutabilität der x_i . Sie liefern die Standardabweichung für die $(0, \sigma)$ -Normalverteilung, die als ungerichtete Mutation die x_i additiv überlagert. Die σ_i rekombinieren und mutieren selbst auch von Generation zu Generation. In ihren Werten liegt das „Modell“ verborgen, das die Population sich von der Zielfunktionstopologie gemacht hat. Über Faktoren ist die Anpassungs- oder Lerngeschwindigkeit der Schrittweiten steuerbar. Die exogene Schrittweitenkontrolle ist also zugunsten einer Selbstadaption aufgegeben worden: Die Selektion wird früher oder später jene Individuen bevorzugen, die ein gutes Modell der Zielfunktion erlernt haben. Das Lernen verläuft somit auf zwei Ebenen, da sowohl Objekt- als auch Strategievariablen eingestellt werden müssen.

Da diese Konfiguration eine Suche in Richtung der Koordinatenachsen bevorzugt, können gegebenenfalls noch vererbare und mutierbare Lagewinkel hinzugenommen werden, um die Mutationsellipsoide frei im Raum drehen zu können (siehe Abbildung 9). Mathematisch verbergen sich hinter diesen Winkeln die Kovarianzen der Mutationen. In der Natur existiert ebenfalls eine zweite Ebene, z.B. in Form von Reperaturrenzymen.

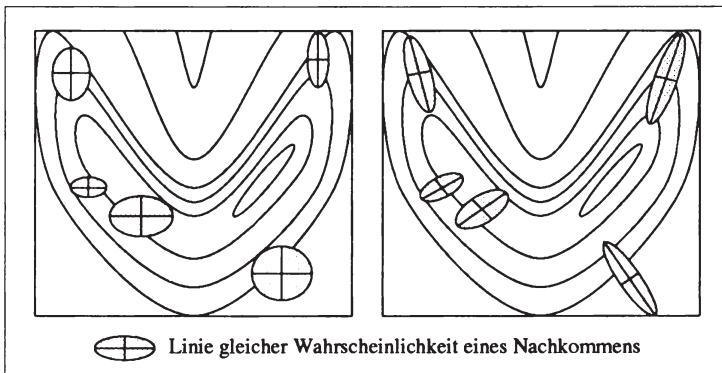


Abbildung 9: Mutationen ohne und mit Lagewinkel (aus Hoffmeister/Bäck (1991))

- Der Zielfunktionswert wird als „Phänotyp“ (Fitneß) benutzt, den die Selektion bewertet.

Von den μ Eltern der Generation g werden λ Nachkommen in drei Schritten erzeugt:

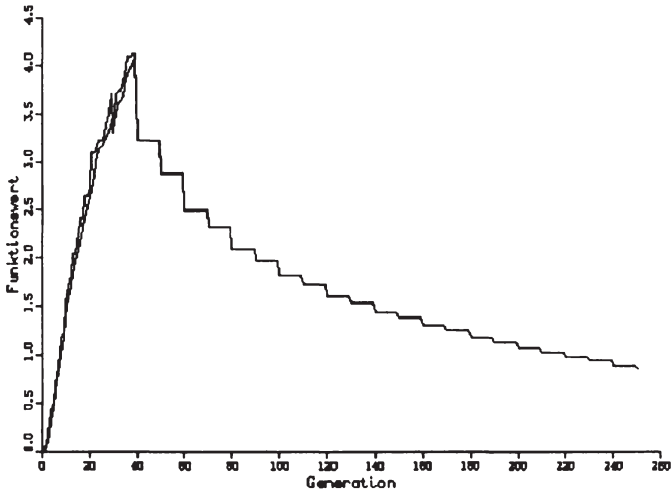
- Objekt- und Strategievariablen werden gemäß gewähltem Rekombinationstyp aus zwei oder mehr Eltern zusammengesetzt, wobei alle Eltern unabhängig von ihrer Fitness gleiche Vermehrungschancen haben. Realisiert sind dabei folgende Möglichkeiten:
 - keine Rekombination,
 - diskrete Rekombination zwischen je zwei oder allen Eltern
 - intermediäre Rekombination zwischen je zwei oder allen Eltern,
 - Crossing-Over mit einer oder mehr Bruchstellen
- Der Rekombinationstyp kann für Objekt- und Strategievariablen getrennt eingestellt werden. In einer Testreihe mit 50 Funktionen hat sich herausgestellt, daß gute Resultate mit einer diskreten Rekombination für die Objekt- und einer intermediären für die Strategieparameter erzielt werden (*Schweifel (1977)*).
- Im zweiten Schritt mutieren zunächst die Strategievariablen, deren neue Werte dann zur Veränderung der Objektvariablen benutzt werden.
- Je nach gewählter Strategie wird dann selektiert. Bei der Plus-Strategie werden die μ besten der $\mu + \lambda$ Individuen in der Population zu Eltern der nächsten Generation, bei der Komma-Strategie wird nur unter den λ Nachkommen ausgewählt. Diese zweite Variante liegt näher am biologischen Vorbild, da kein Individuum beliebig lange überleben kann wie bei der Plus-Strategie. Gerade weil im Verlauf einer Komma-Strategie Verschlechterungen zugelassen werden, kann sich – ohne exogene Kontrolle – durch „Vergessen“ phänotypisch guter Individuen (mit eventuell in der Zukunft unangepaßten Schrittweiten) ein internes Modell der Zielfunktion in den Strategieparametern bilden. Dies zeigt sich besonders deutlich, wenn das Optimum über der Zeit wandert (siehe Abbildung 10): Die Plus-Variante hält an einmal gefundenen guten Phänotypen fest, während die Komma-Strategie dem periodisch weiterwandernden Optimum folgt.

Durch die Wahl des Verhältnisses μ/λ kann man die Eigenschaft des Optimierverfahrens einstellen: Wünscht man eine schnelle lokale Konvergenz, wird man den Quotienten klein wählen, sucht man nach dem globalen Optimum, sollte man sich für eine „weichere“ Selektion entscheiden.

Evolutionsstrategien sind für die Optimierung universell geeignet, da sie nur ein Minimum an Information über die zu lösende Aufgabe benötigen – insbesondere keine Ableitungen der Zielfunktion. Sie sind in der Lage, hochdimensionale, multimodale, nichtlineare, diskrete/stetige Zielfunktionen mit linearen und/oder nichtlinearen Restriktionen zu verarbeiten. Hinter dem Zielfunktionswert kann sich auch das Resultat eines Simulationslaufes verbergen, und die Restriktionen können Festigkeitsforderungen repräsentieren, die mittels einer Finite-Element-Methode berechnet

Naturanaloge Optimierungsverfahren

Evolutionsverlauf



Evolutionsverlauf

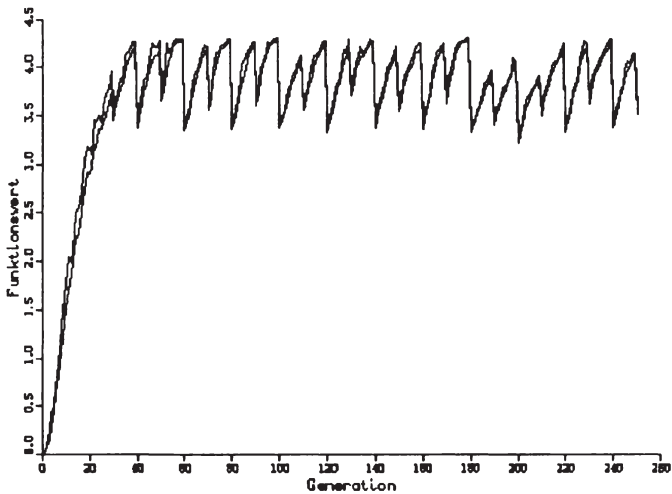


Abbildung 10: Plus- und Komma-Strategie bei wanderndem Optimum

werden müssen (*Campos Pinto* (1989)). Eine Anpassung auf Probleme mit mehrfacher Zielsetzung (Vektoroptimierung) wurde bereits durchgeführt (*Kursawe* (1991)), ebenso die Lösung NP-vollständiger Probleme wie das des Handlungsreisenden (*Ablay* (1987), *Rudolph* (1991)). Denkbar sind ferner experimentelle Anwendungen, bei denen ein Rechner nur Vorschläge macht und ein Mensch nach nicht formalisierbaren Kriterien die Selektion übernimmt. Auch das Aufkommen von Parallelrechnern eröffnet neue Perspektiven, da die den Strategien innewohnende skalierbare Parallelität genutzt werden kann (*Hoffmeister/Schwefel* (1990)).

Eine weitere Möglichkeit, Evolutionsstrategien zu nutzen, soll zum Abschluß noch erwähnt werden: Man kann sie auch als Modelle natürlicher Prozesse interpretieren und letztere dadurch besser verstehen. „Modell“ darf allerdings hier nicht explikativ, sondern nur deskriptiv verstanden werden. Neben der ästhetischen Schönheit kann man aus den Gebilden der fraktalen Geometrie lernen, daß gerade Linien in der Natur eher die Ausnahme sind. In diesem Sinne können vielleicht auch Evolutionsstrategien durch die Demonstration von Synergieeffekten beim kollektiven Lernen einer Population einen Beitrag leisten. Das Motto müßte dann lauten: Gemeinsame Experimente statt rücksichtsloser Konkurrenz (*Schwefel* (1987)).

4.2 Genetische Algorithmen

Der Einsatzbereich der von Holland (*Holland* (1975)) entwickelten *genetischen Algorithmen* deckt sich prinzipiell mit dem der Evolutionsstrategien, und auch die grundlegenden Ideen entsprechen den in der Einleitung dieses Kapitels erwähnten natürlichen Prinzipien. Diese Verfahren greifen auf frühere Ideen von Bremermann zurück (*Bremermann* (1962)), der bereits eine binäre Kodierung vorschlug. Trotz der gemeinsamen Wurzeln gibt es jedoch einige Unterschiede zwischen genetischen Algorithmen und Evolutionsstrategien, die im folgenden dargestellt werden sollen (*Hoffmeister/Bäck* (1991)).

- Der größte Unterschied liegt in der Kodierung der zu optimierenden Parameter durch ein (in der Regel) binäres Alphabet. Die genetische Information eines Individuums liegt als Folge von Bits (Bitstring) vor, die Black Box verfügt also nicht mehr über Regler, sondern über Ein/Aus-Schalter (*Goldberg* (1989)). Zur Berechnung der Fitneß muß also häufig erst dekodiert werden. In die Dekodierung ist auch die Behandlung von Restriktionen integriert, da diese im allgemeinen zunächst einen ganzzahligen Wert ergibt, der dann in einem zweiten Schritt in ein reellwertiges, notwendigerweise beschränktes Intervall abgebildet wird. Nichtlineare Nebenbedingungen werden über Straffunktionen realisiert, die bei Verletzung einer Restriktion die Fitneß eines Individuums vermindern.

- Als genetische Operatoren sind ebenfalls Mutation und Rekombination bzw. Crossing-Over vorgesehen, allerdings mit einer anderen Rollenverteilung: Das Crossing-Over, das mit einer einstellbaren Wahrscheinlichkeit auftritt (typischerweise ≈ 0.6), spielt die Hauptrolle bei der Erzeugung von Individuen, während Mutationen, die wie in der Natur an einzelnen Genen relativ selten auftreten (Wahrscheinlichkeit ≈ 0.001) nur die Aufgabe haben, den totalen Verlust einer Null oder Eins – eines Allels – in der Population an einer bestimmten Bit-Position zu verhindern. Beide Wahrscheinlichkeiten werden exogen vorgegeben und nicht im Laufe der Generationen erlernt. Die Wahl des Gray-Code als Abbildung zwischen Bitstring und ganzer Zahl stellt sicher, daß eine Bit-Mutation nur eine Veränderung der ganzen Zahl um ± 1 bewirken kann.
- Eine intermediäre Rekombination – im einfachsten Fall die Bildung des Mittelwertes der Eltern – ist auf Bits natürlich nicht anwendbar, d.h. die Durchmischung der genetischen Information wird in Evolutionsstrategien leichter erreicht.

Genetische Algorithmen	Evolutionsstrategie
Binäre Kodierung	Reellwertige Variablen
Eingeschränkter Suchraum wegen Dekodierung	Prinzipiell unbeschränkter Suchraum
Rekombination als wichtigster Suchoperator	Mutation als wichtigster Suchoperator und Rekombination für die Schrittweitenanpassung
Kein kollektives Lernen von Verfahrensparametern	Kollektives Lernen von Verfahrensparametern
Lernen auf einer Ebene	Lernen auf mehreren Ebenen gleichzeitig

Tabelle 2

- Es werden keine überschüssigen Nachkommen wie bei den Evolutionsstrategien (und in der Natur) erzeugt.
- Ein anderer wesentlicher Unterschied liegt im Selektionsmechanismus. Reproduktionswahrscheinlichkeiten sind dem Anteil des jeweiligen Individuums an der Gesamtfitneß der Population proportional, können also bei Vorliegen eines gegenüber den anderen sehr guten Individuums zu einer Dominanz dieses Individuums in der Folgegeneration führen. Ein solches Verhalten kann sogar bei einfachen, unimodalen Zielfunktionen auftreten und den weiteren Fortschritt der Suche hemmen. Diese

Schwäche läßt sich aber durch andere Selektionsmechanismen teilweise beheben, wie z.B. durch das Ranking, bei dem einem Individuum in Abhängigkeit von seiner relativen Fitneß (Plazierung) eine feste Anzahl von Nachkommen zugeteilt wird.

Einen Überblick über die Anwendungsgebiete genetischer Algorithmen findet man ebenso bei *Goldberg* (1989) wie eine Einführung in *Classifizierungssysteme*, in denen ein genetischer Algorithmus auf Kodierungen von Regeln arbeitet, die in ihrer Umwelt mit richtigen Vorhersagen bestehen müssen.

Die Tabelle 2 faßt die wesentlichen Unterschiede noch einmal zusammen.

5. Zusammenfassung/Ausblick

Abschließend soll versucht werden, von einem höheren Abstraktionsniveau aus die gemeinsamen Aspekte der hier vorgestellten naturanalogen Verfahren als lediglich verschiedene Aspekte einer Grundidee zu interpretieren. So werden jeweils nur die Rahmenbedingungen (Parameter) vorgegeben, die den sich selbst überlassenen Algorithmen Lernen ermöglichen. Alle Algorithmen verfügen über eine Zufallskomponente, die bereits erreichte Zustände modifiziert und das Ergebnis der jeweiligen Selektionskomponente „vorschlägt“. Die langfristige Ordnung wird also durch eine selektive Stabilisierung „guter“ Zustände erreicht. Allen Verfahren gemeinsam ist auch das verteilte Wissen, die kollektive Intelligenz. Lernen kann daher nur durch Kooperation stattfinden. Dies unterstreichen auch Simulationen, in denen ein Rechner mit einer umfangreichen Aufgabe beauftragt wird und sich gegen einen auszuhandelnden „Preis“ von anderen Rechnern helfen lassen kann. Ohne äußere Steuerung erreichen die Rechner eine gleichmäßige Auslastung (*Hubermann* (1988)).

Bisher können nur die Regeln nachgebildet werden, nach denen die Materie sich organisiert oder die Evolution verläuft, ohne allerdings die Entstehung von Neuem (z.B. Wetter) ausreichend vorhersagen zu können. Läßt man sich darauf ein, aus den hier vorgestellten, relativ einfachen Modellen erheblich komplizierterer natürlicher Vorgänge Konsequenzen zu ziehen, so müßte eine lauten: Die Begriffe „Selbstorganisation“ oder „Evolution“ stellen eigentlich nur dasselbe Phänomen in einen stärker physikalischen bzw. stärker biologischen Begriffszusammenhang. Sie fassen solche Vorgänge zusammen, die in einem System mit vielen Attraktoren einen stabilen ansteuern und diesen auch in gewissen Grenzen gegen Störungen verteidigen können.

Ein Ziel dieses Überblicks war die Vorstellung von Verfahren, die auch noch solche Modelle optimieren können, die im Extremfall keine der üblichen mathematischen Voraussetzungen wie Stetigkeit und Differenzierbar-

keit mehr erfüllen. Die größere Freiheit bei der Modellierung wird allerdings mit einem Verlust an Konvergenzsicherheit und -geschwindigkeit bezahlt. Natürlich ist das Simplex-Verfahren oder eine seiner Varianten das effizienteste, wenn eine lineare oder nichtlineare Zielfunktion sowie lineare Restriktionen vorliegen. Wird man aber den komplexen und verflochtenen Beziehungen in der Realität mit linearen Modellen wirklich gerecht? Deutet die Anpassungs- und Lernfähigkeit von Märkten nicht eher darauf hin, daß auch hier weitgehend stabile Inseln im Chaos existieren, daß also die Systeme nichtlinear und dynamisch rückgekoppelt sind? Und ist das umgebende Chaos nicht gerade der Schlüssel zur Anpassung an veränderliche Bedingungen? Legt der letzte weltweite Börsencrash nicht den Gedanken nahe, daß hochgradig geordnete Systeme mit starren Regeln auf Störungen sehr viel empfindlicher reagieren und ins Chaotische umkippen können?

6. Literatur

- Ablay, P., Optimieren mit Evolutionsstrategien, *Spektrum der Wissenschaft*, July 1987
- Aarts, E.H.L., and J. Korst, *Simulated Annealing and Boltzmann Machines*, Wiley & Sons, Chichester, 1989
- Barr, E.H.L., Netze im Aufwind, *c't*, April 1991.
- Briggs, J. and F.D. Peat, *Turbulent Mirror – An Illustrated Guide to Chaos Theory and the Science of Wholeness*, Harper & Row Publishers, New York 1989.
- Bremermann, H.J., Optimization through Evolution and Recombination, in: Yovits, Jacobi and Doldstein (Hg.), *Self-Organizing Systems*, Pergamon Press, Oxford 1962.
- Campos Pinto, I., *Wissensbasierte Unterstützung bei der Lösung von Optimierungsaufgaben*, Universität Dortmund, Fachbereich Informatik 1989.
- Dewdney, A.K., Computer-Kurzweil, *Spektrum der Wissenschaft*, Oktober 1988.
- Gardner, M. The Fantastic Combinations of John Horton Conway's New Solitaire Game of 'Life', *Scientific American*, April 1970.
- Goldberg, D.E., *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*, Addison-Wesley, Reading 1989.
- Gonick, L. and M. Wheeler, *Genetik in Cartoons*, Paul Parey, Berlin und Hamburg 1986.
- Hebb, D.O., *The Organization of Behaviour*, Wiley & Sons, New York 1949.
- Hoffmeister, F. and T. Bäck, Genetic Algorithms and Evolution Strategies: Similarities and Differences, in: H.-P. Schwefel und R. Männer (Hg.), *Parallel Problem Solving from Nature, Proceedings of the 1st PPSN-Workshop, Dortmund, 1990*, Lecture Notes in Computer Science, S. 445–469, Berlin, Springer 1991.
- Hoffmeister, F. and H.-P. Schwefel, A Taxonomy of Parallel Evolutionary Algorithms, in: G. Wolf, T. Legendi and U. Schendel, *PARCELLA '90*, S. 97–107, Berlin, Akademie-Verlag 1990.

- Holland, J.H., *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan 1975.
- Hopfield, J.J., Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 1982, S. 2554–2558.
- Huberman, B.A., *The Ecology of Computation*, North-Holland, Amsterdam 1988.
- Kirkpatrick, S., C.D. Gelatt and M.P. Vecchi, Optimization by Simulated Annealing, *Science* 220, 1983, S. 671–680.
- Kohonen, T., *Self-Organization and Associative Memory*, Springer, Berlin 1984.
- Kursawe, F., A Variant of Evolution Strategies for Vector Optimization, in: H.-P. Schwefel and R. Männer (Hg.), *Parallel Problem Solving from Nature, Proceedings of the 1st PPSN-Workshop, Dortmund, 1990*, Lecture Notes in Computer Science, 1991, S. 193–197, Berlin, Springer 1991.
- Laarhoven, P.J.M. van and E.H.L. Aarts, *Simulated Annealing: Theory and Applications*, D. Reidel, Dordrecht 1987.
- Minsky, M. and S. Papert, *Perceptrons*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1969.
- Pao, Y.H., *Adaptive Pattern Recognition and Neural Networks*, Addison-Wesley, Reading 1989.
- Rechenberg, I., *Evolutionsstrategie: Optimierung technischer Systeme nach Prinzipien der biologischen Evolution*, Frommann-Holzboog, Stuttgart 1973.
- Rumelhart, D.E., G.E. Hinton and R.J. Williams, Learning Internal Representations by Error Propagation, in: D.E. Rumelhart and J. McClelland (ed.), *Parallel Distributed Processing I: Foundations*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1986.
- Ritter, H., T. Martinetz and K. Schulten, *Neuronale Netze*, Addison-Wesley, Bonn 1990.
- Rosenblatt, F., *Principle of Neurodynamics*, Spartan, New York 1962.
- Rudolph, G., Global Optimization by means of Distributed Evolution Strategies, in: H.-P. Schwefel and R. Männer (ed.), *Parallel Problem Solving from Nature, Proceedings of the 1st PPSN-Workshop, Dortmund, 1990*, Lecture Notes in Computer Science, S. 209–213, Berlin, Springer 1991.
- Schwefel, H.-P., *Numerische Optimierung von Computer-Modellen mittels der Evolutionsstrategie*, Birkhäuser, Basel 1977.
- , *Numerical Optimization of Computer Models*, Wiley & Sons, Chichester 1981.
- , Collective Phenomena in Evolutionary Systems, 31st Annual Meeting of the International Society for General System Research, S. 1025–1033, Budapest 1987.
- von Neumann, J., *Theory of Self-Reproducing Automata*, University of Illinois Press 1966.

II. Das Modellierungskonzept der Synergetik für dynamische sozio-ökonomische Prozesse

von *Wolfgang Weidlich*

Universität Stuttgart

1. Einleitung

Die Synergetik ist ein neuer interdisziplinärer Zweig der Wissenschaft, welcher aus der Theoretischen Physik, insbesondere der Statistischen Physik heraus entstanden ist.¹ Sie untersucht die universellen Gesetzmäßigkeiten von dynamischen Makrostrukturen, welche in Multikomponentensystemen durch die Wechselwirkung zwischen deren Elementen entstehen.

Nun ist auch die menschliche Gesellschaft ein solches Multikomponentensystem, zwischen dessen Elementen, den Individuen, eine Mannigfaltigkeit von materiellen und geistigen Wechselwirkungen stattfinden. Daher sollte die Synergetik auch auf die Gesellschaft, das heißt auf die Modellierung sozialer Prozesse, anwendbar sein.

Im folgenden wird ein solcher Modellierungsrahmen kurz vorgestellt und auf ein Beispiel angewandt. Ausführliche Darstellungen dieses Modellierungskonzeptes für dynamische sozio-ökonomische Prozesse liegen an anderer Stelle vor.² Die Modellierung besteht aus einer Kombination von Konzepten, welche die spezielle Natur sozialer Systeme berücksichtigen, mit Begriffsbildungen aus der Synergetik und Statistischen Physik, welche universell auf stochastische Multikomponentensysteme anwendbar sind. Das Ziel des Modellierungsverfahrens ist die Konstruktion einer sektorenübergreifenden Theorie für die quantitative Beschreibung kollektiver Entwicklungen in der Gesellschaft. Dieses Gesamtziel umfaßt die folgenden Teilziele:

1. Die Formulierung der Beziehung zwischen der Mikroebene individueller Entscheidungen und der Makroebene dynamischer kollektiver Prozesse in der Gesellschaft.

¹ Vgl. *Haken* (1978).

² Vgl. *Weidlich/Haag* (1983), *Weidlich/Haag* (1988) und *Weidlich* (1991).

2. Die Ableitung einer wahrscheinlichkeitstheoretischen Beschreibung des Makroprozesses, welche stochastische Fluktuationen einschließt, sowie die Ableitung einer quasideterministischen Beschreibung desselben Prozesses, bei welcher die Fluktuationen vernachlässigt werden.
3. Die Untersuchung von Modell-Lösungen entweder durch analytische Methoden (z.B. die exakte oder genäherte Lösung von Mastergleichungen oder Mittelwertgleichungen) oder durch numerische Simulation charakteristischer Szenarios.
4. Die Auswertung empirischer Systeme, einerseits durch Bestimmung der Modellparameter mittels Feldbefragung auf der Mikroebene und Regressionsanalyse auf der Makroebene, andererseits durch Vorausschätzung zukünftiger Entwicklungen mittels Modellsimulation.

Die Anwendungsbereiche des Modellierungskonzeptes umfassen mehrere Bereiche der Sozialwissenschaften, nämlich

- Soziologie (z. B. kollektive politische Meinungsbildung)
- Demographie (z.B. Migration von Populationen; siehe das im folgenden betrachtete Beispiel)
- Regionalwissenschaft (z.B. Siedlungsstrukturbildung und Stadtentwicklung)
- Wirtschaftswissenschaft (z.B. Nichtlineare Modelle für Konjunkturzyklen und Marktinstabilitäten)

Insbesondere erscheint das Modellierungskonzept geeignet, sektorenübergreifende, integrierte dynamische quantitative Modelle aufzustellen, z. B. Modelle, die die Wechselwirkung zwischen Ökonomie und kollektiver politischer Willensbildung, oder zwischen Ökonomie und Migrationsprozessen beschreiben.

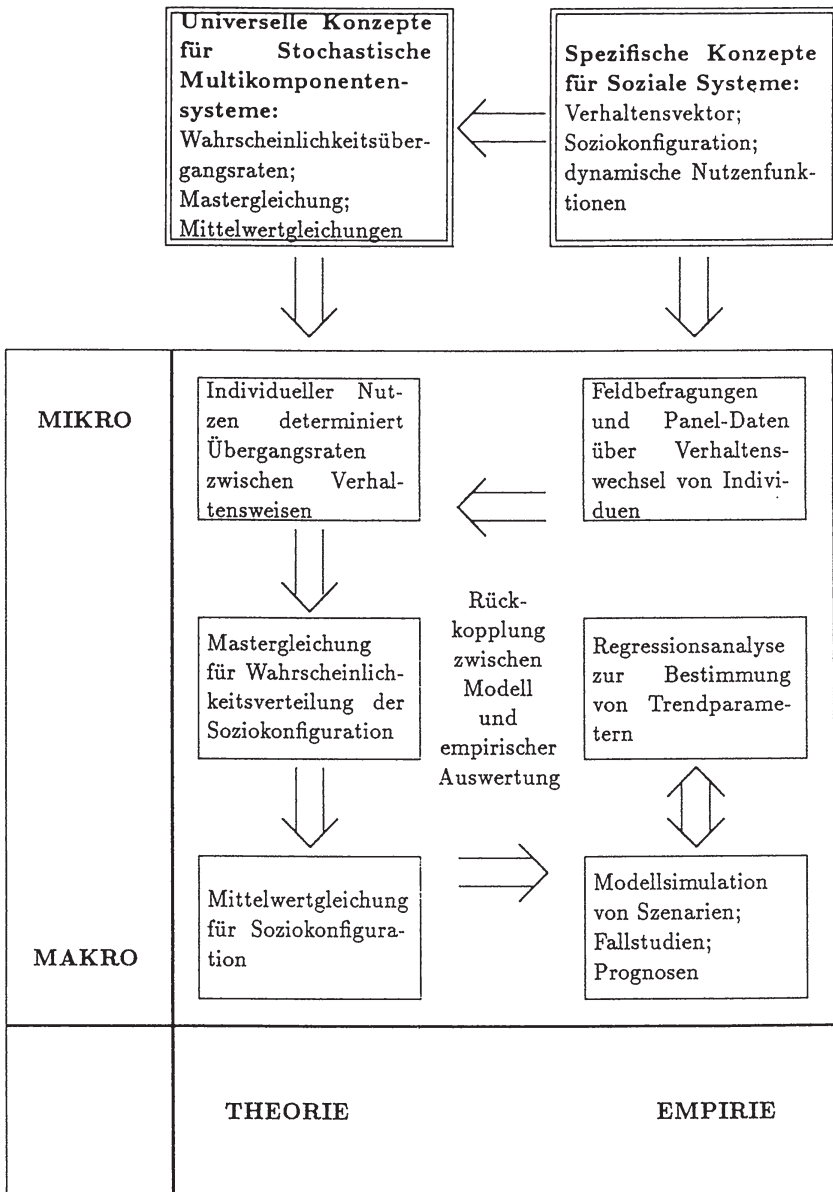
Wir schließen die Einleitung mit einer schematischen Darstellung des konzeptionellen Rahmens ab (cf. Schema 1). Die Blöcke des Schemas werden in den nächsten Abschnitten näher erläutert.

2. Charakterisierung des Sozio-Ökonomischen Systems

Dem einzelnen Individuum werde ein *Verhaltensvektor*

$$\mathbf{i} = (i_1, i_2, \dots, i_a, \dots, i_A) \quad (1)$$

zugeschrieben, der als ein Punkt in einem A -dimensionalen *Raum* $\mathcal{A}$ repräsentiert werden kann. Die verschiedenen Dimensionen $a = 1, 2, \dots, A$ erfassen dabei jeweils andere Aspekte der individuellen Entscheidungen, die



Schema 1: Der Rahmen für die synergetische Modellierung der Soziodynamik

simultan getroffen werden, z.B. das Faktorangebot, die Konsumgüternachfrage, politische Stimmabgabe, Standort- bzw. Wohnsitzentscheidungen usw.

In bezug auf eine jede Wahlmöglichkeit a kann das Individuum nun verschiedene *Verhaltensweisen* annehmen, die durch den Index i_a durchnummeriert werden. Die Punkte des Raumes $\mathcal{A}$ spannen also den „choice set“ des Individuums auf. Auf der Mikroebene wird der Zustand der Gesellschaft durch den Punktschwarm ihrer Mitglieder in $\mathcal{A}$ beschrieben.

Da der eben erwähnte Punktschwarm eine viel zu differenzierte Gesellschaftsbeschreibung darstellt, sollen jetzt geeignete *Makrovariable* eingeführt werden. Zunächst werden geeignet abgegrenzte *Subpopulationen* $\mathcal{P}_\alpha$, $\alpha = 1, 2, \dots, P$ eingeführt. Die Abgrenzung hat so zu erfolgen, daß innerhalb *einer* Subpopulation eine gewisse, später wahrscheinlichkeitstheoretisch erfaßte, Homogenität des Entscheidungsverhaltens in bezug auf die Alternativenmenge im Aspektraum $\mathcal{A}$ zu erwarten ist. Allerdings wird aus Gründen der Vereinfachung bei grobgerasterten Modellen eine Aufteilung in nur eine oder wenige Subpopulationen angenommen, während kompliziertere Modelle eine Feinaufteilung in mehrere differenzierte Subpopulationen vornehmen.

Als zentrale Makrovariable führen wir nun die *Soziokonfiguration* ein. Sie beschreibt die Verteilung der Verhaltensweisen in bezug auf die Wahlmöglichkeiten $a = 1, 2, \dots, A$ unter den Mitgliedern der Subpopulationen $\mathcal{P}_\alpha$. Die Soziokonfiguration besteht aus einem Multipel von ganzen Zahlen:

$$\mathbf{n} = \{n_1^1, \dots, n_i^\alpha, \dots, n_C^P\} \quad (2)$$

wobei n_i^α die Anzahl der Individuen der Subpopulation $\mathcal{P}_\alpha$ ist, welche den Verhaltensvektor $\mathbf{i}$ haben.

Für jede Subpopulation $\mathcal{P}_\alpha$ sei nun eine Nutzenfunktion u_i^α bezüglich des Verhaltensvektors $\mathbf{i}$ gegeben, die definiert sei über das Intervall

$$-\infty < u_i^\alpha(\mathbf{n}; \kappa) < +\infty \quad (3)$$

reeller Zahlen. Diese Nutzenfunktion soll von gewissen „Trendparametern“ κ abhängen, die sich im Zeitablauf ändern können sowie von der Soziokonfiguration $\mathbf{n}$. Die letztere Abhängigkeit beschreibt die wichtige „synergetische“ Erkenntnis, daß der individuelle Nutzen einer Verhaltensweise vom Kollektivverhalten der Gesamtgesellschaft (ausgedrückt durch $\mathbf{n}$) mitbedingt ist.

Bevor die elementaren Prozesse der Soziodynamik eingeführt werden, ist eine allgemeine Bemerkung über die Verwendung des Nutzenkonzeptes angebracht. Üblicherweise werden in der Ökonomik Nutzenfunktionen in *statischer* oder quasistationärer Analyse angewandt, und sie beziehen sich i.a. auf das *deterministische* Verhalten des einzelnen ökonomischen Agenten,

welcher versucht, seinen Nutzen unter gewissen einschränkenden Nebenbedingungen zu maximieren.

Demgegenüber werden in unserem Modellierungsrahmen Nutzenfunktionen dazu verwendet, die *dynamische* Entwicklung der sozio-ökonomischen Situation durch Ansätze für das *wahrscheinlichkeitstheoretische Entscheidungsverhalten* von homogenen Ensembles (Subpopulationen) von Individuen zu beschreiben. Unsere Verwendung des Nutzenkonzeptes unterscheidet sich damit auch von der „Zufallsnutzentheorie“ diskreter Entscheidungsmodelle wie dem Logit-Modell, Nested Logit-Model usw., obwohl dazu eine gewisse Verwandtschaft besteht. Diese Modelle sind nur für stationäre Situationen oder bestenfalls für die Analyse „komparativer Stationarität“ anwendbar, das heißt unter der Annahme, daß sich das System jeweils in einem temporär stationären Zustand befindet.

Wir betrachten nun die elementaren dynamischen Prozesse, die sich in der Gesellschaft ereignen können: Auf der Mikroebene sind dies die möglichen Änderungen der Verhaltensweisen der Individuen, etwa von der Verhaltensweise *i* zur Verhaltensweise *j*. Geschieht dies bei einem Mitglied der Subpopulation $\mathcal{P}_\alpha$, so wird dadurch die folgende Änderung der Soziokonfiguration induziert:

$$\begin{aligned} \mathbf{n} &= \{n_1^1, \dots, n_j^\alpha, \dots, n_i^\alpha, \dots, n_c^P\} \\ \Rightarrow \mathbf{n}_{ji}^\alpha &= \{n_1^1, \dots, (n_j^\alpha + 1), \dots, (n_i^\alpha - 1), \dots, n_c^P\} \end{aligned} \quad (4)$$

Darüber hinaus betrachten wir noch solche Änderungen der Soziokonfiguration, die durch Zunahme oder Abnahme eines n_i^α durch Geburts- oder Todesprozesse zustandekommen:

$$\begin{aligned} \mathbf{n} &= \{n_1^1, \dots, n_i^\alpha, \dots, n_c^P\} \\ \Rightarrow \mathbf{n}_{i\pm}^\alpha &= \{n_1^1, \dots, (n_i^\alpha \pm 1), \dots, n_c^P\} \end{aligned} \quad (5)$$

Wir nehmen nun an, daß der Übergang eines Individuums $\in \mathcal{P}_\alpha$ von der Verhaltensweise *i* zur Verhaltensweise *j* durch die Differenz zwischen dem Nutzen u_j^α der Endhaltung und dem Nutzen u_i^α der Anfangshaltung bewirkt wird. Diese Nutzendifferenz spielt also die Rolle einer „treibenden Kraft“.

Der Übergang von *i* nach *j* wird nun *nicht deterministisch* modelliert – dazu müßte man die Gehirndynamik jedes Individuums genau kennen – sondern *wahrscheinlichkeitstheoretisch*, indem man den Begriff der *Übergangswahrscheinlichkeit pro Zeiteinheit* p_{ji}^α einführt, dafür, daß ein Mitglied von $\mathcal{P}_\alpha$ von der Haltung *i* zur Haltung *j* übergeht. Für diese *individuelle Übergangs-*

wahrscheinlichkeit wird nun folgender Ansatz gemacht:

$$\begin{aligned} p_{ji}^\alpha(\mathbf{n}, \kappa) &= \nu \exp[u_j^\alpha(\mathbf{n}_{(ji)}^\alpha, \kappa) - u_i^\alpha(\mathbf{n}, \kappa)] \\ &= \nu \exp[u_j^\alpha(\mathbf{n}_{(ji)}^\alpha, \kappa)] \exp[-u_i^\alpha(\mathbf{n}, \kappa)] \end{aligned} \quad (6)$$

Dieser Ansatz erfüllt offenbar folgende, teils notwendige, teils plausible, Bedingungen:

1. p_{ji}^α hängt monoton von der Differenz des Nutzens von Anfangs- und Endverhalten ab.
2. p_{ji}^α ist positiv definit, wie es sein muß, und zwar für beliebige (reelle) Werte der Nutzenfunktionen.
3. p_{ji}^α zerfällt andererseits in das Produkt von einem push-Term (Abstoßung von der Ausgangshaltung i) und einem pull-Term (Anziehung durch die Endhaltung j).

Wenn die n_i^α Individuen in der Soziokonfiguration $\mathbf{n}$ den Übergang von i nach j jeweils mit derselben Übergangsrate p_{ji}^α machen, so ergibt sich für die *konfigurale Übergangsrate* des Übergangs (4):

$$w_{ji}^\alpha(\mathbf{n}\kappa) = p_{ji}^\alpha(\mathbf{n}\kappa)n_i^\alpha \quad (7)$$

Zusätzlich führen wir auch für die Übergänge (5) die konfiguralen Übergangsraten ein:

$$w_{i\pm}^\alpha = p_{i\pm}^\alpha n_i^\alpha \quad (8)$$

wobei $p_{i\pm}^\alpha$ die Geburts/Sterberate pro Individuum ist.

3. Bewegungsgleichungen für die Soziodynamik

Auf Grund der bisher eingeführten Begriffsbildungen sind wir nun in der Lage, die Bewegungsgleichungen für die Soziokonfiguration aufzustellen. Dies geschieht auf zwei Beschreibungsebenen: Einerseits in stochastischer Beschreibungsweise, wobei die Zufallsfluktuationen, die sich auf Grund der wahrscheinlichkeitstheoretischen Beschreibung der Einzelentscheidungen ergeben, exakt berücksichtigt werden, und andererseits in quasideterministischer Beschreibungsweise, wobei die Fluktuationen bzw. Varianzen vernachlässigt werden und nur die Dynamik der Mittelwerte betrachtet wird.

Auf der stochastischen Beschreibungsebene wird die Wahrscheinlichkeit $P(\mathbf{n}; t)$ eingeführt, zur Zeit t die Soziokonfiguration $\mathbf{n}$ vorzufinden. Diese

Wahrscheinlichkeitsverteilung genügt der grundlegenden Bewegungsgleichung, welche „Mastergleichung“ heißt:

$$\begin{aligned} \frac{dP(\mathbf{n}; t)}{dt} = & \left[\sum_{j, i, \alpha} w_{ji}^{\alpha}(\mathbf{n}_{(ij)}^{\alpha}) P(\mathbf{n}_{(ij)}^{\alpha}; t) - \sum_{j, i, \alpha} w_{ji}^{\alpha}(\mathbf{n}) P(\mathbf{n}; t) \right] \\ & + \left[\sum_{i, \alpha} w_{i+}^{\alpha}(\mathbf{n}_{i-}^{\alpha}) P(\mathbf{n}_{i-}^{\alpha}; t) - \sum_{i, \alpha} w_{i+}^{\alpha}(\mathbf{n}) P(\mathbf{n}; t) \right] \\ & + \left[\sum_{i, \alpha} w_{i-}^{\alpha}(\mathbf{n}_{i+}^{\alpha}) P(\mathbf{n}_{i+}^{\alpha}; t) - \sum_{i, \alpha} w_{i-}^{\alpha}(\mathbf{n}) P(\mathbf{n}; t) \right] \end{aligned} \quad (9)$$

Die Lösung der Mastergleichung (9) beschreibt nicht nur die mittlere Entwicklung der Gesellschaft im Konfigurationsraum, sondern zugleich die Entwicklung der Wahrscheinlichkeit der Abweichungen vom mittleren Verhalten.

Die rechte Seite von (9) besteht aus drei Termen. Der erste Term beschreibt die Änderung der Wahrscheinlichkeit der Konfiguration $\mathbf{n}$ durch Zufluß von Wahrscheinlichkeit von den Nachbarkonfigurationen $\mathbf{n}_{(ij)}^{\alpha}$ nach $\mathbf{n}$, und durch Abfluß von Wahrscheinlichkeit von $\mathbf{n}$ zu den Nachbarkonfigurationen $\mathbf{n}_{(ji)}^{\alpha}$. Auf ähnliche Weise beschreibt der zweite und dritte Term den Zufluß und Abfluß der Wahrscheinlichkeit nach und von $\mathbf{n}$ durch Geburts- und Todesprozesse.

Auf der quasideterministischen Beschreibungsebene genügt es, die Zeitentwicklung der Erwartungswerte der Soziokonfiguration zu betrachten.

Die Erwartungswerte sind wie folgt definiert:

$$n_k^{\beta}(t) = \sum_{\mathbf{n}} n_k^{\beta} P(\mathbf{n}; t) \quad (10)$$

Im Falle einer unimodalen (oder entsprechend trunkierten) Wahrscheinlichkeitsverteilung können aus der Mastergleichung die folgenden genähernten Bewegungsgleichungen für die Erwartungswerte hergeleitet werden:

$$\begin{aligned} \frac{dn_k^{\beta}(t)}{dt} &= \sum_i w_{ki}^{\beta}(\mathbf{n}(t)) - \sum_i w_{ik}^{\beta}(\mathbf{n}(t)) \\ &= w_{k+}^{\beta}(\mathbf{n}(t)) - w_{k-}^{\beta}(\mathbf{n}(t)) \end{aligned} \quad (11)$$

Diese Gleichungen bilden einen Satz gekoppelter, autonomer, im allgemeinen nichtlinearer Differentialgleichungen erster Ordnung für die Komponenten $n_k^\beta(t)$ der Soziokonfiguration. Auf dieses dynamische System können die Standardmethoden nichtlinearer Analysis angewandt werden.

Auch dann, wenn die Wahrscheinlichkeitsverteilung $P(\mathbf{n};t)$ nicht unimodal bleibt, behalten die Bewegungsgleichungen (11) ihre Bedeutung. Die ihnen genügenden Variablen $n_k^\beta(t)$ heißen dann *Quasimittelwerte*. Diese stimmen im Falle multimodaler $P(\mathbf{n};t)$ nicht mehr mit den Erwartungswerten (10) überein, aber sie repräsentieren die mittlere Entwicklung charakteristischer Trajektorien.

4. Ein „generisches“ Beispiel: Die Migration von Populationen

Die in Abschnitt 1 und 2 entwickelten Konzepte sind insofern von großer Allgemeinheit, als sich auf der Mikroebene der Zustand und die Dynamik jedes Gesellschaftssektors auf das Verhalten und den Verhaltenswechsel von Agentengruppen (Subpopulationen) zurückführen läßt. In der Wirtschaft sind solche Aktivitäten und die Übergänge zwischen ihnen mehr oder weniger direkt mit Umsätzen materieller Güter (Investition, Produktion, Nachfrage) verknüpft.³

Ein Gebiet indessen, wo der Zusammenhang zwischen der Soziokonfiguration und dem beobachtbaren sozialen Prozeß noch direkter ist als in der Ökonomie ist das der Wanderung menschlicher Bevölkerungen zwischen Regionen (z. B. Bundesländern oder Stadtteilen). Die Migrationstheorie kann daher als generisches (d. h. typisches, in seinen Grundzügen auf andere Gebiete verallgemeinerungsfähiges) Beispiel dienen⁴ Die Vorteile der Betrachtung des Migrationsprozesses sind die folgenden:

1. Die Verhaltensweisen und Entscheidungen zum Beibehalten oder zum Wechsel des Wohnortes sind einfach und eindeutig identifizierbar. Sie äußern sich in der räumlichen Verteilung der Populationen und ihrer Änderung.
2. Die theoretischen Modelle erlauben schon im einfachsten Fall die Beschreibung migratorischer Phasenübergänge zwischen global verschiedener Makrodynamik der Populationen.

³ Vgl. z. B. Haag/Weidlich/Mensch (1987) und Weidlich/Braun (1991).

⁴ Vgl. Weidlich/Haag (1988).

3. Infolge der Registrierung von Umzügen durch Statistische Ämter stehen über Jahrzehnte hinweg empirische Daten zur Verfügung. Diese können zum Vergleich zwischen Theorie und Empirie herangezogen werden.

Transportprobleme in der Physik, aber auch die Migration von Tierpopulationen, sind häufig durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet: Die Migration bzw. der Transport erfolgt *ungesteuert*, d.h. rein zufällig, *linear*, d.h. ohne Wechselwirkung zwischen Einzelelement und Kollektiv, und *lokal*, bzw. *diffusiv*, d.h. durch Übergang von einem Gebiet in das Nachbargebiet.

Demgegenüber ist die Migration, d.h. das *Umzugsverhalten menschlicher Bevölkerungen intentional* (d.h. gesteuert durch Nutzenüberlegungen), *nicht-linear* (weil die konfiguralen Übergangsraten i.a. nichtlinear von der gesamten Soziokonfiguration abhängen) und *nichtlokal* (weil Umzüge zwischen entfernt liegenden Regionen stattfinden können).

Wie wir jedoch sogleich sehen werden, ist das oben entwickelte allgemeine Modellierungskonzept unmittelbar auf das i.a. intentionale, nichtlineare und nichtlokale Wanderungsverhalten menschlicher Bevölkerungen zugeschnitten. Wir müssen dazu nur die allgemeinen Begriffe auf den jetzt allein herausgegriffenen migratorischen Sektor spezialisieren. Dies geschehe wie folgt:

- *Verhalten* $i \triangleq$ „leben in Region i “
 - *Nutzen* $u_i^\alpha \triangleq$ Attraktivität der Region i für ein Mitglied der Subpopulation $\mathcal{P}_\alpha$
 - *Übergangsrate* $p_{ji}^\alpha(\mathbf{n}) = \nu^\alpha \exp\{u_j^\alpha - u_i^\alpha\} \wedge$ = Umzugswahrscheinlichkeit pro Zeiteinheit von Region i nach Region j für ein Mitglied von $\mathcal{P}_\alpha$
 - *Soziokonfiguration* $\mathbf{n} = \{n_i^\alpha\}$, wobei n_i^α die Anzahl der Mitglieder von $\mathcal{P}_\alpha$ ist, die in Region i lebt.
- (12)

Die einfachste Annahme für die Form der Nutzenfunktionen als Funktionen der Populationszahlen besteht in ihrer Taylorentwicklung bis zu linearen Gliedern:

$$u_i^\alpha(\mathbf{n}) = \frac{1}{2} \left[\vartheta_i^\alpha + \sum_{\beta=1}^P \kappa_{\alpha\beta} n_i^\beta \right] \quad (13)$$

Wie sich aus der Form der Übergangsraten ergibt, haben die *Trendparameter* $\vartheta_i^\alpha, \kappa_{\alpha\beta}$ die folgende Bedeutung:

Der *Präferenzparameter* ϑ_i^α ist ein Maß für die Bevorzugung von Region i durch Mitglieder von $\mathcal{P}_\alpha$.

Der *Agglomerationsparameter* $\kappa_{\alpha\beta}$ beschreibt die Agglomerations- bzw. Segregationsneigung eines Mitglieds von $\mathcal{P}_\alpha$ mit der Population $\mathcal{P}_\beta$.

Nach diesen Spezifikationen können die Bewegungsgleichungen (9) und (11) unmittelbar übernommen werden. Sie beschreiben nunmehr die Dynamik des migratorischen Systems bei vorgegebenen Trendparametern ϑ_i^α , $\kappa_{\alpha\beta}$. Insbesondere lauten nun die Bewegungsgleichungen (11) für die Quasimittelwerte explizit:

$$\begin{aligned} \frac{dn_k^\alpha(t)}{dt} = & \sum_{i=1}^L \nu_\alpha \exp[u_k^\alpha(\mathbf{n}) - u_i^\alpha(\mathbf{n})] n_i^\alpha \\ & - \sum_{i=1}^L \nu_\alpha \exp[u_i^\alpha(\mathbf{n}) - u_k^\alpha(\mathbf{n})] n_k^\alpha \\ & + p_{k+}^\alpha n_k^\alpha - p_{k-}^\alpha n_k^\alpha \end{aligned} \quad (14)$$

Dabei bedeutet ν_α die Mobilität von $\mathcal{P}_\alpha$, und p_{k+}^α bzw. p_{k-}^α die Geburts- bzw. Sterberate pro Person der Population $\mathcal{P}_\alpha$ in Region k .

Im folgenden werden wir sehen, daß die nichtlinearen Mittelwertgleichungen (14) und die zugehörige Mastergleichung in der Lage sind, einige wesentliche migratorische Phänomene zu beschreiben.

5. Migratorische Phasenübergänge bei zwei wechselwirkenden Populationen in zwei Regionen

Der einfachste Fall, der zu nichttrivialen Ergebnissen führt, ist der zweier Subpopulationen $\mathcal{P}_\alpha$, $\alpha = \mu, \nu$, in zwei Regionen (z.B. zwei soziologisch klar unterscheidbare Subpopulationen in zwei Stadtteilen). Je nach Wahl der Trendparameter beschreiben dieselben Modellgleichungen für dieses System mindestens drei qualitativ verschiedene Situationen, und natürlich die möglichen Phasenübergänge zwischen ihnen, nämlich

- a) Die Herausbildung einer stabilen Bevölkerungsmischung
- b) Die Herausbildung stabiler Gettos
- c) Die Herausbildung eines rastlosen Wanderungsprozesses

Zunächst wollen wir für diesen Fall die wesentlichen Modellgrößen und Modellgleichungen explizit hinschreiben! Die Soziokonfiguration lautet offenbar

$$\mathbf{n} = \{n_1^\mu, n_2^\mu; n_1^\nu, n_2^\nu\} \quad (15)$$

Im folgenden sei $p_{k+}^\alpha = 0$ und $p_{k-}^\alpha = 0$; das heißt, Geburts- und Todesprozesse werden vernachlässigt. Dann sind die totalen Populationszahlen

$$\begin{aligned} 2M &= n_1^\mu + n_2^\mu \\ 2N &= n_1^\nu + n_2^\nu \end{aligned} \quad (16)$$

Konstanten der Bewegung, und es kommt nur auf die Variablen an:

$$\begin{aligned} m &= \frac{n_1^\mu - n_2^\mu}{2}; \quad -M \leq m \leq +M \\ n &= \frac{n_1^\nu - n_2^\nu}{2}; \quad -N \leq n \leq +N \end{aligned} \quad (17)$$

Die Nutzenfunktionen lauten, als Spezialfall von (13):

$$\begin{aligned} u_i^\alpha(n_i^\mu, n_i^\nu) &= \frac{1}{2}[\kappa_{\alpha\mu}n_i^\mu + \kappa_{\alpha\nu}n_i^\nu + \vartheta_i^\alpha] \\ \text{mit } \alpha &= \mu, \nu \quad \text{und } i = 1, 2 \end{aligned} \quad (18)$$

Daraus folgen die konfiguralen Übergangsraten:

$$\begin{aligned} w_{12}^\mu &\equiv w_\uparrow^\mu(m, n) = p_{12}^\mu n_2^\mu = \nu_\mu(M - m) \exp[\Delta u_\mu(m, n)] \\ w_{21}^\mu &\equiv w_\downarrow^\mu(m, n) = p_{21}^\mu n_1^\mu = \nu_\mu(M + m) \exp[-\Delta u_\mu(m, n)] \\ w_{12}^\nu &\equiv w_\uparrow^\nu(m, n) = p_{12}^\nu n_2^\nu = \nu_\nu(N - n) \exp[\Delta u_\nu(m, n)] \\ w_{21}^\nu &\equiv w_\downarrow^\nu(m, n) = p_{21}^\nu n_1^\nu = \nu_\nu(N + n) \exp[-\Delta u_\nu(m, n)] \end{aligned} \quad (19)$$

mit

$$\begin{aligned} \Delta u_\mu(m, n) &= (\kappa_{\mu\mu}m + \kappa_{\mu\nu}n + \vartheta_\mu) \\ \Delta u_\nu(m, n) &= (\kappa_{\nu\nu}n + \kappa_{\nu\mu}m + \vartheta_\nu) \\ \text{wobei } \vartheta_\mu &= \frac{1}{2}(\vartheta_\mu^1 - \vartheta_\mu^2) \quad \text{und} \quad \vartheta_\nu = \frac{1}{2}(\vartheta_\nu^1 - \vartheta_\nu^2) \end{aligned} \quad (20)$$

Durch Einsetzen in die entsprechend spezialisierte Gleichung (9) erhalten wir die Mastergleichung (siehe *Weidlich* (1991)):

$$\begin{aligned}
 \frac{dP(m, n; t)}{dt} = & [w_{\uparrow}^{\mu}(m-1, n)P(m-1, n; t) \\
 & - w_{\uparrow}^{\mu}(m, n)P(m, n; t)] \\
 & + [w_{\downarrow}^{\mu}(m+1, n)P(m+1, n; t) \\
 & - w_{\downarrow}^{\mu}(m, n)P(m, n; t)] \\
 & + [w_{\uparrow}^{\nu}(m, n-1)P(m, n-1; t) \\
 & - w_{\uparrow}^{\nu}(m, n)P(m, n; t)] \\
 & + [w_{\downarrow}^{\nu}(m, n+1)P(m, n+1; t) \\
 & - w_{\downarrow}^{\nu}(m, n)P(m, n; t)]
 \end{aligned} \tag{21}$$

Ebenso ergeben sich durch Spezialisierung von (11) die Quasimittelwertgleichungen:

$$\begin{aligned}
 \frac{dm}{dt} &= w_{12}^{\mu}(m, n) - w_{21}^{\mu}(m, n) \\
 &= 2\nu_{\mu} \{ M \sinh[\Delta u_{\mu}(m, n)] - m \cosh[\Delta u_{\mu}(m, n)] \} \\
 \frac{dn}{dt} &= w_{12}^{\nu}(m, n) - w_{21}^{\nu}(m, n) \\
 &= 2\nu_{\nu} \{ N \sinh[\Delta u_{\nu}(m, n)] - n \cosh[\Delta u_{\nu}(m, n)] \}
 \end{aligned} \tag{22}$$

Zur numerischen Auswertung der Modellgleichungen (21) bzw. (22) spezialisieren wir die Parameter

$$\begin{aligned}
 M &= N \\
 \vartheta_i^{\nu} &= \vartheta_i^{\mu} = 0 \\
 \kappa_{\mu\mu} &= \kappa_{\nu\nu} = \kappa \\
 \nu_{\mu} &= \nu_{\nu} = \nu
 \end{aligned} \tag{23}$$

und führen skalierte Variable ein:

$$\begin{aligned}
 \tilde{\kappa}_{\alpha\beta} &= \kappa_{\alpha\beta} N; \tau = 2\nu t \\
 x &= \frac{m}{N}; \quad -1 \leq x \leq +1; y = \frac{n}{N}; \quad -1 \leq y \leq +1
 \end{aligned} \tag{24}$$

Ferner unterscheiden wir zwei Hauptfälle:

Fall a): Symmetrische Wechselwirkung zwischen $\mathcal{P}_{\mu}$ und $\mathcal{P}_{\nu}$:

$$\kappa_{\mu\nu} = \kappa_{\nu\mu} = \sigma \tag{25}$$

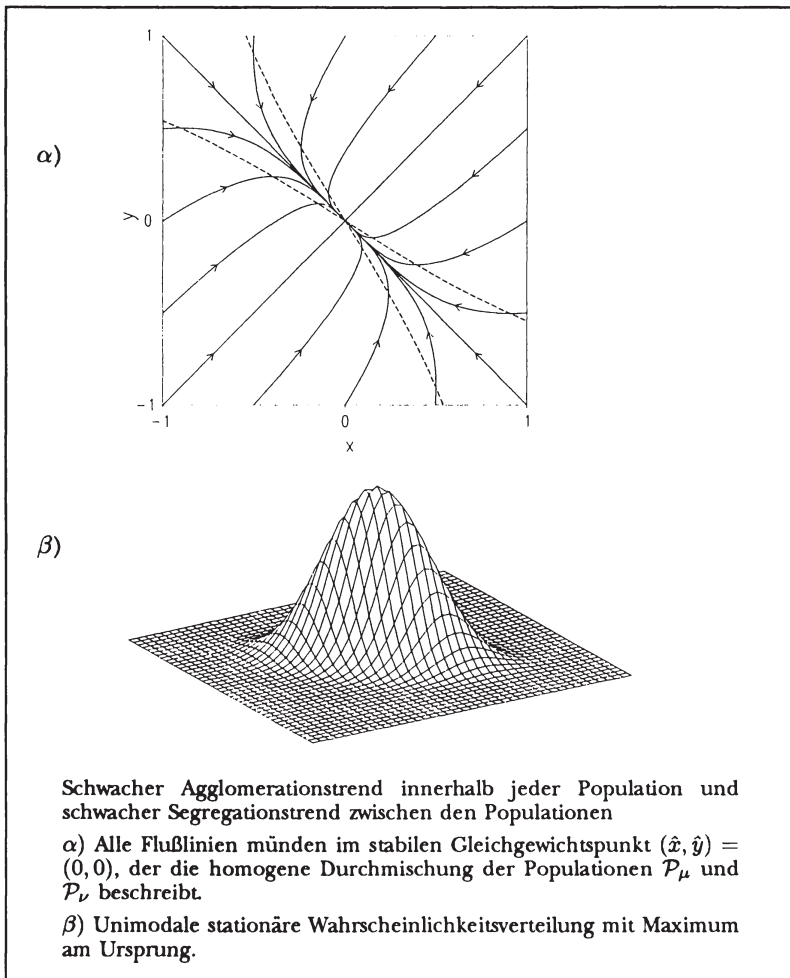


Abbildung 1: Fall a,1); Parameter $\tilde{\kappa} = 0.2$; $\tilde{\sigma} = -0.5$

Fall b): Antisymmetrische Wechselwirkung zwischen $\mathcal{P}_\mu$ und $\mathcal{P}_\nu$:

$$\begin{aligned}\kappa_{\mu\nu} &= -\sigma \quad (< 0) \\ \kappa_{\nu\mu} &= +\sigma \quad (> 0)\end{aligned}\tag{26}$$

Für beide Fälle betrachten wir je zwei Beispiele numerischer Simulation. Dabei werden jeweils die Parameter κ und σ konkret gewählt. Die Abbildungen zeigen dann $\alpha)$ das Flußlinienbild der Mittelwertgleichungen (22)

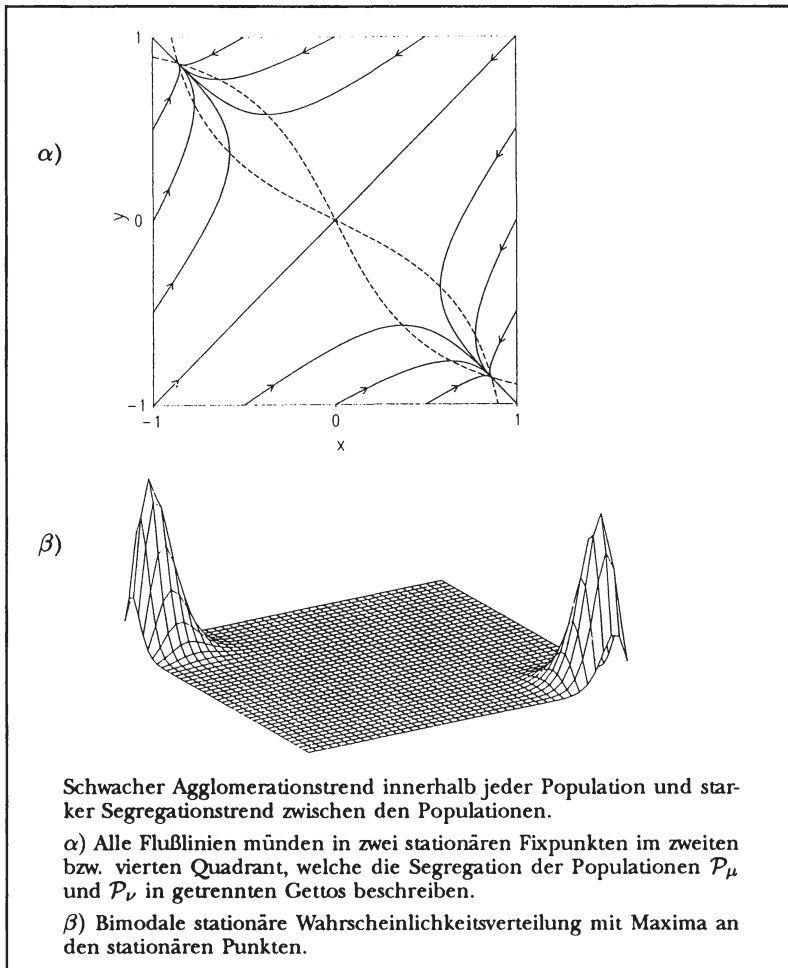


Abbildung 2: Fall a,2); Parameter $\tilde{\kappa} = 0.2$; $\tilde{\sigma} = -1.0$

und $\beta)$ die stationäre Lösung der Mastergleichung (21), sowie im Fall b) zusätzlich $\gamma)$ die stationären Wahrscheinlichkeitsflüsse.

Der Fall b,2 entspricht einem rastlosen Migrationsprozeß mit folgenden Phasen: Leben zunächst $\mathcal{P}_\mu$ und $\mathcal{P}_\nu$ in Stadtteil 1 (Quadrant 1), so weicht die Population $\mathcal{P}_\mu$ gemäß ihrem Segregationstrend $\tilde{\kappa}_{\mu\nu} = -\tilde{\sigma}$ nach Stadtteil 2 aus ($\Rightarrow$ Quadrant 2). Daraufhin zieht $\mathcal{P}_\nu$ gemäß ihrem Agglomerationstrend $\tilde{\kappa}_{\nu\mu} = +\tilde{\sigma}$ in den Stadtteil 2 nach ($\Rightarrow$ Quadrant 3). Daraufhin weicht $\mathcal{P}_\mu$ wieder nach Stadtteil 1 aus ($\Rightarrow$ Quadrant 4), usw. Dieser migra-

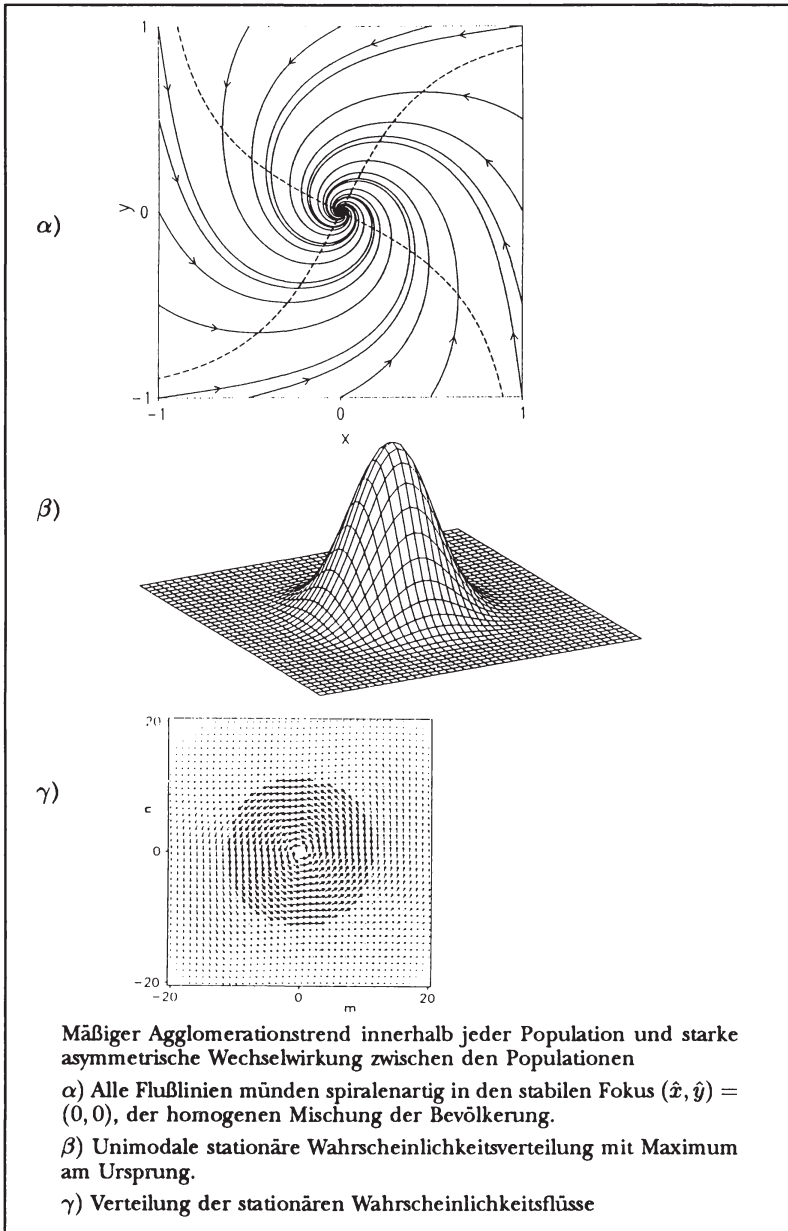


Abbildung 3: Fall b,1); Parameter $\tilde{\kappa} = 0.5$; $\tilde{\sigma} = 1.0$; $\tilde{\kappa}_{\mu\nu} = -\tilde{\sigma}$; $\tilde{\kappa}_{\nu\mu} = +\tilde{\sigma}$

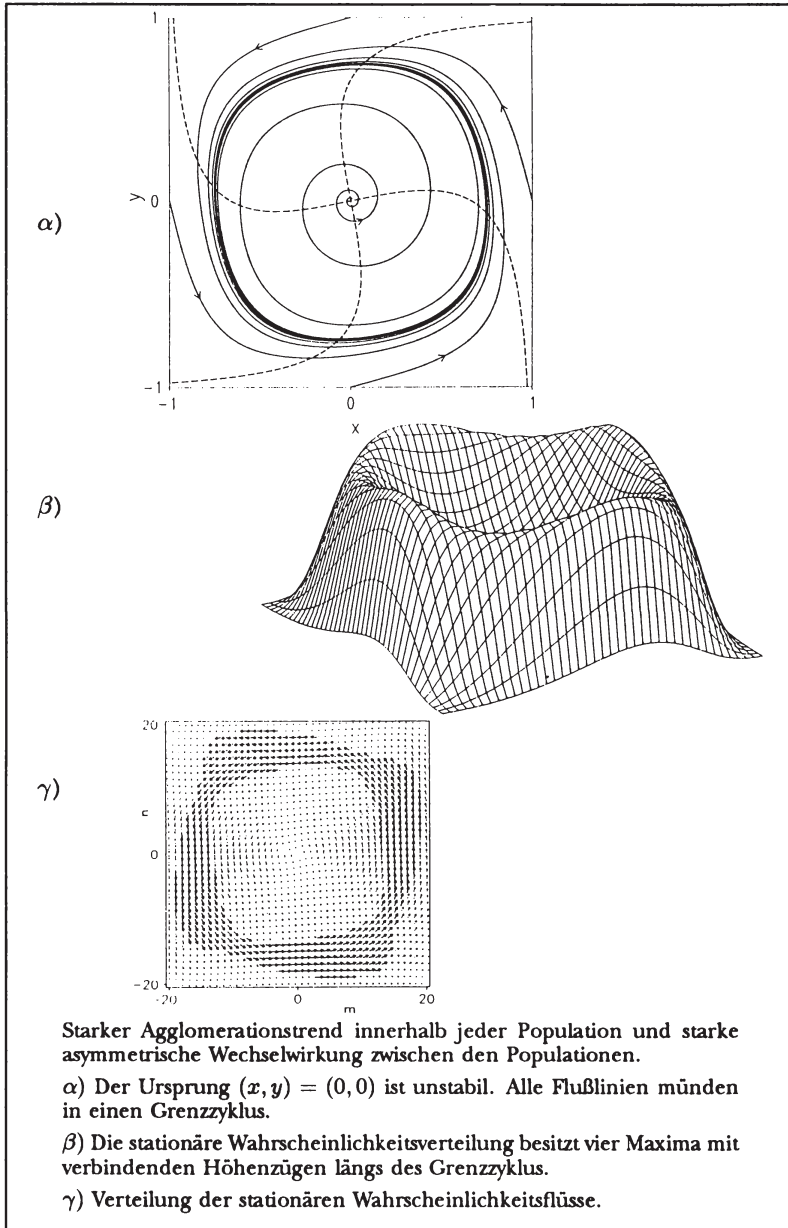


Abbildung 4: Fall b,2); Parameter $\tilde{\kappa} = 1.2$; $\tilde{\sigma} = 1.0$; $\tilde{\kappa} = -\tilde{\sigma}$; $\tilde{\kappa}_{\nu\mu} = +\tilde{\sigma}$

torische Prozeß, der hier auf einfachste Weise beschrieben wird, läßt sich also als sequentielle Erosion von Stadtteilen durch asymmetrische Ausweich-/Eindring-Migration von Populationen verschiedener sozio-ökonomischer Standards interpretieren.

6. Deterministisches Chaos im migratorischen System

Der Fall zweier Populationen in zwei Regionen, der im vorangegangenen Abschnitt behandelt wurde, führt auf nur zwei dynamische Variable $m(t)$ und $n(t)$. Dafür kann deterministisches Chaos bekanntlich nicht auftreten.

Wir werden jedoch nun sehen, daß für den nur wenig komplizierten Fall, die Migration von drei Populationen in drei Gebieten, das Phänomen des deterministischen Chaos für unser nichtlineares migratorisches Modellsystem sofort auftritt. Wir folgen dabei der Darstellung in *Reiner/Munz/Weidlich* (1988). Dabei beschränken wir uns auf die Gleichungen für die Quasimittelwerte, die in skaliert Form lauten:

$$\frac{dx_i^\alpha}{d\tau} = \sum_{k=1}^3 \left\{ x_k^\alpha \exp \left[\sum_{\beta=1}^3 \hat{\kappa}_{\alpha\beta} (x_i^\beta - x_k^\beta) \right] - x_i^\alpha \exp \left[\sum_{\beta=1}^3 \hat{\kappa}_{\alpha\beta} (x_k^\beta - x_i^\beta) \right] \right\} \quad (27)$$

mit

$$x_i^\alpha = \frac{n_i^\alpha}{N^\alpha}; \quad \sum_{i=1}^3 x_i^\alpha = 1; \quad (28)$$

$$\hat{\kappa}_{\alpha\beta} = N^\alpha \kappa_{\alpha\beta}; \quad \tau = \nu t$$

Für die Agglomerationsmatrix werde gewählt

$$(\hat{\kappa}_{\alpha\beta}) = \begin{pmatrix} 1.7 & 1.5 & -1.5 \\ -1.5 & 1.7 & 1.5 \\ \kappa_{31} & -1.5 & 1.7 \end{pmatrix} \quad (29)$$

wobei nur κ_{31} von Fall zu Fall verschiedene Werte annehmen soll. Die folgenden Abbildungen 5 und 6 zeigen die numerische Lösung des Gleichungssystems (27) für zwei charakteristische Werte von κ_{31} . Im ersten Fall ($\kappa_{31} = 1.5$) stellt sich als stationäre Trajektorie (Attraktor) ein Grenzyklus ein, während im zweiten Fall ($\kappa_{31} = -1.5$) die Trajektorie ein „seltsamer“, d. h. chaotischer Attraktor ist.

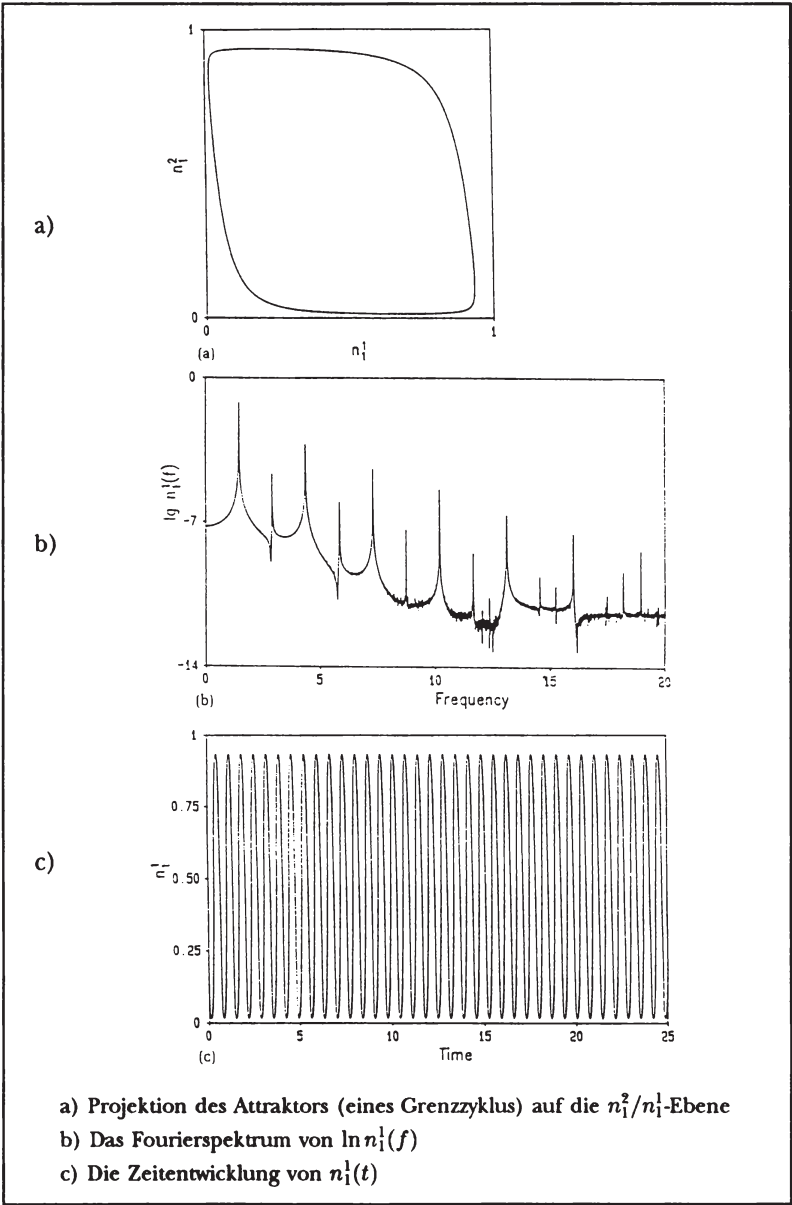
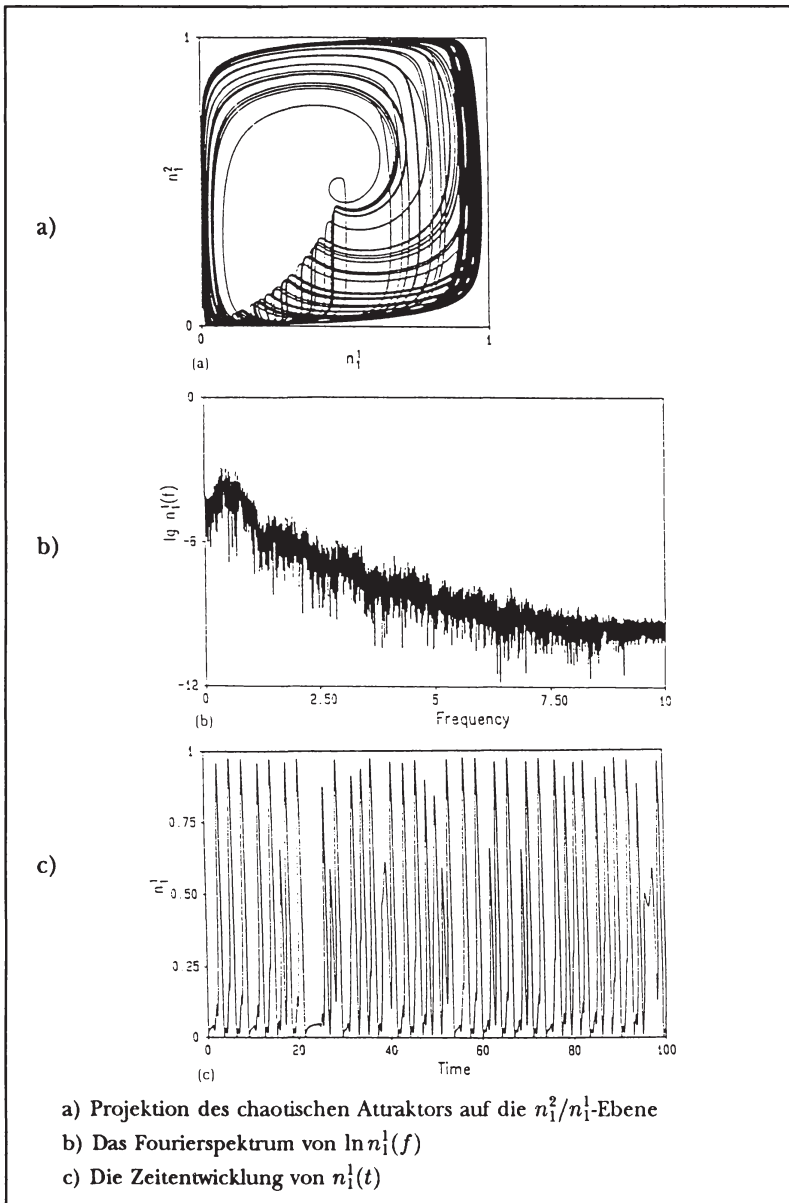


Abbildung 5: Parameter $\kappa_{31} = 1.5$

Abbildung 6: Parameter $\kappa_{s1} = -1.5$

Weitere, hier nicht dargestellte numerische Simulationen mit Parameterwerten zwischen $\kappa_{31} = 1.5$ und $\kappa_{31} = -1.5$ zeigen, daß das System einen charakteristischen Weg ins Chaos beschreibt (siehe *Reiner/Munz/Weidlich* (1988)): Der ursprüngliche Grenzzyklus wird durch sukzessive Periodenverdoppelung immer komplizierter, bis er schließlich bei einem Grenzwert von κ_{31} in einen chaotischen Attraktor übergeht.

7. Empirische Auswertung der interregionalen Migration

In diesem Abschnitt soll das theoretische Modell mit der empirischen interregionalen Migration verglichen werden (siehe *Weidlich/Haag* (1988)). Wir führen dies am Beispiel der Migration zwischen den alten Bundesländern der Bundesrepublik durch. Jahr für Jahr wurden die Bevölkerungszahlen $n_1 \dots n_L$ ($L = 11$) und die Zahl der jährlichen Umzüge $w_{ji}^{(e)}$ von Land i nach Land j registriert. Die Struktur der Daten ist in Tabelle 1 zusammengefaßt.

destination region	destination population	number of migrations in time interval $[\tau, \tau + 1]$ from origin region i to destination region j					
1	$n_1^{(e)}(\tau)$	–	$w_{12}^{(e)}(\tau)$	...	$w_{1i}^{(e)}(\tau)$	...	$w_{1L}^{(e)}(\tau)$
2	$n_2^{(e)}(\tau)$	$w_{21}^{(e)}(\tau)$	–	...	$w_{2i}^{(e)}(\tau)$	...	$w_{2L}^{(e)}(\tau)$
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮		⋮
j	$n_j^{(e)}(\tau)$	$w_{j1}^{(e)}(\tau)$	$w_{j2}^{(e)}(\tau)$	...	$w_{ji}^{(e)}(\tau)$	...	$w_{jL}^{(e)}(\tau)$
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮		⋮
L	$n_L^{(e)}(\tau)$	$w_{L1}^{(e)}(\tau)$	$w_{L2}^{(e)}(\tau)$	...	$w_{Li}^{(e)}(\tau)$	...	–
origin population		$n_1^{(e)}(\tau)$	$n_2^{(e)}(\tau)$	...	$n_i^{(e)}(\tau)$	...	$n_L^{(e)}(\tau)$
origin region		1	2	...	i	...	L

Tabelle 1: Jährlich registrierte Daten für die interregionale Migration einer Bevölkerung zwischen L Regionen

Die empirische Umzugsmatrix $w_{ji}^{(e)}(t)$ im Jahr t entspricht nun der theoretischen konfiguralen Übergangsrate, für die der Ansatz

$$w_{ji}^{th}(t) = \nu_{ji}(t) \exp[u_j(t) - u_i(t)] n_i^{(e)}(t) \tag{30}$$

gemacht wurde. Dabei ist

$$\nu_{ji}(t) = \nu_{ij}(t) \quad (31)$$

ein Mobilitätsparameter zwischen den Regionen i und j . Die jährlich vorliegenden Nutzenfunktionen $u_i(t)$ und die jährlichen symmetrischen Mobilitätsparameter $\nu_{ji}(t) = \nu_{ij}(t)$ werden nun dadurch bestimmt, daß man den theoretischen Ausdruck (30) optimal an den empirischen angleicht. Nach der Methode der kleinsten Quadrate erweist es sich als besonders einfach, den Ausdruck

$$F(\nu, u) = \sum_{t=1}^T \sum_{k,l=1}^L \left\{ \ln[w_{kl}^{(e)}(t)] - \ln[n_i^{(e)}(t) \nu_{kl}(t) \exp(u_k(t) - u_l(t))] \right\}^2 \quad (32)$$

das heißt die Summe der quadratischen Abweichungen der Logarithmen von $w_{kl}^{th}(t)$ und $w_{kl}^{(e)}(t)$ zu minimieren. Eine einfache Rechnung führt auf folgende optimale Nutzenfunktionen und Mobilitätsparameter:

$$u_i(t) = \frac{1}{2L} \sum_{k=1}^L \ln \left[\frac{p_{ik}^{(e)}(t)}{p_{ki}^{(e)}(t)} \right] \quad (33)$$

$$\nu_{ji}(t) = \nu_{ij}(t) = [p_{ji}^{(e)}(t) p_{ij}^{(e)}(t)]^{1/2} \quad (34)$$

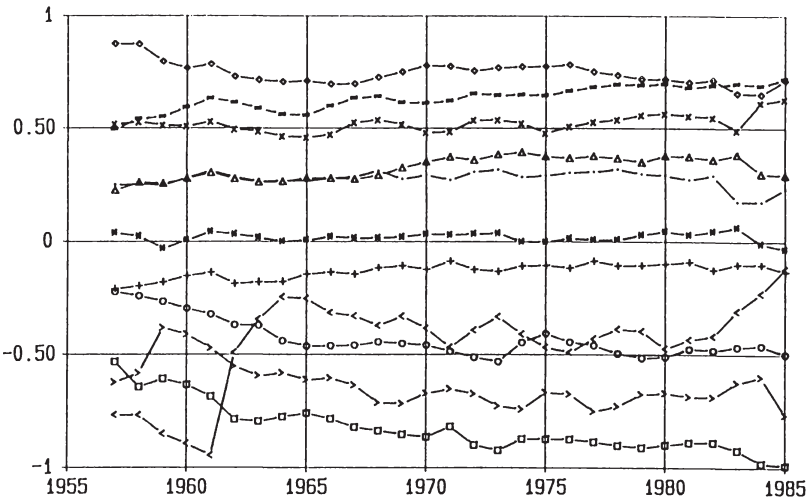
mit

$$p_{ik}^{(e)}(t) = \frac{w_{ik}^{(e)}(t)}{n_k^{(e)}(t)} \quad (35)$$

Die so durch Vergleich mit der empirischen Entwicklung bestimmten regionalen Nutzenfunktion der alten Länder der Bundesrepublik im Zeitraum 1957 bis 1985 sind in Abbildung 7 dargestellt.

Der zweite Schritt in der empirischen Auswertung des migratorischen Modells besteht nun darin, die regionalen Nutzenfunktionen als (lineare) Funktion von sozio-ökonomischen Schlüsselfaktoren darzustellen, um dabei zugleich zu sehen, welche sozio-ökonomische zeitliche und regionale Faktoren für das migratorische Geschehen relevant sind und welche nicht. Für das hierbei verwendete sequentielle Regressionsverfahren verweisen wir auf seine ausführliche Darstellung in *Weidlich/Haag* (1988). Es läuft darauf hinaus, daß die raumzeitliche Nutzenfunktion $u_i(t)$, als Linearkombination

$$u_i(t) = \sum_{\alpha=1}^{\gamma} b_{\alpha} x_i^{\alpha}(t) + \delta_i^0(t) \quad (\delta_i^0(t) = \text{Störterm}) \quad (36)$$



Symbol	Region	Name
+	1	Schleswig-Holstein
o	2	Hamburg
△	3	Niedersachsen
□	4	Bremen
◇	5	Nordrhein-Westfalen
•	6	Hessen
*	7	Rheinland-Pfalz
×	8	Baden-Württemberg
-	9	Bayern
>	10	Saarland
<	11	Berlin

Abbildung 7: Die aus empirischen Migrationsdaten geschätzten regionalen Nutzenfunktionen der BRD

geeignet normierter sozio-ökonomischer Variabler $x_i^\alpha(t)$ dargestellt werden kann. Dabei sucht das Verfahren die Variablen $x_i^1(t), x_i^2(t), \dots$ nach der Rangfolge ihrer Relevanz aus, bei der Approximation von $u_i(t)$ durch die Linearkombination (36).

Im Falle der BRD selektierte das sequentielle Regressionsverfahren aus einer großen Zahl sozioökonomischer Faktoren eine geringe Zahl von Schlüsselfaktoren aus, die als Stellvertreter für dahinter stehende, interregionale Migration bedingende zeitlich-regionale differenzierte Prozesse angesehen werden können. Es ergab sich dabei, daß die Größe der Länder,

ausgedrückt durch die Variable $\Delta n_i(t)$, einen Hauptanteil von $u_i(t)$ bildet. Im restlichen Teil von $u_i(t)$ zeigte sich dann die regional divergierende Wirtschaftsentwicklung zwischen den verschiedenen Bundesländern.⁵

Die Darstellung von $u_i(t)$ lautete schließlich:

$$\begin{aligned} u_i(t) = & 1.037 \Delta n_i(t) - 0.180 \Delta n_i^2(t) \\ & + 0.156 OS_i(t) + 0.474 EI_i(t - 2) \\ & - 0.083 UR_i(t) + 0.193 TS_i(t) \\ & + \delta_{oi} \end{aligned} \quad (37)$$

wobei

$$\begin{aligned} \Delta n_i &= \frac{n_i(t) - \bar{n}(t)}{\bar{n}(t)}; \quad \Delta n_i^2(t) = \frac{n_i^2(t) - \bar{n}_i^2(t)}{(\bar{n}(t))^2} \\ OS_i &= \text{Übernachtungen in Region } i \text{ per capita} \\ EI_i &= \text{Exportstrukturindex der Region } i \\ UR_i &= \text{Arbeitslosenrate in Region } i \\ TS_i &= \text{Beschäftigte im tertiären Sektor in Region } i \\ \delta_{oi} &= \text{Vernachlässigbarer Restterm} \end{aligned} \quad (38)$$

Die Abbildung 8 zeigt, wie sich mit Hilfe der Darstellung (37), wobei nur sechs Koeffizienten angepaßt wurden, der Verlauf der elf vorher migratorisch bestimmten Nutzenfunktionen (siehe Abbildung 7) annähernd repräsentieren läßt.

8. Zusammenfassung

Es wird ein Konzept für die quantitative Modellierung dynamischer sozio-ökonomischer Prozesse vorgelegt, welches die Gesichtspunkte der Synergetik einbringt. Die Aufstellung der Bewegungsgleichungen für die sozio-ökonomische Dynamik erfolgt sowohl auf der stochastischen Beschreibungsebene mit der Mastergleichung unter Einbeziehung von wahrheitstheoretischen Fluktuationen – wie auf der deterministischen Beschreibungsebene durch Ableitung gekoppelter, i.a. nichtlinearer Bewegungsgleichungen für Quasimittelwerte. Nutzenfunktionen gehen hierbei in die Modellierung des dynamischen probabilistischen Entscheidungsverhaltens sozio-ökonomischer Agenten ein. Dabei wird der „synergetische Effekt“

⁵ Siehe Weidlich/Haag (1988).

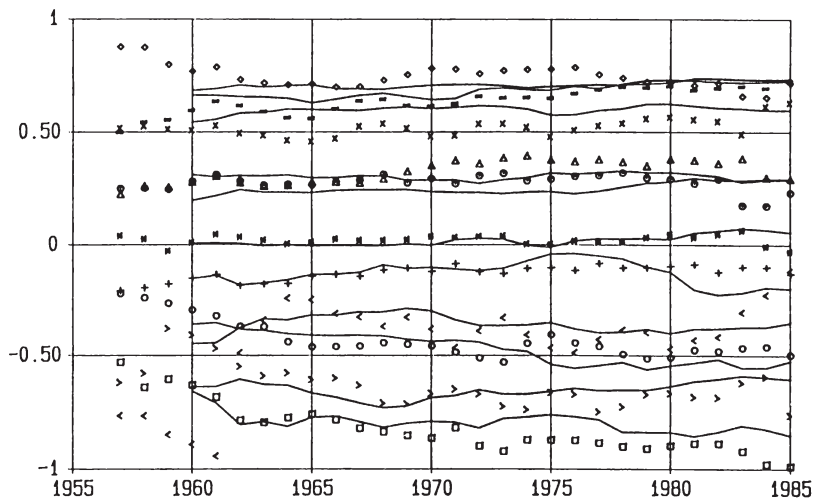


Abbildung 8: Schlüsselfaktordarstellung der regionalen Nutzenfunktion der BRD

berücksichtigt, daß der individuelle Nutzen vom Kollektivverhalten der Agentengruppen beeinflusst werden kann.

Das Modellierungskonzept wird am Beispiel der Migration wechselwirkender Populationen vorgeführt. Typisch synergetische Phänomene wie Gettobildung, asymmetrische Eindring-/Ausweich-Migration, Deterministisches Chaos und Phasenübergänge zwischen ihnen können aus demselben Modell durch Wahl entsprechender Nutzenfunktionen hergeleitet werden. Die empirische Auswertung erfolgt für die interregionale Migration zwischen den (alten) Bundesländern der BRD. Hierbei werden die Nutzenfunktionen der dynamischen Gleichungen – ohne daß ein makroökonomisches Gleichgewicht angenommen werden muß – mit der Methode der kleinsten Quadrate unter Verwendung empirischer Migrationsdaten optimal kalibriert und andererseits als abhängige Variable geeigneter sozio-ökonomischer Variabler dargestellt, die in einem sequentiellen Regressionsverfahren ausgewählt werden.

9. Literatur

Haag, G., W. Weidlich, und G.O. Mensch, The Schumpeter clock. In: D. Batten, J. Casti, and B. Johansson, (eds), *Economic Evolution and Structural Adjustment, Lectures Notes in Economics and Mathematical Systems* 293, S. 187–226 Springer Berlin, Heidelberg, New York (1987).

- Haken, H., Synergetics – An Introduction.* Springer Berlin, Heidelberg, New York (1978).
- Reiner, R., M. Munz, und W. Weidlich, Migratory dynamics of interacting subpopulations: regular and chaotic behavior. System Dynamics Review* 4(1–2), 179–199 (1988).
- Weidlich, W., Physics and Social Science – The Approach of Synergetics. Physics Reports* 204, 1–163 (1991).
- Weidlich, W. und M. Braun, The Master Equation Approach to Nonlinear Economic Processes.* In: U. Witt, (ed.), *Papers on Economics & Evolution.* European Study Group for Evolutionary Economics, Freiburg (1991).
- Weidlich, W. und G. Haag, Concepts and Models of a Quantitative Sociology.* Springer Berlin, Heidelberg, New York (1983).
- Weidlich, W. und G. Haag, (Eds.), Interregional Migration – Dynamic Theory and Comparative Analysis.* Springer Berlin, Heidelberg, New York (1988).

III. Zur Rolle der Chaosforschung in der Evolutionsökonomik

von *Hans-Walter Lorenz*¹

Georg-August-Universität Göttingen

1. Einleitung

Die mathematische Theorie sogenannter *chaotischer* dynamischer Systeme hat in den letzten Jahren in einer Vielzahl unterschiedlichster Disziplinen eine besondere Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Niedrig-dimensionale, nicht-lineare und ausschließlich deterministische dynamische Systeme können irreguläre Zeitpfade der Systemvariablen generieren, die an Zufallsprozesse erinnern; sind die Startwerte eines dynamischen Prozesses nicht mit absoluter Genauigkeit bekannt, ist es u. U. nicht möglich, trotz der Kenntnis des zugrundeliegenden deterministischen Bewegungsgesetzes die mittel- bis langfristige zukünftige Entwicklung der Systemvariablen zu berechnen. Da empirische ökonomische Zeitreihen sich typischerweise durch ähnliche Irregularitäten und Unvorhersagbarkeiten auszeichnen, kann in der Betrachtung chaotischer dynamischer Systeme dann eine Modellierungsalternative zu dem in der dynamischen Wirtschaftstheorie gängigen Verfahren des Hinzufügens stochastischer Variablen zu grundsätzlich linearen Strukturen gesehen werden, wenn es gelingt, die formalen Voraussetzungen zur Entstehung chaotischer Dynamik in ökonomischen Modellen nachzuweisen. Komplexe zeitliche Ablaufmuster ökonomischer Variablen sind dann als Resultat modell-endogener ökonomischer Beziehungen und nicht als Folge exogener, stochastischer Störgrößen anzusehen.

Die Möglichkeit des Entstehens solcher chaotischer Dynamik ist in der dynamischen Wirtschaftstheorie anhand einer mittlerweile unüberschaubaren Zahl von Beispielen aus diversen ökonomischen Fachgebieten nachgewiesen worden, wobei neoklassischen Modellen der intertemporalen Optimierung (cf. *Grandmont* (1985), *Boldrin/Woodford* (1990)) und Konjunk-

¹ Mein Dank gilt Ulrich Witt, einem anonymen Gutachter und den Diskussions-
teilnehmern der Freiburger Tagung für die anregenden Kommentare zu der ur-
sprünglichen Fassung des Manuskriptes.

turmodellen verschiedenster Ausrichtung (vgl. z. B. Lorenz (1992a) für einen Überblick) die größte Aufmerksamkeit geschenkt worden ist.² Da die Chaoseigenschaft deterministischer dynamischer Systeme aber nicht an den ökonomischen Charakter, sondern lediglich an die formale Struktur eines Modells gebunden ist, kann nicht a priori ausgeschlossen werden, daß sie eine Relevanz auch für solche Teildisziplinen besitzt, die inhaltlich nicht nur mit den oben genannten Gebieten nicht unbedingt vereinbar sind, sondern ihren Ausgangspunkt in der Kritik zum Beispiel des neoklassischen Gedankengutes gefunden haben. Die Evolutionsökonomik in der Tradition z. B. der Arbeiten von Nelson/Winter (1974, 1982) konzentriert sich auf die endogene Erklärung des wirtschaftlichen Wandels,³ ist damit also wegen der Betonung des zeitlichen Aspektes vor allem eine dynamische Theorie. Die traditionelle Ausrichtung der dynamischen Wirtschaftstheorie mit ihrer Konzentration auf den Stabilitätsnachweis von singulären Fixpunkten kann offensichtlich die Ansprüche der Evolutionsökonomik nicht erfüllen; denn Phänomene wie Strukturveränderungen, logistisches Wachstum, der Produktzyklus oder die schließliche Dominanz eines von mehreren technisch gleichwertigen Produkten in deren Diffusionsphase sind mit den Methoden der klassischen dynamischen Analyse nicht darstellbar. Da die nicht-lineare Systemtheorie mit der Betonung der Chaoseigenschaft auf die Vielzahl möglicher zeitlicher Verhaltensmuster hingewiesen und die Relevanz der linearen Stabilitätsanalyse relativiert hat, überrascht es nicht, daß sie auf besonderes Interesse in der Evolutionsökonomik gestoßen ist, die an anderen als den herkömmlicherweise untersuchten zeitlichen Ablaufmustern interessiert ist. Äußerungen wie „... *approaches from physics and biology dealing with problems of evolution, self-organization and chaos may be applied to economics and may contribute considerably to scientific progress*“ (Hanusch (1991), S. 2) oder „... *sudden changes may indeed occur, processes may well bifurcate, periods of morphological stability may end up with critical ruptures, 'crisis', and uncertain socio-economic processes of search of new regimes*“ (Dosi (1991), S. 6) lassen darauf hindeuten, daß vermutet wird, daß der Gegenstand von nicht-linearer dynamischer Systemtheorie und Evolutionsökonomik zumindest sehr ähnlich ist. Nicht nur implizit darf wohl davon ausgegangen werden, daß die mit der nicht-linearen Systemtheorie zur Verfügung stehende formale Methodik als hilfreiches Instrument zur Modellierung und Analyse evolutorischer Phänomene antizipiert wird.

² Die ersten ökonomischen Beispiele chaotischer Dynamik sind in den Arbeiten von Benhabib/Day (1980, 1981), Day (1982, 1983), Pohjola (1981) und Stutzer (1980) zu sehen.

³ Für eine umfassendere Diskussion des Untersuchungsobjektes der Evolutionsökonomik vergleiche man z. B. Witt (1987, 1991).

Das Chaosphänomen deterministischer nichtlinearer Systeme ist eine formale Eigenschaft *arithmomorph* (d. h. eindeutiger, quantifizierbarer und nicht durch Unschärfe gekennzeichnet) formaler Systeme.⁴ Es folgt somit unmittelbar, daß die Modellierung chaotischer Dynamik keine Perspektive für diejenigen evolutionsökonomischen Ansätze darstellen kann, die von der Überzeugung ausgegangen sind, daß diese arithmomorphe Methode bestenfalls rudimentär die relevanten Phänomene wirtschaftlichen Wandels erfassen kann, für die eine formale Ausrichtung demnach als nicht geeignet erscheint.⁵ Hingegen ist zu untersuchen, ob die Betrachtung chaotischer dynamischer Systeme einen Platz in solchen Ansätzen einnehmen kann, die die formale Methode als sinnvolle Beschreibungsart evolutionsökonomischer Vorgänge erachten. Bekanntlich wird die formale Methode in der Evolutionsökonomik vor allem in der Diffusionsforschung und den Arbeiten, die sich mit Synergieeffekten beschäftigen, angewandt.⁶ Da in diesen Arbeiten häufig stochastische Komponenten wie Übergangswahrscheinlichkeiten für das Modellergebnis entscheidend sind – diese Arbeiten also nicht unbedingt als arithmomorph im obigen Sinne zu bezeichnen sind – kann vermutet werden, daß in ihnen auch ein Raum für die Modellierung chaotischer Dynamik vorhanden ist, wenn es gelingt, den Einfluß exogener Zufallsgrößen durch die Wirkung endogen bestimmter Nicht-Linearitäten zu kompensieren. Allerdings kann in der bloßen Übertragung der Methode der ökonomischen Chaosforschung in der Form, wie sie z. B. aus der Theorie des optimalen Wachstums bekannt ist, auf evolutionsökonomische Fragestellungen wohl kaum ein bedeutender Erkenntnisfortschritt erwartet werden kann. Das Ziel der folgenden Ausführungen besteht darin, darauf hinzuweisen, daß einige Themen, die von der formalen Evolutionsökonomik diskutiert werden, nicht durch die bloße Modellierung z. B. Seltsamer Attraktoren abgebildet werden können, sondern vielmehr genau solche dynamischen Phänomene sind, die von neueren Entwicklungen in der Theorie nicht-linearer dynamischer Systeme erfaßt werden, daß chaotische Dynamik in der Evolutionsökonomik vor allem dann einen Platz einnehmen kann, wenn der Schwerpunkt auf differenziertere Konzepte wie z. B. die komplexe transiente Bewegung gelegt wird.

⁴ Die Verwendung des Begriffs folgt der Definition von *Georgesu-Roegen* (1971).

⁵ Dies dürfte zumindest für die meisten Ansätze des Institutionalismus (vgl. z. B. *Gordon/Adams* (1989) für einen Überblick) oder diejenigen Ansätze gelten, die in interdisziplinären Bezügen zur Psychologie oder Biologie wesentliche Denkanstöße für die Beschreibung wirtschaftlichen Wandels erkennen.

⁶ Vgl. z. B. *Arthur* (1989), *Allen* (1988), *Englmann* (1988), *Erdmann* (1990), *Faber/Proops* (1990), *Haag/Weidlich/Mensch* (1987), *Silverberg* (1988), *Mensch/Weidlich/Haag* (1987), *Weidlich* (1992), *Weidlich/Haag* (1983), oder *Weise* (1990), um nur eine kleine Auswahl zu nennen.

2. Chaotische Dynamik in deterministischen dynamischen Systemen

Chaotische Dynamik ist eine Eigenschaft nicht-linearer dynamischer Systeme. Als dynamische Systeme seien Differenzengleichungssysteme der Form

$$\mathbf{x}_{t+1} = \mathbf{f}(\mathbf{x}_t, \boldsymbol{\lambda}, t), \quad \mathbf{x} \in \mathbb{R}^n, \quad \boldsymbol{\lambda} \in \mathbb{R}^m, \quad t \in \mathbb{N} \quad (1)$$

oder Differentialgleichungssysteme der Form

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{f}(\mathbf{x}(t), \boldsymbol{\lambda}, t), \quad \mathbf{x} \in \mathbb{R}^n, \quad \boldsymbol{\lambda} \in \mathbb{R}^m, \quad t \in \mathbb{R}, \quad (2)$$

bezeichnet, wobei $\boldsymbol{\lambda}$ ein Vektor von Parametern ist. In der Regel taucht in ökonomischen Anwendungen die Zeit t nicht explizit in den Funktion $\mathbf{f}(\cdot)$ auf; es handelt sich dann um *autonome* Systeme im Gegensatz zu den in (1) und (2) beschriebenen *nicht-autonomen* Systemen. Partielle Differentialgleichungen oder Mischformen wie Differenzen-Differentialgleichungen haben in der Chaosforschung (und in der dynamischen Wirtschaftstheorie) eine untergeordnete Rolle gespielt.

Ein dynamisches System der Form (1) oder (2) ist nicht-linear, wenn die Funktionen $\mathbf{f} = (f_1, f_2, \dots, f_n)$ nicht-linear in Bezug auf die Zustandsvariablen $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ sind. Nicht-lineare dynamische Systeme sind in der traditionellen dynamischen Wirtschaftstheorie nicht unüblich, jedoch weisen jene Beispiele in der Regel Eigenschaften auf, die nicht deutlich von denen linearer dynamischer Systeme abweichen. Nicht-lineare dynamische Systeme, die ähnliche Muster wie lineare Systeme erzeugen, seien als *quasi-lineare* dynamische Systeme bezeichnet.

Wiederholte Iterationen des Systems (1) oder die Integration des Systems (2) unter Zuhilfenahme geeigneter Algorithmen (wie z. B. des Runge-Kutta-Verfahrens) erzeugen Zeitreihen der Zustandsvariablen in der Form $\{\mathbf{x}_t\}_{t=T_0}^{T_1}$ oder $\{\mathbf{x}(t)\}_{t=T_0}^{T_1}$. Sind die Systeme (1) – (2) linear und niedrig-dimensional, ist es gelegentlich möglich, einen beliebigen Wert $\mathbf{x}_t$ oder $\mathbf{x}(t)$, $t > t_0$, analytisch zu bestimmen, ohne sukzessive Iterationen oder Integrationen durchzuführen. Im Falle nicht-linearer Funktionen $\mathbf{f}$ ist die Ermittlung solcher *Lösungen* $\mathbf{x}_t = \mathbf{F}(\mathbf{x}_0, t)$, $t > t_0$, in Abhängigkeit von Startwerten $\mathbf{x}_0$ in der Regel nicht möglich. Da die Systeme (1) und (2) aber jedem Vektor an Zustandsvariablen in jedem Zeitpunkt einen eindeutigen Vektor an zukünftigen Variablen zuordnen, die Systeme also *deterministisch* sind, sind die Zeitreihen grundsätzlich eindeutig bestimmt. Rechenungenauigkeiten werden bei praktischen Ermittlungen der Zeitreihen, besonders bei Differentialgleichungssystemen, stets eine unvermeidbare Abweichung der berechneten von der wahren Zeitreihe bewirken; wichtig ist im hier interessierenden Kontext lediglich, daß diese wahre theoretische Zeitreihe existiert.

Sind die betrachteten dynamischen Systeme linear, werden Rechengenauigkeiten (z. B. infolge der konzeptionell beschränkten Genauigkeit digitaler Rechanlagen) zwar Abweichungen zwischen der berechneten und der wahren Zeitreihe entstehen lassen; sind die Funktionen f und die Parameter λ jedoch eindeutig bekannt, werden die Unterschiede im Zeitablauf bei nicht-explosiven Systemen entweder kleiner oder zumindest nicht größer sein als im Ausgangszustand. Der gleiche Fall liegt bei vielen nicht-linearen Systemen vor: alle quasi-linearen dynamischen Systeme sowie nicht-lineare Systeme, die Konvergenzen auf reguläre Attraktoren (s.u.) wie z. B. geschlossene Kurven (Grenzzyklen) bewirken, weisen diese Eigenschaft auf.

Die nicht-lineare Systemtheorie der letzten 20 Jahre⁷ hat allerdings aufgezeigt, daß diese Eigenschaft nicht für alle Klassen nicht-linearer dynamischer Systeme gilt. *Dissipative dynamische Systeme*, d. h. Systeme, die – um das Analogon zur Physik zu verwenden – Reibungselemente aufweisen und die die Mehrzahl der in der dynamischen Wirtschaftstheorie verwendeten dynamischen Systeme darstellen können dadurch gekennzeichnet sein, daß geringfügige Unterschiede in den Startwerten der wahren und der berechneten Zeitreihe dazu führen, daß nach einer endlichen, möglicherweise kleinen Zahl von Iterationen diese zwei Zeitreihen keine Ähnlichkeiten mehr aufweisen. Diese *sensitive Abhängigkeit von den Startwerten* wird häufig als charakteristische Eigenschaft *chaotischer* dynamischer Systeme bezeichnet und sei anhand der Abbildungen 1 und 2 skizziert.

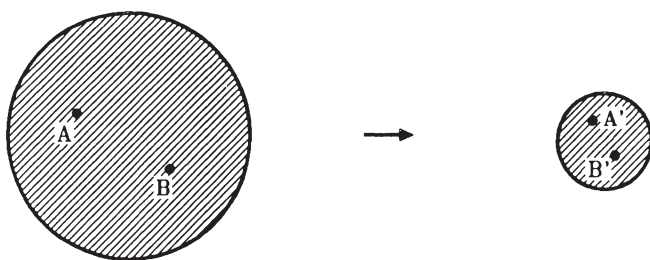


Abbildung 1: Kontraktion von Startwert-Flächen in regulären dissipativen Systemen

⁷ Die Chauseigenschaft nichtlinearer dynamischer Systeme scheint mit den Arbeiten von May (1976) und Li/Yorke (1975) in den Mittelpunkt des akademischen Interesses geraten zu sein, obwohl es unter Urhebergesichtspunkten korrekt wäre, den Beginn der Chaosforschung in den Arbeiten von Lorenz (1963), Šil'nikov (1965), Smale (1963, 1967) oder sogar Poincaré (1908), Julia (1918), Fatou (1919) und Birkhoff (1927) zu suchen.

Die schraffierte Kreisfläche in Abbildung 1 stellt eine Menge an Startwerten eines (z. B. zwei-dimensionalen) dissipativen dynamischen Systems dar. Gemäß der Definition eines solchen dissipativen Systems wird diese Fläche durch die Wirkung des dynamischen Systems (1) – (2) kleiner im geometrischen Sinn werden. Die rechte kleinere Kreisfläche veranschaulicht diese Kontraktion der ursprünglichen Kreisfläche.⁸ Zwei beliebige Startwerte A und B werden aufgrund der Kontraktion näher zusammengerückt. Die Abbildung 1 illustriert somit ein *reguläres*, nicht-chaotisches dynamisches System.

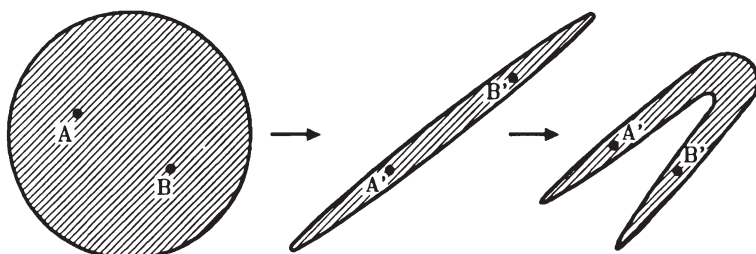


Abbildung 2: Kontraktion, Streckung und Faltung von Startwert-Flächen in chaotischen Systemen

Die Abbildung 2 beschreibt die gleiche Startwert-Konstellation wie die Abbildung 1. Die Menge der Startwerte wird ebenfalls (im geometrischen Sinn) verkleinert, jedoch findet eine Kontraktion nur in eine Richtung statt. In eine zweite Richtung erfolgt eine Streckung, so daß die zwei Startwerte A und B infolge der Wirkung des dynamischen Systems weiter auseinanderliegen (Punkt A' und B'). Da die Streckung in eine Richtung in jedem Iterationsschritt eine Seite der durch die Iteration kontrahierten Fläche gegen Unendlich streben lassen würde, ist im Falle dieser dissipativen Systeme außerdem eine Faltung der Fläche erforderlich. Es entsteht z. B. die im rechten Teil der Abbildung 2 dargestellte Fläche. Da diese drei Schritte während jeder Iteration stattfinden, in der zwar der Flächeninhalt beständig abnimmt, aber die Ausdehnung der jeweils neu entstehenden Fläche unverändert bleiben oder sich vergrößern kann, ist es schon nach wenigen Perioden möglich, daß die ursprünglich benachbarten Punkte A und B weit auseinanderliegen. Es ist nicht garantiert, daß zwei Punkte, die einmal nahe beieinander liegen, sich nicht voneinander entfernen. Diese drei Eigenschaften der Kontraktion, Streckung und Faltung sind charakteristisch für chaotische dynamische Systeme.

⁸ Natürlich können die Koordinaten der rechten Fläche gänzlich innerhalb des linken Kreises liegen.

Die genannte Beschreibung betont den dissipativen Charakter chaotischer dynamischer Systeme und ist für die weiter unten dargestellte Erweiterung des Attraktorbegriffs in der Systemtheorie und ihrer Anwendung in der dynamischen Wirtschaftstheorie äußerst nützlich, jedoch ist hiermit weder eine umfassende Charakterisierung der dynamischen Eigenschaften chaotischer Systeme noch eine Operationalisierung des Begriffs erfolgt. In der Tat existieren mehrere Definitionen chaotischer Systemdynamik, die sich entweder auf ein bestimmtes Zeitkonzept (d.h. die Systeme (1) oder (2)) beschränken, die sensitive Abhängigkeit von den Startwerten betonen, oder statistische Eigenheiten in den Vordergrund stellen. Ohne den Anspruch zu erheben, vollständig zu sein, beschreibt die folgende Zusammenstellung eine Reihe von Eigenheiten chaotischer Dynamik, die in einigen oder allen Systemen zu beobachten sind:

- Die Zeitreihe ist beschränkt, d. h. sie bewegt sich innerhalb von Grenzen, die endogen durch die Systemdynamik bestimmt werden.
- Der größte Lyapunov-Exponent (d.h. eine Maßzahl zur Erfassung des Auseinanderstrebens zweier Startwerte) ist positiv. Das System ist damit sensitiv in Bezug auf die Startwerte.
- In Abhängigkeit von den Startwerten kann eine Zeitreihe periodisch sein (ein stabiler Fixpunkt hat die Periode 1) mit beliebiger Periode; es können aber auch aperiodische Zeitreihen generiert werden.
- Die generierten Zeitreihen können irregulär sein und ein gleiches Erscheinungsbild wie ein reiner Zufallsprozess besitzen. Die Zeitreihe kann ergodisch sein; ein Histogramm der von der generierten Zeitreihe durchwanderten Werte kann gegen eine kontinuierliche Wahrscheinlichkeitsverteilung konvergieren. Bei alleiniger Betrachtung eines Histogramms, welches die Häufigkeit des Auftretens eines bestimmten Wertes der Zustandsvariablen darstellt, kann ohne weitere Information nicht entschieden werden, ob die Zeitreihe von einem stochastischen oder chaotisch-nicht-linearen System erzeugt worden ist.
- Dynamische Systeme, die für Teilmengen des zulässigen Parameterraumes chaotisches Verhalten erzeugen, können komplexe Zeitreihen in der Anfangsphase auch dann generieren, wenn die Zeitreihe schließlich gegen einen regulären Attraktor konvergiert.

Da in dieser Übersicht kein konkretes dynamisches ökonomisches System spezifiziert wird, erscheint eine Festlegung auf eine Definition chaotischer Dynamik mit einer oder mehrerer dieser Eigenschaften unangebracht zu sein.⁹ Auch ohne eine solche präzise Definition ist es aber möglich, ei-

⁹ Die logistische Gleichung

$$x_{t+1} = \lambda x_t(1 - x_t), \quad 0 \leq x_t \leq 1, \quad 0 < \lambda \leq 4,$$

nige Konsequenzen der genannten Eigenschaften für die dynamische Wirtschaftstheorie und – wie hoffentlich deutlich werden wird – besonders für die Evolutionsökonomik in den folgenden Abschnitten näher zu erläutern.

3. Der Attraktorbegriff der traditionellen ökonomischen Stabilitätsanalyse und der nichtlinearen Systemtheorie

Eine der wesentlichen Errungenschaften der Anwendung von Prinzipien der dynamischen Systemtheorie in den Wirtschaftswissenschaften kann in einer neuen Sicht des Attraktorbegriffs gesehen werden. Im allgemeinen wird davon ausgegangen, daß es nicht sinnvoll ist, den Zusammenbruch von Ökonomien zu modellieren, d. h. daß einige Variablen über alle Grenzen wachsen oder schrumpfen. Folglich ist seit jeher der Versuch unternommen worden, entweder ökonomisch begründete obere und/oder untere Schranken für die Variablenwerte exogen vorzugeben oder aber die funktionalen Formen oder die zulässigen Parameterbereiche der zugrundeliegenden dynamischen Systeme in der Weise einzuschränken, daß die systemendogene Entwicklung der Variablen beschränkt bleibt.

Traditionell steht im Mittelpunkt einer solchen Sichtweise beschränkter Wertebereiche der endogenen Variablen aufgrund bestimmter funktionaler Formen oder Parameterbereiche die Fixpunkt-Stabilität dynamischer Systeme z. B. in der Allgemeinen Gleichgewichtstheorie.¹⁰ Bekanntlich sind die lokalen und globalen Stabilitätseigenschaften von Fixpunkten in einer Vielzahl von Anwendungen der dynamischen Wirtschaftstheorie untersucht worden; es fehlt auch nicht an Ansätzen, die Stabilität jener Punkte zum Dogma zu erklären und die Sinnhaftigkeit ökonomischer Thesen an deren Stabilitätskonsequenzen zu messen (vgl. z. B. das sogenannte *Korrespondenzprinzip* von Samuelson (1947)). Allerdings hat die Fixpunktstabilität eine überragende Rolle auch in Teilbereichen erlangt, die zur Erklärung anderer dynamischer Phänomene beizutragen versucht haben. Die Keynesische (und neoklassisch synthetisierte) Konjunkturtheorie der vierziger und fünfziger Jahre sowie neuere konjunkturtheoretische Ansätze der *Neuen Klassischen Makroökonomik* unterstellen als ökonomisch sinnvoll nur solche Parameterkonstellationen, die zur Existenz von gedämpften Schwingungen

die mittlerweile in einer unüberschaubaren Zahl von ökonomischen Beispielen Anwendung gefunden hat, weist z. B. die sensitive Abhängigkeit von den Startwerten mit Sicherheit nur für $\lambda = 4$ auf.

¹⁰ Der Ausdruck *Gleichgewicht* sei im folgenden ausschließlich für das Walrassche Konzept der Übereinstimmung von Angebot und Nachfrage reserviert. Die übliche gleichzeitige Verwendung des Begriffs zur Bezeichnung der Ruhepunkte eines dynamischen Systems birgt leider grundsätzlich die Tendenz zur Identifizierung beider Konzepte in sich.

führen.¹¹ Die Gründe, die zur Betonung der Fixpunktstabilität geführt haben, sind vielfältig; wesentlich ist lediglich die Feststellung, daß dynamische Modelle, die andere Muster als die Konvergenz auf Fixpunkte (die in vielen Fällen identisch mit Walrasschen Gleichgewichten oder deren makroökonomischen Pendanten gewesen sind) erzeugen können, von der dynamischen Wirtschaftstheorie mit Skepsis aufgenommen worden sind.

Die Fixpunkt-Stabilität kann als eine generische Eigenheit linearer oder quasi-linearer dynamischer Systeme angesehen werden, wenn von explosiven Bewegungen oder dem Singularitätsfall konstanter Schwingungen abstrahiert wird. Werden neben linearen und quasi-linearen dynamischen Systemen auch nicht-lineare Systeme als ökonomisch sinnvoll erachtet, dann erweist sich die Fixpunkt-Stabilität allerdings als eine spezifische Ausprägung eines verallgemeinerten Attraktorbegriffs.

Sei ein dynamisches System in der Form

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}), \quad \mathbf{x} \in W \subset \mathbb{R}^n, \quad (3)$$

gegeben.

Definition: Eine kompakte Menge $A \subset W$ ist ein Attraktor des Systems (3) wenn es eine Umgebung U von A gibt, so daß $\mathbf{x}(t) \in U \forall t > 0$ und $\mathbf{x}(t) \rightarrow A$ für $t \rightarrow \infty$.

Diese Definition des Attraktorbegriffs besagt nichts über die geometrische Form der Menge A im Phasenraum.¹² Erfasst werden von dieser Definition somit die erwähnten stabilen Fixpunkte wie auch stabile Grenzzyklen und komplexere Objekte in höheren Dimensionen. Chaotische dynamische Systeme besitzen sogenannte *Seltsame Attraktoren*, deren geometrische Formen weder ein Punkt noch eine geschlossene Kurve sind. Die Abbildung 3 zeigt exemplarisch einen Seltsamen Attraktor, wie er von einer zeit-diskreten Version des bekannten Kaldorschen Konjunkturmodells für einen hohen Wert des Anpassungskoeffizienten erzeugt wird. Die eigenwillige Struktur des Attraktors mit Häufungsregionen läßt ihn von einer von einem stochastischen System erzeugten Punktwolke unterscheiden und ist dafür verantwortlich, daß eine kurzfristige Prognose der zukünftigen Entwicklung möglich ist.¹³

Der verallgemeinerte Attraktorbegriff sei anhand der Abbildung 4 verdeutlicht. Die konkreten Attraktoren sind durch die verschiedenen Kur-

¹¹ Persistente Oszillationen sind in den NKM Modellen deshalb ausschließlich auf die Annahme permanenter und exogen bestimmter Zufallseinflüsse zurückzuführen.

¹² Es sollte beachtet werden, daß ferner die Menge U , d.h. das *Einzugsgebiet* (basin of attraction), geometrisch hier nicht spezifiziert ist. Vgl. Abschnitt 5 für eine detailliertere Diskussion komplexer Einzugsgebiete und multipler Attraktoren.

¹³ Vgl. zu der Prognosemöglichkeit *Lorenz* (1992a).

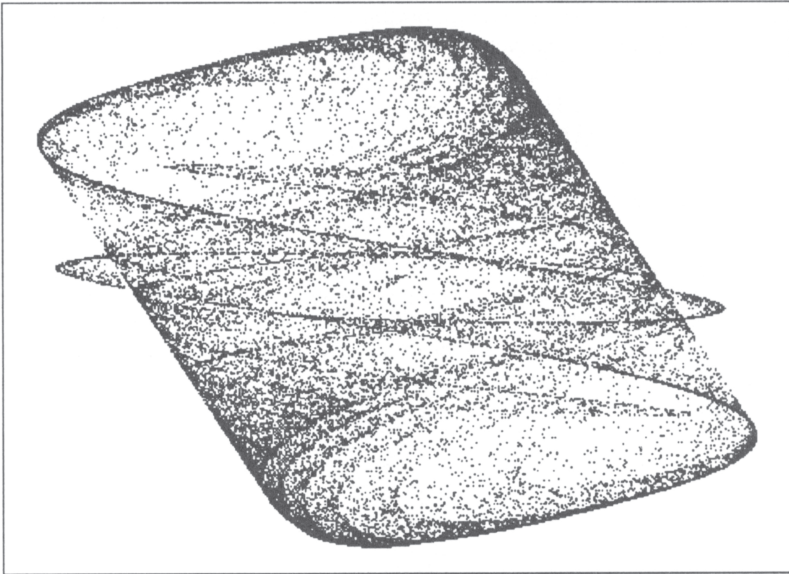


Abbildung 3: Ein Seltsamer Attraktor eines zeit-diskreten zweidimensionalen Konjunkturmodells

venzüge A bis C beschrieben. Es kann sich sowohl um einen regulären Attraktor wie im Falle des Grenzyklus B handeln, es sind aber auch irreguläre Zeitreihen wie bei dem Kurvenzug C denkbar. Die von den Kurvenzügen durchwanderten Intervalle $[x_{\min}, x_{\max}]$ definieren dabei Korridore, in den alle Zeitreihen, die außerhalb des jeweiligen Korridors starten, durch die Einwirkung der zugrundeliegenden dynamischen Systeme hineingezogen werden. Ist der Attraktor ein Fixpunkt, fallen die Grenzen des Korridors mit dem Fixpunkt zusammen. In der Abbildung 4 ist einer jener Korridore durch die schraffierte Fläche angedeutet worden. Wesentlich ist, daß bei allen in dieser Weise festgelegten Attraktoren eine Zeitreihe, die einmal in den Korridor gelangt, diesen nicht wieder verlassen kann.

Wenn die Aufgabe der dynamischen Wirtschaftstheorie darin besteht, in ihren formalen Modellen lediglich darauf zu achten, daß die ökonomisch fundierte funktionale Form der dynamischen Systeme und die zulässigen Parameterbereiche nicht zu einer Explosion der generierten Zeitreihe führen, ist das beschriebene Konzept der Korridorstabilität im Zuge des verallgemeinerten Attraktorbegriffs offensichtlich ein angemessenes methodisches Instrument. Die konkrete Form der dynamischen Bewegung innerhalb des Korridors wird nebensächlich; wichtig ist ausschließlich der Verbleib der Zeitreihe in den Grenzen des Korridors.

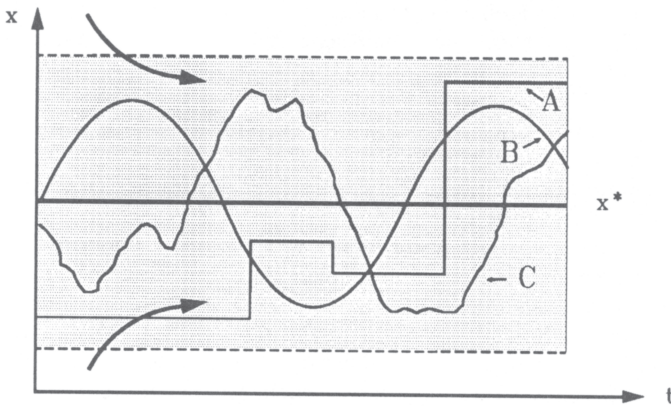


Abbildung 4: Ein verallgemeinerter Attraktorbegriff: Dynamische Muster innerhalb eines endogen bestimmten Korridors

Allerdings dürfte der Anspruch der dynamischen Wirtschaftstheorie in vielen – wenn nicht den meisten Fällen – höher gesteckt sein. Zum Beispiel hat sich die traditionelle formale Konjunkturtheorie zum Ziel gesetzt, idealisierte oszillierende Zeitreihen zu modellieren. Die Allgemeine Gleichgewichtstheorie schließlich ist ohne die Konzentration auf den Spezialfall des Fixpunkt-Attraktors schwer vorstellbar. Es kann jedoch bezweifelt werden, ob dieser Anspruch der dynamischen Wirtschaftstheorie realistisch ist. Die Betonung regulärer Attraktoren spiegelt die Konzeption idealisierter Phänomene wider; keine empirische Zeitreihe ist durch die Bewegung auf einem regulären Attraktor in Form einer gedämpften sinusförmigen Schwingung oder eines Fixpunktes gekennzeichnet. Empirische Zeitreihen sind durch eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Irregularität gekennzeichnet. Zur Erklärung von Variablensprüngen und/oder nicht-harmonischen zeitlichen Verläufen scheinen zumindest drei Ansätze zu bestehen.

1. Wirtschaftliche Beziehungen sind linearer oder quasi-linearer Art; der *permanente* Einfluß exogener und stochastisch erscheinender Größen impliziert unmittelbar das Entstehen irregulärer Zeitreihen, oder gelegentliche externe Schocks haben zur Folge, daß ein eigentlich harmonische Zeitreihen generierendes System in unterschiedlichen Zeitabständen neue Startwerte für die weitere dynamische Entwicklung zugewiesen erhält.
2. Ein bestimmtes dynamisches System stellt nur für einen beschränkten Zeitraum eine angemessene Beschreibung der Wirklichkeit dar. Wenn struktureller Wandel eintritt, impliziert dies das Entstehen eines neuen Systems, so daß die von der Abfolge dynamischer Systeme beschriebene Zeitreihe Irregularitäten aufweist.

3. Nicht-Linearitäten in deterministischen wirtschaftlichen Beziehungen implizieren chaotische dynamische Prozesse oder führen zu Katastrophen.¹⁴

Der erste Ansatz wird vor allem von der etablierten neu-klassischen Makroökonomik gewählt und ist auch in einer Vielzahl von partial-analytischen mikroökonomischen Modellen anzutreffen. Formale Implementationen des zweiten Ansatzes sind in der dynamischen Wirtschaftstheorie bisher nicht zu erkennen. Der dritte Ansatz wird von den ökonomischen Chaosmodellen gewählt; es ist aber wesentlich, darauf hinzuweisen, daß – je nach Definition des Chaosbegriffs – dieser Ansatz implizit nicht ohne stochastische Elemente denkbar ist. Wenn im Mittelpunkt die sensitive Abhängigkeit von den Startwerten und die praktische Unmöglichkeit der mittel- bis langfristigen Prognose trotz deterministischem Charakter steht, dann gelangt mit der Unkenntnis des genauen Startwertes des Systems und der Rechengenauigkeiten ein stochastisches Element in den praktischen Rechenprozess.

Die formalen Modelle der Evolutionsökonomik implementieren häufig eine Variante des ersten Ansatzes, indem z. B. in der Innovationsforschung oder der Raumforschung Übergangswahrscheinlichkeiten unterstellt werden, die nicht-lineare Funktionen der Systemzustände sind. Da die deterministische Chaosforschung als Alternative zu einem stochastischen Ansatz begriffen werden kann und die formale Evolutionsökonomik stochastischen Prozesses eine wesentliche Bedeutung zumißt, erscheint es sinnvoll zu sein, die Beziehung zwischen Stochastik und Determinismus näher zu beleuchten.

4. Stochastik versus Determinismus

Klassiker der mechanischen Physik wie Newton oder Laplace gingen in ihren philosophisch-theoretischen Bemerkungen davon aus, daß die Bewegung jeder physikalischen Einheit durch ein deterministisches Gesetz bestimmt sei: da alle empirischen Phänomene auf physikalische Vorgänge reduzierbar seien, bezieht sich diese Behauptung folglich z. B. auch auf biologische, psychische und soziale Ereignisse. Die Bewegung der „Welt“ ist somit als n -dimensionales dynamisches System der Form

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x}), \quad \mathbf{x} \in \mathbb{R}^n, \quad (4)$$

¹⁴ Von katastrophentheoretischen Ansätzen sei in diesem Beitrag abgesehen, da ihre Rolle nicht nur in ökonomischen Anwendungen erkenntnistheoretisch umstritten ist. Vgl. Lorenz (1992a) für eine Einführung.

mit $n \rightarrow \infty$ begriffen worden. Das System zeichnet sich durch das *superposition principle* aus, d. h. besteht eine beliebige Einheit y aus den Komponenten x_i , $i = 1, \dots, m$, dann wird die Bewegung der Einheit durch die Summe der Bewegung ihrer Komponenten beschrieben:

$$\dot{y} = \sum_{i=1}^m \dot{x}_i = \sum_{i=1}^m f_i(\mathbf{x}). \quad (5)$$

Da n praktisch gegen Unendlich strebt und m ebenfalls groß sein kann, ist es selbstredend unmöglich, eine deterministische Beschreibung der Welt zu liefern; dem Naturbeobachter stehen neben endlichen Werten $\bar{n}$ und $\bar{m}$ nur unzulängliche Kenntnisse der funktionalen Formen (4) und der Startwerte der Variablen x_i , $i = 1, \dots, n$ zur Verfügung.

Der Ansatz des physikalisch-theoretischen Beobachters muß sich folglich auf eine reduktionistische Sichtweise beschränken. Bekanntlich sind die zwei Reduktionen

$$\dot{x}_i = f_i(\mathbf{x}), \quad i = 1, \dots, k, \quad \mathbf{x} \in \mathbb{R}^k, \quad k < n \quad (6)$$

und

$$\begin{aligned} \dot{x}_i &= f_i(\mathbf{x}) + F_i(\bar{\mathbf{x}}), \quad i = 1, \dots, k, \quad \mathbf{x} \in \mathbb{R}^k, \quad \bar{\mathbf{x}} \in \mathbb{R}^{n-k}, \\ &= f_i(\mathbf{x}) + A_i, \quad k < n \end{aligned} \quad (7)$$

üblich. Die Reduktion (6) ist das allgemeine Analogon zur Partialanalyse und ignoriert alle Variablenbewegungen, die entweder nicht bekannt sind oder nicht im Mittelpunkt des Interesses stehen. Mit der Form (7) wird die grundsätzliche Einflußnahme anderer Größen auf die Bewegung der betrachteten Variablen x_i , $i = 1, \dots, k$, anerkannt, aber die Unfähigkeit oder Unwilligkeit des Beobachters, Aussagen über die Bewegungen jener weiteren Größen zu machen, widerspiegelt. Die Ausdrücke A_i , $i = 1, \dots, k$, werden entweder als Konstante definiert oder durch die Approximation $A_i = W_i(\bar{\mathbf{x}})$, $i = 1, \dots, k$, $\bar{\mathbf{x}} \in \mathbb{R}^{n-k}$, erfaßt, wobei $W_i(\bar{\mathbf{x}})$ wohl-definierte Wahrscheinlichkeitsverteilungen sind. Systeme der Form (7) mit $n-k \rightarrow \infty$ Freiheitsgraden sind in der theoretischen Physik traditionellerweise als *stochastische* Systeme bezeichnet worden. Es sei jedoch betont, daß Formulierungen von solchen stochastischen Systemen nicht zwangsläufig im Widerspruch zu dem deterministischen Weltbild stehen müssen; unendlich viele Freiheitsgrade werden durch die Unfähigkeit des Beobachters erzeugt, die Bewegungen aller Variablen zu erfassen.

Unterschiedliche wissenschaftliche Disziplinen haben unterschiedliche Konzeptionen der Freiheitsgrade entwickelt und ordnen diesen verschiedene Qualitäten zu. Die ökonomische Theorie inkorporiert stochastische Größen vor allem in Form dreier Ausprägungen:

1. Ökonomische Theorien betrachten lediglich als „ökonomisch“ definierte Variablen. Da offensichtlich weitere, nicht-ökonomische Größen Auswirkungen auf die endogenen Variablen besitzen, werden die erstgenannten als exogene, vorgegebene, nicht-konstante und stochastische Größen interpretiert.
2. Zukünftige Entwicklungen modell-endogener Variablen sind unsicher. Erwartungen der Zukunftswerte werden durch wahrscheinlichkeitsverteilte Variablen erfaßt.
3. Einigen Variablen wird ein intrinsisch stochastischer Charakter zugesprochen; die zeitliche Entwicklung der Variablen folgt nicht den deterministischen Bewegungsgesetzen (4), sondern kann bestenfalls durch sogenannte *stochastische Prozesse* wie z. B. einen random walk beschrieben werden.

Der erstgenannte Ansatz darf als eine sich unmittelbar anbietende Modellierung exogener Einflüsse angesehen werden. Die Definition von bestehenden oder fiktiven Größen als ökonomische Variablen ist ein in gewissem Maße willkürlicher Akt, so daß nicht angenommen werden darf, daß sie isoliert vom Einfluß anderer Größen operieren können. Wenn als ökonomische Theorie die Erfassung logischer Implikationen eines interdependenten Systems von als ökonomisch definierten Variablen bezeichnet wird, dann ist der mögliche Einflußspielraum exogener, stochastischer Variablen bei diesem Modellierungsansatz eingeschränkt. Modelle, in denen logische Implikationen *entscheidend* von der Existenz und Wirkung stochastischer Variablen abhängen, können bei Beachtung der genannten Definition schwerlich als *ökonomische* Modelle bezeichnet werden. In der Tat existiert in der Volkswirtschaftslehre eine Vielzahl von Modellen, in denen das Erklärungsziel nicht erreicht würde, wenn exogen-stochastische Größen nicht präsent wären. Es folgt aus dieser Überlegung, daß die Erfassung stochastischer Größen zwar wünschenswert ist, ein Modell aber nicht als ökonomische Theorie bezeichnet werden kann, wenn empirisch relevante Aussagen letztlich auf der Annahme exogen-stochastischer Variablen beruhen.

Die zweite Form der Erfassung stochastischer Größen nimmt Anleihen in der Statistik auf und erlaubt bekanntlich in vielen Fällen eine angemessene Antizipation zukünftiger, unsicherer Ereignisse. Wenn dieser Ansatz allerdings in einem dynamischen Rahmen mit mehrperiodigem Erklärungsanspruch erscheint, resultiert eine formal sehr ähnliche oder sogar identische dynamische Struktur wie bei dem ersten Ansatz. Eine Disqualifizierung von Modellen mit als zu stark erachteten Einflüssen stochastischer Variablen ist zwar deutlich schwieriger als im obengenannten Fall (und häufig unangebracht), weil die stochastischen Variablen einen ökonomischen Charakter aufweisen, jedoch stellt sich auch bei diesem Ansatz die Frage, ob Modelle noch als *ökonomische* Theorien bezeichnet werden können, wenn angesichts eines umfangreichen, beliebig setzbaren Spektrums möglicher Erwartungs-

hypothesen die Modellresultate nicht mehr vom Zusammenwirken der endogenen Variablen dominiert werden.

Der dritte Ansatz ist m.E. mit der allgemeinen Absage an die arithmomorphe Methode identifizierbar, wenn der Mehrzahl ökonomischer Variablen ein stochastischer Charakter zugesprochen wird. Im Sinne der obengenannten Definition können entsprechende Ansätze nur sehr eingeschränkt als ökonomische Theorie bezeichnet werden, da das Studium der Interaktion von Variablen auf die Analyse des Zusammenwirkens von exogen bestimmten Zufallsvariablen begrenzt wird. Da allerdings die Definition als zu einseitig aufgefaßt werden kann, scheint es sinnvoll zu sein, den Beweggründen für diesen Ansatz nachzugehen. Die Behauptung des ausschließlich stochastischen Charakters ökonomischer Größen kann einer näheren Prüfung nicht standhalten: jede Variablenänderung muß als Reaktion auf die Variation anderer Größen (einschließlich möglicher Autoregression) begriffen werden, so daß das klassische mechanistisch-theoretische Weltbild vermutlich als zutreffend bezeichnet werden muß. Wesentlich ist aber nicht das Konzept der zugrundeliegenden wahren Welt, sondern der mögliche Erkenntnisstand des ökonomisch Agierenden und des analytischen Beobachters dieser Realität. Ein wesentlicher Grund für die Abneigung der Vertreter des dritten Ansatzes gegenüber den Reduktionsmethoden (6) oder (7) kann u. U. darin gesehen werden, daß deren deterministischer Kern in der Wissenschaftsgeschichte einer Vielzahl von Disziplinen von teilweise mehr als 200 Jahren als vorhersagbar klassifiziert wurde, wenn die Form der Bewegungsgesetze annähernd bekannt gewesen ist. In der Tat sind jene Gesetze in einer großen Zahl von Untersuchungen als einfachste lineare Strukturen konzipiert worden, deren Form die Ableitung von Lösungen gestattete. Sind Startwerte und funktionale Formen annähernd bekannt, ist es möglich, tendenziell richtige Aussagen über zukünftige Entwicklungen zu wagen. Wenn der ausschließlich stochastische Ansatz auf die Unzufriedenheit mit der Konzentration auf solche einfachsten, stets approximativ-richtige Lösungen generierende Systeme gegründet ist, lassen die beschriebenen neueren formal-mathematischen Erkenntnisse der dynamischen Systemtheorie allerdings diesen kritischen Ansatz als sowohl nachvollziehbar als auch substituierbar erscheinen.

Sind wirtschaftlichen Beziehungen durch nicht-lineare Strukturen in verschiedenster Form gekennzeichnet, kann es möglich sein, daß auch bei annähernd richtiger Kenntnis der funktionalen Formen und der Startwerte eine Antizipation künftiger Ereignisse verhindert wird. Kleine Variationen der deterministischen Gesetze können dramatische Auswirkungen auf die erzeugten Zeitreihen besitzen, so daß die ungefähre Kenntnis des zugrundeliegenden Systems als nutzlos erscheinen kann. Die nicht-lineare Systemtheorie kann damit als Argumentationshilfe für die Begründung des ausschließlich stochastischen Ansatzes interpretiert werden: obwohl es einige wesentliche theoretische Abgrenzungen zwischen deterministischem

Chaos und ausschließlicher Stochastik gibt, erzeugt eine chaotische Dynamik in einem deterministischen System aus Sicht des ökonomisch Agierenden und des Beobachters ein scheinbar stochastisches Verhalten der generierten Zeitreihe. Da es *praktisch* nicht möglich ist, die Entwicklung einer chaotischen Zeitreihe nachzuvollziehen oder zu prognostizieren, kann ein stochastischer Ansatz als Approximation des eigentlich deterministischen Systems begriffen werden.

Die eingangs zitierten Erwartungen an die Nützlichkeit der nicht-linearen Systemtheorie in der Evolutionsökonomik weisen jedoch auf die Hoffnung hin, neue Erkenntnisse evolutionärer Vorgänge durch die unmittelbare Betrachtung nicht-linearer dynamischer Systeme in deterministischen Modellen zu erlangen. Wenn der in Abschnitt 3 dargelegte erweiterte Attraktorbegriff der dynamischen Systemtheorie adaptiert wird, ist es zwar möglich, das Stabilitätsdogma weiter zu fassen, zu einer neuen Sichtweise des Determinismus zu gelangen, und theoretische Erklärungen für die praktische Unmöglichkeit mittel- und langfristiger Prognosen zu liefern; qualitativ wesentlich neue Erkenntnisse können von der Verwendung jenes Attraktorbegriffes allein aber wohl kaum erwartet werden, wenn in der Evolutionsökonomik die nicht-lineare Systemtheorie in der gleichen Weise angewandt wird, wie dies z. B. aus der theoretischen Physik und der Mehrzahl der existierenden ökonomischen Beispiele bekannt ist. Der folgende Abschnitt versucht, einige Rechtfertigungen für diese Behauptung aufzustellen.

5. Multiple Attraktoren und komplexes transientes Verhalten

Mathematische Theorien nicht-linearer deterministischer Systeme mit chaotischer Dynamik sind von Phänomenen in den Naturwissenschaften inspiriert worden und spiegeln die gängige Praxis der Aufbereitung beobachtbarer empirischer Ereignisse wider. In einer Vielzahl von Beispielen der experimentellen Chaosforschung ist es unproblematisch, eine große Anzahl von Beobachtungen zu erzeugen; häufig besitzen die vorliegenden Zeitreihen eine Länge von mehreren zehntausend Werten. Vorhandene statistische Methoden zur Diskriminierung von Zufallsprozessen und deterministischem Chaos oder der Abgrenzung von kompliziertem regulären und chaotischem Verhalten sind in der Regel zwar für unendlich viele Beobachtungen konzipiert, die große Zahl von vorliegenden Beobachtungen kann jedoch häufig als ausreichende Grundlage für eine Approximation der tatsächlichen Indizes angesehen werden. Bei dem relativ langen Zeitraum, der in experimentellen Studien untersucht werden kann, darf in der Regel angenommen werden, daß das unterstellte dynamische System seine transiente Phase (d. h. seine Start- oder Einschwingphase) nach einer gewissen Zeit überwunden hat; das dynamische System wird sich folglich während

des überwiegenden Teils seines Betrachtungszeitraumes auf einem Attraktor bewegen. Die Beschreibung der konkreten Form der im dritten Kapitel allgemein definierten Attraktoren steht somit im Mittelpunkt der mathematischen Chaosforschung in den verschiedensten naturwissenschaftlichen Teildisziplinen.

Eine Vielzahl vor allem der frühen ökonomischen Anwendungen der Resultate der Chaosforschung zeichnen sich dadurch aus, daß sie ökonomische Szenarien zu entwickeln versuchten, die entweder genau zu den etablierten chaotisch-dynamischen Systemen führten oder zumindest qualitativ ähnliche Prozesse beinhalteten. Der methodische Ansatz der naturwissenschaftlichen Chaosforschung ist dabei in der Regel nie in Frage gestellt worden. Dies scheint aber bei ökonomischen Chaosmodellen in ganz besonderer Form angebracht zu sein. Abgesehen von einfachsten eindimensionalen dynamischen System in diskreter Zeit wie z.B. der logistischen Gleichung benötigen viele chaotische Systeme eine beträchtliche Zeitspanne, um ihre Chauseigenschaft erkennbar werden zu lassen. Werden höherdimensionale zeit-stetige Systeme untersucht, wird eine Simulation ihres dynamischen Verhaltens während der Anfangsphase (in Systemzeit) eine scheinbare Regularität auch dann aufweisen, wenn sich das System auf einem Seltsamen Attraktor bewegt. In der Tat ist es in vielen Systemen erforderlich, einen Zeitraum von mehreren zehntausend Iterationen zu betrachten, um optisch die geometrisch-komplexe Struktur eines Seltsamen Attraktors zu erkennen oder eine Konvergenz von statistischen Indizes wie z.B. der Lyapunov-Exponenten zu erreichen. Simulationen von Zeitreihen mit mehr als 100000 Beobachtungen sind auch in der ökonomischen Chaosforschung nicht selten.

Offensichtlich sind solche Prozeduren nicht haltbar, und vor allem die Evolutionsökonomik hat den nicht-ewigen Charakter ökonomischer Gesetzmäßigkeiten betont. Produkt- und Prozeßinnovationen implizieren einen strukturellen Wandel in dem betrachteten dynamischen System und führen zu Parametervariationen oder Änderungen der funktionalen Form des Systems. Wenn ein bestimmtes dynamisches System somit die tatsächliche Entwicklung der Wirtschaft innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls richtig beschreiben kann, folgt aus der genannten großen Mindestzahl von Iterationen in Simulationen chaotischer Systeme, daß deren Eigenschaft sich nicht vollständig entfalten kann, wenn die Gültigkeitsdauer des Systems kurz ist.

Die Betonung der Bewegung auf einem Attraktor spiegelt eine naturwissenschaftliche Sichtweise ökonomischer Prozesse wider. Wenn einem Bewegungsgesetz eine quasi-ewige Gültigkeitsdauer zugemessen wird, sollte demnach sinnvollerweise angenommen werden, daß sich das System auf einem Attraktor befindet. Die Modellierung eines ökonomischen Vorgangs sollte dann nicht das transiente Verhalten eines Systems betonen, sondern sich ebenfalls auf die Eigenschaften der Bewegung auf dem Systemattraktor

konzentrieren. Weist ein „wahres“ ökonomisches System aber nur eine beschränkte Gültigkeitsdauer auf, dann rückt dessen transientes Verhalten in den Mittelpunkt des Interesses; in einem dynamischen Modell dieser wahren Vorgänge muß dann ebenfalls diese transiente Phase betont werden. Das dynamische Modell sollte dann im gleichen Zeitpunkt wie das wahre System starten.

Diese Konzentration auf transientes Verhalten scheint eine besondere Bedeutung in evolutionsökonomischen Modellen zu erhalten, in denen gerade Auswahlprozesse in Innovationsphasen dargestellt werden sollen. Bestehende Modelle der Pfadabhängigkeit und konkurrierender Produkte in Innovationsphasen (vgl. z.B. *Arthur* (1989), *Englmann* (1988)) verwenden häufig exogen vorgegebene (und damit nicht ökonomisch motivierte) Übergangswahrscheinlichkeiten zur Erfassung des unbestimmten Ausgangs der anfänglichen Konkurrenzsituation. Transiente Bewegungen in deterministischen Prozessen können sich möglicherweise als fruchtbare Alternative zu diesem Rückzug auf stochastische Elemente erweisen.

Transiente Bewegung, die länger als die in fast allen dynamischen Systemen beobachtbare, relativ kurze Orientierungsphase einer Trajektorie andauert oder ein anderes Muster als die monotone (möglicherweise oszillierende) Konvergenz gegen einen Attraktor aufweist, kann entstehen, wenn das System multiple Attraktoren aufweist. Dynamische Systeme mit multiplen Attraktoren sind in der dynamischen Wirtschaftstheorie seit längerer Zeit diskutiert worden. Beispiele sind z.B. zu finden in der Allgemeinen Gleichgewichtstheorie, wenn die Überschußnachfragefunktionen nicht-monotone Verläufe annehmen und mehrfach die Preisachse schneiden, oder in der Konjunkturtheorie, wenn eine größere Zahl von abwechselnd stabilen und instabilen Grenzzyklen vorhanden ist. In der Innovationsforschungsliteratur ist schließlich die Darstellung des Lock-In-Phänomens unmittelbar mit der Existenz multipler Fixpunkte verbunden. Sind keine stochastischen Größen involviert, dann legt die Ausgangssituation in vielen dieser Fällen fest, zu welchem der multiplen Attraktoren das System im Zeitablauf strebt.

In der Abbildung 5.a sind in stilisierter Weise drei Attraktoren A bis C im zwei-dimensionalen Zustandsraum dargestellt, die Fixpunkte oder auch komplexere geometrische Gebilde sein mögen. Jeder der Attraktoren besitzt sein eigenes Einzugsgebiet; in der Abbildung sind die Grenzen zwischen den Einzugsgebieten (die sog. *basin boundaries*) als durchgezogene Linien dargestellt. In der Abbildung 5.b ist ein mögliches Szenarium mit multiplen Attraktoren im ein-dimensionalen Fall skizziert, welches gelegentlich in der innovationstheoretischen Literatur vorzufinden ist (cf. *Arthur* (1989), *Witt* (1991)). Der S-förmige Kurvenverlauf definiert beispielsweise die Wahrscheinlichkeit, daß Individuen sich für eine von mehreren Alternativen entscheiden, in Abhängigkeit von dem augenblicklichen Systemzu-

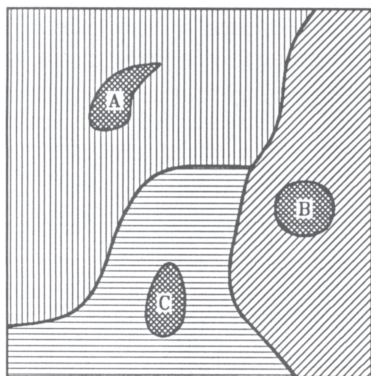


Abbildung 5.a

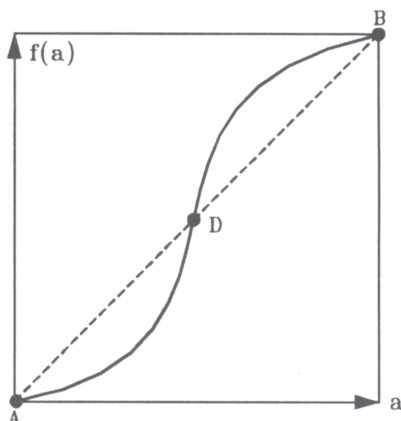


Abbildung 5.b

Abbildung 5: Stilisierte Einzugsgebiete konkurrierender Attraktoren

stand. Die Punkte A und B sind Attraktoren des Systems, während D einen instabilen Zustand darstellt. Die Grenze zwischen den Einzugsgebieten wird vom Punkt D gebildet.

Es ist von der dynamischen Systemtheorie jedoch deutlich gemacht worden, daß die Grenzen zwischen verschiedenen Einzugsgebieten sehr wohl komplexe geometrische Objekte sein können.¹⁵ Unter Umständen kann eine Einzugsgränze einen fraktalen Charakter aufweisen, d. h. eine möglicherweise unzusammenhängende, gebrochene Struktur aufweisen.¹⁶ In der Abbildung 6 ist das Einzugsgebiet eines Seltsamen Attraktors wiedergegeben (weiße Flächen). Alle Startwerte, die grau getönt sind, bewegen sich auf andere Attraktoren hin. Die Einzugsgränze ist keine zusammenhängende Linie, sondern stellt ein fraktales Objekt dar.

Fraktale Einzugsgränzen können aber nicht nur dann beobachtet werden, wenn der Attraktor selbst ein fraktales Gebilde ist, sondern auch dann, wenn es sich bei dem Attraktor um ein reguläres Objekt handelt. Eine Trajektorie, die in der Nähe einer fraktalen Einzugsgränze startet, kann sich für eine längere Zeitdauer in der gleichen Weise wie auf einem Seltsamen Attraktor verhalten und schließlich auf den regulären Attraktor konvergieren. In der Abbildung 7 ist exemplarisch eine Zeitreihe dargestellt worden, die

¹⁵ Vgl. z. B. die auch in populär-wissenschaftlichen Publikationen häufig präsentierten Julia-Mengen, die komplexe Einzugsgränzen zwischen einem endlichen Attraktor und Unendlich im komplexen Zahlenraum darstellen.

¹⁶ Der Ausdruck wird damit begründet, daß die (Hausdorff-)Dimension des geometrischen Objektes keinen ganzzahligen Wert annimmt und z. B. 2.5 betragen kann.

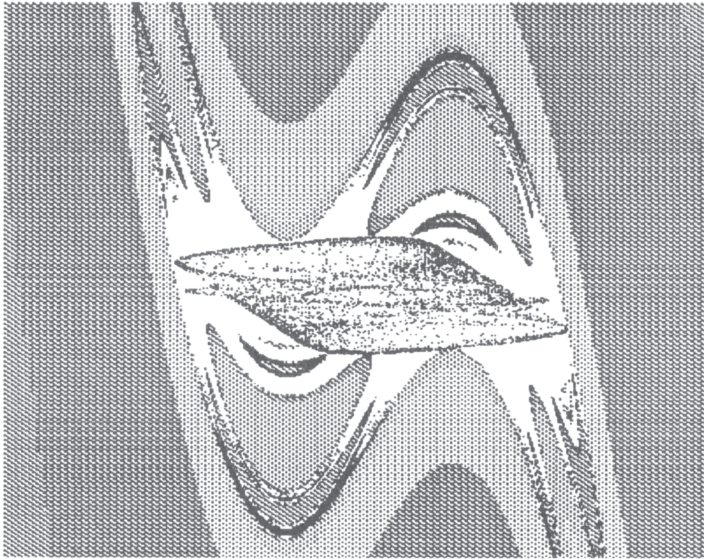


Abbildung 6: Das komplexe Einzugsgebiet des Seltsamen Attraktors aus Abbildung 3 (weiße Fläche)

von einem einfachen zwei-dimensionalen, zeit-diskreten Konjunkturmodell in der Kaldor-Tradition erzeugt wurde. Die Attraktoren des konkreten Systems sind ein regulärer Attraktor (ein Zyklus mit der Periode 80) und Unendlich; die beträchtlich lange Einschwingphase von mehr als 350 Perioden weist einen irregulären Charakter auf, der an die chaotische Bewegung auf einem Seltsamen Attraktor erinnert.¹⁷

Komplexes transientes Verhalten kann in einer großen Zahl von ökonomischen Beispielen nachgewiesen werden.¹⁸ Da die oben erwähnten Beispiele von Arbeiten, die sich mit dem Lock-In-Phänomen beschäftigen, die Existenz multipler Attraktoren als Ausgangspunkt wählen, liegt es nahe, daß die Betrachtung komplexer transients Bewegung in deterministischen Systemen eine Modellierungsalternative darstellt. Die Tatsache der Unentscheidbarkeit, zu welchem Attraktor die komplexe transiente Bewegung in deterministischen Systemen schließlich konvergiert, korrespondiert mit

¹⁷ Für die ersten 350 Perioden ist der größte Lyapunov-Exponent der Zeitreihe positiv. Ein Beobachter, dem keine weiteren Informationen vorliegen, wird folglich unter Beachtung der gebotenen Vorsicht die Existenz einer chaotischen Trajektorie konstatieren.

¹⁸ Einige Beispiele aus der Mikroökonomik und der Wachstums- und Konjunkturtheorie werden in Lorenz (1992b) beschrieben.

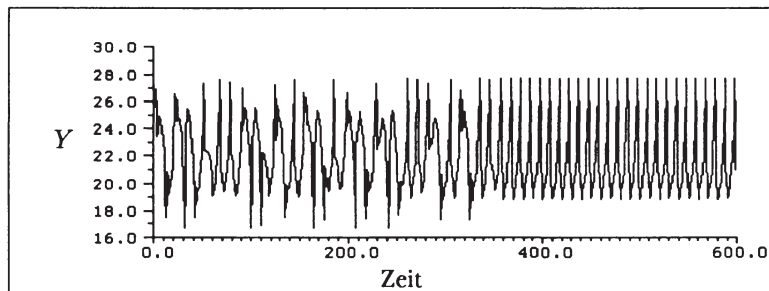


Abbildung 7: Transiente Bewegung in einem Kaldor-Modell

der empirischen Beobachtung, daß zu Beginn der Innovationsphase nicht festliegt, welches von mehreren alternativen, miteinander konkurrierenden und möglicherweise technisch gleichwertigen Produkten letztendlich den Markt dominieren wird. Die Tatsache, daß nach Beendigung des transienten Verhaltens eine Bewegung auf einem regulären Attraktor wie z. B. einem Fixpunkt stattfindet, würde in diesem Szenarium außerdem die empirische Beobachtung beschreiben können, daß turbulente Auseinandersetzungen um Marktanteile in der Regel auf die Innovationsphase beschränkt bleiben.

Die zur Erzeugung einer komplexen – möglicherweise auf die Transientenphase beschränkten – Systemdynamik erforderlichen Nicht-Linearitäten müssen jedoch in einem deterministischen System in Form ökonomisch plausibler Verhaltensregeln und/oder technischer und sozialer Rahmenbedingungen formuliert werden. Der folgende, abschließende Abschnitt versucht, die ökonomische Sinnhaftigkeit dieser Erfordernisse zu bewerten.

6. Zur Sinnhaftigkeit nicht-linearer Ansätze in der dynamischen Wirtschaftstheorie

Die Ausführungen in den vorangegangenen Abschnitten haben in Form einer Grundsatzdiskussion versucht, mögliche Berührungspunkte zwischen der Evolutionsökonomik und der nicht-linearen ökonomischen Chaostheorie aufzuzeigen. Zusammenfassend lassen sich die folgenden Resultate festhalten:

- Die Chaostheorie erlaubt es, eine Verallgemeinerung des Attraktorbegriffs durchzuführen. Als stabil können gemäß einer erweiterten Definition nicht nur Wirtschaften bezeichnet werden, die auf Fixpunkte konvergieren. Eine Vielzahl von dynamischen Systemen erzeugt reguläre und irreguläre Attraktoren, die einen Verbleib der Variablen in einem Korridor garantieren. Wenn evolutionsökonomische Modelle somit eine

Unschärfe in den von ihnen erzeugten Zeitreihen generieren wollen, stellt die Chaostheorie zu diesem Zweck ein hilfreiches Instrument zur Verfügung.

- Evolutionsökonomische Modelle betonen häufig die Relevanz von stochastischen Prozessen meist in Form der Bestimmung von Übergangswahrscheinlichkeitsfunktionen. Auch die nicht-lineare Systemtheorie darf sinnvollerweise nicht annehmen, daß vollständig von der Existenz nicht endogen erklärbarer Größen abstrahiert werden könnte; sie versucht aber, den wesentlichen Teil der irregulären Phänomene modellendogen zu erklären. Dies scheint den Anspruch, daß ein ökonomisches Modell die Bewegung ökonomischer Variablen endogen erklären sollte, besser erfüllen zu können als die Betonung stochastischer Effekte: wenn stochastische Größen ein Modellergebnis in wesentlicher Weise beeinflussen, kann eine Theorie schwerlich als ökonomisch bezeichnet werden.
- Bisherige Ansätze der ökonomischen Chaosforschung sind geprägt von der Methodologie der Naturwissenschaften und respektieren nur selten die besonderen Eigenheiten ökonomischer dynamischer Prozesse. Insbesondere wird der kurzfristige Gültigkeitshorizont ökonomischer Bewegungsgesetze nur selten in Erwägung gezogen. Sind Wirtschaften durch häufigen strukturellen Wandel gekennzeichnet, dürfen bei Verwendung nicht-linearer chaotischer Prozesse in der Evolutionsökonomik nicht die Attraktoren solcher Systeme, sondern das transiente Verhalten in der Anfangsphase im Vordergrund stehen.

Das Entstehen chaotischer Dynamik setzt voraus, daß das untersuchte dynamische System je nach Dimension und unterstelltem Zeitkonzept Nicht-Linearitäten aufweist. In der in den vorangegangenen Abschnitten vorgestellten allgemeinen Diskussion chaotischer Systeme sind solche Nicht-Linearitäten zwangsläufig als vorhanden angenommen worden, da sonst deren Konsequenzen nicht hätten dargestellt werden können. Es stellt sich aber die Frage, ob die zur Erzeugung chaotischer Dynamik jeweils erforderlichen Nicht-Linearitäten in ökonomischen Modellen überhaupt relevant sind. Diese Frage kann zwar grundsätzlich nur innerhalb eines wohl-definierten Modellrahmens beantwortet werden; es ist jedoch möglich, einige allgemeine Aussagen zur Modellierung der erforderlichen Nicht-Linearitäten zu treffen.

Es steht außer Zweifel, daß viele der existierenden Beispiele zur chaotischen Dynamik in den Wirtschaftswissenschaften eher von dem zu erzielenden Ergebnis denn von dem zu modellierenden ökonomischen Problem geleitet wurden. Der Vorwurf, die unterstellten Annahmen wiesen einen zu starken *ad hoc* Charakter auf, ist angesichts der häufig anzutreffenden Praxis, etablierte Modelle so zu modifizieren, daß sie mit einem der in der mathematischen Systemtheorie bekannten chaotischen Systeme über-

einstimmen, nachzuvollziehen. Der Rückzug auf einen ausschließlich didaktischen Anspruch der vorgestellten Modelle ist nach der überwältigenden Anzahl existierender Beispiele chaotischer Dynamik in der Wirtschaftstheorie ebenfalls nicht mehr haltbar: es kann kein Zweifel mehr daran bestehen, daß viele etablierte ökonomische Modelle zumindest formal die Möglichkeit der Erzeugung von Chaos in sich bergen.

Die Kenntnisse, die aus dem Studium mathematischer Eigenschaften nicht-linearer dynamischer Systeme gewonnen werden können, ermöglichen es zwar gelegentlich, zu einer neuen Sicht des potentiellen dynamischen Verhaltens unbestritten akzeptierter Modelle zu gelangen. Beispielsweise konzentriert sich die Außenhandelstheorie traditionellerweise auf den Fall des sog. kleinen Landes, weil der Fall zweier oder mehrerer großer Länder als analytisch nicht mehr nachvollziehbar erscheint; durch Außenhandel gekoppelte oszillierende Wirtschaften bergen jedoch eine Vielzahl möglicher dynamischer Ablaufmuster in sich, die durch die bestehenden Resultate zur chaotischen Dynamik transparenter gemacht werden können. Grundsätzlich darf aber behauptet werden, daß die zur Erzeugung chaotischer Dynamik erforderlichen Nicht-Linearitäten nur dann als ökonomisch relevant erachtet werden sollten, wenn sie unmittelbar im Zuge der Formulierung individueller Verhaltensweisen oder deren Aggregation entstehen.¹⁹ Die letztendliche Entscheidung, welche Verhaltensweisen als sinnvoll einzuschätzen sind, verbleibt dem empirischen Befund: wenn in einem gegebenen Modell die zur Erzeugung chaotischer Dynamik erforderlichen Nicht-Linearitäten empirisch nicht abgesichert werden können, handelt es sich um eine falsche Modellspezifikation oder eine chaotische Dynamik ist irrelevant.²⁰

Individuelle Verhaltensweisen können aber nicht immer zuverlässig empirisch getestet werden. Dem Theoretiker verbleibt ein Freiraum bei der Modellierung von Verhaltensmustern; hierzu zählt vermutlich aber nicht

¹⁹ Dies erklärt, warum die intertemporalen Optimierungsmodelle mit komplexer Dynamik (cf. *Grandmont* (1985)) die ersten von der neoklassischen Literatur ernstgenommenen Beispiele chaotischer Dynamik in der Wirtschaftstheorie darstellen. Die zur Erzeugung chaotischer Dynamik erforderlichen Nicht-Linearitäten können bei Zugrundelegung der üblichen Axiomatik nicht ausgeschlossen werden, so daß Chaos entweder als natürliche Eigenschaft dieser Modelle betrachtet werden muß oder aber die Modelle modifiziert werden sollten, um Chaos auszuschließen. Zur Problematik „schöner“ Überschußnachfragefunktionen vgl. auch *Lehmann-Waffenschmidt* (1992).

²⁰ Auf die Frage, ob chaotische Dynamik tatsächlich ein relevantes Phänomen in konkreten empirischen Zeitreihen ist, kann an dieser Stelle wegen des umfangreichen Instrumentariums und einiger konzeptioneller Probleme nicht eingegangen werden. Eine ausführliche Darstellung der wesentlichen statistischen Instrumente und der wichtigsten empirischen Ergebnisse ist in *Brock/Hsieh/LeBaron* (1991) zu finden.

das Szenarium der neoklassischen intertemporalen Optimierungsmodelle. Weder ein repräsentatives Individuum, welches aufgrund seiner Risikoaversion eine chaotische Dynamik in dem intertemporalen Preisverhältnis generiert, noch ein zentraler Planer, der eine chaotische Politikfunktion zu realisieren trachtet, sind zufriedenstellende Modellergebnisse auf der individuellen Ebene. Wird von pathologischen Situationen abgesehen, dann sollten die zur Erzeugung chaotischer Dynamik hinreichenden Nicht-Linearitäten aus dem Zusammenspiel von jenen Einflußfaktoren herrühren, die nicht der unmittelbaren Kontrolle des Individuums unterliegen. Erfolgversprechende Ansätze in dieser Richtung stellen z. B. die Arbeiten von *Gaertner* (1986, 1987), *Gaertner/Jungeilges/v.Basum* (1992) dar, die in interdependenten, vom einzelnen Individuum nicht zwangsläufig steuerbaren Konsumaktivitäten ein wesentliches Motiv zur Entstehung chaotischer Dynamik erkennen lassen.²¹

Für die formale Evolutionsökonomik, welche in der Modellierung stochastischer Prozesse ihre bisherige Standardprozedur sieht, impliziert diese Sichtweise eine Vertiefung ihres ökonomischen Gehalts. Die Nicht-Linearitäten, die wie z. B. bei *Arthur* (1989) in unterstellten, exogen vorgegebenen Übergangswahrscheinlichkeitsfunktionen auftauchen, müssen in einem nicht-linear deterministischen Ansatz ökonomisch begründet werden. Es stellt vermutlich keine besondere Schwierigkeit dar, in Schumpeterschen Innovationsmodellen und Produktzyklusmodellen solche Nicht-Linearitäten zu entwerfen, die in der Tat zu den in der Einleitung erwähnten Systemsprüngen, zu Chaos oder Katastrophen führen. Die Problematik besteht darin, diejenigen Nicht-Linearitäten, die zu diesen nicht-linearen Phänomenen führen, entsprechend der oben dargelegten Skizze aus individuellen Verhaltensmustern abzuleiten. Es darf die Hoffnung ausgedrückt werden, daß bei der Modellierung solcher Muster gerade jene Zweige der Evolutionsökonomik hilfreich sein werden, die weniger durch die formale Methode als durch die Betonung beobachtbarer individueller Verhaltensweisen ausgezeichnet sind.

²¹ Es ist möglich, den verschiedenen Kräften, denen das Individuum unterliegt, Namen zu geben. *Weise* (1990) führt z. B. Begriffe wie „Fluktuationskraft“ und „Konformitätskraft“ ein, um die Entstehung von Ordnung und Chaos in einem synergetischen Ansatz zu illustrieren. In der Tat kann gezeigt werden, daß solche Kräfte, die das Beeinflussungsfeld, in welchem sich ein sozial agierendes Individuum bewegt, charakterisieren, unmittelbar mit den z. B. in der logistischen Gleichung wirkenden Expansions-, Kontraktions- und Faltungseffekten korrespondieren.

7. Literatur

- Allen, P. (1988): "Evolution, Innovation, and Economics". In: Dosi, G. u.a. (Hg.): *Technical Change and Economic Theory*, S. 95-119. London: Pinter Publishers.
- Arthur, W.B. (1989): "Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events". *Economic Journal* 99, S. 116-131.
- Benhabib, J./Day, R.H. (1980): "Erratic Accumulation". *Economics Letters* 6, S. 113-117.
- (1981): "Rational Choice and Erratic Behaviour". *Review of Economic Studies* 48, pp. 459-471.
- Birkhoff, G.D. (1927): *Dynamical Systems*. Wiederabdruck in: *American Mathematical Society Colloquium Publications* 9. Providence, RI: The American Mathematical Society.
- Boldrin, M./Woodford, M. (1990): "Equilibrium Models Displaying Endogenous Fluctuations and Chaos. A Survey". *Journal of Monetary Economics* 25, S. 189-222.
- Brock, W.A./Hsieh, D.A./LeBaron, B. (1991): *Nonlinear Dynamics, Chaos, and Instability: Statistical Theory and Economic Evidence*. Cambridge-London: The MIT Press.
- Day, R.H. (1982): "Irregular Growth Cycles". *American Economic Review* 72, S. 406-414.
- (1983): "The Emergence of Chaos from Classical Economic Growth". *Quarterly Journal of Economics* 98, S. 201-213.
- Dosi, G. (1991): „Some Thoughts on the Promises, Challenges and Dangers of an 'Evolutionary Perspective' in Economics". *Journal of Evolutionary Economics* 1, S. 5-7.
- Englmann, F.C. (1988): "Technological Change and Increasing Returns". In: Flaschel, P./Krüger, M. (eds.): *Recent Approaches to Economic Dynamics*, pp. 162-176. Frankfurt/M.: Peter Lang.
- Erdmann, G. (1991): „Evolutionäre Ökonomik als Theorie ungleichgewichtiger Phasenübergänge“, in: Witt, U. (Hg.): *Studien zur Evolutorischen Ökonomik I*. Berlin: Duncker & Humblot.
- Faber, M./Proops, J.L.R. (1990): *Evolution, Time, Production, and the Environment*. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag.
- Fatou, P. (1919): "Mémoire sur les équations fonctionnelles". *Bulletin de la Société Mathématique, France*, 34, S. 161-271.
- Gaertner, W. (1986): "Zyklische Konsummuster". *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 201, S. 54-65. W.]
- (1987): "Periodic and Aperiodic Consumer Behavior". *Applied Mathematics and Computation* 22, S. 233-254.
- Gaertner, W./Jungeilges, J./v. Basum, C. (1991): „Simulating Interdependent Consumer Behavior“. In: Tavangarian, D. (Hg.): *Simulationstechnik*. Wiesbaden: Vieweg.
- Georgescu-Roegen, N. (1971): *The Entropy Law and Economic Progress*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Goodwin, R.M. (1967): "A Growth Cycle". In: Feinstein, C.H. (Hg.): *Socialism, Capitalism and Economic Growth*. Cambridge: Cambridge University Press. Nachdruck in: Hunt, E.K./Schwarz, J.G. (Hg.) (1969): *A Critique of Economic Theory*, S. 442-449, Harmondsworth: Penguin.
- Gordon, W./Adams, J. (1989): *Economics as a Social Science: An Evolutionary Approach*. Riverdale: Riverdale Company.

- Grandmont, J.-M. (1985): "On Endogenous Competitive Business Cycles". *Econometrica* 53, S. 995-1045.
- Haag, G., W. Weidlich, und G.O. Mensch (1987): "The Schumpeter clock." In: D. Batten, J. Casti, and B. Johansson, (eds): *Economic Evolution and Structural Adjustment, Lectures Notes in Economics and Mathematical Systems* 293, S. 187-226 Springer Berlin, Heidelberg, New York.
- Hanusch, H. (1991): „Editorial“. *Journal of Evolutionary Economics* 1, S. 1-3.
- Julia, G. (1918): "Mémoire sur l'iteration des fonctions rationnelles". *Journale Mathématique des Pures Applications* 4, S. 47-245.
- Lehmann-Waffenschmidt, M. (1992): „Ökonomische Evolution und Gleichgewicht – konträr oder komplementär?“. *Dieser Band*.
- Li, T.Y./Yorke, J.A. (1975): "Period Three Implies Chaos". *American Mathematical Monthly* 82, S. 985-992.
- Lorenz, E.N. (1963): "Deterministic Non-Period Flows". *Journal of Atmospheric Sciences* 20, S. 130-141.
- Lorenz, H.-W. (1990a): *Determinismus, nicht-lineare Dynamik und wirtschaftliche Evolution*. Mimeo. Göttingen.
- (1990b): „Wirtschaftliche Entwicklung, Determinismus und komplexes Systemverhalten“. In: Weise, P. (Hg.): *Ökonomie und Gesellschaft* 8, S.180-214. Frankfurt: Campus-Verlag.
- (1992a): *Nonlinear Dynamical Economics and Chaotic Motion*. 2nd edition. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag.
- (1992b): "Multiple Attractors, Complex Basin Boundaries, and Transient Motion in Deterministic Economic Systems". Erscheint in: Feichtinger, G. (Hg.): *Optimal Control and Economic Systems IV*. Amsterdam: North-Holland.
- May, R.M. (1976): "Simple Mathematical Models With Very Complicated Dynamics". *Nature* 261, S. 459-467.
- Mensch, G./Weidlich, W./Haag, G. (1987): "Outline of a Formal Theory of Long-Term Economic Cycles". In: Vasko, T. (Hg.): *The Long-Wave Debate*, pp.373-389. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.
- Nelson, R.R./Winter, S.G. (1974): "Neoclassical vs. Evolutionary Theories of Economic Growth: Critique and Prospectus". *Economic Journal* 84, S. 886-905.
- (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Harvard University Press.
- Pohjola, M.J. (1981): "Stable and Chaotic Growth: the Dynamics of a Discrete Version of Goodwin's Growth Cycle Model". *Zeitschrift für Nationalökonomie* 41, S. 27-38.
- Poincaré, H. (1908): *Science et Methode*. Paris: Flammarion.
- Samuelson, P.A. (1947): *Foundations of Economic Analysis*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Šil'nikov, L.P. (1965): "A Case of the Existence of a Countable Number of Periodic Motions". *Sov. Math. Dokl.* 6, pp. 163-166.
- Silverberg, G. (1988): "Modelling Economic Dynamics and Technical Change: Mathematical Approaches to Self-Organization and Evolution". In: Dosi, G. et al. (Hg.): *Technical Change and Economic Theory*. London: Frances Pinter.
- Smale, S. (1963): "Diffeomorphisms with Many Periodic Points". In: Cairns, S.S. (ed.): *Differential and Combinatorial Topology*, S. 63-80. Princeton: Princeton University Press.

- (1967): "Differentiable Dynamical Systems". In: *Smale, S.* (1980): *The Mathematics of Time*. New York-Heidelberg-Berlin: Springer-Verlag.
- Stutzer, M.* (1980): "Chaotic Dynamics and Bifurcation in a Macro-Model". *Journal of Economic Dynamics and Control* 2, pp. 253-276.
- Weidlich, W.* (1992): „Das Modellierungskonzept der Synergetik für dynamische sozio-ökonomische Prozesse“. In: *Witt, U.* (Hg.): Dieser Band.
- Weidlich, W./Haag, G.* (1983): *Concepts and Models of a Quantitative Sociology*. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag.
- Weise, P.* (1990): „Der synergetische Ansatz zur Analyse der gesellschaftlichen Selbstorganisation“. In: *Weise, P.* (Hg.): *Ökonomie und Gesellschaft* 8, S. 12-64. Frankfurt: Campus-Verlag
- Witt, U.* (1987): *Individualistische Grundlagen der evolutischen Ökonomik*. Tübingen: J.C.B. Mohr.
- (1991): "Reflections on the Present State of Evolutionary Economic Theory". Erscheint in: *Hodgson, G./Screpanti, E.* (eds.): *Rethinking Economics: Markets, Technology, and Economic Evolution*, S. 83-102. Aldershot: Edward Elgar.

IV. Ökonomische Evolution und Gleichgewicht – konträr oder komplementär?

von Marco Lehmann-Waffenschmidt¹

Universität Karlsruhe

It is certainly true that an actual economy will be changing all the time.

J.R. Hicks

Jedermann weiß, daß Leben ein Vorgang ist, ein Prozeß. Aber nicht jedermann bedenkt, daß ein Prozeß aufhört, ein Prozeß zu sein, wenn er in ein statisches Gleichgewicht gerät.

M. Feldenkrais

1. Einleitung

So fundamental die beiden Begriffe Evolution und Gleichgewicht für die Wirtschaftswissenschaft sind, so gegensätzlich erscheinen sie. Den Kern dieses Gegensatzes bringt das Eingangszitat des Verhaltenswissenschaftlers M. Feldenkrais auf den Punkt. Übersetzt in die Sprache der Wirtschaftstheorie: Ein ökonomisches System kann von selbst nicht mehr weiter evolvieren, wenn seine endogenen Variablen einmal Gleichgewichtswerte erreicht haben. Befindet es sich doch dann in einem stationären Zustand, in dem keine systeminhärenten Kräfte mehr vorhanden sind, die die endogenen Variablen weiter verändern könnten.

Diese Ausschließlichkeit des stationären Gleichgewichtsbegriffs und der Evolutionsidee hat zwangsläufig zur Folge, daß sich evolutorische Studien „fern vom Gleichgewicht“ halten müssen und allenfalls eine phasenweise Annäherung an Gleichgewichte zulassen können (– es sei hier stellvertretend auf die Arbeit von Erdmann (1990), hingewiesen). So gesehen hat der Gleichgewichtsbegriff in der evolutorischen Ökonomik nur noch die Funktion eines negativen Referenzkonzepts, und man könnte zu dem Schluß

¹ Für anregende Diskussionen und wertvolle Hinweise dankt der Autor D. Schmidchen, G. Stephan, U. Witt und zwei anonymen Referees sowie den Teilnehmern der Tagung des Arbeitskreises für evolutorische Ökonomik 1990 in Freiburg.

kommen, daß er am besten ganz in der Mottenkiste einer überholten statischen Weltsicht verschwinden solle.

Bevor man aber soweit geht, muß man prüfen, ob die evolutorische Ökonomik wirklich ganz auf den Gleichgewichtsbegriff verzichten kann. Schließlich steht der Gleichgewichtsbegriff als grundlegender Lösungs- und Optimalitätsbegriff ökonomischer Systeme im Zentrum des ökonomischen Denkens. Und folgt man dem sogenannten Hicks-d'Alembert-Prinzip, dann ist sogar jeder beobachtete Momentanzustand eines evolvierenden Systems per definitionem ein Gleichgewicht. Andernfalls hätte sich ja in diesem Moment nicht gerade dieser, sondern eben ein anderer Zustand eingestellt.

Man mag die Gleichgewichtsauffassung nach Hicks-d'Alembert als Taubologie abtun. Aber auch wenn wir die Evolution ökonomischer Systeme als grundsätzlich offen für Neuheiten auffassen und damit auf jede zeitübergreifende Gleichgewichtskonzeption für die gesamte Evolution im Sinne des Wachstumsgleichgewichtskonzepts verzichten, ist nicht klar, ob man wirklich ganz ohne eine Gleichgewichtsidee auskommen kann. Wie will man die Momentanzustände eines evolvierenden Systems „fern vom Gleichgewicht“ beschreiben und erklären? Selbst wenn dies gelingt, ohne auf die Rationalitätskalküle des neoklassischen Gleichgewichtskonzepts zurückzugreifen, hat man dann nicht letztlich doch am Gleichgewichtsdanken festgehalten, indem man einen alten Gleichgewichtsbegriff lediglich durch einen neuen ersetzt hat?

Man braucht nun allerdings gar nicht soweit zu gehen und den Anspruch zu erheben, daß man mit Hilfe des Gleichgewichtsbegriffs die tatsächlichen Zustände realer ökonomischer Systeme erklären könnte. Stattdessen kann man zunächst einfach fragen, welche Werte der relevanten Variablen für jeden einzelnen Momentanzustand einer evolvierenden Ökonomie „wünschenswert“ sind. Schaut man sich dafür unter den verschiedenen Gleichgewichtsbegriffen der Neoklassik um, so stößt man auf einen, der sich nicht nur auf eine evolvierende Ökonomie anwenden läßt, ohne dem Offenheitspostulat zu widersprechen, sondern der zudem ein so elementares Lösungskonzept für die Koordination wirtschaftlicher Aktivitäten darstellt, daß seine Eigenschaft, ökonomisch wünschenswert zu sein, außer Frage steht. Diese „bookkeeping notion of equilibrium“ in der Bezeichnung von J. Kornai entspricht der Auffassung, nach der Gleichgewicht lediglich ein momentanes Koordinations- bzw. Allokationsgleichgewicht bedeutet, das fortwährend die simultane Koordination, also im Fall des Tauschmodells die Räumung aller Märkte gewährleistet (vgl. auch *Schmidtchen* (1990)).

Dieser momentane Koordinationsgleichgewichtsbegriff ist offenbar weniger weitgreifend als der aus der Mechanik stammende und in der Thermodynamik weiterentwickelte stationäre Gleichgewichtsbegriff, der mit dem evolutorischen Ansatz kollidiert. Und gerade darin liegt seine Stärke für unsere Zwecke. Wendet man nämlich den momentanen Koordinationsgleich-

gewichtsbegriff in einem Modell eines interdependenten Marktsystems an, so führt dies unmittelbar auf das neue Konzept eines *offenen Evolutionsgleichgewichts*. Dieses Konzept hat nichts mehr zu tun mit den typischen Fragen der neoklassischen Theorie, also auf welchen Endzustand das evolvierende Marktsystem letztendlich hinführt, oder wie das System evolviere müßte, um einem (wie auch immer definierten) Wachstums-Optimalitätskriterium zu genügen. Beide Fragestellungen sind mit dem Offenheitspostulat nicht vereinbar und damit für die evolutorische Ökonomik unbrauchbar, indem sie entweder die Evolution des ökonomischen Systems einer vorgegebenen Richtung unterwerfen oder die gesamte Evolution vorherbestimmen.

Die Leistung unseres Konzepts eines *offenen Evolutionsgleichgewichts* besteht vielmehr in folgendem: Ein offenes Evolutionsgleichgewicht stellt sicher, daß ein permanentes und maximal stetiges Nachregeln der Koordinationssignale, d. h. der Gleichgewichtsvariablen, immer möglich ist, wenn das zugrundeliegende interdependente Modellmarktsystem einer offenen Evolution unterliegt – gleichgültig, welche konkrete Gestalt die Evolution hat. Anders gesagt: Weist ein evolvierendes System ein offenes Evolutionsgleichgewicht auf, so kann es während der Evolution ständig im perfekten Gleichgewicht gehalten werden, indem man die Gleichgewichtswerte durch graduelles, also bruchstellenfreies Anpassen nachregelt – bis möglicherweise auf gewisse Ausnahmestellen. Diese Ausnahmestellen rühren von der Eigenschaft der Multiplizität der Gleichgewichtsmenge her, die für totalanalytische Modelle typisch ist und dementsprechend nicht durch sinnvolle Annahmen beseitigt werden kann. Die generelle Strukturlosigkeit totalanalytischer Modelle konnte zu Beginn der siebziger Jahre von *Sonnenschein* (1974), *Debreu* (1974) und *Mantel* (1974) gezeigt werden (vgl. auch *Kehoe* (1985)). Wir werden in dieser Arbeit allerdings ein Verfahren vorstellen, das es bei Modellen mit expliziten Steuerparametern erlaubt, die Bruchstellen in der Gleichgewichtsnachregelung während einer Evolution in allen Fällen zu vermeiden und so eine ununterbrochen stetige Gleichgewichtsnachregelung zu ermöglichen. Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei an dieser Stelle betont, daß es in dieser Arbeit nur um das Studium der *prinzipiellen Möglichkeiten* einer stetigen, also bruchstellenfreien Nachregelung von Koordinations-Gleichgewichtsvariablen für evolvierende Marktsysteme geht. Ob und von welcher Institution eine solche Nachregelung realisiert wird, geht weit über den Rahmen dieser Untersuchung hinaus.

Vergleicht man die Evolution des ökonomischen Systems mit dem Vortwärtsschreiten eines Drahtseilartisten, dann entspricht das permanente stetige Nachregeln der Gleichgewichtsvariablen entlang eines offenen Evolutionsgleichgewichts den Ausgleichsbewegungen mit der Balancestange. Oder, um ein anderes Bild zu verwenden, das J. Kirzner in einem anderen Zusammenhang erwähnt (vgl. auch *Schmidchen* (1990)): Man stelle sich eine ampelgeregelte Kreuzung vor, in die mehrere Straßen einmünden. Der momentane Systemzustand zu jedem Zeitpunkt sei durch die Gesamt-

länge der Fahrzeugschlangen vor den Ampeln beschrieben. Die Evolution des Systems sei durch die sich im Tagesverlauf ständig ändernde Gesamtlänge der Fahrzeugschlangen gegeben. Nimmt man als Gleichgewichtszielgröße eine möglichst kurze Gesamtlänge aller Fahrzeugschlangen vor den Ampeln an, so bedeutet das permanent stetige Nachregeln der Koordinationsgleichgewichtsvariablen gerade ein solches Nachregeln der Rot-Grün-Phasen der Ampeln, daß die Gesamtlänge zu jedem Zeitpunkt möglichst klein gehalten wird.

Im folgenden zweiten Abschnitt dieses Beitrags werden zunächst die Konzeptionen, Ziele und Methoden unserer Untersuchung vorgestellt. Der dritte Abschnitt gibt einen Überblick über die neun verwendeten Grundmodelle interdependenter Marktsysteme sowie anschließend eine präzise Definition des Begriffs eines offenen Evolutionsgleichgewichts. Abschnitt vier stellt unsere Ergebnisse zur Frage nach der Möglichkeit offener Evolutionsgleichgewichte in allen neun Grundmodellen vor. Der fünfte Abschnitt schließlich faßt noch einmal die Ausgangsproblematik und die in dieser Arbeit entwickelten theoretischen Konzeptionen sowie die Ergebnisse zusammen.

2. Konzeptionen, Ziele und Methoden der Untersuchung

An dieser Stelle wird eine methodische Besonderheit unserer Untersuchung deutlich, die sie von üblichen evolutorischen Untersuchungen unterscheidet. Nicht die Erklärung der historischen Evolution des realen Wirtschaftssystems ist unser Erkenntnisziel. Unsere Vorgehensweise besteht vielmehr darin, zunächst alternative Modelle evolvierender Marktsysteme bereitzustellen und dann zu untersuchen, ob die induzierten „Co-Evolutionen“ der Gleichgewichtswerte irgendwelche allgemeingültige Struktureigenschaften aufweisen, also geometrische Regelmäßigkeiten, die unabhängig vom gewählten Modell und von der speziellen Gestalt der Marktsystemevolution stets gültig sind. Diese Vorgehensweise wird in der Wirtschaftstheorie als „*kinetische Analyse*“ bezeichnet (Brandt (1965); Ott (1970)). Nicht die kausale Erklärung der Kräfte der Evolution ist also der Gegenstand einer kinetischen Analyse, sondern die Untersuchung der *Effekte der Evolution* auf die relevanten Größen, in unserem Fall also auf die *Gleichgewichtsvariablen*. Bei einer kinetischen Analyse nimmt man also gleichsam die Haltung eines außenstehenden Beobachters ein, der die tatsächliche Evolution des ökonomischen Systems zwar nicht erklären kann, dafür aber alle denkbaren Evolutionsverläufe darauf untersucht, welche invarianten Regelmäßigkeits-eigenschaften die sich mitverändernden Gleichgewichtswerte haben. Folgt man der Terminologie von Faber und Proops (1990) und bezeichnet die autonome offene Evolution des ökonomischen Systems als *genotypische Evolution* und die Co-Evolution der abhängig mitevolvierenden Gleichgewichtswerte

als *phänotypische Evolution*, so entspricht die methodische Haltung unseres kinetischen Ansatzes durchaus dem der Biologie, wenn sie genotypische Veränderungen als einer kausalen Erklärung prinzipiell weniger zugänglich ansieht als phänotypische Veränderungen. Anders ausgedrückt: Unsere kinetische Analyse untersucht nur Eigenschaften der phänotypischen Evolution der Gleichgewichtswerte, allerdings für alle vorstellbaren genotypischen Evolutionen des zugrundeliegenden ökonomischen Systems.

In welcher Beziehung steht nun unsere kinetische Analyse zum evolutionistischen Ansatz in methodischer Hinsicht? Bei genauerem Hinsehen erkennt man, daß beide Ansätze nicht miteinander konkurrieren, sondern in einem komplementären Verhältnis zueinander stehen. Denn solange die historische Evolution realer ökonomischer Systeme nicht vollständig erklärt und prognostiziert werden kann, sind kinetische Resultate notwendig. Schließlich machen sie Aussagen darüber, welche Struktureigenschaften man für die mitevolvierenden Gleichgewichtswerte stets erwarten kann – unabhängig davon, wie die Evolution verläuft.

Als Ausgangsmodell eines interdependenten Marktsystems mit endlich vielen Märkten bietet sich das bekannte Standardgleichgewichtsmodell einer Tauschwirtschaft an. Auch wenn dieses Modell mit seinen n Märkten, von denen jeder durch eine Gesamtüberschußnachfragefunktion charakterisiert ist, die von allen Preisen abhängt, stetig ist, gewisse Randbedingungen erfüllt und zusammen mit allen übrigen Überschußnachfragefunktionen der Walras-Budgetbedingung genügt, ökonomisch eher schlicht wirkt, so erscheint es dennoch attraktiv. Gerade die allgemein gehaltene Modellstruktur schränkt die Betrachtung nicht auf spezifische und damit möglicherweise unplausible Situationen ein, und die wenigen Annahmen können sogar noch weiter abgeschwächt werden.

Eine Evolution einer solchen Modell-Ökonomie kann sinnvollerweise nur bedeuten, daß die marktrelevanten Verhaltensweisen und damit die n Marktüberschußnachfragefunktionen evolvieren, d.h., unverändert bleiben oder sich deformieren, und zwar so, daß jede Momentaufnahme des so erzeugten „Films“ ein zulässiges Modell darstellt. Dabei beschränken wir uns nicht auf Modellfunktionen, die bestimmten vorgegebenen funktionalen Formen genügen müssen, wie es z.B. in der Katastrophentheorie der Fall ist. Wir lassen also beliebige Strukturänderungen bei der Evolution zu – solange die vom Grundmodell vorgegebene Form eines interdependenten Marktsystems nicht verlassen wird. Unsere Untersuchung schließt also Strukturänderungen der betrachteten interdependenten Marktsysteme mit ein, nicht aber Systemtransformationen zu anderen Wirtschaftsformen. Wie der Vergleich mit einem Film bereits nahelegt, betrachten wir stetige Evolutionen, benötigen aber außerdem keinerlei einschränkende Annahmen etwa an die Differenzierbarkeit, so daß auch beliebige Knicke vom Modell erfaßt werden. Dabei können auch neue Märkte für neue

Güter entstehen und alte verschwinden. Wir werden in Abschnitt zwei eine formale Darstellung geben unter Verwendung des Konzepts stetiger Eins-Parametrisierungen, das in der mathematischen Wirtschaftstheorie in anderen Kontexten bereits verschiedentlich angewendet wurde, z. B. in der Standard-Monographie über Allgemeine Gleichgewichtstheorie von A. *Mas-Colell* ((1985), 5. Kapitel). Nach unserer Meinung eignet sich das Konzept stetiger Eins-Parametrisierungen für die analytische Formalisierung von evolvierenden ökonomischen Systemen besonders gut, weil es nichts anderes darstellt als eine allgemeine analytische Beschreibung für das, was ein Film leistet, nämlich die Abbildung eines Geschehens durch eine Sequenz von Momentan-Zuständen.

Ein offenes Evolutionsgleichgewicht für eine Tauschökonomie-Evolution eröffnet also die Möglichkeit, auf allen Märkten die Gleichgewichtspreise permanent fast-stetig nachzuregeln, während das ökonomische System evolviert. In der Sprache der Kybernetik bedeutet dies, daß die Stellgröße der Preise permanent fast-stetig, d. h. bis höchstens auf endlich viele Ausnahmezeitpunkte, so nachgeregelt werden kann, daß die Regelgröße der aufsummierten Abweichungen vom Gleichgewicht den Sollwert Null ständig einhält. Abbildung 1 zeigt unser Regelungs-System „offenes Evolutionsgleichgewicht einer Tauschökonomie-Evolution“.

Unsere Untersuchung ist auf evolvierende Marktsysteme ausgerichtet, allerdings beschränken wir uns nicht auf Evolutionen von Walrasianischen Tauschökonomien. Wie bereits erwähnt, kann man im Tauschökonomie-modell die Walras-Budgetannahme aufgeben und die Randbedingungen weiter abschwächen. Damit gewinnt man die Möglichkeit, *auch Teilsysteme* des gesamten Marktsystems einer Volkswirtschaft zu modellieren, für die die Walras-Budgetidentität im allgemeinen natürlich keinen Sinn mehr macht. Aber nicht nur in solchen verallgemeinerten Tauschmodellen betrachten wir Evolutionen, sondern darüberhinaus in Modellen mit Produktion, Steuern und Subventionen, sowie in mengenrationierten Ungleichgewichtsmodellen. Wir erhalten so neun *Typen* (oder *Klassen*) von Modellevolutionen.

Wir können zeigen, daß für alle Evolutionen jeder dieser neun Klassen (mindestens) ein offenes Evolutionsgleichgewicht existiert. Für die Evolutionen von drei der neun Klassen können wir sogar die Einschränkung der endlich vielen Unstetigkeitsstellen der Gleichgewichtsnachregelung überwinden. Die Evolutionen dieser Klassen haben nämlich explizite Steuerparameter, die zumindest prinzipiell der Kontrolle durch eine wirtschaftspolitische Instanz zugänglich sind (Preise und Löhne in einem mengenrationierten Fixpreismodell; Steuer- und Subventionssätze sowie Anteile am ausbezahlten Steueraufkommen in zwei weiteren Basismodellen). Wir zeigen, daß alle vorstellbaren Evolutionen dieser Klassen in jedem Fall „frik-tionslos“, also auf vollkommen stetige Weise so gesteuert werden können, daß keine Sprungstellen bei den nachzuregelnden Gleichgewichtswerten

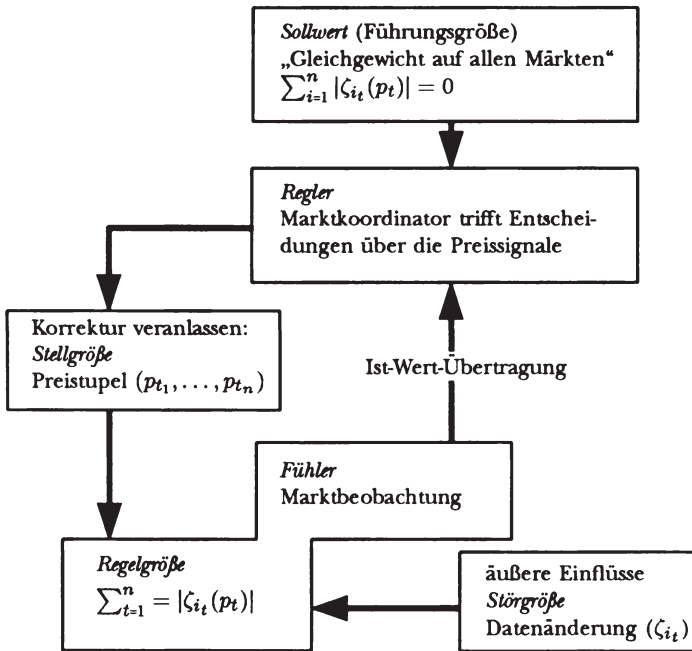


Abbildung 1

auftreten. Unsere Resultate zeigen, daß freilich im allgemeinen dabei in Kauf genommen werden muß, daß die wirtschaftspolitischen Steuerparameter „pendelnd“ nachgeregelt werden müssen, d. h. in bestimmten Phasen auf bereits passierte Werte zurückgestellt werden müssen. Dies kann aber ebenfalls immer auf stetige Weise erreicht werden. Wie gesagt, machen wir gemäß dem kinetischen Standpunkt unserer Untersuchung keine Aussage darüber, welche Institutionen auf welche Weise die Regelung realisieren oder realisieren könnten, oder ob sich das System in Selbstorganisation in dieser Weise regelt.

3. Neun Modelle evolvierender Marktsysteme

In diesem Abschnitt werden zuerst die neun Grundmodelle interdependenter Marktsysteme vorgestellt, auf denen unsere Analyse aufbaut. Anschließend wird gezeigt, wie man Evolutionen in diesen Modellen allgemein formalisieren kann. Als Ergebnis erhalten wir neun Klassen von Marktsystemevolutionen. Abschließend erläutern wir den methodischen Stand-

punkt unserer Untersuchung und zeigen, in welchem Verhältnis unser „kinetischer“ Ansatz zum evolutorischen Ansatz steht. (Weitere Details, mathematische Formalisierungen und Beweise findet man in *Lehmann-Waffenschmidt* (1992), Kap. 1-4, 11 und 13.)

Die neun Basismodelle, die wir für unsere Analyse verwenden, gliedern sich in vier Gruppen:

- (1) Tauschmodelle in der Walrasianischen Tradition
- (2) Tauschmodelle *ohne* Walras-Gesetz und Nullhomogenität von Angebot und Nachfrage
- (3) Modelle mit endogenem Produktionssektor sowie Steuern- und Subventionsparametern
- (4) Fixpreis-Modelle mit Mengenrationierung.

Zur ersten Gruppe gehört zunächst das bekannte Lehrbuch-Gleichgewichtsmodell einer Tauschökonomie mit n Gütern, das durch n Überschufnachfragefunktionen charakterisiert ist, die stetig von allen Preisen abhängen, homogen vom Grad 0 sind und der Walras-Budget-Identität sowie gewissen Randbedingungen genügen. Von diesem Modell findet man zwei bekannte Formalisierungen bei *Arrow/Hahn* (1971) und bei *Dierker* (1974). Eine weitere bekannte Version des Tauschmodelltyps ist die einer großen Tauschökonomie, bei der die n Überschufnachfragefunktionen als aggregierte Marktverhaltensfunktionen eines Kontinuums von Wirtschaftssubjekten interpretiert werden (*Hildenbrand* (1974)).

Die zweite Gruppe enthält zwei speziell für diese Untersuchung entwickelte Modellversionen einer Tauschökonomie, die sich untereinander in ihren Randannahmen und von den traditionellen Walrasianischen Modelltypen der ersten Gruppe dadurch unterscheiden, daß sie auf die Nullhomogenitätsannahme in den Preisen und auf die Walras-Bedingung verzichten. Der Vorteil dieser Verallgemeinerung des traditionellen Tauschmodells liegt zum einen darin, daß man nun auch Teilsysteme des Systems *aller* Märkte modellieren kann, für die die Walras-Bedingung im allgemeinen natürlich nicht mehr gilt. Zum anderen gibt die Aufgabe der Nullhomogenitätsannahme die Möglichkeit, nicht nur relative Preise, sondern auch absolute Preishöhen bei Nachfrager- und Anbieterentscheidungen zu berücksichtigen.

Die beiden Modellversionen der dritten Gruppe modellieren außer dem Tauschsektor der Ökonomie auch den Produktionssektor mittels einer linearen Produktionsstruktur und endogenisieren zudem die staatliche Finanzpolitik durch Steuer- und Subventionssysteme. Diese Modelle, die von *T. Kehoe* (1985) veröffentlicht wurden, dürften die umfassendsten totalanalytischen Mikro-Modelle sein, die es gibt.

Bei der vierten Gruppe handelt es sich um eine speziell für die Zwecke dieser Untersuchung formalisierte Mikroversion eines mengenrationierten

Fixpreismodells sowie um ein multisektorales Modell, dessen Aggregationsgrad zwischen dem des total aggregierten Malinvaudschen Makromodells und dem der total disaggregierten Mikromodelle liegt. Das letztere Modell wurde für diese Untersuchung neu entwickelt.

Gemeinsam ist allen neun Basismodellen, daß sie jeweils ein System n interdependenter Märkte modellieren, für die es – aufgrund der Annahmen – mindestens ein Koordinations- bzw. Allokationsgleichgewicht gibt, d. h. einen Vektor von Koordinationssignalen, die simultan auf allen Märkten Angebot und Nachfrage exakt „ausbalancieren“ – im Sinne der jeweils verwendeten Gleichgewichtsdefinition. Diese Koordinations-Gleichgewichtsvariablen sind für die fünf Basismodelle der beiden ersten Gruppen die n Güterpreise, für die Modelle der dritten Gruppe die Güterpreise, ausbezahlte Anteile am Steueraufkommen sowie Subventionsraten und für die mengenrationierten Modelle der vierten Gruppe Rationierungsgrenzen bzw. -mengen.

Analytisch lassen sich alle neun Basismodelle, die wir hier mit $i = 1, \dots, 9$ indizieren wollen, *einheitlich formalisieren* durch endlich viele stetige Funktionen $k_1, \dots, k_{m_i}$, $i = 1, \dots, 9$, zwischen euklidischen (Teil-) Räumen. Aufgrund dieser einheitlichen Darstellungsform lassen sich dementsprechend auch Evolutionen in allen neun Basismodellen analytisch einheitlich formalisieren, und zwar in der intuitiven Weise als *stetige Familien* bzw. *stetige Eins-Parametrisierungen*. Formal sieht eine Evolution im i -ten Basismodell, $i = \{1, \dots, 9\}$, also so aus:

$$(k_{1t}, k_{2t}, \dots, k_{m_{it}})_{t \in [0,1]}$$

Diese Darstellung zeigt, daß eine Evolution des ökonomischen Systems in unserem Sinne nicht lediglich Parameteränderungen von Modellfunktionen bedeutet. Die Modellfunktionen, die wir betrachten, sind nicht durch irgendwelche vorgegebenen parametrischen Formen eingeschränkt, und so umfaßt unser Evolutionsbegriff also beliebige Strukturänderungen innerhalb des vom jeweiligen Grundmodell vorgegebenen Wirtschaftssystems.

Für das erste Basismodell einer Walrasianischen Tauschökonomie mit n Überschufnachfragefunktionen

$$(\zeta_1: \Delta^{n-1} \rightarrow \mathbb{R}, \dots, \zeta_n: \Delta^{n-1} \rightarrow \mathbb{R})$$

ist eine Evolution also formal gegeben durch

$$(\zeta_{1t}: \Delta^{n-1} \rightarrow \mathbb{R}, \dots, \zeta_{nt}: \Delta^{n-1} \rightarrow \mathbb{R})_{t \in [0,1]}$$

wobei Δ^{n-1} den zulässigen Preisraum, nämlich das $(n-1)$ -dimensionale Einheitssimplex im $\mathbb{R}^n$ bezeichnet.

Bildlich gesprochen ist eine stetige Eins-Parametrisierung nichts anderes als ein Film beliebiger, aber endlicher Länge, bestehend aus einem Kontinuum von Momentaufnahmen, deren Darstellungsobjekt das Modell-Marktsystem ist. Das Modell-Marktsystem kann sich während des Films verändern oder stationär bleiben, es darf sich nur nicht unstetig verändern und muß in jeder Momentaufnahme die Bedingungen des Basis-Modells erfüllen. Abbildung 2 zeigt acht solche Momentaufnahmen eines einfachen Beispiels einer Evolution einer Tauschökonomie mit zwei Märkten. Der Übersichtlichkeit wegen ist nur eine Marktüberschußnachfragefunktion eingezeichnet. Dies genügt für unsere Zwecke, da die Nullstellenmenge der zweiten Marktüberschußnachfragefunktion wegen des Walras-Gesetzes eine Obermenge der Nullstellenmenge der hier gezeichneten Funktion ist und damit die Momentan-Gleichgewichtsmengen der evolvierenden Ökonomie mit den Momentan-Nullstellenmengen der gezeichneten Überschufnachfragefunktion übereinstimmen. Die Abszisse in den Phasendiagrammen bezeichnet den Preisraum. Die Pfeile deuten die Richtung der weiteren Evolution der Überschufnachfrage-Funktion an. Die induzierte Co-Evolution der momentanen Gleichgewichtslösungen, also in diesem Beispiel der *Nullstellen* der evolvierenden Marktüberschußnachfragefunktion, ist im unteren Diagramm von Abbildung 2 dargestellt.

Es liegt nun nahe, zu fragen, wie eine *kontinuierliche* Evolution von Markt-Nachfrage- bzw. -Angebotsfunktionen ökonomisch genau zu verstehen ist. Wir geben zwei alternative Möglichkeiten an. (Details findet man in *Lehmann-Waffenschmidt* (1992), 13.1.):

(1) *Die Stromgütermodellierung:*

Man faßt die Evolution der geplanten Nachfrage und des geplanten Angebots auf jedem Markt über die Zeit jeweils auf als zwei Flüsse, deren „Querschnitte“ sich über die Zeit stetig ändern können. Viele reale Güter sind von Natur aus solche Stromgüter (Energie, Wasser, Dienstleistungen). Für Güter, die als diskrete Entitäten auftreten, stellt diese stetige Stromgüterdarstellung natürlich eine Stilisierung dar.

(2) *Die Frequenzmodellierung:*

Man definiert das zum gegenwärtigen Zeitpunkt für die Zukunft geplante Angebot auf einem Markt als das geplante Zeitintervall zwischen je zwei Angebotsakten einer Einheit des betreffenden Gutes. Analog definiert man die zu diesem Zeitpunkt bis auf weiteres geplante Nachfrage. Evolviert das System, dann können sich die geplanten Zeitintervalle zwischen zwei Nachfrage- bzw. Angebotsakten im Laufe der Zeit natürlich ändern. Die einzige Forderung ist, daß diese Änderung stetig geschieht.

Was bedeutet nun ein *momentanes Koordinationsgleichgewicht* jeweils in den beiden Fällen? Im ersten Fall bewirkt ein momentanes Koordinationsgleichgewicht, daß die für diesen Moment geplante Querschnittsgröße des An-

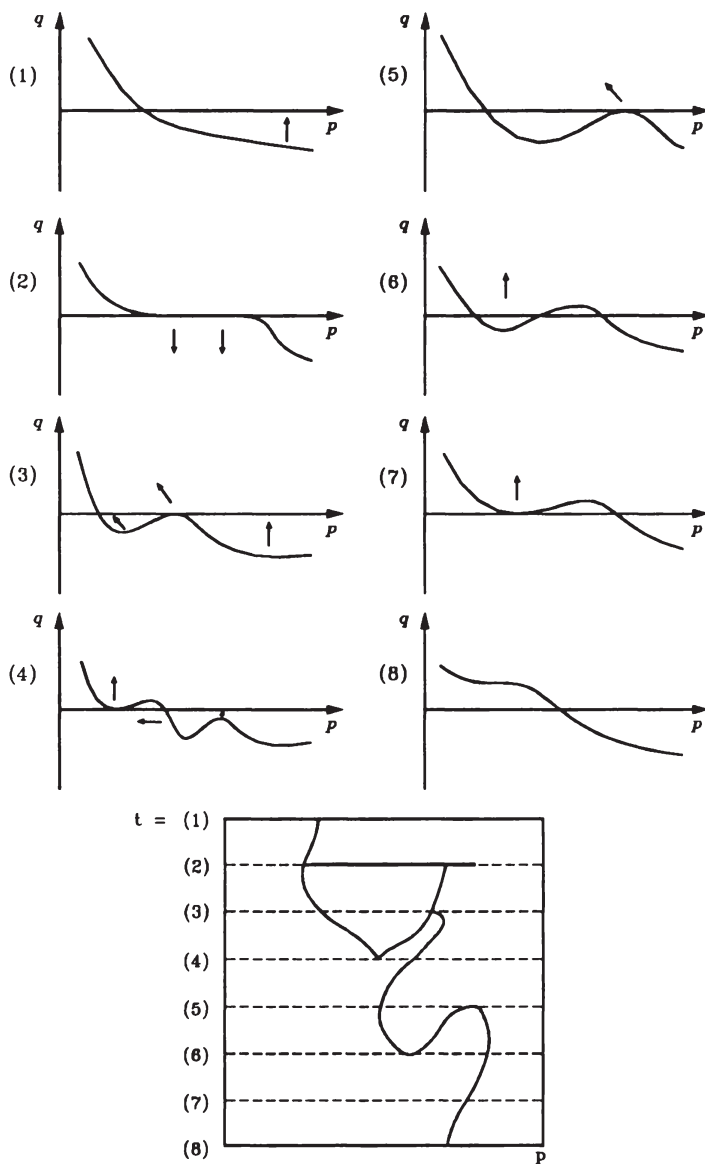


Abbildung 2

gebotsflusses auf jedem Markt genauso groß ist wie die des entsprechenden Nachfrageflusses. Im zweiten Fall bedeutet es eine momentane Synchronisation, d. h. daß auf allen Märkten in diesem Moment der geplante Angebots-Zeittakt genauso groß ist wie der Nachfrage-Zeittakt.

Im Vorgriff auf die exakte Definition im dritten Abschnitt sei hier angemerkt, daß ein offenes Evolutionsgleichgewicht im ersten Fall bedeutet, daß die Koordinationssignale ständig bis auf maximal endlich viele Momente auf stetige, bruchstellenfreie Weise so nachgeregelt werden können, daß auf jedem Markt die Querschnittsgröße von Angebots- und Nachfragefluß übereinstimmt. Im zweiten Fall bedeutet es, daß auf jedem Markt der Angebots- und der Nachfragezeittakt sich zwar verändern kann, aber ständig übereinstimmt.

Wir kommen im letzten Punkt dieses Abschnitts zur Erläuterung des *methodischen Standpunkts* unserer Untersuchung. Nicht die genuine Aufgabe der evolutorischen Ökonomik, nämlich die kausale Analyse der historischen Evolution realer Wirtschaftssysteme, ist unser Untersuchungsgegenstand. Unsere Analyse ist dem evolutorischen Programm vielmehr vorgelagert in dem Sinne, daß wir stattdessen danach fragen, welche allgemeingültigen Struktureigenschaften die induzierte Co-Evolution der Gleichgewichtsvariablen besitzt – gleichgültig, welche spezielle Gestalt die Evolution des ökonomischen Systems annimmt. Die folgenden Grafik soll dies verdeutlichen.

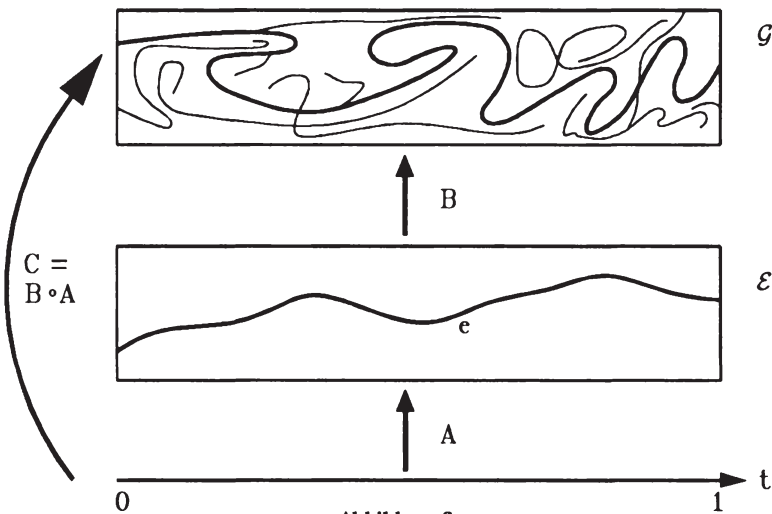


Abbildung 3

Die senkrechte Strecke $\mathcal{E}$ symbolisiert den Raum der zulässigen Momentanzustände des ökonomischen Systems, $\mathcal{G}$ den Raum der zulässigen Momentangleichgewichte, die horizontale Achse bezeichne die Zeitachse. Da sich zu jedem Zeitpunkt ein Zustand des ökonomischen Systems als Punkt im Zustandsraum realisiert, erzeugt die Evolution des ökonomischen Systems über die Zeit wie bei einem Elektrokardiographen einen Pfad e im zeitparametrisierten Zustandsraum $[0, 1] \times \mathcal{E}$.

Die evolutorische Ökonomik fragt nun, vereinfacht gesagt, nach den Bestimmungsgründen (Pfeil A) der Evolution des ökonomischen Systems, also wieso gerade der Pfad e im Zustandsraum realisiert wird. Pfeil B bezeichnet die vom Modelltyp determinierte Zuordnung von momentanen Gleichgewichtsmengen zu momentanen Systemzuständen. Ziel unserer kinetischen Analyse ist es nun, Regelmäßigkeiten in der induzierten Co-Evolution der Gleichgewichte (Pfeil $C = B \circ A$) zu finden, die allgemein gelten, also unabhängig sind von der speziellen Gestalt e der Evolution des ökonomischen Systems im zeitparametrisierten Zustandsraum.

Die wichtigste allgemeingültige Struktureigenschaft, die wir für alle neun Klassen von Evolutionen nachweisen können und die auf die Präzisierung des Begriffs des offenen Evolutionsgleichgewichts führt, wird im nächsten Abschnitt erläutert.

4. Resultate

Das Hauptresultat der mathematischen Analyse unseres Evolutionskonzepts besagt: Für jede Evolution jeder der neun Klassen, die wir im zweiten Teil vorgestellt haben, gibt es in der induzierten Gleichgewichts-Co-Evolution mindestens einen durchgehenden Pfad. Ein Beispiel für einen solchen Gleichgewichtspfad ist in Abbildung 3 sowie in Abbildung 2 unten zu sehen. Betrachtet man den Gleichgewichtspfad von Abbildung 2 genauer, so sieht man, daß er nicht „monoton“ ist bzgl. der senkrechten Zeitachse, sondern „Rückwärtsschleifen“ enthält. Gerade die Einfachheit der Beispielsevolution in Abbildung 2 zeigt nun, daß solche Rückwärtsschleifen keineswegs durch exotische Deformationen der Marktverhaltensfunktionen entstehen müssen. Und es sind diese Rückwärtsschleifen, die die unvermeidlichen Bruchstellen bei der Nachregelung der Gleichgewichtswerte verursachen.

Es ist aus der Konstruktion klar, daß ein Gleichgewichtspfad in unserem Sinne mit den Gleichgewichtspfaden der traditionellen neoklassischen Ökonomik außer dem Namen nichts gemein hat. Gleichgewichtspfade in der Wachstumstheorie legen ja die Evolution des ökonomischen Systems ex ante fest, damit einem Optimalitätskriterium Genüge geleistet werden kann. Ein Gleichgewichtspfad in unserem Sinne ist dagegen eine geome-

trische Formation in der induzierten Co-Evolution der Gleichgewichtswerte mit allen denjenigen „schönen“ Eigenschaften, die man intuitiv mit dem Begriff „Pfad“ verbindet, und die gemäß unserem analytischen Resultat immer existiert, unabhängig vom speziellen Verlauf der Evolution. Das Attribut „schön“ werden wir weiter unten präzisieren.

An dieser Stelle sei darauf aufmerksam gemacht, daß die Existenz solcher Gleichgewichtspfade für alle Evolutionen unserer neun Klassen keineswegs von vornherein klar ist, wie man nach dem eindimensionalen Beispiel von Abbildung 2 glauben könnte. Schon einfache Beispiele in zwei Dimensionen machen die Komplexität des Problems deutlich. In den Existenzbeweise gehen Resultate der fasernweise algebraischen Fixpunkttheorie, sowie der Differentialtopologie ein (siehe *Dold* (1965); für Einzelheiten siehe *Lehmann-Waffenschmidt* (1992), Kap.5). Die grundlegende Idee ist, zunächst eine stetige sogenannte equilibrium-equivalent Selbstabbildung eines euklidischen Raumes zu finden, deren Fixpunkte genau mit den Gleichgewichten des Modells übereinstimmen, und dann zu zeigen, daß jede Evolution des ökonomischen Systems zu einer stetigen Eins-Parametrisierung dieser equilibrium-equivalent Selbstabbildung führt. Schließlich kann man mit Hilfe von Resultaten der fasernweisen algebraischen Fixpunkttheorie die Existenz von Gleichgewichtspfaden nachweisen.

Nach meinem Ergebnis und unabhängig davon hat A. *Mas-Colell* ((1985), Kapitel 5) dasselbe Resultat auf einem ganz anderen Weg erhalten unter Verwendung differentialtopologischer Methoden und eines Grenzwertarguments – allerdings in einem rein formalen Kontext und lediglich für das Standard-Tauschökonomiemodell.

Man kann für die Tauschökonomie-Basismodelle der ersten beiden Gruppen sogar zeigen, daß jede noch so komplizierte Co-Evolution von Gleichgewichten tatsächlich vorkommen kann, vorausgesetzt sie enthält mindestens einen Gleichgewichtspfad (*Lehmann-Waffenschmidt* (1992), Kap. 8). Dies verallgemeinert das bekannte Indeterminiertheitsresultat für statische Tauschökonomien, das zu Anfang der siebziger Jahre von *Sonnenschein* (1974), *Debreu* (1974) und *Mantel* (1974) entdeckt und perfektioniert wurde. Der Grund für diese relative Strukturlosigkeit der Gleichgewichts-Co-Evolution liegt einfach darin, daß die Gleichgewichtsmenge von Momentanzuständen der Evolution nicht eindeutig zu sein braucht, wie z.B. in den Phasenbildern zwei bis sieben der Beispielevolution von Abbildung 2. Bis heute ist es der Mikroökonomie nicht gelungen, die Eindeutigkeit der Gleichgewichtsmenge durch plausible und nicht zu restriktive Annahmen an das Marktverhalten der Wirtschaftssubjekte sicherstellen zu können.² Die Existenz des zunächst rein geometrischen Konzepts ei-

² Einen neueren Versuch, die Eindeutigkeit und damit die Wohl- Determiniertheit zu gewinnen, stellt das Bonner Forschungsprojekt über „Struktur von Gleichge-

nes Gleichgewichtspfades ist die Grundlage für unser ökonomisches Konzept eines *offenen Evolutionsgleichgewichts*. Evolviert nämlich das ökonomische Modellsystem, so können die sich mitverändernden Gleichgewichtswerte entlang eines Gleichgewichtspfades offenbar stetig nachgeregelt werden, bis eine Rückwärtsschleife auftritt (Phasen 5 und 7 in Abbildung 2). An dieser Stelle muß man auf einen anderen Zweig der Gleichgewichts-Co-Evolution springen. Zum Glück kommt man bei jeder Modellevolution mit nur endlich vielen Sprüngen aus. Allerdings ist dies in bestimmten Fällen nur durch Approximation möglich – die man aber stets beliebig genau wählen kann. Für eine solche Ökonomieevolution, bei der im anschaulich geometrischen Sinn „unschöne“ (pathologische) Gleichgewichtspfade auftreten, die dem intuitiven Begriff eines wohl-passablen Pfades mit starken geometrischen Regelmäßigkeitseigenschaften widersprechen, benutzt man stattdessen einen approxi-mierenden „schönen“ Gleichgewichtspfad. Typische unschöne Charakteristika von Pfaden, für die explizit Beispiele angegeben werden können, sind z.B. unendliche geometrische Länge oder unendlich viele Schwingungen trotz endlicher Länge. Der Prototyp eines schönen Pfades dagegen ist ein Pfad, der aus endlich vielen Geradenstücken besteht. Für die Zwecke dieser Untersuchung genügt diese intuitive Charakterisierung. In *Bilitewski/Lehmann-Waffenschmidt* (1988) wird gezeigt, wie man unter Verwendung tiefliegender Ergebnisse der Funktionentheorie und der algebraischen Geometrie zu einer vollständigen und analytisch präzisen Charakterisierung schöner Pfade kommt.

Eine andere Möglichkeit, in einem pathologischen Fall einen schönen Gleichgewichtspfad zu erhalten, besteht darin, die Ökonomieevolution selbst zu approximieren, so daß die Approximation dann schöne Gleichgewichtspfade aufweist. Während der erste Weg, einen approximierenden schönen Gleichgewichtspfad zu suchen, einfach ist (s. *Lehmann-Waffenschmidt* (1992), Kap. 5), erweist sich der zweite Weg als analytisch erheblich aufwendiger. In (*ibid.*, Kap. 5) werden zwei alternative Konstruktionsmethoden vorgestellt, die für jede Evolution jeder der neun Klassen eine approximierende Evolution mit einem schönen Gleichgewichtspfad liefern. Bisher war in diesem Zusammenhang lediglich für das Basismodell einer Tauschökonomie ein Resultat von A. Mas-Colell bekannt, das rein abstrakt die Existenz einer approximierenden Evolution mit schönem

wichtsmodellen“ von Prof. W. Hildenbrand dar. Hier wird ein neuer Weg beschritten, der von den notorisch unplausiblen Annahmen an das Individualverhalten der Wirtschaftssubjekte abgeht und stattdessen mit Hilfe empirisch nachzuweisender Eigenschaften von Verteilungen von Konsumentencharakteristika der Gesamtpopulation (wie z.B. das Einkommen) auf Struktureigenschaften in Gleichgewichtsmodellen zielt. Allerdings kann das Hauptinstrument dieses Ansatzes, das „Gesetz der Nachfrage“, in den Tauschmodellen schon aus prinzipiellen Gründen nicht gelten (*Hildenbrand* (1989)).

Gleichgewichtspfad sicherstellt, aber nichts über eine konkrete Konstruktionsmöglichkeit aussagt (vgl. *ibid.*, 9.2).

Aus unserer Diskussion im einführenden ersten Abschnitt ergab sich, daß Sprünge beim Nachregeln von Gleichgewichtswerten während der Evolution des ökonomischen Systems unerwünschte Friktionen darstellen. Wie wir gesehen haben, werden Sprünge an Rückwärtsschleifen in Gleichgewichtspfad notwendig. Es gibt aber nun bei drei unserer neun Basismodelltypen die Möglichkeit, dieses Manko zu beseitigen, also eine ununterbrochene perfekt stetige Nachregelung zu erreichen. Dazu muß in die Evolution des ökonomischen Systems eingegriffen werden, und zwar an denjenigen Zeitpunkten, an denen Rückwärtsschleifen in der Gleichgewichtsevolution auftreten. Formal geschieht dies in der naheliegenden Weise so, daß die zustandsbestimmenden Kontrollparameter gemäß der jeweiligen Form der Rückwärtsschleife „pendelnd“ rückwärts und dann wieder vorwärts gesteuert werden. Durch dieses „Auspendeln“ werden also lediglich gewisse Teile des bereits passierten Verlaufs der Evolution des ökonomischen Systems wiederholt, und zwar in stetiger Weise. Dies hat insbesondere einen Informationsvorteil, indem eben keine neuen Zustände, die in der zurückliegenden Evolution des ökonomischen Systems noch nicht vorkamen, verwendet werden müssen. Abbildung 4 veranschaulicht dieses Vorgehen am Beispiel der Evolution von Abbildung 2. Die waagrechte Achse stellt den Preisraum dar, in dem die Gleichgewichtspreise liegen können. Die senkrechte Achse symbolisiert jetzt allerdings nicht mehr die Zeitachse, sondern den Weg der Kontrollparameter im Raum der zulässigen Kontrollparameter, durch den in diesem Fall die Evolution des ökonomischen Systems vollständig repräsentiert werden kann. Die links angeschriebenen Zeitpunkte machen den ursprünglichen Durchlauf des Kontrollparameterwegs ohne Eingriffe deutlich – mathematisch gesprochen also die ursprüngliche Eins-Parametrisierung des Kontrollparameterwegs mit der Zeit. Um nun dem Gleichgewichtspfad des Beispiels in stetiger Weise folgen zu können, genügt es offensichtlich, wenn man *innerhalb des Kontrollparameterweges* stetig vor- und zurückgeht – im Angelsächsischen als „backtracking“ bezeichnet –, wie es der Weg rechts neben der Abbildung zeigt. In der mathematischen Fachsprache heißt dieser Vorgang *stetiges Reparametrisieren* des Kontrollparameterweges. Bei der in Abbildung 4 gezeigten Reparametrisierung wird also der ursprüngliche Kontrollparameterweg jetzt in folgender Stationen-Reihenfolge durchlaufen: 1 – 2 – 3 – 4 – 3 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 5 – 6 – 7 – 8.

Wegen der scheinbaren Ähnlichkeit von Abbildung 4 zu graphischen Darstellungen der sogenannten Katastrophentheorie sei an dieser Stelle kurz auf das Verhältnis unseres Ansatzes zu dem der Katastrophentheorie eingegangen. In der Tat besteht weder inhaltlich noch analytisch eine Verwandtschaft mit der Katastrophentheorie, lediglich auf der graphischen Ebene gibt es eine Ähnlichkeit. Was die inhaltliche Seite angeht, wurden

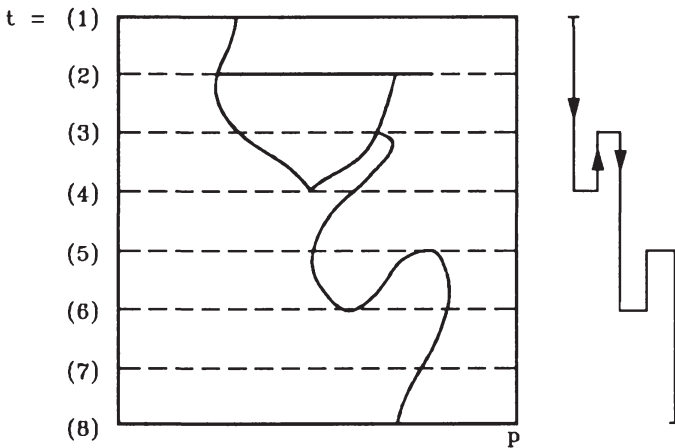


Abbildung 4

in der Katastrophentheorie keine Evolutionen von Marktsystemen unseres Typs untersucht. Auch *Mas-Colell* (1985), der Evolutionen von Tauschökonomien in derselben eins-parametrisierenden Weise wie wir konzipiert, verwendet für seine Analyse keine katastrophentheoretischen Argumente. Formal-analytisch liegt der Hauptunterschied darin, daß die von der Katastrophentheorie untersuchten Funktionen auf ganz bestimmte funktionale Formen eingeschränkt sind, die sich außerdem durch eine kleine Anzahl von Funktionsparametern beschreiben lassen, während die funktionale Form unserer Evolutionen bis auf die Stetigkeitsforderung völlig frei ist.

5. Zusammenfassung und Schlußbemerkungen

Wir sind in unserer Untersuchung ausgegangen von der in der theoretischen Ökonomie verbreiteten Auffassung, daß die Idee des Gleichgewichts mit der Idee der Evolution prinzipiell unvereinbar sei. Gewiß steht der thermodynamische Gleichgewichtsbegriff eines stationären Endzustandes in einem unüberbrückbaren Gegensatz zur Evolutionsidee. Außerdem schließt der offene evolutorische Ansatz eine zeitübergreifende Gleichgewichtskonzeption vom gegenwärtigen Zeitpunkt für die zukünftige Evolution des ökonomischen Systems, wie sie in sogenannten dynamischen Modellen die Regel ist, natürlich grundsätzlich aus. Nicht ausgeschlossen ist allerdings eine viel weniger weitgreifende Gleichgewichtskonzeption, die sich nur auf die Momentanzustände einer Evolution bezieht, ohne zeitübergreifende Bedin-

gungen an die Zustandsabfolge des ökonomischen Systems zu stellen. Dies bedeutet keineswegs, daß man die historische Zeitdimension wie in der Neoklassik üblich auf eine bloß logische Zeit reduziert. Stattdessen bezieht man bei dieser Vorgehensweise die Position eines Beobachters, der die Evolution der Systemzustände der Ökonomie gleichsam an einem Monitor verfolgt, und zwar nichts darüber weiß, wie und warum die Evolution gerade so verläuft, wie sie es tut, der aber etwas über die induzierte Evolution der momentanen Gleichgewichte weiß. Denn evolviert das ökonomische System, so werden sich im allgemeinen auch die momentanen Koordinationsgleichgewichte ändern, und man kann folglich von einer abhängigen oder induzierten Co-Evolution der Gleichgewichte sprechen. Den Eigenschaften dieser Co-Evolution von Momentan-Gleichgewichten gilt unser Interesse.

Wir benutzen als Ausgangspunkt für unsere Analyse neun verschiedene Modelle interdependenter Marktsysteme und erhalten entsprechend neun Modellklassen evolvierender Marktsysteme. Stellt man an die genaue Form der Modellevolution gemäß dem Offenheitspostulat des evolutorischen Ansatzes keinerlei a priori Bedingungen außer der, daß sie graduell, d. h. stetig verläuft, dann werden die Gleichgewichts-Co-Evolutionen im allgemeinen natürlich nicht stationär sein. Die stärkste allgemeingültige Struktureigenschaft, die man für die Gleichgewichts-Co-Evolution erwarten kann, ist daher also allenfalls Stetigkeit. Dies ist in der Tat der Fall (was leicht nachzuprüfen ist), wenn die Gleichgewichte *aller* Momentanzustände der zugrundeliegenden Evolution *eindeutig* sind. Dann stellt die Gleichgewichtsevolution einfach einen stetigen Pfad im Raum der Gleichgewichtsvariablen dar. Es ist aber gerade ein Charakteristikum interdependenter Modelle von Marktsystemen, daß die Gleichgewichtsmengen nicht eindeutig sind, solange man nicht äußerst restriktive und unplausible Annahmen zu Hilfe nehmen will. Die Multiplizität der Gleichgewichtsmenge aber bedeutet, daß die Gleichgewichts-Co-Evolution nicht mehr einfach einen stetigen Pfad darstellt, sondern eine im Raum der Gleichgewichtsvariablen mehr oder weniger komplex variierende Menge. Der Nachweis, daß in dieser komplexen Gleichgewichtsevolution in jedem Fall, also unabhängig vom gewählten Basismodell, von der Anzahl der Märkte und von der speziellen Gestalt der betrachteten Modellevolution, ein stetiger Gleichgewichtspfad existiert, der keine geometrischen „Unwegsamkeiten“ aufweist, ist das analytische Hauptresultat unserer Untersuchung.

Dieses Ergebnis bedeutet also, daß es für jede Modellevolution möglich ist, ständig die sich mitverändernden Gleichgewichtswerte auf graduelle Weise nachzuregeln. Wir nennen das ein „offenes Evolutionsgleichgewicht“. Es kann passieren, daß zu bestimmten Zeitpunkten der Evolution diese graduelle Gleichgewichtsnachregelung durch einen Sprung unterbrochen wird. Der Grund dafür liegt darin, daß Gleichgewichtspfade sogenannte „Rückwärtsschleifen“ enthalten können. Das Phänomen der Rückwärtsschleifen tritt, wie die Beispielevolution von Abbildung 2 gezeigt hat, sehr

leicht auf, kann also nicht durch entsprechende Annahmen an die Modellevolution verhindert werden, ohne das Offenheitspostulat zu verletzen. Man kann diesem Problem aber begegnen, wie wir für drei unserer Grundmodelle zeigen konnten, indem man mit Hilfe von Steuerparametern das System phasenweise geeignet in seinem Evolutionspfad vor- und zurückpendeln läßt.

Wir haben gezeigt, daß unser methodischer Standpunkt bezüglich des Gleichgewichtsbegriffs in dieser Studie viel weniger weitgreifend ist als in herkömmlichen Gleichgewichtsanalysen. Wir gehen nicht so weit, das theoretische Gleichgewichtskonzept als Beschreibung realisierter Zustände ökonomischer Systeme aufzufassen. Stattdessen verstehen wir Koordinationsgleichgewichte lediglich als perfekte Lösungssignale für die Momentanzustände evolvierender ökonomischer Systeme. Die Untersuchung der Frage, ob die in realen Systemen tatsächlich realisierten Zustände mit dem Gleichgewichtskonzept beschrieben werden können, geht weit über den Rahmen dieser Studie hinaus.

Wie gerade erwähnt, bieten drei unserer neun Basismodelle die Möglichkeit, mit Hilfe von expliziten Politik- Kontrollparametern in der Marktsystemevolution an potentiellen Bruchstellen des Gleichgewichtspfads zu intervenieren und durch geeignetes „aussteuern“ der Rückwärtsschleifen ein perfektes „fine tuning“ zu erreichen – also ein permanent graduelles Nachregeln von Gleichgewichtswerten durch ebenfalls graduelles Intervenieren in der Evolution wirtschaftspolitischer Parameter. Dabei muß freilich in Kauf genommen werden, daß die Steuerung der wirtschaftspolitischen Kontrollparameter nicht in einer einheitlichen Richtung erfolgen kann, sondern „pendelnd“ („backtracking“). Ein solches Politikverhalten dürfte allerdings im allgemeinen von den Wirtschaftssubjekten als inkonsequent aufgefaßt und durch entsprechendes Wählerverhalten negativ sanktioniert werden.

Vom methodischen Standpunkt her ist unsere Analyse nicht als evolutorisch im üblichen Sinne zu bezeichnen. Denn es ist ja nicht unser Anliegen, die historische Evolution des ökonomischen Systems zu erklären oder zu prognostizieren. In strengem Sinne muß unsere Analyse vielmehr als komplementär zur eigentlichen evolutorischen Ökonomik angesehen werden, da wir mit Hilfe von Modell-Evolutionen nach ökonomisch verwertbaren Regelmäßigkeiten der mitevolvierenden Momentan-Gleichgewichtslösungen suchen, die unabhängig von der speziellen Form der Evolution der Ökonomie immer gelten. Solange Evolutionen ökonomischer Systeme nicht vollständig erklärt und prognostiziert werden können – und dies kann ja nicht das Ziel einer evolutorischen Ökonomik sein, die auf dem Offenheitsprinzip für Neuheiten beruht –, solange sind solche kinetischen Resultate über die möglichen Effekte der Ökonomieevolution auf die Koordinations-Gleichgewichtswerte sicher von Interesse.

Auf einen Satz gebracht, möchte unsere Untersuchung einen Beitrag leisten, zu klären, *mit welchen Komplikationen man bei evolvierenden Marktsystemen für die induzierte Evolution der Gleichgewichtswerte rechnen muß, und welche wünschenswerten Regelmäßigkeitseigenschaften nicht verlorengehen können.*

6. Referenzen

- Arrow, K.J. and F. Hahn (1971): "Competitive Equilibrium Analysis", Holden Day.
- Batten, D., Casti, J. and B. Johansson (eds.) (1987): "Economic Evolution and Structural Adjustment", Proceedings, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems vol. 293, Springer Verlag.
- Baumol, W. (1970): "Economic Dynamics", 3rd ed., Macmillan.
- Bililewski, F. and M. Lehmann-Waffenschmidt (1988): "Approximating Perturbations of Exchange Economies with Nice Equilibrium Sets", Discussionpaper University of Karlsruhe.
- Brandt, K. (1965): „Ökonomisches Gleichgewicht“, in Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, Mohr Verlag.
- Debreu, G. (1974): "Excess Demand Functions", Journal of Mathematical Economics 1, 15-23.
- Dierker, E. (1974): "Topological Methods in Walrasian Economies", Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 92, Springer Verlag.
- Dold, A. (1965): "Fixed Point Index and Fixed Point Theorem for Euclidean Neighbourhood Retracts", Topology 4, 1-8.
- Erdmann, G. (1990): „Evolutionäre Ökonomik als Theorie ungleichgewichtiger Phasenübergänge“, in: Studien zur Evolutorischen Ökonomik I, Hrsg. U. Witt, Düncker und Humblot.
- Faber, M. und J. Proops (1990): "Evolution, Time, Production, and the Environment", Springer Verlag.
- Hatta, T. (1977): "A Theory of Piecemeal Policy Recommendations", Rev. of Ec. Studies 44, 1-21.
- Hildenbrand, W. (1989): "Facts and Ideas in Microeconomic Theory", European Economic Review 33, 251-276.
- Kehoe, T. (1985): "The Comparative Statics Properties of Tax Models", Canadian Journal of Economics 18, 314-334.
- Kornai, J. (1983): "Equilibrium as a category of economics", Acta Oeconomica 30, 145-159.
- Kunz, H. (1989): „Zum Verhältnis der Evolutionstheorie und Theorie des Allgemeinen Gleichgewichts“, Diskussionspapier Universität des Saarlandes.
- Lehmann-Waffenschmidt, M. (1992): "Economic Evolution and Equilibrium: A Synthesis", erscheint in series "Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems", Springer Verlag.
- Mantel, R. (1974): "On the Characterization of Aggregate Excess Demand", Journal of Economic Theory 7, 348-359.
- Mas-Colell, A. (1985): "The Theory of General Economic Equilibrium. A Differentiable Approach", Cambridge University Press.

- Ott, A.E.* (1970): „Einführung in die dynamische Wirtschaftstheorie“, 2. Aufl., Vandenhoeck.
- Schmidchen, D.* (1990): „Preise und spontane Ordnung - Prinzipien einer Theorie ökonomischer Evolution“, in: Studien zur Evolutorischen Ökonomik I, Hrsg. U. Witt, Duncker und Humblot.
- Sonnenschein, H.* (1974): “Market Excess Demand Functions”, *Econometrica* 40, 549-563.
- Witt, U.* (1987): „Individualistische Grundlagen der evolutorischen Ökonomik“, Mohr Verlag.
- (1990) (Hrsg.): „Studien zur Evolutorischen Ökonomik I“, Schriften des Vereins für Socialpolitik Band 195/I, Duncker und Humblot.

Zweiter Teil

Wirtschaftstheoretische Probleme

V. Evolutionsökonomische Aspekte des Energie- und Umweltproblems

von *Bruno Fritsch*¹

Institut für Wirtschaftsforschung ETH Zürich

1. Evolution und Energie

Evolutorische Prozesse sind durch die Fähigkeit charakterisiert, systemerhaltende Strukturen und Funktionen hervorzubringen (Autopoiese). Diese Hervorbringung ist das Ergebnis festverdrahteter genetischer Programme, die entsprechende Reaktionsmuster auf äußere Signale (z. B. Systembedrohungen) auslösen. Auf der Ebene höherer Organismen wird sie zudem auch durch Prägung gesteuert. Schließlich können systemerhaltende Verhaltensmuster durch gespeicherte Erfahrung (Erinnerung) sowie auf gesellschaftlicher Ebene durch bewußten Systemumbau erfolgen. Von der Zelle über den mehrzelligen Organismus, bis hin zum bewußt lernenden Menschen und seinen gesellschaftlichen Organisationsstrukturen besteht eine Hierarchie von „responses“, deren Ambiguität und „Unschärfe“ mit zunehmender Komplexität größer wird. Dadurch entstehen neben den in der biologischen Evolution wirkenden Mechanismen – Selektion, Mutation, Adaption – zusätzliche Faktoren, die auf die Entstehung von Verhaltensmustern einwirken: lernender Umgang mit Erfahrung, Perzeption in Abhängigkeit von Bewußtsein (z. B. Angst) sowie komplexitätsreduzierende Prozesse.

Im Gegensatz zu Organismen, deren Bewußtsein noch nicht zu einem selbstreferentiellen Prozeß ausdifferenziert ist, deren Komplexitätsreduktion also durch genetisch festgelegte Ablaufmuster realisiert wird, erfolgt Reduktion von Komplexität in höheren Organismen – insbesondere beim Menschen – durch Erinnerungsmuster, ohne daß dadurch die biologischen

¹ Überarbeitete Fassung eines Referats anläßlich der Sitzung des Temporären Arbeitskreises „Evolutorische Ökonomik“ in Freiburg i. Br., 5. bis 7. Juli 1990. Ich danke Herrn PD Dr. Georg Erdmann für die kritische Durchsicht des Manuskripts sowie für seine wertvollen Anregungen. Alle „shortcomings“ des vorliegenden Aufsatzes gehen selbstverständlich zu meinen Lasten.

Anpassungsvorgänge ausgeschaltet würden. Auf der Ebene gesellschaftlicher Organisationen konkretisiert sich schließlich das Erfahrungsgut der Menschheit in Form von Verhaltensregeln, die das Überleben des Menschen im gesellschaftlichen Verbund während einiger Jahrtausende gewährleistet haben und deshalb weitgehend verinnerlicht und kodifiziert sind. Ein Beispiel sind die zehn Gebote oder die Institution der Property rights.

Evolutorische Gesetzmäßigkeiten lassen sich also von der Ebene der Zelle über den Zellverbund, die höheren Organismen bis zur Makroebene der politischen Systeme zwar feststellen, jedoch nicht im Sinne einer durchgehenden Vergleichbarkeit der Prozeßstrukturen und Prozeßabläufe hypothesieren. Zwar gibt es auf der Ebene physikalischer Vorgänge durchaus Parallelen, die sozusagen als „kernel“ auf den verschiedenen Ebenen belebter Materie allen Systemen gemeinsam sind. Dies gilt für Prinzipien wie Selektion, Mutation, Adaption und Replikation. Doch sind die Übergänge von präbiotischer, biologischer zur soziobiologischen Evolution, wie *Wilson* (1976) gezeigt hat, außerordentlich komplex. Das Gleichgewicht zwischen Selektion, Mutation und Rekombination hängt unter anderem von der Umwelt des betrachteten Systems, der Populationsgröße sowie dem Lernvermögen des Systems ab (*Huxley* (1974)). In präbiotischen und biologischen Systemen ist „Lernvermögen“ molekular vorprogrammiert. Auf der Ebene des selbstreflektierenden Individuums höherer Organisationsstufe ist Lernen, wie oben ausgeführt, erinnerungsbedingte, also nicht nur molekular gespeicherte Information. Diese „Erinnerung“ an vergleichbare Situationen, aus welchen man „Lehren“ zieht, ist mit einem komplexen, situationsorientierten Erkennungsmuster verknüpft und stellt eine hohe, selbst von schnellen Rechnern heute noch nicht nachvollzogene Erkenntnisleistung des Gehirns dar.

Insgesamt wirken drei Systembereiche, von denen jeder für sich schon sehr komplex ist, aufeinander: zum einen das genetische System als Resultat einer langen Evolutionsgeschichte, zum anderen das Umfeld (es kann sich „autonom“ z. B. in Form von Klimaschwankungen verändern) und schließlich die soziale, institutionell ausgestaltete Struktur der im gesellschaftlichen (Staats)verbund lebenden Individuen. Zu den evolutionstheoretisch begründbaren Veränderungsprozessen dieses letztgenannten Bereiches hat Friedrich von Hayek wesentliche Beiträge geleistet.

Betrachtet man nun einige evolutionsökonomische Aspekte des Energie- und Umweltproblems, dann darf man sich auf ein relativ enges, wenn auch essentielles Segment in diesem Interaktionsprozeß von Systemstrukturen unterschiedlicher Zeitkonstanten beschränken: Es ist die Energieumwandlung sowie der Stoffdurchsatz zwischen zwei oder mehreren Systemen.

Das Grundprinzip beruht auf der Fähigkeit eines lebenden Systems, die vorgefundenen Stoffkonzentrationen so zu verändern, daß sie der eigenen Erhaltung dienen. Dieser Vorgang kann entweder eine Konzentration be-

stimmter Stoffe, oder eine Verdünnung gegenüber dem vorgefundenen Zustand, bzw. eine Rekombination der Stoffzusammensetzung bedingen. In jedem Fall ist dafür Energieaufwand erforderlich. Findet ein System in seiner Umgebung gerade jene Stoffkonzentration vor, die es zur Aufrechterhaltung seiner Funktionen bedarf und ist dieser Kombinations- und Konzentrationszustand ohne Zutun des „konsumierenden“ Systems stets vorhanden, befindet sich das System in einer ökologischen Nische.

Stets findet jedoch eine Energieumwandlung statt. Sie wird alimentiert durch Photosynthese bei Pflanzen, durch Heterotrophie bei Tieren und Menschen sowie durch Nutzung von Massenenergie (Wind und Wasser), Verbrennungsenergie (Molekularkräfte) und durch Kernkraft bei Menschen. Obwohl Energie im System Erde-Sonne im Übermaß vorhanden ist, ist der rationelle Einsatz von Energie immer mit Arbeit, also selbst wiederum mit Energieumwandlung verbunden. *Ostwald* (1923) stellte zurecht fest, daß alles Leben als ein Wettbewerb um freie Energie aufgefasst werden kann. Das ist jene Energie, die sich für das jeweilige System am besten für die genannten Umwandlungsprozesse eignet und die deshalb immer knapp ist. Prozesse, die über Hunderte von Jahrillionen – bzw., wie im Falle der Photosynthese seit rund 2 Milliarden Jahren im Laufe der Evolution ausgeformt worden sind, weisen naturgemäß einen hohen Wirkungsgrad auf. Die Herstellung von geordneten Zuständen, die es gestatten, systemadäquate Funktionen aufrechtzuerhalten (Autopoese), sind das eigentlich physikalische Grundphänomen der Evolution. Es war Boltzmann, der bereits 1886 darauf hingewiesen hat, daß lebendige Strukturen, also jene Konfigurationen von Materie, die man gemeinhin „Leben“ nennt, ihrem Wesen nach darauf beruhen, freie Energie einzusetzen, um sich gegen die Gesetzmäßigkeiten des Zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik zu stemmen. 85 Jahre später formulierte Georgescu-Roegen die damit aufgeworfene Frage zusammen mit einer ökonomisch relevanten Antwort wie folgt:

„Given that even a simple cell is a highly ordered structure, how is it possible for such a structure to avoid being thrown into disorder instantly by the inexorable Entropy Law? The answer of modern science has a definite economic flavor: a living organism is a steady-going concern which maintains its highly ordered structure by sucking low entropy from the environment so as to compensate for the entropic degradation to which it is continuously subject“. (Georgescu-Roegen (1971): 191f.)

Dieses Prinzip gilt auf der Stufe genetisch „festverdrahteter“ Reaktionsmuster ebenso wie auf der Ebene bewußter Veränderung von Organisationsprinzipien gesellschaftlicher Systeme. Energiebeschaffung, Speicherung und Nutzung werden so zu zentralen Unterscheidungsmerkmalen von Lebenssystemen und ihrer Stellung in der Evolutionshierarchie.

2. Ökonomische Aspekte der Energienutzung

Die Erschließung von Energie, die für die Herstellung und Aufrechterhaltung von systemerhaltenden Funktionen erforderlich ist, ist immer mit Kosten verbunden. Kosteneffizienz ist also für die evolutorische Qualität z. B. einer Volkswirtschaft, ein zentrales Merkmal.

Historisch vollzog sich die Beschaffung, Nutzung und Speicherung von Energie durch das „System Wirtschaft“ über folgende Stufen:

- Gewährleistung einer positiven Energiebilanz, d.h. eines Überschusses von extrasomatischer Energie, über jene Energie, die zum Überleben des menschlichen Organismus durch Beschaffung von Nahrung erforderlich ist,
- Erschließung höherer Energiedichten,
- Verkürzung der energetischen wie auch der ökonomischen Amortisationszeiten,
- Gleichzeitige Nutzung von Energieträgern unterschiedlicher Energiedichte sowie
- Erfindung einer von den Energiedichten „abgekoppelten“, ubiquitär nutzbaren Energieform: der Elektrizität.

Taube (1988: 283) gibt für den Gesamtverbrauch des menschlichen Körpers folgende Aufteilung:

Interner Energiefluß		85 W
Gehirn	20 W	
Verdauungssystem	20 W	
Herz	5 W	
Nieren	8 W	
Muskulatur	15 W	
Andere Prozesse	17 W	
Bewegung des Körpers		15 W
Aktive Arbeit		20 W
Gesamtverbrauch		120 W

Tabelle 1

Dieser Gesamtverbrauch kann mit 2500 kcal pro Tag gedeckt werden:

$$\frac{2500 \text{ kcal}}{\text{Tag}} = \frac{10.5 \times 10^6 \text{ J}}{24 \text{ h} \times 3600 \text{ s}} = \frac{120 \text{ J}}{\text{s}} = 120 \text{ Watt}$$

Durch die Domestizierung von Tieren und Pflanzen gelang es dem Menschen, eine positive Energiebilanz zu erwirtschaften. Mumford (1957) formuliert diesen grundlegenden Tatbestand der neolithischen Revolution in seiner Studie „The Natural History of Urbanization“ wie folgt:

The emergence of the city from the village was made possible by the improvements in plant cultivation and stock-breeding that came with Neolithic culture; in particular, the cultivation of the hard grains that could be produced in abundance and kept over from year to year without spoiling. (Mumford (1957):3833.)

Wie tiefgreifend dieser Wandel war, geht aus folgendem Vergleich der Energieinputs und -outputs verschiedener Agrarsysteme hervor, den Marchetti (1979) in Anlehnung an Pimentel (1977) gibt:

	Neolithische Landwirtschaft (Mexikanischer Farmer)	Moderne Landwirtschaft (Amerikanischer Farmer)
Zeit	1150 h	17 h
Energie		
Arbeit	115 Mcal	
Maschinen	15 Mcal (Axt, Hacke)	1500 Mcal
Saatgut	36 Mcal (10 kg)	140 Mcal
Treibstoff		2100 Mcal
Nitrogen		2500 Mcal
Phosphor, Kalium		
Pestizide		500 Mcal
Bewässerung		7800 Mcal
Elektrizität und Trocknen		700 Mcal
Transport		180 Mcal
Sonstige		200 Mcal
Gesamtenergieinput	166 Mcal	8600 Mcal
Getreideertrag	6700 Mcal (2000 kg)	18700 Mcal (5400 kg)
Umwandlungseffizienz (Energieoutput: Energieinput)	40	2.16

Quelle: Pimentel, D. (1977)

Tabelle 2: Energieinputs und -outputs pro Hektar in der Getreideproduktion

Erst durch die signifikante Verbesserung der Energiebilanz (in der Definition von Marchetti E_r (Energyratio: Energy out/Energy in)), ist es

dem Menschen möglich geworden, Zeit für andere Zwecke als Nahrungsbeschaffung zu gewinnen. Legt man die Zahlen von Pimentel zugrunde, hat der neolithische Mensch schon in den frühen Phasen der Landwirtschaft mit 6.700 Mcal das rund Siebenfache des physiologischen Minimalbedarfs (912.5 Mcal pro Jahr) erwirtschaftet. Bezüglich der *Energieeffizienz* liegt er mit einem Wert von $E_r = 40$ rund 18.5 Mal höher als der sog. „moderne Farmer“ ($E_r = 2.16$). Hingegen ist die *Zeiteffizienz der Energieerbringung* beim modernen Farmer mit 1100 Mcal/h 189 Mal höher als bei seinem historischen Vorgänger, der aus dem Anbau pro Stunde lediglich 5.83 Mcal herauswirtschaftete. Die auf niedrigem technischen Niveau stärker ins Gewicht fallende Fremdenergiequelle der Photosynthese (in der Tabelle von Pimentel nicht explizit aufgeführt) führte in Kombination mit einem erheblichen Arbeitsaufwand zu einer hohen Energieeffizienz ($E_r = 40$), während unter kapitalintensiven Produktionsmethoden ganz eindeutig Zeit durch Energie substituiert wird. Das ist nur dann sinnvoll, wenn ausreichend Energie zu ökonomisch effizienten Bedingungen zur Verfügung steht. Dies wiederum setzt voraus, daß sich der Mensch durch die Erwirtschaftung von außerordentlich nutzbarer Zeit die Möglichkeit schuf, neben seiner eigenen Arbeitskraft sowie der Nutzung von Photosynthese auch noch andere Energiequellen für Bewässerungs-, Produktions- und Transportzwecke zu erschließen.

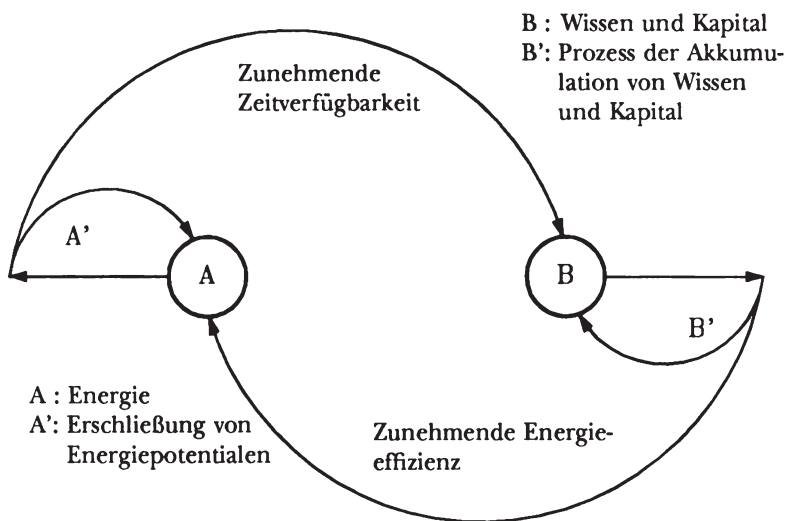


Abbildung 1: Hyperzyklus von Zeitverfügbarkeit, Wissens- und Energiegewinnung

In Analogie zu biologischen Prozessen könnte man von einem Hyperzyklus sprechen: es sind drei ineinander verschränkte positive Rückkoppelungen: durch steigende Zeiteffizienz der Energieerbringung wird mehr Zeit verfügbar. Dadurch verbessern sich die Bedingungen für die Wissens- und Kapitalakkumulation, wodurch wiederum mehr Gesamtenergie zur Verfügung steht, die zusätzlich noch effizienter genutzt werden kann, was dann wiederum zu einer zunehmenden Zeitverfügbarkeit (Freisetzung von verfügbarer Zeit) führt usw. Diese für einen Hyperzyklus typische Verschränkung von drei positiven Rückkoppelungen, läßt sich durch die Abbildung 1 darstellen.

Selbstverständlich führte vermehrtes Wissen auch zur Reduktion von Sterblichkeit und damit zu einem starken Bevölkerungswachstum. Die Entwicklung der menschlichen Population vom Sammler- und Jägerstadium bis zur modernen Industriegesellschaft ist deshalb sowohl durch zunehmende Siedlungsdichten als auch durch einen steigenden Pro-Kopf-Energieverbrauch (bei steigenden Energiedichten) charakterisiert. Die Größenordnung dieser beiden Veränderungsdaten gehen aus der nachstehenden Tabelle hervor.

	<u>Bevölkerung</u> km ²	<u>kW</u> Kopf
Sammler und Jäger	2.5	ca. 0.1
Agrargesellschaft	25	ca. 1.0
Industriegesellschaft	250	ca. 10

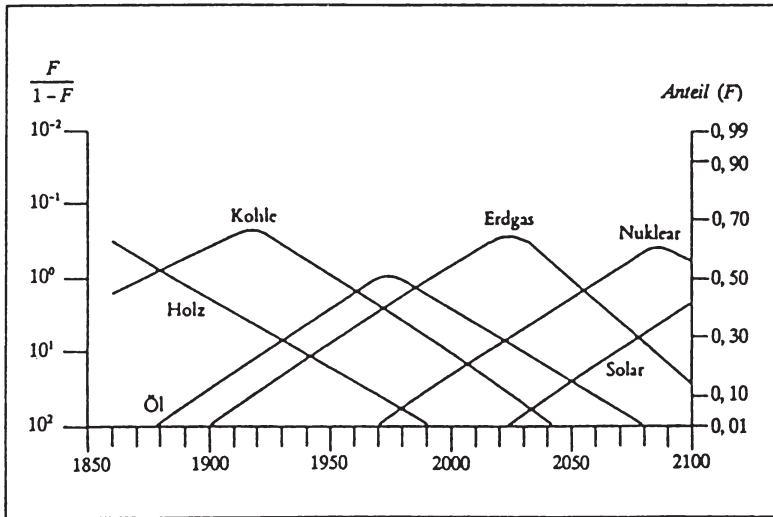
Nach eigenen Berechnungen

Tabelle 3

Daraus wird ersichtlich, daß sowohl die Siedlungsdichte als auch der Energieverbrauch pro Kopf um den Faktor von je 100 zugenommen haben, so daß sich der flächenbezogene Energie- und Materialdurchsatz des „Systems Mensch“ (oft auch als „environmental load factor“ bezeichnet) in einer evolutionsgeschichtlich relativ kurzen Zeit von ca. 8 Tausend Jahren um den Faktor von 10000 erhöht hat. Diese Belastungssteigerung wird in ihrer ganzen Dimension erst richtig sichtbar, wenn man bedenkt, daß die eigentliche Zunahme der Bevölkerung sowie des Energiekonsums erst vor 200 Jahren ihren eigentlichen Anfang nahm.

Der Übergang von niedriger zu höherer Bevölkerungsdichte bei gleichzeitiger Steigerung des Pro-Kopf Energieverbrauchs vollzog sich über eine Substitution von Energieträgern niedriger zu solchen höherer Energiedichte. Der von *Marchetti/Nakicenovic* (1979), *MacDonald* (1981) sowie *Marchetti* (1985) untersuchte Substitutionsprozeß von Primärenergieträgern zeigt außerdem, daß die Marktpenetration des jeweils neuen Energieträgers stets

vor der völligen Erschöpfung des vorher dominanten Energieträgers erfolgt ist.



Quelle: nach McDonald (1981: 16)

Abbildung 2: Marktanteil F der verschiedenen Primärenergieträger

Die in Abb. 2 angeführten Primärenergieträger umfassen zwei Grundtypen: zum einen die auf Molekularkräften und zum anderen die auf Kernkraft beruhenden Energieträger. Parallel zum Holz nutzte der Mensch in früheren Jahrhunderten jedoch auch noch die Wind- und Wasserkraft. Das sind „Energieträger“, die die Nutzung von Massenkräften erlauben. Zur Umwandlung in Arbeit und/oder Wärme stehen also drei Arten von Kräften zur Verfügung: die Wind- und Wasserkräfte, die Molekularkräfte und die Kernkräfte. Setzt man die Molekularkräfte gleich 1 eV, ergibt sich für die Wind- und Wasserkräfte 10^{-6} eV, und für die Kernkräfte 10^6 eV. Gemessen an den heute verfügbaren technischen Möglichkeiten umfaßt der dem Menschen zugängliche Energiedichtebereich also eine Spannweite von zwölf (!) Zehnerpotenzen.

Häfele illustriert diesen Tatbestand wie folgt:

Die geringe Leistung der sogenannten alternativen Energiequellen hängt in vielen Fällen mit der geringen Grösse der Massenkräfte zusammen. So liegt die kinetische Energie eines Wassermoleküls, das eine Fallhöhe von 1 m durchläuft, bei 1 Mikroelektronenvolt. Demgegenüber ist die bei chemischen Umsetzungen (beispielsweise bei der Reaktion von Kohlenstoff und Sauerstoff) freigesetzte Energie in Größenordnungen von 1 Elektronenvolt zu suchen. Chemische Reaktionen, wie sie bei der Verwendung von fossilen Brennstoffen ablaufen, sind somit

größenordnungsmäßig um den Faktor 10^6 ergiebiger als Energiefreisetzungen, die auf der Wirkung von Massenkraften wie Wind und Wasser beruhen.

Kernreaktionen, bei der Spaltung wie bei der Fusion, ergeben pro Reaktion eines Nukleons (Proton oder Neutron) Energiefreisetzungen in der Größenordnung von 1 Megaelektronenvolt. Sie sind damit wiederum größenordnungsmäßig um den Faktor 10^6 ergiebiger als die chemische Energiefreisetzung. Die kategoriale Bedeutung der Kernenergie ist damit klar umrissen (Häfele (1990): 6f.).

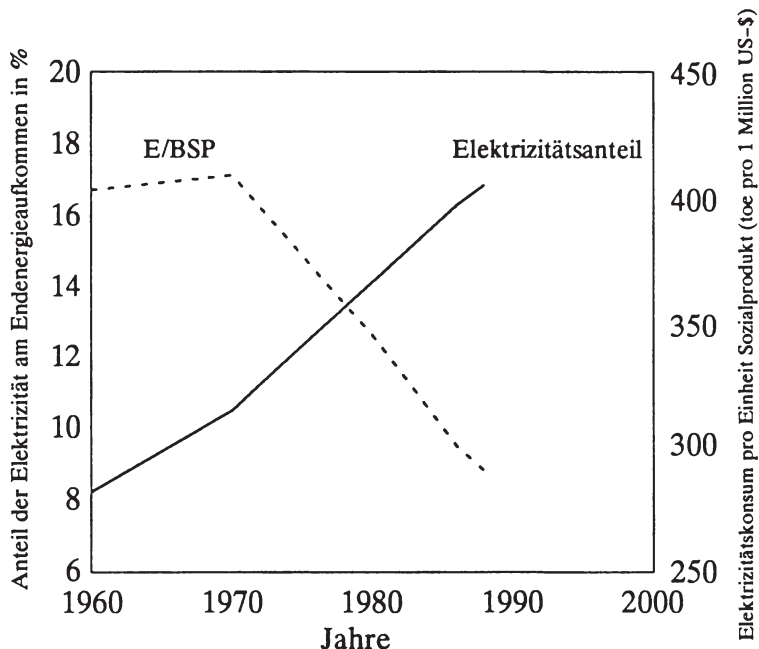
Der Übergang zur Beherrschung von Energieträgern höherer Energiedichte eröffnete dem Menschen jeweils völlig neue Optionen. So ist z. B. die Umwandlung von Molekülen, d.h. die ganze anorganische und organische Chemie, wegen der dafür erforderlichen Nutzung von Kohle, Öl und Gas möglich geworden. Eine „Wind- und Wassermühlengesellschaft“ konnte keine moderne Chemie entwickeln. Sie war auf jene chemischen Prozesse beschränkt, die bei relativ niedrigen Temperaturen ablaufen. Desgleichen ist es im System der auf molekulare Kräfte beruhenden (fossilen) Energieträgern naturgemäß nicht möglich, ein Element in ein anderes umzuwandeln. Die Alchimisten hatten also physikalisch keine Chance z. B. aus Blei Gold zu machen. Die einzige in der Phase vor der Nutzung fossiler Energieträger verfügbare molekulare Energie kam aus der Nutzung der Biomasse (Holz) durch Verbrennung, wobei die Erfindung von Holzkohle wegen ihres geringen Gewichts und der damit möglich gewordenen Transportierbarkeit bereits lange vor dem Industriezeitalter zur Entwicklung von Glasmanufakturen führte und das Schmelzen sowie die Legierung von Metallen erlaubte.

Der eigentlich entscheidende Durchbruch in der Entwicklung neuer Energiesysteme kam mit der Erfindung der *Elektrizität*. Zum ersten Mal stand damit dem Menschen eine „abgeleitete“ Energie zur Verfügung, die abgekoppelt werden konnte von den Energiedichten der jeweiligen Primärenergieträger und zugleich einen Temperaturbereich von wenigen K bis zu 10.000 K und mehr erschloß – sieht man einmal von jenen Temperaturen ab, die bei der Fusionsforschung bereits erzielt worden sind. Ihre Realisation beruht auf der Beherrschung komplexer Technologien, die ihrerseits nur mit Hilfe von Elektrizität entwickelt werden konnten. Das heißt: die Disponibilitäten im Bereich der Energiedichten und der Temperaturbereiche haben sich durch die Elektrifizierung um Zehnerpotenzen erweitert.

3. Die evolutionsökonomische Sonderstellung der Elektrizität

Es fällt auf, daß in den entwickelten Industrieländern die Energieintensität abnimmt, während zugleich der Elektrizitätsanteil steigt (siehe Abb. 3).

Dies hängt mit den besonderen Eigenschaften der Elektrizität zusammen. Wir wollen die wichtigsten nennen:²



Quelle: OECD, *Energy Balances of OECD Countries 1985/86*. OECD/IEA, Paris, 1988.
 OECD, *Energy Balances of OECD Countries 1987/88*. OECD/IEA, Paris, 1990.

Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Energieintensität (in toe pro 1 Million US-\$ zu Preisen und Wechselkursen von 1980) und Anteil der Elektrizität am Endenergieverbrauch in der OECD

- Elektrizität ist die Energie des elektromagnetischen Feldes. Am Ort der Nutzung bleiben folglich keine Abfallstoffe zurück. Elektrizität übt ihre Wirkung ohne direkten physikalischen Kontakt aus (elektromagnetisches Feld). Deshalb ergeben sich auch bei den durch die Wirkung des elektromagnetischen Feldes ausgelösten Bewegungen materieller Teile (Elektromotoren, Relais) geringere Verschleißraten.

² Die qualitativen Aspekte der Elektrizität haben u.a. Erdmann (1989b, 1991), Erdmann/Fritsch (1989a), Spreng (1988, 1989a, 1989b) sowie Schurr/Sonnenblum (1986) untersucht.

- Elektrizität beruht auf dem geordneten Zusammenwirken von Elektronen. Sie hat deshalb im Vergleich zu der aus fossilen Energieträgern durch Verbrennung gewinnbaren Energie einen höheren Exergiegrad.
- Im Gegensatz zu der aus fossilen Energieträgern zu gewinnenden Energie ist Elektrizität hinsichtlich der Konzentration der Energiedichte grundsätzlich nicht eingeschränkt. Die Grenze bildet lediglich die Temperaturresistenz des Containments. Im Lichtbogen werden deshalb bis zu 10000 K erreicht, im Plasma mehrere Millionen K. (Magneteeinschluß). Schon bei Temperaturen unterhalb von 10000 K ist es möglich, alle großen Moleküle der organischen Chemie (die Reaktionstemperatur bei optimalem Abbau von Dioxin liegt bei ca. 1200°) in kleinere Moleküle der organischen Chemie zu zerlegen, wodurch die Entsorgung von jeglichem Sondermüll grundsätzlich möglich wird.
- Schließlich weist Elektrizität einen hohen Grad an Produkthomogenität auf, was für die Entwicklung von High-Tech Applikationen von besonderer Bedeutung ist.

Während diese Vorteile der Elektrizität in vermehrter Masse genutzt werden, können ihre Nachteile, wie fehlende direkte Speicherbarkeit und steigende Übertragungsverluste bei Distanzen über 1000 km mit technischen Mitteln erheblich reduziert werden. Bei der Transportierbarkeit sei hier auf Neuentwicklungen im Bereich der Hochspannungs-Gleichstromübertragung (HGÜ) (*Schaefer* (1991)) hingewiesen. Wann und in welchem Ausmaß der ideale Energiespeicher Wasserstoff in Kombination mit anderen Techniken, wie z.B. der Entwicklung neuer Batterietypen zu einem qualitativ relevanten Anstieg der Speicherfähigkeit von Elektrizität führen wird, läßt sich gegenwärtig noch nicht voraussagen. (Näheres dazu vgl. *Skomorowski* (1991)).

Auf der gesellschaftspolitischen Ebene stößt Elektrizität wegen der Herstellungsverfahren auf Akzeptanzprobleme. Aus wirtschaftlichen Gründen hat sich bisher nur die konzentrierte Produktion in thermischen, bzw. nuklearen Kraftwerken sowie die Erzeugung mittels Wasserkraft durchgesetzt. Alle drei Produktionsformen stoßen aus Umwelt- und Sicherheitsgründen auf Widerstand. Bei den mit fossilen Energieträgern betriebenen thermischen Kraftwerken ist es heute vor allem die CO₂-Problematik, bei den Kernkraftwerken bekanntlich das Sicherheitsproblem und bei den großen Stauseen sind es landschaftsbezogene Umwelteinflüsse, gegen die sich die Opposition wendet. Akzeptiert wird gegenwärtig lediglich die dezentrale Nutzung oder Einspeisung photovoltaisch gewonnener Elektrizität ins allgemeine Netz. Eine Methode, die bekanntlich quantitativ auch dann nicht viel bringt, wenn alle Häuserflächen mit Solarzellen bestückt würden. Außerdem ist diese Methode der Elektrizitätserzeugung nur zu Preisen möglich, die fünf- bis zehnmal über dem heutigen Preis pro kwh liegen. Letzte-

rer Effekt wird jedoch von jenen begrüßt, die finden, daß Energie zu billig sei.

Wie wir sogleich sehen werden, ist dieses Argument im Prinzip nicht falsch. Indessen darf es nicht auf die Elektrizität bezogen werden. Richtig wäre es, die zur Erzeugung von Elektrizität verwendeten Primärenergieträger zu verbilligen, damit der Einsatz von Elektrizität gefördert wird, während der direkte Verbrauch von fossilen Energieträgern verteuert werden sollte.

Die oben skizzierten quantitativen Eigenschaften von Elektrizität lassen sich mit Hilfe des in der amerikanischen Literatur geprägten Begriffs „form value“ eines Energieträgers charakterisieren. Schmidt (1986) definiert den Form Value eines Gutes als „the inherent economic value of a commodity resulting from the exploitation of its unique intrinsic properties in the production process“ (S. 200). Bezogen auf Energieträger im allgemeinen läßt sich dieser Begriff in Anlehnung an Berg (1986) näher eingrenzen. Man betrachte z.B. eine Technologie, die an den Einsatz eines bestimmten Energieträgers gebunden ist. Selbst bei optimaler Auslegung ist das auf dieser Technologie beruhende Produktionsverfahren immer mit energieträgerspezifischen irreduziblen Kosten verbunden. Diese Kosten lassen sich nur durch den vollständigen Übergang zu einer anderen Technologie unter Nutzung eines anderen Energieträgers beziehungsweise einer anderen Eigenschaft desselben Energieträgers, z.B. konventionelle Glühbirne gegenüber Halogen- oder Laserlicht vermeiden. Der Form Value eines Energieträgers bestimmt sich damit einerseits durch die Aufgabe, die mit dem Energieeinsatz gelöst werden soll, sowie andererseits durch die technischen Alternativen, die unter Rückgriff auf Eigenschaften anderer Energieträger möglich, theoretisch bekannt und wirtschaftlich realisierbar sind. Ein F&E-Durchbruch hat demzufolge meist erhebliche Auswirkungen auf den Form Value von Energieanwendungen.

Der entscheidende Punkt ist, daß Fortschritt eben nicht nur in der Produktivitätssteigerung des Faktors Energie, sondern in der Produktivitätssteigerung aller Produktionsfaktoren (Arbeit, Kapital, Boden, Rohstoffe und Energie) besteht.

Starr (1989:4) beschreibt die gesamtwirtschaftliche Wirkung elektrizitätsgebundener Technologien wie folgt:

Electricity-based technologies have served to raise the net economic productivity from all factor inputs, including energy. In many cases this productivity improvement is so large as to make the relatively high cost of electricity in energy units a secondary issue. This phenomenon can be attributed to the unique 'form value' of electricity, the critical qualities of which have been described as 'precision in space, in time, and in scale'.

Das Besondere am Form Value der Elektrizität besteht in der Koppelung von Endverbraucher- und Produzenteneffekten. Die Inanspruchnahme der

Dienstleistungen von Energie durch Elektrizität sind beim Endverbraucher von gleicher Qualität wie beim Erzeuger: Computer, elektronische Geräte, Kommunikation, Video etc. – alle diese „Dienstleistungen“ haben auch im Fertigungsprozeß ihre Bedeutung (im CA-Bereich wie in der Qualitätskontrolle, der optimalen Steuerung von Robotern etc.). Elektrizität schafft also strukturell relevante Vernetzungseffekte zwischen Produktion und dem Endverbraucher. Es handelt sich dabei um eine positive Externalität besonderer Art, einer Externalität die zahlreiche selbstverstärkende Rückkopplungen zwischen Produzenten und dem Endverbraucher erzeugt und damit die Struktur des Gesamtprozesses qualitativ verändert. Zugleich verändert die Elektrifizierung – was noch wichtiger ist – auch die *kognitive Qualität* dieses Gesamtprozesses. Weder die Aufdeckung der inneren Struktur der Materie (Elementarteilchenphysik) noch die Erforschung der Strukturen des Universums oder die der lebenden Form von Materie (von der Strukturaufklärung der DNA, der Gene, der Chromosome, des Genom bis zur detaillierten Analyse der Funktionsweisen der Zelle) wären ohne schnelle Rechner möglich. Selbst viele bedeutende mathematische Strukturen könnten ohne schnelle Rechner nicht aufgeklärt werden – denken wir nur (um ein von vielen Beispielen zu nennen) an die Theorie der Fraktale und des deterministischen Chaos'. Keine Erkenntnisse in diesen Bereichen ohne Computer und kein Computer ohne Elektrizität.³

Die Rolle der Elektrizität in der Entfaltung des Wissensprozesses muß erst noch im einzelnen erforscht werden. Es lassen sich nämlich Zusammenhänge zwischen Variabilität der Energiedichte, dem „Form Value“ der Elektrizität, sinkenden Energieintensitäten, zunehmender Kommunikationsdichte und der Lernfähigkeit einer Gesellschaft vermuten. Die Natur dieser Zusammenhänge ist jedoch bei weitem noch nicht aufgeklärt. Ansätze dazu finden sich in weit zertreuten Quellen (Vgl. dazu *Fritsch* ²1991a:169 ff.).

4. Energieeinsatz und Entropiezunahme

Wegen der Gültigkeit des 2. Hauptsatzes ist die Herstellung von Ordnungszuständen innerhalb eines Teilsystems notwendigerweise mit der Zunahme von „Unordnung“ in den umliegenden Systemen verbunden. Diese Tatsache bedingt, daß die Herstellung von geordneten, kontrollierbaren Zuständen, z. B. in der Wirtschaft, „Unordnung“ im Sinne einer Entropie-

³ Im Metermaßstab erstreckt sich der gegenwärtig empirisch zugängliche Bereich über 41 (!) Zehnerpotenzen, d.h. von 10^{-16} m (Atomteilchen) bis zu 10^{25} m (äußerer „Rand“ des Universums). Die empirisch zugänglichen elektromagnetischen Wellen umfassen (gemessen in Hertz) einen Frequenzbereich von 10^{-2} bis 10^{22} (Gammastrahlen). (Vgl. *Fritsch* ²1991a:175).

zunahme in den umliegenden Teilsystemen, z. B. in der Umwelt, zur Folge haben muß. Dies aber heißt nichts anderes, als daß das Wirtschaftswachstum als strukturierender Vorgang die umliegenden Systeme (Umwelt) im Sinne der Schaffung von „Unordnung“ (Entropiezunahme) eben doch belastet.

An diesem Punkt der Argumentation ist es wichtig aufzuzeigen, daß dieser Vorgang nicht notwendigerweise zu einer Zerstörung jener Teile der Umwelt führen muß, die für das Leben des *Menschen* wichtig sind. Wenn es gelingt, die Stoffströme insgesamt so zu beherrschen, daß eine Dissipation in umliegende Teilsysteme der Umwelt nicht stattfindet – (beispielsweise durch die Vermeidung solcher Dissipationen oder durch Einrichtung von nichtdissipierenden Senken), dann entsteht als Folge eines solchen Vorgangs zwar ebenfalls „Unordnung“ in den umliegenden Systemen: Sie würde sich jedoch – durchaus im Einklang mit dem 2. Hauptsatz – lediglich in *Abwärme* manifestieren, die am Ende der Nutzungskette von hochwertiger Energie zu niederwertiger Energie übrig bleibt und in den Weltraum abstrahlt. Noch sind wir von einem so organisierten Wirtschaftsprozess weit entfernt. Aber möglich ist er. Wir brauchen dazu: mehr *Energie*, mehr *Wissen* und mehr *Kapital*.

Im Wirtschaftsprozess entstehen unter Energieeinsatz (Leistungsanspruchnahme) sowohl Prozesse, die Stoffe in umliegende Systeme emittieren, wobei zumeist eine Dissipation, d.h. eine Verdünnung gegenüber der Quelle auftritt. Es entstehen aber auch Konzentrationen von Stoffen, z. B. von Schwermetallen in Muscheln oder Fischen, deren Genuß dann für den Menschen giftig ist. Man kann diesen Sachverhalt in einem vereinfachten Schema darstellen (Fritsch ²1991a:204).

Zur Herstellung der vom System aus betrachteten „richtigen“ Stoffkonzentrationen und -verdünnungen muß das betreffende System (in unserem Fall ist es das System „Mensch-Wirtschaft“) in jedem Fall Energie aufwenden. Dies kann, wie die gegenwärtige energiepolitische Diskussion zeigt, auf sehr unterschiedliche Weise geschehen – unterschiedlich insbesondere in bezug auf die makroskopische Gesamteffizienz der Energienutzung. Nutzungsarten, die für sich genommen nach dem jeweiligen Stand der Technik einen durchaus hohen Wirkungsgrad haben, aber am falschen Ort zur falschen Zeit eingesetzt werden, können die makroskopische Gesamteffizienz nämlich reduzieren. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn man mit an und für sich hohen Wirkungsgraden direkt oder indirekt die Nutzung von Energieträgern perpetuiert, deren inhärent physikalische Eigenschaften notwendigerweise mit Stoffdissipationen (z. B. CO₂ bei fossilen Energieträgern) verbunden ist. Die spätere Beseitigung solcher Dissipationen – falls sie überhaupt möglich ist – erfordert dann einen sehr viel höheren Energieaufwand, als durch erhöhte Effizienzen zunächst eingespart worden ist. Hier sollte also langfristig zwischen energieeffizienten, aber langfristig umwelt-

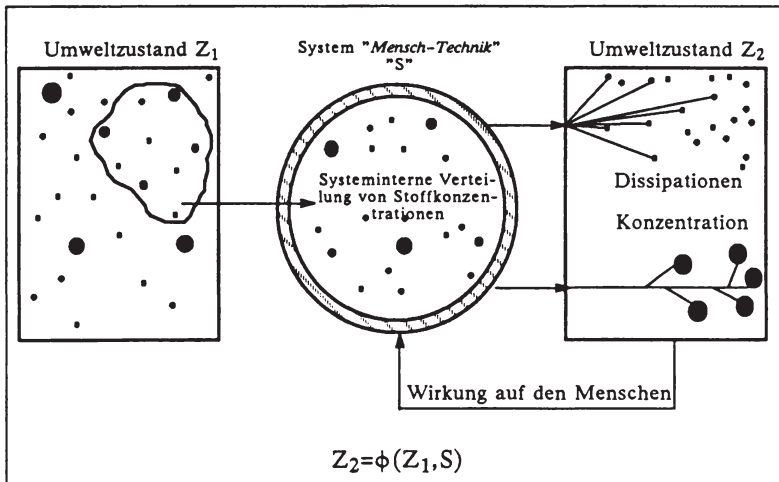


Abbildung 4: Wirkung des Systems „Mensch-Technik“ auf die Umwelt

belastenden (weil Dissipationen verursachenden) Systemen auf der einen, und weniger energieeffizienten, aber umweltverträglichen (weil keine Dissipationen verursachenden) Energiesystemen auf der anderen Seite unterschieden werden.

Im Prinzip gelten näherungsweise folgende Regeln: endotherme Prozesse erlauben ein Recycling, exotherme Prozesse erfordern die Einrichtung von Senken. Wie lange ein Prozeß endotherm bleibt, so daß Recycling sich energetisch lohnt, hängt vom jeweiligen Stand der Technik ab. Schließlich und endlich wird aber von einem gewissen Moment an die Einrichtung von nichtdissipierenden terrestrischen Senken in jedem Falle erforderlich sein. Komplementär dazu dient der Weltraum als letztendliche „Senke“ für Abwärme. Dorthin geht schließlich die Abwärme, wobei - wie verschiedentlich schon gezeigt wurde - das Verhältnis zwischen der Leistungsanspruchnahme, ausgedrückt in TW und der dazugehörigen neuen Gleichgewichtstemperatur bei heute gegebener Technik $+ 1^\circ\text{C}$ zu 300 TW beträgt (siehe Anhang). Bei einem Weltenergieverbrauch von ca. 14 TW haben wir also noch einen breiten Evolutionskorridor zur Etablierung ökologisch verstetigbarer Wirtschaftsstrukturen zur Verfügung.

Zusammenfassend darf also zu diesem Thema folgendes festgestellt werden:

- Die Behauptung, daß der Einsatz von mehr Energie zwecks Verbesserung unserer Lebens-Umweltbedingungen wegen der Gültigkeit des

Zweiten Hauptsatzes *grundsätzlich* keinen Sinn gibt, weil dadurch nur noch mehr Entropie, d.h. Unordnung im Gesamtsystem entsteht, ist falsch. Im Gegensatz dazu gilt: Im Bereich einer nur geringen Erhöhung des globalen Temperaturgleichgewichts von z.B. einem Grad Celsius steht uns ein Energieequivalent, worin wir bei heutigen Wirkungsgraden hoch- in niederwertige Energie (Abwärme) umwandeln können, von insgesamt rund 300 TW zur Verfügung. Bei einem jährlichen Anstieg des Weltenergieverbrauchs von 3% ergibt dies einen „Zeithorizont“ von etwas mehr als 100 Jahren. Nicht die Energie, sondern das *Wissen* und die Umsetzung des Wissens in Technik und in Anwendung sind also die kritischen Faktoren. Wir haben zwar nicht unendlich viel Zeit; bei einem jährlichen Wachstum des Energieverbrauchs von 3% es jedoch immerhin mehr als 100 Jahre dauern würde bis sich die neue Gleichgewichtstemperatur um nur 1° C erhöht.

Diese Temperaturerhöhung darf nicht mit dem Treibhauseffekt verwechselt werden. Das CO₂-Problem ist viel dringlicher und bedarf eines raschen Handelns und zwar weniger wegen des Temperaturanstiegs als vielmehr wegen der *Geschwindigkeit*, mit welcher die in Hunderten von Jahrmillionen entstandenen fossilen Energieträger (das ist nichts anderes, als in erdhistorischen Epochen mittels Photosynthese akkumulierte Sonnenenergie) in rund zweihundert Jahren „verbrauchen“, und damit die Erdatmosphäre in jenen Zustand bringen, in welchem sie sich vor der photosynthetischen Bindung von CO₂ befand. Wichtig ist also nicht der Temperaturanstieg als solcher, sondern die *Geschwindigkeit*, mit welcher dies geschieht, denn das kann leicht zu einem „flip-flop“ – Verhalten des Klimasystems führen; ein Verhalten, das typisch ist für hochgradig nichtlineare Systeme wie das Weltklimasystem. Ähnliche, wenn auch für die Lebensbedingungen auf der Erde weniger gravierende „Flip - Flop“ – Phänomene stellen wir z. B. bei der periodischen Umpolung des erdmagnetischen Feldes fest (vgl. *Fritsch* (1991b)).

- Wir verbrauchen keine Rohstoffe, sondern Ordnungszustände. Es geht also nicht um Energiesparen im engeren Sinne, sondern um möglichst effiziente Nutzung des verfügbaren „Zeitkorridors“. Dies kann durch kombinierte Maßnahmen wie Wiederherstellung ökologisch verträglicher Relationen bei den Zeitkonstanten, Stabilisierung der Weltbevölkerung und anschließend Verlangsamung der Wachstumsrate des Energieverbrauchs geschehen. Die diesbezüglichen Zeithorizonte haben approximativ folgende Größenordnungen: die Stabilisierung der Weltbevölkerung auf dem Niveau von rund 8-10 Mrd. Menschen dürfte in ca. 40 Jahren möglich sein. Bis dahin wird sich der Zustand der Umwelt trotz vieler Gegenmaßnahmen eher noch verschlechtern. Ab Mitte des nächsten Jahrhunderts dürfte sich bei stabilisierter Weltbevölkerung von z. B. 10 Mrd. Menschen und einem durchschnittlichen Pro-Kopf Energieverbrauch von ca. 4 kW der Weltenergieverbrauch auf einem Niveau von

ca. 40 TW stabilisieren. Erst von da an werden *Nettoverbesserungen* der Umweltsituation möglich.

- Der Weg dorthin erfolgt am besten über ökologisch relevante Internalisierungen von solchen externen Effekten, die systemstörende (lebens-unverträgliche) Stoffdissipationen, bzw. -konzentrationen verursachen. Um dies zu erreichen, sollten die ökonomischen Amortisationszeiten möglichst nahe an die energetischen Erntefaktoren von Einzelprozessen herangeführt werden. Das sog. Entropiemanagement ist also zu einem großen Teil auch ein Management von Zeitkongruenzen zwischen ökonomischen und ökologischen Prozessen. Erst daraus ergeben sich die gesuchten „richtigen“ Preise für Umweltgüter sowie für Energie.
- Durch De-Akzelerationen kann Zeit gekauft werden. Es kann sich dabei aber nur um den Abbau von Leerlaufprozessen handeln, also solchen Aktivitäten, die nicht die Erlangung von technischem Wissen sowie von Wissen über ökonomisch-ökologische Zusammenhänge. Die Aufrechterhaltung von Mobilität, Kommunikation, Experimentiermöglichkeiten usw. ist eine notwendige, wenn auch nicht hinreichende Bedingung für die Erlangung von Wissen. Was ökologisch schädliche Mobilität von ökologisch nützlicher, weil mit Wissensvermehrung verbundener Mobilität unterscheidet, ist in Einzelfällen relativ leicht zu erkennen. So sind z. B. Leerfahrten von Lastwagen quer durch Europa auch dann ökologisch schädlich, wenn sie sich für den Einzelunternehmer ökonomisch lohnen. Ob der Flug eines Flugzeugs von einem Kontinent zum andern zur Wissensvermehrung beiträgt oder nicht, ist hingegen schwer zu entscheiden, weil dies mit der Funktion der einzelnen Passagiere zusammenhängt. Im Zweifel für den Angeklagten – im Zweifel für und nicht (wie jetzt schon da und dort gefordert) gegen die Mobilität.
- Eine ökologisch orientierte Wirtschaftspolitik wird sich mehr noch als bisher auf die Setzung von Randbedingungen beschränken müssen. Dies deshalb, weil parametrische Steuerungen von nicht-linearen Systemen durch bürokratische Institutionen mit Sicherheit zu ökonomischen und ökologischen Schäden führen; Schäden im Sinne von Opportunitätskosten, die bei nichtparametrischer Steuerung vermieden werden können.

Dem Prozeß der Stoffdissipationen steht sozusagen als Gegengewicht der Prozeß der Wissensdissipation gegenüber. Letztere erhöht die Wahrscheinlichkeit der Realisierung von Ordnungszuständen, während die Dissipation von Stoffen definitionsgemäß eine Erhöhung von Entropie impliziert. Wenn wir auf die alleinige Gültigkeit des „cost efficiency“ Prinzips setzten, ist bei signifikanter Abweichung der sozialen Diskontrate vom Marktzinssatz die Wahrscheinlichkeit gering, daß wir gesamtwirtschaftlich in ein optimales Wachstum im Sinne der neoklassischen Theorie gelangen. Vielmehr werden wir „neoklassisch“ allenfalls lokale Optima erreichen. Infolge der durch den Einsatz von Elektrizität entstehenden vernetzten Exter-

nalitäten entstehen Synergieeffekte, die man am oben erwähnten Begriff des Form Value von Energieträgern festmachen kann. Solche und ähnliche Phänomene lassen sich zumindest heuristisch mit Hilfe nichtlinearer Differentialgleichungen modellieren. Im Folgenden stellen wir einen solchen Ansatz versuchsweise in der Absicht vor, das Phänomen Elektrizität, insbesondere den beschriebenen Form Value-Aspekt der Elektrizität in den Kontext der evolutorischen Ökonomik zu stellen.

5. Ein Modellansatz

In seiner Arbeit über individualistische Grundlagen der evolutorischen Ökonomik hat *Witt* (1987) darauf hingewiesen, daß noch nicht eindeutig geklärt ist, „...welche Arten von Algorithmen geeignet sind, ...evolutorische Sachverhalte zu erfassen.“ Viele Phänomene, wie z. B. das Entstehen und die Nutzung von Marktnischen, die z. B. durch technische Neuerungen entstehen, oder die selbstorganisierte Entstehung von neuen Marktstrukturen und last but not least, die gegenseitige Beeinflussung der Marktteilnehmer in ihrer Eigenschaft als Konsumenten und Investoren implizieren Nichtlinearitäten. Die in solchen nichtlinearen Systemen auftretenden Phasenübergänge sowie der jeweilige Topos stabiler und instabiler Fixpunkte läßt sich mit den heute verfügbaren numerischen Methoden simulieren und in zwei- bzw. dreidimensionalen Diagrammen darstellen. Diese Verfahrensweise wird u.a. im Beitrag von Wolfgang Weidlich in diesem Band dargestellt (vgl. ferner: *Weidlich/Haag* (1983)). Unter Rückgriff auf den gleichen Formalismus der Mastergleichung kann das hier dargelegte Problem auf folgende Weise modelliert werden:

Unser einfaches Modell hat vier Variable.

Für die Nachfrageseite:

- D_1 : Anteil der Nachfrage nach Energieträgern mit niedrigem Form Value, d.h. relativ niedriger Elektrizitätsverbrauch am gesamten Energieverbrauch.
- D_2 : Anteil der Nachfrage nach Energieträgern mit hohem Form Value, d.h. relativ hoher Elektrizitätsverbrauch am gesamten Energieverbrauch.

Für die Angebotsseite:

- S_1 : Anteil des Angebots von Energie mit niedrigem Form Value an der gesamten Energieproduktion (ein relativ niedriges S_1 kann dadurch zustande kommen, daß das Angebot an Elektrizität z.B. durch politische Maßnahmen gedrosselt wird).

S_2 : Anteil des Angebots von Energie mit hohem Form Value an der gesamten Energieproduktion (ein relativ hoher Anteil von S_2 kann z. B. eine Folge einer expansiven Nuklearpolitik sein – siehe Frankreich).

Aufgrund der Identitäten

$$\begin{aligned} D_1 + D_2 &= 1 \\ S_1 + S_2 &= 1 \end{aligned} \quad (1)$$

läßt sich das System auf die Analyse der Variablen D_2 und S_2 reduzieren. Damit ist eine graphische Darstellung möglich.

Auf der Nachfrageseite wie auch auf der Angebotsseite wird die Dynamik des Modells durch individuelle Verhaltensänderungen erzeugt. Nachfrageseitig sind solche Verhaltensänderungen abhängig von

- den autonomen Präferenzen a_d zugunsten eines Energieträgers mit hohem Form Value,
- vom Synergieeffekt (Nachahmungsverhalten) b_d sowie
- von der Orientierung am Angebot, ausgedrückt durch den Parameter c_d .

Angebotsseitig werden die Veränderungen im Modell bestimmt durch:

- die autonomen Präferenzen für Energieträger mit hohem Form Value a_s ,
- economics of scale bei der Bereitstellung von Energie b_s sowie
- die angebotsseitige Orientierung an der Nachfrage (Nachfrageorientiertheit des Angebots) c_s .

Analog dem Ansatz von W. Weidlich lauten die Differentialgleichungen bezüglich des Zeitverhaltens der beiden Variablen:

$$\begin{aligned} \frac{dD_2}{dt} &= -W_{21}^D D_2 + W_{12}^D (D - D_2) \\ \frac{dS_2}{dt} &= -W_{21}^S S_2 + W_{12}^S (S - S_2) \end{aligned} \quad (2)$$

wobei für die Übergangswahrscheinlichkeit der Nachfrage von Zustand 2 zu 1, W_{21}^D , bzw. von Zustand 1 zu 2, W_{12}^D , gilt:

$$\begin{aligned} W_{21}^D &= \exp\left(-a_d + b_d \frac{D - D_2}{D} + c_d \frac{S - S_2}{S}\right) \\ W_{12}^D &= \exp\left(-a_d + b_d \frac{D_2}{D} + c_d \frac{S_2}{S}\right) \end{aligned} \quad (3)$$

Analog gilt für die Wahrscheinlichkeiten der Verlagerung des Angebots:

$$\begin{aligned} W_{21}^S &= \exp\left(-a_s + b_s \frac{S - S_2}{S} + c_s \frac{D - D_2}{D}\right) \\ W_{12}^S &= \exp\left(-a_s + b_s \frac{S_2}{S} + c_s \frac{D_2}{D}\right) \end{aligned} \quad (4)$$

Die nachfrage- und angebotsseitigen Parameter beziehen sich auf drei ökonomisch und auch gesellschaftlich interpretierbare Tatbestände. Zum einen auf sog. autonome Präferenzen; zweitens auf die sog. Synergieeffekte, also jene Komponenten des Angebots- und Nachfrageverhaltens, die z. B. durch das Nachahmen oder die erwartungsabhängige Ausnützung von Vorteilen der Marktpartner bestimmt werden. Schließlich, drittens, werden jene Änderungen des Angebots parametrisiert, die vorhandene Marktchancen wahrnehmen bzw. auf der Nachfrageseite aus der Nutzung von Angebotsvorteilen entstehen. In unserem Modell bezeichnen wir diese Vorgänge als Angebots-/Nachfrageeffekte.

Wir sind zur Darstellung *eines* Vergleichs zweier Fälle von folgendem *Beispiel* ausgegangen:

Autonome Präferenzen	Synergieeffekt	Angebots-/Nachfrageeffekt
$a_d = 0.2$	$b_d = 1.4$	$c_d = 1.6$
$a_s = 0.0$	$b_s = 1.0$	$c_s = 1.3$

Diese Parameterkonstellation (Fall 1) weist folgenden Phasenverlauf auf:⁴

Die gestrichelten Linien im Phasendiagramm (oberer Teil von Abb. 5) stellen die Lösungen $dD_2/dt = 0$ sowie in $dS_2/dt = 0$ in Gleichung (2) dar. Ihre Schnittpunkte entsprechen den Gleichgewichten des Systems. Im vorliegenden Fall sind zwei stabile Gleichgewichte, G_1 und G_3 , zu erkennen. Der Punkt G_2 ist ein instabiles Gleichgewicht. Wie sensitiv die Zahl der Gleichgewichte von den Parametern abhängt, geht aus dem Vergleich mit Abbildung 6 hervor: Gegenüber dem ersten Fall wurde lediglich ein Parameterwert, nämlich der Synergieeffektparameter b_d vom ursprünglichen Wert 1.4 auf 1.0 reduziert. Alle anderen Parameter sind gleichgeblieben. Nunmehr existiert nur noch ein einziger Gleichgewichtspunkt. Der Weg ist offen für die Bewegung zu einem stabilen, ökonomisch wie gesellschaftlich interpretierbaren Gleichgewicht. Von den jeweiligen Ausgangswerten konvergieren die Trajektorien auf unterschiedlichen Wegen, aber stetig einem Zustand höherer Form Value zu.

⁴ Die folgenden Diagramme sind von Herrn PD Dr. Georg Erdmann programmiert und ausgedruckt worden. Ich möchte ihm an dieser Stelle meinen besten Dank dafür aussprechen.

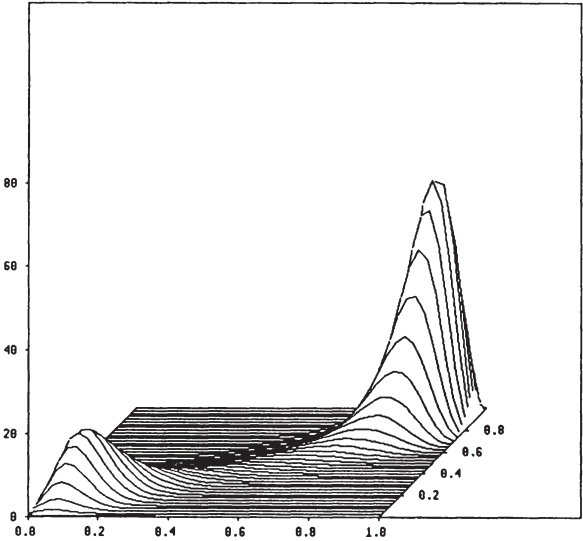
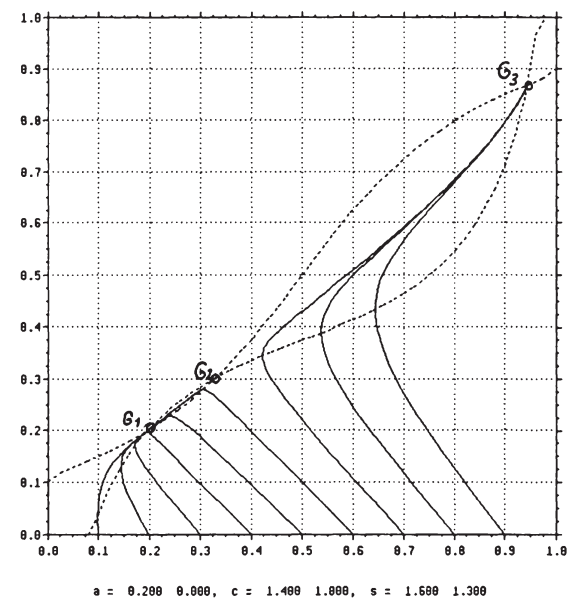


Abbildung 5: Phasendiagramm und Wahrscheinlichkeitsverteilung für Fall 1 des Modells

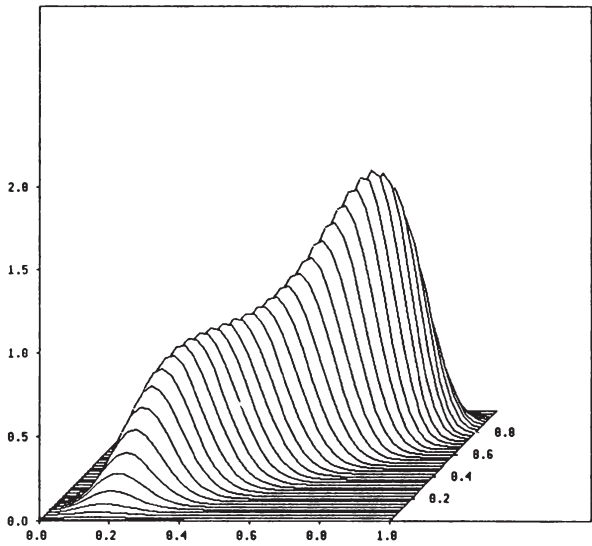
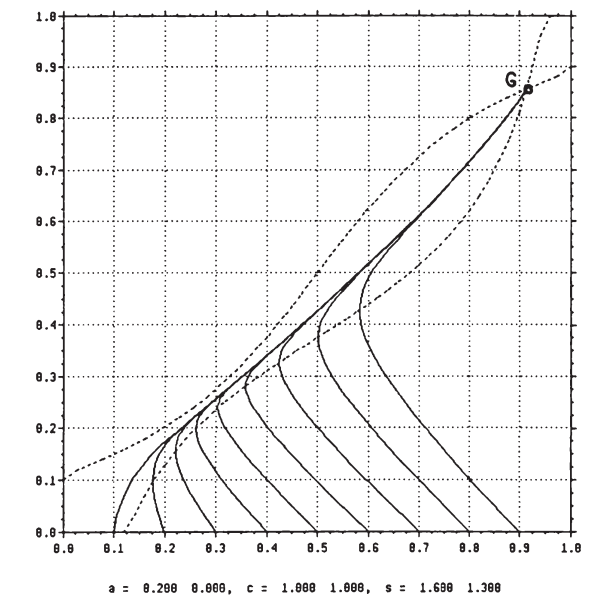


Abbildung 6: Phasendiagramm und Wahrscheinlichkeitsverteilung für Fall 2 des Modells

Während im Fall 2 nur ein einziges Gleichgewicht existiert, besteht im Fall 1 (Synergieeffekt $b_d = 1.4$) die Möglichkeit zweier stabiler Gleichgewichtspunkte, wobei der Punkt links unten ein suboptimales Marktgleichgewicht darstellt. Auf Grund von Nachahmungseffekten oder einer z. B. durch die Medien bewirkte Hysterie kann der Markt trotz autonomer Präferenzen der Nachfrager zugunsten von Energie mit hohem Form Value (siehe Parameter $a_d = 0.2$) einer Gleichgewichtssituation zustreben, welche diesen Präferenzen eigentlich widerspricht.

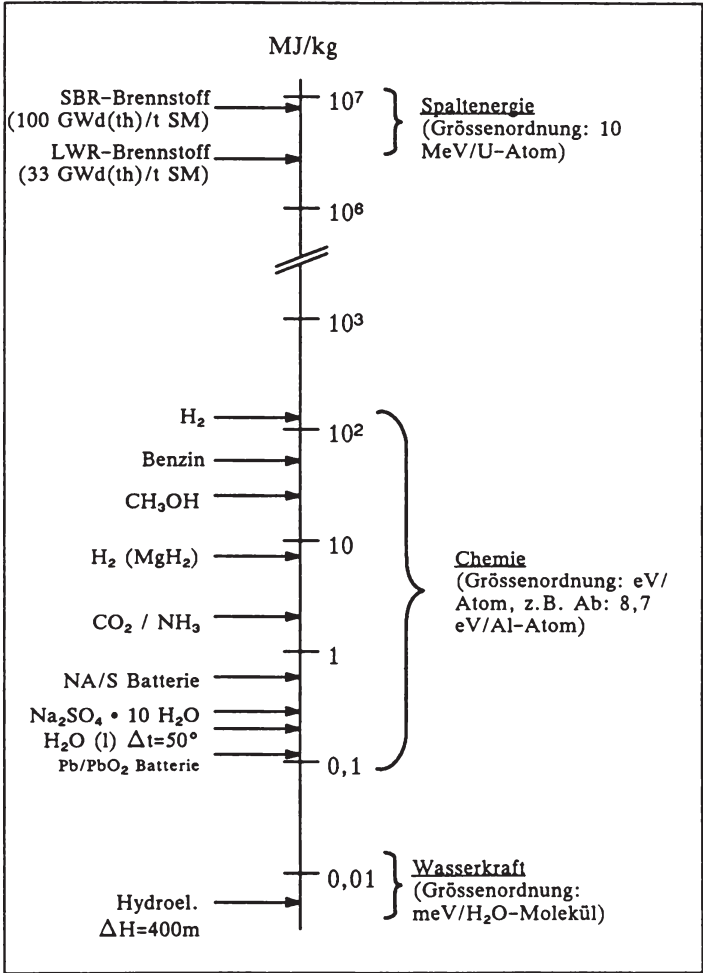
Neben den Phasendiagrammen sind in den Abbildungen 5 und 6 auch die jeweiligen gleichgewichtigen Wahrscheinlichkeitsdichten dargestellt, die sich ergeben, wenn man das Modell mit Hilfe der Mastergleichung formuliert. Zur Formulierung und Interpretation der stochastischen Version des Modells sei noch einmal auf die Arbeit von W. Weidlich in diesem Band hingewiesen. Die in den beiden Figuren dargestellten Resultate bringen zum Ausdruck, mit welcher Wahrscheinlichkeit sich das System langfristig (d.h. nach Konvergenz der Wahrscheinlichkeitsverteilung) in der jeweiligen Konfiguration befindet.

6. Schlußbemerkung

Eine dogmenkritische Analyse der ökonomischen Theorien zeigt, daß wichtige Phänomene von den bisherigen Theorieansätzen nur unbefriedigend behandelt worden sind. Ob es der evolutorischen Ökonomie gelingen wird, dieses Theoriedefizit aufzuarbeiten, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch offen. Es besteht jedoch Grund zur Annahme, daß evolutionstheoretische Ansätze, die bereits in anderen Objektbereichen der empirischen Wissenschaft entwickelt worden sind, für ökonomische Fragestellungen zumindest von heuristischem Wert sein können, weil sie uns ermöglichen, relevantere Fragen zu stellen und bessere Antworten darauf zu finden. Dies trifft insbesondere für das bessere Verstehen der Genesis und der Auswirkungen von *Innovation*, ferner auch für die Diffusionsprozesse von *neuen Technologien*, *neuen Werten* (Wertewandel) sowie für den Zusammenhang von *Wissen*, *Mobilität* und *Lernfähigkeit* auf der Mikro- und Makroebene zu. Daß dabei die Art und Weise der Gewinnung und Nutzung von Energie eine systemar entscheidende Rolle spielt, liegt auf der Hand.

Anhang

Energiedichten



Quelle: nach EIR (1986)

Zum Verhältnis zwischen steigender Energieproduktion und der daraus resultierenden weltweiten Temperaturerhöhung

Um das Verhältnis von vergrößerter Energieproduktion und der daraus resultierenden weltweiten Temperaturerhöhung zu errechnen, muss man von folgender Überlegung ausgehen: Die Erde ist ein Subsystem des Weltalls und steht als solches in konstantem Energieaustausch mit diesem. Die Form, in der dieser Austausch vor sich geht, ist Strahlung (Licht, IR, UV, Radioaktivität). Jener Teil der einfallenden Strahlung, der an der Erdoberfläche (inklusive Lufthülle) absorbiert wird, wird als Energiezufuhr aus dem Weltall bezeichnet. Diese zugeführte Energie wird auf der Erde fast vollständig in Wärme umgewandelt. Wärme kann aber auch durch Umwandlung chemischer Energie (Öl, Kohle, Gas ...) oder nuklearer Energie an der Erdoberfläche erzeugt werden. Die gesamte Wärmezufuhr an die Erdoberfläche wird im Gleichgewicht ans Weltall in Form von Wärmestrahlung abgegeben. Zur Beschreibung eines solchen Gleichgewichtszustands wählen wir folgende Größen:

E_A^0 = Jährliche Energieabsorption der Erde (nur Wärmeanteil)

E_P^0 = Jährliche Energieproduktion auf der Erde (fossil, nuklear)

E_S^0 = Jährliche Energieabstrahlung der Erde

T_0 = Mittlere absolute Temperatur der Erdoberfläche ($^{\circ}\text{K}$)

Zwischen diesen Größen gelten folgende Beziehungen:

$$E_T^0 = E_A^0 + E_P^0 \quad (\text{gesamter Energieanfall}) \quad (1)$$

$$E_T^0 = E_S^0 \quad (\text{Energieabstrahlung oder Gleichgewicht}) \quad (2)$$

$$E_S^0 = S_0 t F \quad (\text{Energieabstrahlung}) \quad (3)$$

mit:

S_0 = Energieabstrahlung pro Zeit und Flächeneinheit

$t = 1 \text{ Jahr} = 3.15 \cdot 10^7 \text{ s}$

$F = \text{Erdoberfläche} = 5.1 \cdot 10^8 \text{ km}^2 = 5.1 \cdot 10^{18} \text{ cm}^2$

Die spezifische Abstrahlung S_0 wird durch das *Stefan-Boltzmannsche-Gesetz* mit der Oberflächentemperatur in Zusammenhang gebracht:

$$S_0 = \sigma (T_0)^4 \quad (4)$$

wobei: σ = Boltzmann-Konstante

$$\sigma = 5.7 \cdot 10^{-12} \frac{\text{J}}{\text{cm}^2 \text{ s } (^{\circ}\text{K})^4}$$

J = Joule

Durch Einsetzen von (4) in (3) erhält man:

$$E_S^0 = \sigma t F (T_0)^4 = 9.157 \cdot 10^{14} \frac{\text{J}}{(^{\circ}\text{K})^4} (T_0)^4 \quad (5)$$

Wird die auf der Erde produzierte Energie E_P^0 um ΔE erhöht, so erhöht sich damit nach (1) der Energieanfall um den gleichen Betrag. Im Gleichgewicht muss nun nach (2) $E_S = E_S^0 + \Delta E = E_T^0 + \Delta E$ werden. Nach (5) wird sich also eine neue

Gleichgewichtstemperatur T einstellen:

$$E_S = E_S^0 + \Delta E = 9.157 \cdot 10^{14} \frac{\text{J}}{(\text{°K})^4} (T)^4 \quad (6)$$

oder nach ΔE aufgelöst:

$$\Delta E = 9.157 \cdot 10^{14} \frac{\text{J}}{(\text{°K})^4} [(T)^4 - (T_0)^4] \quad (7)$$

Setzt man für $T = T_0 + \Delta T$ (mit ΔT = Temperaturerhöhung), so gilt:

$$T^4 = T_0^4 + 4T_0^3 \Delta T + 6T_0^2 (\Delta T)^2 + 4T_0 (\Delta T)^3 + (\Delta T)^4 \quad (8)$$

In diesem Ausdruck können unter der Annahme $\Delta T \ll T_0$ die Glieder mit höherer als der ersten Potenz von ΔT vernachlässigt werden, womit gilt:

$$T^4 \simeq T_0^4 + 4T_0^3 \Delta T \quad (9)$$

Gleichung (9) in (7) eingesetzt ergibt:

$$\Delta E = 9.157 \cdot 10^{14} \frac{\text{J}}{(\text{°K})^4} [4(T_0)^3 \Delta T] \quad (10)$$

Gleichung (10) kann nun nach ΔT aufgelöst werden:

$$\Delta T = 2.73 \cdot 10^{-16} \frac{(\text{°K})^4}{\text{J}} \frac{\Delta E}{(T_0)^3} \quad (11)$$

Um eine Abschätzung für ΔT zu erhalten, wird $T_0 = 300^\circ \text{ K}$ ($= 27^\circ \text{ C}$) gesetzt. Damit wird aus (11):

$$\Delta T = \Delta E \cdot 10^{-25} \frac{(\text{°K})}{\text{J}} \quad (12)$$

Das heisst: Die Oberflächentemperatur der Erde erhöht sich um 1° C , wenn zusätzlich aus fossilen oder nuklearen Energiequellen ca. $10^{25} \text{ J} = 10^{11} \text{ TJ}$ Energie produziert werden. Dies entspricht 3000 TWa/a.

Quelle: nach *Fritsch* (1981b: 321)

Bibliographie

- Berg, C.A.* (1986) Productivity and Electrification. In: Schurr, S.H./Sonnenblum, W. (Hrsg.) Electricity Use, Productive Efficiency, and Economic Growth. Electric Power Research Institute (EPRI), Palo Alto.
- Brown, L.R. and Shaw, P.* (1982) Six Steps to a Sustainable Society. Worldwatch Paper 48. Worldwatch Institute, Palo Alto.
- Buttlar, H.v.* (1975) Umweltprobleme, in: Physikalische Blätter Nr. 31.
- Devine Jr., W.D.* (1983) From Shafts to Wires: Historical Perspective on Electrification. In: Journal of Economic History, Vol. 43.

- Eidg. Institut für Reaktorforschung (EIR)* (1986) shr-Sicherheitsbericht. Schweiz. Heizreaktor (shr), CH-5300 Würenlingen.
- Erdmann, G.* (1989a) Evolutionäre Ökonomik als Theorie ungleichgewichtiger Phasenübergänge. Arbeitspapiere des Instituts für Wirtschaftsforschung Nr. 91, Zürich.
- (1989b) Quantitative und qualitative Muster zwischen Strukturwandel und Elektrizitätsnachfrage. Arbeitspapier des Instituts für Wirtschaftsforschung Nr. 84, Zürich.
- (1989c) Über den Unterschied zwischen neoklassischer und evolutionärer Ökonomik. Arbeitspapiere des Instituts für Wirtschaftsforschung Nr. 95, Zürich.
- (1991) Elektrizität: Ihre heutige und zukünftige Bedeutung für Wirtschaft und Gesellschaft. Deutsches Atomforum e.V. (Hrsg.) Stromversorgung auf dem Weg ins nächste Jahrtausend.
- Erdmann, G. und Fritsch, B.* (1989a) Wechselwirkungen zwischen Dienstleistungsgesellschaft und zukünftiger Elektrizitätsnachfrage. Schlussbericht zuhanden der Kernforschungsanlage Jülich (KFA), Jülich.
- (1989b) Synergismen in sozialen Systemen, ein Anwendungsbeispiel, in: Cambel, A.B., Fritsch, B. und Keller, J.U. (Hrsg.) Dissipative Strukturen in Integrierten Systemen. Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.
- Faber, M. et al.* (1988) The Thermodynamic Heuristic. In: Entropy, Environment and Development. Diskussionsschriften. Universität Heidelberg, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Heidelberg.
- Fritsch, B.* (1989) Kreativität als Chance der Zukunftsgestaltung, in: Kreativität, herausgegeben zum 75jährigen Jubiläum der NOK Baden, Verlag Huber & Co. AG, Frauenfeld.
- (1991a) Mensch-Umwelt-Wissen. Verlag der Fachvereine, Zürich und B.G. Teubner-Verlag, Stuttgart. (2. Auflage)
- (1991b) Anthropogene Veränderungen der Atmosphäre. Verlag Ruegger, Zürich.
- Georgescu-Roegen, N.* (1971) The Entropy Law and the Economic Process. Harvard University Press, Cambridge.
- Häfele, W.* (Hrsg.) (1990) Energiesysteme im Übergang. Mi-Poller Verlag Moderne Industrie, Landsberg/Lech.
- Hubbard, H.M.* (1991) The Real Cost of Energy. Scientific American, April 1991, Vol. 264, No. 4.
- Kümmel, R.* (1982) Energy, Environment and Industrial Growth, in: Eichhorn, W./Henn, R. (Hrsg.) Economic Theory of Natural Resources, Physica-Verlag, Würzburg, S. 377-388.
- Marchetti, C.* (1979) On Energy and Agriculture: From Hunting-Gathering to Landless Farming. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) Laxemburg, RR-79-10.
- (1985) Renewable Energies in a Historical Context. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), PP-85-2, December 1985.
- Marchetti, C. und Nakicenovic, N.* (1979) The Dynamics of Energy Systems and the Logistic Substitution Model. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) Laxemburg, RR-79-13.

- McDonald, A.* (1981) *Energy in a Finite World. Executive Summary, Executive Report No. 4.* International Institute for Applied System Analysis (IIASA) Laxemburg, Austria, 1982.
- OECD* (1988) *Energy Balances of OECD Countries 1985/1986.* OECD/IEA, Paris.
- OECD* (1990) *Energy Balances of OECD Countries 1987-1988,* OECD/IEA, Paris.
- Ostwald, W.* (1908) *Die Energie.* Verlag von J.A. Barth, Leipzig.
- Pimentel, D.* (1977) *Energy use in cereal grain production,* in: *Proceedings of the International Conference on Energy Use Management.* Pergamon Press, Oxford.
- Ritter, W.* (1982) *Waldverwüstung und Wiederbewaldung (14.-20. Jahrhundert).* In: Kellenbenz, H. (Hrsg.) *Wirtschaftsentwicklung und Umweltbeeinflussung,* Franz Steiner-Verlag, Wiesbaden.
- Schaefer, H.* (1991) *Transkontinentaler Stromtransport zur Nutzung regenerativer Energie (Vortragsmanuskript).*
- Schmidt, P.S.* (1986) *The Form Value of Electricity: Some Observations and Cases.* In: Schurr, S.H. and Sonnenblum, W. (Eds.) *Electricity Use, Productive Efficiency and Economic Growth.* Electric Power Research Institute (EPRI), Palo Alto.
- Schurr, S.H. and Sonnenblum, W.* (Eds.) (1986) *Electricity Use, Productive Efficiency and Economic Growth.* Electric Power Research Institute (EPRI), Palo Alto.
- Skomorowski, R.D.* (1991) *Entwicklungstendenzen bei der Speicherung elektrischer Energie.* Vortrag, Deutsches Patentamt, München.
- Spreng, D.T.* (1988) *Net-Energy Analysis and the Energy Requirements of Energy Systems.* Praeger, New York, Westport, Connecticut, London.
- (1989a) *Ein Zeitalter der Elektrizität?* In: *NZZ* Nr. 200.
- (1989b) *Personal Computer und ihr Stromverbrauch.* INFEL Forschungsbericht im Auftrag der Kommission für rationaelle Elektrizitätsanwendung (KRE), Zürich.
- Starr, Ch.* (1989) *Global Projection of Energy and Electricity.* Strategic Planning Seminar, National Climate Program Office, National Academy of Engineering, Oak Ridge, January 1989.
- Taube, M.* (1988) *Materie, Energie und die Zukunft des Menschen.* S. Hirzel, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart.
- Weidlich, W.* (1986) *Stochastic Migration Theory and Migratory Phase Transitions.* *Journal of Non-Equilibrium Thermodynamics* 11, 261-274.
- Weidlich, W. und Haag, G.* (eds.) (1983) *Concepts and Models of a Quantitative Sociology.* Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- (eds.) (1988) *Interregional Migration. Dynamic Theory and Comparative Analysis,* Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- Weidlich, W.* (1991) *Das Modellierungskonzept der Synergetik für Dynamische Sozio-ökonomische Prozesse. Studien für Evolutorische Ökonomik II,* (im Druck) Verlag Duncker & Humblot, Berlin.
- Winter, C.J. und Nitsch, J.* (1986) *Wasserstoff als Energieträger. Technik, Systeme, Wirtschaft.* Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Witt, U.* (1987) *Individualistische Grundlagen der evolutorischen Ökonomik.* Mohr Siebeck, Tübingen.

VI. Die Rolle der Einkommens- und Gewinnstreuung für die wirtschaftliche Entwicklung

von Gerold Blümle¹

Universität Freiburg

1. Einleitung

Der Zusammenhang zwischen personeller Einkommensverteilung und wirtschaftlicher Entwicklung wird meist nur im Hinblick auf Entwicklungsländer einer näheren wissenschaftlichen Betrachtung unterzogen. Im Mittelpunkt steht dabei die Kuznets-Hypothese eines U-förmigen Musters für den zeitlichen Verlauf von Maßen der Einkommensgleichheit. Die Gleichheitsmaße nehmen danach im Entwicklungsprozeß zunächst ab, um nach einem Tiefpunkt wieder zuzunehmen und eine Vergleichmäßigung der Einkommensverteilung anzuzeigen. In einer Querschnittsanalyse für 62 Länder fand Ahluwalia diesen Zusammenhang für eine Beziehung zwischen Einkommensanteilen von Perzentilen und dem Logarithmus des Pro-Kopf-Einkommens bestätigt.² Der zeitliche Verlauf der Verteilungsänderungen wird dabei hauptsächlich als Begleiterscheinung und nicht als Ursache des Entwicklungsprozesses und der damit verbundenen strukturellen Änderungen gedeutet.³ Hinsichtlich dieser sich auf die personelle Einkommensverteilung beziehenden Aussage stellt sich die Frage, ob die Einkommensverteilung demnach langfristig in entwickelten Volkswirtschaften zunehmend gleichmäßiger werden wird bzw., da solches sehr oft als wünschenswert erachtet wird, werden kann.

Die Rolle der Einkommensverteilung für die langfristigen Perspektiven entwickelter Volkswirtschaften wird bislang fast ausschließlich in der Bedeutung der Einkommensverteilung für die Ersparnisbildung entsprechend

¹ Herrn Witt und zwei anonymen Gutachtern bin ich für wertvolle Hinweise zu Dank verpflichtet.

² Ahluwalia, *Income Distribution and Development: Some Stylized Facts*, S. 128 - 135

³ Vgl. Blümle, *Wirtschaftliche Entwicklung und personelle Einkommensverteilung in Entwicklungsländern*, S. 145 - 161.

einem Kaldor'schen Zweigruppenmodell gesehen. Obwohl dieser Zusammenhang sehr einleuchtet, kommen empirische Untersuchungen zum Ergebnis, daß der Einfluß der Einkommensverteilung auf den gesamtwirtschaftlichen Konsum nicht unbedingt signifikant ist.⁴ Auch im Hinblick auf Entwicklungsländer findet ein derartiger kausaler Zusammenhang, der auf einen Konflikt zwischen den Zielen Wirtschaftswachstum und Verteilung schließen läßt und der auch Ansätzen zu „Teufelskreisen der Armut“ zugrundeliegt,⁵ Beachtung. Es gibt indessen theoretische Gründe dafür, daß die Bedeutung dieses Zusammenhangs auch für das Wachstum von Entwicklungsländern nicht dermaßen entscheidend ist,⁶ und entsprechend kommen empirische Untersuchungen zu keiner signifikanten Beziehung zwischen der Wachstumsrate des Sozialprodukts und Maßen der Einkommensverteilung.⁷ Ein Konflikt zwischen den Zielen Einkommensverteilung und Wirtschaftswachstum läßt sich demzufolge nicht ohne weiteres begründen.

Der Zusammenhang zwischen personeller Einkommensverteilung und wirtschaftlicher Entwicklung hat indessen in neuester Zeit durch die radikalen Veränderungen in den Ländern des früheren Ostblocks abermals an Aktualität gewonnen. Es ist davon auszugehen, daß mit den in verschiedenen Ländern beabsichtigten Übergängen zur Marktwirtschaft eine starke Verungleichmäßigung der Einkommensverteilung erfolgt, die erst allmählich abgebaut werden kann, wenn die physische und institutionelle Infrastruktur und individuelle Lernprozesse zu einer breiteren Streuung der Begünstigungen des Wettbewerbs führen. Ein zeitlicher Verlauf entsprechend der U-Hypothese von Kuznets könnte demgemäß auch auf die Entwicklung von Volkswirtschaften im Umbruch von der Zentralverwaltungs- zur Marktwirtschaft zutreffen. Offe⁸ indessen sieht in dieser zunächst erforderlichen Entwicklung starker Einkommensungleichheiten eine Gefahr für die politische Durchsetzbarkeit marktwirtschaftlicher Reformen bei gleichzeitiger Demokratisierung und spricht von einem „Dilemma der Gleichzeitigkeit“. Die Gefahr, daß eine Verungleichmäßigung der Einkommensverteilung und damit die Marktwirtschaft politisch nicht durchzusetzen ist, erscheint in einer Gesellschaft, in welcher materiale Gleichheit gepredigt und zum Teil auch

⁴ Vgl. *Blinder*, Distribution Effects and the Aggregate Consumption Function, S. 173 - 200.

⁵ Vgl. *Hemmer*, 40 Jahre Entwicklungstheorie und -politik, S. 516 - 521

⁶ Vgl. *Blümle*, Wirtschaftliche Entwicklung und personelle Einkommensverteilung in Entwicklungsländern, S. 152 - 156

⁷ Vgl. *Ahluwalia*, Income Distribution and Development: Some Stylized Facts, S. 129 sowie *Sundrum*, Income distribution in less developed countries, S. 71 - 127 speziell S. 86.

⁸ Vgl. *Offe*, Das Dilemma der Gleichzeitigkeit - Demokratisierung und Marktwirtschaft in Osteuropa, S. 279 - 292.

vielleicht erreicht wurde, besonders groß. Wie schon Mandeville erkannte, hängt der Neid „hauptsächlich von der Nähe oder Entfernthet der betreffenden Objekte ab“⁹ und nimmt mit der sozialen Nähe zu. So betont auch Schoeck „Eine Gesellschaft, in der alle gleich wenig oder gleich viel Eigentum besäßen bzw. von Staats wegen zugeteilt erhielten, wäre nicht etwa ein von Neid verschontes Idyll, sondern eine Hölle, in der keiner seiner Haut sicher wäre.“¹⁰ Vor diesem Hintergrunde erscheint es als besonders dringlich, sich über die Rolle der Einkommensverteilung in einer Marktwirtschaft Gedanken zu machen.

Folglich stellt sich die Frage, inwieweit eine Vergleichmäßigung der Einkommensverteilung die evolutorische Dynamik einer auf Wettbewerb als Koordinationsmechanismus beruhenden Wirtschaft beeinträchtigt. Die Einkommensverteilung kann in dieser Entwicklung zur Marktwirtschaft folglich nicht nur als Begleitumstand des Umbruchs gedeutet werden. Es kommt ihr offensichtlich in einer wettbewerblich gesteuerten Wirtschaft eine wichtigere Aufgabe zu. Ziel dieser Ausführungen ist es daher, verschiedene Gesichtspunkte aufzuzeigen, die die Rolle der Einkommens- und Gewinnstreuung für die Entwicklung einer Marktwirtschaft verdeutlichen.

Es ist in Anbetracht der sich überstürzenden Reformbemühungen in den Ostblockländern nicht fraglich, daß eine auf Wettbewerb beruhende dezentrale Koordination des Wirtschaftsgeschehens gegenüber den verschiedenen Möglichkeiten zentraler Koordination überlegen ist. Was nun die Einkommensverteilung angeht, so wird in diesem Zusammenhang der Wichtigkeit einer differenzierten Entlohnung als Anreizsystem die entscheidende Bedeutung beigemessen. Es soll im folgenden auf die unmittelbare Rolle der Einkommensverteilung im Hinblick auf die damit verbundenen Leistungsanreize, nach einer Erläuterung des empirischen Befundes, eingegangen werden. Aufmerksamkeit wird anschließend der Bedeutung der Einkommensstreuung für die nachfrageseitig bedingte Entwicklung einer Wirtschaft gelten. Schließlich erfolgt ein Eingehen auf die Rolle der Gewinnstreuung für das Wirtschaftswachstum und die Entwicklung des Angebots. Danach soll versucht werden, eine Erklärung für die Stabilität der Kurve der personellen Einkommensverteilung zu geben. Schlußendlich stellt sich die Frage nach den wirtschaftspolitischen Folgerungen bezüglich des Ziels „gerechte Einkommensverteilung“.

⁹ *Mandeville, The Fable of the Bees*, S. 122.

¹⁰ *Schoeck, Der Neid und die Gesellschaft*, S. 66.

2. Der empirische Befund

Die Theorie der personellen Einkommensverteilung beginnt mit Paretos Beitrag 1896.¹¹ Ihm war aufgefallen, daß die Häufigkeitsverteilungen der Einkommensteuerstatistiken für verschiedene Volkswirtschaften zu verschiedenen Zeiten von der erwarteten Normalverteilung abweichen und immer einen ausgeprägt rechtsschiefen (linkssteilen) Verlauf aufweisen. Pareto versuchte, die typische Gestalt der von den höheren Einkommen her kumulierten Verteilung durch eine loglineare Beziehung darzustellen, die heute unter dem Namen Paretos Gesetz bekannt ist.¹²

Der Glaube, der schon Pareto beschäftigt hatte, daß letztlich auch die Einkommensverteilung durch eine Normalverteilung darstellbar sein müßte, führte Gibrat zur Log-Normalverteilung.¹³ Inzwischen gilt die Log-Normalverteilung tatsächlich als ein Konzept, mit welchem sich neben Einkommensverteilungen¹⁴ auch andere ökonomische Streuungsphänomene darstellen lassen.¹⁵ Überraschenderweise kann man mit der Log-Normalverteilung nicht nur die Einkommensverteilungen verschiedener Volkswirtschaften gut approximieren, sondern besonders Teilverteilungen von Einkommensverteilungen werden überzeugend beschrieben und zwar umso besser, je homogener die beobachtete Gruppe ist.¹⁶ Auch für die Bundesrepublik und das Jahr 1981 läßt sich dieser Verlauf für die Gruppen der Rentner, Arbeiter, Angestellten, Beamten, selbständigen Landwirte und Selbständigen in sonstigen Wirtschaftsbereichen feststellen, wobei die Einkommenskonzentration bei den Rentnern am geringsten und bei der Gruppe der Selbständigen in sonstigen Wirtschaftsbereichen, bei der auch die hohen Einkommen die größte Häufigkeit aufweisen, den höchsten Wert annimmt.¹⁷

Bezüglich der höheren Einkommen wird allerdings für Marktwirtschaften oft davon ausgegangen, daß sich zwar der untere und mittlere Einkommensanteil gut durch eine Log-Normalverteilung abbilden lasse, für den Bereich der höheren Einkommen jedoch eine Pareto-Verteilung angemess-

¹¹ Pareto, *La Courbe de la Répartition de la Richesse*

¹² Blümle, Paretos Gesetz, S. 17-19.

¹³ Gibrat, *Les inégalités économiques*

¹⁴ Aitchison/Brown, *The Lognormal Distribution*; Thatcher, *The Distribution of Earnings of Employees in Great Britain*, S. 151-159 sowie Phelps Brown, *The Inequality of Pay*

¹⁵ Aitchison/Brown, S. 100-103.

¹⁶ Aitchison/Brown, S. 116-120, speziell S. 118.

¹⁷ Vgl. die graphische Darstellung in: Hardes/Rahmeyer/Schmid, *Volkswirtschaftslehre*, S. 281 sowie *DIW-Wochenbericht*, S. 312.

sener ist.¹⁸ Die Tatsache einer höheren Einkommenskonzentration in den oberen Einkommensklassen wird auf die Existenz von Vermögenseinkommen¹⁹ oder auf die Bedeutung der leitenden Angestellten in Hierarchien mit größeren individuellen Entscheidungsspielräumen in Marktwirtschaften zurückgeführt.²⁰

Auffallend bleibt allerdings, daß für die Einkommensverteilung der Unselbständigen, sieht man von den Höchsteinkommen ab, unabhängig von der Wirtschaftsordnung eine Log-Normalverteilung als gute Anpassung gilt.²¹ Die Einkommensungleichheit erscheint in einem Vergleich zwischen den Kommunistischen Systemen Europas und den Staaten Westeuropas in ersteren im Durchschnitt geringer,²² jedoch erweist sich die Einkommensverteilung in der UdSSR (1959) als deutlich ungleicher als die in der BRD (1957).²³

Dieser Sachverhalt überrascht insofern, als das Ziel einer gerechten Einkommensverteilung in sozialistischen Ländern sicherlich eine vergleichsweise höhere Priorität haben sollte. Im folgenden soll allerdings die Einkommensverteilung nicht so sehr als Ziel, sondern als Mittel im Blickpunkt stehen. Trotz der vergleichbaren Einkommensstreuung scheint das Entlohnungssystem in sozialistischen Ländern keine vergleichbaren Leistungsanreize zu vermitteln. Naheliegend ist, daß dies daher rührt, daß die Anreizwirkung der Einkommen dadurch geschmälert wird, daß ihnen kein entsprechendes Angebot an Gütern gegenübersteht. Die Einkommensverteilung vermag also ihre Anreizfunktion nur über ein entsprechendes Güterangebot zu vermitteln. Zugleich wirkt jedoch die Einkommensverteilung in einer Marktwirtschaft auf das Güterangebot zurück. Das durch geringe Diversifikation gekennzeichnete, wenig attraktive Güterangebot in sozialistischen Ländern hat jedoch seine Ursache nicht nur im Vereinheitlichungszwang zentraler Planung. In einer durch Wettbewerb gesteuerten Wirtschaft führen Einkommens- und Gewinnstreuung über die Allokation zu einer hohen Evolutionsdynamik. Dieser Unterschied wurde immer wieder in der Bedeutung von Industriespionage für den technischen Fortschritt in sozialistischen Ländern deutlich. Nach dem Eingehen auf die Einkommensverteilung als System von Leistungsanreizen soll daher erörtert

¹⁸ Vgl. die Quellen, die bei *Bronfenbrenner*, *Income Distribution Theory*, S. 54 Fußnote 12 angegeben sind.

¹⁹ *Lange*, Einführung in die Ökonometrie, S. 149.

²⁰ *Lydall*, *The Structure of Earnings*, S. 127ff.

²¹ *Lydall*, S. 127ff.

²² Vgl. *Lindblom*, *Jenseits von Markt und Staat*, Tabelle S. 425

²³ Vgl. *Lindblom*, Tabelle S. 424.

werden, wie die Einkommensverteilung in einer Marktwirtschaft das diese Leistungsanreize vermittelnde Güterangebot beeinflußt.

3. Einkommensstreuung als Leistungsanreiz

Wenn zwischen der Einkommensstreuung und Leistungsanreizen eine Beziehung hergeleitet werden soll, so muß zunächst betont werden, daß bei verschiedenen Entlohnungssystemen und Umständen des Einkommenserwerbs dem Einkommen als Leistungsmesser entscheidende Bedeutung zukommt. Es erscheint einleuchtend, daß in einer pluralistischen Gesellschaft, in der die Motivation zur Arbeit nicht wesentlich durch einen ideologischen Überbau erfolgt, dem Einkommen diese Rolle zukommt. In einer Wirtschaft, in welcher der Wettbewerb zentrales Prinzip ist, besteht auch Bedarf an einem Gradmesser der individuellen Wettbewerbsfähigkeit. Selbst bei Höchstverdienern, bei denen man Sättigung, was die Bedürfnisse angeht, unterstellen sollte, die auch oft zeitlich kaum in der Lage sind, die konkreten Vorteile ihres Einkommens im Konsum zu nutzen, bleibt das Einkommen als Leistungsanreiz bestehen. Dies wird auch durch Untersuchungen erhärtet, die zum Ergebnis kommen, daß Personen mit hohem Einkommen dem Einkommen vor Steuern eine stärker motivierende Rolle als dem verfügbaren Einkommen beimessen.²⁴ Letztlich wird ja auch im sportlichen Wettbewerb für jede Reihung auch unter verschiedenen Gesichtspunkten komplexer Leistungen ein eindeutiger Maßstab individueller Leistung erzwungen. Das Einkommen stellt demzufolge gerade in der gleichen sozialen Schicht und damit in vergleichbaren Arbeits- und Lebensbedingungen, entsprechend dem Wettbewerb in der gleichen sportlichen Disziplin, den entscheidenden Maßstab dar. Zugleich muß aber auch ein differenziertes Güterbündel ermöglichen, das Einkommen als „imaginäre Punktezahl“²⁵ für die Zugehörigkeit zu einer Klasse durch demonstrativen Konsum sichtbar zu machen.

Es ist überraschend, daß die Häufigkeitsverteilung der Einkommen in vergleichsweise homogenen Gruppen ein qualitativ ähnliches Bild der Einkommensstreuung bietet, wie die Einkommensverteilung insgesamt.

Bezüglich homogener Gruppen muß bei einer Erklärung der Einkommensstreuung davon ausgegangen werden, daß auch in diesen eine gewisse Streuung von Fähigkeiten und charakterlichen Eigenschaften vorliegt. Eine Schiefe der Verteilung könnte nun dadurch erklärt werden, daß eine positive Korrelation zwischen den Ausprägungen günstiger Merkmale besteht,

²⁴ Vgl. *Lindblom*, S. 85

²⁵ Vgl. *Lindblom*, S. 85

die für die Entlohnung entscheidend sind. Die festgestellten positiven Korrelationen zwischen Intelligenz und Mobilität, Mobilität und Motivation, Mobilität und häuslichen Verhältnissen sowie, wenn auch überraschend gering, zwischen Mobilität und Ausbildungsstandard²⁶ könnten im Wettbewerb so multiplikativ zusammenwirken.²⁷ Selbst wenn jedoch die leistungsbestimmenden Merkmale insgesamt symmetrisch verteilt sind, läßt sich das Entstehen der Schiefe erklären.

Leistungsanreize durch Einkommensdifferenzen werden ja entsprechend dem Grenznutzen des Einkommens vermittelt und demgemäß wäre auf die Nutzenverteilung abzustellen. Wird diesbezüglich als die gebräuchlichste konkretisierte Nutzenfunktion eine solche vom Weber-Fechner-Typ unterstellt ($U = a \ln y$), so entspricht der Log-Normalverteilung der Einkommen eine Normalverteilung der Nutzen. Darauf hat Wijk,²⁸ der die Log-Normalverteilung für Einkommen unabhängig von Gibrat entwickelt hat, aufmerksam gemacht. Beckmann verweist bei der Unterstellung eines solchen, dem Weber-Fechner'schen Gesetz folgenden Entlohnungsprinzips auf das Artashastra der indischen Könige.²⁹ Die Annahme eines abnehmenden Grenznutzen des Einkommens wird im übrigen auch durch die Interpretation von Elastizitäten bestätigt.³⁰ Wenn nun die Grenzproduktivitäten der Leistungsanreize mit der Leistungsfähigkeit streuen, werden bei einer Optimierung der Einkommensanreize entsprechend den Nutzenfunktionen diese auch in den Einkommen zum Ausdruck kommen. Wenn die Grenzproduktivität von Leistungsanreizen mit steigenden Qualifikationen zunimmt, so läßt sich auf diese Weise auch verständlich machen, daß die Schiefe und Streuung der Einkommensverteilung von bezüglich der Qualifikation homogenen Gruppen mit zunehmendem Qualifikationsniveau steigt; dies kann allerdings auch durch den Human-Capital-Ansatz erklärt werden.³¹

Was nun die qualitativ ähnliche Gestalt der Einkommensverteilung insgesamt angeht, so vermag man deren Gestalt über den Human-Capital-Ansatz zu begründen.³² In diesem Zusammenhang beziehen sich die Leistungsanreize langfristig auf Berufswahl und Bildungsinvestitionen, wobei

²⁶ Eysenck, *The inequality of man / Die Ungleichheit der Menschen*, S. 151

²⁷ Vgl. Blümle, *Theorie der Einkommensverteilung*, S. 52 - 56

²⁸ Pen, *Income Distribution*, S. 254.

²⁹ Vgl. Beckmann, *Personelle Einkommensverteilung in hierarchischen Organisationen*, S. 138

³⁰ Vgl. Beckmann, *Einkommens- und Preiselastizitäten bei additiver Nutzenfunktion*, S. 284.

³¹ Vgl. Mincer, *The Distribution of Labor Incomes*, S. 8.

³² Vgl. Blümle, *Theorie der Einkommensverteilung*, S. 60 - 65.

natürlich auch Nutzenfunktionen Bedeutung erlangen.³³ Langfristig wirkt aber wohl auch die Asymmetrie der Konkurrenz.³⁴ Höher Qualifizierte können mit schwächer Qualifizierten in Wettbewerb treten, wenn deren Beschäftigungsumstände im Verhältnis zum Einkommen den Qualifizierten attraktiv erscheinen. Da dies umgekehrt nicht möglich ist, wird eine qualifikationsbedingte Differenzierung notwendig sein. In diesem Zusammenhang ist auch auf die Erscheinung des Abstandsneides³⁵ hinzuweisen, der darin zum Ausdruck kommt, daß Facharbeiter ihren Einkommensabstand zu Nichtqualifizierten gewahrt wissen wollen.

Bezüglich der Einkommensverteilung insgesamt fällt es auf diese Weise schwer, die Ähnlichkeit der Einkommensverteilung insgesamt in verschiedenen Wirtschaftssystemen zu erklären. Die gruppenspezifische Festlegung des Einkommens wird in sozialistischen Ländern wohl zentral geplant. Besteht dabei allerdings grundsätzlich und tatsächlich freie Wahl des Arbeitsplatzes, so können sich durchaus auch Mechanismen abspielen wie die oben angeführten. So würde auch verständlich, daß sich auch in sozialistischen Ländern ein ähnliches Entlohnungsmuster durchsetzt.

Im Hinblick auf die Verteilungsunterschiede in unterschiedlichen Wirtschaftssystemen betont in der Tat Wilczynski „the occupational structure of wages and salary rates in socialist countries at present is not much different from that prevailing in the West“.³⁶ Andere Autoren weisen sogar darauf hin, daß „zumindest in der nominellen Einkommensverteilung in einem System mit staatlich festgesetzten Löhnen größere Einkommensdiscrepanzen auftreten können als in einem marktwirtschaftlichen System.“³⁷ Selbst wenn man berücksichtigt, daß große Unterschiede im Preisgefüge einer Marktwirtschaft und den stark verteilungspolitisch bestimmten Preissystemen sozialistischer Länder die Aussagefähigkeit eines Vergleichs der Einkommensverteilungen einschränken, scheinen sich auf den ersten Blick diese Anreizsysteme nicht ausgeprägt zu unterscheiden.

Dennoch bleibt die verbreitete Überzeugung, daß die Anreize zu wirtschaftlicher Aktivität in beiden Systemen als sehr unterschiedlich einzuschätzen sind. Entscheidend hierfür dürfte mehr als das Nominaleinkommen und seine Verteilung die Möglichkeit sein, durch eine hohe Varietät des Güterangebots individuellen Bedürfnissen und Bedürfnissen nach Individualität Rechnung zu tragen. So wird auch verständlich, daß im Sport,

³³ Vgl. Tinbergen, On the Theory of Income Distribution, S. 155 ff.

³⁴ Vgl. Blümle, Theorie der Einkommensverteilung, S. 82 - 83.

³⁵ Vgl. Schoeck, S. 216.

³⁶ Wilczynski, The economics of socialism, S. 105.

³⁷ Füsser/Unger, Vergleich der tariflichen Lohn- und Gehaltsdifferenzierung in der UdSSR und der Bundesrepublik Deutschland, S. 42.

wo beispielsweise in der DDR diesen individuellen Bedürfnissen Rechnung getragen wurde, sich Erfolge einstellen, die ohne besondere Anreize nicht vorstellbar sind.

In diesem Zusammenhang wird nun die zentrale Bedeutung des marktlichen Koordinationsmechanismus deutlich, der einerseits durch die Ausrichtung an individuellen Bedürfnissen Leistungsanreize und Wettbewerb verstärkt, sie jedoch andererseits durch die Folgen entsprechender Entfaltungsmöglichkeiten für die Gesellschaft nutzt und beschränkt. Der Unterschied zwischen den Einkommensverteilungen östlicher und westlicher Ökonomien im oberen Einkommensbereich, der von Lange³⁸ auf Privateigentum an den Produktionsmitteln zurückgeführt wird, von Lydall³⁹ auf unterschiedliche Verantwortlichkeit, erscheint so als besonders wichtig. Die Erklärung durch die Möglichkeit selbständiger Tätigkeit, die Friedman in den Mittelpunkt seiner Erklärung der Schiefe der Einkommensverteilung gestellt hat,⁴⁰ zielt in die gleiche Richtung. Tatsächlich läßt sich entsprechend Friedmans Argumentation feststellen, daß die Einkommen der Unselbständigen um ein niedrigeres Durchschnittseinkommen weniger streuen und die der Selbständigen bei höherem Durchschnittseinkommen eine größere Streuung aufweisen.⁴¹ Dieser Friedman'sche Gedankengang soll abschließend wieder aufgenommen werden, wenn der Zusammenhang zwischen Einkommensverteilung und Nachfrage sowie zwischen Gewinnverteilung und Angebot erörtert wurde.

4. Nachfrageelastizitäten und Einkommensverteilung

Werden für das Nachfrageverhalten einzelner Haushalte für ein Gut isoelastische Nachfragefunktionen bezüglich des Einkommens mit der Elastizität π und des Preises mit der Elastizität ε unterstellt, so kann man die Bedeutung der Einkommensverteilung, gemessen durch σ^2 die Varianz der logarithmierten Einkommen, für die Preisabsatzfunktion des fraglichen Marktes herleiten, wenn man eine Log-Normalverteilung der Einkommen unterstellt.⁴² Die Varianz σ^2 der logarithmierten Einkommen stellt zwar nicht zweifelsfrei das beste Verteilungsmaß dar, erst die Annahme einer Log-Normalverteilung ermöglicht jedoch diese Herleitung. Das Ergebnis ist auch unmittelbar einsichtig, daß nämlich eine Vergleichmäßigung der Ein-

³⁸ Lange, S. 149.

³⁹ Lydall, S. 127ff.

⁴⁰ Friedman, Choice, Chance and the Personal Distribution of Income, S. 288ff.

⁴¹ Vgl. die graphische Darstellung in: Hardes/Rahmeyer/Schmid, S. 281

⁴² Vgl. Blümle, Vom „Segen“ ökonomischer Ungleichheit, S. 146 - 148.

kommensverteilung die Nachfragekurve für relativ superiore Güter ($\pi > 1$) flacher werden läßt. D.h. bezogen auf gleiche Gütermengen verläuft die Nachfragefunktion superiorer Güter starrer, wenn eine ungleichmäßigere Verteilung vorliegt.

Die Bedeutung dieses Sachverhaltes verstärkt sich, wenn man von schichtenspezifisch unterschiedlichen Preiselastizitäten ausgeht. Dabei ist davon auszugehen, daß die Preiselastizität der Nachfrage bei Beziehern höherer Einkommen geringer ist. Der wesentliche Unterschied zwischen den Einkommensverteilungen sozialistischer und marktwirtschaftlicher Volkswirtschaften besteht aber gerade in der entsprechend der Paretoverteilung größeren Häufigkeit höherer Einkommen in letzteren.

5. Die Bedeutung der Einkommensstreuung für den Produktzyklus

In der Marktphasentheorie bestehen verschiedene Konzepte der Phasenunterscheidung. Wir wollen hier nicht auf die Diskussion der Unterscheidbarkeit verschiedener Marktphasen eingehen, sondern uns auf die in allen Konzepten auftretenden zwei ersten, nämlich die Einführungs- und die Ausreifungsphase, beschränken. Eng mit dieser Betrachtungsweise verknüpft ist die Produktzyklustheorie. Die Einkommenselastizität scheint nun eine der brauchbarsten Größen zu sein, durch die sich Marktphasen kennzeichnen lassen.⁴³ Die Einführungsphase wird dabei mit einer Einkommenselastizität von > 1 charakterisiert, und mit zunehmender Dauer des Zyklus sinkt sie auf positive Werte < 1 in der Ausreifungsphase.

Vergleichen wir nun den Produktzyklus in zwei Volkswirtschaften mit unterschiedlicher Einkommensverteilung, so ist festzuhalten, daß eine im Zeitablauf erfolgende Abnahme der Einkommenselastizität den Anstieg der Nachfragekurve im Falle einer ungleicheren Einkommensverteilung stärker ändern wird. Dies bedeutet, daß in der Einführungsphase die Preisstarrheit der Nachfrage bei hoher Einkommenselastizität vergleichsweise groß ist. Eine ungleichmäßigere Einkommensverteilung wird die Einführung eines neuen, noch teuren Gutes mit hoher Einkommenselastizität dadurch begünstigen, daß die Nachfragekurve starrer verläuft. Ferner ist wegen der größeren Häufigkeit höherer Einkommen bei gegebenem Preis das potentielle Marktvolumen, also die in der Einführungsphase absetzbare Menge, vergleichsweise höher. Bei einer derartigen, ungleichmäßigeren Einkommensverteilung läßt sich bei gleicher Menge in der Einführungsphase ein höherer Einführungspreis erzielen, bei gleichem Preis eine größere Menge. Dieser Effekt wird noch verstärkt, wenn wir die oben erwähnten schichtenspezifischen Elastizitätsunterschiede berücksichtigen.

⁴³ Vgl. z. B. *Willms*, Strukturpolitik, S. 379-380.

Die damit begünstigte Einführung neuer Produkte ist jedoch mit fallender Einkommenselastizität des Gutes im Verlaufe des Produktzyklus einer raschen Zunahme der Preiselastizität ausgesetzt, die zu einem vergleichsweise raschen Übergang in die Ausreifungsphase führt. Mit zunehmender Reife kostenbedingte Preissenkungstendenzen werden folglich nachfrageseitig verstärkt und die Ausdehnung des Absatzes begünstigt. Die Dynamik des Wettbewerbsprozesses wird demzufolge bei ungleichmäßiger Einkommensverteilung ausgeprägter sein, weil zum einen in der Einführungsphase die Preiselastizität geringer ist, sie zum anderen im Verlauf des Produktzyklus vergleichsweise rascher zunimmt.

Es ist in diesem Zusammenhang zentral, zwischen dem Produktlebenszyklus und dem Markenlebenszyklus zu unterscheiden. Während das Zunehmen der Preiselastizität in der Entwicklung des Produktzyklus vielfach bestätigt wird,⁴⁴ ergibt sich für den Markenlebenszyklus ein anderer Verlauf. Die Einführung einer neuen Marke in einen etablierten Markt erfolgt in Substitutionskonkurrenz bei hoher Preiselastizität, die bis in die Reifephase sinkt und in der Degenerationsphase wieder zunimmt. Für den Markenlebenszyklus weist die Preiselastizität damit einen U-förmigen Verlauf auf.⁴⁵

Uns interessiert hier aber der Produktzyklus. Als „Harrods-Gesetz“ wird die Abnahme der Preiselastizität der Nachfrage im Wirtschaftswachstum bezeichnet. Was für die Zeitreihenbetrachtung gilt, trifft auch für die Querschnittsbetrachtung zu, daß nämlich bei höheren Einkommen die Preiselastizitäten klein sind, die Preisnachfragekurve also steil verläuft. Dieser Sachverhalt wurde oben über die Einkommensverteilung begründet. Ferner wird meist davon ausgegangen, daß die Preiselastizität der Nachfrage bei neuen Gütern gering ist, weil die Preise noch ungewohnt sind und experimentelle Käufe eher durch Käufer mit hohem Einkommen erfolgen.⁴⁶ Die Rolle der Käufer mit hohem Einkommen und einer preisunelastischen Nachfrage in der Einführungsphase werden in den verschiedenen Theorien des Produktzyklus hervorgehoben.⁴⁷

Zugleich dürften bei neuen Produkten andere Aspekte, insbesondere auch der Prestigewert, maßgeblich für das Nachfrageverhalten sein. Die Nachfrage nach neuen Produkten erweist sich folglich insbesondere für die Entwicklung sozial abhängigen Konsums als entscheidend. Dieser Sachverhalt wird in Abschnitt 6. erläutert. Die Einführung eines neuen Produktes kann u.U. begünstigt werden, wenn es dem Anbieter gelingt, durch Preisdifferenzierung und Produktdifferenzierung einen Teil der Konsumenten-

⁴⁴ Vgl. z. B. die Quellenangaben von: *Simon*, Dynamische Preispolitik, S. 181.

⁴⁵ Vgl. *Simon*, S. 191.

⁴⁶ Vgl. *Streissler* E. und M., Einleitung, S. 63.

⁴⁷ Vgl. z. B. *Behrens*, Dynamischer Wettbewerb und Wachstum, S. 80.

rente abzuschöpfen. Ein größerer Teil von Empfängern höherer Einkommen mit geringeren Preiselastizitäten wird diese Möglichkeiten begünstigen. Gerade neue Produkte bieten so die Möglichkeit, Prestigeverhalten in der Nachfrage zu nutzen.

6. Einkommensverteilung und sozial abhängiger Konsum⁴⁸

Neuere Untersuchungen zum Konsumentenverhalten in der Bundesrepublik kommen zu dem Ergebnis, daß die Einkommenselastizitäten im Zeitablauf überwiegend sinkende Trends aufweisen und demgemäß Sättigungstendenzen bei vielen Haushalten zu vermuten sind.⁴⁹ Die Empfehlung, „daß durch eine Umverteilung der Einkommen zugunsten der Bezieher niedriger Einkommen ein Nachfragesog induziert werden kann“⁵⁰, leuchtet unmittelbar ein. Tatsächlich ergab eine Untersuchung des Sparverhaltens in der Bundesrepublik, daß die Entwicklung der Sparquote von 1950 - 1979 „von wenigen durch Sondereinflüsse geprägten Ausnahmefällen abgesehen“⁵¹ eine mit zunehmendem Einkommen entsprechend der Hypothese des absoluten Einkommens zunehmende Sparquote aufwies. Die Frage, ob die Keynes'sche Konsumfunktion bei einer mit steigendem Einkommen abnehmenden durchschnittlichen Konsumquote auch langfristig zutrifft, ist eine, die wie kaum eine andere die theoretische und ökonometrische Forschung stimuliert hat. Sie führte zur Unterscheidung einer kurzfristigen Konsumfunktion mit diesen keynesianischen Eigenschaften und einer langfristigen Konsumfunktion mit konstanter durchschnittlicher Konsumquote. Kurzfristig kann demzufolge, da dieser Typ der Konsumfunktion in Querschnittsuntersuchungen bestätigt wurde, über eine Vergleichmäßigung der Einkommensverteilung eine Belebung der Nachfrage erfolgen. Die Frage jedoch, die sich bei langfristiger Betrachtung stellt, ist auch hier, ob sich die Ergebnisse von Analysen für unterschiedliche Fristen nicht grundlegend unterscheiden.

Bei der Berücksichtigung sozial abhängigen Konsums entsprechend der Theorie von Duesenberry⁵² wird nämlich die Nachfrage, durch den Versuch der unteren Schichten im Konsum mitzuhalten, langfristig stimuliert, und als Antwort darauf entsteht der Versuch der Oberschicht, sich im Konsum

⁴⁸ Vgl. *Blümle*, Personelle Einkommensverteilung und Konsumnachfrage, S. 145-156

⁴⁹ Vgl. *Schöll*, Konsumentenverhalten in der Bundesrepublik Deutschland 1958-1986, S. 225.

⁵⁰ *Schöll*, S. 226.

⁵¹ *Maier*, Der Sparprozeß in der Bundesrepublik Deutschland, S. 278.

⁵² *Duesenberry*, Income-consumption relations and their implications, S. 54-81.

abzusetzen. Dieses dynamische Wechselspiel von Nachahmung im Sinne des Mitläufereffekts und Absetzungsversuchen entsprechend dem Snobeffekt führt dazu, daß sich neue Güter des Geltungskonsums bei einer ungleichmäßigen Verteilung rascher durchsetzen. Da neue Güter – von der Biokost bis zum CD-Player – jedoch meist auch eine demonstrative Konsumkomponente aufweisen, werden Produktinnovationen solchermaßen begünstigt. Die Geschichte der Luxusverbote und deren Ende mit dem „Beginn der wirtschaftlich kraftvolleren, expansiven freieren Marktwirtschaft“⁵³ zeigt zum einen die gesellschaftliche Bedeutung dieser Erscheinung und zum anderen zugleich deren Bedeutung für die wirtschaftliche Entwicklung einer Marktwirtschaft.

Werden Konzepte der Messung der personellen Einkommensverteilung erörtert, so wird an ein Maß meist die Forderung gestellt, daß es der Bresciani-Turroni-Bedingung genügt, d. h. auf Vervielfachungen aller Einkommen mit dem gleichen Faktor nicht anspricht.⁵⁴ Diese Forderung, deren Berechtigung unmittelbar einleuchtet, wenn darauf hingewiesen wird, daß Verteilungsmessung unabhängig von Inflation möglich sein sollte, scheint weniger unproblematisch, wenn reale Einkommensänderungen mit gleicher Rate im Wachstumsprozeß betrachtet werden. Gottfried Bombach hat in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß bei durch konstante Proportionen charakterisierter gleichbleibender Einkommensverteilung im Wachstumsprozeß ja die absoluten Unterschiede zunehmen. „Und vielleicht fühlen die Menschen, die nicht auf die Statistiken, sondern auf die Konsumgewohnheiten schauen, diese absoluten Abstände viel stärker.“⁵⁵ Wir müssen wohl auch bei der Erklärung von Nachfrageverhalten durch die Nutzentheorie zwischen kurzfristiger Präferenz und langfristigem Befriedigungsniveau unterscheiden.⁵⁶ Das langfristige Befriedigungsniveau wird aber entscheidend von rangbegründenden Beziehungen bestimmt,⁵⁷ die sich in der Nachfrage nach Positionierungsgütern äußern. Es ist wohl unmöglich, dem gleichen realen Lebensstandard eines Facharbeiters 1990, der von einem Unternehmer des Jahres 1950 wohl kaum erreicht wurde, gleiches Befriedigungsniveau zuzuordnen. Auch in diesem Zusammenhang sozial abhängigen Nachfrageverhaltens erhält die Einkommensverteilung entscheidende Bedeutung.

Ich habe nun in einem, der Argumentation von Abschnitt 4. entsprechenden Ansatz mit einer Gruppe von Konsumführern und einer von Mit-

⁵³ Schoeck, S. 225.

⁵⁴ Vgl. Blümle, Zur Messung der personellen Einkommensverteilung, S. 45-65.

⁵⁵ Bombach, Neue Dimensionen der Lehre von der Einkommensverteilung, S. 20.

⁵⁶ Vgl. Krelle, Präferenz- und Entscheidungstheorie, S. 26 und insbesondere S. 28-41.

⁵⁷ Vgl. Krelle, S. 33-41.

läufern gezeigt, daß sich die Wirkung der Verteilungsänderung durch einen Mitläufereffekt verdoppelt, wenn man langfristig von einem absoluten Mithalten im Sinne des Aufrechterhaltens einer gleichen Relation ausgeht.⁵⁸ Wie dort gezeigt, tritt auch dieser Effekt bei relativ superioren ($\pi > 1$) Gütern auf, aber gerade auf solche dürfte sich ja der Mitläufereffekt beziehen. Diese Güter sind es auch, die mit besonderer wettbewerblicher Dynamik verbunden sind. Dabei ist zu beachten, daß auf diese Weise nicht ausschließlich neue Güter für Konsumzwecke angeregt werden. So hat sich im Bereich der Elektronik gezeigt, daß ähnliche Techniken im konsumtiven und im investiven Bereich angewendet werden.⁵⁹ Große Stückzahlen werden demzufolge auch über den Konsumbereich hinaus Entwicklungen begünstigen, die Wettbewerb in großen Märkten ermöglichen, internationale Konkurrenzfähigkeit fördern und durch Kostendruck einsparungs- und produktivitätssteigernde Folgen zeitigen.

Der Versuch, durch vergleichmäßige Umverteilungsmaßnahmen die Nachfrage zu stimulieren, wird zwar kurzfristig erfolgreich sein, aber langfristig genau das Gegenteil bewirken und eine Volkswirtschaft der Stagnation näher bringen.

Es zeigt sich, daß eine sich auf Durchschnittsgrößen beschränkende Betrachtung zu anderen Ergebnissen führen kann als eine, welche Streuungen berücksichtigt. Gehen wir entsprechend der Keynes'schen Konsumfunktion von einer Einkommenselastizität < 1 für den Konsum aus, dann wirkt eine Verungleichmäßigung der Verteilung nachfragedämpfend. Stellen wir jedoch in Rechnung, was empirisch immer bestätigt wird, daß Konsumgüter mit Einkommenselastizitäten > 1 existieren und nehmen wir an, daß darunter gerade die Positionierungsgüter des sozial abhängigen Konsums sind, so kommen wir bezüglich der langfristigen Nachfrageentwicklung zu einem gegensätzlichen Ergebnis.

7. Interdependenzen zwischen Verteilung des Gesamteinkommens und wirtschaftlicher Entwicklung

Die bisherigen Ausführungen haben gezeigt, daß die Einkommensverteilung eine wichtige Determinante der langfristigen Nachfrage darstellt und wohl entgegen kurzfristig keynesianischer Betrachtung Stagnationstendenzen durch eine ungleichere Verteilung eher verhindert als gefördert werden. Es scheint mir daher gerechtfertigt, für die langfristige Betrachtung

⁵⁸ Blümle, Personelle Einkommensverteilung und Konsumnachfrage, S. 145-156, speziell S. 153.

⁵⁹ Vgl. Blümle, Personelle Einkommensverteilung und Konsumnachfrage, S. 145-156.

tung in entwickelten marktwirtschaftlichen Volkswirtschaften davon auszugehen, daß eine ungleichmäßigere Verteilung das Konsumklima anregt, den Konsum tendenziell stimuliert und die Sparbereitschaft senkt.

Ferner wirkt die Verteilung maßgeblich auf die Dynamik des Wettbewerbs, indem die Entwicklung, Einführung und Durchsetzung neuer Güter durch eine ungleichere Verteilung begünstigt werden. Die im Vergleich zu marktwirtschaftlichen Ländern überraschend ungleiche Einkommensverteilung in sozialistischen Ländern könnte auch darin begründet sein, daß die Anreizwirkungen des Einkommens in Anbetracht des Fehlens eines attraktiven Güterangebots gering bleiben und solchermaßen eine entgegen politischen Absichten ungleiche Verteilung letztlich doch nicht die als notwendig erkannten Arbeitsanreize schaffen kann, wie sie sich in marktwirtschaftlichen Ländern zeigen.

Eine systembedingt unterschiedliche Rolle spielen auch die Gewinneinkommen. Wir wollen uns nun der Rolle der Gewinnstreuung in diesem Wettbewerb zuwenden.

8. Streuung der Stückgewinne und wirtschaftliche Entwicklung

Es soll hier ein Modell diskutiert werden, in welchem der Streuung der Stückgewinne besondere Bedeutung zukommt.⁶⁰ Die Begründung dieser Gewinnstreuung kann entsprechend einer Barone-Kurve erfolgen, wobei in dynamischer Betrachtung davon ausgegangen wird,⁶¹ daß die Gestalt der Baronekurve nicht gleichbleibt,⁶² sondern lediglich eine bestimmte Gewinnstreuung besteht, die sich ändern kann. Diese Gewinnstreuung hat einerseits ihre Ursache in unterschiedlichen Kosten, die durch verschiedene Produktionsverfahren bedingt sind. Dementsprechend wird sie von Prozeßinnovationen beeinflusst. Zugleich können jedoch besondere Stückgewinne als Folge einer erfolgreichen Produktinnovation realisiert werden. Aus modelltheoretischen Gründen, die sich jedoch auch durch die Empirie begründen lassen,⁶³ wird eine Log-Normalverteilung dieser Stückgewinne unterstellt.

Hohe Differentialgewinne, die sich in einer großen Streuung v der Stückgewinne äußern, treten als Folge von Innovationen auf, deren Einführung durch Schumpeter'sche Unternehmer erfolgt. Diese Gewinnmöglichkeiten werden nun von nachahmenden Unternehmern wahrgenommen

⁶⁰ Blümle, Wachstum und Konjunktur, S. 13-37.

⁶¹ Blümle, Wettbewerb und Wirtschaftswachstum, S. 311-324.

⁶² Zur Kriük vgl. auch Englmann, Evolutorische Makroökonomik, S. 2.

⁶³ Blümle, Wachstum und Konjunktur, S. 21-24.

und zu einer Zunahme von Investitionen führen. Beruht die Erhöhung der Gewinnstreuung auf einem Nachfrageschock, so wird in der nachteilig betroffenen Branche ein Rückgang der Investitionen auftreten, der aber nach unten begrenzt ist, denn die Nettoinvestitionen können im Extremfall nur die negativen Werte von Abschreibungen annehmen, die bei nachfragebedingt geringer Auslastung niedrig bleiben. In den Bereichen, in welche sich die Nachfrage verlagert hat, werden dagegen durch realisierte Gewinne und besondere Kreditwürdigkeit einerseits die Investitionsmöglichkeit und durch hohe Gewinnerwartungen andererseits die Investitionschancen zu überkompensierenden Investitionen führen.

Das Investitionsverhalten soll nun durch die Wachstumsrate der Investitionsquote $W_{I/Y}$ dargestellt werden, die entsprechend obiger Begründung von der Varianz der logarithmierten Stückgewinne abhängt. Für den Fall, daß die Gewinnstreuung verschwindet, sehen die Nachahmer keine Investitionsmöglichkeiten und die Wachstumsrate der Investitionsquote würde in einem solchen Extremfall negative Werte annehmen. Für eine lineare Beziehung ergäbe sich also folgende Gleichung: $W_{I/Y} = -a_1 + a_2v$. Die Parameter a_1 und a_2 sind positiv.⁶⁴ a_2 kann dabei als Arbitrageintensität gedeutet werden, denn dieser Parameter drückt aus mit welcher Intensität die findigen Unternehmer vorhandene Gewinnchancen nutzen.

Es ist nun davon auszugehen, daß durch hohe Investitionen der Imitatoren die Gewinndifferentiale wegkonkurriert werden. Mit zunehmenden Investitionen verringert sich folglich die Gewinnstreuung, weil die besten Gewinnchancen zunehmend genutzt werden. Die Streuung der Stückgewinne nimmt demzufolge umso rascher ab, je höher die Investitionsquote ist; die Wachstumsrate W_v der Gewinnstreuung korreliert also mit der Investitionsquote negativ. Die Beziehung: $W_v = b_1 - b_2I/Y$ bringt diesen Zusammenhang zum Ausdruck. Auch hier können die Parameter b_1 und b_2 als positiv begründet werden. b_2 bringt dabei die Geschwindigkeit zur Geltung, mit der Gewinndifferentiale abgebaut werden und eine Sättigung im Sinne von Helmstädter⁶⁵ durch völligen Abbau der Gewinndifferentiale erfolgt. Dieser Parameter könnte folglich als Ausdruck der Wettbewerbsintensität gedeutet werden, der darstellt, mit welcher Geschwindigkeit temporäre Monopolstellungen verschwinden. Der positive Parameter b_1 bedingt nach dieser Gleichung, daß die Wachstumsrate der Differentialgewinne bei einer Investitionsquote von 0 positiv bleibt und läßt sich als Beitrag des autonomen technischen Fortschritts interpretieren, der durch Verbesserungen in den Ersatzinvestitionen auch bei einer Investitionsquote von 0 Gewinndifferentiale entstehen läßt.

⁶⁴ Bezüglich der Begründung des Vorzeichens von a_1 sei auf *Blümle*, Wachstum und Konjunktur, S. 26 verwiesen.

⁶⁵ Vgl. *Helmstädter*, Dynamischer Wettbewerb, Wachstum und Beschäftigung, S. 71.

Das Modell bringt also zum Ausdruck, wie Schumpeter'sche Unternehmer durch Innovationen mit der Gewinnstreuung zugleich die Gewinnchancen als Beute für die Nachahmer bereitstellen. Die im Wettbewerb der Nachahmer erfolgende Vereinheitlichung von Produkten und Produktionsverfahren bereitet dann wieder den Boden für Schumpeter'sche Unternehmer vor, zumal in diesem Wettbewerb der Nachahmer es auch zum Ausscheiden von Wettbewerbern kommt. Die Logik dieses Ansatzes und das zugehörige Differentialgleichungssystem aus zwei nichtlinearen Gleichungen entsprechen folglich dem Ansatz eines „Räuber-Beute-Modells“.⁶⁶

Gemäß diesem sogenannten Lotka-Volterra-Modell ist nun eine ungedämpfte Schwingung der Streuung v und der Investitionsquote I/Y um einen singulären Punkt zu begründen. Dieser singuläre Punkt im $v - I/Y$ – Diagramm läßt sich zwar langfristig als Mittellage auffassen, wird jedoch nie erreicht. In einem solchen Falle würde der dynamische Prozeß zum Erliegen kommen. Dieses entspricht letztlich auch Schumpeters Verständnis, daß sich der Wettbewerb notwendigerweise in konjunkturellen Wellen durchsetzt.

Als Koordinaten dieser mittleren Lage ergeben sich für v und I/Y die Werte: $(I/Y)^* = b_1/b_2$ und $v^* = a_1/a_2$. Zwar kann man auf diese Weise das Zusammenwirken von Einkommensverteilung und Investitionsquote im Konjunkturablauf gut und anschaulich interpretieren,⁶⁷ hier soll nun aber ein anderer Aspekt herausgearbeitet werden. Dazu werden wir zunächst die Parameter des Modells nochmals erläutern.

Ein hohes b_1 in der Beziehung $W_v = b_1 - b_2 I/Y$ bringt zum Ausdruck, daß die Gewinnstreuung selbst bei geringer Investitionsquote zunimmt, weil ausgeprägter autonomer technischer Fortschritt auftritt. Ein hohes b_2 dagegen bedeutet, daß Gewinndifferenzen durch Investitionen rasch abgebaut werden. Was nun a_1 und a_2 in der Gleichung $W_{I/Y} = -a_1 + a_2 v$ angeht, so habe ich a_2 als Ausdruck der Arbitrageintensität verstanden, denn je größer dieser Wert ist, desto heftiger reagieren die Wettbewerber mit ihren Investitionen auf Gewinnmöglichkeiten. a_1 stellt die Schrumpfrate der Investitionsquote dar, wenn die nachahmenden Wettbewerber bei einer Gewinnstreuung von 0 keine lohnenden Investitionsprojekte mehr sehen.

Wenn wir nun nach den Ausführungen der Abschnitte 4 bis 7 die Einkommensstreuung als Ganzes in dieses Modell einzubeziehen versuchen, so scheint es einleuchtend, daß b_1 , die Rate des als autonom angenommenen technischen Fortschritts, mit der Streuung aller personellen Einkommen θ positiv korreliert ist. Wir waren ja zum Ergebnis gekommen, daß eine ungleichere Verteilung mehr Durchsetzungs- und Entwicklungsmöglichkeit

⁶⁶ Vgl. *Assenmacher*, Lehrbuch der Konjunkturtheorie, S. 103-109.

⁶⁷ *Blümle*, Wachstum und Konjunktur, S. 30-33.

ten für neue Produkte eröffnet. In der Gleichung für W_v könnte dies also durch die Formulierung $W_v = b_1(\theta) - b_2 I/Y$ zum Ausdruck kommen und auf diese Weise ergäbe sich für die Mittellage der Investitionsquote $(I/Y)^*$ die Beziehung $(I/Y)^* = b_1(\theta)/b_2$. Eine ungleichmäßigere Einkommensverteilung würde also einleuchtenderweise größere Innovationsmöglichkeiten eröffnen und folglich langfristig zu einer höheren Investitionsquote führen.

Es ist wichtig, daß sich der vorgestellte Ansatz auf die Streuung der Residualgewinne im Sinne von Stückgewinnen bezieht. Demgemäß vermag er zwar den Wettbewerbsprozeß der Unternehmungen unabhängig von ihrer rechtlichen Form zu beschreiben, ein unmittelbarer Schluß auf die personelle Verteilung der Gewinne ist jedoch nicht möglich.

9. Einkommensverteilung und Beschäftigungsstruktur

Das zuvor erörterte Modell stellt die Bedeutung der Stückgewinnstreuung im Wettbewerb in der Vordergrund. Die Streuung der Differentialgewinne ändert sich zwar im konjunkturellen Ablauf, beharrt aber langfristig auf einem gleichbleibenden Niveau, welches als Mittellage bezeichnet und durch den singulären Punkt der Lösung des Differentialgleichungssystems gegeben ist. Die personelle Verteilung der Gewinneinkommen wird zweifelsohne mit der Änderung der Stückgewinnstreuung ebenfalls variieren, ergibt sich jedoch längerfristig als Folge der Vermögensverteilung im Akkumulationsprozeß und der Verzinsung der Vermögen.

Die Streuung der Stückgewinne kann einerseits zugleich kurzfristig variieren, andererseits aber durchaus damit vereinbar sein, daß der Wettbewerb über die Allokation der Investitionen dazu führt, daß sich die Verzinsungen des investierten Kapitals auszugleichen tendieren und demgemäß die Renditen langfristig nur wenig streuen. Die Verteilung der Gewinneinkommen wird folglich im wesentlichen durch die des Vermögens bestimmt sein. Für die Vermögensverteilung läßt sich jedoch über einen Prozeß individueller Akkumulation eine Paretoverteilung begründen.⁶⁸ Auf diese Weise wird ein Teil des Unterschieds in der Einkommensverteilung zwischen sozialistischen und marktwirtschaftlichen Ländern erklärbar. Es ist jedoch Lange⁶⁹ nicht zuzustimmen, daß dieser Unterschied lediglich durch die Vermögensseinkommen zustandekommt. Auch für die Einkommen der Unselbständigen ist dieser Unterschied festzustellen, was durch den Hierarchie-Ansatz von Lydall auch theoretisch begründet wurde.⁷⁰ Es ist nun interessant,

⁶⁸ Blümle, Vermögensverteilung, personelle Einkommensverteilung und Wirtschaftswachstum, S. 457-488.

⁶⁹ Lange, S. 149.

⁷⁰ Lydall, S. 127 ff.

daß sich Paretoverteilungen zu einer gleichen Verteilung addieren, wenn sie lediglich im Parameter α übereinstimmen.⁷¹ Folglich ergibt sich die Frage, ob sich für die Verteilung der Vermögenseinkommen und der obersten Einkommen der Unselbständigen eine Tendenz zur Übereinstimmung der α – Werte und damit die Paretoverteilung für alle höheren Einkommen begründen läßt.

Milton Friedman hat die schiefe Verteilung der Einkommen dadurch erläutert,⁷² daß er annahm, die Individuen einer Gesellschaft könnten in eine Gruppe der Risikoscheuen und eine der Risikobereiten eingeteilt werden. Die größere Zahl der Unselbständigen ist risikoscheuer und erwirbt im Spiel des Wettbewerbs keine Lose. Die Einkommensstreuung bleibt also gering. Die risikofreudigeren Selbständigen dagegen erwerben Lose und realisieren damit Gewinnmöglichkeiten, die eine größere Einkommensstreuung in dieser Gruppe bewirken. Da jedoch auch die Risikofreudigeren im Grunde risikoscheu sind, bedarf es einer Prämie für die Übernahme des Risikos im Lotteriespiel des Wettbewerbs; diese Prämie äußert sich in einem höheren Durchschnittseinkommen der Selbständigen. Diese strenge Unterscheidung von zwei Gruppen im Friedman-Modell stellt eine aus Gründen der Argumentation verständliche Vergrößerung der Wirklichkeit dar. Leitende Angestellte und Vorstandsmitglieder von Kapitalgesellschaften werden auf unterschiedliche Weise am Erfolg ihres Unternehmens und an dessen Risiken beteiligt sein. Ferner ist es möglich, innerhalb eines Haushalts durch die Tätigkeiten verschiedener Mitglieder eine derartige Portfolioentscheidung im Hinblick auf das Haushaltseinkommen zu treffen. Langfristig werden bei gegebener Verteilung der Risikopräferenzen Wechsel von einem zum anderen Beschäftigungsstatus erfolgen können.⁷³ Ein hohes Gewinnniveau bei hoher Stückgewinnstreuung v wird also Tätigkeiten, bei welchen der Charakter einer selbständigen Tätigkeit stärker ausgeprägt ist, insbesondere bei den besserverdienenden, qualifizierteren bzw. fähigeren Unselbständigen attraktiver machen. Zunehmende Bereitschaft zu Wechsel von Unselbständigen zu selbständiger Tätigkeit wird dazu führen, daß die qualifizierteren Unselbständigen seltener werden, und die Unternehmer versuchen sie mit Einkommensverbesserungen zu halten. Gerade in florierenden Bereichen werden dann durch die höheren Einkommen der Unselbständigen Differentialgewinne abgebaut, was u.U. auch durch die verstärkte Konkurrenz tatsächlicher neuer Selbständiger geschehen kann. Langfristig wird sich also bei gegebener Streuung individueller Risikobereitschaften in Anbetracht einer Portfolioentscheidung zwischen höheren Gewinnerwartungen und größerer Stückgewinnstreuung die Beschäftigten-

⁷¹ *Blümle*, Theorie der Einkommensverteilung, S. 72.

⁷² *Friedman*, S. 288ff.

⁷³ *Bronfenbrenner*, S. 370-377.

struktur ändern. Damit bewirkt aber die Entwicklung der Beschäftigtenstruktur eine Tendenz zu einer Einkommensverteilung, bei der sinkende Gewinnerwartungen bei gegebener Verteilung der Risikobereitschaft keine Nettowechsel von der einen zur anderen Beschäftigungsart mehr auslösen. Es wird sich folglich entsprechend Friedman eine bestimmte Aufteilung der Durchschnittseinkommen und der Einkommensstreuungen erklären lassen. Diese Wechselwirkung im Bereich höherer Einkommen läßt dann die dort ähnliche Pareto-Verteilung verstehen.

Die Pareto-Verteilung von Besitz Einkommen könnte auf diese Weise zu einer auch im Parameter der Pareto-Verteilung vergleichbaren Einkommensverteilung der, nach dem Hierarchieansatz entsprechend ihrer Verantwortlichkeit besser verdienenden, Unselbständigen geführt haben. Die alternativen Anlagemöglichkeiten in Realvermögen oder Humankapital, das ja gerade bei den höheren Einkommen sehr wichtige Bedeutung hat, dürften langfristig einen solchen Angleichungsprozeß begründen.⁷⁴ Insofern ist die Möglichkeit des Privateigentums und der Gewinnstreuung letztlich auch entscheidend für die Verteilung der höheren Einkommen bei den Unselbständigen.

10. Das langfristige Wachstumsgleichgewicht

Die Investitionsquote $I/Y^* = b_1/b_2$ soll als die tatsächliche im Sinne der Beschäftigungstheorie aufgefaßt werden, die Beziehung $(I/Y)^* = b_1(\theta)/b_2$ dagegen mit der Abhängigkeit von der Einkommensverteilung θ im Sinne eines Investitionsklimas ihre Begründung erfahren. Bei langfristiger Betrachtung wird also diese Investitionsquote entsprechend $(I/Y)^* = b_1(\theta)/b_2$ mit ungleichmäßigerer Verteilung zunehmen. Zugleich haben wir jedoch in vorhergehenden Kapiteln zum Nachfrageeinfluß der Einkommensverteilung gefolgert, daß bezüglich der Sparquote S/Y langfristig in entwickelten Wettbewerbswirtschaften eher anzunehmen ist, daß diese mit zunehmender Ungleichverteilung abnimmt. Auch hier soll nun die mit zunehmender Einkommensungleichheit abnehmende Sparquote im Sinne eines günstigeren Konsumklimas verstanden werden. Wir können also einen langfristigen $I - S$ - Zusammenhang für die I - bzw. S - Bereitschaften formulieren, in welchem I und S als abhängig von der Einkommensverteilung betrachtet werden. Eine ungleichere Einkommensverteilung im Vergleich zum Schnittpunkt der beiden Geraden $I(\theta)$ und $S(\theta)$ in Abb. 1 wird also eine hohe Investitionsbereitschaft zum Ausdruck bringen, die in einer Situation tendenzieller Übernachfrage ($I > S$) auftritt. Entsprechend Schumpeter'schem Unternehmerverständnis werden in einer solchen Situation Imitatoren do-

⁷⁴ Vgl. Blümle, Paretos Gesetz, S. 19.

minieren. Dadurch wird eine Tendenz zum Abbau des Stückgewinndifferentials ausgelöst. Kurzfristig wird dieser Rückgang des Stückgewinndifferentials entsprechend dem Verständnis einer dynamisierten Barone-Kurve auch mit einem Sinken der Gewinne insgesamt einhergehen. Dadurch wird die Einkommensverteilung als ganzes gleichmäßiger und über θ eine Bewegung zum Gleichgewicht hin erfolgen. Zugleich ist eine derartige Situation dadurch gekennzeichnet, daß ein überdurchschnittliches Gewinnniveau besteht. Dies wird dazu führen, daß es zu Neugründungen kommt, also die Gruppe der Selbständigen einen Nettozuwachs an Wettbewerbern zu verzeichnen hat. Auch dieses wirkt in Richtung auf einen Abbau der Gewinn- und Einkommensdifferentiale.

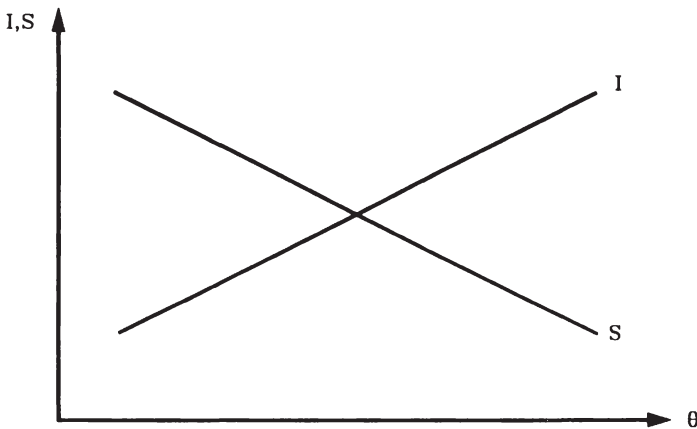


Abbildung 1: IS-Gleichgewicht und Einkommenssteuerung

Aus dieser Argumentation ist ersichtlich, daß sich die Begründungsrichtungen des Zusammenhangs zwischen Investitions- und Konsumklima unterscheiden. Der Zusammenhang zwischen I/Y , v und θ ist simultan. Einerseits ergibt sich bei gegebenem technischem Fortschritt im Wettbewerbsprozeß entsprechend dem Jäger-Beute-Modell eine mittelfristig konstante Investitionsquote, die ihrerseits aber insofern von der Einkommenssteuerung θ abhängt, als diese langfristig die Durchsetzungsmöglichkeiten für technischen Fortschritt begünstigt und damit die Investitionsquote langfristig erhöht. Die Investitionsquote ist damit aus dem eigentlichen Zweck der Investitionen erklärt und bestimmt das Wachstumstempo, das umso höher ist, je günstiger die Bedingungen für die Durchsetzung von Neuerungen, je ungleicher also die Verteilung θ ist. Entgegen neoklassischem Verständnis paßt sich gemäß $S = S(\theta)$ das Konsumklima langfristig an.

11. Schlußbetrachtung

Eine bestimmte personelle Einkommensverteilung stellt nicht nur ein Anreizsystem dar, sondern bildet auch insbesondere nachfrageseitig die Basis für Produktinnovationen. In einen Wettbewerbsprozeß zwischen Unternehmern (Jägern) um die Differentialgewinne (Beute) ergibt sich eine bestimmte Investitionsquote. Autonomer technischer Fortschritt, in diesem Modell durch b_1 dargestellt, erhöht die Investitionsquote. Eine für marktwirtschaftliche Länder typischerweise im oberen Einkommensbereich ungleichere Einkommensverteilung begünstigt aus verschiedenen Gründen nachfrageseitig Innovationen, weshalb b_1 auch gemäß $b_1(\theta)$ als steigende Funktion der Einkommensungleichheit betrachtet werden kann. Da die Mittellage der Investitionsquote durch den Quotienten $b_1(\theta)/b_2$ gegeben ist, steigt sie auch, wenn durch einen ausgeprägteren Patentschutz die Wettbewerbsintensität b_2 gesenkt wird. Da die durchschnittliche Streuung der Stückgewinne nicht von diesen Parametern abhängt, muß nach diesem Modell hiermit nicht zugleich die Gewinnstreuung langfristig zunehmen.

Unternehmer und Unselbständige stehen über die Entscheidung für einen Beschäftigungsstatus in einer wettbewerblichen Beziehung. Über eine Portfolioentscheidung für die Wahl der Beschäftigungsart ergibt sich eine den Risikopräferenzen der Gesellschaft entsprechende Kombination unterschiedlicher Durchschnittseinkommen und Einkommensstreuungen. Neben den Risikopräferenzen spielt hier auch der Bedarf der Gesellschaft an Risikoverarbeitung eine Rolle, der u. a. durch institutionelle Regelungen der Wirtschaftsordnung mitbestimmt ist. Die Einkommensverteilung des größten Teils der Unselbständigen entspricht nach dem Weber-Fechner'schen Gesetz einer Normalverteilung der Nutzen und damit Leistungsanreizen innerhalb der homogenen Gruppen. Die Verteilungen zwischen diesen Gruppen lassen sich durch die Fähigkeitsverteilung und die Akkumulation von Humankapital erklären.⁷⁵

Für die obersten Einkommen der Unselbständigen kann über den Hierarchieansatz und eine Entlohnung gemäß der individuellen Übernahme von Verantwortung eine ungleichmäßigere, Paretos-Gesetz entsprechende Verteilung begründet werden. Gleiches gilt auch für die Verteilung der Vermögenseinkommen. Die im oberen Bereich im Vergleich zu sozialistischen Ländern ungleichere Einkommensverteilung hat allerdings nicht nur durch die Entfaltung der Nachfrage wichtigen Einfluß für die langfristige Entwicklung. Sie stellt auch einen Anreiz dafür dar, einen Beitrag zur Risikoverarbeitung einer dezentral koordinierten Gesellschaft zu leisten. Auf diese Weise werden die innovativen Kräfte einer Gesellschaft angeregt und über ein entsprechendes Güterangebot zugleich die Leistungsanreize der

⁷⁵ Vgl. *Blümle*, Theorie der Einkommensverteilung, 1975, S. 51-65.

Einkommensverteilung verstärkt. Die ungleiche Einkommensverteilung leistet demzufolge selbst einen Beitrag dazu, daß die Anreizwirkungen der Einkommensverteilung nicht, wie in manchen sozialistischen Ländern geschehen, durch eine noch ungleichere Einkommensverteilung erreicht werden müssen.⁷⁶

Die Duldung einer ungleichmäßigeren Verteilung ermöglicht demzufolge rascheres Wachstum und stellt mit höherem Wachstum zugleich eine Erscheinung bereit, die als gesellschaftlicher Dämpfer diese Ungleichheit politisch tragbarer macht. Wirtschaftswachstum bei ungleicher Einkommensverteilung bietet zugleich auch den „Hoffnungsfaktor“⁷⁷ für Individuen an, der Ungleichheit als Ausdruck eigener zukünftiger Chancen sogar wohlfahrtssteigernd werden läßt. Dabei ist ferner zu berücksichtigen, daß Neid eine Erscheinung der sozialen Nähe ist⁷⁸ und demgemäß eine Vergleichmäßigung der Einkommensverteilung nicht unbedingt wohlfahrtssteigernd sein muß. Im Hinblick auf das Ziel einer „gerechten Einkommensverteilung“ warnt Schoeck daher davor, durch eine Institutionalisierung des Volksneides in parlamentarischen Demokratien Gefahren für wirtschaftliche und soziale Strukturen und Prozesse heraufzubeschwören.⁷⁹

Für manchen mag die der Einkommensverteilung in diesem Modell eingeräumte zentrale Bedeutung überzogen erscheinen. Einerseits wird indessen kaum ein Ökonom bestreiten, daß die Einkommensverteilung eine zentrale Größe im wirtschaftlichen Gesamtzusammenhang darstellt. Andererseits kann es nicht wundern, daß einem Phänomen, das wie die personelle Einkommensverteilung sich durch langfristige Konstanz auszeichnet, empirisch keine maßgeblichen Einflüsse zugeordnet werden können. Vielleicht läßt sich mein Beitrag auch im Sinne Paretos als Erklärung einer gleichbleibenden Einkommensverteilung als Ausdruck sozialer Stabilität verstehen. Die Ereignisse der jüngsten Zeit haben wohl deutlich veranschaulicht, welche Bedeutung individuelle Entwicklungsmöglichkeit sowie Risikoverarbeitung und damit die personelle Einkommensverteilung entsprechend den gemachten Ausführungen für die gesellschaftliche Stabilität haben.⁸⁰

⁷⁶ Vgl. dazu auch die Angaben bei Schoeck, S. 208.

⁷⁷ Hirschmann, Entwicklung, Markt, Moral, S. 75.

⁷⁸ Schoeck, S. 30.

⁷⁹ Schoeck, S. 213.

⁸⁰ Vgl. hierzu auch: Blümle, Ungewißheit und Verteilung in marktwirtschaftlichen Ordnungen, S. 253-288.

12. Literatur

- Ahluwalia, M. S.*: Income Distribution and Development: Some Stylized Facts, in: American Economic Review, 1976, Vol. 66, S. 128-135.
- Aitchison, J./Brown, J. A. C.*: The Lognormal Distribution, Cambridge 1963.
- Assenmacher, W.*: Lehrbuch der Konjunkturtheorie, München-Wien 1984.
- Beckmann, M.J.*: Einkommens- und Preiselastizitäten bei additiver Nutzenfunktion, in: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Bd. 206/4-5, 1989, S. 279-284.
- : Personelle Einkommensverteilung in hierarchischen Organisationen, in: Bombach, G./Frey, B./Gahlen, B. (Hrsg.): Neue Aspekte der Verteilungstheorie, Schriftenreihe des wirtschaftswissenschaftlichen Seminars Ottobeuren, Band 2, Tübingen 1974.
- Behrens, C.-U.*: Dynamischer Wettbewerb und Wachstum, Frankfurt u.a. 1988.
- Blinder, A.S.*: Distribution Effects and the Aggregate Consumption Function, in: Blinder, A.S.: Inventory Theory & Consumer Behaviour, New York u.a., 1990, S. 173-200.
- Blümle, G.*: Zur Messung der personellen Einkommensverteilung, in: Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, Heft 1/1976, S. 45-65.
- : Paretos Gesetz, in: WiSt, Heft 1, Januar 1979, S. 17-19.
- : Personelle Einkommensverteilung und Konsumnachfrage – Eine mikroökonomische Partialbetrachtung, in: Klaus, J. und Klemmer, P. (Hrsg.): Wirtschaftliche Strukturprobleme und soziale Fragen, Analyse und Gestaltungsaufgaben, J. H. Müller zum 70. Geburtstag, Berlin 1988, S. 145-156.
- : Vom „Segen“ ökonomischer Ungleichheit, in: Dams, T. (Hrsg.): Beiträge zur Gesellschafts- und Wirtschaftspolitik, Grundlagen – Empirie – Umsetzung, Kunihiro Jojima zum 70. Geburtstag, Berlin 1990, S. 139-154.
- : Theorie der Einkommensverteilung, Berlin-Heidelberg-New York, 1975.
- : Ungewißheit und Verteilung in marktwirtschaftlichen Ordnungen, Funktion und Berechtigung des Gewinns in marktwirtschaftlichen Ordnungen unter Berücksichtigung von Ungewißheit, in: *Streißler, E. und Watrin, C.* (Hrsg.): Zur Theorie marktwirtschaftlicher Ordnungen, Tübingen 1980, S. 253-288.
- : Vermögensverteilung, personelle Einkommensverteilung und Wirtschaftswachstum, in: *Kyklos*, 1972, Vol. XXV, S. 457-488.
- : Wachstum und Konjunktur bei Differenzgewinnen – Ein Schumpeter-Modell der wirtschaftlichen Entwicklung, in: *Ramser, H.J. und Riese, H.* (Hrsg.): Beiträge zur angewandten Wirtschaftsforschung, Berlin-Heidelberg 1989, S. 13-37.
- : Wettbewerb und Wirtschaftswachstum; in: *List Forum für Wirtschafts- und Finanzpolitik*, Band 15 (1989), Heft 4, S. 311-324.
- : Wirtschaftliche Entwicklung und personelle Einkommensverteilung in Entwicklungsländern, in: *Kyklos*, 1979, Vol. XXXII, S. 145-161.
- Bombach, G.*: Neue Dimensionen der Lehre von der Einkommensverteilung, in: Basler Universitätsreden, 66. Heft, Basel 1972.
- Bronfenbrenner, M.*: Income Distribution Theory, Chicago 1971.
- DIW-Wochenbericht*: 57,1990, 22, S. 304-323.

- Duesenberry, J. S.*: Income-consumption relations and their implications, in: *Income, employment and public policy. Essays in honor of Alvin H. Hansen*. New York 1948, S. 54-81.
- Englmann, C. F.*: Evolutorische Makroökonomik: Differentialgewinn, Zeitpräferenz und Diffusion, noch nicht veröffentlichtes Paper S. 2.
- Eysenck, H. J.*: *The inequality of man*, London 1973, deutsche Übersetzung: *Die Ungleichheit der Menschen; Ist Intelligenz erlernbar*, Berlin 1989.
- Friedman, M.*: Choice, Chance and the Personal Distribution of Income, in: *Journal of Political Economy*, Vol. 61, 1953.
- Früser, A./Unger, P.*: Vergleich der tariflichen Lohn- und Gehaltdifferenzierung in der UdSSR und der Bundesrepublik Deutschland, *Osteuropa-Wirtschaft*, 21 (1976), Heft 1, S. 21-42.
- Gibrat, R.*: *Les inégalités Économiques*, Paris 1931.
- Hardes, H.D./Rahmeyer, F./Schmid, A.*: *Volkswirtschaftslehre*, Tübingen 1986.
- Helmstädter, E.*: Dynamischer Wettbewerb, Wachstum und Beschäftigung, in: *Bombach, G., Gahlen, B. / Ott, A.E. (Hrsg.): Technologischer Wandel – Analyse und Fakten*, Tübingen 1986.
- Hemmer, H.-R.*: 40 Jahre Entwicklungstheorie und -politik, in: *Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften*, 1990, 110. Jg., Heft 4, S. 505-570.
- Hirschmann, A.O.*: *Entwicklung, Markt, Moral- Abweichende Betrachtungen* München-Wien 1989.
- Krelle, W.*: *Präferenz- und Entscheidungstheorie*, Tübingen 1968.
- Lange, O.*: *Einführung in die Ökonometrie*, Tübingen 1968.
- Lindblom, C. E.*: *Jenseits von Markt und Staat, Eine Kritik der politischen und ökonomischen Systeme*, Frankfurt 1983.
- Lydall, H.*: *The Structure of Earnings*, London 1968.
- Maier, K.M.*: *Der Sparprozeß in der Bundesrepublik Deutschland; Eine empirische Analyse des Sparverhaltens der privaten Haushalte seit 1950*, Frankfurt-Bern-New York 1983.
- Mandeville, B.*: *The Fable of the Bees*, (3. Aufl.) 1724, deutsche Übersetzung: *Die Bienenfabel*, Berlin 1957.
- Mincer, J.*: The Distribution of Labor Incomes: A Survey, With Special Reference to the Human Capital Approach, in: *The Journal of Economic Literature*, Vol. 8, 1970, S. 1 ff.
- Offe, C.*: Das Dilemma der Gleichzeitigkeit – Demokratisierung und Marktwirtschaft in Osteuropa, in: *Merkur, Deutsche Zeitschrift für europäisches Denken*, Heft 4, 45. Jahrgang, April 1991, S. 279- 292.
- Pareto, V.*: *La Courbe de la Répartition de la Richesse*, in: *Recueil publié par la Faculté de Droit*, Lausanne 1896.
- Pen, J.*: *Income Distribution*, London 1973.
- Phelps Brown, E.H.*: *The Inequality of Pay*, Oxford 1977.
- Schoeck, W.*: *Der Neid und die Gesellschaft*, 5. Aufl., Frankfurt 1987.
- Schöll, W.*: *Konsumentenverhalten in der Bundesrepublik Deutschland 1958 -1986; Eine empirische Untersuchung der Sättigungshypothese*, Frankfurt 1985.
- Simon, H.*: *Dynamische Preispolitik und Markenlebenszyklus*, in: *Böcker, F. (Hrsg.): Preistheorie und Preisverhalten*, München 1982.

- Streissler, E. und M.*: Einleitung, in: Streissler E. und M. (Hrsg.): Konsum und Nachfrage, Köln-Berlin 1966, S. 13-147.
- Sundrum, R. M.*: Income distribution in less developed countries, London-New York 1990.
- Thatcher, A. R.*: The Distribution of Earnings of Employees in Great Britain, in: Journal of the Royal Statistical Society, 1968, S. 151-159.
- Tinbergen, J.*: On the Theory of Income Distribution, in: Weltwirtschaftliches Archiv, Bd. 77, 1956, S. 155ff.
- Wilczynski, J.*: The economics of socialism. Principles governing the operation of the centrally planned economies in the USSR and Eastern Europe under the new System. Revised edition, London 1972.
- Willms, M.*: Strukturpolitik, in: Vahlens Kompendium der Wirtschaftstheorie und Wirtschaftspolitik, Bd. 2, 3. Aufl., München 1988, S. 363-400.

VII. Innovation, Handlungsrechte und evolutionärer Marktprozeß

von *Wolfgang Kerber*¹

Walter-Eucken-Institut, Freiburg

1. Einleitung

Nachdem sich Ökonomie und Rechtswissenschaft lange Zeit wenig gegenseitig zur Kenntnis genommen haben,² gibt es inzwischen verschiedene theoretische Ansätze, die eine Integration beider Disziplinen anstreben:³ Property Rights Theorie, Transaktionskostentheorie und ökonomische Analyse des Rechts haben hierbei die weiteste Verbreitung gefunden.⁴ Zumindest ursprünglich eng mit der Chicago-Schule verbunden, sind sie von neoklassischen Theoriemustern geprägt und stellen somit bei der Analyse der Wirkungen rechtlicher Regelungen hauptsächlich auf das Effizienzkriterium ab. Hier dagegen soll ein Beitrag zu der Frage geleistet werden, wie rechtliche Regelungen auf ihre Wirkungen hin zu analysieren sind, wenn man ökonomische Prozesse als evolutorische begreift. Zentrale These ist dabei, daß bei der Analyse der Wirkungen rechtlicher Regelungen auch die Anreizwirkungen der durch Innovationen entstehenden Verteilungseffekte zu berücksichtigen sind.⁵

¹ Der Autor ist dankbar für die vielen Anregungen und kritischen Anmerkungen aus Diskussionen über frühere Fassungen dieses Beitrags. Hier sind insbes. E. Heuß, U. Witt, H. Gröner, G. v. Wangenheim sowie die Teilnehmer und Teilnehmerinnen zweier von M.E. Streit (Schauinsland, November 1990) sowie G. Hesse (Kirchschletten, Juni 1991) organisierter Seminare sowie die hilfreichen Hinweise eines anonymen Referees hervorzuheben. Verbleibende Fehler und Unklarheiten sind dem Unvermögen des Autors zuzuschreiben.

² Eine wichtige Ausnahme stellt aber die Freiburger Schule (*Eucken* (1952), S. 180ff; *Böhm* (1966)) dar.

³ Für einen neueren Überblick, vgl. *Hutter* (1989, S. 5ff).

⁴ Vgl. bspw. *Furubotn und Pejovich* (1972), *Posner* (1977), *Behrens* (1986).

⁵ Es sei betont, daß es nicht Aufgabe dieses Beitrages ist, Aussagen darüber zu machen, welche rechtlichen Regelungen wohlfahrtssteigernd wirken und deshalb gegenüber anderen vorzuziehen seien.

Zentrales Kennzeichen evolutionärer Marktprozesse ist das permanente endogene Auftreten von nichtantizipierbaren Neuerungen, die einen offenen, historischen und irreversiblen wirtschaftlichen Entwicklungsprozeß zur Folge haben.⁶ Quelle dieser Neuerungen sind die ständigen kognitiven Prozesse der Menschen, deren kreativer Charakter zu einer laufenden (und nicht vollständig determinierbaren) Veränderung ihres äußerst beschränkten und subjektiven Wissens und damit ihrer subjektiv perzipierten Handlungsmöglichkeiten führt. Auf diese Weise kann laufend prinzipiell Neues entstehen,⁷ was sich in neuen Handlungsmöglichkeiten, d.h. Innovationen, niederschlägt. Definiert man die Menge der subjektiv wahrgenommenen Handlungsmöglichkeiten als Handlungsraum dieses Wirtschaftssubjekts,⁸ so können die Handlungsräume verschiedener Individuen - und damit ihr realisierbarer Nutzen - insofern voneinander abhängig sein, als sich die Handlungen eines Wirtschaftssubjekts auf die Handlungsmöglichkeiten bzw. die Nutzen anderer auswirken können. Diese Interdependenzen werden durch die Rechtsordnung geregelt, die durch Zuordnung von *Handlungsrechten* die individuellen Handlungsräume voneinander abgrenzt, indem sie festlegt, welche Beeinträchtigungen der Handlungsräume anderer erlaubt und somit von den Betroffenen zu dulden sind und welche nicht.⁹

In diesem Beitrag wird anhand eines einfachen Zwei-Personen-Modells untersucht, wie sich im evolutionären Prozeß entstehende Innovationen auf die Vermögen der Wirtschaftssubjekte auswirken können und in welcher Weise dies von den rechtlichen Regelungen bezüglich dieser neuen Hand-

⁶ Als dogmenhistorische Wurzeln sind u.a. *Schumpeter* (1911), die dynamische Wettbewerbstheorie (*Clarke* (1961); *Heuß* (1965)) sowie insbes. *Hayek* (1952, 1968), *Lachmann* (1943), *Shackle* (1972), *Kirzner* (1973) und *Hoppmann* (1977) anzusehen. Eine diese verschiedenen Ansätze integrierende Darstellung der Theorie evolutionärer Marktprozesse findet sich in *Kerber* (1989, S. 35- 78). Bzgl. neuerer Arbeiten vgl. insbes. *Röpke* (1977), *Nelson und Winter* (1982), *Witt* (1987a), *Hesse* (1987, 1990) sowie der von *Witt* (1990) herausgegebene Sammelband zur Evolutorischen Ökonomik.

⁷ Vgl. *Lachmann* (1976, S. 127f), *Shackle* (1979, S. 48ff); *Hesse* (1990) spricht vom Prinzip der kognitiven Kreation. Bei ihm wechselt sich das Prinzip „Kreation“, das die Menge der Handlungsmöglichkeiten kreativ konstituiert, und das Prinzip „Rationalität“, als subjektiv rationale Auswahl aus diesen so konstituierten Handlungsmöglichkeiten, ab (vgl. zu einem solchen zweiphasigen Entscheidungsprozeß auch *Röpke* (1977), S. 97).

⁸ Eine ausführlichere Darstellung dieser mikroökonomischen Konzeption des einzelnen Wirtschaftssubjekts mit weiteren Literaturverweisen findet sich in *Kerber* (1989, S. 38-53).

⁹ Vgl. *Hesse* (1983, S. 80; im Original teilweise hervorgehoben): „Handlungsrechte sind in menschlichen Populationen erlaubte Handlungsmöglichkeiten. Handlungsrechte fixieren die erlaubte Beeinträchtigung anderer, die durch eigenes Handeln entstehen kann“; vgl. auch *Röpke* (1983, S. 121ff), ders. (1987, S. 233f), *Sälter* (1989, S. 30). Bezüglich eines weiteren Ansatzes Recht und Evolution zu verbinden, vgl. *Wegehenkel* (1981).

lungen abhängig ist (Abschnitt 2 und 3). Dabei zeigt sich, daß es je nach der Zuordnung von Handlungsrechten zu Umverteilungen zwischen den Wirtschaftssubjekten kommen kann. Da die (diese Umverteilungen umfassenden) Vermögensveränderungen gleichzeitig die Anreize für die Suche nach neuen Innovationen darstellen (Abschnitt 4), wird abschließend beispielhaft gezeigt, wie spezifische rechtliche Regelungen durch die Setzung bestimmter Anreizstrukturen sowohl die Dynamik als auch die Richtung der wirtschaftlichen Entwicklung beeinflussen können (Abschnitt 5).

2. Typisierung möglicher Auswirkungen einer neuen Handlungsmöglichkeit in einem Zwei-Personen-Modell

Die beiden Wirtschaftssubjekte A und B mögen zu einem bestimmten Zeitpunkt t über bestimmte Handlungsräume verfügen. Hieraus wählen sie die ihnen jeweils subjektiv am besten erscheinenden Handlungskombinationen¹⁰ und erreichen dabei die Nutzenniveaus U_t^A und U_t^B . Zur vereinfachten Darstellung wird angenommen, daß in dieser Ausgangssituation die Handlungsräume beider Wirtschaftssubjekte noch voneinander unabhängig sind.¹¹ Nun tritt zum Zeitpunkt $t' > t$ bei A im Rahmen seiner laufend stattfindenden kreativen kognitiven Prozesse eine Innovation in Form der Wahrnehmung einer neuen (ihm vorher unbekannten) zusätzlichen Handlungsmöglichkeit H auf.¹² H kann als zusätzlicher Aktionsparameter interpretiert werden, der – wiederum zur Vereinfachung – nur die beiden Ausprägungen „Realisation“ und „Unterlassen“ aufweist.

Es sei definiert: Während H_R das Ereignis „Realisation von H durch A “ bezeichnet, steht H_U für das Ereignis „Unterlassen von H durch A “. $U_{t'}^A(H_R)$, $U_{t'}^A(H_U)$, $U_{t'}^B(H_R)$ und $U_{t'}^B(H_U)$ stellen dann den jeweiligen Nutzen von A und B unter der Bedingung der Realisation oder des Unterlassens der Handlung H durch A dar.¹³ Da es sich bei H um einen zusätzlichen, vorher nicht vorhandenen Aktionsparameter handelt und sonst keine weitere Veränderung eingetreten ist, müssen die Nutzenniveaus von A und B bei Unterlassen von H gleich den Nutzenniveaus in der Ausgangssitua-

¹⁰ Diese Handlungskombinationen ließen sich darstellen als Vektoren mit jeweils n bzw. m Ausprägungen der p bzw. q verschiedenen Aktionsparameter von A bzw. B .

¹¹ Die Aufhebung dieser Annahme würde die folgenden Ergebnisse nicht grundsätzlich modifizieren, die Darstellung jedoch erheblich erschweren.

¹² Für die folgende Argumentation ist es bedeutungslos, ob es sich hierbei um eine subjektiv oder objektiv neue Handlungsmöglichkeit handelt.

¹³ Hierbei wird unterstellt, daß A und B jeweils die für sie subjektiv optimalen Handlungskombinationen unter der Bedingung H_R bzw. H_U wählen.

tion sein.¹⁴ $W_A = W_A(H_R)$ möge nun den monetären Wert der Realisierung der Handlung H für das Wirtschaftssubjekt A darstellen (Zahlungsbereitschaft), d. h. wieviel A für das Eintreten des Ereignisses H_R statt H_U zu zahlen bereit wäre (bei $W_A > 0$) bzw. wieviel man ihm bei $W_A < 0$ mindestens für die Realisierung von H bezahlen müßte. Entsprechend gibt $W_B = W_B(H_R)$ den (monetären) Wert der Realisierung der Handlung H (H_R) für das Wirtschaftssubjekt B im Vergleich zu dessen Unterlassen (H_U) und damit die entsprechende Zahlungsbereitschaft des B an.¹⁵

Nun ergeben sich prinzipiell folgende Auswirkungsmöglichkeiten dieser neuen Handlungsmöglichkeit auf A und B . Das Ereignis H_R kann sich im Vergleich zu H_U positiv, neutral oder negativ auf A selbst auswirken, so daß entsprechend W_A größer, gleich oder kleiner als Null ist. Da sich gleichzeitig H_R ebenfalls positiv, neutral oder negativ auf B auswirken kann (mit entsprechenden Konsequenzen für W_B), ergeben sich insgesamt neun verschiedene Kombinationen zwischen positiven, neutralen oder negativen Auswirkungen von H_R gegenüber H_U auf die beiden Wirtschaftssubjekte A und B . Nach diesen Auswirkungen lassen sich so neun verschiedene Handlungstypen unterscheiden, die in Schaubild 1 dargestellt sind. Während in den einzelnen Zeilen unterschieden wird, ob sich die Durchführung der Handlung H positiv, neutral oder negativ für A selbst auswirkt, werden in den einzelnen Spalten die negativen, neutralen oder positiven Wirkungen für das mitbetroffene Individuum B dargestellt.

Zunächst sollen die in Schaubild 1 dargestellten neun verschiedenen Typen von Handlungen kurz einzeln betrachtet werden. Zum Verständnis der folgenden Argumentation ist es von größter Wichtigkeit, sich bewußt zu machen, daß bisher noch keine Zuordnung von Handlungsrechten vorgenommen wurde, sondern zunächst einmal die einzelnen Handlungstypen analysiert und illustriert werden, ohne schon davon auszugehen, welche Handlungen erlaubt oder verboten sind.

Bei *Handlungstyp I* wirkt sich die Realisierung der neuen Handlung im Vergleich zu deren Unterlassung positiv auf A und negativ auf B aus. A ist folglich an H_R und B an H_U interessiert. Das Interesse des B an der Un-

¹⁴ Folglich: $U_{t'}^A(H_U) = U_t^A$ und $U_{t'}^B(H_U) = U_t^B$. Wie wir weiter unten noch sehen werden, gelten diese Gleichungen aber nur vor dem Abschluß von Verträgen.

¹⁵ Aus Vereinfachungsgründen werden hier W_A und W_B als unabhängig von der Zuordnung der Handlungsrechte definiert, d. h. unabhängig davon, ob A die Handlung H durchführen darf oder nicht. Damit wird vom Einkommenseffekt der Rechtsverteilung abgesehen, der impliziert, daß bspw. B bei unterschiedlicher Rechtsverteilung über ein unterschiedliches Vermögen verfügt und folglich eine (normalerweise nur marginal) andere Zahlungsbereitschaft für H_R besitzen würde. Dieser Effekt ist in der Literatur als ein Hauptargument gegen die Gültigkeit des Coase-Theorems bekannt (vgl. hierzu bspw. *Mishan* (1971), S. 155ff, und *Endres* (1977), S. 639ff).

A \ B	$W_B < 0$	$W_B = 0$	$W_B > 0$
$W_A > 0$	Ia $ W_A > W_B $ Erlaubnisregel: $\Rightarrow H_R$ kein Vertrag $V_A = W_A > 0$; $V_B = W_B < 0$ Haftungsregel: $\Rightarrow H_R$ Entschädigung $V_A = W_A + W_B > 0$; $V_B = 0$	II	III Erlaubnisregel: $\Rightarrow H_R$ evtl. Vertrag $V_A = W_A + xW_B > 0$ $V_B = W_B - xW_B \geq 0$ Haftungsregel: wie bei Erlaubnisregel
	Ib $ W_A < W_B $ Erlaubnisregel: $\Rightarrow H_U$ Vertrag $V_A = W_A +$ $x(-W_B - W_A) > 0$ $V_B = -(W_A +$ $x(-W_B - W_A)) < 0$ Haftungsregel: $\Rightarrow H_U$ kein Vertrag $V_A = 0$; $V_B = 0$		
$W_A = 0$	IV Erlaubnisregel: $\Rightarrow H_U$ evtl. Vertrag $V_A = x(-W_B) \geq 0$ $V_B = xW_B \leq 0$ Haftungsregel: $\Rightarrow H_U$ kein Vertrag $V_A = 0$; $V_B = 0$	V	VI Erlaubnisregel: $\Rightarrow H_R$ evtl. Vertrag $V_A = xW_B \geq 0$ $V_B = W_B - xW_B \geq 0$ Haftungsregel: wie bei Erlaubnisregel
$W_A < 0$	VII Erlaubnisregel: $\Rightarrow H_U$ evtl. Vertrag $V_A = x(-W_B) \geq 0$ $V_B = xW_B \leq 0$ Haftungsregel: $\Rightarrow H_U$ kein Vertrag $V_A = 0$; $V_B = 0$	VIII	IXa $ W_A < W_B $ Erlaubnisregel: $\Rightarrow H_R$ Vertrag $V_A = x(W_B + W_A) \geq 0$ $V_B = (1 - x)(W_B + W_A) \geq 0$ Haftungsregel: wie bei Erlaubnisregel
			IXb $ W_A > W_B $ Erlaubnisregel: $\Rightarrow H_U$ kein Vertrag $V_A = 0$; $V_B = 0$ Haftungsregel: wie bei Erlaubnisregel

Schaubild 1 Vermögensänderungen der Wirtschaftssubjekte A und B beim Auftreten einer neuen Handlungsmöglichkeit H des Wirtschaftssubjekts A

terlassung drückt sich in einem negativen Wert W_B aus ($W_B < 0$). Wenn auch der Nutzen beider Individuen an H_R aufgrund der Unmöglichkeit interpersoneller Nutzenvergleiche nicht verglichen werden kann, so ist dies jedoch für die Werte W_A und W_B möglich. Folglich kann der Fall Ia, bei dem der Wert der Realisierung der Handlung für A größer als der Wert der Unterlassung für B ist (d. h. $|W_A| > |W_B|$), vom Fall Ib unterschieden werden, bei dem B mehr für die Unterlassung als A für die Durchführung zu zahlen bereit wäre (d. h. $|W_A| < |W_B|$).¹⁶ Bei all den folgenden Beispielen kann nun je nach der Größe der Interessen beider Beteiligten der Fall Ia oder Ib vorliegen.

Beispiele:

- Ein Landwirt züchtet Vieh, wodurch das Getreide eines benachbarten Bauern zertrampelt wird (vgl. Coase (1960), S. 149ff).
- Ein Handelsunternehmen streicht das Produkt eines Herstellers aus dem Sortiment, was sich negativ auf den Hersteller, aber positiv für das Handelsunternehmen auswirkt, weil sich andere Produkte besser verkaufen lassen.
- Ein Junge fährt vor meinem Fenster Skateboard oder mein Wohnungsnachbar spielt jeden Tag zwei Stunden Klavier, was ich beides als äußerst störend empfinde.
- Jemand knackt mein Auto auf und entwendet mein Autoradio.

Handlungstyp III zeichnet sich dadurch aus, daß sich die Realisierung der neuen Handlung sowohl auf A als auch auf B positiv auswirkt. Folglich sind beide an H_R interessiert.

Beispiele:

- Ein Bauer fängt an, Bienen zu züchten, wodurch die Befruchtung von Bäumen und damit der Ertrag eines Obstbauern erhöht wird (Meade (1952)).
- Ein Handelsunternehmen wirbt für sein Sortiment, was sich gleichzeitig auch positiv für einen Hersteller auswirkt, dessen Produkte in diesem Sortiment vertreten sind.
- Ein Nachbar pflanzt in seinem Garten Bäume an, deren Schatten auch mir zugutekommt.

Beim *Handlungstyp VII* ist die Realisierung der Handlung sowohl für A als auch für B negativ, so daß beide an sich an einer Unterlassung interessiert wären.

Beispiele:

- Ein Viehzüchter vergrößert seinen Viehbestand über die gewinnmaximale Menge hinaus und schädigt dadurch zusätzlich den benachbarten Getreidebauern.¹⁷

¹⁶ Zur Vereinfachung wurden bei den Handlungstypen I und IX die Grenzfälle, in denen $|W_A| = |W_B|$ ist, weggelassen.

¹⁷ Vgl. zu dieser Erweiterung des Beispiels von Coase Sälter (1989, S. 152ff).

- Ein Handelsunternehmen bricht die Geschäftsbeziehung zu seinem bisherigen Lieferanten ab, obwohl beide keine besseren anderen Vertragspartner zur Verfügung haben.
- Ein Mafiaboß läßt das Lokal eines Gastwirts zerschlagen, was nicht nur den Gastwirt schädigt, sondern auch für ihn mit Aufwendungen verbunden ist.

Bei *Handlungstyp IX* würde *A* an sich die Handlung lieber unterlassen, während nun aber *B* an der Realisierung der Handlung interessiert ist. Sieht man sich diesen Handlungstyp genauer an, so stellt man fest, daß es gerade diese Handlungen sind, die normalerweise im Mittelpunkt des ökonomischen Interesses stehen: denn es geht um Handlungen, die für einen anderen positiv sind und folglich für ihn eine „Leistung“ darstellen, aber für den Handelnden selbst negativ und somit mit „Kosten“ verbunden sind. Als Beispiel kann jede mit Kosten verbundene Produktion und Übereignung von Gütern bzw. Erbringung von Dienstleistungen angeführt werden.¹⁸ Die Werte W_A und W_B können damit im Rahmen der traditionellen Mikroökonomie in der Weise interpretiert werden, daß der (negative) Wert W_A die Kosten dieser Handlung darstellt, d. h. wieviel man *A* mindestens zahlen müßte, damit er diese Handlung durchführt und somit die Leistung erbringt. Umgekehrt gibt W_B an, wieviel *B* höchstens für diese Leistung zu zahlen bereit wäre. Folglich ließe sich mit W_A die Kosten- und mit W_B die Nachfragefunktion verbinden. Von daher ist auch die Unterteilung in die Untertypen IXa und IXb einsichtig. Im Fall IXa übersteigt der Wert der Handlung für *B* die Kosten der Handlung für *A* ($|W_A| < |W_B|$). Bei Typ IXb dagegen ist es umgekehrt ($|W_A| > |W_B|$). Die in einer Marktwirtschaft üblicherweise privatwirtschaftlich produzierten Güter gehören somit zum Typ IXa, während Handlungen des Typs IXb als nicht rentabel aus dem Markt ausscheiden.

Während auf die Handlungen der Typen IV und VI nicht gesondert eingegangen zu werden braucht, weil sie sich als Grenzfälle von I und VII bzw. III und IX interpretieren lassen, stellen die Handlungstypen II, V und VIII jedoch insofern eine eigene wichtige Gruppe dar, als sie alle diejenigen Handlungen des *A* repräsentieren, gegenüber deren Realisierung bzw. Unterlassung das Individuum *B* indifferent ist. Es handelt sich also um alle jene Handlungen, die sich nur auf den Handelnden selbst auswirken.

Mit diesem Klassifikationsschema, das sich auch auf den *n*-Personen-Fall verallgemeinern läßt,¹⁹ lassen sich grundsätzlich alle Handlungen bezüglich ihrer Auswirkungen auf den Handelnden selbst und auf andere darstellen.

¹⁸ Damit keine Mißverständnisse entstehen: Haarschneiden lohnt sich für den Friseur, aber erst durch das gegen seine Dienstleistung eingetauschte Entgelt. Hierzu kommen wir aber erst noch. Die Handlung „Haarschneiden“ an sich wirkt sich normalerweise auf den Friseur negativ und auf den Kunden positiv aus.

¹⁹ Dazu wäre das zweidimensionale Schema auf ein *n*-dimensionales zu erweitern.

„Auswirkungen auf andere“ sind nun nichts anderes als „externe Effekte“ im Sinne der Definition von Buchanan und Stubblebine, da bei ihnen der Nutzen des B von der Handlungsweise des A abhängt.²⁰ Damit lassen sich in diesem Schema alle zwischen zwei Personen auftretenden externen Effekte und damit alle zwischen ihren Handlungsräumen bestehenden Interdependenzen abbilden und einordnen.^{21, 22} Dies bedeutet gleichzeitig, daß die Kreation neuer Handlungsmöglichkeiten (außer bei den Typen II, V und VIII) zum Entstehen neuer externer Effekte im Sinne von Buchanan und Stubblebine führt.

3. Vermögensveränderungen beim Auftreten einer neuen Handlungsmöglichkeit bei unterschiedlichen rechtlichen Regelungen

In diesem Abschnitt soll gezeigt werden, welche Vermögensveränderungen sich aus dem nichtantizipierten Auftreten einer neuen Handlungsmöglichkeit H des A bei den Wirtschaftssubjekten A und B ergeben können. Voraussetzung hierfür ist jedoch die Zuordnung von Handlungsrechten, d. h. ob A die neue Handlung durchführen darf, ob er für negative Auswirkungen auf B haften muß oder gar die Zustimmung von B benötigt. Insofern sind die Vermögensveränderungen beider Wirtschaftssubjekte bei Vorliegen unterschiedlicher rechtlicher Regelungen abzuleiten. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die beiden Wirtschaftssubjekte auch Verträge über die Realisation oder die Unterlassung der Handlung H abschließen

²⁰ Vgl. die Definition von *Buchanan und Stubblebine* (1962, S. 372): $U^A = U^A(X_1, X_2, \dots, X_m, Y_1)$. Der Nutzen eines Individuums A hängt sowohl von den Aktivitäten ab, die ausschließlich seiner eigenen Kontrolle unterliegen ($X_1, X_2, \dots, X_m$), als auch von der Aktivität Y_1 , die unter der Kontrolle von B steht. Zu einem Überblick über die Literatur zu externen Effekten inkl. anderer Definitionen, vgl. *Mishan* (1971), *Schlieper* (1980), *Cornes und Sandler* (1986), *Baumol und Oates* (1988), *Sälter* (1989). Der Vorteil der Definition von Buchanan und Stubblebine liegt in ihrer normativen Neutralität.

²¹ Daß hierbei die kostenaufwendige Erbringung einer Leistung für eine andere Person auch als ein „externer Effekt“ erscheint, braucht angesichts der Überlegung von *Arrow* (1969, S. 57f), daß alle externen Effekte auch als Güter angesehen werden können, nicht zu irritieren. Getauscht werden kann immer nur etwas, was sich „auf andere auswirkt“.

²² Von daher sind auch alle neun Fälle in Schaubild 1 aufgeführt, auch wenn sich die Ausführungen im folgenden auf einige Fälle konzentrieren werden.

können. Dies war bekanntlich die Coasesche Idee der Lösung des Problems externer Effekte.²³

Zur Ableitung der Vermögensveränderungen wird das folgende einfache Verhandlungsmodell unterstellt. Zunächst mögen *A* und *B* die jeweils effiziente Lösung, H_R oder H_U , finden, die zur Grundlage des Vertrages gemacht wird. W_A bzw. W_B als der Wert der Realisierung der Handlung *H* für *A* bzw. *B* geben dann die Preisgrenzen bei den bilateralen Verhandlungen an. Je nach der rechtlichen Ausgangsverteilung und dem Handlungstyp können die Zahlungen dabei von *B* zu *A* oder auch von *A* zu *B* fließen.²⁴ Falls die Preisobergrenze über der Preisuntergrenze liegt, kommt ein Vertrag zustande. Dabei entsteht zwischen diesen Preisgrenzen normalerweise ein bilateraler Preisbereich. Je nachdem, welcher Preis innerhalb dieses Preisbereichs ausgehandelt wird, erhält das eine oder das andere Wirtschaftssubjekt einen größeren Anteil an dem gemeinsamen Gewinn, der durch diesen Vertrag entsteht und der Differenz zwischen den beiden Preisgrenzen entspricht. Aufgrund der Schwierigkeiten abzuleiten, wer sich innerhalb dieses Bereichs in welchem Umfang durchsetzen kann, wird ein Parameter x eingeführt ($0 \leq x \leq 1$), der die Verhandlungsmacht repräsentiert und angibt, welchen Anteil das Wirtschaftssubjekt *A* an diesem gemeinsamen Gewinn erhält. *B* erhält dann entsprechend den Anteil $1 - x$.²⁵

Bei dieser Modellbildung werden viele Probleme realer bilateralen Verhandlungen ausgeklammert. So liegt bei den Wirtschaftssubjekten in evolutionären Prozessen normalerweise keine vollständige Information über die Preisgrenzen ihrer Verhandlungspartner vor, so daß sie diese nur schätzen können. Bei Verhandlungen mit unvollständiger Information wird es nun aber interessant, falsche Informationen über die eigenen Preisgrenzen weiterzugeben, um hierdurch Vorteile in der Aushandlung des Preises zu erlangen. Solche Täuschungsstrategien können jedoch dazu führen, daß der

²³ Es sei betont, daß es hier nicht um die Gültigkeit des Coase-Theorems geht. Aber zur Ableitung der Vermögensveränderungen ist die Möglichkeit des Abschlusses privater Vereinbarungen zu berücksichtigen.

²⁴ Eine Zahlung kann dann von *A* zu *B* fließen, wenn bspw. die Rechtsordnung *A* zur Realisierung der Handlung gegenüber *B* verpflichtet und *A* sich davon loskaufen möchte.

²⁵ Dies entspricht im Grunde der traditionellen preistheoretischen „Lösung“ des bilateralen Monopols, in der zwar der „effiziente“ Vertragsinhalt (d. h. die Polypolmenge) als bestimmt, aber der Preis zwischen den beiden Ausbeutungspunkten als unbestimmt gilt (vgl. *Stachelberg* (1948), S. 197ff; *Ott* (1970), S. 204ff).

effiziente Vertragsinhalt verfehlt wird oder es fälschlicherweise zu keinem Vertrag kommt.^{26, 27}

Ein weiteres Problem stellen Drohungen dar. So ist es bspw. bei Handlungstyp VII möglich, daß *A* gegenüber *B* mit einer Handlung droht, obwohl diese auch für *A* selbst negativ wäre. Hier stellt sich das Problem der Glaubwürdigkeit der Drohung. Eine Determinante ist sicherlich das Verhältnis von eigenem zu fremdem Schaden. Insbesondere jedoch durch die Strategie der Selbstbindung ist es möglich, Drohungen mit einer genügend hohen Glaubwürdigkeit zu verbinden.²⁸ So problematisch und bezüglich ihres Erfolges unklar aber Drohstrategien sind, so stellen sie doch reale Handlungsmöglichkeiten dar und müssen folglich als solche schon deshalb in die folgende Analyse miteinbezogen werden, weil dieselben Drohstrategien auch bereits bei der Aushandlung des Preises innerhalb des bilateralen Preisbereichs auftreten. Der Parameter x bzw. $1 - x$ repräsentiert somit auch den Grad des Erfolgs solcher Drohstrategien. Da es für unsere Argumentation genügen wird, mehr die Richtung als die genaue Höhe der Vermögensveränderungen abzuleiten, kann ohne große Probleme von einem so vereinfachten Verhandlungsmodell ausgegangen werden.

Zunächst werden die Vermögensveränderungen der beiden Wirtschaftssubjekte *A* und *B* bei Gültigkeit der *Erlaubnisregel* abgeleitet. Die Vermö-

²⁶ Vgl. hierzu insbes. *Iklé und Leites* (1965), zur „strategic manipulation of information“ *Williamson* (1975, S. 26) sowie für einen integrierten (mit der Theorie evolutionärer Prozesse kompatiblen) Ansatz *Kerber* (1989, S. 102-111, S. 151ff und S. 250ff). Allgemein zu Verhandlungstheorien vgl. *Keller* (1974) und *Culliver* (1979) sowie auf spieltheoretischer Grundlage die Überblicke bei *Sutton* (1986) sowie *Rasmusen* (1989, S. 227ff). Zu dem wichtigen Problem, daß aufgrund von Täuschungsstrategien die Effizienz verfehlt werden kann, vgl. insbes. *Saraydar* (1983) sowie *Myerson und Satterthwaite* (1983), die auf spieltheoretischer Grundlage zeigen, daß bei Verhandlungen mit unvollständiger Information im allgemeinen kein (ex-post) effizientes Ergebnis erzielt wird. Zu der darauf aufbauenden, sehr interessanten neueren spieltheoretischen Kritik am Coase-Theorem vgl. *Farrell* (1987), *Schweitzer* (1988) sowie überblickshaft *Weimann* (1990, S. 31-46). Zur früheren Diskussion der Verhandlungsprobleme im direkten Zusammenhang mit dem Coase-Theorem, vgl. *Endres* (1977, S. 642ff) und *Wegehenkel* (1980, S. 67ff).

²⁷ Auch werden keine weiteren Transaktionskosten unterstellt.

²⁸ Vgl. hierzu *Schelling* (1956, S. 281ff); zu einem Überblick über diesen „Commitment-Ansatz“, bei dem die Wirtschaftssubjekte durch vorherige Verpflichtungen ihre Pay-off-Matrix derart ändern können, daß die Realisierung der Drohung auch nach dem Scheitern der Verhandlungen zu einer individuell optimalen und damit glaubwürdigen Handlungsweise wird, vgl. *Minderlein* (1989, S. 136-150). Eine damit verwandte Möglichkeit wird durch Reputationsmodelle aufgezeigt, in denen die Realisierung von Drohungen insofern eine rationale Strategie sein kann, als sie als eine Investition in einen „Ruf der Härte“, der dem Wirtschaftssubjekt bei weiteren Verhandlungen nützt, angesehen werden kann (vgl. ebd., S. 129-136).

gensveränderungen V_A und V_B (vgl. Schaubild 1) beziehen sich dabei immer auf den Vergleich mit der Ausgangssituation vor dem Auftreten der neuen Handlungsmöglichkeit. Eine Erlaubnisregel für die Handlung H liegt genau dann vor, wenn A frei darin ist, die Handlung H zu realisieren oder zu unterlassen, gleichgültig welche Auswirkungen sich daraus auf andere, hier B , ergeben.²⁹

Beim Handlungstyp I kann B A nur dann zu einem Unterlassen von H bewegen, wenn B A mindestens den Wert von H_R für A , nämlich W_A , bietet. Dies ist jedoch nur im Fall Ib möglich, weil nur dort die Preisobergrenze $|W_B|$ größer als die Preisuntergrenze W_A ist. Im Fall Ib wird folglich H_U zu einem Preis P irgendwo innerhalb des bilateralen Preisbereichs ($|W_A| \leq P \leq |W_B|$) vertraglich vereinbart. Die Vermögensveränderung für A (V_A) ist somit durch den Preis P gegeben, der die Preisuntergrenze W_A plus seinen Anteil an dem bilateralen Preisbereich $x(-W_B - W_A)$ beträgt.³⁰ Während folglich V_A positiv ist, verliert B durch diese Zahlung in gleicher Höhe an Vermögen, so daß eine reine Umverteilung von B an A vorliegt. Im Fall Ia dagegen kann B A keinen genügend hohen Preis bieten, so daß es zu keinem Vertrag kommt und A die Handlung H realisiert, was eine positive Vermögensveränderung für A (in Höhe von W_A) und eine negative für B (W_B) zur Folge hat.³¹

Nach seinem eigenen Kalkül würde A bei Handlungstyp III die Handlung H durchführen und B würde dadurch in Höhe von W_B gewinnen. A könnte jedoch auch der Meinung sein, daß B sich nicht als Trittbrettfahrer betätigen sondern etwas beisteuern sollte.³² Dies ist allerdings nur möglich, wenn A damit droht, die auch für ihn positive Handlung nicht durchzuführen, wenn B nicht zu einer gewissen Zahlung bereit ist. Ist die Drohung erfolgreich, so daß es zu einem Vertrag kommt, so erhöht sich das Vermögen von A um W_A plus seinem Anteil an dem Preisbereich, der zwischen 0 und der Preisobergrenze von B , W_B , liegt, während sich das Vermögen des B um seinen Vorteil durch H_R (W_B) minus eines – bei ei-

²⁹ In der Literatur finden sich auch die Ausdrücke „laissez-faire Regel“ (Endres (1977), S. 638), Nichthaftungsregel (Wegehenkel (1980), S. 26) und „no liability“ (Shavell (1987), S. 8).

³⁰ Da $-W_B$ die Preisobergrenze ($W_B < 0$) und W_A die Preisuntergrenze ist, ist die Differenz aus beiden ($-W_B - W_A$) der bilaterale Preisbereich und gleichzeitig der aus dem Vertragsschluß folgende gemeinsame Gewinn. Hieraus ergibt sich für den Preis: $P = W_A + x(-W_B - W_A)$.

³¹ In Bezug auf die obigen Beispiele kann der Getreidebauer dem Viehzüchter eine gewisse Summe zahlen, damit dieser seine Viehherde reduziert. Das Handelsunternehmen kann bereit sein, das „entdistete“ Produkt des Herstellers gegen Gewährung eines zusätzlichen Rabattes oder der Zahlung eines „Eintrittsgeldes“ wieder in das Sortiment aufzunehmen.

³² So fordern bspw. Handelsunternehmen Werbekostenzuschüsse von der Industrie (vgl. Kerber (1989), S. 178).

ner erfolgreichen Drohung – zu zahlenden Preises $P = xW_B$ erhöht.³³ Je geringer dabei W_A , desto wahrscheinlicher kann A glaubwürdig drohen. Völlig risikolos wird die Drohung für A gar im Grenzfall des Handlungstyps VI.

Eine formal sehr ähnliche Situation liegt bei Handlungstyp VII vor. Eigentlich sind wieder beide an demselben Ereignis, nämlich das Unterlassen der Handlung H , interessiert. A kann jedoch wiederum versuchen, B durch Drohung mit der Realisierung der Handlung H zu veranlassen, A eine bestimmte Summe für H_U zu zahlen. Auch hier hängt alles von der Glaubwürdigkeit der Drohung ab. Abgesehen von den bereits oben in Fußnote 28 angeführten Commitment- und Reputationsstrategien, die bspw. für schutzgelderpressende mafiaartige Organisationen besonders wichtig sind, spielt für die Glaubwürdigkeit auch hier das Verhältnis von eigener und verursachter Vermögensminderung eine entscheidende Rolle. Insofern geht der Handlungstyp VII fließend in den Handlungstyp IV, in dem A mit seiner Drohung überhaupt kein Risiko eingeht, und den Typ Ib über, in denen B sowieso für die Unterlassung der Handlung H bezahlt. Je nach dem Erfolg einer solchen Drohung kann A sein Vermögen um $x(-W_B)$ erhöhen, während B eine gleich große Vermögensverminderung hinnehmen muß.

Oben wurde bereits dargelegt, daß Handlungstyp IX die üblichen Fälle des Kaufs von Gütern und Dienstleistungen enthält. Im Fall IXa wird vertraglich H_R vereinbart, da B einen Preis über der Preisuntergrenze des A , W_A , bezahlen kann. Die Vermögensveränderungen sind für A und B positiv und bestehen aus den jeweiligen Anteilen an dem gemeinsamen Gewinn ($W_A + W_B$), die sich durch den Preis innerhalb des Preisbereiches ($|W_A| \leq P \leq |W_B|$) bestimmen.³⁴ Liegen wie im Fall IXb die Kosten der Leistung (W_A) über ihren Wert für B (W_B), kommt es zu keinem Vertrag, die Handlung H wird unterlassen und es ergeben sich keine Vermögensveränderungen gegenüber der Ausgangssituation.

Während die Handlungstypen IV und VI Grenzfälle sind, die bereits oben mitbehandelt wurden, sind die Fälle II, V und VIII gleichermaßen trivial wie wichtig: Da es sich hierbei um all jene Handlungen handelt, die sich nur auf A selbst auswirken, wird A alleine nach seinem eigenen Vorteil entscheiden (mit den daraus resultierenden Vermögensveränderungen), während das Vermögen von B konstant bleibt.³⁵

³³ Kommt es zu keinem Vertrag, so entspricht dies dem Fall $x = 0$.

³⁴ Übertragen in die Begrifflichkeiten der Mikroökonomie stellt dabei der Anteil des A $x(W_A + W_B)$ die Produzenten- und der Anteil des B $(1 - x)(W_A + W_B)$ die Konsumentenrente dar.

³⁵ Zur größeren Übersichtlichkeit wurden bei diesen Fällen die Vermögensveränderungen in Schaubild 1 nicht eingetragen.

Die Analyse der Vermögensveränderungen bei der Erlaubnisregel ergibt somit: Das Vermögen des Innovators A ist immer größer oder gleich demjenigen vor der Innovation, während das Vermögen des mitbetroffenen Wirtschaftssubjekts B größer, gleich, aber auch kleiner als in der Ausgangssituation sein kann. Insbesondere bei der Innovation von Handlungen des Typs I, aber – bei erfolgreichen Drohstrategien – auch der Typen IV und VII verliert B absolut an Vermögen. Bei allen diesen Handlungstypen findet somit eine *Umverteilung* von Wirtschaftssubjekt B zu Wirtschaftssubjekt A statt. Während bei neuen Handlungen des Typs Ia im Vergleich zur Ausgangssituation noch ein Wohlfahrtsgewinn im Sinne des Kaldor-Hicks-Kriteriums entsteht, da A B aufgrund $|W_A| > |W_B|$ kompensieren könnte, finden dagegen bei den Handlungstypen Ib, IV und VII reine Umverteilungen von B an A statt. Dies drückt sich auch darin aus, daß die neue Handlungsmöglichkeit bei diesen Handlungstypen überhaupt nicht realisiert wird. A kann also auch durch die Innovation von solchen Handlungen sein Vermögen erhöhen, die sich im Vergleich zu den bestehenden Handlungsmöglichkeiten als ineffizient erweisen. Anders ausgedrückt bedeutet folglich die Erlaubnisregel, daß die Wirtschaftssubjekte die Freiheit haben, mit der Kreation neuer Handlungen ihren eigenen Wohlstand zu erhöhen, auch wenn dies nur aus Umverteilungen von anderen Wirtschaftssubjekten resultiert. Soweit folglich die Erlaubnisregel gilt, wird der Handlungsraum anderer Wirtschaftssubjekte nicht geschützt.³⁶

Welche Vermögensveränderungen ergeben sich bei einer *Haftungsregel*? Eine solche liegt für die Handlung H genau dann vor, wenn A frei darin ist, die Handlung H durchzuführen, aber negativ von dieser Handlung betroffene Wirtschaftssubjekte, hier B , entschädigen muß.³⁷

Da bei den Handlungstypen II, V und VIII einerseits sowie III, VI und IX andererseits keine negativen Wirkungen gegenüber der Ausgangssituation bei B auftreten, ergeben sich dieselben Ergebnisse wie bei der Erlaubnisregel (vgl. Schaubild 1). Bei Handlungstyp Ia wird A die Handlung H realisieren und B in Höhe von W_B entschädigen. A kann sein Vermögen um die Differenz zwischen W_A und $|W_B|$ erhöhen, während das Vermögen von B konstant bleibt. Im Fall Ib hingegen würde die Entschädigung an B (W_B) den Gewinn für A (W_A) übersteigen, so daß A auf die Realisierung der Handlung verzichtet. Die Vermögen beider Wirtschaftssubjekte bleiben

³⁶ Es sei aber darauf hingewiesen, daß bei allgemeiner Anwendung der Erlaubnisregel das betroffene Wirtschaftssubjekt B in gleicher Weise die Chance hat, durch Kreation neuer Handlungsmöglichkeiten eben solche Umverteilungen zu den eigenen Gunsten zu erreichen.

³⁷ Vgl. zur Definition einer „liability rule“ *Calabresi und Melamed* (1972, S. 1092); bezüglich der möglichen aus dem Haftungsrecht bekannten Gestaltungsmöglichkeiten (vgl. *Shavell* (1987), S. 5ff) handelt es sich dabei um die Variante der „strict liability“.

konstant. Aufgrund der Entschädigungspflicht hat *A* auch keine Möglichkeit, *B* in den Fällen IV und VII mit der Realisierung der Handlung zu drohen, so daß die Handlung von *A* unterlassen wird und die Vermögensveränderungen beider gleich null sind.

Zusammenfassend ändert sich in unserem Modell bei der Haftungsregel gegenüber der Erlaubnisregel nur, daß es zu keinen Umverteilungen von *B* auf *A* kommt. *A* hat zwar immer noch die Freiheit, die Handlung durchzuführen, muß aber negative Auswirkungen auf das Vermögen des *B* ausgleichen, d. h. der Handlungsraum von *B* ist zwar nicht absolut gegenüber der Handlung *H* geschützt, da *B* keinen Unterlassungsanspruch gegenüber *A* hat, aber er ist vermögensmäßig vor den Auswirkungen von *H* geschützt.

Prinzipiell gibt es viele weitere Möglichkeiten, wie die Auswirkungen einer neuen Handlungsmöglichkeit *H* auf *B* rechtlich geregelt sein können. Es geht hier nicht darum, herauszufinden, welche Regeln besser oder schlechter sind,³⁸ sondern es möge lediglich an einigen weiteren Beispielen verdeutlicht werden, daß jede dieser rechtlichen Regelungen einer neuen Handlungsmöglichkeit zu anderen Vermögensveränderungen bei den beiden Wirtschaftssubjekten führt.

So könnte eine *Zustimmungsregel* so gestaltet sein, daß *A* die Handlung *H* nur durchführen darf, wenn *B* dem ausdrücklich zustimmt.³⁹ *B* würde folglich über ein Vetorecht oder – juristisch ausgedrückt – einen Unterlassungsanspruch verfügen. Während dies für alle jene Fälle, bei denen *A* sowieso nicht an der Realisierung interessiert ist (wie in den Fällen IV bis IX), im Vergleich zur Haftungsregel zu keinen Veränderungen führt,⁴⁰ ergeben sich jedoch erhebliche Veränderungen in den Fällen Ia, II und III.⁴¹ Aufgrund des Vetorechts kann *B* gegenüber *A* mit der Verweigerung der Zustimmung drohen und damit evtl. von *A* einen Teil der Vorteile des *A* aus der Realisierung der Handlung *H* erhalten. So würde im Fall Ia *B* von *A* für seine Zustimmung eine Zahlung von mindestens W_B verlangen, wobei *A* maximal W_A zu zahlen bereit wäre.⁴² Die Vermögensveränderung

³⁸ Hierzu wäre die Einführung normativer Kriterien erforderlich.

³⁹ In der Literatur spricht man von einer „property rule“ (vgl. *Calabresi und Melamed* (1972), S. 1092); *Endres* (1977, S. 638) verwendet den Ausdruck „Verursacher-Regel“.

⁴⁰ Zur besseren Übersichtlichkeit sind diese Ergebnisse nicht mehr in Schaubild 1 dargestellt.

⁴¹ Keine Veränderung ergibt sich auch im Fall Ib, da hier *B* wegen des Vertragsschlusses in jedem Fall zustimmt.

⁴² Bei den Handlungstypen II und III könnte *B* mit der Drohung, die Zustimmung zu verweigern, dem Wirtschaftssubjekt *A* den gesamten Vorteil aus der neuen Handlungsmöglichkeit (W_A) streitig machen.

des *A* wird damit insgesamt zwar nicht negativ, aber es kommt in den Fällen Ia, II und III zu einer anderen Verteilung der Gewinne aus der Innovation.

Diese strenge Form der Zustimmungsregel kann in verschiedener Form abgewandelt sein. Bspw. kann die Regel lauten, daß *B* nur dann ein Vetorecht hat, wenn *B* negativ von der Handlung *H* betroffen ist (Handlungstyp I). Damit ergeben sich gegenüber der Haftungsregel nur Abweichungen im Fall Ia, nicht dagegen bei den Handlungstypen II und III. Bei einer weiteren Modifikation könnte *B* zwar ein Vetorecht besitzen, aber darf es nicht dazu mißbrauchen, *A* zu dem Zweck mit diesem Veto zu drohen, um von ihm eine Geldzahlung zu „erpressen“. Auch dabei ergeben sich wieder andere Vermögensveränderungen.⁴³

Auch die Erlaubnis- und Haftungsregel kann in verschiedenen Formen auftreten. Bspw. können Erwägungen über die *Billigkeit* oder *Zumutbarkeit* von Handlungen angestellt werden. So können bestimmte Handlungen – auch ohne Entschädigung – erlaubt sein, wenn die negativen Auswirkungen auf *B* eine bestimmte Grenze nicht überschreiten. Innerhalb dieser Grenze gilt dann die Beeinträchtigung als zumutbar und unterliegt der Erlaubnisregel, während das Überschreiten dieser Grenze zu einem Entschädigungsanspruch oder als weitere Modifikation zu einem Unterlassungsanspruch führt. Eine andere Möglichkeit wäre, eine „umfassende Interessenabwägung“ durchzuführen zwischen den Interessen des *A*, diese Handlung zu realisieren, und den Interessen des *B*, vor den negativen Folgen dieser Handlung geschützt zu werden.⁴⁴ Je nachdem, welche dieser Regelungen für eine neue Handlung gilt, ergeben sich hieraus unterschiedliche Vermögensveränderungen bei den Beteiligten.

Durch die in evolutionären Marktprozessen laufend stattfindende Kreation neuer Handlungsmöglichkeiten werden auch permanent neue externe Effekte im Sinne von Buchanan und Stubblebine geschaffen. Diese Schaffung von externen Effekte führt in Kombination mit der rechtlichen Regelung dieser neuen Handlungen zur Veränderung der zu einem bestimmten Zeitpunkt bestehenden „Ausgangsverteilung“, von der aus dann die Wirtschaftssubjekte wiederum Verhandlungen über die Realisierung bzw. Unterlassung dieser Handlungen führen können. Hierdurch kann dann die Internalisierung dieser neuen externen Effekte und damit das Wiedererreichen der allokativen Effizienz angestrebt werden. Uns interessiert hier we-

⁴³ So kann bspw. im deutschen Zivilrecht die mißbräuchliche Ausübung von Rechten sittenwidrig nach §826 BGB („Sittenwidrige vorsätzliche Schädigung“) sein. Vgl. hierzu *Palandt* (1991, §826, Rdnr. 6); diesen Hinweis verdanke ich Georg von Wangenheim.

⁴⁴ Alle diese Argumentationsweisen finden sich bspw. bei der rechtswissenschaftlichen Auslegung der Behinderungs- und Diskriminierungsverbote der §§22 (4) und 26 (2) S. 2 GWB (vgl. hierzu *Möschel* (1981), Rdnr. 98ff; *Markert* (1981), Rdnr. 181ff).

niger der zweite Schritt der Internalisierung bestehender externer Effekte, sondern die Tatsache, daß die laufende Kreation neuer Handlungsmöglichkeiten – in Abhängigkeit von den rechtlichen Regelungen – zu permanenten Umverteilungen zwischen den Wirtschaftssubjekten führt.⁴⁵

4. Umverteilungen als Innovationsanreiz

Diese aus Innovationen resultierenden Vermögensveränderungen stellen jedoch nun gleichzeitig Anreize dar, nach neuem Wissen und damit neuen Handlungsmöglichkeiten (Innovationen) zu suchen.⁴⁶ Da Umverteilungen somit Teil der Innovationsanreize sind, sind umgekehrt auch Ausmaß und Richtung der Innovationsaktivitäten der Wirtschaftssubjekte von dem Umfang der von den rechtlichen Regelungen zugelassenen Umverteilungen abhängig.

Vergleicht man bspw. die in unserem obigen Zwei-Personen-Modell enthaltenen Innovationsanreize für die Erlaubnis- und die Haftungsregel, so wird deutlich, daß das Wirtschaftssubjekt *A* bei der Haftungsregel nur Anreize hat, nach neuen Handlungen der Typen Ia, III, VI und IXb zu suchen, weil es nur bei ihnen gegenüber der Ausgangssituation einen Gewinn erzielt ($V_A > 0$). Die Suche nach Handlungen der Typen Ib, IV und VII ist völlig uninteressant. Bei der Erlaubnisregel hat *A* dagegen auch bei diesen Handlungstypen Innovationsanreize. Hieraus folgt, daß die Haftungs- und die Erlaubnisregel in unserem Zwei-Personen-Modell zu sehr unterschiedlichen Anreizstrukturen für neue Innovationen führen.

Das Problem, daß eine Erlaubnisregel Anreize bietet zur Schaffung von Aktivitäten, die sich negativ auf andere auswirken, ist in der Literatur über externe Effekte bereits seit langem als „extortion“-Problem bekannt. So wurde in der Auseinandersetzung um das Coase-Theorem darauf hingewiesen, daß eine Erlaubnisregel für den Verursacher die Möglichkeit eröffnet, absichtlich das Niveau schädigender Aktivitäten zu erhöhen oder nach neuen derartigen Aktivitäten zu suchen, um damit (höhere) Zahlungen von

⁴⁵ Zu den Umverteilungseffekten von Innovationen, vgl. auch Witt (1987a, S. 184f, insbes. Fn.24) sowie ausführlich ders. (1991). Hierbei unterscheidet Witt auch zwischen pekuniären und technologischen externen Effekten (Scitovsky (1954)), worauf in unseren Überlegungen bewußt verzichtet wurde. Hintergrund ist der Verdacht, daß sich beide in evolutorischen Prozessen nicht so sauber wie in der Wohlfahrts-theorie differenzieren lassen. Darauf kann hier aber nicht weiter eingegangen werden.

⁴⁶ Auch wenn aufgrund der Kreativität kognitiver Prozesse die Ergebnisse solcher Suchprozesse als offen angesehen werden müssen, so wird doch davon ausgegangen, daß Gewinnanreize zu stärkeren Suchanstrengungen und diese wiederum zu einer Vergrößerung der Chance des Findens von Innovationen führen.

dem Geschädigten zu „erpressen“. Am deutlichsten findet sich dies bei *Mumey* (1971, S. 723): „In the absence of liability laws, threats could become revenue generators. This, in turn, could lead to possible resource misallocation, since incentives could exist for channeling resources into the invention of threatening possible actions or production processes.“⁴⁷

5. Wirkung rechtlicher Regelungen auf die Dynamik und Richtung des evolutionären Marktprozesses

Im folgenden soll das Zwei-Personen-Modell endgültig verlassen und kurz an mehreren Beispielen verdeutlicht werden, wie konkrete rechtliche Regelungen zu spezifischen Anreizstrukturen für Innovationen führen und damit die Dynamik und Richtung der evolutionären Entwicklung beeinflussen.

Wer in Wettbewerbsprozessen mit seiner Leistung vorne liegt, kann Vorsprungsgewinne realisieren, während die zurückbleibenden Wettbewerber durch Gewinneinbußen oder Verluste unter Druck gesetzt werden, gegenüber dem vorgestoßenen Wettbewerber nachzuziehen oder ihn zu überholen.⁴⁸ In diesem permanenten Prozeß des Vorstoßens und Nachziehens kommt es hierbei über Marktanteilsverschiebungen zu laufenden Umverteilungen von den jeweils relativ zurückbleibenden zu den vorstoßenden Wettbewerbern.⁴⁹ Hintergrund dieser Umverteilungen ist die rechtliche Regelung, daß die Wettbewerber das Recht haben, ihre Leistungen innovativ zu verbessern, auch wenn hierdurch ihre Konkurrenten Verluste erleiden. Für die Innovation neuer auf dem Markt angebotener Leistungen gilt folglich für das Verhältnis zwischen den Wettbewerbern die Erlaubnisregel.⁵⁰

⁴⁷ Mumey fährt fort (ebd.): „It could also lead to coercive income distribution, which could be sufficient to disrupt the orderly pattern of economic incentives necessary for ‘free enterprise’ resource allocation“. Als problematisch werden dabei sowohl der mögliche Ressourcenverbrauch für die Schaffung solcher Aktivitäten, für die Glaubwürdigmachung der Drohung und für die Abwicklung der Verhandlungen als auch die daraus folgenden Verteilungswirkungen gesehen. Vgl. hierzu auch *Daly und Gertzt* (1975), *Endres* (1977, S. 644f), *Sälter* (1989, S. 152ff) sowie *Kamien, Schwartz und Dolbear* (1966), *Bramhall und Mills* (1966), *Mishan* (1982, S. 163f), *Demsetz* (1975, S. 176ff.), *Dick* (1976, S. 186ff), *Veljanovski* (1982, S. 58ff).

⁴⁸ Vgl. *Schumpeter* (1911), *Clarke* (1961), *Hoppmann* (1977) sowie *Heuß* (1965; 1980).

⁴⁹ Vgl. zu diesen Umverteilungen im Wettbewerbsprozeß *Kerber* (1991a, S. 24ff). *Streit und Wegner* (1989, S. 195ff) sprechen in diesem Zusammenhang auch von negativen pekuniären externen Effekten; vgl. auch *Witt* (1987a, S. 184f; 1987b, S. 182ff).

⁵⁰ Es handelt sich hierbei um die rechtliche Umsetzung des Prinzips der Wettbewerbsfreiheit. Vgl. hierzu die Definition von *Hoppmann* (1966, S. 289): „Freiheit des Wettbewerbs besagt: Freiheit zur Initiative, Freiheit zum Vorstoß in technisches,

Die Wettbewerber dürfen sich jedoch nicht nur durch die Verbesserung ihrer Leistung gegenseitig schädigen, sondern es ist ihnen darüberhinaus durch das Kartellverbot sogar untersagt, diese wechselseitigen Schädigungen durch private Vereinbarungen zu verhindern.⁵¹

Aufgrund dieser rechtlichen Regelungen besteht für die auf Märkten agierenden Wirtschaftssubjekte permanent ein sehr starker Anreiz bzw. Druck, ihr Wissen zu verbessern und nach neuen Innovationen zu suchen. Erst dieser über Umverteilungen wirkende rigide Anreiz- und Sanktionsmechanismus führt dazu, daß die Suche nach neuem, besseren Wissen in den Mittelpunkt der Bemühungen der Wettbewerber rückt, wodurch der Wettbewerb erst seinen systematisch wissenschaftenden Charakter gewinnt (Wettbewerb als Entdeckungsverfahren)⁵² und damit zur zentralen Kraft der wirtschaftlichen Entwicklung wird. Würde demgegenüber eine Haftungsregel gelten, so wäre nicht nur der Anreiz vorzustoßen, wesentlich kleiner, sondern es würde vor allem auch für die Konkurrenten jeder Druck wegfallen, nachzuziehen, da sie ja entschädigt werden.⁵³ Insofern haben diese rechtlichen Regelungen des Wettbewerbsprozesses erhebliche Auswirkungen auf das Tempo und die Intensität der Suche nach Innovationen und damit auf die Dynamik des evolutionären Marktprozesses.

Eine andere Gruppe rechtlicher Regeln bestimmt, welche Aktionsparameter die Wirtschaftssubjekte im Wettbewerb nicht einsetzen dürfen. So gibt es eine Vielzahl von Handlungen, die im deutschen Recht (bspw. StGB, BGB, UWG oder GWB) untersagt sind (oder Schadensersatzklagen nach sich ziehen können) und folglich nicht für den Vorstoß im Wettbewerb benutzt werden können.⁵⁴ Dabei könnten manche dieser Handlungen in

organisatorisches und ökonomisches Neuland, zur Schaffung neuer Güter, neuer Verfahren, neuer Märkte, Freiheit zu ökonomischen Fortschritt. ...“.

⁵¹ Vgl. ausführlich *Immenga* (1981). Das Wettbewerbsrecht strebt folglich systematisch an, alle Versuche zu unterbinden, das zwischen den Wettbewerbern bestehende Gefangenendilemma zu lösen. Zweck dieser Versuche, den rivalisierenden Wettbewerb durch Sicherstellung der permanenten Umverteilungsdrohung aufrechtzuerhalten, ist es, den Wohlstand der Wirtschaftssubjekte der Marktgegenseite, letztlich der Konsumenten, zu steigern.

⁵² Vgl. *Hayek* (1952, 1968); zur weiteren Konkretisierung dieses wissenschaftenden evolutionären Wettbewerbs vgl. insbesondere *Kerber* (1991a, 1991b).

⁵³ Noch wesentlich geringer wären jedoch die Anreize und Möglichkeiten, mit neuen Produkten etc. auf dem Markt zu kommen, wenn bspw. eine Zustimmungsregel herrschte.

⁵⁴ Vgl. bspw. §1 des Gesetzes gegen den unlauteren Wettbewerb (UWG): „Wer im geschäftlichen Verkehre zu Zwecken des Wettbewerbes Handlungen vornimmt, die gegen die guten Sitten verstoßen, kann auf Unterlassung und Schadensersatz in Anspruch genommen werden“. Die Rechtsprechung hat im Rahmen dieser Generalklausel eine fast unüberschaubare Menge von einzelnen Wettbewerbshandlungen als „unlauter“ qualifiziert. Vgl. generell zum Recht des unlauteren Wettbewerbs die

bestimmten Situationen wirkungsvolle Aktionsparameter zur Durchsetzung auf dem Markt sein.⁵⁵ Mit der Unterscheidung von Wettbewerbshandlungen in rechtlich zulässige und unzulässige legt die Rechtsordnung für bestimmte Handlungen die Erlaubnisregel und für andere beispielsweise die Haftungs- oder Zustimmungsregel fest. Stößt ein Wettbewerber durch Innovationen außerhalb des Bereichs der unzulässigen Handlungen vor, so werden die daraus resultierenden Umverteilungen von der Rechtsordnung als legitim angesehen.⁵⁶ Mit dieser nach der Art der Wettbewerbshandlungen differenzierenden Zuordnung von Handlungsrechten werden systematisch derart Anreize gesetzt, daß die Wirtschaftssubjekte neue Aktionsparameter nur innerhalb dieses zulässigen Bereichs suchen.⁵⁷ Dies bedeutet gleichzeitig, daß je nachdem, wie diese konkreten Regeln gestaltet sind, sich die Bemühungen der Wettbewerber um Schaffung neuen, besseren Wissens auf andere Aktionsparameter richten, was wiederum zur Herausbildung verschiedener Fähigkeiten führt, wodurch sich die Marktprozesse in unterschiedliche Richtungen entwickeln.⁵⁸

Als dritte Gruppe sollen rechtliche Regelungen in Bezug auf das Umweltproblem angesprochen werden.⁵⁹ Haben zum Beispiel Wirtschaftssubjekte das Recht, bei der Innovation neuer kostengünstigerer Produktionsverfahren auch neue, noch unbekannte Stoffe in die Luft zu emittieren, ohne für von ihnen eventuell ausgelöste Schäden zu haften (Erlaubnisregel), so haben sie keinen Anreiz, nach Verfahren mit möglichst wenig

umfassenden Kommentierungen bei *Baumbach und Hefernehl* (1990) sowie *Emmerich* (1987).

⁵⁵ Man denke nur an die Möglichkeiten, durch Vorspiegelung falscher Tatsachen zusätzliche Vertragsabschlüsse zu erreichen, sich durch absichtliche Beschädigung der Fabrikationsanlagen von Konkurrenten Vorteile auf dem Markt zu verschaffen oder Konkurrenten durch die Verbreitung (falscher) Gerüchte über die Toxizität ihrer Lebensmittelprodukte auszuschalten.

⁵⁶ Demgegenüber werden bei als unzulässig qualifizierten Wettbewerbshandlungen die Handlungsräume zwischen den Konkurrenten anders abgegrenzt, so daß diese Handlungen als unzulässige Eingriffe gewertet werden.

⁵⁷ Dies gilt allerdings nur, wenn das Recht auch durchgesetzt wird.

⁵⁸ Ist beispielsweise vergleichende Werbung erlaubt, so stehen die Wirtschaftssubjekte in einem permanenten Wettbewerb, um neue Ideen und Strategien für diesen Aktionsparameter „vergleichende Werbung“ zu entwickeln, so daß es zur Herausbildung von Spezialisten für diese Wettbewerbshandlungen kommt. Oder werden die Handlungsräume zwischen Unternehmen und Privatpersonen anders – als bisher in Deutschland üblich – abgegrenzt, so daß Telefonwerbung erlaubt ist, so wird es interessant, spezielle Techniken und Fähigkeiten für den Verkauf von Produkten via Telefon zu entwickeln, ebenso wie eventuell Privatpersonen nach Möglichkeiten suchen werden, diesen Belästigungen zu entgehen.

⁵⁹ Vgl. zur Vielzahl möglicher umweltpolitischer Instrumente *Wicke* (1991, S. 167-423) und *Weimann* (1990, S. 103-200).

oder für Dritte unschädlichen Emissionen zu suchen, so daß Umverteilungen im Sinne des Handlungstyps I auftreten können. Zwar können anschließend die negativ Betroffenen diesem Innovator Zahlungen für die Einschränkung dieser Produktion oder die Suche nach unschädlicheren Emissionen leisten und auf diese Weise wieder die Allokationseffizienz herzustellen versuchen.⁶⁰ Entscheidend aber ist, daß diese Schaffung eines neuen externen Effekts bei der Erlaubnisregel zu einer Umverteilung von den negativ Betroffenen zu dem Innovator führt.⁶¹ Die Wirtschaftssubjekte haben unter der Erlaubnisregel somit in gleicher Weise Anreize, nach Innovationen des Typs I wie nach solchen der Typen II und III zu suchen. Würde demgegenüber eine Haftungsregel gelten, so hätten die Wirtschaftssubjekte nur Anreize, nach Verfahren ohne oder mit unschädlichen Emissionen zu suchen.⁶²

Je nach der konkreten rechtlichen Abgrenzung der Handlungsräume von Wirtschaftssubjekten, d. h. je nachdem inwieweit Wirtschaftssubjekte frei darin sind, Schadstoffe in beliebiger Qualität und Quantität zu emittieren, oder von solchen Immissionen Betroffene Schadensersatz- oder gar Unterlassungsansprüche besitzen, bestehen im Wettbewerb unterschiedliche Anreize, umweltfreundliche Produkte oder Produktionsverfahren zu entwickeln. So ist beispielsweise die Innovation umweltschonender Produktionstechniken beim Bestehen von Haftungsregelungen ein ganz normaler Aktionsparameter zur Kostensenkung im Wettbewerb, so daß auch solche rechtlichen Regelungen im Grunde – ebenso wie oben – Wettbewerbshand-

⁶⁰ Normalerweise wird dies bei Umweltemissionen an den Transaktionskosten scheitern, weshalb Gegner der Verhandlungslösung die Pigouschen Lösungsversuche unter Einschaltung des Staates fordern (vgl. hierzu bspw. *Baumol und Oates* (1988), S. 9ff).

⁶¹ Mit Ausnahme einiger Andeutungen im Zusammenhang mit dem „extortion“-Problem (vgl. oben Fn. 47) hat die Literatur zu externen Effekten diesen aus der Schaffung neuer externer Effekte entstehenden Umverteilungseffekt inklusive seiner Anreizwirkung nicht gesehen. In der Literatur über externe Effekte wird immer nur die Internalisierung bestehender externer Effekte untersucht, dagegen nicht auf die Schaffung neuer eingegangen. Die innerhalb der traditionellen Umweltpolitik behandelten Verteilungseffekte beziehen sich nur darauf, inwieweit aus allokativen Gründen ergriffene umweltpolitische Maßnahmen zu Verteilungseffekten im Vergleich zur Situation vor solchen Internalisierungsversuchen führen (vgl. bspw. *Baumol und Oates* (1988), S. 235ff).

⁶² Ein weiteres Problem, auf das hier nicht näher eingegangen werden kann, sind die unterschiedlichen Anreize, nach neuem Wissen zu suchen, wenn man im Haftungsrecht die beiden Varianten Gefährdungs- und Verschuldenshaftung (strict liability bzw. negligence rule) vergleicht (vgl. hierzu generell *Shavell* (1987), S. 5ff). Während bei der Gefährdungshaftung der Verursacher einen permanenten Anreiz hat, nach Innovationen zur Schadensreduktion zu suchen, muß der Verursacher bei der Verschuldenshaftung nur ein bestimmtes (durch den jeweiligen Stand der Technik bestimmtes) Sorgfaltsniveau einhalten.

lungen regeln, wobei in diesem Fall bei der Einführung einer Haftungsregelung ein neuer Wettbewerbsparameter „eingeführt“ wird, nämlich Senkung der Kosten für Dritte. Damit wird die Suche nach neuem Wissen in eine andere Richtung getrieben und die wirtschaftliche Entwicklung schlägt einen anderen Pfad ein.

6. Schlußfolgerung

In diesem Beitrag wurde nur darauf abgestellt, welche Wirkungen rechtliche Regelungen auf evolutionäre Marktprozesse haben, während die Evolution des Rechts ausgeklammert blieb.⁶³ Dies läßt sich dann rechtfertigen, wenn sich im Prozeß der Gesamtevolution die rechtlichen Regelungen deutlich langsamer verändern als die Marktprozesse selbst. Dann kann man von der traditionellen Vorstellung eines ordnungspolitischen Rahmens ausgehen, innerhalb dessen die konkreten evolutionären Marktprozesse ablaufen. Für viele Bereiche des Rechts kann diese Langsamkeit unterstellt werden. Insofern stellt Recht eine zumindest temporär als gegeben anzusehende Restriktion dar, deren Wirkungen auf den Prozeß analysiert werden kann.⁶⁴

Handlungsrechte grenzen individuelle Handlungsräume voneinander ab, d. h. sie legen fest, welche Beeinträchtigungen des Handlungsraums eines Individuums unzulässige Eingriffe sind und welche von dem Betroffenen zu dulden sind. Es wurde gezeigt, daß sie damit gleichzeitig das Ausmaß möglicher Umverteilungen zwischen den Wirtschaftssubjekten bestimmen, die durch die Kreation neuer Handlungen, die sich auf andere auswirken, entstehen können. Da solche Umverteilungen Teil der Innovationsanreize für die einzelnen Wirtschaftssubjekte sind, beeinflußt die konkrete Struktur der Handlungsrechte die Intensität und Richtung der innovativen Bemühungen der Wirtschaftssubjekte. Dies wurde anhand des obigen Zwei-Personen-Modells gezeigt und mit dem Beispiel der rechtlichen Regelungen für den Wettbewerbsprozeß und den Umweltbereich kurz verdeutlicht. Insofern beeinflußt das Recht die evolutionären Marktprozesse und damit die wirtschaftliche Entwicklung. Es sind vor allem die durch die Kreation neuer Handlungen ausgelösten Verteilungseffekte, die von der traditionellen (nur auf Effizienz abstellenden) ökonomischen Analyse des

⁶³ Zur Entstehung bzw. Veränderung von Recht aus der Sicht der Evolutorischen Ökonomik vgl. Hesse (1983) und Witt (1988).

⁶⁴ Vgl. Hesse (1987, S. 211ff), der sich den evolutorischen Prozeß innerhalb einer Hierarchie zunehmend invarianter Restriktionen vorstellt, die dem nicht-intentionalen und endogen evolutorischen Prozeß zumindest für die Zeitdauer der Invarianz dieser Restriktionen Richtung geben („gerichteter Wandel“).

Rechts nicht gesehen werden. Insofern wäre die ökonomische Analyse des Rechts um diese von Innovationen ausgehenden Umverteilungen und den daraus folgenden Innovationsanreizen und damit um die evolutionäre Dimension zu erweitern.

7. Literatur

- Arrow, Kenneth J., 1969: The Organization of Economic Activities: Issues Pertinent to the Choice of Market Versus Non- market Allocation, in: The Analysis and Evaluation of Public Expenditures: The PPB System, Joint Economic Committee of the Congress of the United States, Washington, D.C., S. 47-64.
- Baumbach, A. und Hefermehl, W., 1991: Wettbewerbsrecht, 17.A., München.
- Baumol, William J. und Oates, Wallace E., 1988: The Theory of Environmental Policy, 2.ed., Cambridge u.a.
- Behrens, Peter, 1986: Die ökonomischen Grundlagen des Rechts, Tübingen.
- Böhm, Franz, 1966: Privatrechtsgesellschaft und Marktwirtschaft, in: ORDO, Bd.17, S. 75-151.
- Bramhall, David F. und Mills, Edwin, 1966: A Note on the Asymmetry between Fees and Payments, in: Water Resources Research, Vol.2, S. 615f.
- Buchanan, J.M. und Stubblebine, W.C., 1962: Externality, in: *Economica*, 371-384.
- Calabresi, Guido, und Melamed, A. Douglas, 1972: Property Rules, Liability Rules, and Inalienability: One View of the Cathedral, in: *Harvard Law Review*, Vol.85, S. 1089ff.
- Clark, J.M., 1961: Competition as a Dynamic Process, Washington.
- Coase, R.H., 1960 (1978): Das Problem der sozialen Kosten, in: Assmann, Dieter u.a. (Hrsg.), *Ökonomische Analyse des Rechts*, Kronberg/Ts., S. 146-202.
- Cornes, R. und Sandler, T., 1986: The Theory of Externalities, Public Goods, and Club Goods, Cambridge u.a.
- Daly, G. und Gierzt, J.F., 1975: Externalities, Extortion, and Efficiency, in: *American Economic Review*, Vol.65, S. 997-1001.
- Demsetz, Harold, 1975: When Does the Rule of Liability Matter? in: Manne, Henry G. (ed.), *The Economics of Legal Relationships*, St.Paul/New York, S. 168-183.
- Dick, Daniel T., 1976: The Voluntary Approach to Externality Problems: A Survey of the Critics, in: *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.2, S. 185-195.
- Emmerich, Volker, 1987: Das Recht des unlauteren Wettbewerbs, 2.A., München.
- Endres, Alfred, 1977: Die Coase-Kontroverse, in: *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft*, Bd.133, S. 637-651.
- Eucken, W. 1952 (1990): Grundsätze der Wirtschaftspolitik, 6.A., Tübingen u.a.
- Farrell, Joseph, 1987: Information and the Coase Theorem, in: *Journal of Economic Perspectives*, Vol.1, S. 113-129.
- Furubotn, E.G. und Pejovich, S., 1972: Property Rights and Economic Theory: A Survey of Recent Literature, in: *Journal of Economic Literature* 10, S. 1137-1162.

- Gulliver*, P.H., 1979: Disputes and Negotiations. A Cross- Cultural Perspective, New York u.a.
- Hayek*, Friedrich A. von, 1952: Der Sinn des Wettbewerbs, in: ders., Individualismus und wirtschaftliche Ordnung, Erlenbach- Zürich, S. 122-140.
- , 1968: Der Wettbewerb als Entdeckungsverfahren, Kiel.
- Hesse*, Günter, 1983: Zur Erklärung der Änderung von Handlungsrechten mit Hilfe ökonomischer Theorie, in: Schüller, A. (Hg.), Property Rights und ökonomische Theorie, München, S. 79-109.
- , 1987: Innovationen und Restriktionen. Zum Ansatz der Theorie der langfristigen wirtschaftlichen Entwicklung, in: Borchert, M., Fehl, U., und Oberender, P., (Hrsg.), Markt und Wettbewerb. Festschrift für Ernst Heuß zum 65.Geburtstag, Bern und Stuttgart, S. 195-226.
- , 1990: Evolutorische Ökonomik oder Kreativität in der Theorie, in: Ulrich Witt (Hrsg.), Studien zur Evolutorischen Ökonomik I, Berlin.
- Heuß*, Ernst, 1965: Allgemeine Markttheorie, Tübingen-Zürich.
- Heuß*, Ernst, 1980: Art. Wettbewerb, in: Albers, Willi, u. a. (Hrsg.), Handwörterbuch der Wirtschaftswissenschaften, Stuttgart u.a., Bd.8, S. 679-697ff.
- Hoppmann*, Erich, 1966: Das Konzept der optimalen Wettbewerbsintensität. Rivalität oder Freiheit des Wettbewerbs: Zum Problem eines wettbewerbspolitisch adäquaten Ansatzes der Wettbewerbstheorie, in: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Bd.179, S. 286-323.
- , 1977: Marktmacht und Wettbewerb, Tübingen.
- Hutter*, Michael, 1989: Die Produktion von Recht. Eine selbstreferentielle Theorie der Wirtschaft, angewandt auf den Fall des Arzneimittelpatentrechts, Tübingen.
- Iklé*, F.C. und *Leites*, N., 1965: Verhandlungen – ein Instrument zur Modifikation von Nutzenvorstellungen, in: Shubik, M. (Hrsg.), Spieltheorie und Sozialwissenschaften, Hamburg, S. 255- 270.
- Immenga*, Ulrich, 1981: Kommentierung zu §1 GWB, in: Ulrich Immenga und Ernst-Joachim Mestmäcker (Hrsg.), Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen. Kommentar, München.
- Kamien*, M.I., *Schwartz*, N.L. und *Dolbear*, F.T., 1966: Asymmetry between Bribes and Charges, in: Water Resources Research, Vol.2, S. 147-157.
- Keller*, Bernd, 1974: Theorien der Kollektivverhandlungen, Berlin.
- Kerber*, Wolfgang, 1989: Evolutionäre Marktprozesse und Nachfragemacht. Das Nachfragemachtproblem im Rahmen einer evolutionären Spielraumanalyse und Kritik seiner bisherigen wettbewerbspolitischen Behandlung, Baden-Baden.
- , 1991a: Zur Entstehung von Wissen: Grundsätzliche Bemerkungen zu Möglichkeiten und Grenzen staatlicher Förderung der Wissensproduktion aus der Sicht der Theorie evolutionärer Marktprozesse, in: Peter Oberender und Manfred E. Streit (Hrsg.), Marktwirtschaft und Innovation, Baden-Baden.
- , 1991b: Evolutionäre Wettbewerbsprozesse über mehrere Wirtschaftsstufen: Das Beispiel „Industrie – Handel – Konsumenten“, in: ORDO, Bd.42, S. 325-349.
- Kirzner*, Israel M., 1973: Competition and Entrepreneurship, Chicago.
- Lachmann*, Ludwig M., 1943 (1984): The Role of Expectations in Economics as a Social Science, in: *Economica* 10, S. 108-119; dt.: Die Rolle der Erwartungen in der

- Nationalökonomie als Sozialwissenschaft, in: ders., *Marktprozeß und Erwartungen: Studien zur Theorie der Marktwirtschaft* (hrsg. v. E.Grinder), München, S. 69-84.
- , 1976: On the Central Concept of Austrian Economics: Market Processes. In: Dolan, E.G. (Hg.), *The Foundations of Modern Austrian Economics*, Kansas City, S. 126-132.
- Markert, Kurt, 1981: Kommentierung zu §26 GWB, in: Ulrich Immenga und Ernst-Joachim Mestmäcker (Hrsg.), *Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen. Kommentar*, München.
- Meade, James F., 1952: External Economies and Diseconomies in a Competitive Situation, in: *Economic Journal*, Vol.52, S. 54-67.
- Minderlein, Martin, 1989: *Markteintrittsbarrieren und Unternehmensstrategie. Industrieökonomische Ansätze und eine Fallstudie zum Personal Computer-Markt*, Wiesbaden.
- Mishan, E.J., 1971 (1982): Die Nachkriegsliteratur über Externe Effekte: Versuch einer Deutung, in: Möller, H., Osterkamp, R., Schneider, W. (Hg.), *Umweltökonomik*, Königstein/Ts., S. 135-173.
- Möschel, Wernhard, 1981: Kommentierung zu §22 GWB, in: Ulrich Immenga und Ernst-Joachim Mestmäcker (Hrsg.), *Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen. Kommentar*, München.
- Mumey, G.A., 1971: The 'Coase-Theorem': A Reexamination, in: *Quarterly Journal of Economics*, Vol.85, S. 718-723.
- Myerson, Roger B. und Satterthwaite, Mark A., 1983: Efficient Mechanisms for Bilateral Trading, in: *Journal of Economic Theory*, Vol.29, S. 265-281.
- Nelson, Richard R. und Winter, Sidney G., 1982: *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge u.a.
- Ott, Alfred E., 1970: *Grundzüge der Preistheorie*, 2.A., Göttingen.
- Palandt, 1991: *Bürgerliches Gesetzbuch. Kommentar*, 50.A., München (Kommentierung zu §826 BGB von Thomas).
- Posner, Richard A., 1977: *Economic Analysis of Law*, 2.ed., Boston.
- Rasmusen, Eric, 1989: *Games and Information. An Introduction to Game Theory*, Cambridge.
- Röpke, Jochen, 1977: *Die Strategie der Innovation*, Tübingen.
- , 1983: Handlungsrechte und wirtschaftliche Entwicklung, in: Schüller, A., (Hg.), *Property Rights und ökonomische Theorie*, München, S. 111-144.
- , 1987: Möglichkeiten und Grenzen der Steuerung wirtschaftlicher Entwicklung in komplexen Systemen, in: Borchert, M., Fehl, U., und Oberender, P., (Hg.), *Markt und Wettbewerb. Festschrift für Ernst Heuß zum 65.Geburststag*, Bern und Stuttgart, S. 227-243.
- Säler, Peter Michael, 1989: Externe Effekte: 'Marktversagen' oder Systemmerkmal?, Heidelberg.
- Saraydar, Edward, 1983: Bargaining Power, Dissimulation, and the Coase Theorem, in: *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, Vol.139, S. 599-611.
- Schelling, Thomas C., 1956: An Essay on Bargaining, in: *American Economic Review*, Vol.46, S. 281-306.
- Schlieper, Ulrich, 1980: Art. Externe Effekte, in: Albers, W. u. a. (Hrsg.), *Handwörterbuch der Wirtschaftswissenschaften*, Stuttgart u. a. , Bd.2, S. 524-530.

- Schumpeter*, Joseph A., 1911 (1952): *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*, 5.A., Berlin.
- Schweizer*, Urs, 1988: Externalities and the Coase Theorem: Hypothesis or Result?, in: *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, Vol.144, S. 245-266.
- Scitovsky*, Tibor, 1954: Two Concepts of External Economies, in: *Journal of Political Economy* LXII, S. 143-151.
- Shackle*, G.L.S. , 1972: *Epistemics & Economics. A Critique of Economic Doctrines*, Cambridge.
- , 1979: *Imagination and the Nature of Choice*. Edinburgh.
- , 1987: *Economic Analysis of Accident Law*. Cambridge/Mass.
- Stachelberg*, Heinrich v., 1948: *Grundlagen der theoretischen Volkswirtschaftslehre*, Bern.
- Streit*, Manfred E. und *Wegner*, Gerhard, 1989: Wissensmangel, Wissenserwerb und Wettbewerbsfolgen – Transaktionskosten aus evolutorischer Sicht, in: *ORDO*, Bd.40, S. 183-200.
- Sutton*, John, 1986: Non-Cooperative Bargaining Theory: An Introduction, in: *Review of Economic Studies*, LIII, S. 709-724.
- Veljanovski*, Cento G., 1982: The Coase Theorems and the Economic Theory of Markets and Law, in: *Kyklos*, Vol.35, S. 53-74.
- Wegehenkel*, Lothar, 1980: *Coase-Theorem und Marktsystem*, Tübingen.
- , 1981: *Gleichgewicht, Transaktionskosten und Evolution*, Tübingen.
- Weimann*, Joachim, 1990: *Umweltökonomik. Eine theorieorientierte Einführung*, Berlin u.a.
- Wicke*, Lutz, 1991: *Umweltökonomie. Eine praxisorientierte Einführung*, 3.A., München.
- Williamson*, Oliver E., 1975: *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications*, New-York u.a.
- Witt*, Ulrich, 1987a: *Individualistische Grundlagen der evolutorischen Ökonomik*, Tübingen.
- , 1987b: How Transaction Rights are Shaped to Channel Innovativeness? in: *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft* 143, S. 180-195.
- , 1988: Eine individualistische Theorie der Entwicklung ökonomischer Institutionen, in: *Boettcher*, Erik, u.a. (Hrsg.), *Jahrbuch für Neue Politische Ökonomie*, Bd.7, S. 72-95.
- (Hrsg.), 1990: *Studien zur Evolutorischen Ökonomik I*, Berlin.
- , 1991: *Innovations, Externalities, and the Indeterminateness of Progress* (unveröffentlichtes Manuskript).

VIII. Evolution und divergierende Entwicklung: China und Europa

von *Carsten Herrmann-Pillath*

Bundesinstitut für ostwissenschaftliche und internationale Studien, Köln

1. Sonderwege versus universalgeschichtliche Gesetzmäßigkeit: China als Testfall für konkurrierende sozial- wissenschaftliche Erklärungsansätze

China ist trotz aller Entwicklungsvorsprünge während des europäischen Mittelalters nicht wesentlich früher als Europa eine moderne Industriegesellschaft geworden: Seit Max Webers Versuch, über die Analyse der Weltreligionen divergierende gesellschaftliche Entwicklungspfade zu erklären, ist dies ein klassisches universalhistorisches, aber auch wirtschafts- und sozialwissenschaftliches Problem. Stark vereinfacht, können die konkurrierenden Erklärungsansätze unter drei Typen zusammengefaßt werden, nämlich

- ein institutionentheoretischer, der das Transformationsversagen Chinas auf entwicklungshemmende Institutionen zurückführt, deren Entstehung wiederum durch ein Zusammenwirken von weltanschaulichen Faktoren und Machtinteressen einzelner gesellschaftlicher Gruppen erklärt wird (*Smith* 1976, S.111f., *Weber* 1985, S.608ff., 815ff., *Hoffmann* 1987),
- ein realwirtschaftlich-ökologischer, der eine institutionentheoretische Erklärung explizit verwirft und zu zeigen versucht, daß bei exogen determiniertem Bevölkerungswachstum die vorhandene Ressourcenausstattung und die implizierten Faktorpreisrelationen ökonomische Daten gesetzt hatten, die im Kontext einer früh entwickelten Marktwirtschaft rational entscheidende Wirtschaftssubjekte dazu veranlaßten, traditionelle Technologien und Organisationsformen gegenüber industriellen zu präferieren (*Elvin* 1973, *Chao* 1986, *P. Huang* 1990),
- ein gemischt institutionentheoretisch-ökologischer, der sich auf die organisatorischen Konsequenzen bestimmter Herausforderungen der natürlichen und sozialen Umwelt für die Entwicklung des Staates konzentriert

und anschließend entwicklungshemmende Effekte der so gewachsenen Herrschaftsstrukturen analysiert (*Wittvogel* 1957, *R. Huang* 1988).¹

Eine solche Diskussion ist von allgemeinem theoretischen Interesse, weil ein Grundproblem der ökonomischen Analyse von Geschichte angesprochen ist: Wird der langfristige Entwicklungspfad von Gesellschaften vornehmlich durch singuläre, zumeist außerökonomische Bedingungskonstellationen bestimmt, so daß – über die oft zitierte Rede vom europäischen Sonderweg hinaus – die Weltgeschichte nur als eine Menge von Sonderwegen (und das heißt letztlich Zufällen) zu kennzeichnen wäre? Oder kann der Verlauf der Geschichte auf eine begrenzte Zahl von Klassen möglicher Antecedensdaten und einige nomologische Hypothesen reduziert werden?² Methodisch liegt zwar kein notwendiger Widerspruch vor, doch ist die Komplexitätsdifferenz zwischen Antecedensdaten zur Ressourcenausstattung und solchen zu weltanschaulichen Faktoren groß: Im letzten Fall erscheint die Hoffnung auf eine einfache Anwendung nomologischer Hypothesen herkömmlichen Typs utopisch.

Die komparative Analyse der chinesischen und der europäischen Entwicklung ist nun ein seltener Testfall konkurrierender sozialwissenschaftlicher Erklärungsansätze, weil China zu einem sehr frühen Zeitpunkt (ca. seit dem 2. Jhd. v. Chr.) vergleichsweise „moderne“ Institutionen in Staat und Wirtschaft aufgewiesen hat. Dies sind vor allem eine weit entwickelte Markt- und Geldwirtschaft (*Chao* 1986), „rationale“ Bürokratien im staatlichen Apparat und positive, mit einem staatlichen Gewaltmonopol garantierte Rechtsnormen (*Bünger* 1983). Insofern ist ein hinreichend großes Maß an Vergleichbarkeit gewährleistet, um Pauschalenerklärungen auszuschließen, die auf kulturelle Spezifika und die mangelnde Anwendbarkeit insbesondere wirtschaftswissenschaftlicher nomologischer Hypothesen außerhalb des modernen Kapitalismus verweisen (Überblick bei *Schneider* 1974 und *Pryor* 1978) und damit prinzipielle Kommunikations- und Kommensurabilitätsprobleme zwischen den Sozialwissenschaften aufwerfen. Stattdessen dürften sich ökologische und institutionelle Faktoren vergleichsweise scharf gegeneinander abgrenzen lassen.

¹ Einen guten Überblick über einen wesentlichen Teil der Diskussion bietet *Schluchter* (1983).

² Diese Alternative stellt sich allerdings nicht nur für die Ökonomie. Auch in der soziologischen Diskussion insbesondere über Max Webers Analyse langfristiger gesellschaftlicher Entwicklung wurde die Frage aufgeworfen, ob sich im Sinne eines allgemeinen evolutionstheoretischen Ansatzes die Entwicklungspfade sämtlicher Gesellschaften durch den Rekurs auf einen nichtkontingenten Satz von Erklärungsprinzipien ableiten lassen. Vielleicht ist nur „Gesellschaftsgeschichte“ möglich in dem Sinne, daß Schlüsselfaktoren für die Determination des Entwicklungspfades einer bestimmten Gesellschaft (wie bei Webers Protestantismus-Hypothese) kein verbindlicher theoretischer Referenzpunkt für die komparative Analyse anderer Gesellschaften sind (*Schluchter* 1979).

2. Die evolutionsökonomische Fundierung der Institutionenökonomik

Angesichts der Tatsache, daß die unterschiedlichen Argumente theoretisch und empirisch bereits gut entwickelt worden sind, stellt sich die Frage, ob ein Erkenntnisfortschritt nur durch einen methodischen Neubeginn zu erzielen ist. Die jüngste Entwicklung der institutionenökonomischen Analyse von Geschichte legt dies nahe. Zwar vertritt die sog. „New Institutional Economics“ einen „theorieimperialistischen“ Anspruch, wenn etwa auch politische Institutionen transaktionskostentheoretisch reduziert werden sollen (Richter 1989). Dennoch muß von einer fundamentalen konzeptionellen Krise gesprochen werden, die von einem im weiten Sinne neoklassischen Verständnis der Konzepte „individuell-rationale Wahlhandlung“ und „Opportunitätskosten“ herrührt (wie etwa bei Eggertson 1990). Sie tritt angesichts folgender, theorieimmanent nur schwer lösbarer Probleme zutage:

- Entgegen dem ursprünglichen Optimismus von North ist der Begriff der „Effizienz“, wie er in der Property-Rights-Theorie verwendet wird, nicht geeignet, den spezifischen Pfad des institutionellen Wandels kausal zu erklären, sondern besitzt einen rein deskriptiven Status. Kausal prioritär sind vielmehr politische Konflikte um die Verteilungseffekte von institutionellem Wandel (Libecap 1989) und deren Lösungen.³ Allerdings scheint sogar der deskriptive Status des Effizienz-Konzeptes fragwürdig, da empirisch operationale Effizienzmaße nur relativ zu jenem institutionellen Rahmen definiert sind, den sie wiederum bewerten sollen; d.h. es handelt sich um pfadabhängige Effizienzmaße (Binger/Hoffman 1989). Ein neoklassisches Effizienzmaß wie das Pareto-Kriterium ist grundsätzlich ungeeignet für die institutionenökonomische Analyse, solange kein unabhängiges, kardinales und intersubjektiv vergleichbares Nutzenmaß gefunden worden ist (Furubotn 1989, Eggertson 1990, S.98ff.).
- Die von North (1988, S.70f.) früh aufgestellte Forderung, die institutionenökonomische Analyse durch eine Theorie des Staates und eine Theorie der Ideologie zu ergänzen, ist bislang nicht erfüllt worden. Ein wichtiger Grund dürfte sein, daß eine Theorie der Ideologie das ökonomische Analyseinstrumentarium transzendiert (Siegenthaler 1989) und daher den theorieimperialistischen Anspruch einer ökonomischen Theorie der Geschichte schon in den Grundlagen erschüttern würde. Da Ideologien ein wichtiger Faktor bei der Organisation kollektiver Handlungen sind, betrifft dies auch eine Theorie des Staates.

³ Eggertson (1990, etwa S. 250) grenzt daher bereits explizit die „naiven“ Versionen der Property-Rights-Theorie gegenüber Theorien ab, die den Staat und politische Faktoren endogenisieren.

- Mit der Diskussion des Effizienzbegriffes hängt eng zusammen, daß die Wechselwirkung zwischen Politik und institutionellem Wandel nur dann analysiert werden könnte, wenn ein Maß verfügbar wäre, über das die positiven Effekte staatlicher Produktion öffentlicher Güter mit den möglicherweise negativen Effekten verrechnet werden könnten, die von ihrer Finanzierungsweise auf die eigentumsrechtlichen Strukturen ausgehen. Historisch spielte hier der mögliche trade-off zwischen militärischem und wirtschaftlichem Erfolg eines Gemeinwesens eine Schlüsselrolle (*Herrmann-Pillath* 1991a).

Trotz aller erzielten Erkenntnisfortschritte bleiben daher wesentliche Fragen in einer Weise offen, die zumindestens *North* (1990) veranlaßt hat, das neoklassische Fundament der Institutionenökonomik grundsätzlich abzulehnen und stattdessen eine neue Position zu entwickeln, die der evolutorischen Ökonomik zuzuordnen ist. *North* betrachtet drei bislang von der Wirtschaftswissenschaft wenig beachtete Faktoren als zentral für die Erklärung langfristigen institutionellen Wandels: Erstens, der Wandel kognitiver Modelle, die für die wirtschaftlichen und politischen Akteure handlungsleitend sind und erst Konfliktsituationen und Interessen definieren⁴; zweitens, die Koevolution staatlicher und wirtschaftlicher Institutionen und die historisch kontingenten Bestimmungsgründe einer „Exogenisierung“ des Staates als dem „neutralen Dritten“, der auch wirtschaftliche Institutionen garantiert und eventuell einrichtet; drittens, die Wechselwirkung zwischen formalen und informalen Handlungsbeschränkungen, etwa wenn die letzteren in Gestalt kultureller Normen den Wandel formaler Eigentumsrechte mitbestimmen. In einem solchen Kontext öffnet sich die Institutionenökonomik gegenüber einer verhaltenswissenschaftlichen Sicht individueller Entscheidungen (*Witt* 1987), indem sie instabile Präferenzen, Informationsprozesse und spezifische Verhaltensrepertoires („skills“) betont, mit denen die Individuen in soziale Interaktionen eintreten. Sie berücksichtigt Irreversibilitäten, Pfadabhängigkeit und die Kraft von Ideen und Weltbildern in der Entwicklungsdynamik von Institutionen (*Dopfer* 1991a,b).

Auch in diesem neuen institutionenökonomischen Paradigma von *North* können jedoch die oben genannten Faktoren der konzeptionellen Krise nicht endgültig aus dem Wege geräumt werden. Es erscheint erforderlich, das evolutorische Fundament stärker auszubauen. Es ist an anderer Stelle ausführlich argumentiert worden (*Herrmann-Pillath* 1991b), daß dies eine theoretische Auseinandersetzung mit in weitestem Sinne „biologischen“ Ansätzen in den Humanwissenschaften erfordert, wobei die evolutorische Öko-

⁴ Diese Erkenntnis hätte allerdings von Max Weber übernommen werden können, der sie als Ausgangspunkt einer Rechtssoziologie betrachtete (*Schluchter* 1979, S. 39f.). Die Entwicklung der Institutionenökonomik zeigt einmal mehr, daß mangelnder interdisziplinärer Diskurs zur wiederholten Erfindung des Rades führt.

nomik als eine Klammer formaler analytischer Prinzipien zu begreifen ist (Abb.1). Für diese analytischen Prinzipien sind vor allem charakteristisch⁵

- die Erklärung von Phänomenen des Wandels durch die Prinzipien „Variation“ und „Selektion“, wobei die Individualität singularer Phänomene einen nomologisch irreduziblen Status erhält (*Herrmann-Pillath* 1991c),
- die Annahme, daß Selektionsprozesse innerhalb komplexer selektiver Heterarchien stattfinden, für deren Analyse eine Vielfalt von System/ Umwelt-Differenzierungen unterstellt werden muß (*Wuketits* 1987); in solchen Heterarchien besteht grundsätzlich eine kausale Vernetzung zwischen Phänomenen unterschiedlicher ontologischer Qualität, also etwa der genetischen und der kulturellen Evolution (*Lumsden/Wilson* 1981, S. 108),
- die axiomatische Setzung einer nicht-linearen Ontologie, die prinzipiell mit der Möglichkeit von Bifurkationen, Chaos und der spontanen Erzeugung von Ordnung rechnet und dementsprechend methodologisch einen anderen Kausalitätsbegriff und andere Standards der Empirizität (etwa hinsichtlich der Rolle von Prognosen bei Falsifikationsverfahren) übernehmen muß (*Seifritz* 1987, S. 85ff., *Marggraf* 1989).

Für die Integration der Institutionenökonomik in einen so abgegrenzten evolutorischen Ansatz sind drei zusätzliche theoretische Schritte erforderlich. Erstens, für die Bewertung der Ergebnisse bzw. der Pfade von Prozessen der Selektion und Variation bleibt zwar der Begriff der „Effizienz“ in der statischen Perspektive relevant, wird jedoch auf den allgemeineren Begriff der „Anpassung“ bezogen.⁶ Zweitens, der empirisch problematische Begriff des „subjektiven Nutzens“ ist durch die Annahme zu ersetzen, daß Individuen „Macht“ in sozialen Interaktionen zu maximieren suchen. Drittens, Norths Konzept der informalen Handlungsrestriktionen muß zum Begriff des „Mems“ als pendant von „Gen“ in Beziehung gesetzt

⁵ Die nachfolgenden Prinzipien weichen beträchtlich von den in *Witt* (1987, S. 9) angeführten ab und sind formal spezifischer. Wits Kriterien für eine evolutorische Theorie sind m.E. zum Teil redundant: I.3.2. „Der Theorie liegt das Konzept der irreversiblen, historischen Zeit zugrunde (...)“ schließt I.3.1. „Die Theorie ist dynamisch (...)“ ein). Sie verweisen auf ihrerseits eigentlich erst erklärungsbedürftige Tatbestände: Warum und wann tritt Irreversibilität auf? Und sie fügen sich nicht gut in das allgemeine Verständnis des Evolutionsbegriffes ein: I.3.3. „Die Theorie erklärt, wie es zu Neuerungen in den untersuchten Entwicklungen kommt (...)“ widerspricht prinzipiell der These von der theoretischen Nicht-Reduzierbarkeit („Zufall“) neuer, individueller Variationen, die gemeinhin von Evolutionstheoretikern vertreten wird (*Mayr* 1983, S. 32ff., *Hoffmann* 1983, S. 250ff.) und scheint damit einem physikalistischen Theoriebegriff verhaftet, wie er auch die Neoklassik implizit leitet.

⁶ Dies geschieht analog zur Anwendung von Optimierungsmodellen in der sog. „Verhaltensökologie“, vgl. *Krebs/Davies* 1987.

werden. Sämtliche Schritte können an vorhandene Ansätze in der Literatur anknüpfen, was den Vorteil einbringt, unnötige methodologische Diskussionen innerhalb der evolutorischen Ökonomik zu vermeiden.



Abbildung 1: Evolutorische Ökonomik als interdisziplinärer Ansatz

Dies betrifft vor allem das Konzept der „Anpassung“. Die bekannten Kontroversen um einen naiven soziobiologischen Reduktionismus (Tietzel 1983, Koslowski 1984, Bargatzky 1984, Witt 1985) und die analogisierende Anwendung des Anpassungsbegriffs in der Soziologie (Giddens 1984, S. 233ff.) verlieren an Brisanz, wenn anerkannt wird, daß der Begriff für den Fall selektiver Heterarchien äußerst komplex wird. Miteinander vernetzte selektive Prozesse generieren Anpassungsleistungen, deren Gesamtergebnis sich erst im Sinne einer Vektorsumme darstellt und nicht auf eine Einzelleistung reduziert werden kann; Einzelleistungen können miteinander in

Widerspruch stehen (Abb.2).⁷ Dies schließt jedoch nicht aus, daß das Gesamtergebnis einer zumindestens qualitativen Bewertung zugänglich ist. Da empirisch operationale Maße des Anpassungserfolges durchaus für menschliche Gesellschaften definierbar sind (z.B. *Corning* 1983, S. 174ff.), ergibt sich über den Anpassungsbegriff die Möglichkeit, unterschiedliche Analyseebenen miteinander zu verknüpfen, und zwar insbesondere die ökologische, die biologische und die institutionelle.

Dann ist die „Macht“ – nicht der „Nutzen“ – als sozialwissenschaftliches Korrelat zum Anpassungsbegriff zu betrachten: Dieses Konzept kann mit seiner dogmengeschichtlichen Wurzel bei Hobbes⁸ eng mit der jüngeren humanethologischen Sicht menschlichen Verhaltens verknüpft werden (*Grammer*, 1989). Es wird angenommen, daß Menschen ständig versuchen, die eigenen Macht- und damit Handlungsgrundlagen im Wettbewerb mit anderen Menschen zu optimieren, und dabei von den kognitiven Modellen insbesondere der sozialen Beziehungen geleitet werden.⁹ Die Verteilung von Macht über Individuen wird als Ergebnis eines komplexen Prozesses der Selektion individueller Verhaltensvariationen innerhalb heterarchisch geordneter Umwelten (natürliche, soziale usw.) analysiert. Dabei erweist sich „Macht“ (im Gegensatz zum „Nutzen“) als ein prinzipiell relationaler Term, der über den Bezug auf bestimmte Situationen der Machtkonkurrenz unter Umweltbeschränkungen empirisch operational wird (*Bogner* 1989, S.36ff.). Analog zur ökonomischen Analyse von Statuspräferenzen (*Konrad* 1990 und die dort zitierte Literatur) ist davon auszugehen, daß Machtgewinne des einen notwendig Machtverluste des anderen implizieren. Damit wird aber nicht ausgeschlossen, daß über die unbeabsichtigten Nebenwirkungen des Machtwettbewerbes positive Anpassungseffekte für alle Beteiligten auftreten könnten. Vielmehr stellt sich stets die Frage,

⁷ *Dawkins* (1989, S.309ff.) zeigt bereits für den vergleichsweise einfachen Fall der biologischen Selektion, daß der Anpassungsbegriff äußerst komplex wird, wenn die u.U. nicht gleichgerichteten Effekte der natürlichen und der sexuellen Selektion berücksichtigt werden. Im Falle menschlicher Gesellschaften könnte etwa zwischen Anpassungsleistungen bezüglich der natürlichen Umwelt und solchen bezüglich der Konkurrenz zwischen Gesellschaften unterschieden werden.

⁸ Hobbes definiert „Macht“ folgendermaßen: „The power of a man, is his present means, to obtain some future apparent good“. Hier zitiert nach *Kliemt* 1985, S. 21ff. Es handelt sich um den ersten Satz des zehnten Kapitels im „Leviathan“. Mit Kliemt ist darauf hinzuweisen, daß dieser Begriff der „Macht“ sich allgemein auf die Fähigkeit zur Umweltbeherrschung (Begriff des „Gutes“) bezieht und nicht lediglich auf die Beherrschung von Menschen. Er ist also weiter als etwa der Machtbegriff von *Weber* (1985, S. 28). Die nachfolgenden Ausführungen von Hobbes zeigen allerdings, daß es sich im wesentlichen um eine Kategorie sozialer Anerkennung handelt, aus der sich dann auch die individuellen Potentiale der Umweltbeherrschung ableiten.

⁹ Auch diese Sicht gesellschaftlicher Machtkonkurrenz ist längst von der klassischen soziologischen Literatur entwickelt worden, und zwar vor allem von *Weber* (1985, S. 20ff.), und *Elias* (1969b, S. 206ff.).

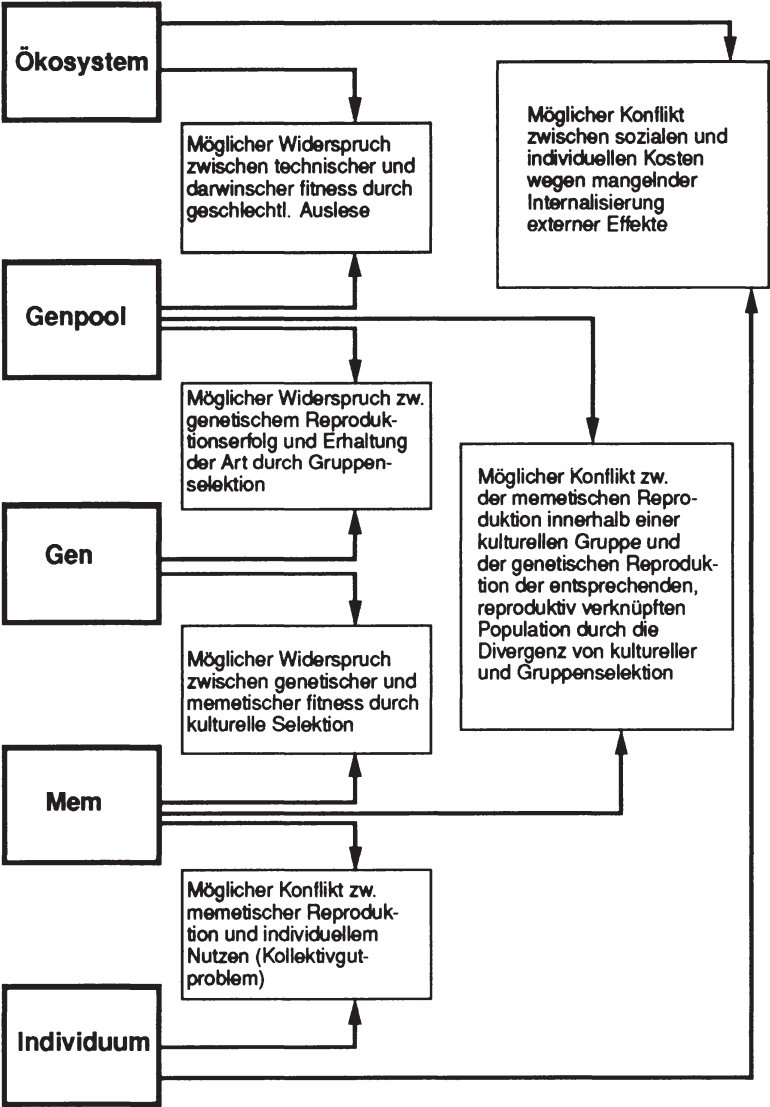


Abbildung 2: Beispiele für die komplexe Semantik des Anpassungs-konzeptes

wann und wie Machtkonkurrenz in menschlichen Gesellschaften zu einer Produktion öffentlicher Güter führt, die eine Verbesserung der – zunächst „technologischen“ (Abb. 1) – Anpassungsleistung der Gesellschaft als Gesamtheit von Individuen im Verhältnis zur natürlichen und sozialen Umwelt ermöglicht. Über die Begriffe „Anpassung“ und „Macht“ wird also auch eine Verbindung zur Hayekschen Evolutionstheorie mit ihrer Betonung der Gruppenselektion hergestellt (Radnitzky 1987).¹⁰

Die Differenzierung zwischen „Genen“ und „Memen“ (Dawkins 1989, Delius 1989) erlaubt es schließlich, ein komplexes Bild der Interaktion zwischen biologischen und kulturellen Anpassungsleistungen zu zeichnen, wie es vor allem bereits mit der sog. „dualen Vererbungslehre“ entwickelt worden ist (Boyd/Richerson 1985, Meyer 1989). Meme als Handlungsbeschränkungen und Informationsträger sind zwar wegen ihres anderen selektiven Kontextes grundsätzlich unabhängig von biologisch definierten Ziel-funktionen (Dawkins 1989, S.193ff.). Die verhaltenswissenschaftliche Annahme, daß Individuen Macht zu maximieren und optimieren suchen, stellt jedoch die Hypothese in Frage, daß die memetische Evolution langfristig mit der genetischen in Widerspruch stehen könnte – immer unter Berücksichtigung der skizzierten semantischen Komplexität des Anpassungsbegriffs. Werden Meme allgemein als kulturell tradierte Verhaltensregeln begriffen, die Normen, Institutionen oder auch kognitive Modelle einschließen, dann ergibt sich die empirisch durchaus sinnvolle Fragestellung, welchen Einfluß die memetische Evolution auf den Machtwettbewerb zwischen Individuen ausübt. Dieser determiniert über Wirkungen und Nebenwirkungen die Anpassungsleistungen menschlicher Gesellschaften, die ihrerseits zum individuellen Anpassungserfolg im biologischen Sinne beitragen.¹¹

Werden die vorstehenden kursorischen Überlegungen theoretisch verdichtet (Herrmann-Pillath 1991b), dann ergeben sich einige erkenntnisleitende Fragen für die evolutorische Analyse langfristigen institutionellen Wandels:

- *Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Entwicklung gesellschaftlicher Machtverhältnisse, dem Wandel ökonomischer Institutionen und der militärischen Konkurrenz zwischen menschlichen Populationen? Wie wirken ökologische Fakto-*

¹⁰ Es ist hier kein Raum, auf die komplizierten Probleme der Beziehung zwischen „Macht“ und „Nutzen“ einzugehen. Eine befriedigende Behandlung des Themas müßte erstens, spieltheoretisch vorgehen und zweitens, deutlich unterscheiden zwischen dem Hobbesschen Verständnis von „Macht“ als Umweltbeherrschung und dem Weberschen als Beherrschung von Menschen.

¹¹ Wobei zu beachten ist, daß bereits der biologische Anpassungsbegriff klar zwischen „technologischer“ und „darwinscher fitness“ differenzieren muß, um empirisch operationale Verfahren zu finden, Anpassungserfolg zu messen (Burian 1983).

ren über die Vermittlung militärischer Technologie auf die spezifische Gestalt von Machtverhältnissen ein?

- *Welcher Zusammenhang besteht zwischen bestimmten Anpassungsleistungen insbesondere durch die Produktion öffentlicher Güter und der demographischen Entwicklung? Wie kann das Meßproblem empirisch operational gelöst werden, daß bei zunehmender gesellschaftlicher Komplexität, die wachsende Ansprüche an das Humankapital richtet, „Reproduktionserfolg“ eine wesentliche qualitative Dimension besitzt, also nicht einfach mit einer quantitativen Maximierung der Zahl der Nachkommenschaft gleichgesetzt werden darf?*
- *Vor diesem Hintergrund ist zu fragen, welche Beziehung zwischen der memetischen und der genetischen Evolution menschlicher Populationen besteht. Kann die langfristige memetische Evolution mit der Stabilisierung bestimmter gesellschaftlicher Anpassungsleistungen in Verbindung gebracht werden? Gibt es eine Wechselwirkung zwischen Memen, die als Normen das reproduktive Verhalten in der Familie steuern, und Memen, die als Weltanschauungen spezifische gesellschaftliche Machtstrukturen stabilisieren?*
- *Wie erklärt sich der Wandel ökonomischer Institutionen durch den Wandel gesellschaftlicher Machtverhältnisse? Wie wirken gesellschaftsinterne Machtkonkurrenz und Konkurrenz zwischen Gesellschaften zusammen? Wie beeinflussen ökonomische Institutionen über ihre Effekte auf das Wirtschaftswachstum den Ausgang der Konkurrenz zwischen Gesellschaften, und wie wirken die Erfordernisse der Organisation und Finanzierung öffentlicher Güter, die diesen wesentlich mitbestimmen, auf die gesellschaftsinterne Machtkonkurrenz zurück?*

Im folgenden soll versucht werden, solche Fragen am Beispiel der langfristig divergierenden Entwicklung von Staat, Wirtschaft und Gesellschaft in China und Europa zu diskutieren. Eine solche Analyse soll auch zum Verständnis der Gegenwart beitragen. Es wird behauptet, daß die evolutionsökonomische Perspektive geeignet ist, um so weitgehende Differenzen zwischen der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung etwa in Europa, Rußland, Japan oder China zu erklären (Herrmann-Pillath 1991a). Dabei wird die gegenwartsbezogene Analyse der Unterschiede institutioneller Strukturen von Gesellschaften (synchronische Betrachtung) auf die Analyse ihrer je spezifischen historischen Genese reduziert (diachronische Betrachtung). Die diachronische Analyse soll bestimmte „memetische Tiefenstrukturen“ der Gesellschaften identifizieren, die bei der Beobachtung von Institutionen in der Gegenwart nicht unmittelbar zugänglich werden.

3. Die Entstehung moderner Staatlichkeit als Grundproblem der jüngeren chinesischen Geschichte

Seit dem 19. Jhd. wird die chinesische Geschichte von dem Bestreben beherrscht, den europäischen Entwicklungserfolg nachzuvollziehen. Bislang sind im chinesischen Mutterland sämtliche diesbezüglichen Bemühungen gescheitert. Der Kommunismus reiht sich mit seinen verschiedenen Varianten harmonisch in die Tradition autoritärer Modernisierungsmodelle des konfuzianischen China ein (Cohen 1988). Es stellt sich die Frage, welche langfristig wirksamen, nur langsam veränderlichen Restriktionen diesen Entwicklungspfad bestimmen.¹²

Aus der Flut kontrastierender Erklärungsversuche seien nur zwei neueste Ansätze in der Literatur angesprochen, die eine Gemeinsamkeit in der Verwendung des Begriffs „Involution“ aufweisen (ausführlicher Überblick bei Hermann-Pillath 1991d). Mit diesem Begriff wird der chinesischen Entwicklung eine Eigendynamik unterstellt, die der Entstehung des Neuen hinderlich ist, sei es in Form neuer Technologien, neuer sozialer Interaktionsmuster oder neuer politischer Strukturen.

Im Falle der „ökonomischen Involution“ (P. Huang 1990) wird dies auf eine enge Wechselwirkung zwischen Bevölkerungsdruck und Sozialstrukturen zurückgeführt. Die Unfähigkeit des traditionellen, aber auch zumindestens des maoistischen China zum intensiven Wirtschaftswachstum resultiere daher, daß Umverteilungsmechanismen innerhalb von Primärgruppen (Familie, Produktionsgruppe/brigade) stets die Möglichkeit eröffnet haben, den Faktor Arbeit selbst dann zu nutzen, wenn seine Grenzproduktivität unter dem – virtuellen – Marktlohnsatz liegt. Gleichzeitig habe in der arbeitsintensiven chinesischen Horti- und Reiskultur die Familie als Produktionseinheit erhebliche Transaktionskostenvorteile gegenüber marktvermittelten Arbeitsverhältnissen aufgewiesen. Damit sei insgesamt ein Wachstumsmuster stabilisiert worden, bei dem eine dauerhaft hohe Nachfrage nach Kindern und schließlich endogene Hemmnisse gegenüber der Entwicklung solcher industrieller Organisationsformen und -technologien perpetuiert werden, die nicht den billigen Faktor „Arbeit“, sondern den relativ teuren Faktor „Kapital“ intensiv nutzen.

Die „staatliche Involution“ ist im Gegensatz zur ökonomischen nur ein Merkmal der jüngeren chinesischen Geschichte (Duara 1988). Gemeint ist das Phänomen, daß der anfänglich erfolgreiche Versuch, die lokalen

¹² Es ist schwierig, beim einzigen unabhängigen Vergleichsfall Taiwan die Erfolgsfaktoren gegeneinander abzugrenzen. Die kontingenten Umwelt- und Anfangsbedingungen (beachte etwa das koloniale Erbe Japans in materieller wie institutioneller Hinsicht) sind hinreichend unterschiedlich, damit Taiwan kein sinnvoller Maßstab zur Bewertung von Entwicklungen auf dem Festland ist.

Eliten als „pouvoirs intermédiaires“ der konfuzianischen Gesellschaft zu verdrängen und einen modernen Steuerstaat aufzubauen (Mann 1987), gescheitert ist. Nach 1911 ging die rasche Erosion der traditionellen Ordnung insbesondere auf lokaler Ebene nicht mit dem Aufbau rational-bürokratischer Mechanismen gesellschaftlicher Integration einher. Stattdessen proliferierte die staatlich zwar zum Teil formal legitimierte, aber unkontrollierte Gewalt etwa von Steuerpächtern (Siu 1989). Die ökonomisch folgenreichste Konsequenz staatlicher Involution besteht darin, daß die zentralstaatlichen Einnahmen nur unterproportional zur tatsächlichen Steuerbelastung der Bevölkerung gesteigert werden können, weil die lokalen Steuereintreiber nur dann hinreichend zur Steuererhebung für den Zentralstaat motiviert sind, wenn ein beträchtlicher Teil der zusätzlichen Einnahmen in die eigenen Kassen fließt. Ist der Staat also durch exogene Faktoren (hier Militärausgaben) mit einem wachsenden Einnahmenbedarf konfrontiert, dann entsteht entweder ein endogener Zwang zur inflationären Defizitfinanzierung, und/oder die Legitimität staatlicher Herrschaft geht verloren, da aus der Sicht der Wirtschaftssubjekte die zunehmende Steuerlast nicht mit einem äquivalenten Zuwachs staatlicher Leistungen verbunden ist.

Werden beide Erklärungsmodelle zusammengeführt, dann läßt sich in der Tat im Sinne von North (1990) ein „lock-in“-Effekt ableiten, der die Wurzel des chronischen chinesischen Modernisierungsdilemmas sein könnte. Die ökonomische Involution zieht laufend die Erosion besteuibar Pro-Kopf-Einkommen über dem Subsistenzniveau nach sich. Dann verstärken sich bei exogenen Ausgabezwängen die negativen Auswirkungen staatlicher Involution auf die Versorgung der Gesellschaft mit öffentlichen Gütern. Es verschärfen sich malthusianische Krisenerscheinungen, etwa weil der staatliche Wasserbau vernachlässigt wird oder weil die Defizite im Bildungswesen nicht die qualitative Komponente bei der Nachfrage nach Kindern stärken.

Dieses Szenario dürfte eine Mustererklärung der Dynamik chinesischer Geschichte zwischen 1850 und mindestens 1950 sein. Dabei spielt offensichtlich die staatliche Involution eine Schlüsselrolle, denn in einer offenen Volkswirtschaft und bei entwickelten Arbeitsmärkten dürften die Impulse, die von der Außenwirtschaft ausgehen, hinreichend sein, um ökonomische Involution langfristig zu brechen (Elvin 1973, S. 319; Chao 1986, S. 20). Ungeachtet der anhaltenden Kontroverse über die Entwicklungseffekte des westlichen Imperialismus in China (Osterhammel 1989, S. 175ff., 199ff.) ist gewiß, daß dessen Destabilisierung der politischen Ordnung äußerst negative Auswirkungen auf die Agrarentwicklung hatten (Myers 1986). Dies entspricht der allgemeinen institutionenökonomischen Hypothese, daß politische Entwicklungen kausalen Primat gegenüber ökonomischen Faktoren von institutionellem Wandel und Wirtschaftswachstum haben. Angesichts gut ausgebildeter Faktormärkte, einer zunächst geringen Steuerbelastung der Privatwirtschaft und einer insgesamt unternehmerischer Aktivität und

gesellschaftlicher Mobilität zuträglichen Sozialstruktur¹³ erscheint es wenig plausibel, vor dem Hintergrund des raschen japanischen Entwicklungserfolges defekten wirtschaftlichen Institutionen in China die Hauptverantwortung für das Modernisierungsdilemma zuzuschreiben. Defizite der staatlichen Entwicklung waren auch vor 1850 wichtigster Faktor für das Versagen, die vorhandenen wirtschaftlichen Entwicklungspotentiale zu entfalten (ebenso Jones 1988, S. 135ff.).

Damit schält sich als entscheidende Frage bei der Erklärung divergierender Entwicklung in China und Europa heraus, warum China nach der Konfrontation mit den westlichen Gesellschaften nicht in der Lage war, rasch ein leistungsfähiges Staatswesen aufzubauen, sondern in die Sackgasse staatlicher Involution geriet. Wesentlicher äußerer Anlaß dieses Vorgangs war nicht die wirtschaftliche, sondern die militärische Konkurrenz zwischen den unterschiedlichen Gesellschaften, die eine starke Expansion der Staatsausgaben zur Produktion entsprechender öffentlicher Güter erforderlich werden ließ. Wirtschaftlich war China mindestens bis in das 18. Jhd., nach Auffassung einiger Historiker (Murphey 1974) sogar bis zu Beginn des 19. Jhds. durchaus ähnlich leistungsfähig wie die europäischen Gesellschaften, d.h. es realisierte ein hohes Bevölkerungswachstum bei anfänglich steigendem Wohlstand. Der soziale Wandel hätte vielleicht auch zu einer angemessenen Reaktion auf die malthusianische Krise des 19. Jhds. geführt, als viele staatliche Aktivitäten allmählich von privaten Akteuren übernommen wurden (Will 1990, S. 311ff.). Die militärische Konfrontation mit dem Westen führte jedoch zu einem Bruch in der endogenen Entwicklungsdynamik des Landes und in den politischen Zerfall des Staatswesens hinein. Erst die Organisationsmethoden der kommunistischen Partei waren dann 1949 geeignet, die staatliche Einheit wieder herzustellen und ein ausreichendes Gegengewicht in der internationalen militärischen Konkurrenz zu bilden (Fairbank 1987). Bis heute stehen diese Organisationsformen aber wiederum in Widerspruch zu den Erfordernissen ökonomisch effizienter Institutionen und schreiben darüber hinaus vermutlich die Linie staatlicher Involution fort (Herrmann-Pillath 1991e). Unabhängig von der Frage, ob ökonomische Involution in der Gegenwart stattfindet, ist diese Inkompatibilität bereits hinreichend, um erhebliche Schwierigkeiten beim Übergang zu intensivem Wirtschaftswachstum und zu einer modernen Industriegesellschaft aufzuwerfen.

Die jüngere chinesische Geschichte scheint also von einem trade-off zwischen der Entfaltung effizienter wirtschaftlicher Institutionen und der Fort-

¹³ Die geläufige Auffassung, das traditionelle China habe den Händler gering geschätzt, ist spätestens für die ausgehende Tang-Zeit (also dem 9. Jhd.) falsch (Fairbank 1978; Twitchett 1979a, S. 30f.). Zwar enthält die Ideologie der politischen Elite ein solches Vorurteil, um sich gegenüber wirtschaftlichen Eliten abzugrenzen, doch blieb es außerhalb der staatlichen Administration ohne größere Wirkung.

¹⁴ Witt

entwicklung bzw. Stabilisierung des Staatswesens belastet zu sein (vgl. allgemein *North* 1988, S.29). Wie dieser trade-off zustande kam, warum er in Europa aufgehoben werden konnte und welche Konsequenzen sich für gesellschaftliche Anpassungsleistungen ergaben, soll nun im Rahmen eines evolutionstheoretischen Ansatzes diskutiert werden.

4. Anpassung, Macht und divergierende Entwicklung

Im Lichte der im Abschnitt 2 aufgeführten Fragestellungen muß dann gefragt werden, ob und wie die Entwicklung der traditionellen chinesischen Gesellschaft langfristig stabile, partiell memetisch verankerte Machtstrukturen reproduziert hat („informal constraints“ im Sinne von *North*). Solche Strukturen könnten für die Entstehung moderner Staatlichkeit ungünstige Ausgangsbedingungen geschaffen haben, andererseits aber vor der Konfrontation mit dem Westen unter Anpassungsgesichtspunkten leistungsfähig gewesen sein. Damit unterscheidet sich die hier vertretene evolutionsökonomische Position deutlich von der „normalen“ Ökonomik: Letztere unterstellt in der Regel, ein Wandel politischer Herrschaft (also etwa die Einführung der Demokratie) sei durchaus ein möglicher Gegenstand geplanter Handlungen politischer Akteure. Wenn diese ihre Herrschaftsposition zum Schaden der Effizienz ökonomischer Institutionen bewahren möchten, dann geschehe dies aus rationalem Eigeninteresse. Erklärungen, die auf ein historisches Erbe, Tradition oder Kultur zurückgehen, gelten zumindestens als redundant, wenn nicht sogar verfälschend.

Demgegenüber wird im folgenden an Überlegungen angeknüpft, die bereits *Elias* (1969a,b) angestellt hat. Die Staaten, die im 19. Jhd. der traditionellen Ordnung Chinas gewaltsam begegnen, werden als Produkt eines langfristigen gesellschaftlichen Wandels betrachtet, dessen Komplexität weit über die bewußte Gestaltungsfähigkeit politischer Akteure hinausgeht: Die Entfaltung europäischer politischer Ordnungen ging mit weitreichenden Veränderungen der Affektstrukturen von Individuen einher. Diese Affektstrukturen stabilisierten auch solche formalen und informalen Verhaltensnormen, die der Entstehung rationaler Bürokratien als ein konstitutives Element moderner Staatlichkeit zuträglich sind. Die Emergenz spezifischer normativer und institutioneller Komplexe war das Ergebnis eines Jahrhunderte währenden Selektionsprozesses, bei dem in der Konkurrenz zwischen einer Vielzahl von Machtaspiranten letztlich eine Handvoll entstehender moderner Staaten übrigblieb, die dann nach dem Westfälischen Frieden das äußerst sensible europäische Staatensystem konstituierten (*Tilly* 1975a; *Poggi*, 1978, S. 87ff.). Für den Erfolg im militärischen Wettbewerb war früh die organisatorische Fähigkeit der Herrschenden ausschlaggebend, auf die Einkommen der expandierenden Geldwirtschaften steuerlich zugreifen zu können. Die innere Pazifizierung der Gesellschaften durch absolutistische

Herrscher lag gleichzeitig im Interesse der tragenden Schichten des wirtschaftlichen Fortschrittes.

Vor diesem Hintergrund ergibt sich sogleich die zentrale komparative Fragestellung: Lassen sich für den chinesischen Fall erstens, besondere Selektionsfaktoren in der Machtkonkurrenz identifizieren, die der staatlichen Entwicklung eine andere Richtung als in Europa gegeben haben, zweitens, eine eigentümliche memetische Koevolution von Staat und Affektstrukturen nachweisen, und drittens, hat die divergierende gesellschaftliche Evolution je spezifische Anpassungsleistungen generiert, die grundsätzlich auch in biologischen Kategorien faßbar sind? Die folgende Übersicht versucht, einschlägige stilisierte Fakten der komparativen Gesellschaftsgeschichte gedrängt zusammenzufassen.

1. Militärtechnologie und Ökologie der Staatenbildung

China

Entstehung eines großräumigen Einheitsstaates bereits im 3. Jhd. v. Chr. als Folge der militärischen Konkurrenz zwischen kleineren Staaten (*Büniger* 1987); frühes Erfordernis, umfangreiche stehende Heere zu unterhalten (*Elvin* 1973, S. 23ff.); damit relativ niedrige politische Transaktionskosten der inneren Pazifizierung lokaler Militärmächte; wasserbautechnische Kontrolle des „Gelben Flusses“ begünstigt militärisches Herrschaftsmonopol (*R.Huang* 1988, S.20ff.); bei Stabilisierung des Einheitsstaates kein weiterer Konkurrenzdruck zu militärischen Innovationen

Europa

Extrem niedrige Bevölkerungsdichte und Militärtechnologie (gepanzerte Kavallerie) verursachen politische Fragmentierung im Mittelalter (*Duby* 1973, S. 19ff., *Hoffmann* 1987, S. 7f.); dauerhaft hohe politische Transaktionskosten einer inneren Pazifizierung von Lokaleliten (*Schneider* 1984); Rückwirkungen ökologischer Sonderfaktoren in Regionen führen zu divergierenden Entwicklungen in Militärtechnologie und Finanzierungslasten (*Finer* 1975); anhaltende Staatenkonkurrenz zwingt zu laufenden militärischen Innovationen, die den Zustand eines Staatensystems (im Gegensatz zum Einheitsstaat) stabilisieren

2. Politische Transaktionskosten und Stellung der Zentralgewalt

China

Hohe politische Transaktionskosten einer finanztechnischen Kontrolle landbesitzender Lokaleliten bei deren gleichzeitiger Entmilitarisierung (*Twitcheit* 1979a); parastaatliche Ordnungsfunktionen lokaler Eliten, deren Legitimität sich aus der Legitimität der Zentralgewalt ableitet (*Duara* 1988, *Herrmann-Pillath* 1990a); kein Aufbau einer rational-bürokratischen Finanzverwaltung und Rechtsprechung und damit eine zur Wirtschaftsentwicklung unterproportionale Zunahme der Steuerkraft (*Mann* 1987)

Europa

Finanzierungserfordernisse der militärischen Staatenkonkurrenz führen zum Ausbau rational-bürokratischer Finanzverwaltung bei relativ niedrigen politischen Transaktionskosten in kleineren Territorialstaaten (*Ardant* 1975); unterschiedliche Wettbewerbsfähigkeit von Staaten wegen divergierender Lösungen des Konfliktes zwischen Zentralgewalt und landbesitzenden Lokaleliten (*Anderson* 1974); die faktisch nutzbare Steuerbasis nimmt mit der Wirtschaftsentwicklung zu; anhaltend hohe politische Transaktionskosten der inneren Pazifizierung bedingen Ausbildung staatlicher Polizeifunktionen

3. Politische Transaktionskosten und normative Stabilisierung von Herrschaft

China

Entstehung einer monozentrischen Machtstruktur oberhalb der lokalen Ebene als Folge der Ausschaltung insbesondere religiöser Machtkonkurrenz (*Herrmann-Pillath* 1989); Einheitsstaat als politische Idealnorm auch der Machtkonkurrenten (z.B. *Peterson* 1979); Entmilitarisierung der Gesellschaft und Betonung ökonomischer Differenzierung in sozialen Hierarchievorstellungen (vier Stände des Beamten, Bauern, Handwerkers und Händlers) (*Kuhn* 1984, *Taylor* 1988); kulturelle Homogenisierung politischer Eliten durch Bildungssystem und Entwicklung einer neokonfuzianischen „Ziviltheologie“, Abgrenzung politischer von ökonomischen Eliten (*Metzger* 1977); keine Ausdifferenzierung zwischen zivilem und öffentlichem Recht (*Sprenkel* 1977)

Europa

Fundamental bipolare Machtstruktur durch Konkurrenz zwischen Staat und Kirche schon auf lokaler Ebene (*Goody* 1983); bis zu Beginn der Neuzeit

Dominanz ökonomisch undifferenzierter, machtorientierter sozialer Hierarchievorstellungen („trois ordres“ von Priester, Ritter, Bauer) (*Duby* 1978); Entstehung des neuzeitlichen Staates auf der Grundlage einer Verschmelzung lehnsrechtlicher (vertragstheoretischer) und römischer Rechtstradition; wirtschaftliche Interessengemeinschaft ökonomischer (Bürgertum) und neuer Herrschaftseliten (Absolutismus) spiegelt sich in gleichzeitiger Verbreitung von absolutem Eigentumsbegriff und absolutem Staatsverständnis wider

4. Normatives Fundament der Familie und sozioökonomischer Wandel

China

Ethische Sublimierung traditioneller Familiennormen durch neokonfuzianische Ziviltheologie, u.a. durch explizite Berücksichtigung von Familiennormen im Strafrecht (*Baker* 1979); die Familie ist eigentlicher Träger von Eigentumsrechten am Land, das Individuum lediglich nutzungsbefugt, in der Regel keine Primogenitur, sondern Realteilung; Großfamilie und frühe Reproduktion als gesellschaftliche Idealnormen, damit Separierung der demographischen von der wirtschaftlichen Entwicklung (*Chao* 1986)

Europa

Machtkonkurrenz zwischen Staat und Kirche veranlaßt letztere zur gezielten Veränderung traditioneller Familiennormen (*Goody* 1983); frühe Zurückdrängung der Großfamilie und ihrer eigentumsrechtlichen Ansprüche, Ausweitung individueller Entscheidungsfreiheit in der Familie, insbesondere in England (*Todd* 1983); allmähliche Ausbreitung der Primogenitur mit regional unterschiedlichen Auswirkungen auf innergesellschaftlichen Elitenwandel (*Anderson* 1974, *Schneider* 1984, *Boone* 1988); Endogenisierung der demographischen in die wirtschaftliche Entwicklung, Entstehung des spezifisch europäischen Reproduktionsmusters mit später Heirat, geringerer Geburtenrate und hohem Anteil an Unverheirateten

China bildete zwar nach Entstehung des Einheitsstaates äußerst früh Merkmale rationaler Herrschaft und damit moderner Staatlichkeit heraus, wie sie in Europa erst mit dem Absolutismus entstanden (*Gernet* 1987), langfristig überwogen jedoch die Kräfte divergierender Entwicklung. Idealtypisch lassen sich die Unterschiede zwischen chinesischer und europäischer Staatlichkeit darstellen als Gegensätze

- zwischen Einheitsstaat und Staatensystem,
- zwischen Symbiose von Lokalmacht und Zentralgewalt einerseits und bürokratisch-rationaler Durchdringung der Gesellschaft andererseits,

- zwischen Zusammenwirken von traditioneller Familie und Staat einerseits und wechselseitiger Verstärkung der Auflösung traditioneller Familienstrukturen und Entstehung moderner Staatlichkeit andererseits,
- zwischen personalisiert-informeller Interaktion von politischer Elite (zentral/lokal) und Gesellschaft einerseits und formalisiert-regelgebundener Integration von Staat und Gesellschaft andererseits.¹⁴

Versuchen wir nun, diese Unterschiede der staatlichen Entwicklung und der allgemeinen Gesellschaftsgeschichte im Lichte des hier vertretenen evolutionsökonomischen Ansatzes zu deuten. In beiden Fällen war der Staat ein unbeabsichtigtes Nebenprodukt der Konkurrenz zwischen Verwandtschaftsgruppierungen in militärisch-politischen Eliten während sog. „feudaler Epochen“ (Elias 1969b, S. 220ff.). Ein solcher Dauerkonflikt um soziale Dominanz ist eine Folge genetisch verankerter Verhaltensdispositionen (Grammer 1989, Konrad 1990). Sein Ergebnis bestimmte unmittelbar nicht nur soziale, sondern auch natürliche Reproduktionschancen der Betroffenen. Angehörige von Machteliten sind wegen ihrer schichtspezifischen Sozialisation zumeist nicht mehr überlebensfähig gewesen, wenn die ökonomische Grundlage ihres Elitestatus durch militärische Niederlagen verloren ging.¹⁵ Die Beobachtung, daß für die Konfliktmotivation ohne Zweifel soziale Reproduktionschancen handlungsleitend waren (Statuspräferenzen), spricht also nicht gegen eine darwinistische Interpretation dieses gesellschaftlichen Phänomens (Betzig 1986, Boone 1983, 1988). Wird der Wandel kognitiver Modelle mitberücksichtigt, die den Beteiligten im Zeitablauf eine bessere Einsicht in komplexe Neben- und Rückwirkungen von Machthandeln vermitteln, dann gilt dies auch noch für zunehmend indirekte Formen des Machtkonfliktes, insbesondere wenn Gesellschaften bereits von einer Verwandtschaftsgruppierung (Königsfamilie) dominiert wurden.

Für den Ausgang und die weiteren Folgen der Machtkonkurrenz war dann ausschlaggebend, daß die unbeabsichtigte Emergenz eines neuen Typs politischer Hierarchie weitreichende Auswirkungen auch auf den relativen Reproduktionserfolg der jeweils beherrschten Individuen hatte. Die Pro-

¹⁴ Es braucht sicher nicht darauf hingewiesen werden, daß eine solche Kontrastierung mit Schwachpunkten gespickt ist und lediglich Ansatzpunkt einer genaueren Analyse sein kann. Um nur einen Aspekt wahllos herauszugreifen: Es hängt stark von der Interpretation der diffusen Begriffe „Staat“ und „Gesellschaft“ ab, ob die europäische Entwicklung im Sinne eines stetigen Vordringens des Staates in die Gesellschaft gedeutet wird (Tilly 1975a; Baier 1977), oder ob nicht vielmehr nach der Entstehung des neuzeitlichen Staates eine zunehmende Ausdifferenzierung zwischen Staat und Gesellschaft stattgefunden hat (Tenbruck 1989).

¹⁵ Vgl. wieder Schneider (1984) zur Eskalation der Duelle innerhalb der zunehmend verarmenden Adelsschicht im frühabsolutistischen Frankreich, die an den Rand der Selbstauslöschung besonders der jüngeren Generation zu führen drohten und daher unmittelbare Eingriffe der Kirche und der Zentralgewalt herausforderten.

duktion öffentlicher Güter im Eigeninteresse der Herrschenden erhöhte die Anpassungsleistungen des Gesamtsystems auch für das durchschnittlich repräsentative Individuum (im Sinne einer Verbesserung der Umweltbeherrschung). Dies führt zu einem Phänomen analog des sog. „phylogenetic ratcheting“ (Reed 1979, S. 879ff.; Bonner 1988, S. 66): Die Auflösung der staatlichen Struktur ist nurmehr auf Kosten einer drastischen Reduktion der durchschnittlichen individuellen Reproduktionspropensität möglich, wenn etwa der Verlust der inneren Pazifizierung eine rasche Zunahme innergesellschaftlicher Gewalt bedingt. Die im Wachstum der politischen Hierarchie implizierte, größere gesellschaftliche Komplexität wird somit faktisch – aber natürlich nicht prinzipiell – irreversibel, und der institutionelle Wandel systematisch gerichtet. Aus evolutionstheoretischer Sicht ist dann entscheidend, ob in unterschiedlichen Gesellschaften Divergenzen bei dieser Ausrichtung auch mit spezifischen Anpassungsleistungen in Verbindung zu bringen sind.

Die Anpassungsleistungen der jeweils entstandenen politischen Systeme Chinas und Europas lassen sich in geläufigen ökonomischen Kategorien erfassen, wie etwa die Wachstumswirkungen größerer Arbeitsteilung als Folge einer Reduktion von Unsicherheit bei überregionalen wirtschaftlichen Transaktionen, die Zunahme des Bevölkerungswachstums bei einer gleichzeitig vermehrten Produktion öffentlicher Güter (etwa Infrastruktur) oder aber der steigende Lebensstandard auch ärmerer Bevölkerungsschichten. Erst kurz vor dem Zusammentreffen beider Gesellschaften haben sich deutliche wirtschaftliche Entwicklungsdivergenzen abgezeichnet: Für europäische Beobachter stellte sich China als eine stagnierende Wirtschaft in einer malthusianischen Krise dar, die weit hinter die Dynamik der industrialisierenden Volkswirtschaften Europas zurückfiel (Osterhammel 1989, S.27ff.). Die technischen Anpassungsleistungen des politisch-ökonomischen Systems in China erodierten zunehmend, während sie sich in Europa offensichtlich langfristig verbesserten. Dies läßt sich im chinesischen Fall durch zwei Beobachtungen illustrieren: Erstens, nach einer langen Phase zunehmender Prosperität im 17. und 18. Jhd. sank der durchschnittliche Lebensstandard des Individuums (Chao 1986), zweitens, China war nicht in der Lage, dem europäischen Imperialismus wirksamen Widerstand entgegenzusetzen. Hinter beiden Entwicklungen steht ursächlich der zunehmende Verfall der politischen Ordnung, der zum einen unmittelbare Auswirkungen auf Effizienz und Effektivität der Produktion öffentlicher Güter vor allem im Dienste der Naturbeherrschung hatte (etwa Flußkontrolle) (Mann/Kuhn 1985) und zum anderen wegen der organisatorischen und finanzpolitischen Defizite eine adäquate militärische Reaktion auf die westliche Herausforderung verhinderte.

Nun ereignete sich eine solche tiefe Krise des politisch-ökonomischen Systems etwa auch im vorrevolutionären Frankreich. Während jedoch Frankreich mit der Revolution unter Wahrung gesellschaftlicher Kontinuität

(Skocpol 1979) in der Lage war, durch einen raschen institutionellen Wandel Anpassungsleistungen zu regenerieren, verschärfte der endgültige Zusammenbruch der traditionellen Ordnung in China den weiteren Niedergang im 20. Jhd. Dieser neuerliche Entwicklungsunterschied schlug sich wieder deutlich in Veränderungen biologischer Anpassungsindikatoren nieder (insbesondere stagnierte in China das Bevölkerungswachstum und reduzierte sich die individuelle Reproduktionspropensität). Diese erheblichen Anpassungsschwierigkeiten Chinas hingen letztlich damit zusammen, daß – etwa im Vergleich zu Frankreich – eine wesentlich radikalere Umstellung sämtlicher gesellschaftlicher Normen und Institutionen erforderlich war. Als evolutionstheoretische Vermutung ergibt sich dann: Die memetische Struktur der traditionellen Ordnung ermöglichte äußerst effektiv die Erzeugung von Anpassungsleistungen der alten Ordnung (Fairbank 1978), war jedoch im Vergleich zur memetischen Struktur der vorindustriellen Gesellschaften Europas, aber etwa auch Japans, nicht zu einem raschen Wandel gemäß den Erfordernissen der Industrialisierung präadaptiert.

Im Anschluß an unsere knappe Skizze der divergierenden Gesellschaftsgeschichte lassen sich einige Schlüsselfaktoren unmittelbar identifizieren.

Die normative Stabilisierung der traditionellen Familie in China optimierte die Transaktionskosten in der arbeitsintensiven bäuerlichen Produktion, die im gegebenen Agroökosystem erhebliche Probleme bei der Kontrolle und Messung individueller Arbeitsleistung aufwies. Sie schuf gleichzeitig die Grundlage für die Delegation von Ordnungsfunktionen an parastaatliche Lokaleliten. Diese spezifische Lösung einer Minimierung politischer Transaktionskosten im chinesischen Einheitsstaat erhöhte mit ihrer Wahrung lokaler und familiärer „pouvoirs intermédiaires“ die Transaktionskosten überregionaler Märkte (insbesondere größere Mobilität des Faktors Arbeit) durch eine mangelnde formale Abgrenzung von Eigentumsrechten. Die evolutorische Effizienz dieser institutionellen Lösung bis zum Zusammenstoß mit dem Westen schlug sich ex post in der Reproduktion des Einheitsstaates nieder (Anpassungserfolg in der Selektion durch Konkurrenz zwischen Gesellschaften), vor allem aber im anhaltend hohen Bevölkerungswachstum, das auf eine hohe, durchschnittliche individuelle Reproduktionspropensität zurückgeht. Das entstehende Wachstumsmuster der „ökonomischen Involution“ (s.o. Abschnitt 3) stellt sich dann als eine optimale („technologische“) Anpassung an die langfristig unveränderlichen ökologischen Rahmenbedingungen dar¹⁶, bei der das Bevölkerungswachstum eine weitere Intensivierung des landwirtschaftlichen Arbeitseinsatzes und Steigerung der Bodenproduktivität nach sich zieht; die traditionellen Familiennormen ermöglichen die Überwindung von Trittbrettfahrerproblemen und Gefangenendilemmata bei der Produktion von „Club-“ und Investi-

¹⁶ Zu einer ähnlichen Interpretation der indischen Entwicklung siehe Lal (1988).

ongsgütern im Bereich von Bewässerung und Bodengestaltung (Terrassierung). Die Industrialisierung ist keine endogen mögliche Entwicklungsalternative, weil selbst im Falle der Verfügbarkeit technologischen Wissens keine Nachfrage nach Kapitalgütern entsteht.¹⁷ In Europa hingegen waren die zunehmende Diffusion der Primogenitur und die Individualisierung von Eigentumsrechten eine wichtige Voraussetzung für die Entstehung von Arbeitsmärkten und die Abwanderung von Arbeitskräften vom Land (Tilly 1975b). Die der Industrialisierung weit vorauslaufende Veränderung der Familien- und Reproduktionsnormen entlastete die Wirtschaftsentwicklung vom Druck des Bevölkerungswachstums und hielt tendenziell der Faktor Arbeit knapp. Daraus ergab sich dauerhaft eine Nachfrage nach arbeitssparenden Agrartechnologien, die durch die besonderen klimatischen Rahmenbedingungen (etwa kurz befristete Erntezeiten) verstärkt wurde. Für die rasche Ausweitung von Märkten auch für Kapitalgüter hatte die vorlaufende Rechtsentwicklung Transaktionskosten stark abgesenkt. Die Formalisierung von Herrschaft reduzierte die Unsicherheit für langfristig orientierte Investitionen. Die Anpassungsleistung auch dieses institutionellen Komplexes schlug sich in einer höheren individuellen Reproduktionspropensität und der Zunahme des Bevölkerungswachstums während der Industrialisierung nieder. Im militärischen Wettbewerb zwischen Gesellschaften erwiesen sich die europäischen Institutionen und Technologien als überlegen.

Die Auswirkungen von Normen und Institutionen in Familie und Staat auf wirtschaftliche Entwicklung und damit technische Anpassungsleistungen der Gesellschaften lassen sich daher grundsätzlich evolutionstheoretisch interpretieren, indem die institutionenökonomischen Effizienzkriterien als statische Meßkriterien von Anpassungserfolg dienen. Gleichzeitig legen die Beobachtungen zur Bevölkerungsentwicklung nahe, daß kein Widerspruch mit der genetischen Optimierung besteht.

¹⁷ Eine genauere Analyse müßte an die Theorie von Hesse (1982) anknüpfen. Da Hesse die Industrialisierung als unbeabsichtigte Nebenwirkung von – in der hier verwendeten Terminologie – bäuerlichem Anpassungshandeln unter bestimmten klimatischen Rahmenbedingungen deutet, ist der Vergleich zwischen China und Europa deshalb ein äußerst interessantes Studienobjekt, weil innerhalb des chinesischen Einheitsstaates die klimatischen Bedingungen stark variieren und die beiden idealtypischen Fälle einer der Industrialisierung förderlichen und abträglichen Klimazone auftreten. Es stellt sich dann die Frage, wie politische Faktoren den Verlauf von Anpassungsprozessen auch in jenen Regionen verändert haben, die eigentlich geeignete Rahmenbedingungen für eine endogene Industrialisierung aufweisen.

5. Affektivität und memetische Evolution

Wie können jedoch die Rolle der memetischen Evolution und ihr Zusammenhang mit der genetischen konkret spezifiziert werden? Ohne daß hierzu genetische Unterschiede bzw. Veränderungen unterstellt werden brauchen,¹⁸ muß die Ontogenese zentrale analytische Aufmerksamkeit erhalten. Im Rahmen eines dualen Vererbungsmodells spielt das kindliche Lernen eine herausragende Rolle für die memetische Evolution (*Boyd/Richerson* 1985). Dabei werden auch solche Werte und Normen internalisiert, die über die Beeinflussung emotionaler Reaktionen in sozialen Interaktionen unbewußt verhaltenssteuernd wirken. Auf dieser Grundlage lassen sich bei der Spezifikation des gesuchten Zusammenhanges drei bislang voneinander isolierte Forschungsrichtungen zu sammenführen, nämlich erstens, die bereits angesprochene Analyse der europäischen Geschichte von Norbert *Elias* (1969a), zweitens, die Berücksichtigung der Rolle von Emotionen in der ökonomischen Theoriebildung durch Robert *Frank* (1988) und drittens, die Untersuchungen der politischen Kulturforschung zum Zusammenhang zwischen kindlicher Sozialisation und politischem Verhalten in China (Überblick in *Herrmann-Pillath* 1990).

So hat sich beispielsweise in empirischen sozialpsychologischen Untersuchungen durchaus die Hypothese der zuletzt genannten Forschungsrichtung bewährt, daß die Sozialisation chinesischer Kinder in vergleichsweise hohem Ausmaß die Unterdrückung direkter Aggression, die indirekte Konfliktaustragung und eine hohe Sensibilität gegenüber wahrgenommenen Primärgruppenreaktionen auf das individuelle Verhalten fördert (*Ho* 1988; *Bond/Hwang* 1988). Dann läßt sich die von *Frank* (1988, S. 92f.,152) nicht weiter verfolgte Vermutung beträchtlich konkretisieren, daß menschliche Emotionen über das genetisch universelle emotionale Repertoire hinaus kulturspezifisch an bestimmte Typen sozialer Interaktionen und Situationen gekoppelt sein können. Wenn also allgemein Emotionen zur Lösung bestimmter Koordinationsprobleme beitragen können, die etwa eine Selbst-

¹⁸ D.h. daß keine eigentliche Gen-Mem-Koevolution stattfindet, sondern lediglich angenommen wird, daß die memetische Evolution in der langen Frist positiv mit der genetischen Reproduktion korreliert. Von soziobiologischer Seite ist freilich vermutet worden, daß zwischen Chinesen und Europäern genetische Differenzen bestehen (*Freedman* 1979, S.145ff.). Neuerdings wird kontrovers diskutiert (*Bateman et al.* 1990), ob eine Koevolution von menschlichen Sprachen und genetischer Merkmale von Populationen stattfindet. Bereits *Lumsden/Wilson* (1981) haben vermutet, daß wegen der komplexen Faktoren, die während der Epigenese wirksam werden, unbeobachtbare genetische Differenzen beobachtbare phänotypische Divergenzen zur Folge haben können. Dies ist um so plausibler, wenn unterstellt wird, daß die Dynamik der Epigenese nicht-linear ist. Es gibt inzwischen ökonomische Ansätze (*Hansson/Stuart* 1990), die eine ökologische Determination genetisch verankerter Präferenzen modellieren. Es wäre also ein schlecht begründbares Vorurteil, eine Gen-Mem-Koevolution von vornherein auszuschließen.

bindung zu Lasten kurzfristiger Nutzenmaximierung erfordern, dann läßt sich nun fragen: In welcher Weise werden in verschiedenen Gesellschaften unterschiedliche Typen von Koordinationsproblemen bei der Erzeugung spezifischer Anpassungsleistungen gelöst, und treten dabei phänotypische Variationen der Affektstruktur von Individuen auf, die über die memetische Evolution vererbt und bei Änderung selektiver Faktoren gerichtet verändert werden?

Ein Fall solcher Koordinationsprobleme ist ohne Zweifel die „rationale Bürokratie“ Max Webers, der bekanntlich die europäische und insbesondere kapitalistische Rationalisierung auch mit der Entstehung besonderer Affektstrukturen in Verbindung brachte (sog. „innerweltliche Askese“). Rationale Bürokrationen sind nur dann ein relativ kostengünstiges institutionelles Arrangement, wenn die in ihnen agierenden Individuen ein hohes Maß von Selbstbindung an die organisatorischen Regeln aufweisen. Elias nennt dies den „Selbstzwang“, der im Laufe der Jahrhunderte europäischer Staatwerdung stetig zugenommen und zur „Rationalisierung“ der Gesellschaften beigetragen habe. Die politische Kulturforschung hat andererseits vermutet, daß die Affektstrukturen in China sich in einer Weise entwickelt haben, daß ein solcher Selbstzwang nur dann aufrecht erhalten wird, wenn er mit der subjektiven Wahrnehmung einer starken politischen Autorität einher geht, und zwar unabhängig von deren tatsächlichem bürokratischem Integrationspotential. Ist eine solche Wahrnehmung nicht vorhanden, dann verfällt auch der Selbstzwang rasch.¹⁹

Werden die sozialen Koordinationsmuster in China und Europa idealtypisch als „feldabhängige“ bzw. „feldunabhängige Verhaltensregulation“ gekennzeichnet (kontextkontingente bzw. regelgebunden-kontextunabhängige Entscheidungsfindung und Konfliktaustragung) (*Boyd/Richerson* 1985, S. 179f., *Herrmann-Pillath* 1989), dann zeigt die komparative Analyse, daß eine jeweils adäquate Affektstruktur zur Lösung genau solcher Koordinationsprobleme beiträgt, die eine zentrale Rolle in der jeweiligen gesellschaftlichen Entwicklung spielten (etwa Aufrechterhaltung der jeweiligen Familieninstitutionen durch Internalisierung bestimmter Sexualnormen). Affektstrukturen bestimmen über ihre indirekten Auswirkungen auf die Transaktionskosten spezifischer institutioneller Arrangements insbesondere im politischen Bereich den Spielraum möglicher Entwicklungsverläufe. Politische Institutionen determinieren wiederum die Entwicklung ökonomischer,

¹⁹ Eine solche Darstellung mag vorschnell als ethnozentristisch beurteilt werden. Immerhin gab es in den achtziger Jahre unter chinesischen Intellektuellen eine zum Teil hitzige Diskussion über den „häßlichen Chinesen“ (Bo Yang), der ohne autoritären Druck nicht zu zivilisiertem Verhalten und zur Selbstbindung an ethische und rechtsstaatliche Normen in der Lage sei. Extrempositionen forderten gar eine sozialtechnologische Neugestaltung der Werte in der chinesischen Gesellschaft (Liu Xiaobo) (Überblick bei *Martin* 1990).

und damit die Produktion von technologischen Anpassungsleistungen. Affektstrukturen sind also „informal constraints“ im Sinne von North und können evolutionstheoretisch als „Meme“ gedeutet werden, die individuelles Verhalten steuern und die sich im Verlauf der Gesellschaftsgeschichte nur sehr langsam verändern. Ihr Wandel ist ein äußerst komplexes Phänomen, das hier nicht mehr betrachtet werden kann.

6. Literaturverzeichnis

- Anderson, Perry* (1974): *Lineages of the absolutist state*, London.
- Ardant, Gabriel* (1975): Financial policy and economic infrastructure of modern states and nations, in: Tilly (1975a), S. 164-242.
- Baier, Horst* (1977): Herrschaft im Sozialstaat: Auf der Suche nach einem soziologischen Paradigma der Sozialpolitik, in: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, Sonderheft 17, S. 128-142.
- Baker, Hugh R.* (1979): *Chinese family and kinship*, London/Basingstoke.
- Bargatzky, Thomas* (1984): Culture, environment, and the ills of adaptationism, in: *Current Anthropology* 25, S. 399-415.
- Bateman, R./Goddard, I./O'Grady, R./Funk, V.A./Mooi, R./Kress, W.J./Cannell, P.* (1990): Speaking of forked tongues: the feasibility of reconciling human phylogeny and the history of language, in: *Current Anthropology* 31, S. 1-24.
- Betzig, Laura* (1986): *Despotism and differential reproduction: a darwinian view of history*, New York.
- Betzig, L./Borgerhoff Mulder, M./Turke, P., Hrsg.* (1988): *Human reproductive behavior, a darwinian perspective*, Cambridge et al.
- Binger, B.R./Hoffman, E.* (1989): Institutional persistence and change: the question of efficiency, in: *Journal of Institutional and Theoretical Economics* 145, S. 67-84.
- Bogner, Artur* (1989): *Zivilisation und Rationalisierung*, Opladen.
- Bond, Michael H., Hrsg.* (1988): *The psychology of the Chinese people*, Hong Kong/Oxford/New York.
- Bond, M.H./Hwang Kwang-kuo* (1988): The social psychology of the Chinese people, in: Bond (1988), S. 213-263.
- Bonner, John T.* (1988): *The evolution of complexity by means of natural selection*, Princeton.
- Boone, James T.* (1983): Noble family structure and expansionist warfare in the middle ages: a socioecological approach, in: Dyson-Hudson/Little (1983), S. 79-96.
- (1988): Parental investment, social subordination and population processes among the 15th and 16th century Portuguese nobility, in: Betzig et al. (1988), S. 201-220.
- Boyd, Robert/Richerson, Peter J.* (1985): *Culture and the evolutionary process*, Chicago.
- Bright, Charles/Harding, Susan, Hrsg.* (1984): *Statemaking and social movements*, Ann Arbor.

- Bünger, Karl (1983): Das chinesische Rechtssystem und das Prinzip der Rechtsstaatlichkeit, in: Schluchter (1983), S. 134-173.
- (1987): Concluding remarks on two aspects of the Chinese unitary state as compared with the European state system, in: Schram (1987), S. 313-324.
- Burian, Richard M. (1983): „Adaptation“, in: Grene (1983), S. 287-314.
- Cambel, A./Fritsch, B./Keller, J.U., Hrsg. (1989): Dissipative Strukturen in integrierten Systemen, Baden-Baden.
- Chao, Kang (1986): Man and Land in China, Stanford.
- Cohen, Paul A. (1988): The post-Mao reforms in historical perspective, in: The Journal of Asian Studies 47, S. 518-540.
- Corning, Peter A. (1983): The synergism hypothesis, a theory of progressive evolution, New York et al.
- Dawkins, Richard (1989): The selfish gene, new edition, Oxford.
- Delius, Juan D. (1989): Of mind memes and brain bugs, a natural history of culture, in: Koch (1989), S. 26-79.
- Dopfer, Kurt (1991a): Evolutionsökonomie der Zukunft: Programmatik und Theorieentwicklungen, in: Recktenwald/Hanusch (1991).
- (1991b): Towards a theory of economic institutions: synergy and path dependency, in: Journal of Economic Issues 25.
- Duara, Prasenjit (1988): Culture, power, and the state, rural north China, 1900-1942, Stanford.
- Duby, Georges (1973): Guerriers et paysans, Paris.
- (1978): Les trois ordres ou l'imaginaire du féodalisme, Paris.
- Dyson-Hudson, Rada/Little, Michael A., Hrsg. (1983): Rethinking human adaptation: biological and cultural models, Boulder.
- Eggertson, Thrainn (1990): Economic behavior and institutions, Cambridge et al.
- Elias, Norbert (1969a): Über den Prozeß der Zivilisation, erster Band, Bern.
- (1969b): Über den Prozeß der Zivilisation, zweiter Band, Bern.
- Elvin, Mark (1973): The pattern of the Chinese past, Stanford.
- Elvin, Mark/Skinner, G.William, Hrsg. (1974): The Chinese city between the two worlds, Stanford.
- Fairbank, John K. (1978): The old order, in: The Cambridge History of China Vol.10/1, Cambridge et al., S. 1-34.
- (1987): The reunification of China, in: The Cambridge History of China, Vol. 14/1, Cambridge et al., S. 1-47.
- Finer, Samuel E. (1975): State- and nation-building in Europe: the role of the military, in: Tilly (1975b), S. 84-163.
- Frank, Robert H. (1988): Passions within reason, the strategic role of emotions, New York/London.
- Freedman, Daniel G. (1979): Human sociobiology, New York.
- Furubotn, Eirik (1989): Distributional issues in contracting for property rights, comment, in: Journal of Institutional and Theoretical Economics 145, pp.25- 31.
- Gernet, Jacques (1987): Introduction, in: Schram (1987).
- Giddens, Anthony (1984): The constitution of society, outline of the theory of structuration, Cambridge/Oxford.

- Goody, Jack (1983): *The development of the family and marriage in Europe*, Cambridge et al.
- Grammer, Karl (1989): *Biologische Grundlagen des Sozialverhaltens*, Darmstadt.
- Grene, Marjorie, Hrsg. (1983): *Dimensions of darwinism*, Cambridge.
- Gutmann, G./Schüller, A., Hrsg. (1989): *Ethik und Ordnungsfragen der Wirtschaft*, Baden-Baden.
- Hansson, Ingemar/Stuart, Charles (1990): Malthusian selection of preferences, in: *American Economic Review*, June 1990, S. 529-544.
- Herrmann-Pillath, Carsten (1989): Die konfuzianische Synthese: Wirtschaftspolitische Konzepte und normative Grundlagen gesellschaftlicher Ordnung als anpassungs-optimierende evolutorische Strategien, in: Gutmann/Schüller (1989), S. 195-228.
- (1990): *China – Kultur und Wirtschaftsordnung, eine system- und evolutions-theoretische Untersuchung*. Stuttgart/New York.
- (1991a): Der Vergleich von Wirtschafts- und Gesellschaftssystemen: Wissenschaftsphilosophische und methodologische Überlegungen zur Zukunft eines ordnungstheoretischen Forschungsprogrammes, in: *ORDO*, Band 42, S. 3-54.
- (1991b): A darwinian framework for the economic analysis of institutional change in history, in: *Journal of Social and Biological Structures* 14/2, S. 127-149.
- (1991c): Singularität der Geschichte als Problem der Theoriebildung: Zufall und Notwendigkeit in der Ökonomik. Papier vorgelegt beim „Schauinsland“-Seminar der Universität Freiburg, 5.-7.6.1991.
- (1991d): Transformation und Geschichte in China: Versuch einer theoretischen Interpretation, Arbeitsbericht Nr.1 des „European project on China's modernization: contemporary patterns of cultural and economic Change“, Sonderveröffentlichung des BIOst, Köln.
- (1991e): Institutioneller Wandel, Macht und Inflation in China, ordnungstheoretische Analysen zur Politischen Ökonomie eines Transformationsprozesses, Baden-Baden.
- Hesse, Günter (1982): *Die Entstehung industrialisierter Volkswirtschaften*, Tübingen.
- Ho, D.Y.F. (1988): Chinese patterns of socialization: a critical review, in: Bond (1988), S. 1-37.
- Hoffmann, Rainer (1987): *Traditionale Gesellschaft und moderne Staatlichkeit, eine vergleichende Untersuchung der europäischen und chinesischen Entwicklungstendenzen*, München/Köln/London.
- Huang, P.C.C. (1990): *The peasant family and rural development in the Yangzi delta, 1350-1988*, Stanford.
- Huang, Ray (1988): *China - a macrohistory*, Armonk/London.
- Jones, Eric L. (1988): *Growth recurring: economic change in world history*, Oxford.
- Kliemt, Hartmut (1985): *Moralische Institutionen, empiristische Theorien ihrer Evolution*, München.
- Koch, Walter A., Hrsg. (1989): *The nature of culture*, Bochum.
- Konrad, Kai A. (1990): Statuspräferenzen: Soziobiologische Ursachen, Statuswettrüsten und seine Besteuerung, in: *Kyklos* 43, S. 249-272.
- Koslowski, Peter (1984): *Evolution und Gesellschaft*, Tübingen.

- Krebs, J.R./Davies, N.B. (1987): An introduction to behavioral ecology, Oxford.
- Kuhn, Philip A. (1984): Chinese views of social stratification, in: Watson (1984), S. 16-28.
- Lal, Deepak (1988): The Hindu equilibrium, Vol.1: Cultural stability and economic stagnation, India c. 1500 BC-AD 1800. Oxford.
- Libecap, Gary D. (1989): Distributional issues in contracting for property rights, in: Journal of Institutional and Theoretical Economics 145, S. 6-24.
- Lumsden, Ch.J./Wilson, E.O. (1981): Genes, mind, and culture, Cambridge/London.
- Mann, Susan (1987): Local merchants and the Chinese bureaucracy, 1750-1950, Stanford.
- Mann (Jones), S./Kuhn, P.A. (1985): Dynastic decline and the roots of rebellion, in: The Cambridge History of China, Vol. 10/1, S. 107-162.
- Marggraf, Rainer (1989): Von nicht-linearen ökonomischen Strukturen zu nicht-linearen ökonomischen Modellen, in: Cambel et al. (1989), S. 223-238.
- Martin, Helmut (1990): Origins and consequences of China's democracy movement 1989, Berichte des BIOst 33-1990.
- Mayr, Ernst (1983): The growth of biological thought, Cambridge/London.
- Metzger, Thomas A. (1977): Escape from predicament, neo-confucianism and China's evolving political culture, New York.
- Meyer, Willi (1989): Ethik, Erkenntnis und Ökonomie, in: Gutmann/Schüller (1989), S. 23-46.
- Murphy, Rhoads (1974): The treaty ports and China's modernization, in: Elvin/Skinner (1974), S.17-72.
- Myers, R. (1986): The agrarian system, in: The Cambridge History of China Vol 13/2, Cambridge et al., S. 230-269.
- North, Douglass C. (1988): Theorie des institutionellen Wandels, Tübingen.
- (1990): Institutions, institutional change, and economic performance, Cambridge et al.
- Osterhammel, Jürgen (1989): China und die Weltgesellschaft, München.
- Peterson, C.A. (1979): Court and province in mid- and late T'ang, in: Twitchett (1979), S. 464-560.
- Poggi, Gianfranco (1978): The development of the modern state, a sociological introduction, Stanford.
- Pryor, Frederic (1977): The origins of the economy, New York et al.
- Radnitzky, Gerard (1987): An economic theory of the rise of civilization and its policy implications: Hayek's account generalized, in: ORDO 38, S. 47-90.
- Rechtenwald, H./Hanusch, H., Hrsg. (1991): Ökonomie in der Zukunft, München.
- Reed, Charles A. (1977a): Origins of agriculture: discussion and some conclusions, in: Reed (1977b), S. 879-956.
- , Hrsg. (1977b): Origins of agriculture, The Hague/Paris.
- Richter, Rudolf, Hrsg. (1989): Views and comments on transaction cost and the governance structure of political institutions, in: Journal of Institutional and Theoretical Economics 145, S. 659-719.
- Schluchter, Wolfgang (1979): Die Entwicklung des okzidentalen Rationalismus, eine Analyse von Max Webers Gesellschaftsgeschichte, Tübingen.

- Schluchter*, Wolfgang, Hrsg. (1983): Max Webers Studie über Konfuzianismus und Taoismus, Frankfurt a.M.
- Schneider*, Harold K. (1974): *Economic man*, New York.
- Schneider*, Robert A. (1984): Swordplay and statemaking: aspects of the campaign against the duel in early modern France, in: *Bright/Harding* (1984), S. 265-296.
- Schram*, Stuart R., Hrsg. (1987): *Foundations and limits of state power in China*, London/Hong Kong.
- Seifritz*, Walter (1987): *Wachstum, Rückkopplung und Chaos*, München.
- Siegenthaler*, Hansjörg (1989): Organization, ideology and the free rider problem, in: *Journal of Institutional and Theoretical Economics* 145, S. 215-231.
- Siewing*, Rolf, Hrsg. (1987): *Evolution*, Stuttgart/New York.
- Silin*, Robert H. (1976): Leadership and values, the organization of large-scale Taiwanese enterprises, Cambridge/London.
- Siu*, Helen F. (1989): Agents and victims in South China, accomplices in rural revolution, New Haven/London 1989.
- Skinner*, G. William, Hrsg. (1977): *The city in late imperial China*, Stanford.
- Skocpol*, Theda (1979): *States and social revolutions*, Cambridge.
- Smith*, Adam (1976): *The wealth of nations*, Oxford. Sprenkel, S.v.d. (1977): Urban social control, in: *Skinner* (1977), S. 609-632.
- Taylor*, Romeyn (1989): Chinese hierarchy in comparative perspective, in: *Journal of Asian Studies* 48, S. 490-511.
- Tenbruck*, Friedrich H. (1989): *Die kulturellen Grundlagen der Gesellschaft, der Fall der Moderne*, Opladen.
- Tietzel*, Manfred (1983): Ökonomie und Soziobiologie oder: Wer kann was von wem lernen?, in: *Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften* 103, S. 107-139.
- Tilly*, Charles (1975a): Reflections on the history of European state-making, in: *Tilly* (1975b), S. 3-83.
- , Hrsg. (1975b): *The formation of national states in western Europe*, Princeton.
- Todd*, Emmanuel (1983): *Le troisième planète: structures familiales et systèmes idéologiques*, Paris.
- Twitchett*, Denis (1979a): Introduction, in: *Twitchett* (1979b), S. 2-48.
- Twitchett*, Denis, Hrsg. (1979b): *The Cambridge History of China*, Vol. 3/1, Cambridge et al.
- Watson*, James L., Hrsg. (1984): *Class and social stratification in post-revolution China*, Cambridge et al.
- Weber*, Max (1985): *Wirtschaft und Gesellschaft*, 5.Aufl., Tübingen.
- Will*, Pierre-Etienne (1990): *Bureaucracy and famine in eighteenth-century China*, Stanford.
- Witt*, Ulrich (1985): Economic behavior and biological evolution: some remarks on the sociobiology debate, in: *Journal of Institutional and Theoretical Economics* 141, S. 365-389.
- (1987): *Individualistische Grundlagen der evolutischen Ökonomik*, Tübingen.

Wittvogel, Karl August (1957): *Oriental despotism: a comparative study of total power*, New Haven.

Wuketits, Franz (1987): Evolution als Systemprozeß: Die Systemtheorie der Evolution, in: *Siewing* (1987), S. 453-474.

Dritter Teil

Wirtschaftspolitische Ansätze

IX. Ein kognitiv-evolutionäres Modell des wirtschaftspolitischen Prozesses

von Alfred Meier und Klaus Durrer

Hochschule St. Gallen

1. Einführung

Der wirtschaftspolitische Prozeß erfüllt auf gesellschaftlicher Ebene eine wichtige Funktion zur kollektiven Behandlung und Lösung von Problemen. Die Erarbeitung und Selektion kollektiver Problemlösungen im Rahmen des wirtschaftspolitischen Prozesses führt das politische System in einen vorübergehenden Gleichgewichtszustand über. Die public choice Theorie versucht, den vom politischen System innerhalb einer exogen vorgegebenen gesellschaftlichen Problemkonstellation angestrebten Gleichgewichtszustand aus einer ökonomischen Sichtweise zu erklären, wobei sie den einzelnen politischen Akteuren nutzenmaximierendes Verhalten unterstellt. Im Zeitverlauf unterliegt die gesellschaftliche Problemkonstellation jedoch sozial-dynamisch verursachten Veränderungsprozessen, die zu Störungen und Verschiebungen von Gleichgewichten im politischen System führen. Der im folgenden vorgestellte evolutionäre Modellansatz des wirtschaftspolitischen Prozesses beruht auf einem kognitiven Menschenbild und bildet einen Versuch zur Problematisierung und Erklärung solcher Veränderungsprozesse und ihrer Auswirkungen auf die politischen Gleichgewichte. Er will damit nicht nur zu besseren Aussagen und Prognosen in bezug auf den wirtschaftspolitischen Prozeß beitragen, sondern auch Ansatzpunkte zur Verbesserung der Effektivität wirtschaftspolitischer Beraterstätigkeit aufzeigen. Dabei versteht er sich allerdings nicht als Alternative, sondern als dynamische Ergänzung zur bestehenden public choice Theorie.

Zunächst soll ein neuer paradigmatischer Ansatz, bestehend aus einem kognitiven Menschenbild und einem evolutionären Systembild, vorgestellt und dem Modell zugrundegelegt werden (Abschnitte 2 und 3). Der zweite Teil (Abschnitte 4 bis 10) befaßt sich mit den Grundstrukturen des Modells. Abschließend werden einige spezielle Implikationen für die Weiterentwicklung der neuen politischen Ökonomie aufgezeigt, die sich aus dem hier vorgestellten Ansatz ergeben (Abschnitte 11 bis 15).

2. Ein kognitives Menschenbild

„... daß die Tautologien, aus denen die formale Gleichgewichtsanalyse in der Wirtschaftstheorie im wesentlichen besteht, nur insoweit in Aussagen verwandelt werden können, die uns irgend etwas über die Kausakusammenhänge in der realen Welt sagen, als wir instände sind, in diese formalen Sätze bestimmte Behauptungen darüber einzusetzen, wie Wissen erworben und vermittelt wird.“

F.A. von Hayek

Die traditionelle ökonomische Theorie baut ihr Gebäude deduktiv auf dem Menschenbild des homo oeconomicus auf. Sie versteht somit den Menschen als autonomes Individuum, welches in einem intersubjektiv nachvollziehbaren Sinne zweckrational entscheidet und handelt. Damit wird implizit vorausgesetzt, daß der Mensch einen direkten, objektiven Bezug zu seiner Umwelt schaffen kann, der ihm die entscheidungs- und handlungsrelevante Information zwar nicht unbedingt vollständig, aber immerhin unverzerrt liefert. Durch Beobachtung tatsächlichen Verhaltens wird man jedoch unsicher feststellen können, daß der Mensch durch die ihm innewohnenden kognitiven Strukturen die Wirklichkeit seiner Umwelt nur subjektiv wahrnehmen und interpretieren kann. Er ist daher gezwungen, nicht nur oftmals unter Risiko – eine Fragestellung, die von der Risikoökonomik thematisiert wird – sondern auch unter Unsicherheit bezüglich seiner Umwelt Entscheidungen zu treffen und Handlungen zu vollziehen.¹ Eine solche Unsicherheit gründet sich auf dem Umstand, daß menschliche Erkenntnis immer nur falsifizierbares Vermutungswissen über die Wirklichkeit sein kann.² Dafür sind zwei Gründe zu nennen: Erstens sind wir gezwungen, aufgrund der uns zugänglichen Erfahrungen Theorien über unsere Umwelt, ja sogar über uns selbst, zu bilden, mit deren Hilfe wir Dispositionen treffen und Erwartungen formulieren. Unsere Dispositionen können sich daher nur solange bewähren, als unsere vorgängigen Erwartungen auch eintreffen.³ Werden unsere Erwartungen nicht erfüllt, so entsteht eine kognitive Dissonanz, und wir müssen unsere Theorien über die Wirklichkeit modifizieren, wenn diese mit den uns zugänglichen Erfahrungen konsistent sein sollen. Die Beseitigung kognitiver Dissonanzen führt zu einem Lernprozeß, einer durch Versuch und Irrtum schrittweise verbesserten Anpassung an die tatsächlichen Verhältnisse. Lernfähigkeit ist eine wesentliche Qualität, die den homo sapiens in der Regel auszeichnet und für sein Überleben in der Evolution insofern bestimmend war, als sie das menschliche Manko an Instinkten zu kompensieren half. Lernfähigkeit aber setzt Lernnotwendigkeit voraus, die sich in Form von Unsicherheit

¹ Im Gegensatz zu Unsicherheit sind Risikosituationen dadurch gekennzeichnet, daß sowohl der Ereignisraum als auch die Wahrscheinlichkeitsverteilung bekannt sind.

² Vgl. Popper (1984).

³ Vgl. von Hayek (1952), 49 ff.

manifestiert. Zweitens ist schon die menschliche Wahrnehmung der Wirklichkeit, als scheinbar ‚reiner‘ empirischer Informationsgewinn über diese, subjektiv und, wie sich Popper ausdrückt, theoriegetränkt.⁴ In der Folge erweist sie sich als äußerst selektiv, stark von der eigenen Lernvergangenheit geprägt und teilweise sogar als fehlerhaft (Man denke hier beispielsweise an die uns bekannten Sinnestäuschungen.).

Die Sozialpsychologie hat in der Vergangenheit immer wieder auf diese Aspekte der menschlichen Natur hingewiesen und das Menschenbild der Ökonomie im Hinblick auf deren empirischen Erklärungsanspruch kritisiert.⁵ Auch der Sozialwissenschaftler H.A. Simon schließt sich dieser Kritik an, indem er „an alternative approach to the description of rational behavior that is more closely related to psychological theories of perception and cognition, and that is in closer agreement with the facts of behavior as observed in laboratory and field“ fordert.⁶ Simon entwickelt in der Folge einen Ansatz intendierter Rationalität innerhalb natürlicher Grenzen menschlichen Erkennens und Urteilsvermögens.⁷

Er stellt zu Recht fest, daß Menschen sehr oft nicht im objektiven Sinne ein Maximierungsverhalten zeigen, sondern daß eher eine Art „satisficing“ zu beobachten ist, das er mit „finding a course of action that is ‚good enough‘ “ beschreibt.⁸ Er begründet seine These mit der Tatsache, daß Informationsbeschaffung durch die Menschen als Entscheidungsgrundlage oftmals durch die natur- und situationsbedingt beschränkte Verfügbarkeit von Ressourcen wie Zeit, eigenes geistiges Potential und materielle oder finanzielle Mittel schwerwiegenden Restriktionen unterworfen ist. Häufig werden zudem mit einer Entscheidung mehrere Ziele gleichzeitig angestrebt, wodurch das Maximierungsproblem noch an Komplexität zunimmt und seine bestmögliche Lösung noch unwahrscheinlicher wird. Daher werden meist für einen Entscheid durch das Individuum nicht alle denkbaren, sondern einige wenige ‚naheliegende‘ Alternativen erwogen und innerhalb von diesen die günstigste ausgewählt, sofern sie einem vorher erstellten An-

⁴ Popper (1973), 86

⁵ Gleichgewichte im Sinne der ökonomischen Theorie lassen sich auf Märkten in der Regel nicht unmittelbar nachweisen. Wird dem Marktsystem dennoch eine Gleichgewichtstendenz unterstellt, so muß zumindest empirisch gezeigt werden können, daß sich infolge wiederholter Interaktionsprozesse die Pläne der wirtschaftlichen Akteure solchermassen anpassen, daß sie in der langen Frist so handeln ‚as if they were rational‘. Dazu aber muß das Menschenbild des homo oeconomicus durch eine sozialpsychologische Komponente erweitert werden.

⁶ Simon (1957), 273

⁷ Simon (1957), 196 ff. Simon spricht in diesem Zusammenhang auch von einem „principle of bounded rationality“, welches er klar von antirationalen Ansätzen abgegrenzt wissen will.

⁸ Simon (1957), 204 f.

forderungsprofil genügt. Andernfalls wird nur so lange nach besseren Alternativen gesucht, als die gefundenen Lösungen die gestellten Minimalansprüche nicht ‚zufriedenzustellen‘ vermögen. Simon vermutet, daß ein Individuum seine minimalen Ansprüche an Problemlösungen auf einem umso höheren Niveau festlegt, je geringer seine Informationskosten für das Auffinden und Abwägen ‚zufriedenstellender‘ Alternativen ausfallen et vice versa.⁹ In der Folge bestreitet Simon die Notwendigkeit einer übergeordneten Nutzenfunktion zur Allokation der Ressourcen eines Individuums auf verschiedene Hauptgruppen von Aktivitäten.¹⁰ Ein solcher Schluß greift unseres Erachtens insofern zu kurz, als auch ein weniger strengen Kriterien folgender Auswahlentscheid zwischen alternativen Aktivitäten, wie er durch das Individuum aufgrund vorgängig erstellter Anspruchsprofile getroffen wird, mindestens implizit eine ordinale Präferenzstruktur voraussetzt.

Das von Simon vertretene Konzept einer „bounded rationality“ scheint uns in seinen anfänglich geschilderten Grundzügen wesentliche Aspekte menschlichen Entscheidungsverhaltens nachzuzeichnen, die der ‚reine‘ homo oeconomicus vernachlässigt, nämlich die natürliche Begrenztheit und das kognitive Element in der individuellen Rationalität. In seinem Verhaltensmodell übersieht Simon jedoch die Möglichkeit, daß die Individuen zuweilen aufgrund ihrer Unsicherheit auch unter objektiv gar nicht gegebenen Alternativen auswählen, beispielsweise wenn ein Mensch seine eigenen Möglichkeiten überschätzt.¹¹

Das Individuum kann seine Umwelt also weder unmittelbar, noch vollständig, noch objektiv erfahren und erkennen. Es muß die Wirklichkeit daher in seinen kognitiven Strukturen anhand von Vermutungswissen und Wertvorstellungen konstruieren.¹² Die individuellen kognitiven Strukturen,

⁹ vgl. *Simon* (1957), 253. Informationsökonomische Ansätze gelangen hier zu ähnlichen Schlüssen. Sie gehen dabei jedoch im Unterschied zu uns von einem objektiv gegebenen Set von verfügbaren Optionen aus, über das sich die Akteure Informationen verschaffen, und nicht von einem subjektiv, mit Hilfe der kognitiven Strukturen konstruierten Set.

¹⁰ vgl. *Simon* (1957), 271

¹¹ *Frey* (1990, 181 ff.) entwirft in diesem Zusammenhang ein ipsatives Modell menschlichen Verhaltens. Danach erfolgt zuerst auf einer von expliziten Entscheidungen unberührten, durch die menschliche Natur gegebenen Ebene, die weder als rational noch als irrational bezeichnet werden kann, die Konstitution eines ipsativen Möglichkeitsraumes. Anschließend fällt das Individuum bezüglich der im ipsativen Möglichkeitsraum enthaltenen Alternativen zweckrationale Entscheide. Die Hauptschwäche von Freys Ansatz liegt allerdings in der Inkonsistenz zwischen den Mechanismen, welche die Festlegung des ipsativen Möglichkeitsraumes determinieren und denjenigen, welche zur eigentlichen Entscheidung zwischen den darin enthaltenen Alternativen führen.

¹² vgl. *Meier & Mettler* (1988), 13 ff.

1. Wirklichkeit	Summe aller Beziehungen zwischen Umwelt und Individuum
2. Wahrnehmung	Schnittstelle zwischen kognitiven Strukturen und Wirklichkeit. Subjektiv geprägte Selektion von Information über die Wirklichkeit. Interaktionsprozesse mit den kognitiven Strukturen prägen auch die Selektionskriterien. Teilweise, naturbedingte Fehlerhaftigkeit (Sinnestäuschungen).
3. Kognitive Strukturen	Konstruktion der Wirklichkeit in Form von Vermutungswissen und Wertvorstellungen, welche über den Interaktionsprozeß mit dem Wahrnehmungsapparat durch persönliche Erfahrungen und soziale Einflüsse geprägt werden. Herausbildung von Verhaltensgrundlagen unter der Restriktion begrenzt verfügbarer Ressourcen.
4. Entscheidungs- und Handlungsinstanz	Intendierte Rationalität des Verhaltens im Rahmen der subjektiven Wirklichkeitssicht. Beschränkte Verfügbarkeit von Ressourcen zur Bildung von Verhaltensgrundlagen führt oft zu „satisficing“ Verhalten.

Abbildung 1: Das kognitive Menschenbild, Quelle: Eigene Darstellung.

und damit auch die Wirklichkeitssicht, werden einerseits durch persönliche Erfahrungen und andererseits durch soziale Einflüsse geprägt. Soziale Einflüsse entstehen durch Informationsvermittler (Medien, Organisationen, Institutionen) sowie aus dem Verhalten anderer Menschen und erlangen dort über Deutungs- und Erklärungsangebote Wirksamkeit, wo die Individuen kaum oder nur unter großem Ressourceneinsatz in der Lage sind, kognitive Dissonanzen zu beseitigen. Die vollständige Autonomie des Individuums wird somit zur Fiktion, weil die subjektive Wirklichkeitssicht des Menschen insofern zu einem sozialen Konstrukt wird, als sie sozialen Einflüssen zugänglich ist.¹³ Das kognitive Menschenbild läßt sich abschließend durch ein Schema mit vier Ebenen darstellen (vgl. Abbildung 1).¹⁴

¹³ Pfeffer (1981) in: Meier & Mettler (1988), 14

¹⁴ Eine alternative Möglichkeit zur Darstellung eines kognitiven Menschenbildes findet sich bei Boulding ((1971), 47 f.), der die Ebenen zwei bis vier unseres Schemas in insgesamt zehn „images“ unterteilt.

3. Ein evolutionäres Systembild

„Ich bin weit davon entfernt zu leugnen, daß in unserem System die Gleichgewichtsanalyse eine nützliche Funktion auszuüben hat. Aber wenn sie dazu führt, daß sie einige unserer führenden Denker dazu verleitet, zu glauben, daß die Situation, welche sie beschreibt, direkten Bezug auf die Lösung praktischer Probleme hat, ist es an der Zeit, daß wir uns daran erinnern, daß sie sich mit dem sozialen Prozeß überhaupt nicht befaßt und daß sie nicht mehr ist als eine nützliche Vorstufe zum Studium des Hauptproblems.“

F.A. von Hayek

Das Systembild der traditionellen ökonomischen Theorie leitet sich aus dem Menschenbild des homo oeconomicus ab und erlangt daher einen mechanistisch-harmonischen Charakter. Die homines oeconomici als Grundeinheiten des Systems bilden demnach aufgrund einer intersubjektiv und intertemporal stabilen Wirklichkeitssicht Erwartungen über objektivierte Sachverhalte und leiten daraus Aktionspläne ab, die durch die systemimmanenten Mechanismen harmonisiert, also ins Gleichgewicht gebracht werden. Die Gleichgewichtsmodelle haben in der Folge zumeist eine komparativ-statische Charakteristik, welche einer dynamischen Betrachtungsweise enge Grenzen setzt.

Demgegenüber baut das evolutionäre Systembild auf dem kognitiven Menschenbild auf. Die Entwicklung des Systems wird durch die drei evolutiven Mechanismen Variation, Selektion und Bewahrung bestimmt. Die für individuelle Entscheidungen relevante Information entsteht durch dynamische, kognitive Prozesse, die einerseits aus einer Variation der Wirklichkeit und andererseits aus der problemlösenden Kreativität des Individuums selbst resultieren können.¹⁵ So gewonnene Information muß sich zunächst in einem internen, auf individueller und sozialer Ebene (z.B. Politik, öffentliche Diskussion) stattfindenden, und anschließend in einem externen Selektionsprozeß durch die Wirklichkeit bewähren. Bewährt sie sich, so kommt es gemäß Terminologie der Evolutionstheorie zur Bewahrung der Information, welche die Aneignung von Verhaltensroutinen¹⁶ ermöglicht, andernfalls kommt es zur Variation, wodurch sich die individuellen Aktionspläne ändern. Wenn alle individuellen Aktionspläne auf Verhaltensroutinen beruhen, herrscht ein vollkommenes Gleichgewicht. Es handelt sich hierbei aber nicht um ein zeitloses Gleichgewicht,¹⁷ wie es durch das orthodoxe Systembild beschrieben wird, sondern um ein zeitlich ausgedehntes Beharrungsgleichgewicht. Die evolutive Dynamik von Systemen zeichnet sich somit durch eine Abfolge von Ungleichgewichten aus, welche durch die Herausbildung von Verhaltensroutinen durch die Akteure tendenziell in Be-

¹⁵ vgl. Popper (1984), 27

¹⁶ vgl. Meier & Mettler (1988), 17

¹⁷ vgl. von Hayek (1952), 53 f.

harrungsgleichgewichte übergeführt werden. Da die Wirklichkeitssicht der Individuen, wie wir gezeigt haben, wesentlich durch soziale Interaktionsprozesse geprägt ist und daher überwiegend als soziales Konstrukt bezeichnet werden kann, besteht auf lange Sicht eine immanente Tendenz zu ihrer Harmonisierung innerhalb einer Gesellschaft. Eine solche Tendenz manifestiert sich in jenen Bereichen besonders stark, wo wiederholte soziale Interaktionen über Institutionen, wie z. B. den Markt oder den politischen Prozeß, stattfinden. Im Falle von Neuartigkeit oder Seltenheit einer Handlungssituation sind allerdings auch Polarisierungstendenzen zwischen unterschiedlichen Wirklichkeitsinterpretationen denkbar, die bei entsprechend geringer Interaktionshäufigkeit über längere Zeiträume anhalten können.

Die traditionelle Gleichgewichtsanalyse ist unbestrittenermaßen ein nützliches Werkzeug, welches auch zur Beschreibung des Beharrungsgleichgewichts im evolutiven Systembild gute Dienste leisten kann. Sie bedarf jedoch der Ergänzung durch das kognitiv-evolutionäre Paradigma, wenn das System als Gegenstand eines dynamischen Veränderungsprozesses traditionell 'exogener' Größen wie Präferenzen und Wissen betrachtet werden soll. Das aus diesem Ansatz hervorgehende Entwicklungsmuster des Systems ist weder völlig determiniert noch völlig offen, sondern historisch kontingent und verlangt einen irreversiblen Zeitbegriff.

Die Ansätze der neuen politischen Ökonomie machen in der Regel keinerlei Aussagen über die sozial-dynamischen Prozesse der Problemmentstehung und Meinungsbildung, die zur Verschiebung bestehender politischer Gleichgewichte führen. Der von uns vorgestellte evolutionäre Ansatz versucht, in diesem Sinne die bestehende Theorie zu ergänzen. Es wird gezeigt, daß der politische Prozeß nicht einfach auf kollektive Entscheidungen über Maßnahmen und Mittel reduziert werden kann, sondern ein selektives Problemlösungsverfahren darstellt, welches auch wichtige Sinngebungs- und Filterfunktionen erfüllt.

4. Individuelle Wahrnehmung von Problemen

Die Problemmentstehung in der Wirtschaftspolitik schließt zwei Bewußtseinsprozesse ein. Zuerst muß ein Problem als solches durch einen oder mehrere politische Akteure wahrgenommen werden, dann muß eine Übertragung dieses Bewußtseinsprozesses auf die soziale Ebene stattfinden. Zunächst wollen wir uns der individuellen Wahrnehmung von Problemen zuwenden. Die Übertragung einer individuellen Problemsicht auf die kollektive Ebene wird als Teil des gesellschaftlichen Prozesses unter Abschnitt 6 behandelt.

Wie oben erläutert wurde, läßt sich die Wirklichkeit auf mehrere Arten konstruieren. Jede Wirklichkeitssicht hat daher gezwungenermaßen

subjektiven Charakter. So besteht auch die durch das Individuum wahrgenommene Lage im wirtschaftspolitischen Relevanzbereich aus wahrgenommenen fremden Daten und Aussagen über die Wirtschaftslage sowie eigenen wirtschaftlichen Beobachtungen und Erfahrungen. Die wahrgenommene Lage wird mit Hilfe der kognitiven Strukturen, welche hier Ordnungsvorstellungen genannt werden, interpretiert und beurteilt. Die Ordnungsvorstellungen beinhalten drei Aspekte: Präferenzen (z.B. Wertvorstellungen, Ideologien, Interessen, Vorurteile) sowie Vermutungswissen über Kausalzusammenhänge und Restriktionen. Anhand von Präferenzen werden Auffassungen über wirtschaftspolitische Zielsetzungen gebildet, Vermutungswissen über Kausalzusammenhänge dient zur Beurteilung alternativer Verfahren, und Vermutungswissen bezüglich Restriktionen ist ausschlaggebend für Einschätzungen der relativen Knappheiten von Ressourcen und Vorstellungen bezüglich eines effizienten Mitteleinsatzes. Die klare Trennung von Zielen, Verfahren und Mitteln muß als idealtypische Vereinfachung angesehen werden, da die Wirtschaftssubjekte in der Praxis oft gar nicht in der Lage sind, eine solche durchzuführen. Außerdem besteht ein Interdependenzverhältnis zwischen Präferenzen auf der einen und vermuteten Kausalzusammenhängen und Restriktionen auf der anderen Seite. Es darf jedoch davon ausgegangen werden, daß die Präferenzen im Zeitverlauf eine größere Stabilität als die beiden Kategorien von Vermutungswissen aufweisen, was durch das Beharrungsvermögen einzelner Komponenten (z.B. Ideologien, Vorurteile) begründet werden kann.

Das beschriebene Interdependenzverhältnis zwischen kognitiven Strukturen, also Ordnungsvorstellungen, und wahrgenommener Wirklichkeit wird überlagert durch ein weiteres Interdependenzverhältnis zwischen kognitiven und affektiven Strukturen. Diese werden in Ängsten und Hoffnungen erkennbar, welche mit den Ordnungsvorstellungen in einem wechselseitigen Beeinflussungsverhältnis stehen.¹⁸ Stabilität von Ordnungsvorstellungen ist daher nur dann möglich, wenn zwischen Ängsten und Hoffnungen ein Gleichgewicht besteht.

Analog zur paradigmatischen Distanzierung vom autonom denkenden und handelnden Individuum betrachten wir individuelle Ordnungsvorstellungen in weiten Teilen als Produkte des sozialen Umfeldes. Persönliche Lernvergangenheit und Erfahrungen, welche stark differieren können, bestimmen die individuellen Ordnungsvorstellungen ebenfalls in bedeutendem Ausmaß. Individuelle und soziale Konstruktion der Wirklichkeitssicht durchdringen sich also gegenseitig. Eine völlige Determiniertheit der Ord-

¹⁸ *Schmidtchen* (1983), führt Ängste auf die Wahrnehmung äußerer Anforderungen zurück und stellt ihnen Hoffnungen gegenüber, die auf dem Glauben an die Kompetenz zur Erfüllung der Anforderungen beruhen. Thematische Quellen solcher Ängste und Hoffnungen beim Individuum bilden seine natürliche, soziale, wirtschaftliche, technische und politisch-administrative Umwelt.

nungsvorstellungen ist allerdings dadurch nicht gegeben. Es sind durchaus gewisse Freiheitsgrade und Bandbreiten der Toleranz vorhanden.

Sowohl wahrgenommene Lage als auch Ordnungsvorstellungen können sich ändern, die wahrgenommene Lage etwa wegen endogenen, d.h. in der Binnenwirtschaft selbst begründeten, oder exogenen, d.h. durch Veränderungen im Ausland oder in der natürlichen Umwelt verursachten, wirtschaftlichen Prozessen. Die Ordnungsvorstellungen können ebenfalls endogenen Änderungen unterliegen, da das Individuum als kreatives, problemlösendes Subjekt bis zu einem gewissen Grade über seine Bewußtseinsinhalte verfügen und diese neu kombinieren kann. Ebenso sind exogene Veränderungen der Ordnungsvorstellungen infolge gesellschaftlicher Ereignisse oder Entwicklungen möglich (Änderungen der Rollenstruktur oder einzelner Rollen, Erfindungen, Entdeckungen, neue geistige Strömungen etc.). Solche Veränderungen können eine Diskrepanz zwischen Ordnungsvorstellungen und wahrgenommener Wirtschaftslage (kognitive Dissonanz) bewirken. Überschreitet diese Diskrepanz ein für das Individuum tolerierbares Maß, so wird es die herrschende Situation als Problem empfinden. In der Folge wird routinemäßiges individuelles Verhalten in Frage gestellt, und es entsteht Unzufriedenheit oder Unsicherheit bezüglich individueller wirtschaftlicher Entscheide. Unter Unsicherheit ist hier auch Mehrdeutigkeit der Situation zu verstehen, das heißt das Individuum kann die Situation entweder anhand mehrerer, einander widersprechender Interpretationen gleichzeitig oder aufgrund ihrer Neuartigkeit überhaupt nicht erklären. In einem solchen Falle wendet sich das Individuum oft an andere Personen – ‚opinion leaders‘¹⁹ wie beispielsweise Bekannte, Medienschaffende, Fachleute – um eindeutige Interpretationen zu erhalten.

5. Ablauf des wirtschaftspolitischen Prozesses und Selektionsmechanismen

Abbildung 2 vermittelt einen ersten Überblick über das Modell. Dieses baut auf einem mehrphasigen Ablaufmuster des wirtschaftspolitischen Prozesses auf. Ausgehend von der individuellen Ebene, auf der Probleme durch das einzelne Wirtschaftssubjekt wahrgenommen werden, beschreibt es den politischen Prozeß auf einer kollektiven Ebene als soziales Problembehandlungs- und Problemlösungsverfahren, welches sich idealtypisch in die vier Phasen Problemstellung, Problemzulassung und -definition, Entscheid und Implementation unterteilen läßt. In jeder dieser Phasen

¹⁹ Der Begriff ‚opinion leaders‘ wurde von *Lazarsfeld et al.* (*The People's Choice: How the Voter Makes Up His Mind in a Presidential Campaign*, New York 1948) geprägt.

müssen innerhalb der jeweils relevanten Gruppen politischer Akteure Konsensfindungs- und Mobilisierungsprozesse stattfinden, damit das Problem nicht vorzeitig ausscheidet. In Übereinstimmung mit Etzioni bezeichnen wir dabei „den Prozeß, durch den eine Einheit beträchtliche Zugewinne in der Kontrolle von Ressourcen erzielt, die sie vorher nicht kontrolliert hat, als Mobilisierung.“²⁰ Für die hier angesprochenen Mobilisierungsprozesse, die in den einzelnen Phasen des wirtschaftspolitischen Prozesses ablaufen, läßt sich allgemein folgende Hypothese formulieren (Die spezifischen Charakteristika der einzelnen Phasen finden weiter unten nähere Erläuterung):

Je größer der Verbreitungsgrad der einer Problemsicht zugrundeliegenden Ordnungsvorstellungen innerhalb der zu mobilisierenden Gruppe und je größer die argumentative und kommunikative Kompetenz des mobilisierenden Akteurs ist, desto weniger tauschbare Ressourcen muß dieser zusätzlich einsetzen, um seine Problemsicht im Rahmen eines Mobilisierungsprozesses durchzusetzen.

Durch das jeweilige Mobilisierungsproblem kommt den einzelnen Phasen des wirtschaftspolitischen Prozesses auch eine wichtige Filter- und Selektionsfunktion²¹ bezüglich wahrgenommener Probleme zu. In der Folge entsteht so ein wirksamer Mechanismus zur Allokation knapper politischer Problemlösungskapazitäten unter den Nachfragern nach politischen Maßnahmen. Allerdings kann dieser Mechanismus durch den Einsatz von Macht durch die Akteure negativ beeinträchtigt werden. Machteinsatz verzerrt nämlich die Selektion von Sinngebungsangeboten und Problemlösungen innerhalb der einzelnen Phasen des wirtschaftspolitischen Prozesses und führt damit zu einer vorzeitigen Reduktion des Meinungspluralismus. Dadurch aber kann sich die Lern- und Anpassungsfähigkeit des Systems an eine evolvierende Umwelt verringern;²² es entstehen Dysfunktionen.²³ Häufen sich in einem System die Dysfunktionen, so können diese den langfristigen Fortbestand des Systems überhaupt gefährden. Machtkontrolle und Machtbeschränkung bilden daher aus unserer Sicht zwei wichtige Postulate für die Ausgestaltung einer politischen Ordnung.

6. Problementstehung auf kollektiver Ebene

Die Übertragung einer Problemsicht von der individuellen auf die kollektive Ebene erfordert einen Mobilisierungsprozeß unter Betroffenen, In-

²⁰ Etzioni (1975), 207

²¹ vgl. Bachrach & Baratz (1977).

²² vgl. Scholl (1991), 8

²³ Die hier gewählte Verwendungsart des Begriffs ‚Dysfunktion‘ stammt aus der soziologischen Theorie des Funktionalismus.

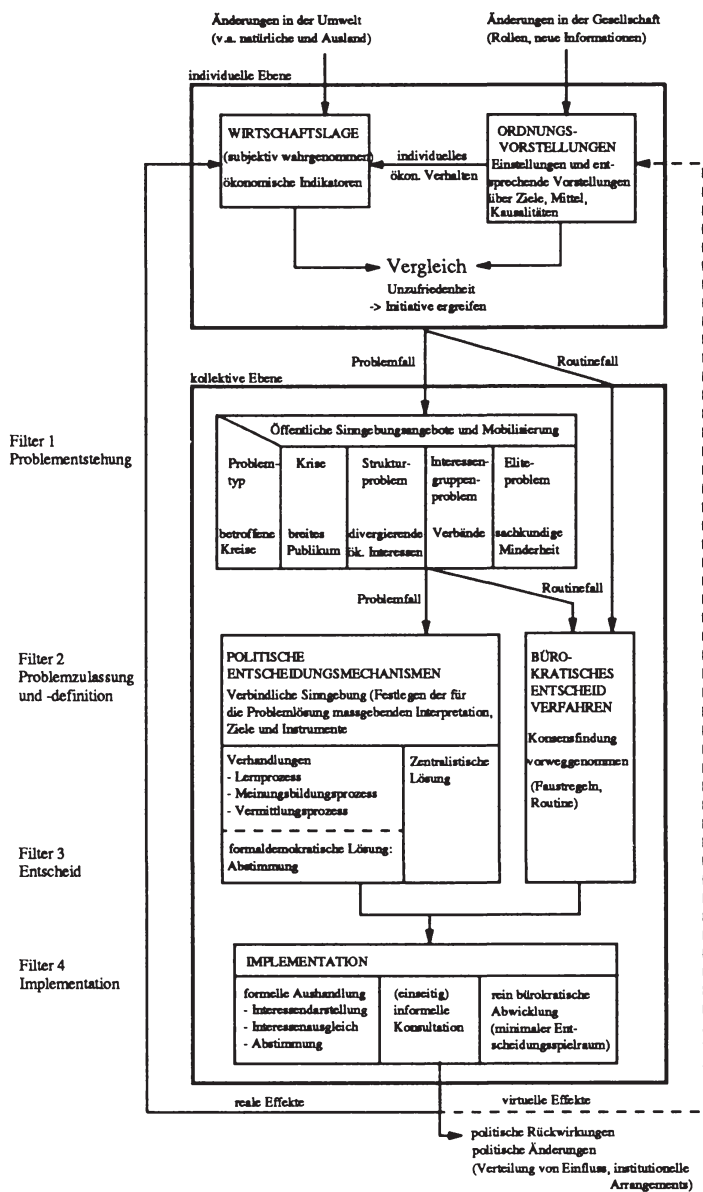


Abbildung 2 Ablaufmodell des wirtschaftspolitischen Prozesses, Quelle: Meier & Haudenschild (1991), 20

teressierten und Trägern der öffentlichen Meinung sowie eine gemeinsame Formulierung ihrer Problemsicht, die normalerweise zuerst im Rahmen eines Sinngabungsprozesses erarbeitet werden muß.²⁴ Nur wenn ein derartiger Mobilisierungsprozeß stattfindet, wird das wahrgenommene Problem zu einem Thema der öffentlichen Diskussion. Währenddem der Ressourcentausch in dieser Phase im allgemeinen nur eine untergeordnete Rolle spielt, kommt dem Verbreitungsgrad der Ordnungsvorstellungen innerhalb der zu mobilisierenden Gruppe unserer Ansicht nach hier die ausschlaggebende Bedeutung zu.

Filter 1: Ein Akteur setzt sich mit seiner Problemsicht auf kollektiver Ebene umso eher durch, je mehr Sachkompetenz ihm gesellschaftlich attestiert wird und je besser sein Zugang zu den Medien ist.

Öffentliche Meinungsbildung kann nach zweierlei Grundmustern erfolgen:²⁵

Meinungsbildung an der Basis: Individuen, welche eine herrschende Situation als Problem empfinden, wenden sich an Personen oder Organisationen, zu denen sie Kontakte unterhalten und versuchen diese für ihre Problemsicht zu mobilisieren.

Meinungsbildung durch einflussreiche Akteure: Insbesondere Politiker und Interessengruppen nutzen ihnen zur Verfügung stehende Ressourcen und Einflußkanäle, um ihre spezifischen Anliegen auf die öffentliche Traktandenliste zu bringen. Diese Art der Meinungsbildung ist in der Mehrzahl der Fälle zu beobachten.

Die Massenmedien spielen bei sozialen Bewußtseinsprozessen eine entscheidende Rolle, da die von ihnen verwendeten Deutungsraaster eine Art Filter für die Ausbreitung wirtschaftspolitischer Problemsichten darstellen und die wahrgenommenen Diskrepanzen selektionieren.²⁶

Für die idealtypische Unterscheidung von vier gesellschaftlichen Problemfällen verwenden wir die Zuordnungskriterien der Anzahl von einem Problem Betroffener und der Intensität ihrer Betroffenheit. Abbildung 3 soll diese Systematik veranschaulichen.

Eliteproblem: Nur eine kleine Minderheit interessierter Sachkundiger fühlt sich direkt betroffen und äußert sich. Die Intensität ihrer Betroffenheit ist allerdings gering, so daß die Anbieter politischer Maßnahmen keinen eigentlichen Handlungsdruck wahrnehmen. Die Problembehandlung wird daher vielfach wegen anderen, dringlicher erscheinenden Problemen hinausgeschoben. Eine allfällige Ausbreitung der elitären Problemsicht von

²⁴ Der Sinngabungsprozess wird unter Abschnitt 12 näher erläutert.

²⁵ Meier & Mettler (1988), 41

²⁶ Meier & Mettler (1988), 42

oben nach unten, welche auch zur Mobilisation von Gegeninteressen führen würde, ist vom Medienzugang einzelner Engagierter abhängig.

Interessengruppenproblem: Von der Problemsicht wird auch hier nur eine Minderheit erfaßt, jedoch ist die Intensität der individuellen Betroffenheit relativ groß. Dadurch steigt die marginale Zahlungsbereitschaft der betroffenen Akteure für eine Problemlösung so stark an, daß sich die Organisation ihrer Interessen lohnt.²⁷ Sie formieren sich daher als Interessengruppe mit gemeinsamen Forderungen und einem vereinten Potential politischer Ressourcen, welche der Regierung einen gewissen Handlungsdruck auferlegen kann. Oftmals können die Betroffenen bei der Artikulation ihrer Forderungen auf bereits bestehende Organisationsstrukturen (Verbände etc.) zurückgreifen, wodurch sich ihre Organisationskosten noch zusätzlich vermindern. Die Regierung kann auf die Forderungen von Interessengruppen entweder mit Zugeständnissen oder durch die Mobilisation von genügend starken Gegeninteressen reagieren.

Strukturproblem: Eine große Zahl von Akteuren ist von einem Problem betroffen. Die individuelle Betroffenheit ist jedoch nicht intensiv oder nicht von ausgeprägter Einseitigkeit. Eine Organisation der Interessen würde hohe Kosten verursachen, welche die marginale Zahlungsbereitschaft der Betroffenen übersteigen, und fällt deshalb nicht in Betracht. Zudem bestehen in der Regel auch noch gewichtige Gegeninteressen von gut organisierten Minderheiten. Der potentielle Handlungsdruck auf die Regierung im Falle der Gefährdung solcher Gegeninteressen – ein Interessengruppenproblem wäre die Folge – ist dann höher als der bestehende Handlungsdruck zur Lösung des Strukturproblems. Trotz Fortbestand eines Strukturproblems kann so ein politisches Gleichgewicht herrschen.²⁸ Die gestellten Forderungen bleiben daher zumeist moderat, wodurch schon eine inkrementalistische Problemdämpfung innerhalb der bestehenden Homöostase zu deren Entschärfung genügt. Einer eigentlichen Problemlösung werden Strukturprobleme in der Regel erst dann zugeführt, wenn sich krisenhafte Entwicklungen einstellen und der von breiten Bevölkerungsschichten ausgeübte Handlungsdruck auf die Regierung wächst.

Krisenproblem: Diese Art von Problem ist durch eine breite und intensive Betroffenheit gekennzeichnet. Die weite Verbreitung der Problemsicht weckt in der Regel auch bei den Medien großes Interesse. Als 'opinion leaders' übernehmen sie weitgehend die Funktion der Interessenorganisation, indem sie die Problemsicht der Mehrheit thematisieren und kanalisieren. Die Regierung sieht sich somit einem massiven, emotional gefärbten Handlungsdruck von Seiten der Öffentlichkeit ausgesetzt. Die betroffene

²⁷ vgl. Olson (1971).

²⁸ vgl. Tollison (1982), 575 ff. und weitere rent-seeking Literatur.

Mehrheit der Akteure wird dabei für die Regierung zu einer übermächtigen Interessengruppe, gegen deren Forderungen sie keine namhaften Gegeninteressen mehr mobilisieren kann. Der politische Handlungsspielraum ist vorübergehend groß, verkleinert sich aber mit Abnahme des Engagements der Akteure wieder.

ANZAHL BETROFFENE			
		eher wenige	eher viele
INTENSITÄT DER BETROFFENHEIT	eher gering	ELITEPROBLEM	STRUKTURPROBLEM
	eher groß	INTERESSENGRUPPEN- PROBLEM	KRISENPROBLEM

Abbildung 3: Übersicht über die Problemtypen, Quelle: Eigene Darstellung.

Wird die Regierung oder Verwaltung mit Forderungen konfrontiert, welche einen wirtschaftspolitischen Handlungsbedarf begründen, so muß sie zuerst feststellen, ob es sich um einen Routinefall oder um einen Problemfall handelt. Liegt ein Routinefall vor, so strebt sie eine Lösung des Problems innerhalb bereits geregelter administrativer Verfahren und Zuständigkeiten an. Werden diese durch die Betroffenen akzeptiert, kann das Problem rein bürokratisch oder aufgrund bestehender Faustregeln weiterbehandelt werden. Bei einem Problemfall muß eine Sinngebung oder eine Kombination verschiedener Sinngebungen politisch verbindlich festgelegt werden. Dazu ist das eigentliche politische Entscheidungsverfahren zu durchlaufen.

7. Problemzulassung und -definition

Artikulierte Probleme und Forderungen haben zuerst eine Art Zulassungsverfahren zu bestehen, wenn sie im Rahmen des politischen Prozesses behandelt werden sollen. Dazu müssen sie von den etablierten ‚agenda setters‘ aufgegriffen und zu einem politischen Traktandum erhoben werden.

Es gilt somit in dieser Phase insbesondere, Mitglieder von Parlament, Regierung oder Verwaltung im Sinne der geäußerten Problemsicht zu mobilisieren. Das Zustimmung- oder Unzufriedenheitspotential der vorgängig mobilisierten Bevölkerungsgruppen bildet hier vermutlich die wichtigste, wenn auch nicht die einzige tauschbare Ressource.

Filter 2: Je weiter verbreitet die der Problemsicht zugrundeliegenden Ordnungsvorstellungen innerhalb der Gesellschaft sind und je besser der Zugang der einzelnen Akteure zu Regierung, Verwaltung oder Parlament ist, desto eher gelangt ein Problem auf die offizielle Traktandenliste.

Die Behandlung wahrgenommener Probleme setzt voraus, daß diese definiert und interpretiert werden können. Auf individueller Ebene werden dabei die Wahrnehmungen meist intuitiv und unbewußt mit Hilfe der kognitiven Strukturen eingeordnet. Auf der kollektiven Ebene hingegen muß die Definition und Interpretation eines sich manifestierenden Problems in einer öffentlichen Auseinandersetzung zwischen konkurrierenden Deutungsangeboten und Ordnungsvorstellungen festgelegt werden. Dies geschieht in einem kollektiven Sinngebungsprozeß, der sich durch folgende fünf Elemente darstellen läßt:²⁹

1. *Definition der Wirklichkeit:* Abgrenzung wahrgenommener Ereignisse, beruhend auf selektiver Wahrnehmung und Interpunktion kontinuierlicher Ablaufprozesse; Selektion und Charakterisierung von Problemen anhand bestehender Ordnungsvorstellungen.

2. *Benennen der Wirklichkeit:* Erzeugung von Assoziationen mit wirklichkeitsschaffender Funktion durch die Etikettierung wahrgenommener Diskrepanzen mittels Begriffen und Schlagworten.

3. *Erklären der Wirklichkeit:* Zuweisung und Richtungsbestimmung von Kausalzusammenhängen. Im Routinefall ist ein Rückgriff auf bestehende Erklärungsmuster möglich. Liegt Neuartigkeit oder Mehrdeutigkeit vor, so setzt eine Auseinandersetzung um konkurrierende Erklärungen ein.

4. *Bewerten des Handelns:* Aus der Erklärung sich abzeichnende Handlungsmöglichkeiten werden auf ihre Verträglichkeit mit eigenen Ordnungsvorstellungen geprüft.

5. *Legitimation des Handelns:* Betonung der Verträglichkeit von gemeinsam erarbeiteten und akzeptierten Handlungsgrundlagen mit den herrschenden kollektiven Ordnungsvorstellungen sowohl gegen innen (Beteiligte) als auch gegen außen (Öffentlichkeit).

Der kollektive Sinngebungsprozeß erfüllt zwei wichtige Funktionen: Erstens dient er der Schaffung einer gemeinsamen verbindlichen Handlungsgrundlage, und zweitens schließt er gleichzeitig bestimmte Ansichten, For-

²⁹ Dyllick (1983), 1 ff.

derungen oder Wertvorstellungen bereits in dieser Phase des gesellschaftlichen Problemlösungsprozesses aus.³⁰

8. Entscheid

In dieser Phase gilt es, die Entscheidungsträger des wirtschaftspolitischen Prozesses zu mobilisieren, soll das wahrgenommene Problem einer Lösung zugeführt werden. Bestehen hochgradig homogene Ordnungsvorstellungen bezüglich des Problems und ist bei der Problemlösung ein Zurückgreifen auf bereits vorhandene Regeln und Verfahren möglich, so liegt ein Routinefall vor. Ein solcher kann dem bürokratischen Entscheidungsverfahren überantwortet werden, wodurch sich die Kosten der Problemlösung reduzieren. Die Auswirkungen von Maßnahmen auf die Handlungspläne der Akteure werden zudem aufgrund einer allseits vermuteten Stabilität der zugrundeliegenden Kausalitätsbeziehungen prognostizierbar.

Neuartigkeit oder Mehrdeutigkeit des wahrgenommenen Problems deutet auf einen Problemfall. Für Problemfälle sind grundsätzlich zwei Lösungsverfahren – ein autoritäres oder ein formaldemokratisches – denkbar. Das autoritäre Lösungsverfahren kann allerdings in unseren westlichen Demokratien nur dort eingesetzt werden, wo Probleme mit nicht-prioritärem Charakter und geringem Konfliktpotential oder Krisenprobleme mit grossem zeitlichem Handlungsdruck angegangen werden. In allen anderen Fällen ist eine Lösung nur auf dem formaldemokratischen Weg zu finden. Das formaldemokratische Lösungsverfahren seinerseits kann in zwei Phasen des zeitlichen Ablaufs unterteilt werden: In der Entscheidvorbereitungsphase muß auf dem Verhandlungsweg eine mehrheitsfähige Abstimmungsgrundlage geschaffen werden. Dabei wird eine Art Tauschvertrag zwischen den Nachfragern und den Anbietern politischer Maßnahmen ausgehandelt: Die Regierung löst gegen sie erhobene Forderungen im Tausch gegen Stimmen und Ressourcen der Akteure ein. Tauschpreis ist die Höhe der von der Regierung zu machenden Zugeständnisse, um die gewünschte Zustimmung zu erhalten. Oftmals muß zudem ein Interessenausgleich zwischen konkurrierenden Nachfragern nach wirtschaftspolitischen Maßnahmen stattfinden, damit ein Verhandlungsspielraum zwischen Anbietern und Nachfragern überhaupt entstehen kann.

Filter 3: Je höher die faktische Verfügungsmacht der eine Problemsicht vertretenden Akteure über Stimmen und Ressourcen eingeschätzt wird, desto eher werden diese ihre Forderungen im Verhandlungsprozeß durchsetzen und die Entscheidungsträger mobilisieren können.

³⁰ Meier & Mettler, (1988), 45

Bei den Ressourcen unterscheiden wir in diesem Zusammenhang einerseits persönliche Ressourcen (Eigenschaften, Fähigkeiten, Verfügungs- und Nutzungsrechte) und andererseits rollenbezogene Ressourcen (zugeprochene Kompetenz, Stellung in Informations- und Kommunikationsprozessen, organisatorische Verfügungs- und Nutzungsrechte).³¹ Nach Abschluß der Verhandlungsphase wird der eigentliche Entscheid im Rahmen eines Abstimmungsverfahrens gefällt und durch die erforderliche Stimmenmehrheit legitimiert. Das resultierende politische Gleichgewicht, welches sich in der Folge einstellt, ist mit dem durch die public choice Theorie beschriebenen äußerlich identisch, hat jedoch, wie eingangs bereits erwähnt, Beharrungscharakter.

9. Implementation

Ein wirtschaftspolitischer Entscheid wird in der Regel in rechtlichen Beschlüssen festgehalten, mit deren Vollzug die Verwaltung beauftragt wird. Die politische Auseinandersetzung kann mit dem Fällen eines Entscheids allerdings noch nicht als abgeschlossen gelten, da im Vollzug Freiheitsgrade und Informationsasymmetrien bestehen. Die Freiheitsgrade beruhen auf impliziten Interpretations- und expliziten Ermessensspielräumen in der Anwendung und Durchsetzung von Rechtsbeschlüssen, welche die Legislative der Verwaltung und der Judikative einräumt. Sie schaffen in der Implementationsphase wiederum Raum für unterschiedliche Deutungen.³² Je mehr Freiheitsgrade ein Beschluß enthält, desto größer ist die Unsicherheit bei den Akteuren und desto eher kommt es erneut zu einem Sinngebungsprozeß, in dessen Verlauf die staatlichen Vollzugsorgane und die adressierten Akteure eine endgültige Deutung auszuhandeln versuchen. Informationsasymmetrien entstehen, weil einerseits eine vollständige Kontrolle der Einhaltung des Vollzugs durch die Verwaltung nicht möglich ist und andererseits die in ihrer Tätigkeit betroffenen Wirtschaftssubjekte über eine größere Sachkenntnis und besser erschlossene Informationsquellen verfügen.

Filter 4: Die Adressaten einer wirtschaftspolitischen Maßnahme werden sich im Rahmen des implementativen Sinngebungsprozesses umso eher zur Durchsetzung ihrer Ordnungsvorstellungen mobilisieren lassen, je größer ihre potentiell aus der Maßnahme resultierenden Anpassungskosten oder Gewinne sind. Die Konzessionsbereitschaft der Verwaltung wird dabei in der Regel umso größer sein, je größer der Informationsvorsprung der Adressaten ist.

³¹ vgl. Darstellung in Meier & Mettler (1986), 41

³² Meier & Mettler (1988), 60

Ein solchermaßen geführter implementativer Verhandlungsprozeß erfüllt aber nicht nur eine Sinngebungs- und Deutungsfunktion.³³ Die Kooperation zwischen Verwaltung und Betroffenen wirkt sich bei letzteren aufgrund geringerer Anpassungskosten in einer erhöhten Akzeptanz und somit in einer größeren effektiven Durchsetzungsrate aus und senkt die Durchsetzungskosten (monitoring costs) für die Verwaltung. Es handelt sich dabei um eine Art Positivsummen-Spiel, bei dem beide Parteien durch Kooperation ein besseres Resultat erreichen können, indem sie Informationen (Adressaten) gegen Konzessionen (Verwaltung) eintauschen. Hier ergibt sich denn auch wieder ein entsprechender Bezug zur herkömmlichen public choice Theorie.

10. Schnittstellen zur herkömmlichen Theorie

Beschlossene und implementierte Maßnahmen wirken schließlich wiederum auf die Wirtschaftslage, die politische Situation und die individuelle Wirklichkeitssicht zurück. Hier wird auch die umfassendere Betrachtungsweise der Politik durch unser Modell gegenüber der public choice Theorie ersichtlich. Letztere befaßt sich prioritär mit der Entscheidungsphase, währenddem Problemzulassung und Implementation sich ihrer Untersuchungsmethode weitgehend entziehen und die Problemstellung sogar gänzlich außer Acht gelassen wird. Der Grund hierfür liegt darin, daß diese Phasen des wirtschaftspolitischen Prozesses oftmals durch Unsicherheit und Mehrdeutigkeit geprägt sind, wodurch Prozesse der kollektiven Sinngebung unter den Akteuren eine eminente Bedeutung erlangen. Dementsprechend versucht der dargestellte evolutionäre Ansatz ergänzende Schwerpunkte zu setzen.

Die Akteure im evolutionären Modell des wirtschaftspolitischen Prozesses sind denjenigen herkömmlicher Theorien begrifflich vergleichbar. Die Unterschiede rühren im wesentlichen vom erweiterten paradigmatischen Ansatz, welcher das Individuum mit seinen kognitiven Strukturen als Teil der Gesellschaft und seine Wirklichkeitssicht als teilweise soziales Konstrukt betrachtet. Es wird daher auch kein eigentliches Maximierungsverhalten der Akteure mehr unterstellt, sondern eine Form von „satisficing“ Verhalten, welches der Realität einer oftmals komplexen, mehrdimensionalen Zielsetzung bei nur eingeschränkt verfügbarer Information eher gerecht werden kann. Aufgrund der beschränkten Verfügbarkeit von Information bei den politischen Akteuren spielen die Massenmedien eine wichtige Rolle. Durch ihre Berichterstattung, welche permanent der Selektion und Interpretation durch die Ordnungsvorstellungen der Medienschaffenden unter-

³³ vgl. obige Ausführungen zum Sinngebungsprozeß

liegt, versorgen sie Nachfrager und Anbieter am ‚politischen Markt‘ mit subjektiv eingefärbter Information und beeinflussen so deren Wirklichkeits-sicht sowie deren Verhalten in Sinngebungsprozessen.

11. Die Erfassung wirtschaftspolitischer Probleme

Das kognitive Menschenbild, wie es von uns verwendet wird, rückt die Beschreibung und Erklärung kognitiver Prozesse in den Vordergrund des wissenschaftlichen Interesses. Die Entstehung von Ordnungsvorstellungen, insbesondere von Präferenzen, wie auch von Wahrnehmungen bei den Akteuren sollte dabei durch die Forschung noch näher untersucht werden. Da die Information der Akteure über die Lage nicht objektiv gegeben ist,³⁴ sondern über die individuelle Wahrnehmung subjektiv gefärbt wird, kann sich der Ökonom als wirtschaftspolitischer Beobachter und Berater bei deren Erfassung nicht allein auf die Messung von Wirtschaftsdaten im engeren Sinne beschränken. Hier müssen zusätzliche Informationen über die individuell wahrgenommene Lage mit Hilfe von Methoden der empirischen Sozialforschung gewonnen werden. Darauf stellt sich die Frage, ob das, was aus Sicht eines anderen Akteurs oder eines Beobachters als verzerrte Wahrnehmung erscheint, auf einem unterschiedlichen Informationsstand beruht, der ausgeglichen werden kann, oder auf divergierende Ordnungsvorstellungen zurückzuführen ist. Aus diesem Grunde sollten auch die Ordnungsvorstellungen der Akteure und ihr allfälliger Wandel zum Gegenstand regelmäßiger Erhebungen gemacht werden. Dabei wird der Ökonom nicht bloß die ihm ohnehin bekannten Varianten mikro- und makroökonomischer Ansätze vorfinden, sondern auch Auffassungen, die in einem mehr oder weniger klaren Gegensatz zu ökonomischen Effizienzüberlegungen stehen. So zeigt es sich im Rahmen der wirtschaftspolitischen Diskussion und von Befragungen immer wieder, daß selbst in als marktwirtschaftlich bezeichneten Systemen breite Kreise der Bevölkerung den Preismechanismus zur Allokation knapper Ressourcen für gewisse Zwecke ablehnen und stattdessen für eine administrative Zuteilung oder das Prinzip des ‚first come, first served‘ optieren.³⁵ Meist wird dabei mit Begriffen wie Gerechtigkeit oder Fairness argumentiert, was darauf schließen läßt, daß die weitgehende Trennung von allokativen und distributiven Entscheiden, wie sie die Ökonomie kennt, von Laien in der Regel nicht nachvollzogen werden kann. Unter den Akteuren existieren zudem jederzeit Prädispositionen bezüglich

³⁴ Nelson & Winter ((1981), 378) bemerken diesbezüglich: „Beliefs about the nature of the problem play an important role at several stages (of the political process, d. Verf.).“

³⁵ vgl. Frey & Gygi (1988), 519 ff.

der Wahl wirtschaftspolitischer Instrumente, die vage ideologisch begründet sein mögen oder darauf zurückzuführen sind, daß man mit gewissen Instrumenten schon Erfahrungen gewonnen hat, mit anderen nicht. Dies führt dazu, daß in verschiedenen Ländern gleichartige Probleme unterschiedlich gelöst werden.

Der Ökonom als wirtschaftspolitischer Berater kann sich in der Folge nicht damit begnügen, den Akteuren aus einem normativen Ansatz heraus first best Lösungen vorzuschlagen. Vielmehr muß er nach bestmöglichen realisierbaren Lösungen suchen und diese möglichst so präsentieren, daß sie auch mit der Realitätssicht und den Ordnungsvorstellungen des oder der Adressaten verträglich erscheinen und allfälligen Vorurteilen Rechnung tragen. Die bestmögliche Anpassung des wirtschaftspolitischen Beraters an die Terminologie der Akteure bildet daher eine unabdingbare Voraussetzung für dessen Erfolg.

12. Sinnggebungsprozesse

In einem gewissen Gegensatz zur traditionellen Nationalökonomie, aber in Übereinstimmung mit sozialpsychologischen Auffassungen gehen wir davon aus, daß es den Akteuren oft schwerfällt, sich in ihrer komplexen Umwelt zu orientieren und sinnvolle Verhaltensmöglichkeiten zu finden.³⁶ Insbesondere können individuelle Handlungssituationen sowohl bei Konsumenten und Unternehmern als auch ganz besonders in der Wirtschaftspolitik auftreten, die durch Einmaligkeit oder Neuartigkeit gekennzeichnet sind. Oftmals sind dabei den Akteuren weder die objektive Ausdehnung von Möglichkeits- und Ergebnisräumen noch die entsprechenden Eintrittswahrscheinlichkeiten bekannt. In solchen Fällen echter Unsicherheit sind kollektive Prozesse der Sinnggebung besonders wichtig. Sie können den Wirtschaftssubjekten dabei helfen, zu einer eindeutigen Lagebeurteilung zu gelangen und Vertrauen in die Problemlösungsfähigkeit der wirtschaftspolitischen Entscheidungsträger zu entwickeln.

Der wirtschaftspolitische Prozeß ist somit nicht nur eine marktähnliche Institution, auf der Maßnahmen gegen Stimmen getauscht werden. Vielmehr gehen solchen politischen Tauschgeschäften Meinungsbildungs- und Sinnggebungsprozesse voraus, die durch die Selektion sich gegenseitig konkurrenzierender Ordnungsvorstellungen und Sinnggebungsangebote geprägt werden. Selten setzt sich dabei ein einziges Sinnggebungsangebot vollständig durch. Häufig resultieren Kombinationen, die in sich oft nicht völlig konsistent sind. Außerdem muß die notwendige Zustimmung zu Maßnahmen im Rahmen des wirtschaftspolitischen Prozesses oftmals zu-

³⁶ vgl. *Meier & Mettler* (1988), 11 ff.

erst auf dem Verhandlungsweg mittels Austausch von Konzessionen zwischen den Interessenvertretern gefunden werden. Die oben beschriebenen Meinungsbildungs- und Verhandlungsprozesse, an denen Akteure mit unterschiedlicher Ressourcenausstattung und unterschiedlichem Informationsstand teilnehmen, die dann durch Argumentation und Tausch zu einer mehrheitsfähigen Sinnggebung mit entsprechenden Maßnahmen gelangen, sind unseres Erachtens für die Allokation knapper wirtschaftspolitischer Problemlösungskapazitäten von ausschlaggebender Bedeutung. Die Vertiefung diesbezüglicher Kenntnisse kann einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung der neuen politischen Ökonomie leisten. Dabei werden auch Aspekte Aufmerksamkeit verlangen, die dem Ökonomen bisher eher suspekt waren: Die Bedeutung verbaler Auseinandersetzungen, die Rolle von Symbolen und Ritualen und der Umstand, daß auch wirtschaftspolitische Prozesse, die nicht zu Maßnahmen mit unmittelbaren realen Effekten führen, durchaus eine wichtige Funktion erfüllen können. Zumindest werden in solchen Fällen die vorhandenen Ordnungsvorstellungen präsentiert und auf das aktuelle Problem angewandt. Diese Form der ‚Problemlösung‘ kann somit als eine Art Ersatzinvestition in die gemeinsame gesellschaftliche Handlungsgrundlage aufgefaßt werden.

13. Wirtschaftspolitische Maßnahmen und ihre Wirkungen

Der wirtschaftspolitische Prozeß ist ein gesellschaftliches Problemlösungsverfahren. In der Folge ergriffene wirtschaftspolitische Maßnahmen erfüllen somit die Funktion von Problemlösungsansätzen, welche die Diskrepanz zwischen wahrgenommener Lage und Ordnungsvorstellungen bei den Akteuren beseitigen sollen. Der Wirtschaftspolitik eröffnen sich daher zwei grundsätzlich gleichwertige Einflußmöglichkeiten: Einerseits können die Ordnungsvorstellungen der wahrgenommenen Lage und andererseits kann diese den Ordnungsvorstellungen angenähert werden.

Soll durch eine wirtschaftspolitische Maßnahme primär die wahrgenommene Lage verändert werden, so sprechen wir von realen Maßnahmen. *Reale Maßnahmen* nehmen meist unmittelbar auf Allokation, Verteilung und Entwicklung von Ressourcen Einfluß. Indirekt können sie sich jedoch auch auf die Ordnungsvorstellungen der Akteure auswirken. Demgegenüber zielen symbolische Maßnahmen primär auf eine Beeinflussung der Ordnungsvorstellungen ab. *Symbolische Maßnahmen* können sich in zweierlei Hinsicht auswirken: Zum einen kann durch eine veränderte Sinnggebung ein Problem umgedeutet und abgeschwächt werden. Zum anderen kann die Erwartungsbildung der Akteure dahingehend beeinflußt werden, daß sich das individuelle Entscheidverhalten ändert. Dadurch bewirken symbolische Maßnahmen indirekt auch eine Veränderung der wahrgenommenen Lage.

Bei den Wirkungen wirtschaftspolitischer Maßnahmen unterscheiden wir virtuelle und reale Effekte. *Virtuelle Effekte* liegen dann vor, wenn sich lediglich die öffentliche Wahrnehmung eines Problems oder die Ordnungsvorstellungen der Akteure geändert haben. Wurde durch wirtschaftspolitische Maßnahmen eine Lageveränderung induziert, so sprechen wir von *realen Effekten*. Wirtschaftspolitische Maßnahmen, seien sie nun im obigen Sinne als real oder symbolisch zu bezeichnen, haben oftmals sowohl virtuelle als auch reale Effekte.

Es ist zu vermuten, daß Regierung und Verwaltung vorzugsweise symbolische Maßnahmen ergreifen, weil deren Produktion einfacher und billiger ist als die Herbeiführung realer Maßnahmen. Wie die Mischung zwischen diesen beiden Typen von Maßnahmen ausfällt, hängt in erster Linie vom Druck ab, dem sich die Regierung ausgesetzt sieht. Dazu soll im Rahmen des nächsten Kapitels ein einfaches Modell des Regierungsverhaltens vorgestellt werden.

14. Regierungsverhalten

Im folgenden wird ein Modell des Regierungsverhaltens entwickelt, welches mit den Modellen der neuen politischen Ökonomie grundsätzlich kompatibel ist, jedoch einen allgemeineren Erklärungsansatz beinhaltet. Stimmenmaximierendes Verhalten der Regierung, wie es in vielen Modellen der neuen politischen Ökonomie unterstellt wird, bildet innerhalb dieses Modells einen Spezialfall. Abbildung 4 zeigt einige Grundmuster des Regierungsverhaltens, die sich aus dem vorgestellten Modell ableiten lassen.

Zielfunktion der Regierung: Die Regierung verfolgt Ziele, die sich nicht in allen Punkten mit denjenigen eines an der sozialen Wohlfahrt interessierten, wohlwollenden Diktators decken. Ihr Augenmerk gilt vorwiegend solchen Aspekten wie Macht, Prestige (eventuell auch Geld) und ideologischen Werten sowie Partikularinteressen. Hieraus ergeben sich für die Regierung eigentliche Zielbündel, deren Komplexität nurmehr durch „satisficing“ Verhalten zu bewältigen ist. Sofern nun eine Regierung als prioritäre Zielsetzung die Vermehrung ihres Prestige bei der inländischen Bevölkerung erstrebt, kommt sie dem Idealbild des Stimmenmaximierers aus der public choice Theorie relativ nahe, da in einem solchen Fall Zielfunktion und Legitimationsrestriktion einen hohen Kongruenzgrad aufweisen.

Legitimationsrestriktion: Der Handlungsspielraum einer Regierung wird durch die Notwendigkeit zur Schaffung und Erhaltung einer ausreichenden Legitimationsbasis für das Handeln eingeschränkt. Legitimation äußert sich durch Zustimmung derjenigen Bevölkerungskreise, auf deren Kooperation

Charakteristika der Handlungssituation	Zu erwartendes Regierungsverhalten
Zustimmungsüberschuß, keine Forderungen einflußreicher Akteure nach Änderungen in der Wirtschaftspolitik	Einsatz wirtschaftspolitischer Maßnahmen anhand bestehender Faustregeln (Homöostase); graduelle Versuche zur Durchsetzung eigener und ideologischer Ziele.
Zustimmungsüberschuß, Änderungsforderungen einzelner einflußreicher Akteure	Beibehalten der bestehenden wirtschaftspolitischen Regeln, aber stärkere Maßnahmendosierung; Einsatz symbolischer Mittel ³⁷ zur Stärkung des Vertrauens in die eigene Position
Zustimmungsdefizit, Änderungsforderungen Unzufriedener	Einsatz symbolischer Maßnahmen zur Verdeutlichung der eigenen Problemlösungsfähigkeiten, Übernahme einzelner Änderungsforderungen, aber Beibehaltung des grundlegenden Politikkonzeptes krisenmäßige Entwicklungen mit zunehmendem Zustimmungsdefizit, nachdrücklichen Änderungsforderungen, breiter Medienkampagne und pessimistischen Grundtönen; de iure oder de facto gestellte Vertrauensfrage
krisenmäßige Entwicklungen mit zunehmendem Zustimmungsdefizit, nachdrücklichen Änderungsforderungen, breiter Medienkampagne und pessimistischen Grundtönen; de iure oder de facto gestellte Vertrauensfrage	zunächst symbolische Maßnahmen zur Beruhigung nach innen und außen und Förderung des Vertrauens in die institutionelle Problemlösungskapazität; bei Anhalten der Krise Suche nach neuen wirtschaftspolitischen Handlungsregeln, die zu einer Neukombination bekannter Maßnahmen, seltener zu neuem Politikkonzept führt; Suche nach institutionell vorgesehenen Verfahrensregeln (z.B. Konsultationen, Kommission einsetzen usw.)

Abbildung 4: Grundmuster des Regierungsverhaltens, Quelle: Nach *Meier & Mettler* (1988), 34

³⁷ Unter symbolischen Mitteln verstehen wir den Einsatz von Symbolen und Ritualen, die der Effizienzsteigerung der politischen Kommunikation sowie der Übermittlung von Interpretationsanweisungen dienen.

sich das politische Herrschaftssystem stützt. Zustimmung entsteht dort, wo die individuellen Ordnungsvorstellungen mit getroffenen politischen Entscheidungen in einem hohen Maße übereinstimmen. Mit anderen Worten: Die von einer Regierung angebotenen Problemlösungen müssen durch das Individuum bezüglich Zielen, Mitteln und Verfahren als adäquat erachtet werden, damit dieses zustimmt. Die Wahrnehmung von Problemen durch Teile derjenigen Bevölkerungskreise, auf deren Zustimmung sich eine Regierung stützt, schafft einen politischen Handlungsbedarf. Die Regierung muß in einem solchen Falle Problemlösungen anbieten, die mit den Ordnungsvorstellungen der maßgeblichen Akteure harmonisieren, um sich die erforderliche Zustimmung, und damit eine ausreichende Legitimation, zu sichern. In elitären oder diktatorischen Systemen basiert die politische Machtentfaltung in der Regel auf der Unterstützung der Machthaber durch privilegierte Minderheiten. Die für eine ausreichende Legitimationsbasis erforderliche Zustimmung ist somit relativ gering und schränkt den Handlungsspielraum der Machthaber vergleichsweise geringfügig ein. In demokratischen Systemen hingegen ist eine wesentlich breitere Zustimmung erforderlich. Der politische Prozeß läßt in der Folge der Pareto-Effizienz näherstehende Ergebnisse erwarten als in elitären oder diktatorischen Systemen. Der Handlungsspielraum einer demokratischen Regierung zur Verfolgung eigener Ziele ist daher auch wesentlich kleiner.

Budgetrestriktion: Die einer Regierung zur Verfügung stehenden Ressourcen sind knapp. Die Verwirklichung eigener Ziele durch die Regierung ist daher nur in dem Maße möglich, als die Ressourcen nicht für Maßnahmen zur Sicherung der erforderlichen Zustimmung eingesetzt werden müssen. Die Erreichung der erforderlichen Zustimmung unter minimalem Ressourceneinsatz maximiert somit unter einer gegebenen Budgetrestriktion den Handlungsspielraum der Regierung zur Verfolgung eigener Ziele. Die Bevorzugung ressourcensparender symbolischer Maßnahmen gegenüber realen Maßnahmen durch die Politik ist eine Folge dieser Wirkungsbeziehung.

Die Regierung erstrebt in der Regel weder eine Maximierung der Wohlfahrt noch eine maximale Zustimmungsrates, sondern die Verwirklichung eines Bündels eigener Zielsetzungen. Ihr Handlungsspielraum wird jedoch durch das Erfordernis einer ausreichenden Legitimation eingeschränkt. Diese kann sie sich durch ein Angebot symbolischer und realer Maßnahmen sichern, welches mit den Ordnungsvorstellungen der legitimationsrelevanten Akteure harmonisiert. Die beschränkte Verfügbarkeit von Ressourcen legt der Regierung dabei die Wahl einer kostenminimalen Maßnahmenkombination nahe, wenn sie über einen möglichst großen Handlungsspielraum zur Verfolgung eigener Ziele verfügen will. Zudem muß auch die Regierung oftmals unter Unsicherheit handeln. Persönliche Kosten und Nutzen des eigenen Verhaltens sind daher für Regierungsmitglieder ex ante meist nicht klar erkennbar, und auch ex post erfahren diese oft keine Sanktionen, die eindeutig an eine bestimmte Verhaltensweise anknüpfen

würden. Die Regierung hat sogar die Möglichkeit, Verantwortlichkeiten absichtlich zu verschleiern, sodaß sie je nach Ergebnis Kredit für erfolgreiches Handeln beanspruchen oder Schuld für Mißerfolge anderen Akteuren zuweisen kann.

15. Positive und normative Aspekte

Das von uns vorgestellte Modell zeigt den wirtschaftspolitischen Prozeß als mehrphasigen Problemlösungsprozeß. Jede Phase dieses Prozesses bildet zugleich einen selektiven Filter für ein vorliegendes Problem, der das Allokationsproblem der knappen Problemlösungskapazitäten jedes politischen Systems löst. Um Aussagen über die Ergebnisse von filterbedingten Selektionsprozessen zu gewinnen, wurden durch uns jedem Filter selektive Bestimmungsfaktoren zugeordnet. Somit ist es möglich, bei Vorliegen einer Problemsicht bereits in einem frühen Stadium zu ermitteln, ob das zugrundeliegende Problem voraussichtlich den politischen Prozeß ganz durchlaufen und zu Maßnahmen führen oder ob es vorzeitig ausscheiden wird. Kennt man zudem die Ordnungsvorstellungen und deren Konstellationen bei den maßgebenden Akteuren sowie Problemlösungsmuster, denen das betrachtete politische System in der Vergangenheit gefolgt ist, so können auch Aussagen über den voraussichtlichen Pattern des Problemlösungsprozesses und den Bereich zu erwartender Problemlösungen gemacht werden.

Die Erhaltung und Verbesserung der langfristigen Problemlösungsfähigkeit des politischen Systems muß in einer evolvierenden Umwelt immer wieder zu einem Hauptziel reformatorischer Bemühungen gemacht werden. Die möglichst weitgehende Entlastung der verfügbaren politischen Problemlösungskapazitäten erscheint uns als eine unabdingbare Voraussetzung dazu. Eine solche kann erreicht werden, indem einerseits diskretionäre Spielräume für die Politik auf Verfassungsstufe eingeschränkt und andererseits selbsttätige Regulative geschaffen werden. Das Erste schließt die Ergreifung von Maßnahmen aus, was vor allem in jenen Politik-Bereichen sinnvoll ist, wo rent-seeking Aktivitäten um sich greifen könnten, währenddem das Letztere zwar Maßnahmen vorsieht, deren situationsabhängige Beschließung jedoch dem Bereich politischer Entscheidungen entzieht und stattdessen mit der Erfüllung eines objektiven Tatbestandes verknüpft. Selbsttätige Regulative ergeben sich beispielsweise in der Ordnungspolitik durch die Einführung von Haftungsregeln, welche idealerweise auf die Internalisierung externer Kosten abzielen und somit in der Regel auch eine Verhaltensänderung der potentiell Haftpflichtigen nach sich ziehen.

Wie bereits erwähnt wurde, kann ein übermäßiger Einsatz von Macht im politischen Prozeß zu Dysfunktionen führen, welche die Lern- und Anpas-

sungsfähigkeit des politischen Systems und damit auch die langfristige Systemeffizienz reduzieren. Machtbeschränkung und Machtkontrolle im politischen System in Gestalt einer Art politischer Wettbewerbsordnung sind daher auf lange Sicht von zentraler Bedeutung für die Erhaltung der Lebensfähigkeit von Gesellschaftssystemen.

16. Literatur

- Bachrach, Peter & Baratz, Morton S.*: Macht und Armut. Eine theoretisch-empirische Untersuchung, Frankfurt/M. 1977
- Boulding, Kenneth E.*: The Image. Knowledge in Life and Society, (Eighth printing) The University of Michigan Press 1971
- Dyllick, Thomas*: Management als Sinnvermittlung, in: *gdi-Impulse*, 1. Jg., 1-12
- Etzioni, Amitai*: Die aktive Gesellschaft: eine Theorie gesellschaftlicher und politischer Prozesse, Opladen 1975
- Frey, Bruno S.*: Ökonomie ist Sozialwissenschaft: die Anwendung der Ökonomie auf neue Gebiete, München 1990
- Frey, Bruno S. & Gygi, Beat*: Die Fairness von Preisen, in: *Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik*, Heft 4/1988, 519-541
- Hayek, Friedrich A. von*: Individualismus und wirtschaftliche Ordnung, Erlenbach-Zürich 1952.
- Meier, Alfred & Mettler, Daniel*: Wirtschaftspolitik. Kampf um Einfluß und Sinngebung, Bern und Stuttgart 1988
- : Einfluß und Macht in der Wirtschaftspolitik, in: *Schweiz. Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik*, Heft 1/1986, 37-59
- Meier, Alfred & Haudenschild, Christof*: Der Wirtschaftspolitische Problemlösungsprozeß, Chur und Zürich, 1991
- Nelson, Richard R. & Winter, Sidney S.*: An Evolutionary Theory of Economic Change, Cambridge (Massachusetts) and London (England) 1982
- Olson, Mancur*: The Logic of Collective Action, Cambridge (Mass.) 1971
- Popper, Karl R.*: Objektive Erkenntnis. Ein evolutionärer Entwurf, Hamburg 1973
- : Auf der Suche nach einer besseren Welt. Vorträge und Aufsätze aus dreißig Jahren, München und Zürich 1984
- Schmidchen, Gerhard*: Angst und Hoffnung, Beobachtungen zur Sozialpsychologie der Krise, in: Lobkowicz, N. (Hrsg.): Irrwege der Angst, Chancen der Vernunft, Mut zur offenen Gesellschaft, 27-46, Köln 1983
- Scholl, Wolfgang*: Evolutionary Rationality in Innovation Processes, Paper, prepared for the IAREP/SASE Conference: Interdisciplinary Approaches to the Study of Economic Problems, Stockholm, June 16-19, 1991 (unpublished)
- Simon, Herbert A.*: Models of Man, New York 1957
- Tollison, Robert D.*: Rent-Seeking: A Survey, in: *Kyklos*, Vol. 35, 1982, 575-602

Vierter Teil

Empirische Betrachtungen

X. Barone-konforme und barone-konverse Attributmuster deutscher Unternehmen

von *Frank Schohl*¹

Technische Hochschule Darmstadt

1. Die Barone-Kurve in der Literatur

Zu Beginn dieses Jahrhunderts veröffentlichte Enrico Barone seine „*Principi di economia politica*“.² Im ersten Teil des Buches beschäftigt sich Barone mit dem wirtschaftlichen Gleichgewicht, dessen Eigenschaften er unter verschiedenen Blickwinkeln beleuchtet. In dem hier thematisierten Kontext ist seine Analyse des Angebotes von Bedeutung. Barones Überlegung setzt an der Beobachtung an, daß es zu jedem Zeitpunkt Unternehmen gibt, die das gleiche Produkt herstellen, aber zu unterschiedlichen Kosten produzieren. Werden diese Unternehmen nach der Höhe ihrer Stückkosten aufsteigend sortiert und die bei einem gegebenen Preis dann realisierten Gewinne in ein Wert-Mengen-Diagramm eingetragen, so erhält man die später als „Barone-Diagramm“ bekannt gewordene Darstellung.

Abbildung 1 zeigt eine Reproduktion der Originale, anhand derer Barone die Dynamik des Angebots am Beispiel von drei Unternehmen erläuterte.³ Auf der Ordinate sind Geldwerte, auf der Abszisse Mengenwerte abgetragen. Die schraffierte Fläche im linken Teil von Abbildung 1 verdeutlicht die Differenzen zwischen dem Preis M und den Kosten der Unternehmen 1 bis 3, die auf der Abszisse nach der Höhe ihrer Kosten angeordnet sind. Unternehmen 3 hat in diesem Beispiel die niedrigsten Kosten und damit die höchsten Gewinne. Unternehmen 1 ist das Grenzunternehmen, dessen Erträge gerade noch die angefallenen Kosten decken.

Tritt ein neues Unternehmen 4 in den Markt ein, das zu den gleichen Kosten produziert wie Unternehmen 3, dann führt dessen zusätzlich ange-

¹ Ich danke Manfred Stadler, Ulrich Witt und zwei anonymen Gutachtern für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

² *Barone* (1908). Zitiert wird hier nach der deutschen Übersetzung *Barone* (1935).

³ *Barone* (1935), S. 20.

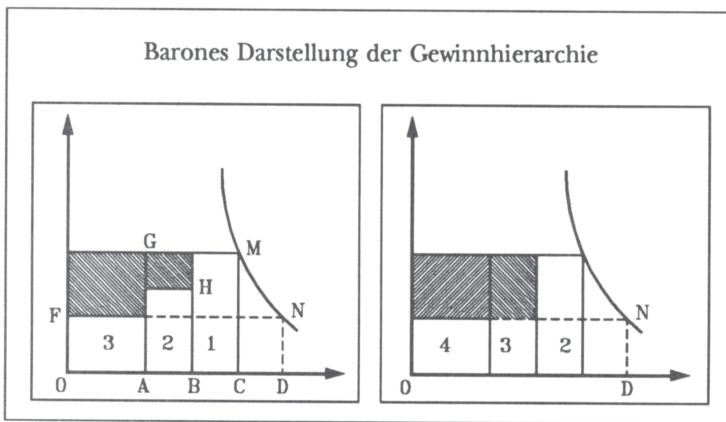


Abbildung 1

botene Menge zu einer Preissenkung. Grenzünternehmen 1 gerät in die Verlustzone und scheidet aus der Produktion aus. Durch die Preissenkung ist der Gewinn von Unternehmen 2 verschwunden, das nun zum Grenzünternehmen geworden ist. Dieser Effekt ist im rechten Teil von Abbildung 1 dargestellt. Der Punkt N bezeichnet dort die absolute Preisuntergrenze, den Gleichgewichtspreis, bei dem alle Gewinnunterschiede bis auf Null abgetragen sind. Barone wollte anhand dieses Mechanismus vor allem zeigen, daß Unternehmergewinne ein temporäres Phänomen sind und unter dem Druck des Wettbewerbes langfristig verschwinden müssen.

Etwa 50 Jahre später veröffentlichte Rüstow eine Analyse zu Problemen der Vollbeschäftigung.⁴ Rüstow fragt nach den Bedingungen, die erfüllt sein müssen, um den letzten Arbeitnehmer gerade noch beschäftigen zu können. Er sortiert dazu die Unternehmen nach ihrer Arbeitsproduktivität und stellt fest, daß der bei dieser Zielsetzung der Argumentation benötigte Grenz Arbeitsplatz nur dann existieren kann, wenn er gerade noch die „deckungsnotwendigen Stückkosten“ erzielt.⁵ Im weiteren Fortgang der Überlegungen führt Rüstow den „Differentialgewinn“ ein, der als Differenz von Erlösen und Kosten ermittelt wird. Bei gegebenem Preis folgt aus der Rangfolge der Arbeitsproduktivitäten dann notwendigerweise auch eine Rangfolge der Differentialgewinne. Der zur Erhaltung des Vollbeschäfti-

⁴ Rüstow (1951). Die folgenden Zitate stammen aus der modernisierten Fassung Rüstow (1984).

⁵ Rüstow (1984), S. 29.

gungszieles benötigte Grenz Arbeitsplatz steht mit einem Differentialgewinn von Null am unteren Ende dieser Hierarchie.⁶

Da diese Überlegung, von einem völlig anderen Ausgangspunkt kommend, ebenfalls zu einem Gewinngefälle zwischen Unternehmen führte, wurde später von Föhl vermutet, daß Rüstow ohne Kenntnis der Arbeiten Barones dessen Preis-Kosten-Diagramm neu entwickelt habe.⁷ Dies um so mehr, als Rüstows Diagramm auf den ersten Blick in der Tat den gleichen Mechanismus zu beschreiben scheint wie die Darstellung Barones. Die Diagramme stimmen indessen nicht exakt überein. Beide Autoren argumentieren zwar übereinstimmend mit den Stückkosten von Unternehmen, doch beziehen sich Barones Überlegungen nur auf *einen Markt* mit *einem* Produkt, das von mehreren Herstellern angeboten wird. Abweichend dazu trägt Rüstow auf der Abszisse nicht konkrete Produktmengen als physikalische Meßwerte, sondern die abstrakte Größe „erzeugte Produkteinheiten“ ein. Er löst damit das Aggregationsproblem, dem Barone in diesem Zusammenhang keine Beachtung schenkte.⁸ Es ist deshalb allein Rüstows Verfahren, das den makroökonomischen Gewinn und dessen Verteilung auf die Unternehmen korrekt abbilden kann.

Die zweite Weiterentwicklung des Barone-Diagramms wurde von Föhl vorgenommen. Er untersucht im Rahmen einer Studie über Ungleichheiten in der Vermögensverteilung die Frage, welche Bedingungen verteilungspolitische Maßnahmen erfüllen müssen, um beschäftigungsneutral zu sein. Föhl greift dazu auf Rüstows Argument von der Kostendeckung des Grenz Arbeitsplatzes zurück. Führen verteilungspolitische Maßnahmen zu einer gleichmäßigen Absenkung der Unternehmensgewinne, dann rücken die Grenz Arbeitsplätze notwendigerweise in die Verlustzone und werden abgebaut. Wegen dieses Zusammenhanges zwischen dem „strukturellen Gewinngefälle“ und dem Beschäftigungsgrad seien verteilungspolitische Ziele nur dann ohne Gefährdung des Vollbeschäftigungszieles zu erreichen, wenn sie zu einer Abflachung des Gewinngefälles führten.⁹

In diesem Kontext modifiziert Föhl das Barone-Diagramm, indem er auf der x-Achse die geleisteten Arbeitsstunden einträgt. Damit ist eine direkte Schnittstelle zwischen Gewinngefälle und Beschäftigung hergestellt.¹⁰ Die Höhe des Gewinngefälles hängt jedoch nicht allein von dem durch unter-

⁶ Rüstow (1984), S. 35. Zur Rolle der Arbeitsproduktivitäten in der Argumentation Rüstows siehe auch die sehr klare Darstellung in Schreiber (1983), S. 9 ff.

⁷ Föhl (1970), S. 22.

⁸ Zu den methodischen Details siehe ausführlich Rüstow (1984), S. 30 ff. oder kurz Föhl (1970), S. 22.

⁹ Föhl (1964), S. 15.

¹⁰ Föhl (1964), S. 10.

schiedliche Arbeitsproduktivitäten erzeugten Kostengefälle ab. Man müsse außer diesen „Kostendifferenzgewinnen“ auch die von kurzfristigen Preiseffekten auf den Märkten verursachten „Knappheitsgewinne“ berücksichtigen. In einer späteren Arbeit stellt Föhl zu diesem Problem ein „integriertes Diagramm“ vor, in dem sowohl die produktivitätsbedingten „Barone-Gewinne“ als auch die knappheitsbedingten „Adam-Smith-Gewinne“ enthalten sind. Mit dieser Erweiterung des Barone-Diagramms gelingt es ihm, die Rüstowsche Gleichgewichtsbedingung mit der Keynesschen Gleichgewichtsbedingung des Beschäftigungsgrades vergleichbar zu machen und die Unterschiede zwischen beiden herauszuarbeiten.¹¹

Die neueste Erweiterung des Barone-Diagramms wurde von Helmstädter vorgestellt. Er überträgt Barones Konzept über die Aufstellung einer gesamtwirtschaftlichen Angebotsfunktion auf die ganze Volkswirtschaft und entwickelt im Verlaufe seiner Überlegungen ein aus mehreren Gleichungen bestehendes Gleichgewichtsmodell, aus dem er schließlich das „gesamtwirtschaftliche Erlös-Kosten-Diagramm“ ableiten kann.¹² Zielsetzung der Modellkonstruktion ist es, in Analogie zu Barones originärem Diagramm die ganze Volkswirtschaft wie einen einzigen Markt behandeln zu können. Wichtigster Bestandteil der Argumentation ist der Zusammenhang von Gewinngefälle und Wettbewerb. Nach Helmstädters Überlegung führt die erfolgreiche Durchsetzung von Innovationen zur Realisierung von PioniergeWINNEN, die die Steilheit des Gewinngefälles erhöhen. Dies schafft Anreize für nachfolgende Wettbewerber, über Imitationen in die Pioniermärkte einzudringen. Da die damit einhergehenden Investitionen aber die Beschäftigung erhöhen, sieht Helmstädter einen direkten Zusammenhang zwischen der Steilheit des Gewinngefälles und der Höhe der Beschäftigung.

Dieser Gedanke ist gleichzeitig auch eine Weiterentwicklung des Rüstowschen Ansatzes, an dem Helmstädter kritisiert, daß er das Erlös-Kosten-Gefälle als konstant betrachte. Rüstows Vorstellung, bei gegebenem Gewinngefälle die Investitionen so über den Zins steuern zu können, daß Vollbeschäftigung erreicht werde, sei realitätsfern. Stabiles Wachstum müsse endogen erzeugt sein. Voraussetzung dafür sei eine ausreichende Steilheit des Gewinngefälles, die Innovationswettbewerb induziere und Vollbeschäftigung garantiere.¹³ Damit besteht das spezifisch Neue an Helmstädters Ansatz darin, über den Innovations-Diffusions-Mechanismus einen Zusammenhang zwischen Gewinngefälle, Wachstum und Beschäftigung hergestellt zu haben.

¹¹ Föhl (1970), S. 23 ff.

¹² Siehe Helmstädter (1986) sowie die Weiterentwicklung des Modells in Helmstädter (1990).

¹³ Helmstädter (1986), S. 76 - 78.

Die Geschichte des Barone-Diagramms stellt sich somit als ein mehrstufiger Entwicklungsprozeß dar, der, von der Analyse eines einfachen Ein-Produkt-Marktes ausgehend, zu einer immer komplexer werdenden Vorstellung des gesamtwirtschaftlichen Wachstumsverlaufes geführt hat. Am Beispiel der beschäftigungsneutralen Abflachung des Gewinngefälles bei Föhl und des Arbeitslosigkeit begründenden zu flachen Verlaufs bei Helmstädter wurde gezeigt, daß auf der Basis des Barone-Diagramms offenbar völlig unterschiedliche und zumindest auf den ersten Blick nicht ohne weiteres miteinander vereinbare Schlußfolgerungen gezogen werden können. Beide Aussagen können nur dann nebeneinander bestehen, wenn gleichzeitig mehrere starke Nebenbedingungen erfüllt sind. Daraus folgt, daß der auf Barones Konzeption des Differentialgewinns zurückgehende Kern der Argumentation für sich allein genommen nur über geringe Tragfähigkeit verfügen kann.

Der allen dargestellten Ansätzen gemeinsame Kern wird von der Annahme gebildet, daß es ein mit dem Gewinngefälle parallel verlaufendes Gefälle der Arbeitsproduktivitäten gebe. Diese Vorstellung wurde jedoch bereits von Kaldor kritisiert. Es gebe zwar empirische Befunde, die die Vermutung unterstützen, Renditenunterschiede seien in Produktivitätsunterschieden begründet, doch könnten diese allein die Renditenabstände zwischen verschiedenen Unternehmen nicht erklären. Dies sei insbesondere in den Fällen evident, in denen Unternehmen über die gleiche Technik und mithin über die gleiche Arbeitsproduktivität verfügten, es aber trotzdem noch große Renditenunterschiede gebe, die sich nicht allein mit Zufallsfaktoren erklären ließen, sondern die vielmehr auf langfristig wirksamen, systematischen Einflüssen beruhen müßten.¹⁴ Da das Problem offenbar darin besteht, daß die theoretisch plausiblen Überlegungen der Barone-Literatur mit der Realität nicht übereinstimmen, muß die Lösung an der Grundannahme ansetzen, daß es kohärente Verläufe der Produktivitäts- und Rentabilitätsgefälle gebe.

In diesem Kapitel soll der Zusammenhang zwischen beiden Gefällen empirisch überprüft werden. Die Untersuchung beginnt im Abschnitt 2 mit einer Analyse des Produktivitätsgefälles zwischen Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes. Anschließend wird in Abschnitt 3 der Frage nachgegangen, in welcher Weise die Gefälle von Rentabilität und Produktivität miteinander verknüpft sind. Diese Untersuchung wird zur Ablehnung der Kohärenzhypothese führen. Da dieses Ergebnis den Fortbestand barone-fundierter Argumentationsweisen gefährdet, wird in den Abschnitten 4 und 5 den Ursachen der Hypothesenablehnung genauer nachgegangen. Dort wird mit Hilfe eines subgruppenorientierten Ansatzes gezeigt, daß die Barone-Kurve eine Binnenstruktur besitzt, die bisher übersehen wurde. Außer-

¹⁴ Kaldor (1983), S. 5 ff.

dem wird die Existenz von Binnenprozessen nachgewiesen, die als Bewegungen von Unternehmen entlang der Barone-Kurve vorstellbar sind. Welche Konsequenzen sich aus diesen Beobachtungen für die Theoriebildung in der Evolutorischen Ökonomik ergeben können, wird im letzten Abschnitt diskutiert.

2. Die Entwicklung des Produktivitätsgefälles

Wie bei der Auswertung der Barone-Literatur im einzelnen erörtert wurde, war mit „Produktivität“ stets die „Arbeitsproduktivität“ gemeint. Dies ergibt sich aus der konzeptionellen Anlage der Argumentationen, die auf den Zusammenhang von Gewinngefälle und Vollbeschäftigung gerichtet waren. Die vorliegende Studie schließt sich dieser Argumentationsweise an und fokussiert das analytische Interesse auf die Arbeitsproduktivität. Sie steht im Mittelpunkt der Analyse. Dabei darf jedoch nicht übersehen werden, daß die Arbeitsproduktivität als partielle Kennzahl nur den Beitrag eines Produktionsfaktors erfassen kann. Um auch den zweiten Produktionsfaktor berücksichtigen zu können, wird als weitere Kennzahl auch die Kapitalproduktivität in die Untersuchung aufgenommen.

Der hier an sich naheliegende Gedanke, anstelle von partiellen Faktorproduktivitäten gleich die totale Faktorproduktivität zu analysieren, muß jedoch verworfen werden. Dieser Indikator kann nur dann den faktorübergreifenden technischen Fortschritt korrekt erfassen, wenn die Faktorpreise gleich den marginalen Faktorproduktivitäten sind.¹⁵ Diese Bedingung, die nur im Gleichgewicht erfüllt ist, darf in der Evolutorischen Ökonomik nicht vorausgesetzt werden. Kennzahlen, die die Existenz von Gleichgewichten implizieren, sind per definitionem nicht in der Lage, Entwicklungsprozesse abzubilden. Ihre Verwendung im Kontext einer evolutorischen Analyse würde zu nicht kontrollierbaren Verzerrungen des Untersuchungsobjektes führen. Die Totale Faktorproduktivität ist in ihrer derzeitigen formalen Konzeption zur Analyse von evolutionsökonomischen Fragestellungen nicht geeignet und kann deshalb in der vorliegenden Untersuchung nicht verwendet werden.

Als Datenmaterial dient eine Stichprobe von 283 Aktiengesellschaften des Verarbeitenden Gewerbes, deren Jahresabschlüsse von 1961 bis 1984 zur Verfügung stehen. Bei diesem Datenmaterial kommen als Outputindikator nur die Umsatzerlöse in Betracht. Die Menge an eingesetzter Ar-

¹⁵ Das als Totale Faktorproduktivität bezeichnete Residuum von Produktionsfunktionen drückt Effizienzänderungen nur unter strengen formalen Auflagen aus. Deshalb wird schon die Namensgebung als mißverständlich kritisiert. Siehe beispielsweise *Cornwall* (1987), S. 660 ff. oder *Klodt* (1984), S. 16 und S. 78f.

beit könnte an der Anzahl der Beschäftigten abgelesen werden, doch steht diese Angabe, die nach dem Aktiengesetz von 1965 nicht veröffentlichungspflichtig war, in vielen Fällen nicht zur Verfügung.¹⁶ Als Alternative dazu können die Pflichtangaben aus der Gewinn- und Verlustrechnung herangezogen werden, aus denen der Personalaufwand ermittelt werden kann als die Summe der Ausgaben für Löhne, Gehälter und Sozialabgaben. Die Menge des eingesetzten Kapitals wird bei Industriebetrieben sinnvollerweise anhand der Summe der Sachanlagen gemessen.¹⁷

Da beide Produktivitätskennzahlen aus Wertmaßen gebildet werden, gehen damit auch Preiseffekte in die Kennzahlen ein. Dies ist eine zwangsläufige Folge des Datenmaterials, das keine Mengenangaben enthält. Von diesem Problem sind Zähler und Nenner der Produktivitätsquotienten aber in gleichem Maße betroffen. Die von Inflationsprozessen bewirkten Verzerrungen der Indikatoren heben sich daher über die Kürzung der Preiskomponente gegenseitig zumindest teilweise wieder auf. Angesichts dieses Korrekturmechanismus erscheint die Verwendung der Umsatzproduktivitäten von Kapital und Arbeit als vertretbar.

Für die so gebildeten Produktivitätskennzahlen werden anschließend die jährlichen Abweichungen vom Mittelwert errechnet. Mit dieser Transformation werden die absoluten Werte der Produktivitäten in Produktivitätsdifferenziale umgewandelt. Das hat den Vorteil, daß dabei die bei einem Zeitraum der hier untersuchten Länge unvermeidbaren Trendeffekte eliminiert werden. Damit wird der intertemporale Vergleich auf die relativen Unterschiede zwischen den Unternehmen fokussiert, denn nur diese – und nicht die Niveaus – bestimmen die Steilheit von Gefällekurven.

Werden die Unternehmen nach der Höhe ihrer Produktivitätsdifferenziale in eine Rangfolge gebracht, so erhält man für jedes Jahr die Kurve des Produktivitätsgefälles. Abbildung 2 zeigt am Beispiel des Faktors Arbeit die Kurvenschar der Produktivitätsgefälle für alle Jahre des untersuchten Zeitraumes. Die 24 Kurven lagen sehr nahe beieinander und waren so stark ineinander verwoben, daß die Verläufe einzelner Jahre mit bloßem Auge nicht erkennbar waren. Deshalb wurde der Bereich, in dem alle Kurven anzutreffen waren, als schraffierte Zone dargestellt. Auch die Ränder des schraffierten Bereiches stellen nicht die Verläufe einzelner Jahre dar. Sie entstanden vielmehr durch die Verbindung der auf jeder Rangposition fest-

¹⁶ Die erweiterte Berichtspflicht des Bilanzrichtliniengesetzes von 1986 gilt erst für die Jahresabschlüsse ab dem Geschäftsjahr 1987 und ist für den Zeitraum dieser Untersuchung nicht relevant.

¹⁷ Zur Bildung von Produktivitätskennzahlen aus Jahresabschlußdaten siehe die betriebswirtschaftliche Lehrbuchliteratur zur Bilanzanalyse, beispielsweise Hofmann (1977).

gestellten Maximal- und Minimalwerte, die jeweils von Kurven verschiedener Jahre stammten.

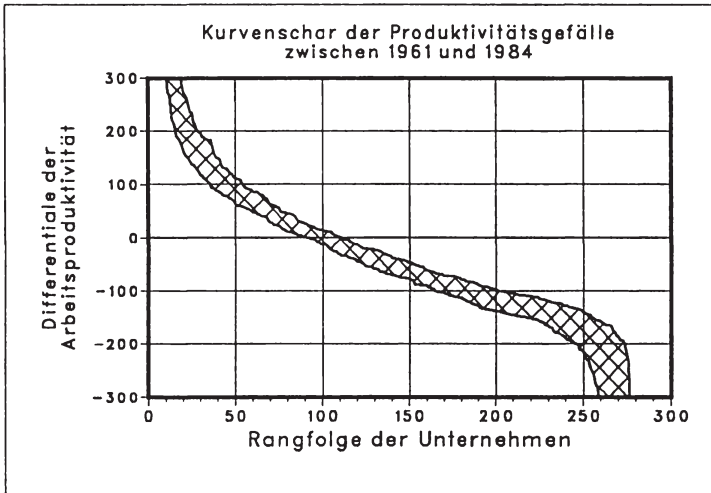


Abbildung 2

Die Darstellung der Kurvenschar der Produktivitätsgefälle als schmales Band erinnert stark an die Gefälle der Gesamtkapitalrenditen in einer früheren Arbeit, deren starke Vermaschung ebenfalls dazu führte, daß die Verläufe einzelner Jahre nicht voneinander unterscheidbar waren.¹⁸ Im Vergleich zur Kurvenschar der Differentialrenditen verläuft die Kurvenschar der Produktivitätsgefälle jedoch deutlich steiler und deckt einen größeren Wertebereich ab.

Aus der Tatsache, daß langfristige Entwicklungen des Produktivitätsgefälles anhand des Kurvenbildes nicht erkennbar sind, darf jedoch nicht geschlossen werden, daß die Produktivitätsunterschiede zwischen den Unternehmen langfristig stabil sind. Eine zuverlässige Aussage dieser Art kann nur auf der Grundlage einer formalen Analyse gemacht werden. Als Kennzahl bietet sich die Standardabweichung an, die als Maß für die Streuung auf den Abständen der Einzelwerte vom Durchschnittswert beruht. Da diese Abstände den Verlauf der Gefällekurven bestimmen, beschreibt dieser Indikator genau das, was hier interessiert. Zur Untersuchung der langfristigen Entwicklung der Produktivitätsdifferenziale wurde deshalb die Trendfunktion der Standardabweichung ermittelt. Der für die Beurteilung der

¹⁸ Schohl/Ipsen (1990), S. 10.

Trendrichtung entscheidende Parameter ist der Korrelationskoeffizient R der Standardabweichung mit der Zeit und dessen Signifikanzniveau α .¹⁹

Ergebnis der Auswertungen war, daß die Streuung der Produktivitätsdifferentialen des Faktors Arbeit mit $R = 0,63$ und $\alpha = 0,001$ stark positiv und hochsignifikant mit der Zeit korreliert. Das bedeutet, daß die Produktivitätsunterschiede zwischen den Unternehmen langfristig deutlich zugenommen haben. Verglichen mit den entsprechenden Werten für die Differentialrenditen von $R = 0,42$ und $\alpha = 0,022$ ²⁰ bedeutet dies, daß die Trendsteigungen beider Kennzahlen in die gleiche Richtung weisen, eine Tatsache, die nach den Eingangsüberlegungen auch zu erwarten war.

Dabei darf jedoch nicht übersehen werden, daß trotz der im Prinzip ähnlichen Tendenz beider Gefälle hin zu größerer Steilheit auch Unterschiede bestehen. Zum einen nimmt das Distanzwachstum der Produktivitätsdifferentialen deutlich stärker und signifikanter zu als das der Differentialrenditen. Zum anderen bestehen auch Unterschiede hinsichtlich des konjunkturellen Musters. Anders als die Gesamtkapitalrenditen, die antizyklisch variieren und ihre Streuungsspitzen in den Rezessionen haben,²¹ folgen die Produktivitäten keinem erkennbaren konjunkturellen Streuungsmuster. Das ist bei einem Indikator, der die Effizienz von Produktionsprozessen beschreiben soll, auch nicht zu erwarten.

Die Analyse des Arbeitsproduktivitätsgefälles führt damit zu dem Eindruck, daß es sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede zum Renditegefälle gibt. Gemeinsamkeiten bestehen hinsichtlich des optischen Musters der Gefällekurven und der Richtungen der Streuungstrends, Unterschiede hinsichtlich der Stärke des Distanzwachstums und des Konjunkturverlaufs.

In entsprechender Weise wurden anschließend auch die Kapitalproduktivitäten untersucht. Die Ergebnisse bestätigten in ihrer qualitativen Aussage die bisher für die Arbeitsproduktivitäten dargestellten Werte. Deshalb soll auf die Dokumentation numerischer Details verzichtet werden. Das gilt auch für die im Verlaufe der weiteren Argumentation noch erforderlich werdenden Untersuchungsschritte. Sie wurden ebenfalls für beide Faktorproduktivitäten vorgenommen und führten zu qualitativ übereinstimmenden Resultaten. Da die Ergebnisse der Analyse wie auch die darauf basierten Schlußfolgerungen gegen Indikatorvariationen stabil sind, genügt es, am Beispiel einer Produktivitätskennzahl den Ablauf der Untersuchung zu dokumentieren. Dem thematischen Interesse der zitierten Literatur Rechnung tragend, wird dafür die Arbeitsproduktivität gewählt.

¹⁹ Die anderen Kennwerte der Regressionsanalyse waren unkritisch und werden deshalb nicht dokumentiert.

²⁰ *Schohl/Ipsen* (1990), S. 11.

²¹ Vergleiche dazu die Abbildung 5 in *Schohl/Ipsen* (1990).

3. Der Zusammenhang von Renditegefälle und Produktivitätsgefälle

Die Ergebnisse des vorausgegangenen Abschnittes sollten einen ersten Einblick in die langfristige Entwicklung des Produktivitätsgefälles geben. Die dort anhand von Kurvenbildern, Zyklenmustern und Trendrichtungen vorgenommenen Vergleiche zum Renditegefälle ergaben kein einheitliches Bild und sprachen weder eindeutig für noch eindeutig gegen die Vermutung eines kohärenten Zusammenhanges von Produktivität und Rentabilität. Es bedarf daher einer vertieften Analyse unter Anwendung eines geeigneten Verfahrens der schließenden Statistik. Dabei sind die spezifischen Besonderheiten der Renditeverteilung zu beachten, die hier nicht allein nur formale, sondern auch inhaltliche Konsequenzen für die Art der Fragestellung haben.

An dieser Stelle ist der Rückgriff auf eigene Vorarbeiten erforderlich. Im Rahmen der bereits zitierten Untersuchung zur langfristigen Entwicklung des Gefälles der Gesamtkapitalrenditen konnte auch gezeigt werden, daß der Trendanstieg der Renditenunterschiede auf einen Polarisierungsprozeß zurückgeht. Dieser Prozeß entsteht durch die divergente Bewegung von Unternehmensgruppen mit hohen, mittleren und niedrigen Differentialrenditen, die sich langfristig voneinander entfernen.²² Die Subgruppenstruktur von Renditeverteilungen ist eine eminent wichtige Eigenschaft dieser Variablen. Sie ist bereits seit über 40 Jahren bekannt und wird vor allem in der amerikanischen Industrieökonomik bis heute intensiv behandelt.²³ Diese Subgruppenstruktur kann allerdings bei der Analyse von Gefällekurven regelmäßig nicht wahrgenommen werden, da diese auf der Abszisse mit der Rangfolge der Renditen als ordinal skalierten Variablen nur äquidistante Schrittweiten zuläßt. Damit werden Distanzunterschiede eliminiert, eine in diesem Zusammenhang nicht ganz unbedenkliche Eigenschaft dieses analytischen Instrumentes, die nicht übersehen werden darf.

Wenn es einen Zusammenhang zwischen Renditenunterschieden und Produktivitätsunterschieden gibt, dann müßte sich zeigen lassen, daß sich die Unternehmensgruppen mit hohen, mittleren und niedrigen Differentialrenditen in entsprechender Weise auch in ihren Produktivitätsdifferentialen unterscheiden. Das bedeutet, daß die hochrentablen Unternehmen überdurchschnittliche Produktivitäten, die durchschnittlich rentablen durchschnittliche und die unterdurchschnittlich rentablen Unterneh-

²² Siehe dazu kurz *Schohl/Ipsen* (1990), S. 12 ff. oder ausführlich *Schohl* (1992), Kapitel 4.

²³ Siehe dazu verschiedene Überblicksartikel in *Schmalensee/Willig* (Hrsg.) (1989), als neueste empirische Analyse *Mueller* (Hrsg.) (1990) oder die Literaturübersicht in *Schohl* (1992), der auch die deutsche Literatur vorstellt.

men unterdurchschnittliche Produktivitäten aufweisen müßten. Mit anderen Worten: Wenn der Zusammenhang in der nach der Kohärenzhypothese zu erwartenden Weise besteht, dann müßte sich die Subgruppenstruktur der Differentialrenditen in ähnlicher Form auch in den Produktivitätsdifferentialen nachweisen lassen.

Jahr	H	α	Jahr	H	α
1961	3,00	0,223	1973	6,32	0,042
1962	5,05	0,080	1974	7,60	0,022
1963	2,21	0,332	1975	6,85	0,033
1964	5,47	0,065	1976	6,53	0,038
1965	7,87	0,020	1977	4,72	0,094
1966	8,28	0,016	1978	5,39	0,068
1967	5,63	0,060	1979	9,31	0,010
1968	5,68	0,058	1980	3,96	0,138
1969	10,83	0,004	1981	3,63	0,163
1970	14,01	0,001	1982	2,02	0,365
1971	6,48	0,039	1983	5,40	0,067
1972	4,55	0,103	1984	14,59	0,000

Tabelle 1: Ergebnisse der Kruskal-Wallis-Tests

Für Fragestellungen dieser Art wurden die Verfahren der Varianzanalyse entwickelt. Sie ermöglichen die Identifikation von Unterschieden zwischen vorgegebenen Gruppen anhand einer simultanen Auswertung von Mittelwerts- und Streuungsdifferenzen. Das bekannteste Verfahren ist der F-Test, der hier jedoch wegen schwerwiegender Verletzungen seiner formalen Voraussetzungen nicht anwendbar war.²⁴ Statt dessen wurde der Kruskal-Wallis-Test gewählt, der das nichtparametrische Analogon zum F-Test darstellt und mit weit weniger strengen Anwendungsvoraussetzungen auskommt. Ergebnis des Kruskal-Wallis-Tests ist die χ^2 -verteilte Prüfgröße H und deren Signifikanzniveau α , anhand dessen über die Annahme oder Ablehnung der Alternativhypothese entschieden wird. Der Grenzwert für das Signifikanzniveau wurde auf den literaturüblichen Wert von 5% festgelegt. Demnach sind die Subgruppen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% verschieden, wenn $\alpha \leq 0,05$ ist.

Aus den Kennzahlen der Tabelle 1 geht hervor, daß der Kruskal-Wallis-Test in 13 von 24 Jahren nicht signifikant war. Das bedeutet, daß in etwas

²⁴ Wichtige Funktionsbedingungen für den F-Test sind das Vorhandensein der Normalverteilung und die Homogenität der Varianzen, die mit Kolmogorov-Smirnov-Tests und Bartlett-Box-Tests überprüft und zweifelsfrei abgelehnt wurden.

mehr als der Hälfte der untersuchten Jahre *keine* Produktivitätsunterschiede zwischen den Renditesubgruppen bestanden. In diesen Fällen waren die Unternehmen mit Spitzenrenditen nicht produktiver als Unternehmen mit durchschnittlichen oder unterdurchschnittlichen Rentabilitäten. Das bedeutet umgekehrt auch, daß Unternehmen, die nur unterdurchschnittlich produktiv waren, trotzdem überdurchschnittliche Renditen erzielten. Von gleichsinnigen Verläufen der Renditen- und Produktivitätsgefälle kann offensichtlich keine Rede sein.

Das gilt allerdings nur für die 13 Jahre mit nicht signifikanten Prüfgrößen. In den verbleibenden 11 Jahren führten dagegen signifikante Testergebnisse zur Annahme der Kohärenzhypothese. Ein zeitliches Muster scheint nicht vorzuliegen. Signifikante und nicht signifikante Werte folgen einander auf der Zeitachse ohne erkennbare konjunkturelle oder überzyklische Systematik. Damit führt diese Auswertung zu dem Ergebnis, daß der Zusammenhang zwischen Differentialrenditen und Produktivitätsdifferenzialen deutlich schwächer ist, als nach den Eingangsüberlegungen zu erwarten war. Er liegt in einigen Fällen vor, in anderen nicht und ist in zeitlicher Hinsicht nicht stabil.

Eine Ursache für die im Zeitablauf irreguläre Abfolge signifikanter und nicht signifikanter Testergebnisse könnte darin bestehen, daß die Häufigkeitsverteilungen der untersuchten Kennzahlen möglicherweise in einem Grenzbereich liegen, in dem bereits geringe, eher zufällige Variationen zum Umkippen der Prüfgröße führen könnten. Um dieser Vermutung nachzugehen, wurden die positiven Testergebnisse genauer untersucht. In diesem Zusammenhang interessierte insbesondere, welche der drei Renditegruppen sich von welcher anderen Gruppe signifikant unterschieden. Diese Frage kann der Kruskal-Wallis-Test jedoch nicht beantworten, da dessen Ergebnis auf einer summarischen Auswertung der Prüfgrößen basiert und keine Angaben über die Einzelunterschiede zwischen den Subgruppen enthält. Zu diesem Zweck wurde anschließend der Nemeny-Test berechnet, der die Globalaussage des Kruskal-Wallis-Tests in ihre subgruppenspezifischen Komponenten auflösen kann.²⁵

Das Ergebnis war, daß in nahezu allen Fällen, in denen der Kruskal-Wallis-Test signifikante Werte aufwies, Produktivitätsunterschiede nur zwischen den Renditesubgruppen am oberen und unteren Rand der Werteverteilung nachweisbar waren. Das bedeutet, daß in diesen Fällen die Unternehmensgruppen mit überdurchschnittlichen Renditen höhere Produktivitäten aufwiesen als die Unternehmensgruppen mit unterdurchschnittlichen Rentabilitäten. Dies entspricht auch den Erwartungen. Überraschend ist jedoch die geringe Trennschärfe der Produktivitätskennzahl bei der Unterscheidung von direkt benachbarten Renditegruppen. So waren die Un-

²⁵ Zur Methode siehe *Bauer* (1986), S. 86 ff.

ternehmen mit Spitzenrenditen nur in einem Jahr, 1984, produktiver als die Unternehmen mit Durchschnittsrenditen. Ebenfalls nur in einem Jahr, 1979, war die Gruppe der durchschnittlich rentablen Unternehmen produktiver als die Schlußgruppe mit unterdurchschnittlichen Rentabilitäten. In allen anderen Fällen bestanden Produktivitätsunterschiede nur zwischen den Unternehmensgruppen mit größtmöglichem Renditeabstand.

Die Tatsache, daß von maximal drei möglichen Subgruppenpaarungen fast immer nur eine signifikant war, bestätigt die Vermutung, daß die positiven Ergebnisse des Kruskal-Wallis-Tests in der Nähe der Ablehnungsgrenze liegen.²⁶ Anschaulich zusammengefaßt, bedeuten die Ergebnisse der Analyse, daß die Gefällekurven von Differentialrenditen und Produktivitätsdifferentials in der Mehrzahl eindeutig nicht kohärent verlaufen. Sie verlaufen in einigen wenigen Fällen bestenfalls stückweise parallel.²⁷

4. Die Binnenstruktur von Barone-Kurven

Das praktisch völlige Versagen der Produktivitätskennzahlen bei der Erklärung der Renditenunterschiede könnte sofort zu der Schlußfolgerung führen, daß die den Barone-Kurven zugrunde liegende Hypothese eines mit dem Renditegefälle gleichlaufenden Produktivitätsgefälles nicht realitätsgerecht sei. Dies hätte zur Konsequenz, daß die Renditegefälle dann völlig

²⁶ Diese Aussage ließe sich auch anhand der kritischen Differenzen in der Distanzenmatrix des Nemeny-Tests formal präzisieren. Auf die aufwendige Darstellung methodischer Details wird hier zugunsten der inhaltlichen Aussagen verzichtet.

²⁷ Ein möglicher Einwand gegen die bisherige Vorgehensweise könnte darin bestehen, daß die Produktivität von der Produktionstechnik und damit von der Kapitalintensität bestimmt werde, die sich zwischen den Branchen erheblich unterscheide und deshalb eine sektorspezifische Analyse erforderlich mache. Die Aufstellung von Gefällekurven für das Verarbeitende Gewerbe als ganzes, wie hier geschehen, würde demnach zu einer unzulässigen Vermischung von völlig unterschiedlichen Fällen führen mit der dann nicht überraschenden Konsequenz, daß es einen allen Branchen übergreifenden Zusammenhang nicht geben könne. Wie eine ausführliche Analyse ergab, ist diese Sorge jedoch nicht begründet. Aus einer früheren Untersuchung zur Branchenstreuung von Unternehmensrenditen ist bereits bekannt, daß diese Variable keine feststellbare Branchenstruktur besitzt (Siehe dazu ausführlich *Schohl* (1991)). Ursache dafür ist die hohe Streuung der Einzelwerte, die zu einer nahezu vollständigen Durchmischung der branchenspezifischen Häufigkeitsverteilungen führt. Das gilt in entsprechender Weise auch für die Produktivitätsdifferentials, deren große Streubreite ebenfalls eine Auflösung der Branchengrenzen bewirkt. In anderen Worten formuliert, bedeutet dies, daß der Wirtschaftszweig als diskriminierende Variable zur Unterscheidung von Gefällekurven nicht signifikant ist. Die hier wie auch in der zitierten Barone-Literatur praktizierte Vorgehensweise einer sektorenübergreifenden Analyse des Gewinngefälles findet damit eine empirische Unterstützung.

anders interpretiert werden müßten. Ob diese für die Theoriebildung folgenreiche Schlußfolgerung auch tatsächlich gezogen werden kann, soll in diesem Abschnitt untersucht werden.

Ausgangspunkt der Überlegungen ist die Tatsache, daß die Verfahren der schließenden Statistik lediglich eine Aussage darüber liefern, ob sich die *Mehrzahl* der untersuchten Fälle hypothesen-konform verhält oder nicht. Wenn die Anwendung eines Testverfahrens zur Ablehnung der Hypothese führt, dann bedeutet das nicht unbedingt, daß *alle* untersuchten Merkmals-träger hypothesen-konträre Charakteristika besitzen. Da die Hypothese hier in der Frage bestand, ob sich die Subgruppenstruktur der Differentialrenditen auch in den Produktivitätsdifferentialen wiederfinden läßt, ist es nahe-liegend, nun auch die Produktivitäten in Gruppen mit überdurchschnittli-chen, durchschnittlichen und unterdurchschnittlichen Werten zusammen-zufassen. Kreuztabulieren von Renditen und Produktivitäten führt dann zu einer Attributmatrix, die alle denkbaren Subgruppen-Paarungen enthält.

Differentialre der Arbeitsproduktivität	Differentialrendite			
	Spitzen- gruppe	Mittel- gruppe	Schluß- gruppe	Summe
Spitzengruppe	43 46%	20 21%	31 33%	94 100%
Mittelgruppe	34 36%	31 33%	29 31%	94 100%
Schlußgruppe	16 19%	35 41%	34 40%	85 100%
Summe	93 100%	86 100%	94 100%	273

Anzahl fehlender Werte: 10

Tabelle 2: Differentialrenditen und Produktivitätsdifferentialre für 1984

In Tabelle 2 ist als Beispiel die Attributmatrix für 1984 angegeben. Man erkennt dort sofort die hypothesen-konformen Unternehmen, die sich bei dieser Art der Darstellung zwangsläufig auf der Hauptdiagonalen befinden müssen. Danach gab es 1984 43 Unternehmen, die gleichzeitig über Spitzenrenditen und Spitzenproduktivitäten verfügten. Im Bereich der Mittelwerte lagen 31 Unternehmen, während 34 Unternehmen im Bereich negativer Differenziale platziert waren. Faßt man diese Attributzellen zu einem Sektor zusammen, dann erhält man 108 Unternehmen, deren Attributvektoren kohärent verlaufen. Diese Unternehmen erfüllen offenbar die

Voraussetzungen der Barone-Kurve über ein gleichsinniges Verhalten von Rentabilität und Produktivität. Man könnte diese Unternehmen deshalb auch als *Barone-Unternehmen*, das entsprechende Segment der Attributmatrix als *Barone-Sektor* bezeichnen. In dieser Nomenklatur würden dann die Unternehmen in den oberen und unteren Dreiecksmatrizen über *barone-konverse* Attributmuster verfügen. Bei Plazierungen auf der Nebendiagonalen müßte man sogar von *barone-inversen* Attributmustern sprechen.

Differenziale der Arbeitsproduktivität	Differentialrendite			
	Spitzen- gruppe	Mittel- gruppe	Schluß- gruppe	Summe
Spitzengruppe	947 42%	699 31%	610 27%	2256 100%
Mittelgruppe	688 30%	784 35%	784 35%	2256 100%
Schlußgruppe	611 28%	738 33%	863 39%	2212 100%
Summe	2246 100%	2221 100%	2257 100%	6724

Anzahl fehlender Werte: 68

Tabelle 3: Differentialrenditen und Produktivitätsdifferenziale für alle 24 Jahre

Wie die Analyse der jährlich erstellten Attributmatrizen ergab, lagen in allen Jahren ähnliche Verhältnisse vor. Deshalb konnten die Einzelmatrizen zu einer Summenmatrix aufaddiert werden. Wie die zusammengefaßte Attributmatrix in Tabelle 3 zeigt, traten im Verlaufe des Untersuchungszeitraumes $947 + 784 + 863 = 2594$ Situationen mit barone-konformen Charakteristiken auf. Mit knapp 40% aller Fälle entspricht dieses aggregierte Resultat den in den einzelnen Jahren beobachteten Häufigkeiten.

Interessant ist, daß die Fallzahlen in den Barone-Zellen regelmäßig größer waren als die Werte in den Nachbarzellen. Sie enthielten in allen Einzeljahren die oft mit deutlichem Abstand größten Häufigkeiten. Dies geht für die aggregierten Werte auch aus der Summenmatrix hervor. Offenbar bilden die Unternehmen mit barone-konformen Attributmustern eine große und sicher identifizierbare Subgruppe innerhalb der Stichprobenverteilung. Ihr Anteil an den untersuchten Unternehmen liegt aber unter 50% und ist damit zu klein, um die Prüfgrößen der Testverfahren zu bestimmen.

Die geringe Trennschärfe der Produktivitätskennzahlen bei den rangvarianzanalytischen Subgruppentests findet so ihre Erklärung.

5. Binnenprozesse auf Barone-Kurven

Ergebnis des vorherigen Abschnittes war, daß nur ein Teil der Unternehmen mit barone-konformen Attributvektoren ausgestattet ist, während der größere Teil der Stichprobe andere Merkmalsmuster aufweist. Damit wird zwar eine wichtige statische Aussage über die Binnenstruktur von Barone-Kurven gemacht, der Zeitaspekt jedoch noch völlig ignoriert. Dies ist eine Folge des bisherigen Auswertungsverfahrens, dessen Zielsetzung zunächst darin bestand, die Häufigkeiten von barone-konformen und barone-konversen Attributvektoren durch zellenweises Aufsummieren der jährlichen Attributmatrizen zur Summenmatrix zu ermitteln. Wanderungsbewegungen zwischen verschiedenen Matrixzellen spielten dabei noch keine Rolle. Gerade diese Wanderungsbewegungen sind aber für die Evolutorische Ökonomik von besonderem Interesse, da Wechsel von Attributmustern Übergänge zwischen verschiedenen Entwicklungsphasen von Unternehmen anzeigen können.

Theoretisch sind Positionswechsel zwar zwischen beliebigen Zellen der Attributmatrizen möglich, doch sind hier aus inhaltlichen Gründen vor allem solche Musterwechsel interessant, die den Barone-Sektor betreffen. Dabei ist zwischen *sektor-stabilen* und *sektor-instabilen* Migrationsprozessen zu unterscheiden. Eine für Fragestellungen dieser Art geeignete Methode ist die Übergangsmatrix, die in übersichtlicher Form alle Zustandswechsel zwischen den Attribut-Sektoren enthält. Stellt man für jedes Jahr des Untersuchungszeitraumes die entsprechende Übergangsmatrix auf und faßt die einzelnen Jahresmatrizen dann zur Summenmatrix zusammen, so erhält man die in Tabelle 4 angegebenen Werte.

Die sektor-stabilen Zustandswechsel sind bei dieser Art der Darstellung auf der Hauptdiagonalen, die sektor-instabilen Zustandswechsel auf der Nebendiagonalen angeordnet. Danach gab es 1549 Fälle, deren Attributmuster im Zeitablauf barone-konform geblieben sind. Die Anzahl stabil barone-konverser Musterwechsel ist mit 3010 Beobachtungen fast doppelt so hoch, eine Folge der unterschiedlich großen Attributsektoren. Über alle Jahre hinweg traten 941 Zutritte in den Barone-Sektor und 924 Abtritte aus dem Barone-Sektor auf. Dies entspricht etwa 40 sektor-instabilen Unternehmen pro Jahr, die damit etwa ein Siebtel des Stichprobenumfangs ausmachen.

Im Vergleich zu der mit 15% recht hohen Mobilitätsrate zwischen den Sektoren ist die Zellenbesetzung innerhalb des Barone-Sektors relativ stabil. Wie eine entsprechende Auswertung der Übergangsmatrizen zwischen

Sektorzugehörigkeit im Zeitpunkt t	Sektorzugehörigkeit im Zeitpunkt $t - 1$				Summe
	barone- konform		barone- konvers		
barone-konform	1549 62%	62%	941 38%	24%	2490 100%
barone-konvers	924 24%	37%	3010 76%	76%	3934 100%
Summe	2473	100%	3951	100%	6424

Tabelle 4: Sektor-stabile und sektor-instabile Entwicklungsprozesse: Zusammengefaßte Übergangsmatrix von 1962 bis 1984

den barone-konformen Attributzellen ergab, wiesen jeweils etwa 90% der Barone-Unternehmen zeitinvariante Merkmalsmuster auf. Die verbleibenden 10% wechselten überwiegend zwischen direkt benachbarten Matrixzellen. Sprünge von der Spitzenzelle in die Schlußzelle oder umgekehrt traten nur in wenigen Einzelfällen auf und waren ohne systematische Bedeutung. Entwicklungsprozesse von Unternehmen unterscheiden sich offenbar nicht nur hinsichtlich der Arten von typischen Attributsequenzen, sondern auch in Bezug auf die Geschwindigkeit von Musterwechseln.

Die anhand der Übergangsmatrizen für sektor-stabile und sektor-instabile Migrationsprozesse dargestellten Entwicklungsverläufe von Attributmustern lassen sich anschaulich als Bewegungen *auf* der Barone-Kurve begreifen. Wechselt ein Unternehmen seine Plazierung innerhalb des Barone-Sektors der Attributmatrizen, dann führt dies zu einer Bewegung entlang der Barone-Kurve. Bei dieser Art der Veranschaulichung von Entwicklungsprozessen ist aber Vorsicht geboten, denn der Umkehrschluß ist nicht erlaubt: Bewegungen von Unternehmen auf der Barone-Kurve lassen sich nicht sicher als Bewegungen im Barone-Sektor von Attributmatrizen interpretieren. Wie die Auswertung der Übergangsmatrizen zeigt, sind Migrationsprozesse nur zum kleineren Teil barone-konform. Die mit der Bewegung von Unternehmen auf der Barone-Kurve einhergehenden Wechsel von Attributmustern führen auch aus dem Barone-Sektor hinaus oder in diesen hinein oder sind im Grenzfall sogar zeitstabil barone-konvers. Da Aussagen dieser Art ohne den Zugriff auf Unternehmensdaten nicht machbar sind, kann Barone von alledem nichts gewußt haben.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Studie begann mit einer Aufarbeitung der Literatur zur Barone-Kurve. Es konnte gezeigt werden, daß das Barone-Diagramm in der Vergangenheit zur Lösung von verschiedenen Fragestellungen erfolgreich eingesetzt wurde. In diesem Zusammenhang wurde dargelegt, daß trotz der dabei erfolgten schrittweisen Weiterentwicklung des Barone-Diagramms dessen Grundannahme von der Kohärenz der Gewinn- und Produktivitätsgefälle unangetastet geblieben ist. Obwohl diese Annahme bereits früher kritisiert wurde, wurde sie bisher nicht explizit untersucht. An diesem Defizit der vorhandenen Literatur setzte die vorliegende Arbeit an. Die Untersuchung begann mit einer Analyse des Produktivitätsgefälles und stellte anschließend die Verbindung zum Renditegefälle her. Ergebnis war, daß sich die von der Barone-Literatur unterstellte Kohärenz der Renditen- und Produktivitätsgefälle nicht nachweisen ließ.

Bei der Suche nach den Ursachen dieses Resultates wurde eine große Subgruppe von Unternehmen identifiziert, deren Attribute in der Tat den erwarteten Zusammenhang aufwiesen. Dieser Gruppe von barone-konformen Unternehmen stand jedoch eine größere Gruppe von Unternehmen gegenüber, die über andere, barone-konverse Attributmuster verfügten. Es konnte außerdem gezeigt werden, daß die Charakteristika der untersuchten Unternehmen nicht zeitstabil sind, sondern daß es typische Abläufe von Attributmustern gibt. Besonders wichtig erschien hier die Unterscheidung von sektor-stabilen und sektor-instabilen Entwicklungsprozessen. Bei den sektor-stabilen Entwicklungsverläufen führen Wechsel von Attributmustern zu Änderungen der Zellenplatzierung von Unternehmen innerhalb des Barone-Sektors. Dieser Art von Attributsequenzen, die man auch als *barone-stabil* bezeichnen könnte, stehen *barone-instabile* Entwicklungsprozesse gegenüber, die aus dem Barone-Sektor hinaus oder in diesen hinein führen oder als Grenzfall auch dauerhaft *barone-konvers* sein können.

Mit dieser Beobachtung erscheint die Barone-Kurve in einem anderen Licht: Die Rolle von Veränderungen im Zeitablauf wurde in der zitierten Literatur bisher nur als Veränderungen der *Steilheit* des Gewinngefälles thematisiert. Damit wird das analytische Interesse jedoch auf nur eine Eigenschaft der Kurve reduziert. Die zweite Art von zeitlicher Variabilität findet *auf* der Barone-Kurve statt. Unternehmen bewegen sich entlang der Kurve entsprechend der Änderungen ihrer Attributvektoren. Da diese Änderungen aber nicht notwendigerweise nur barone-konform sind, ist diese Art der Visualisierung von Entwicklungsmustern nur mit größter Vorsicht zu gebrauchen. Zwar führen alle Migrationsprozesse im Barone-Sektor zu Bewegungen auf der Barone-Kurve, doch sind nicht alle Bewegungen auf der Barone-Kurve immer auch barone-konform. Umkehrschlüsse dieser Art sind nur in speziellen Sonderfällen erlaubt, die mit Hilfe von Attributmatrizen identifizierbar sind.

Evolutionistische Theoriebildung, wie die von Helmstädter, die allein auf barone-konformen Begrifflichkeiten fundiert würde, wäre offenbar in hohem Maße selektiv. Sie kann nur diejenigen Entwicklungsprozesse erfassen, die *im* Barone-Sektor stattfinden. Dieser Vorgehensweise wäre die Gefahr immanent, die Tragweite evolutionistischer Argumente durch eine zu frühe Einengung der Fragestellung unnötigerweise zu verkürzen. Der damit einhergehende Verlust an theoretischer Schubkraft ließe sich vermeiden, wenn eine Vorgehensweise gefunden werden könnte, mit der auch die barone-konversen Entwicklungszustände von Unternehmen explizit in die Theoriebildung mit einbezogen werden könnten. Der hier vorgestellte Ansatz, Zustandswechsel anhand von Übergangsmatrizen zu analysieren, erscheint vielversprechend, da sich hier alle Arten von Attributsequenzen simultan behandeln lassen. Künftige Arbeitsschritte sollten deshalb darauf gerichtet sein, sowohl die Verweilzeiten in bestimmten Zuständen, wie auch die Übergangsraten zwischen verschiedenen Zuständen vertieft zu untersuchen.

Dabei wäre auf die Erarbeitung eines neuen Typs von evolutionsökonomischer Aussage abzielen. Die generelle Stoßrichtung müßte darin bestehen, über die Identifikation charakteristischer Attributsequenzen langfristige Entwicklungsprozesse auf der Unternehmensebene typisierbar zu machen. Wenn dies gelänge, wäre anschließend nach den Mechanismen zu fragen, über die einzelwirtschaftliche und gesamtwirtschaftliche Entwicklungsphasen miteinander verknüpft sind. Mit der Fokussierung des analytischen Interesses auf die Angebotsseite von Marktprozessen bestünde der spezifische Erkenntnisfortschritt dieser Vorgehensweise in einem Beitrag zur Mikrofundierung der *Angebotsorientierten Evolutionistischen Ökonomik*.

7. Literaturverzeichnis

- Barone, E. (1908): *Principi di economia politica*, Rom.
- (1935): *Grundzüge der theoretischen Nationalökonomie*, Berlin.
- Bauer, F. (1986): *Datenanalyse mit SPSS*, Berlin.
- Cornwall, J. (1987): "Total Factor Productivity." In: J. Eatwell, M. Milgate und P. Newman (Hrsg.), *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*, London.
- Föhl, C. (1964): *Kreislaufanalytische Untersuchung der Vermögensbildung in der Bundesrepublik und der Beeinflussbarkeit ihrer Verteilung*, Tübingen.
- (1970): „Rüstows Erlös-Kosten-Diagramm.“ In: *IFO-Studien*, 16. Jahrgang, S. 19-30.
- Helmstädter, E. (1986): „Dynamischer Wettbewerb, Wachstum und Beschäftigung.“ In: *Technologischer Wandel – Analyse und Fakten*, Schriftenreihe des wirtschaftswissenschaftlichen Seminars Oüobeuren, Band 15, Tübingen, S. 67-82.
- (1990): „Ein makroökonomisches Rahmenmodell der Evolutionistischen Ökonomik.“ In: Witt, U. (Hrsg.) (1990), *Studien zur Evolutionistischen Ökonomik*, Schriften des Vereins für Socialpolitik, NF, Bd. 195/I, Berlin.

- Hofmann, Rolf (1977): *Bilanzkennzahlen. Industrielle Bilanzanalyse und Bilanzkritik*, Wiesbaden.
- Kaldor, N. (1983): „Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den Theorien von Keynes, Kalecki und Rüstow.“ In: *IFO-Studien*, 26. Jahrgang, S. 1-10.
- Klodt, H. (1984): *Produktivitätsschwäche in der deutschen Wirtschaft*, Tübingen.
- Mueller, D. (Hrsg.) (1990): *The Dynamics of Company Profits. An International Comparison*, Cambridge.
- Rüstow, H.-J. (1951): *Theorie der Vollbeschäftigung in der freien Marktwirtschaft*, Berlin.
- (1984): *Neue Wege zur Vollbeschäftigung. Das Versagen der ökonomischen Theorie*, Berlin.
- Schmalensee, R./Willig, R.D. (Hrsg.) (1989): *Handbook of Industrial Organization*, Amsterdam.
- Schohl, F. (1991): *Micro-Dispersion of Performance Across Industry Lines*, Arbeitspapier am Institut für Volkswirtschaft der Technischen Hochschule Darmstadt, September 1991.
- (1992): *Renditenunterschiede und Schumpetersche Entwicklung: Eine empirische Untersuchung*. Berlin.
- Schohl, F./Ipsen, D. (1990): „Wachstum und Differenzierung. Eine kritische Analyse der Helmstädter-Thesen.“ In: *Konjunkturpolitik*, 36. Jahrgang, Heft 1, S. 3-26.
- Schreiber, W. (1983): „Der Beitrag H.-J. Rüstows zur ökonomischen Theorie.“ In: *IFO-Studien*, 26. Jahrgang, S. 1-18.

XI. Forschungstransfer in evolutionsökonomischer Perspektive – einige empirische Befunde

von *Adolf Wagner*

Universität Tübingen

1. Ausgangslage der Untersuchungen in Marburg und Tübingen

Forschungstransfer ist jener Wissenstransfer (einschließlich Technologietransfer) der Universitäten und sonstigen Hochschulen in ihr gesellschaftliches Umfeld, für den es Partner mit rechtsgeschäftlichen Beziehungen und ökonomischen Innovationsperspektiven gibt. Transferiertes Wissen spielt dabei ökonomisch die Rolle eines Gutes, das Argument in Nutzen- oder Produktionsfunktionen sein kann. Es reicht von Informationen simpler Art bis zu etwas ganzheitlich Vorausgedachtem (Erfindung), das machbar und der erstmaligen unternehmerischen Anwendung (Innovation) verfügbar ist. Der Zusammenhang zwischen universitärer Invention und unternehmerischer Innovation durch Forschungstransfer stand zur Untersuchung an. Zunächst vorhanden und zu überprüfen war die Vorstellung, es gebe die „Invention“ als von Universitätsprofessoren angebotenes Gut, das die Unternehmer als potentielle Innovatoren nachfragen, wobei sich die beteiligten Wirtschaftseinheiten nach den a priori unterstellten Interessenkonstellationen und Entscheidungsmustern „handelseins“ werden oder nicht, und wobei neben den individuell antizipierten Dispositionsgleichgewichten auf seiten der Unternehmer auch die Produktionsfunktionen für Inventionen in der Universität eine Rolle spielen.

Wirtschaftswissenschaftlich war für empirische Untersuchungen die Absicht vorrangig, bei der Endogenisierung des technologischen Fortschritts dadurch voranzukommen, daß man Datenmaterial zu der Frage beibringt, wie die an sich anwendungsfertigen Vorstellungen von Neuem aus der Universität zu tatsächlichen unternehmerischen Erstanwendungen auf der Prozeß- und Produktebene führen. Mit auslösend für beide Untersuchungen waren hochschul- und forschungspolitische Umbrüche der vergangenen Jahre. Politiker hatten neue Formen der Kooperation von Universitäten und Unternehmungen verlangt, ohne die alten Formen des Zusammenwirkens aus empirisch repräsentativer Anschauung zu kennen. Tradi-

tionelle Universitäten wie Marburg und Tübingen schienen nicht der propagierten Tagesforderung zu genügen, Beiträge zum Technologietransfer zu leisten. Sie sahen sich Mahnungen nach einer einzulösenden Bringschuld gegenüber der Gesellschaft, zugleich aber auch Warnungen vor unkritischer Nützlichkeit mit schwer abschätzbaren Forschungsfolgen ausgesetzt. Rechtfertigungszwängen für die weitere Entwicklung und schließlich finanziellen Pressionen für Forschung (trotz Lehre) – von einigen politisch tonangebenden „Männern aus dem Volke“ gesetzt – war durch Aufklärung über den tatsächlichen Forschungstransfer klassischer Universitäten zu begegnen.

Um konkrete Transferfälle zu rekonstruieren und zu klassifizieren, wurden die am Geschehen beteiligten Universitätsprofessoren der naturwissenschaftlichen und der medizinischen Fakultäten in Marburg und Tübingen befragt. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft förderte die Untersuchungen. Die Marburger Untersuchung erstreckte sich 1985 auf 265 Professoren, die Tübinger Untersuchung von 1988 erfaßte eine Grundgesamtheit von 234 Professoren. Auf eine erste schriftliche Kontaktnahme zur Durchführung der Vollerhebung reagierten in Marburg 77%, in Tübingen 86% der Universitätsprofessoren. Darunter waren jene Professoren (in Marburg 25%, in Tübingen 29%), die tatsächlich über innovationsrelevante Forschungskontakte mit Unternehmungen zu berichten hatten. Insgesamt wurden mit immerhin 133 der 499 Professoren Interviews von durchschnittlich etwa einer Stunde geführt. Keine andere empirische Untersuchung der Transferproblematik in der Bundesrepublik Deutschland weist eine ähnlich breite Grundlage auf. Einer von vier naturwissenschaftlichen oder medizinischen Universitätsprofessoren betrieb Forschung im Kontakt mit Unternehmungen, so daß Innovationsrelevanz und Forschungstransfer gegeben sind. Drei von vier Professoren klassischer Universitäten forschten zu Fragen, die vordergründig noch nicht praxisrelevant waren (und vielleicht erst übermorgen auf dem Tagesprogramm der Menschheit stehen). Die Einzelbefunde sind verschlüsselt dokumentiert; die gesammelten Untersuchungsergebnisse wurden veröffentlicht.¹

2. Zur evolutionsökonomischen Perspektive und Methodik

Empirische Untersuchungen des Forschungstransfers können aus evolutionsökonomischer Perspektive u. a. zur Beantwortung dieser Fragen interessieren: Wie tragen Universitäten zum unternehmerischen Innovationsprozeß bei, der für die gesamtwirtschaftlichen Phänomene von Strukturwandel und Evolution in Marktwirtschaften grundlegend wichtig ist? Gibt es

¹ Vgl. Wagner (1987) und Wagner (1990a).

Anzeichen für einen Wandel der „fundamental conditions“ des Forschungstransfers? Bewähren sich bei den empirischen Untersuchungen eher gängige (grob „neoklassische“) oder neuere (etwa „evolutionistische“) Konzeptionen? Inwieweit will und kann man sich bei der volkswirtschaftlichen Theoriebildung an Erfahrungswissen aus empirischen Untersuchungen orientieren?

Die zuletzt gestellte Frage hat m.E. für die Evolutionsökonomik eine besondere Bedeutung. Sie betrifft die Unzufriedenheit mit alter Wirtschaftstheorie und die Suche nach verbesserter Volkswirtschaftstheorie. Aktueller denn je ist die Frage, ob und wie Wirtschaftstheoretiker ihre Aussagensysteme nach Informationen über die Realität gestalten und umgestalten. Alles, was an Pro und Contra zum Thema „Wirtschaftstheorie und Falsifikationismus“ gedacht und geschrieben wurde,² vermag die Evolutionsökonomik bei ihrer Selbstsicht nachhaltiger zu beschäftigen als die Verständigung über Erkenntnisziele und Erklärungsaufgaben. Vielleicht hat das Allermeiste an Antrieb, von der herkömmlichen (oft allzu pauschal „neoklassisch“ genannten) Ökonomik weg- und in der Volkswirtschaftstheorie voranzukommen, lediglich mit der Provokation von Immunität durch „Modellplatonismus“ zu tun: „der selbstverschuldeten Unfähigkeit, aufgrund von Falsifikationen aus der Erfahrung lernen zu können“.³ Ob und wie man aus Interviews von Professoren zum Forschungstransfer etwas für die Volkswirtschaftstheorie lernen kann? – Diese Frage wird auch unter Evolutionsökonomien verschieden beantwortet werden. Ohne meine Grundeinstellung, daß man überhaupt aufgrund empirischer Befunde Theorie überprüft und notfalls korrigiert, hätte es die Interviews zum Forschungstransfer nicht gegeben.

Eine Evolutionsökonomik, die empirisch bewährte Volkswirtschaftstheorie sein will und sich deshalb den Regeln des Falsifikationismus aussetzt, kann nach Erkenntniszielen und Erklärungsaufgaben nicht allzu rigoros eingegrenzt werden.⁴ Deshalb und wegen des derzeit erreichten Forschungsstandes wird man sich noch einige Zeit damit begnügen können: „evolutionary economics is what evolutionary economists do“. In den Köpfen der Ökonomen gibt es offene Entwicklungsprozesse zur inhaltlichen und zur methodischen Orientierung. Einigen geht es dabei lediglich um eine zeitgemäße Fortentwicklung der Volkswirtschaftstheorie, die bei vernachlässigten Problemen der wirklichen Welt ansetzt (z. B. bei Lernvorgän-

² Vgl. Meyer (1991).

³ Meyer (1991), S. 85.

⁴ Dies sollte auch nicht mittelbar durch gruppendynamische Prozesse unter etablierten Ökonomen geschehen. „There is no time and no use in developing yet another sect“ (Dosi 1991, S. 7), lautet eine Mahnung im neuen Journal of Evolutionary Economics.

gen der Wirtschaftseinheiten, bei Innovationen und bei Wandel überhaupt) und nicht ohne eine methodologische Standortbestimmung auskommt. Verbreitet ist die Ansicht, man müsse in ökonomischen Analysen menschlichem Nichtwissen, Lernen und unsicherem Entscheiden mehr Sorgfalt widmen, man könne dagegen mikroökonomisches Gesamtgleichgewicht auf die Aspekte von Interdependenz wirtschaftlichen Geschehens und Konsistenz ökonomischer Argumentation zurücknehmen. Nicht wenige suchen bei ihrem Verständnis von Evolutionsökonomik die Nähe zur gängigen Volkswirtschaftstheorie.⁵ Um sie in die gängige Volkswirtschaftstheorie einzubinden, kann man die „Evolutionsökonomik als jene dynamische, möglichst mikroökonomische, gesamtwirtschaftliche Theorie bezeichnen, die den im weitesten Sinne neuerungsbedingten Strukturwandel erklären will. U. a. stützt und ergänzt sie makroökonomische Modelle, soweit Unterschiede und Übergänge zwischen Strukturepochen zu erklären sind. Das veränderliche Verhalten privater und staatlicher Wirtschaftseinheiten sowie Änderungen in den Steuerungsmechanismen bilden wichtige Gegenstände der Evolutionsökonomik“.⁶ Darauf sollen die nachfolgenden Anmerkungen zu den empirischen Untersuchungen in Marburg und Tübingen hinführen.

3. Rahmenbedingungen des Forschungstransfers im Wandel

Es gibt einen vom Staat ausgelösten Wandel in der Interdependenz von Universitäten und Wirtschaftsgesellschaft, der etwa zur Zeit der empirischen Untersuchungen in Marburg und Tübingen zu bemerken war. Man kann Belege dafür in der politischen Diskussion finden.⁷ In ausnahmslos jedem Interview der Professoren war davon ausdrücklich oder andeutungsweise die Rede. Die Untersuchungen fielen also in eine Zeit, in der die Rahmenbedingungen für Forschungstransfer nicht mehr konstant gegeben waren, sondern der Mechanismus für Forschungstransfer einem Strukturwandel unterlag. Die hochschul- und forschungspolitischen Umbrüche können – mit einigen Vorbehalten – nach Vorstellungen ausgedeutet werden, wie sie Spinner für den Übergang von der alten zu einer neuen „Wissensordnung“ entwickelt hat.⁸ Man sei dabei, diverse ehemals gewollte Abkoppelungen zu überwinden: die von Erkenntnis und Eigentum, von Ideen und Interessen, von Theorie und Praxis, von Wissenschaft und Staat oder Industrie. Technologie als „science plus purpose“ zu verstehen und die Universitäten in ein

⁵ Z. B. *Schmidtchen* (1990).

⁶ *Wagner* (1990b), S. 271.

⁷ Vgl. *Wagner* (1990a), S. 241-254.

⁸ Forschungsprojekt „Zum Wandel der Wissensordnung“, vgl. dazu u. a. *Spinner* (1990).

„Finalisierungsmodell“ staatlicher Forschungs- und Technologiepolitik einzubinden, entspreche einer neuen Wissensordnung. Die Umbildung der Wissensordnung bringe die Universität bei einer institutionellen Umorientierung in einige Dilemmata, z.B.: Professor als Wissenschaftsmanger statt akademischer Lehrer und Forscher (in Einsamkeit und Freiheit)? Bürokratische Budgetmaximierung statt wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritts? Job statt Berufung? Staatliche Fremdverwaltung statt akademischer Selbstverwaltung? Forschungsgemeinschaft statt Gelehrtenrepublik? Hierarchien mit bürokratischer Zentralisierung statt Bereiche (Märkte?) mit offenem Zugang und nur wissenschaftlichem Wettbewerb? Privateigentum am Wissen mit Ausschluß gegenüber Dritten statt Wissen als Gemeingut zum freien Gebrauch für jedermann („Wissenskommunismus“)? Soweit einige mögliche Grenzpunkte der Entwicklung nach den breit angelegten Untersuchungen von Spinner. Der Wandel ist nicht abgeschlossen, so daß noch keine vergleichende Beschreibung des Davor und des Danach festzulegen ist.

Die neuen Rahmenbedingungen für Forschungstransfer existieren vorerst nur in der Motivationsebene der Beteiligten; sie sind teilweise lediglich propagiert und erst zu einem ganz geringen Teil rechtlich institutionalisiert, wie dies im Vollzug einer evolutischen Veränderung schließlich zu geschehen pflegt.⁹ Die US-amerikanische Sicht hierzu ist einfacher und wegen unterschiedlicher institutioneller Gegebenheiten so wohl nicht auf die Bundesrepublik Deutschland übertragbar: „Since the last part of the nineteenth century, universities have become an increasingly important part of the capitalist engine.“¹⁰

Die mikroökonomische Perspektive am Anfang der Untersuchungen weist einige Analogien, Gemeinsamkeiten, aber auch Widersprüche zu dem auf, was Spinner diagnostiziert. Analog zur Trennung von ideeller Welt und Güterwelt, von Theorie und Praxis, von Ideen und Interessen in der alten Wissensordnung läßt sich die klare begriffliche Trennung zwischen Invention und Innovation verstehen, die bereits erwähnt worden ist: Invention als das Geschehen in der Universität, Innovation als das Geschehen in der Unternehmung. Wenn Spinner allerdings glaubt, dem Wissenschaftler müsse in der neuen Wissensordnung Eigentum nicht nur an seinen Erfindungen, sondern an Wissen und Informationen schlechthin zufallen, so verfolgt er damit einen gängigen ökonomischen Denkansatz, der auch am Anfang der Untersuchungen stand: Innovationen und Informationen als faktisch und auch rechtlich bestimm- und beherrschbare Güter zu verstehen, die Kaufverträgen und Märkten unterliegen können. Dies ist nicht neu und vermutlich auch nicht die evolutische Richtung, die sich durchsetzen kann. Die Vorstellung wird teilweise durch die nachfolgenden Befunde hinfällig.

⁹ Vgl. rechtswissenschaftliches Gutachten, zitiert bei *Wagner* (1990a), S. 173.

¹⁰ *Nelson* (1988), S. 319, vgl. „The role of universities“, S. 319-321.

4. Forschungstransfer als Kooperation statt Erfindungshandel

Die empirischen Befunde in Marburg und Tübingen sind in dem Bemühen zu verwerten, „dem Richtigeren durch Ausschluß des Falscheren“ näherzukommen. Zu fragen war: Würden die Befunde eher den Konzeptionen der gängigen Mikroökonomik oder aber Ansätzen einer neueren, evolutorischen Mikroökonomik entgegenstehen? Da eine evolutorische Mikroökonomik noch wenig Begriffsschärfe zeigt und insofern vorläufig wohl noch gegen empirische Befunde immun ist, beschränke ich mich hier auf die Überlegung, inwiefern die Befragungsergebnisse mit Konzeptionen der Standardmikroökonomik nicht in Einklang zu bringen sind. Ein wenig nur kann damit per Falsifikation zur Modifikation der Konzeptionen angeregt werden.

Weit ist der Weg, ehe man anhand empirischer Tests vielleicht eines Tages die bislang aprioristische Wahl zwischen Konzeptionen stützen kann – etwa in diesem Sinne: „While traditional microeconomics tends to focus upon decisions, made on the basis of a given amount of information, we shall focus upon a process of learning, permanently changing the amount and kind of information at the disposal of the actors. While standard economics tends to regard optimality in the allocation of a given set of use values as the economic problem, *par préférence*, we shall focus upon the capability of an economy to produce and diffuse use values with new characteristics. And while standard economics takes an atomistic view of the economy, we shall focus upon the systemic interdependence between formally independent economic subjects“.¹¹ Die zuletzt erwähnte systematische Interdependenz – z. B. zwischen Unternehmungen und Universitäten – gewinnt nach den empirischen Untersuchungen Bedeutung.

„Wir beobachten nur wenige Fälle, in denen Forschungstransfer sich auf das bloße Weitergeben fertiger Forschungsergebnisse an industrielle Anwender beschränkt.“¹² Trotz einer im Nachhinein leichter möglichen Zuordnung des Gegenstandes von Forschungstransfer und trotz einer beinahe suggestiven Nachfrage nach Produkt- oder Prozeßinnovationen zeigte sich dies: In Marburg konnten bei Kontaktaufnahme zwischen Unternehmungen und Professoren nur 22% der Fälle als „anwendungsfertige“ Produkte oder Verfahren eingestuft werden,¹³ in Tübingen waren schließlich immerhin 63% der Fälle auf neue Produkte oder Verfahren ausgerichtet (41% Produktinnovationen, 22% Prozeßinnovationen),¹⁴ d. h. 78% bzw. 37% bezogen sich auf zunächst bzw. letztlich „Unfertiges“ als Forschungstransfer.

¹¹ Lundvall (1988), S. 349-350.

¹² Schröter (1990), S. 164.

¹³ Vgl. Schröter (1987), S. 72.

¹⁴ Vgl. Schröter (1990), S. 85.

Der Kooperationscharakter des Forschungstrfers zeigte sich auch darin, daß der technisch und auch wirtschaftlich definierbare Reifegrad der Gegenstände erfolgreichen Forschungstrfers zwischen erster Kontaktnahme und Beendigung zunahm. In Tübingen konnte dies aufgrund von 50 bereits abgeschlossenen Transferfällen näher untersucht werden. „Während unsere Pilotstudie an der Universität Marburg ergeben hatte, daß dieser wissenschaftlich-technisch definierte Reifegrad im Verlauf des Forschungstrfers vielfach nicht oder nicht wesentlich verbessert wurde ..., zeigen die Daten zum Transfer aus der Universität Tübingen ein anderes Bild – nämlich eine Erhöhung oder Verbesserung des Reifegrades in (mindestens) drei Viertel der hier in Frage kommenden 50 Transferfälle; berücksichtigt man nur die 42 Fälle, in denen Angaben zum Reifegrad der Entwicklung sowohl vor als auch nach einer Industriekooperation gemacht wurden, beträgt diese ‚Erfolgsquote‘ sogar 90%.“¹⁵

„Üblich sind Kooperationsprozesse von allerdings sehr unterschiedlicher Intensität, Phasenstruktur, Kontinuität und Gesamtdauer, in denen die beteiligten Seiten in ebenfalls unterschiedlichem Ausmaß engagiert sind. Die ohnehin lückenhaft vorliegenden Angaben zu den zeitlichen Strukturen des Forschungstrfers erlauben keine zusammenfassende oder pointierende Prozeßbeschreibung.“¹⁶ „Forschungstrfer findet in der Mehrzahl der uns berichteten Fälle zu Unternehmen statt, die über eigenes Forschungs- und Entwicklungspotential verfügen. Dementsprechend werden die – durchweg als positiv beurteilten – unmittelbaren Kooperationsbeziehungen im Forschungstrfer überwiegend von Hochschulwissenschaftlern auf der einen und Industrieforschern auf der anderen Seite getragen.“¹⁷ Von den persönlichen Kooperationspartnern in den Unternehmungen waren für die Tübinger Universität 59% FuE-Leiter bzw. FuE-Mitarbeiter, weitere 19% Ingenieure oder Techniker.¹⁸ Techniker und Naturwissenschaftler sind gewöhnlich nicht zugleich „die“ Unternehmer, so daß ihre Kontakte mit Universitäten noch nicht die Einbindung in das unternehmerische Innovationsgeschehen verbürgen. Dies gilt auch hierfür: „Industries where technological advance is being fed significantly by academic science naturally look for close links with university scientists and the laboratories where that work is going on.“¹⁹ Die Kontaktnahme für Forschungstrfer ist höchst individuell geprägt und oft zufälliger Natur. Es gibt kein systematisches Suchverhalten beider Seiten, das den Informations- und Kommu-

¹⁵ Schröter (1990), S. 91.

¹⁶ Schröter (1990), S. 164.

¹⁷ Schröter (1990), S. 163.

¹⁸ Vgl. Schröter (1990), S. 66.

¹⁹ Nelson (1988), S. 321.

nikationsleistungen von Märkten gleichkommen könnte. Für beide Seiten, für innovationsgeneigte Unternehmungen und für forschende Universitätswissenschaftler, ist der Forschungstransfer jeweils nur einer von mehreren Wegen zum erstrebten Erfolg. Dies mag der Hintergrund für einen Eindruck sein, der sich seit der Marburger Untersuchung nicht verloren hat: „Beobachter und Beteiligte stimmen überein, daß die Existenz und der Verlauf persönlicher Kontakte für den Umfang, die Qualität und den Erfolg dieser Art von Wissenstransfer von ausschlaggebender Bedeutung sind.“²⁰ Für „science based industries“ konnten aus den Befunden – entgegen verbreiteter Thesen in der Literatur – keine besonderen Verhaltensmuster im Forschungstransfer abgeleitet werden.

5. Forschungstransfer bewirkt durch Kooperation auch Diffusion

Man kann nach den empirischen Befunden der These nicht mehr widersprechen, daß selbst in der Grundlagenforschung ein Einfluß durch „innovativeness and competence of users“ wirkt.²¹ Der Wissenstransfer erfolgt im Kooperationsprozeß zwischen Universitäten und Unternehmungen also wechselseitig. Die Forscher in der Universität werden durch die Kooperation an den Wissensstand der Partner herangeführt, der nicht selten auf hohem Niveau spezialisiert ist. Umso verlässlicher gilt für die Lehre: „Academics may be able to teach what new industrial scientists need to know, without having their research be particularly relevant to industry.“²² Doch der Wissenstransfer durch Humankapital gehört hier nicht zum Thema.

Unmerklich fließt also Wissen aus der Praxis in die weitere Forschung ein und anderen unternehmerischen Partnern zu, wenn – zumeist einige Zeit später – von der Universität aus neue Projekte in Kooperation verfolgt werden. Auf diese Weise kann sich auch Wissen des Pionierunternehmers oder unternehmerischen Erstanwenders einer Neuerung über die Universität rascher als sonst im Markt ausbreiten. Gelegentlich des Forschungstransfers zum unternehmerischen Innovator wird also in gewissem Maße auch die Diffusion von Innovationen zu Zweit- und Folgeanwendungen bewirkt. Solange die von Spinner vorgesehenen Eigentumsregelungen für Informationen in einer neuen Wissensordnung (nach alten mikroökonomischen Konzeptionen) nicht verwirklicht sind, ist dies nicht zu beanstanden und wohlfahrtsökonomisch sogar positiv zu bewerten.

²⁰ Wagner (1987), S. 169.

²¹ Vgl. Lundvall (1988), S. 364.

²² Nelson (1988), S. 320.

Oft geht es hierbei um die schwierige Vermittlung von „tacit knowledge“ der Unternehmungen, d.h. von „know-how which cannot be articulated by those who possess it“,²³ an die Universitätsforscher (und von dort wieder zu anderen Unternehmungen). Eine elementare Situation dafür bietet die Großgerätenutzung von Universitätswissenschaftlern in der Industrie. In 49% der Fälle hielten Tübinger Professoren eine Rückwirkung des anwendungsbezogenen Forschungstransfers auf die Grundlagenforschung für gegeben.²⁴

6. Forschungstransfer in Schranken der Ethik

Schon seit Adam Smith begreift die Standardmikroökonomik das natürliche Streben des Menschen, seine Lage durch Nutzen- oder Gewinnstreben zu verbessern, als von innen und von außen kontrolliert: durch Mitgefühl und kritische Selbstbeobachtung, durch freiwillig übernommene Regeln der Ethik, durch Rechtsnormen und nicht zuletzt durch Wettbewerb. Eine schrankenlose und von Haus aus für die Gesellschaft bedenkliche Verfolgung von Individualzielen, die gelegentlich im Zusammenwirken von Unternehmungen und von Wissenschaftlern der Universitäten vermutet wird, entspricht also nicht den Menschenmodellen der Standardmikroökonomik.

Die empirischen Untersuchungen in Marburg und in Tübingen haben diese Auffassung nicht entkräftet und damit in gewisser Weise bestätigt. Selbstverständlich könnten die tabellierten Auszählungen der Kooperationsmotive²⁵ eine Verfolgung individueller Vorteile verdecken, die auf negative externe Effekte oder soziale Kosten keine Rücksicht nimmt. Interessant sind in diesem Zusammenhang jedoch die Bedingungen, die Universitätsprofessoren an die Kooperation mit Unternehmungen knüpften. In 50% der Fälle wurde „ethische Vertretbarkeit“ genannt; „wissenschaftliche Unabhängigkeit“, die zum Teil Ähnliches einschließt, wurde zu 40% „in Bezug auf Forschungsthemen“, zu 70% „in Bezug auf Veröffentlichungen“ und zu 50% „allgemein“ verlangt.²⁶

²³ *Earl* (1991), S. 740.

²⁴ Vgl. *Schröter* (1990), S. 131.

²⁵ Vgl. *Schröter* (1990), S. 110-111.

²⁶ Vgl. *Schröter* (1990), S. 119.

7. Weitere Forschungen notwendig

Empirische Untersuchungen führen zu Resultaten und Antworten auf einige Fragen, fördern aber nicht selten neue Fragen zutage, die weitere Forschungen notwendig machen. Dies gilt auch für die Untersuchungen an den Universitäten Marburg und Tübingen sowie für die weitere Ausschöpfung des publizierten Datenmaterials.

Zunächst ist ein Wort zur Signifikanz der Antworten nach ökonomischen Kriterien zu sagen. Bereits die Selbstauskunft zur mentalen Situation birgt nicht geringe Unschärfen. Ein bloßes „Abfragen“ erschien den an den Untersuchungen beteiligten Sozialwissenschaftlern von vornherein als nicht zielführend. Man verließ sich eher auf gewisse Rückschlußmöglichkeiten aus den Zusammenhängen der dokumentierten Gespräche, die nur wenig vorstrukturiert waren.²⁷ Deshalb sind die im Nachhinein bei der Verdichtung der Berichtsergebnisse gewonnenen Antwortquoten nicht in der Weise mit Tests von Gegenhypothesen in Frage zu stellen, wie dies etwa bei quantitativen Resultaten einer annahmegemäß konstant angelegten „Maschine“ möglich erscheint. Eine sozialwissenschaftlich angemessenere Statistik und Ökonometrie, die z. B. auch Vorausgedachtes und nicht nur vergangenes Geschehen als ursächlich zuzulassen vermag, wird vereinzelt unter statistischen Fachvertretern diskutiert.²⁸ Sie müßte mit Blick auf evolutionsökonomische Erkenntnisziele innermenschlicher Art in einer empirisch ausgerichteten Evolutionsökonomik besonders interessieren.

Vom Boden der Standardökonomik aus betrachtet gerät man bei den Höhenflügen der Innovationsforschung und der Evolutionsökonomik immer wieder an eine Art vorläufiger Schallmauer: Innovationen zu erklären, stellt Wirtschaftswissenschaftler vor die Aufgabe, das plötzliche Auftreten von neuen Variablen und die sprunghafte Änderung von funktionalen Zusammenhängen mikroökonomisch zu erklären sowie die Diffusion in Aggregaten herzuleiten. Wird man dazu irgendwann mehr sagen können als in der Standardökonomik üblich?²⁹ Zahlreiche Versuche im Bereich der Evolutionsökonomik gibt es; sie müssen vorangetrieben werden. Führt die gedankliche Zergliederung des Geschehens³⁰ in eine partiell beobachtbare Handlungsgrundlage, eine nicht-beobachtbare mentale Situation und eine beobachtbare Handlung bei Verlässlichkeit des Rationalprinzips sowie eines

²⁷ Siehe Gesprächsleitfaden bei *Schröter* (1990), S. 32-38.

²⁸ Etwa *Leserer* (1986).

²⁹ Vgl. z. B. *Wagner* (1989), Abschnitt 2.7 und *Wagner* (1990b), Kapitel 7.

³⁰ Vgl. *Hesse* (1990), S. 61.

„Prinzips der kognitiven Kreation“ weiter? Helfen psychologische Stadienklassifikationen³¹ zu individuellen Innovationsprozessen voran?

Die Befragungen der Universitätsprofessoren in Marburg und Tübingen versuchten jenseits des äußerlich Beobachtbaren auch die mentale Situation zu enthüllen. Die angewandte narrative Methode sollte Ergebnisse dieser Art besser vermitteln helfen. Das publizierte Datenmaterial kann gewiß zu weiteren Analysen herangezogen werden. Es ist längst nicht ausgeschöpft. Man muß die veröffentlichten Untersuchungsergebnisse wohl dann aufmerksam zur Kenntnis nehmen und sehr sorgfältig auswerten, wenn Evolutionsökonomik – wie Wirtschaftstheorie überhaupt – nicht allein durch Denkvorgänge von Wissenschaftlern erzeugt werden soll, sondern auch der Überprüfung an Informationen über die Realität bedarf.

8. Zusammenfassung

Forschungstransfer betrifft den unternehmerischen Innovationsprozeß und insofern ein zentrales Aufgabenfeld von Evolutionsökonomik. Unter Mitwirkung der Universität entstehen unternehmerische Produkt- und Prozeßinnovationen. Soweit man Volkswirtschaftstheorie – wie ich meine – aufgrund empirischer Befunde überprüft und korrigiert, sind aus den Befragungen in Marburg und Tübingen gewisse Schlüsse zu ziehen.

Nicht haltbar ist die Vorstellung, es gehe beim Forschungstransfer jeweils um Angebot, Nachfrage und Geschäftsabschluß über ein Gut „Invention“ als Konzeption einer Produkt- und Prozeßinnovation. Hinfällig wird damit die anfängliche Vorstellung, Forschungstransfer könne wesentlich als „Erfindungshandel“ verstanden und ökonomisch wie rechtlich nach Marktbeziehungen interpretiert werden. Treffender ist das Bild einer kooperativen Problemlösung zwischen Universitäten und Unternehmungen, die sich auf dem Weg zu potentiellen Innovationen befinden. Die Kontakte ergeben sich dabei nach höchst individuellen Suchprozessen beider Seiten und in dem Wissen, daß jeder der Partner auf noch anderen Wegen zum Erfolg gelangen kann. Während der Zusammenarbeit erst reift zumeist der Gegenstand des Forschungstransfers nach technischen und wirtschaftlichen Merkmalen heran.

Nicht nur die unternehmerische Erstanwendung von neuen Produkten und Verfahren (Innovation) wird durch Forschungstransfer als Kooperationsprozeß mit der Universität gefördert. Mittelbar geschieht dabei auch eine Aufnahme von Praxiswissen des Erstanwenders durch die Universität und eine Weitergabe an Zweit- und Folgeanwender (Diffusion). Der ge-

³¹ Vgl. Scholl (1991).

samte Forschungstransfer vollzieht sich in Schranken ethischer Normen, die sich die Wissenschaftler bewußt und standesgemäß selbst setzen.

Wichtige Fragen werden weiterhin auf der Tagesordnung bleiben. In erster Linie rechne ich dazu die Frage, ob und wie sich eine evolutorische Mikroökonomik den empirischen Befunden stellen will. Zu diskutieren bleibt allgemein, ob es so etwas wie eine empirisch bewährte Evolutionsökonomik geben kann, oder ob Evolutionsökonomik etwa noch stärker als die gängige Ökonomik dem Apriorismus zuneigt. Ich trete für eine empirisch bewährte Evolutionsökonomik ein.

9. Literatur

- Dosi, Giovanni*: Some thoughts on the promises, challenges and dangers of an "evolutionary perspective" in economics, in: *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 1, 1991, pp. 5-7.
- Earl, Peter E.*: Economics and Psychology: A Survey, in: *The Economic Journal*, Vol. 100, 1991, pp. 718-755.
- Hesse, Günter*: Evolutorische Ökonomik oder Kreativität in der Theorie, in: Ulrich Witt (Hrsg.): *Studien zur Evolutorischen Ökonomik I*, Berlin 1990, S. 49-73.
- Koch, Heleni*: Merkmale erfolgreicher Wissenstransferprozesse, in: Adolf Wagner (Hrsg.): *Beiträge einer traditionellen Universität zur industriellen Innovation*, Tübingen 1987, S. 123-167.
- Leserer, Michael*: Kognitive Inferenz als ökonometrische Aufgabe. Einige Bemerkungen zur ökonometrischen Grundsatzdiskussion, in: *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, Bd. 201, 1986, S. 97-116.
- Lundvall, Bengt-Ake*: Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation, in: Giovanni Dosi, Christopher Freeman et al. (eds.): *Technical Change and Economic Theory*, London-New York 1988, pp. 349-369.
- Meyer, Willi*: Wirtschaftstheorie und Falsifikationismus, in: Alfred Bohnen, Alan Musgrave, (Hrsg.): *Wege der Vernunft. Festschrift zum siebzigsten Geburtstag von Hans Albert*, Tübingen 1991, S. 44 - 87.
- Nelson, Richard R.*: Institutions supporting technical change in the United States, in: Giovanni Dosi, Christopher Freeman et al. (eds.): *Technical Change and Economic Theory*, London-New York 1988, pp. 312-329.
- Schmidchen, Dieter*: Preise und spontane Ordnung – Prinzipien einer Theorie ökonomischer Evolution, in: Ulrich Witt (Hrsg.): *Studien zur Evolutorischen Ökonomik I*, Berlin 1990, S. 75-113.
- Scholl, Wolfgang*: *Evolutionary Rationality in Innovation Processes*, Discussion Paper, Göttingen 1991.
- Schröder, Wolfgang*: Deskriptiv-statistische Darstellung der Daten, in: Wagner, Adolf (Hrsg.): *Beiträge einer traditionellen Universität zur industriellen Innovation*, Tübingen 1987, S. 69 - 121.

- : Forschungstransfer aus einer klassischen Universität. Eine empirische Untersuchung an der Universität Tübingen, in: Adolf Wagner (Hrsg.): *Forschungstransfer klassischer Universitäten*, Tübingen 1990, S. 13-166.
- Spinner*, Helmut F.: „Erst kommt das Wissen und dann die Moral ...“, in: Klaus Steigleder, Dietmar Mieth (Hrsg.): *Ethik in den Wissenschaften. Ariadnefaden im technischen Labyrinth?*, Tübingen 1990, S. 188-229.
- Wagner*, Adolf (Hrsg.): *Beiträge einer traditionellen Universität zur industriellen Innovation*, Tübingen 1987.
- : *Mikroökonomik. Volkswirtschaftliche Strukturen I*, 2. Aufl., Stuttgart-New York 1989.
- : (Hrsg.): *Forschungstransfer klassischer Universitäten*, Tübingen 1990a.
- : *Makroökonomik. Volkswirtschaftliche Strukturen II*, Stuttgart-New York 1990b.