# Wie werden Einzel- zu Kollektiventscheidungen?

## Zur Aggregationsproblematik beim Übergang von der Mikro- zur Makroebene aus volkswirtschaftlicher Sicht*

von
Friedrich Kugler und Horst Hanusch
Universität Augsburg

### 1. Einleitung

Strenggenommen unterscheidet man in der Volkswirtschaftslehre zwischen einer theoretischen und einer empirischen Aggregationsproblematik. Letztere ist Teilbereich der Ökonometrie beziehungsweise der Statistik und für die thematische Ausrichtung des vorliegenden Buches faktisch ohne Bedeutung. Wir werden uns daher im folgenden ausschließlich dem Problem der Aggregation in der ökonomischen Theorie zuwenden, das man ebenfalls aus zwei Blickwinkeln betrachten kann (Schlicht 1977): zum einen kann man sich die Frage stellen, wie ein konkret gegebenes Mikrosystem zu aggregieren ist, zum anderen, wie der Zusammenhang zwischen Mikro- und Makrosystemen im allgemeinen gesehen werden sollte. Wir werden hier versuchen, auf beide Aspekte einzugehen.

Generell trennt man die theoretische Volkswirtschaftslehre strikt in eine Mikro- und in eine Makrotheorie. Demzufolge führen beide Theorieteile in den traditionellen Ansätzen mehr oder weniger ein isoliertes Eigenleben (Loistl 1994). Zwar gab es in der Vergangenheit zahlreiche Versuche - vor allem aus dem Gebiet der neoklassisch orientierten Allgemeinen Gleichgewichtstheorie sowie der neokeynesianischen Ungleichgewichtstheorie - makroökonomische Zusammen-

* Dieser Beitrag ist vorgesehen für das Buch **„Börse zwischen Charts und Chaos. Neuere Ansätze verschiedener Disziplinen zur Erklärung von Börsenentwicklungen“** von Peter Maas und Jürgen Weibler (Hrsg.), das im Herbst 1995 im Deutschen Instituts-Verlag, Köln, erscheinen wird.

hänge modellkonsistent aus der Mikroökonomik abzuleiten, diese hatten jedoch nahezu alle den Preis einer gewissen Realitätsferne zu entrichten. Denn mit einer analytisch notwendigen Komplexitätsreduktion stieg gleichzeitig der Abstraktionsgrad beinahe sprunghaft an.
Ein realitätsfernes Produkt solcher Ansätze stellt auch das sogenannte repräsentative Wirtschaftssubjekt dar. Sowohl seine ökonomischen Handlungen als auch seine Erwartungen stehen praktisch stellvertretend für die Aktionen und Erwartungen aller Individuen in einer Volkswirtschaft. Nach wie vor beherrscht diese Fiktion sowohl die Lehre als auch die Forschung in der sogenannten Schulökonomik. Dort ist und bleibt das repräsentative Individuum ein Synonym dafür, daß sich auf Aggregatebene die individuellen Verzerrungen der mikroökonomischen Prozesse von selbst neutralisieren und auf diese Weise den Blick auf den "wahren" Kern der Makroökonomik freigeben. Für eine wachsende Zahl kritisch eingestellter Ökonomen freilich wird damit lediglich der Blick auf das "wahre" makroökonomische Systemverhalten verschleiert, das von zahlreichen divergierenden und interagierenden mikroökonomischen Einflußgrößen abhängt.

Im Grunde genommen existieren in der Volkswirtschaftslehre zwei grundverschiedene Sichtweisen zur Erfassung ökonomischer Problemstellungen: Die atomistische und die holistische Sichtweise (Schlicht 1977). Die Anhänger der ersteren Sichtweise sind der Meinung, daß das gesamte ökonomische Geschehen auf dem Verhalten von mikroökonomischen Einheiten beruht und somit makroökonomische Gesetze lediglich Trugschlüsse seien, solange sie nicht auf individuelle Verhaltensweisen zurückgeführt werden können. Gerade das Gegenteil behaupten die Anhänger der holistischen Sichtweise. Sie vertreten die Argumentation, daß makroökonomische Gesetze nicht als einfache Analogien zu mikroökonomischen Verhaltensweisen postuliert werden können. Das eigentlich Interessierende seien die makroökonomischen Zusammenhänge und die daraus abgeleiteten Gesetzmäßigkeiten, denen die ökonomischen Aggregate folgen. Eine mikroökonomische Theorie mache nur dann Sinn, wenn sie sich zur Ableitung makroökonomischer Gesetze eigne. Da aber aus der üblichen Mikroökonomik keine solchen Gesetze abgeleitet werden können, ist sie für makroökonomische Problemstellungen irrelevant.

Beide Positionen muß man als Endpunkte eines Meinungskontinuums in der heutigen Volkswirtschaftslehre ansehen. Von vielen Ökonomen wird daher die Forderung erhoben, von der dahinter sich verbergenden „entweder-oder“-Haltung zu einer problembezogeneren Sichtweise überzugehen. Dabei tendieren neuere Ansätze in der ökonomischen Theorie eher zur atomistischen

Sichtweise, jedoch aus einem ganzheitlichen Blickwinkel heraus. Dies darf man freilich nicht als eine Art von Reduktionismus verstehen, wonach das ökonomische Makrosystem sich beliebig zerlegen und wieder zusammensetzen lasse. Ebenso beinhalten Phänomene auf der Makroebene mehr als nur die Ergebnisse von Entscheidungsprozessen repräsentativer Individuen.
Mit diesem Beitrag wollen wir beiden Vorstellungen nachgehen und die damit verbundenen unterschiedlichen Problematiken aufzeigen. Wir betrachten dabei sowohl den ökonomischen Entscheidungsprozeß im allgemeinen und gehen auch - wie es die Themenstellung dieses Buches verlangt - auf die Besonderheiten von Finanzanlageentscheidungen ein. Zunächst werden wir die Vorgehensweise der traditionellen Ökonomik aufzeigen, in derem theoretischen Rahmen sich ja die Mikroökonomik ganz entscheidend von der Makroökonomik abgrenzt. Im darauffolgenden Abschnitt schließlich bewegen wir uns weg von der traditionellen Volkswirtschaftslehre und wenden uns der neueren Forschungsrichtung der evolutorischen Ökonomik zu. Indem dort vermehrt sozialwissenschaftliche Komponenten in den Übergang von der Mikro- zur Makroebene einfließen, gewinnt die Aggregationsproblematik eine neue Dimension. Dies wird dort auch anhand dreier Modellbeispiele aus dem Kapitalmarktgeschehen verdeutlicht. Schlußbetrachtungen und weitere Forschungsaussichten runden diesen Beitrag ab.

## 2. Traditionelle ökonomische Vorgehensweise

Die traditionelle ökonomische Vorgehensweise nimmt einerseits eine strenge Trennung von Mikro- und Makroökonomik vor, die mehr oder weniger jeweils für sich ein Eigenleben führen. Andererseits existieren konsistente Aggregations- beziehungsweise Disaggregationsversuche, die aber zumeist nicht geeignet sind, die Problematik adequat zu erfassen. Im folgenden wollen wir die verschiedenen Betrachtungsebenen und Fragestellungen der traditionellen Mikro- und Makroökonomik aufzeigen. In den unterschiedlichen Ausrichtungen liegt ja auch der Kern des Aggregationsproblems, auf dessen qualitative Eigenschaften wir ebenfalls im Rahmen dieses Abschnittes explizit eingehen werden.

### 2.1 Der mikroökonomische Ansatz

Die traditionelle neoklassische Mikroökonomik kann man grob einteilen in eine (Hanusch/Kuhn 1994):

- Konsum- oder Haushaltstheorie
- Produktions- oder Unternehmenstheorie
- Preis- oder Gleichgewichtstheorie

Im Mittelpunkt der Konsum- oder Haushaltstheorie stehen die Pläne der privaten Haushalte, die die Nachfrage nach Gütern und das Angebot an Produktionsfaktoren generieren. In der Produktions- oder Unternehmenstheorie leitet man aus den Plänen der Unternehmen die Nachfrage nach Produktionsfaktoren sowie das Angebot an Gütern ab. Die Preis- oder Gleichgewichtstheorie schließlich koordiniert die einzelwirtschaftlichen Pläne auf den Märkten mit Hilfe des Preismechanismus. Hierbei ist vor allem die Ableitung des Gleichgewichtspreises von Interesse. Dieser bildet sich auf den einzelnen Partialmärkten im Schnittpunkt der aggregierten Angebots- beziehungsweise Nachfragekurven der Marktteilnehmer. Sie ergeben sich durch Horizontaladdition der jeweiligen einzelwirtschaftlichen Kurven für ein bestimmtes Gut.

Auf der Ebene der Kapitalmärkte stellt das Pendant zur Konsumtheorie das Zustands-Präferenz-Modell dar (Arrow 1964). Vereinfacht ausgedrückt geht es darin um die Entscheidung eines Anlegers über die heutige Zusammenstellung seines Portefeuilles bei mehreren möglichen zukünftigen Umweltzuständen, denen bestimmte Eintrittswahrscheinlichkeiten zugeordnet werden. Als zusätzlicher Faktor wird hier also die Unsicherheit mit ins Spiel gebracht. Ähnliche Bedeutung für die mikroökonomische Modellierung von Kapitalmärkten hat - auch im Hinblick auf die praktische Anwendbarkeit - die Portfoliotheorie (Markowitz 1959). Ergänzend zum Zustands-Präferenz-Modell fließt bei diesem Ansatz der Gedanke der Risikodiversifikation mit ein. So kann der Anleger durch eine geschickte Portefeuillezusammenstellung ein für ihn optimales Ertrags/Risikoverhältnis erreichen.

Als das wohl bekannteste Gleichgewichtsmodell, das bereits einen gewissen Aggregationsstand impliziert, gilt jedoch in der Kapitalmarkttheorie das CAPM (Capital Asset Pricing Model, Sharpe 1964). Es gibt Auskunft über die Eigenschaften eines Kapitalmarktgleichgewichtes, wenn sich alle Anleger nach den Prämissen der Portfoliotheorie verhalten, beinhaltet aber keine explizite Modellierung der Aggregation von Einzelentscheidungen. Dies ist auch gar nicht notwendig, da das angesprochene Aggregationsniveau - das hauptsächlich der Begrenzung der analytischen Komple-

xität dient - durch bestimmte Prämissen gesichert wird. Zu deren wichtigsten zählen einerseits die Annahme von effizienten Märkten und andererseits die Unterstellung von rational homogenen Erwartungen der Anleger.

Die Theorie effizienter Märkte besagt in der Hauptsache, daß Wertpapierpreise vollständig flexibel sind und darüberhinaus alle verfügbaren Informationen beinhalten. Im gewissen Sinne handelt es sich hierbei um die konsequente Übertragung des Konzepts des Gleichgewichts bei vollkommenem Wettbewerb auf die Sphäre der Kapitalmärkte.

Bezüglich der verfügbaren Informationsmenge unterscheidet man drei verschiedene Stufen von Effizienz (Kugler 1994):

- Die schwache Effizienz (weak-form efficiency) bezieht sich nur auf Informationen, die in den Wertpapierpreisen der Vergangenheit enthalten sind. In schwach effizienten Kapitalmärkten kann somit kein Anleger überdurchschnittliche Gewinne erzielen, der seine Entscheidungen auf der Basis vergangener Preisbewegungen trifft.

- Die halbstrenge Effizienz (semistrong-form efficiency) umfaßt zusätzlich alle öffentlich zugänglichen Informationen. Diese können sich beispielsweise auf Artikel in Fachzeitschriften oder auf Datenmaterial von statistischen Ämtern beziehen.

- Die strenge Effizienz (strong-form efficiency) beinhaltet jegliche Information, egal ob privater (Insiderinformation) oder öffentlicher Art. Für die Akteure eines, in der strengen Form, effizienten Kapitalmarktes ist es somit unmöglich, durch irgendwelche Informationen Überrenditen zu erzielen.

Entscheidend ist nun, daß Markteffizienz (sowohl in ihrer strengen als auch in ihrer halbstrengen Form) rational homogene Erwartungen impliziert. Rationale Erwartungen für sich genommen hingegen müssen nicht notwendigerweise zur Markteffizienz führen. Strenggenommen stellt nämlich die Hypothese der rationalen Erwartungen nichts anderes dar als die Ubertragung des volkswirtschaftlichen Konzeptes der vollkommenen Voraussicht auf eine Welt, die von

Unsicherheiten geprägt ist. In Abschnitt 2.3 unseres Beitrages werden wir diese Problematik nochmals aufgreifen.

Hier wollen wir nur festhalten, daß die Annahme rational homogener Erwartungen der Ökonomik einen bedeutsamen Kunstgriff ermöglicht: Entscheidungen auf einem Markt beziehungsweise in einem volkswirtschaftlichen Sektor trifft allein ein repräsentativer Wirtschaftsakteur und zwar ausschließlich unter mikroökonomischen Prämissen. Zu diesen zählt bekanntlich das Menschenbild des homo oeconomicus. Dieses rein gedankliche Konstrukt eines, im ökonomischen Sinne, „idealen" Menschen hat sich bis zum heutigen Tag sowohl in der Theorie als auch in empirischen Untersuchungen weitestgehend behaupten können, auch wenn seit jeher der damit verbundene allumfassende Rationalitätsbegriff Gegenstand hitzigster Diskussionen in der Volkswirtschaftslehre gewesen ist. Dabei geht es vor allem um die Frage, ob die empirische Leere der Verhaltensannahmen, die das Konzept des homo oeconomicus kennzeichnet, eine methodologische Notwendigkeit sei und diese den hohen Preis der Realitätsferne wirklich kompensieren könne.

Der homo oeconomicus selbst wird definiert als ein Individuum, dessen ökonomische Aktivitäten lediglich durch positive beziehungsweise negative Anreize bestimmt sind, und dessen Reaktionen auf eine Veränderung dieser Anreize stabil, systematisch und aus diesem Grunde prognostizierbar sind (Frey/Stroebe 1980). So gelingt es der Wirtschaftstheorie, die komplexe menschliche Verhaltensstruktur auf relativ einfache Weise zu erfassen und zu beschreiben und daraus konkrete Aussagen über das richtige Verhalten des Menschen im Wirtschaftsprozeß abzuleiten. Dort tritt der homo oeconomicus nämlich in verschiedenen Rollen auf und richtet sein Verhalten einzig und allein nach dem ökonomischen Prinzip aus. Als gewinnmaximierender Unternehmer ist er ständig bestrebt, sein Angebot so zu gestalten, daß er damit größtmöglichen Profit zu erzielen vermag. Als Konsument verwendet er demgegenüber sein Einkommen in der Weise, daß sein Nutzen maximal wird. Als Arbeitnehmer wiederum sucht er sich die Beschäftigung aus, bei der, um ein bestimmtes Einkommen zu erreichen, das „Arbeitsleid" minimiert beziehungsweise bei konstantem „Arbeitsleid" das Arbeitseinkommen maximiert wird. Als Politiker schließlich wird er nur solche politischen Entscheidungen treffen, die ihm die maximale Zahl an Stimmen für seine Wiederwahl garantieren. Das rationale Individuum versucht somit als Gewinn-, Nutzen-, Einkommens- oder Stimmenmaximierer seine Ziele, mit Hilfe der ihm zur Verfügung stehenden Mittel, auf bestmögliche Art und Weise zu realisieren.

In neueren Ansätzen - insbesondere zur Kapitalmarkttheorie - geht man freilich immer mehr dazu über, diese realitätsfernen Prämissen so weit wie möglich aufzubrechen. Doch bevor wir uns damit beschäftigen, wollen wir als nächstes kurz umreißen, worin eigentlich die qualitativen Unterschiede liegen, die einen Übergang von der Mikro- zur Makroebene so erschweren.

## 2.2. Die Aggregationsproblematik

In ihrem Kern besteht die Aggregationsproblematik aus den qualitativen Differenzen zwischen Mikro- und Makroebene. Diese bestehen hauptsächlich aus (Schlicht 1977):

- dem Glättungseffekt,
- dem Eliminationseffekt und
- dem Systemeffekt.

Mit dem Glättungseffekt bezeichnet man eine Vorgehensweise, bei formaler Aggregation über Unstetigkeiten hinwegzugehen. So würde beispielsweise durch horizontale Aggregation von individuellen Nachfragekurven eine aggregierte Nachfragekurve entstehen, die eine Vielzahl von Knicken und Sprungstellen aufweist. Glättungen lassen sich leicht mit dem Argument der Makrorelation rechtfertigen, daß mikroökonomische Einheiten auf das Aggregat einen verschwindend geringen Einfluß haben.

Der Eliminationseffekt stellt darauf ab, daß infolge des Aggregationsverfahrens bestimmten Determinanten der mikroökonomischen Variablen zur Bestimmung der makroökonomischen Variablen keine Bedeutung mehr zukommt. Zu diesem Effekt zählt auch die Annahme, daß die Größe von Makrovariablen, wie beispielsweise die aggregierte Nachfrage, durch einen Index der Mikrodeterminanten, in diesem Falle das gesamtwirtschaftliche Preisniveau, erklärt werden kann.

Lassen sich Glättungs- und Eliminationseffekt relativ formal begründen, so geht der Systemeffekt in eine ganz andere Richtung. Vereinfacht ausgedrückt geht es hierin um die komplexen interdependenten Strukturen, die zwischen mikroökonomischen Einheiten bestehen und die Einfluß auf das Aggregationsergebnis nehmen können. Solche Interdependenzen können dazu führen, daß einerseits mikroökonomisch relevante Determinanten sich auf der Makroebene als völlig unwichtig erweisen - im gewissen Sinne also ein Eliminationseffekt auftritt - andererseits aber mikroökonomisch unwichtige Faktoren zu entscheidenden Makrodeterminanten aufsteigen können. Eine weitere Dimension des Systemeffektes stellen sogenannte Feedback-Prozesse dar. So finden auf bestimmten Märkten, zu denen u.a. auch die Kapitalmärkte zählen, zwischen Mikro- und

Makroebene permanente Rückkopplungen statt. Dies wurde auch in neueren Arbeiten zur Kapitalmarkttheorie erkannt. In einer empirischen Untersuchung zum Börsencrash von 1987 etwa wird festgestellt, daß das individuelle Verhalten der Anleger im Aggregat ein Feedback-System generiert, das komplizierten dynamischen Gesetzmäßigkeiten zu gehorchen scheint (Shiller 1990). Wir werden in Abschnitt 3 nochmals auf diese Sichtweise eingehen. In diesem Zusammenhang werden wir auch zwei weitere Effekte kurz darlegen, die speziell mit dem Phänomen der Erwartungsaggregation verknüpft sind - den Zeiteffekt und den Interaktionseffekt, der auch spezieller Bestandteil des Systemeffektes ist.

Doch sehen wir uns zunächst etwas genauer an, welche Fragestellungen aus der Sicht der traditionellen Ökonomik auf makroökonomischer Ebene von Bedeutung sind, wenn es um die Bildung von Einzel- zu Kollektiventscheidungen geht.

### 2.3. Der makroökonomische Ansatz

Makroökonomisches Denken kennzeichnet vor allem die klassische Nationalökonomie, zu deren Hauptvertretern Adam Smith (1723-1790) und David Ricardo (1772-1823) zählen. Trotz teilweise minutiös anmutender Schilderungen individuellen Verhaltens, geht es ihnen hauptsächlich um die großen Konturen des wirtschaftlichen Ablaufs und nicht so sehr um einzelne Details. Es interessieren also, in der Sprache der modernen Ökonomik ausgedrückt, die Zusammenhänge, die zwischen ökonomischen Aggregaten existieren. Sie sollen erklärt und auf bestimmte Gesetzmäßigkeiten hin untersucht werden. Ein ökonomisches Aggregat bezeichnet allgemein die Zusammenfassung von wirtschaftlichen Einzeltatbeständen zu einer makroökonomischen Größe. Beispiele für solche makroökonomischen Größen sind, um nur einige zu nennen, das Volkseinkommen, als Summe aller individueller Einkommen, das Preisniveau, als Index von verschiedenen Güterpreisen, oder die Arbeitslosenquote, als Anteil aller registrierten Arbeitslosen an den abhängig beschäftigten Erwerbspersonen. Dabei stützt sich die makroökonomische Betrachtungsweise auf „typische“ mikroökonomische Zusammenhänge. Aus dem Verhalten eines „typischen“ Konsumenten und eines „typischen“ Unternehmers etwa wird das aggregierte „typische“ Marktgeschehen abgeleitet.

Bereits Alfred Marshall (1842-1924) hat freilich darauf hingewiesen, wie schwierig es ist,

vereinfachte makroökonomische Gesetzmäßigkeiten und Gleichgewichtszustände zu postulieren. Er glaubte nicht an makroökonomische Wahrheiten, die sich einfach aus der Addition mikroökonomischer Verhaltensweisen ergeben. Aus seiner Sicht läßt sich nicht einfach und zwingend aus dem mikroökonomischen Verhalten auf makroökonomische Gesetzmäßigkeiten schließen. Beispielsweise kann das Angebotsverhalten eines Industriezweiges von dem einzelner Unternehmen dieses Zweiges sogar erheblich abweichen.

Ungeachtet solcher Einwände hat man in der Ökonomik unzählige Versuche unternommen, auf der Basis des streng axiomatisch begründeten Arrow-Debreu-Modells (Debreu 1959) der Allgemeinen Gleichgewichtstheorie - die wiederum auf Léon Walras (1834-1910) zurückgeht - mikroökonomische Fundierungen von makroökonomischen Zusammenhängen abzuleiten, die einerseits den formalen Konsistenzbedingungen standhalten und andererseits in der Lage sind, eine Vielzahl von Wirtschaftsakteuren explizit zu modellieren.

Als eigentlicher Begründer der modernen Makroökonomik gilt aber der englische Ökonom John Maynard Keynes (1883-1946). Er stellte generell die klassische Lehrmeinung in Frage und konzentrierte sich nahezu ausschließlich auf gesamtwirtschaftliche Zusammenhänge, weitgehend ohne Einbeziehung der traditionellen Mikroökonomik. Im gewissen Sinne ist die Makroökonomik keynesscher Prägung sogar inkonsistent mit der Mikroökonomik der neoklassisch ausgerichteten Allgemeinen Gleichgewichtstheorie. So vertritt der aus der keynesschen Lehre hervorgegangene Keynesianismus weitgehend die Ansicht, das der Wirtschaftsablauf durch die gezielte Beeinflussung einiger weniger Makrogrößen beliebig steuerbar sei. Erst als diese keynesianische Theorie, etwa ab den 70er Jahren, die ökonomischen Realität nicht mehr ausreichend erklären konnte, besann man sich in der Volkswirtschaftslehre wieder auf die theoretischen Ansätze der Neoklassik. Doch auch die sogenannten Neokeynesianer entwickelten mit einer mikroökonomisch fundierten Ungleichgewichtstheorie ein Instrumentarium, welches individuelle Entscheidungen mit ungleichgewichtigen Marktpreisen vereinte. Beide Vorgehensweisen, sowohl diejenige der Allgemeinen Gleichgewichtstheorie neoklassischer Prägung als auch die der Ungleichgewichtstheorie neokeynesianischer Fassung haben es jedoch, schon aus mathematischen Gründen, mit starren Aggregationsrestriktionen zu tun, die auch für eine dynamische Ausrichtung der Makroökonomik äußerst hinderlich sind.

Gerade die dynamische Komponente wurde jüngst von der makroökonomischen Theorierichtung der Rationalen Erwartungen aufgegriffen. Im Prinzip geht es bei diesem Ansatz um die Ausweitung der im vorherigen Abschnitt diskutierten rational homogenen Erwartungen auf die gesamte Ökonomie. Demnach unterlaufen den Wirtschaftssubjekten bei der Bildung ihrer Erwartungen über makroökonomische Größen keine systematischen Fehler. Im Aggregat stimmen die erwarteten Größen mit den tatsächlichen überein, obwohl durchaus individuelle Abweichungen existieren können. Diese sind jedoch rein zufälliger Natur und gleichen sich im Durchschnitt aus. Aufbauend auf dem rationalen Maximierungskalkül der traditionellen Mikroökonomik ermöglicht dieser Ansatz den Übergang vom „typischen" zum repräsentativen Wirtschaftsakteur. In diesem Theorierahmen lassen sich sodann Modelle entwickeln, deren Fragestellung zwar makroökonomisch ausgerichtet ist, deren mikrökonische Begründung aber über den repräsentativen Akteur erfolgt.

Auch in der Kapitalmarkttheorie moderner Prägung steht fast ausschließlich der repräsentative Anleger im Vordergrund der Analyse, wenn es darum geht, die Verhaltensweisen der Anleger im Aggregat und das Zusammenspiel mit anderen aggregierten Größen zu untersuchen.

Zusammenfassend können wir festhalten: die statischen ökonomischen Theorien, wie die Allgemeine Gleichgewichts- und die Ungleichgewichtstheorie, versuchen zwar auf konsistente Weise von der Mikro- zur Makroebene zu gelangen, es fehlt ihnen aber eine geeignete formale Aggregationsmethode. Dynamische Theorien wiederum, wie der rationale Erwartungsansatz, wollen demgegenüber von der Makro- zur Mikroebene gelangen. Problematisch ist jedoch hierbei das Disaggregationskonstrukt des repräsentativen Individuums (Koblo 1991).

Im nächsten Abschnitt werden wir etwas ausführlicher auf einen dritten Ansatz zur Behandlung der Aggregationsproblemtik zu sprechen kommen. Aus der Sicht der traditionellen Ökonomik stellt dieser Ansatz einen etwas ungewöhnlichen Weg dar, Mikro- in Makrogrößen überzuführen.

## 3. Evolutorische Ansätze zur Aggregationsproblematik

Alle Merkmale einer evolutorisch ausgerichteten Ökonomik an dieser Stelle erläutern zu wollen, würde den Rahmen unseres Beitrages sprengen. Nur soviel sei gesagt, die evolutorische Ökonomik beschäftigt sich mit einer ökonomischen Theorie, die auf Wandel und Fortschritt ausgerichtet ist.

Hierbei hinterfragt sie mehr oder weniger radikal, ob die primär unter dem Einfluß der Neoklassik stehende traditionelle Volkswirtschaftslehre es tatsächlich noch ermöglicht, die wesentlichen Elemente des ökonomischen Geschehens adäquat zu beschreiben (Witt 1990). Dieser Theorierichtung, die seit Mitte der 80er Jahre zunehmend an Bedeutung gewinnt, liegen auch die Gedanken des österreichischen Ökonomen Joseph Alois Schumpeter (1883-1950) sehr nahe. Relativ früh schon, im Jahre 1912, hat dieser eine Theorie des ökonomischen Wandels und der verursachenden Antriebskräfte hierfür entwickelt. Die Ökonomie als Ganzes stellt sich nach seiner Auffassung nicht als ein im Gleichgewicht befindliches, stets zum Gleichgewicht hinstrebendes Gebilde dar, in Analogie zur Newtonschen Mechanik, sondern als ein Gefüge mit einer äußerst komplexen Struktur, das durch Ungleichgewichte im wirtschaftlichen Geschehen und durch Phasenübergänge gekennzeichnet ist und das somit ein kompliziertes dynamisches Verhalten aufweisen kann.

Wie wir aus dem vorherigen Abschnitt wissen, tangieren solche Makrostrukturen über den beschriebenen Systemeffekt auch die Mikroebene. Diese ist jedoch nur bedingt mit der traditionellen Methodik, auf die wir in Abschnitt 2.1 eingegangen sind, modellierbar. Die atomistische Forderung, daß jede makroökonomische Theorie auf dem individuellen Verhalten aufbauen muß, darf ja auch nicht einfach so verstanden werden, daß die gerade vorherrschende Mikroökonomik dem ohne weiteres nachkommen könnte.

Im folgenden nun wollen wir im Rahmen des evolutorischen Ansatzes drei Theorierichtungen besprechen, die - jede für sich genommen - in der Modellbildung ein spezielles Augenmerk auf das Aggregationsproblem richtet:

- die Synergetik,
- die Chaostheorie oder nichtlineare Dynamik,
- der Konnektionismus.

Allen drei gemeinsam ist das Konzept der Nichtlinearität. Aus diesem Grunde wollen wir vorab dieses Konzept etwas näher erläutern. In linearen Strukturen besteht eine enge Kausalität zwischen Ursache und Wirkung. Demnach werden kleine Veränderungen kleine Wirkungen hervorrufen und große Wirkungen nur dadurch zustande kommen, daß sich solch kleine Veränderungen

aufsummieren. Bei Vorliegen von nichtlinearen Strukturen kann dagegen die kleinste Veränderung eine große Wirkung nach sich ziehen. Beispielsweise erfolgt in den herkömmlichen Portfoliomodellen der Kapitalmarkttheorie bei kontinuierlicher Veränderung der Rahmenbedingungen eine ebenfalls kontinuerliche Umschichtung des Portefeuilles. Der Börsencrash im Jahre 1987 jedoch war gekennzeichnet durch eine diskontinuierliche Portefeuilleumschichtung bei geringfügiger Veränderung der Rahmenbedingungen. Treten in bestimmten Prozessen Rückkopplungen auf, so deuten diese auf eine hochgradig nichtlineare Struktur hin.

### 3.1 Synergetik

Die Synergetik, als die Lehre vom Zusammenwirken, hat sich in den letzten Jahren - obwohl ihre Wurzeln in den Naturwissenschaften liegen - zu einer interdisziplinären Forschungsrichtung entwickelt. Forschungsgegenstand der Synergetik sind offene Systeme, wie beispielsweise einzelne Subsysteme der Ökonomie, die sich aus sehr vielen Komponenten zusammensetzen. Sie kann dabei „als eine Wissenschaft vom geordneten, selbstorganisierten, kollektiven Verhalten angesehen werden, wobei dieses Verhalten allgemeinen Gesetzen unterliegt“ (Haken 1988). In den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften wird der Synergetik-Ansatz vielschichtig verwendet. In der Hauptsache versucht man damit unvollständige Informationsprozesse, individuelles und kollektives Entscheidungsverhalten unter Berücksichtigung psychologischer und soziologischer Faktoren (Herdenverhalten, „animal spirit“, etc.) sowie diverse Mikro- und Makrozusammenhänge zu modellieren (Koblo 1991).

Nachstehend wollen wir den Synergetik-Ansatz anhand eines Beispiels erläutern, bei dem es um den Übergang von der Individual- zur Kollektiventscheidung geht und das als realen Hintergrund die Vorgänge an der Börse im Auge hat. Es handelt sich um das Börsenmodell von Landes/Loistl (1992), das wir in einem vereinfachten Rahmen kurz darstellen möchten:

Die Wiedergabe des Börsengeschehens erfolgt hier als eine dynamische Abfolge von Marktzuständen, die wiederum durch die diversen Aktivitäten der Einzelanleger generiert werden. Es wird also versucht, auf der Mikroebene mit formalen Methoden detailliert den Handel nachzuvollziehen, so wie er sich zwischen einer beliebigen Anzahl von Anlegern abspielen könnte.

Die Marktteilnehmer können ihren subjektiven Preisvorstellungen entsprechend Offerten abgeben und annehmen. Ferner können sie verhandeln, Preisgebote wieder zurücknehmen und ihre individuellen Preiserwartungen korrigieren. Letztere setzen sich zusammen aus exogen bedingten Erwartungen, in die die allgemeinen Rahmendaten mit einfließen, und den endogen bedingten Erwartungen, die die Informationsstruktur des Marktes, also beispielsweise Preis, Preistrend und Marktpotential beinhalten. Diese vielschichtigen Aktivitäten bringen auf der Makroebene ein Ergebnis hervor, das sich im Modell zu einem sogenannten Marktzustandsvektor zusammenfassen läßt. Interessant sind nun vor allem Zustandsänderungen, d.h. Übergänge von einem Marktzustand in einen anderen. Änderungen dieser Art werden nämlich durch individuelle Verhaltensänderungen auf der Mikroebene hervorgerufen. Die Verbindung zwischen Mikro- und Makroebene beziehungsweise zwischen den einzelnen Marktzuständen erfolgt dabei über sogenannte Übergangsraten. In diese fließen sowohl deterministische als auch stochastische Elemente ein. So führt ein Anleger mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit diejenige Aktivität durch, von der er sich am meisten stimuliert fühlt. Diese Stimulation wiederum geschieht über das Motivationspotential des Anlegers, das in einer gewissen Verwandtschaft zum traditionellen ökonomischen Nutzenbegriff steht.

Die formale Modellierung des eben beschriebenen Prozesses wird - wie dies in der Synergetik üblich ist - mit Hilfe der sogenannten Master-Gleichung vorgenommen. Dies ist ein Differentialgleichungssystem, mit dem sich die zeitliche Entwicklung der Wahrscheinlichkeitsverteilung des Marktzustandes darstellen läßt. Ausgehend von einer Startverteilung kann man beispielsweise mittels Simulationen berechnen, mit welcher Wahrscheinlichkeit sich im Rahmen des Modells nach Ablauf einer gewissen Zeitperiode ein bestimmter Aktienkurs einstellen wird. Zentrale Bedeutung haben hierbei die Übergangsraten, die nichtlinearer Natur sind. Sie determinieren einerseits die individuellen Verhaltensweisen der Akteure und steuern andererseits die Entwicklung des Marktes über die Aktivitäten der Marktteilnehmer. Demnach muß auch in der Modellierung dieser Übergangsraten ökonomisches Wissen dominieren, sei es nun theoretisch oder empirisch fundiert (Loistl 1994).

Auch in anderen Gebieten der Ökonomie, wie der Konjunkturtheorie (Koblo 1991) oder der Wettbewerbstheorie (Weidlich/Braun 1992), findet der Master-Gleichungs-Ansatz als formales Instrumentarium der Aggregation zunehmend Verwendung.

### 3.2 Chaostheorie

Einen weiteren nichtlinearen Ansatz, der sich ebenfalls zur Modellierung ökonomischer Aggregationsprozesse eignet, stellt die Chaostheorie dar, die auch nichtlineare Dynamik genannt wird. Im Prinzip arbeiten Chaosforscher und Synergetiker auf ähnlichem Gebiet. Ein grundlegender Unterschied zwischen beiden besteht jedoch darin, daß sich Chaosforscher primär für den Übergang von der Ordnung ins sogenannte Chaos interessieren, während die Synergetiker sich mit dem umgekehrten Weg beschäftigen. Im Mittelpunkt der Chaostheorie steht das Verhalten nichtlinearer dynamischer Systeme, beschrieben durch nichtlineare Differenzen- beziehungsweise Differentialgleichungen. Hierbei kann das Lösungsverhalten dieser deterministischen Gleichungen im Zeitablauf bei kleinen Veränderungen einen scheinbar irregulären Verlauf annehmen, der von einem stochastischen Pfad nicht zu unterscheiden ist. Gerade diese Eigenschaft bewirkte in gewisser Hinsicht einen Wandel im Verständnis der Begriffe Kausalität und Zufall. Die Erfahrung, daß bei geringfügiger Veränderung aus deterministischen Gleichungen etwas Unvorhergesehenes und Unprognostizierbares entstehen kann, hat zugleich das Newtonsche Weltbild nicht allein in den Naturwissenschaften grundlegend erschüttert. Wir können darauf nicht weiter eingehen, sondern wollen im folgenden anhand von zwei Modellen zur Aggregation von Erwartungen aufzeigen, wie mit Hilfe der Chaostheorie bessere Einsichten in diese Problematik ermöglicht werden.

Zunächst aber sollten wir doch zum besseren Verständnis ganz kurz auf die zentrale Stellung eingehen, die Erwartungen in der Ökonomik einnehmen. Diese zählen unbestritten zu den wichtigsten Determinanten des wirtschaftlichen Handelns und somit auch des gesamten Wirtschaftsgeschehens. In der Realität dürfte sich wohl keine ökonomische Größe bilden, ohne daß darin ein Erwartungsbestandteil enthalten wäre. Gerade auf Kapitalmärkten spielen die Erwartungen der Anleger zweifellos eine eminent wichtige Rolle für die dynamische Preisentwicklung. So können Erwartungen, die von der Mehrheit der Anleger geteilt werden, als sogenannte „self-fulfilling prophecies“ unumstößliche Fakten schaffen.

Kein Wunder, daß bedeutende Ökonomen, wie Keynes oder Schumpeter, den Erwartungen ihre besondere Aufmerksamkeit geschenkt haben. Im Mittelpunkt ihres Interesses stand neben der Frage nach deren Bedeutung für das wirtschaftliche Geschehen auch die Frage nach der Erklärung der

Erwartungsbildung. Auch die heutige Volkswirtschaftslehre kommt nicht umhin, sich mit dem Problemkreis der Erwartungsbildung intensiv auseinanderzusetzen.

Im theoretischen Schrifttum hierzu existiert eine Reihe von Modellansätzen. Am häufigsten verwendet wird zweifellos das Konzept der adaptiven und der rationalen Erwartungen. Da der eigentliche Prozeß der Erwartungsbildung auf mikroökonomischer Ebene stattfindet, setzt die modelltheoretische Behandlung der Erwartungsbildung auf der Makroebene eine Aggregation voraus. Wie wir bereits wissen, geschieht dies beim Konzept der rationalen Erwartungen indem man das Konstrukt eines repräsentativen Individuums einführt. Beim Ansatz der adaptiven Erwartungen wird die erwartete Größe aus den Werten der Vergangenheit und der Gegenwart mittels einer Rechenvorschrift abgeleitet, die für alle Individuen gleich ist. Der Vorgang der Aggregation wird auf diese Weise einfach in ein bestimmtes Rechenschema hineinverlagert, was natürlich gewissermaßen zu einer a priori Ausklammerung der gesamten Problematik führt.

Elegante Kunstgriffe dieser Art finden freilich in der Realität keinerlei Entsprechung. Vor allem aber werden zwei Effekte überhaupt nicht beachtet, die im besonderen Maße bei der Aggregation individueller Erwartungen auftreten, nämlich der Interaktions- und der Zeiteffekt. Der Interaktionseffekt geht davon aus, daß Wirtschaftssubjekte bei der Bildung ihrer individuellen Erwartungen auch das Verhalten und die Erwartungen anderer Wirtschaftssubjekte mitberücksichtigen. Weiterhin kommt es zu einer interaktiven Beeinflussung des einzelnen Wirtschaftssubjektes durch andere Teilnehmer am ökonomischen Geschehen. Eng damit verbunden ist zudem der sogenannte Zeiteffekt der Erwartungsbildung. Der Übergang von der individuellen zur kollektiven Erwartung benötigt nämlich eine gewisse Zeitspanne, die auf den einzelnen Märkten unterschiedlich groß sein kann.

Ein Modell, das explizit auf solche Effekte abstellt, geht auf Schnabl (1989) zurück. Er beschreibt darin, indem er nichtlineare Beziehungen verwendet, den Übergang von individueller zu kollektiver Erwartung als Analogie zu biologischen Ansteckungsprozessen. Er nimmt also an, daß eine bestimmte Erwartung sich genauso wie eine ansteckende Krankheit von einem Individuum auf das andere überträgt. Ausgangspunkt des Modells ist die Phase, in der ein Wirtschaftssubjekt seine individuelle Basiserwartung gebildet hat. Dabei wird postuliert, daß die einzelnen Individuen sich danach im Zuge von Kommunikationsakten gegenseitig beeinflussen. Anschließend erweist sich

eine der vielen Erwartungshaltungen, die auf mikroökonomischer Ebene möglich sind, auch auf der Makroebene als dominierend.

Die empirische Basis dieses Modells bildet eine experimentelle Untersuchung. In ihr wurde insbesondere für eine Gruppe von 256 Versuchspersonen der zeitliche Ablauf nachverfolgt, bei dem sich eine bestimmte Erwartung als dominierend herauskristallisiert. In Abbildung 1 haben wir diese Entwicklung graphisch dargestellt:

**Abbildung 1**

Auf der Ordinate ist die Anzahl der Versuchspersonen aufgetragen, die eine bestimmte Erwartungshaltung aufweisen. Nach einer gewissen Anlaufzeit von etwa 4 Zeitperioden setzt ein Aufschwung ein und eine bestimmte Erwartung wird dominierend. Konkret heißt dies: ungefähr die Hälfte aller Versuchspersonen vertreten nach 15 Zeitperioden ein und dieselbe Erwartungshaltung. Als Ursache dafür wird ein sogenannter Verstärkungseffekt angesehen, der sich aufgrund von sozialer Bestätigung durch Gleichgesinnte einstellt.

Der Verlauf der Kurve in Abbildung 1 ähnelt den Darstellungen von Ansteckungs- oder Diffusionsprozessen, wie sie in der Biologie oder auch in der modernen Betriebswirtschaftslehre theoretisch analysiert werden. Grundlage zur Darstellung solcher Prozesse ist die bekannte Gleichung von Verhulst, die dieser bereits im Jahre 1845 dazu verwendet hat, das Wachstum von Tierpopulationen auf formale Weise zu beschreiben. Darüberhinaus ist die Verhulst-Gleichung wohl die am meisten erforschte Gleichung, die sogenanntes chaotisches Lösungsverhalten aufweisen kann. In für unsere Fragestellung abgewandelter Form lautet die Verhulst-Gleichung für jede Periode (t=0,1,2...):

$$s_{t+1} = s_t + u\, s_t\,(B - s_t).$$

Hierin bezeichnet *s* den Prozentsatz der Bevölkerung, der dieselbe Erwartungshaltung besitzt. Die

Indices *t* beziehungsweise *t+1* kennzeichnen die Werte dieses Prozentsatzes in den Perioden *t* und *t+1*. Die positiven Parameter *u* und *B* bezeichnen die Ansteckungsrate und den Prozentsatz der Population, der gegen die Ansteckung nicht immun ist. Der Ansteckungs- oder Übertragungsrate *u* kommt nun in diesem Modell eine entscheidende Bedeutung zu, denn je nach dem, wie der Wert dafür aussieht, kann das Lösungsverhalten beziehungsweise die zeitliche Entwicklung von *s* sehr unterschiedlich ausfallen, wie Abbildung 2 aufzeigt.

**Abbildung 2**

Wir haben hier für vier unterschiedliche Übertragungsparameter die verschiedenen Zeitdiagramme von *s* aufgetragen. Für einen Übertragungsparameter von *u*=1 ähnelt das Zeitdiagramm in Teil a dem der Abbildung 1. Die Erwartung aggregiert sich hoch, bis nach 15 Zeiteinheiten etwa 50 Prozent der Population die gleiche Erwartung besitzen. Steigt nun der Wert der Übertragungsrate auf 4,5 so pendelt sich nach ungefähr 11 Zeiteinheiten ein konstanter 2er-Zyklus ein, das heißt der Anteil der Population mit derselben Erwartungshaltung schwankt von einer Periode zur anderen zwischen 36 und 58 Prozent. Dies ist in Teil b der Abbildung dargestellt. Durch einen weiteren Anstieg der Übertragungsrate auf den Wert 5 wird ein konstanter 4er-Zyklus ausgelöst, wie im Teil c der Abbildung zu sehen ist. Hierbei schwankt der Anteil der Population zwischen 58, 35, 61 und

27 Prozent. Wir sehen weiterhin, daß im Teil d der Abbildung bei einem Übertragungsparameter von 6 die Populationsanteile scheinbar regellos hin- und herspringen. In diesem chaotischen Bereich ist keine Regelmäßigkeit mehr zu erkennen. Die Populationsanteile nehmen Werte zwischen 0 und 70 Prozent an. Ganz allgemein können wir also festhalten, daß aufgrund der im Modell inhärenten nichtlinearen Struktur der Populationsanteil der Individuen mit gleicher Erwartung mehr oder weniger regelmäßig beziehungsweise unregelmäßig schwankt, je nachdem wie hoch der Wert der Übertragungsrate ist.

Um noch bessere Einsichten in den eben aufgezeigten Prozeß der Erwartungsaggregation zu erhalten, haben wir das Modell von Schnabl um eine zweite Erwartungshaltung erweitert (Kugler/Hanusch 1994). Im Mittelpunkt steht nun die Frage: wie vermag eine kollektive Erwartungsbildung, die auf zwei oder mehreren konkurrierenden Grunderwartungen basiert, eine ökonomische Größe zu beeinflussen? Dazu betrachten wir die folgende Situation auf einem fiktiven Aktienmarkt:

Ein gewisser Ausgangsprozentsatz der Anleger ist in Periode 0 der Ansicht, daß der Kurs für eine bestimmte Aktie in der nächsten Periode steigen wird, während ein anderer Ausgangsprozentsatz ein Sinken dieses Kurses erwartet. Die Anleger mit der ersten Erwartungshaltung sind somit eher optimistisch, diejenigen mit der zweiten Erwartungshaltung eher pessimistisch eingestellt, was die zukünftige Kursentwicklung anbelangt. In Abbildung 3 haben wir wiederum vier mögliche Zeitdiagramme aufgezeichnet. In den einzelnen Teilbildern bezeichnet eine durchgezogene Linie den zeitlichen Verlauf der Aggregation der optimistischen Erwartung, eine gestrichelte Linie den der pessimistischen Erwartung. Die mit Punkten durchsetzte gestrichelte Linie stellt die Entwicklung des Aktienkurses bei implizit unterstellten „self-fulfilling prophecies“ dar.

Im Teilbereich a, bei einer Übertragungsrate von u = 9,5 wird von beiden Populationsanteilen ein 2er-Zyklus beschrieben. Die Zyklen verlaufen nach einer gewissen Zeitperiode synchron. Die die jeweiligen Erwartungen vertretenden Populationsanteile schwanken somit identisch pro Periode zwischen 16 und 30 Prozent. Zusätzlich können wir erkennen, daß eine solche Parallelentwicklung nach einer gewissen Zeit überhaupt keine Auswirkungen auf den Kurs hat.

Dies ändert sich bei einer Erhöhung der Übertragungsrate auf u = 9,9, wie dies im Teilbild b der

Fall ist. Bei beiden Populationsanteilen entsteht ein 4er-Zyklus. Das besondere an diesen Zyklen ist jedoch, daß sie nach anfänglich synchronem Verlauf plötzlich asynchron, aber immer noch prozyklisch verlaufen. Die Populationsanteile mit der optimistischen beziehungsweise mit der

**Abbildung 3**

pessimistischen Erwartung betragen demnach pro Periode (13/19), (29/32), (19/13) und (32/29) Prozent. Das prozyklische Verhalten ist an der Tatsache erkennbar, daß beide Erwartungshaltungen an sich pro Periode gleichläufig ab- und zunehmen. Das, nach einer gewissen Zeitperiode, asynchrone Verhalten findet seine Entsprechung in der Kursentwicklung. So beginnt der Aktienkurs nach einer Ruhephase, aufgrund der schwankenden Erwartungsanteile, ebenfalls zu oszillieren.

Die beiden restlichen Darstellungen c und d, für Übertragungsraten von u = 11,205 und u = 11,7, schließlich fallen in den chaotischen Bereich. Während in d das bekannte chaotische Lösungsverhalten auftritt, weist c unübersehbar eine periodische Ordnung auf. Dieses scheinbar geordnete Verhalten kann man als repräsentativ für eine sogenannte Ordnung im Chaos ansehen. Auffallend hierbei ist, daß sich, im Gegensatz zum Fall in Teilbild b, die Erwartungen in der

Dominanz gegenseitig abwechseln. Die kollektive Erwartungsbildung verläuft in diesem Fall also antizyklisch. Dies äußert sich dahingehend, daß von Periode zu Periode sich optimistische und pessimistische Erwartungshaltungen in der Dominanz abwechseln. Die beiden Erwartungshaltungen „kämpfen" im gewissen Sinne um eine dominierende Stellung unter den Anlegern. Daraus resultieren Kursfluktuationen, die im Unterschied zum Fall b wesentlich stärker ausfallen. Die Situation im Teilbereich d ist bereits aus dem ursprünglichen Schnabl-Modell bekannt. Jedoch kann man hier gut erkennen wie das „Chaos" in der Erwartungsbildung auch auf die Kursebene des Aktienmarktes durchschlägt.

Mit Hilfe der nichtlinearen Dynamik läßt sich also zeigen, daß bereits solche, auf der Mikroebene relativ einfach zu durchschauenden Systeme auf der Makroebene ein äußerst komplexes Verhalten aufweisen können. So kann insbesondere der von uns bereits angesprochene Systemeffekt bei nichtlinearen dynamischen Systemen eine überaus wichtige Bedeutung erlangen.

### 3.3 Konnektionismus

Ein weiterer Ansatz zur Aggregation von Erwartungen, der auf Nichtlinearitäten zurückgreift, läßt sich auf der Grundlage des sogenannten Konnektionismus konzipieren. Nimmt man diesen Begriff wörtlich, so geht es dabei um „Verbindungen". Verbunden werden viele kleine Einheiten zu einem hochgradig vernetzten Gesamtsystem. In Analogie zu biologischen Netzwerken, wie beispielsweise dem menschlichen Gehirn, nennt man diese Einheiten u.a. auch künstliche Neuronen. Der konnektionistische Ansatz firmiert deshalb auch als Theorie künstlicher Neuronaler Netze. Solche künstlichen Neuronalen Netze finden heute bereits in hohem Maße Anwendung in den Naturwissenschaften, sie werden aber auch zunehmend für ökonomische Problemstellungen verwendet. In den Wirtschaftswissenschaften kann man vor allem zwei Hauptanwendungsgebiete unterscheiden: den statistisch/ökonometrischen Bereich einerseits sowie den theoretisch/experimentellen andererseits. Ersterer besteht, von einigen Ausnahmen abgesehen, fast ausschließlich in der Prognose zukünftiger und insbesondere spekulativer Marktpreise. Dabei ist freilich noch längst nicht wissenschaftlich erwiesen, ob die konnektionistische Methodik gegenüber herkömmlichen statistischen Verfahren Vorteile aufweist und diesen überlegen ist. Verstärkt wird daher die Forderung erhoben, daß sich künstliche Neuronale Netze zunächst einmal als theoretische Erklärungsmodelle bewähren sollten, bevor man an eine statistisch-ökonometrische Anwendung

denken könne. Aus den statistischen Anomalien von Aktienkursverläufen etwa läßt sich nur bedingt auf eventuell zugrundeliegende kausale Faktoren in der Marktstruktur schließen (Loistl 1994).

Wie wir den vorherigen Beispielen entnehmen können, geht die heutige Kapitalmarktforschung immer mehr dazu über, die Mikrostruktur des Marktes zu modellieren. Der einzelne Agent wird hierbei nicht mehr nur als ein repräsentatives Individuum angesehen, dessen Verhalten ausschließlich von rationalen Motiven bestimmt ist, sondern als Entscheidungsträger mit begrenzter Fähigkeit der Informationsaufnahme und -verarbeitung, der sich durchaus auch von sogenannten irrationalen Faktoren beeinflussen läßt. Als Folge einer solchen mikroökonomischen Modellierung des Marktgeschehens stellt sich auf Aggregatebene ein Gesamtsystem dar, daß zahlreiche Interdependenzen berücksichtigt und daher einen hohen Grad an Nichtlinearität und Komplexität erreicht. Der konnektionistische Ansatz kann in dem Zusammenhang allgemein als eine geeignete Modellierungstechnik gelten, um komplexe Systeme der angesprochenen Art darzustellen.

Generell wird die Komplexität eines sozialen Systems durch drei Eigenschaften charakterisiert (Holland/Miller 1991):

- es besteht aus einem Netzwerk interagierender Individuen,
- im Aggregat zeigt es ein Verhalten, das durch die einzelnen Aktivitäten dieser Mitglieder erzeugt wird,
- dieses aggregierte Verhalten des Systems kann ohne detaillierte Kenntnisse der individuellen Verhaltensweisen nicht beschrieben werden.

Demnach ließe sich das Geschehen auf einem Aktienmarkt etwa durch ein künstliches Neuronales Netz modellieren und simulieren, welches explizit auf die Verhaltensweisen der einzelnen Anleger eingeht. Wir wollen im folgenden auf einfache Art eine solche Modellierung skizzieren. Allgemein läßt sich jedes künstliche Neuronale Netz

- durch seine Einzelneuronen,
- durch seine Struktur oder Topologie sowie
- durch seine Lernfähigkeit

charakterisieren. In Abbildung 4 haben wir beispielhaft ein Netzwerk dieser Art dargestellt. Zur besseren Illustration nehmen wir an, unser künstliches Neuronales Netz gebe das Modell eines Aktienmarktes wieder. Die Einzelneuronen A(1),A(2),....,A(N) beziehungsweise E(1),E(2), ...,E(N) bezeichnen die Anleger sowie ihre Erwartungen über die zukünftige Kursentwicklung. Die Neuronen OPT und PES symbolisieren in Analogie zum vorherigen Modell optimistische beziehungsweise pessimistische Tendenzen, die über das Neuron K den Output O, also den Aktienkurs determinieren.

**Abbildung 4**

Hierbei besitzt ein jedes dieser künstlichen Neuronen mehrere Eingänge, aber nur einen Ausgang. Jedes Einzelneuron verabeitet nun Eingangswerte und erzeugt einen Ausgangswert. Die Verarbeitung erfolgt je nach Problemstellung mittels nichtlinearer oder linearer Bewertungs- oder Übertragungsfunktionen. Im Beispiel unseres Aktienmarktes verarbeiten die einzelnen Anleger A(1),A(2),....,A(N) bestimmte Informationen $I^1$,$I^2$,...,$I^k$ zu einer individuellen Basiseinstellung, aus der sich infolge der Interaktion mit anderen Anlegern eine zugehörige Erwartungshaltung

E(1),E(2), ...,E(N) herauskristallisiert. Die Neuronen OPT und PES erzeugen aus den individuellen Erwartungshaltungen aggregierte Stimmungstendenzen, die wiederum vom Neuron K zum Output O, den Aktienkurs, verarbeitet werden. In der nächsten Periode fließt der Kurs als Rückkopplungsprozeß wieder in die Informationsmenge ein.

Die Struktur oder Topologie eines künstlichen Neuronalen Netzes besteht einerseits aus den Verbindungen, andererseits aus diversen Schichten. Die Verbindungen, mit deren Hilfe die Einzelneuronen in Kommunikation treten, können nun unterschiedliche Stärken aufweisen, die man Gewichtungen nennt. Diese Gewichtungen spielen im Rahmen der Lernprozesse eine große Rolle. Wie wir der Abbildung 4 entnehmen können, besteht das Netz aus einer Eingangs-, aus einer Ausgangs- und aus einer sogenannten verborgenen Schicht. Die jeweilige Funktion der ersten beiden Schichten dürfte aus dem vorher Gesagten klar sein. Bei den Neuronen der verborgenen Schicht bleiben die Ein- und Ausgangswerte unsichtbar, da nur sie mit anderen Neuronen verbunden sind. Die Modellierung der Struktur ist für ein künstliches Neuronales Netz von entscheidender Bedeutung, da in ihr die gesamte „Intelligenz“ des Systems zum Ausdruck kommt.

Unter der Lernfähigkeit versteht man dabei allgemein die Anpassung der einzelnen Verbindungsgewichte an den jeweiligen Output des Netzes. So werden beispielsweise im realen Börsengeschehen die Anleger diejenigen Informationen übergewichten, die ihnen ihre jeweilige Stimmungstendenz bestätigen, vor allem wenn die momentane Kursentwicklung dieser Tendenz entspricht. Darüberhinaus sind in der Realität die Anleger einem ständigen Lernprozeß unterworfen, zumal, wie Psychologen festgestellt haben, die Erwartungsbildung eng mit der Theorie des Lernens verknüpft ist. Analog zur Lerntheorie findet demnach auch die Anpassung der Verbindungsgewichte nach bestimmten Lernregeln statt. Eine detaillierte Darstellung dieser Regeln jedoch würde den Rahmen unserer Darstellung sprengen.

Bereits anhand unserer vereinfachten Modellsskizzierung kann man erkennen, daß auch der konnektionistische Ansatz geeignet ist, die Aggregationsproblemtik in der ökonomischen Modellbildung realitätsgerechter abzubilden. Nicht nur das Geschehen auf Kapitalmärkten läßt sich damit in differenzierter Form wiedergeben. Man kann sogar generell sagen, daß die Möglichkeiten, die sich daraus für die moderne Volkswirtschaftslehre ergeben, bei weitem noch nicht ausgeschöpft sind.

## 4. Schlußbetrachtungen und weitere Forschungsaussichten

Natürlich konnten wir mit diesem Beitrag nicht alle Aspekte des riesigen Problemfeldes „Aggregation von individuellen Entscheidungspräferenzen“ aufzeigen. Wir mußten uns vielmehr auf das beschränken, was uns wesentlich erschien. So kommt man unsereres Erachtens nicht umhin, zunächst einmal auf die Forschungsgegensätze hinzuweisen, die traditionell zwischen der Mikro- und der Makroökonomik bestehen. Auf der einen Seite geht es um die individuelle ökonomische Entscheidung, auf der anderen Seite um das Verhalten von volkswirtschaftlichen Systemvariablen. Da die eine Ebene ohne die andere nicht existieren kann und darüberhinaus zwischen beiden Feedback-Prozesse ablaufen, ist es eine der Grundaufgaben der Volkswirtschaftslehre, beide auf systematische Art und Weise miteinander zu verknüpfen, sei es in Form der Aggregation oder der Disaggregation. In der traditionellen Literatur kennt man hierzu zahlreiche Versuche, die letztlich aber als wenig geglückt erscheinen. Bewegt man sich allerdings etwas weg von den traditionellen Lehrmeinungen, so sind durchaus Ansätze erkennbar, die aufgrund ihrer interdisziplinären Ausrichtung zu interessanten Einsichten führen können. Wir versuchten das Schwergewicht dieses Beitrags vor allem auf drei solcher Konzepte zu legen, nämlich die Synergetik, die Chaostheorie und den Konnektionismus.

Ganz allgemein läßt sich feststellen, daß die Volkswirtschaftslehre verstärkt eine interdisziplinäre Zusammenarbeit mit anderen Wissenschaftsbereichen anstreben muß, wenn sie nicht zunehmend an Erklärungsgehalt einbüßen möchte. An erster Stelle seien hier die Sozialwissenschaften genannt, mit deren Hilfe man endlich zu einem realitätsgerechteren Bild des wirtschaftenden Menschen gelangen sollte. Auch von den Naturwissenschaften lassen sich Erkenntnisse übertragen, was beispielsweise das Verhalten von Systemen anlangt. Vor allem Forschungsbereiche der Biologie sowie der Physik können hier von großem Nutzen sein, damit die Volkswirtschaftslehre auch weiterhin ihren Anspruch beibehält, eine lebende und lernende Wissenschaft zu sein.

## Literaturverzeichnis

**Arrow, K.** (1964) The Role of Securities in the Optimal Allocation of Risk Bearing. In: Review of

Economic Studies, 91-96

**Debreu, G** (1959) Theory of Value: An Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium, Wiley & Sons, New York

**Frey, B.S., Stroebe, W.** (1980) Ist das Modell des Homo Oeconomicus „unpsychologisch"? In: Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, 136(1), 82-97

**Haken, H.** (1988) Erfolgsgeheimnisse der Natur. Synergetik: Die Lehre vom Zusammenwirken, Ullstein, Frankfurt/M.

**Hanusch, H., Kuhn, T.** (1994) Einführung in die Volkswirtschaftslehre, 3. Aufl.., Springer-Verlag, Berlin u.a.

**Holland, J.H., Miller, J.H.** (1991) Artificial Adaptive Agents in Economic Theory. In: AEA Papers and Proceedings, 81/2, 365-370

**Koblo, R. (1991)** The Visible Hand - Synergetic Microfoundation of Macroeconomic Dynamics, Springer-Verlag, Berlin u.a.

**Kugler, F.** (1994) Preisbildung auf spekulativen Märkten. Ansätze für eine sozioökonomische Formalisierung, Physica-Verlag, Heidelberg

**Kugler, F., Hanusch, H.** (1994) Preisbildung und interaktive Erwartungsaggregation, Institut für Volkswirtschaftslehre der Universität Augsburg, Arbeitspapier Nr. 119

**Landes, T., Loistl, O.** (1992) Complexity Models in Financial Markets. In: Applied Stochastic Models and Data Analysis, 8, 209-228

**Loistl, O.** (1994) Kapitalmarkttheorie, Oldenbourg-Verlag, München-Wien

**Markowitz, H.M.** (1959) Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments, Wiley & Sons, New York

**Schlicht, E.** (1977) Grundlagen der ökonomischen Analyse, Rowohlt-Verlag, Hamburg

**Schnabl, H.** (1989) Erwartungen und Aggregation - Ansatzpunkte eines interaktionsbasierten Modells der Erwartungsbildung. In: Cambel, A.B., Fritsch, B., Keller, J. U. (Hrsg.): Dissipative Strukturen in Integrierten Systemen, Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden, 315-332

**Sharpe, W.** (1964) Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk. In: Journal of Finance, 19, 425-442

**Shiller, R.J.** (1990) Speculative Prices and Popular Models. In: The Journal of Economic Perspectives, 4(2), 55-65

**Weidlich, W., Braun, M.** (1992) The Master Equation Approach to Nonlinear Economics. In:

Journal of Evolutionary Economics, 2, 233-265

**Witt U.** (1990) Einleitung: Warum evolutorische Ökonomik. In: Witt, U. (Hrsg.): Studien zur evolutorischen Ökonomik I, Duncker & Humblot, Berlin