

## Computerisierte Börsenexperimente

### Ein Beitrag zu einer Experimentellen Kapitalmarktforschung

Von Wolfgang Gerke und Horst Bienert

Der Beitrag entwickelt ein Konzept für die Anwendung experimenteller Methoden auf Fragestellungen der Kapitalmarktforschung. Kapitalmarkttheorie und empirische Forschung lassen sich dadurch sinnvoll ergänzen. Die Überlegungen münden in die Entwicklung einer experimentellen Computerbörsen zur Untersuchung komplexer Marktprozesse am Modell.

Die Ergänzung theoretischer Kapitalmarktmodelle und empirischer Studien durch experimentelle Untersuchungen wird durch die Unbeobachtbarkeit und Komplexität wichtiger Einflußfaktoren des Marktgeschehens nahegelegt, die eine zuverlässige Identifikation von Ursache-Wirkungs-Beziehungen erschweren. Die experimentelle Kapitalmarktforschung dient der Suche nach solchen kausalen Gesetzmäßigkeiten unter vereinfachten Bedingungen. Die bei dieser Vereinfachung anzustellenden Überlegungen werden im folgenden an Hand der Entwicklung eines experimentellen Handelssystems diskutiert.

Vorgestellt wird die eigens für experimentelle Zwecke entwickelte computerisierte Modellbörse CAT („Computerized Asset Trading“). An dieser Börse handeln die Teilnehmer dividendenzahlende Wertpapiere durch die Eingabe von Kauf- und Verkaufaufträgen, die durch das System zusammengeführt und in Kurse umgesetzt werden. Die Experimentalbörse CAT ermöglicht die gleichzeitige Beobachtung der Informationsabrufe und Reaktionen der Teilnehmer und der daraus resultierenden Kurse und Umsätze, sowie die gezielte Veränderung von Elementen der Marktorganisation.

#### 1. Experimente als Beitrag zur Kapitalmarktforschung

##### 1.1. Offene Fragen der Kapitalmarktforschung

Die Kapitalmarktforschung bemüht sich um die Beschreibung, Erklärung, Prognose und Gestaltung des Geschehens auf den Kapitalmärkten. Ein großer Teil der Forschungsanstrengungen konzentriert sich auf hoch organisierte Wertpapiermärkte, die als Sekundärmarkte durch ihre

Kurssignale und ihre Transformationsleistungen eine wichtige Steuerungsfunktion für die Kapitalallokation ausüben.

Theoretische Modelle bestimmen die Auswahl und Verknüpfung der Variablen in der empirischen Forschung, und empirische Ergebnisse führen zu Modifikationen theoretischer Modelle. Die Kombination theoretischer und empirischer Ansätze hat zu einem konsistenten modellgestützten Bild der Finanzmärkte geführt, wie es in modernen Lehrbüchern vermittelt wird (z.B. *Franke/Hax* 1990 oder *Copeland/Weston* 1988). Dieser Erfolg beschränkt sich aber bisher weitgehend auf die Betrachtung der Kurse auf aggregierter Ebene, ohne diese Marktgergebnisse im eigentlichen Sinne – aus dem Marktgeschehen heraus – zu erklären.

Von den Einflußfaktoren, die dieses Marktgeschehen bestimmen, können in empirischen Studien meist nur veröffentlichte Teile der Informationsbasis sowie Kurse und Umsätze beobachtet werden. Die Ausgangssituationen und Ziele der Marktteilnehmer, ihre Informationsbasis und deren Umsetzung in Erwartungen, sowie die daraus resultierenden Handlungen und deren Aggregation zum Marktgeschehen werden auch in theoretischen Modellen entweder gar nicht oder in starker Vereinfachung abgebildet. Die hieraus abgeleiteten und empirisch getesteten Aussagen stellen daher in der Regel eine direkte Verknüpfung zwischen Informationen und Kursen her (vgl. Abbildung 1). Diese „Abkürzung“ ist jedoch mit Nachteilen für den Erklärungsgehalt der Modelle verbunden.

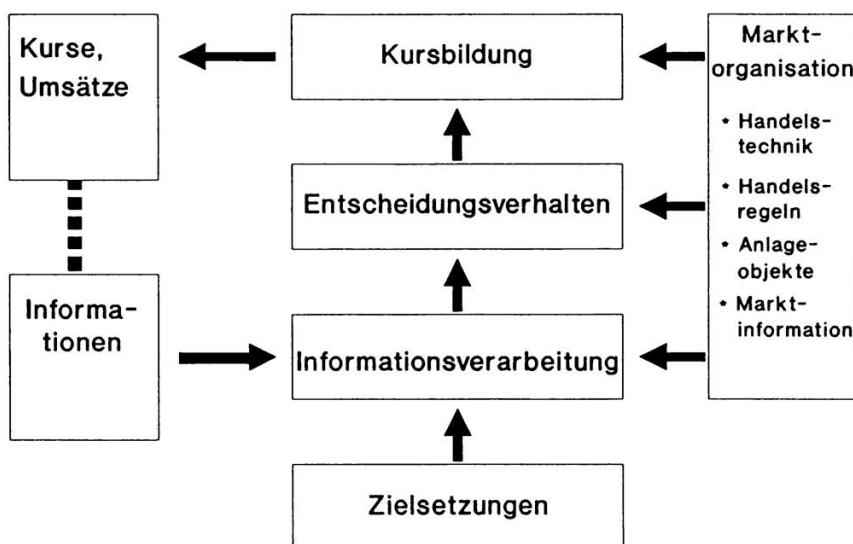


Abbildung 1: Einflußfaktoren im Marktprozeß

Die Annahmen eines theoretischen Modells, aus dem eine Aussage ursprünglich abgeleitet wurde, sind häufig nicht zur kausalen Erklärung einer Beobachtung geeignet (vgl. auch *Tietzel* 1981; *Drukarczyk* 1975, 82), da sie in der Regel nicht erfüllt sind. Selbst im Falle einer empirischen Bestätigung bleibt die Frage nach dem „Warum“ unbeantwortet. Am deutlichsten zeigen sich diese Nachteile bei der Frage nach der zweckmäßigen Gestaltung der Marktorganisation. Ansätze, die die Bedeutung der Marktorganisation für das Verhalten der Marktteilnehmer und dessen Auswirkung auf die Kursbildung ausblenden, sind als Grundlage für solche Gestaltungsentscheidungen ungeeignet. Das Verhalten der Marktteilnehmer bestimmt das Marktergebnis, und die Marktorganisation beeinflußt das Verhalten der Marktteilnehmer (*Smith* 1987, 245).

Der empirische Nachweis von nicht theoriekonformen Regelmäßigkeiten („Anomalien“) und das Interesse an einer besseren Entscheidungsgrundlage für die Gestaltung der Marktorganisation führen zu verstärkten Bemühungen um eine Mikrofundierung der Kapitalmarkttheorie<sup>1</sup>. Ein Hauptproblem liegt dabei in der Isolierung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen, wenn eine Vielzahl von unbeobachteten Faktoren für beobachtete Wirkungen verantwortlich sein können.

Die bewußte Gestaltung von Situationen, in denen sich Wirkungsbeziehungen zuverlässig identifizieren lassen, ist das Merkmal eines Experiments. Im Experiment wird die Wirkung eines Faktors dadurch untersucht, daß er gezielt und isoliert variiert wird, während andere Einflüsse nach Möglichkeit ausgeschaltet und die Ergebnisse beobachtet und verglichen werden (*Bronner* 1973, 55).

## 1.2. Experimentelle Wirtschaftsforschung

Die Untersuchung ökonomischer Fragestellungen mit Hilfe experimenteller Methoden hat ihre Wurzeln in der Entscheidungsforschung, der Spieltheorie und der mikroökonomischen Markttheorie (*Selten/Tietz* 1980, *Smith* 1982). Gegenstand der Untersuchung ist jeweils das menschliche Verhalten in einer modellhaft realisierten ökonomisch relevanten Entscheidungssituation. Die Vielzahl solcher Experimente läßt sich nach dem Charakter der Entscheidungssituation grob gliedern in

- abstrakte, entscheidungstheoretische Wahlsituationen,

<sup>1</sup> Dazu gehören Ansätze zur theoretischen Modellierung der dynamischen, institutionellen und psychologischen Aspekte des Marktes (vgl. *Cohen* et al. 1986, *Loistl* 1990, *Loistl/Landes* 1989, *Maas/Weibler* 1990, *Schwartz* 1988, *Stoll* 1990, *Weber* 1990). Gleichzeitig bemühen sich empirische Untersuchungen um eine bessere Erfassung des Anlegerverhaltens, der Marktorganisation oder des Orderflusses (*Shiller* 1990, *Lüdecke/Schlag* 1992, *Stoll/Whaley* 1990).

- realistischere ökonomische Entscheidungssituationen, und
- interdependente Entscheidungen mehrerer Teilnehmer (Hey 1991).

Experimente mit abstrakten Einzelentscheidungen der Teilnehmer haben zur Aufdeckung einer Reihe von Verhaltensregelmäßigkeiten geführt, die dem Rationalitätspostulat der normativen Entscheidungstheorie widersprechen. Beispielsweise lassen sich viele Versuchspersonen durch Unterschiede in der Formulierung derselben Entscheidungsprobleme zu unterschiedlichen Entscheidungen bewegen oder beziehen irrelevante Kosten in ihr Kalkül mit ein (vgl. *Eichenberger/Frey* 1990, *Thaler* 1987, *Weber* 1990). Auch diese Experimente sind insofern kapitalmarktrelevant, als sie die Gültigkeit der Verhaltensannahmen von Kapitalmarktmodellen in Frage stellen.

Im Falle der interdependenten Entscheidungen mehrerer Teilnehmer interessiert neben dem Verhalten des Einzelnen auch die daraus resultierende Entwicklung des abgebildeten Systems. Zu den untersuchten Entscheidungssituationen zählen spieltheoretische Konflikte, Verhandlungsspiele, unvollkommene Märkte mit Oligopol- oder Duopolstruktur, polopolistische Märkte, Auktionen, Unternehmensspiele oder makroökonomische Modelle (Friedman/Sunder 1993, Hey 1991, Plott 1982, Selten 1979, Selten/Tietz 1980, Smith 1991, Tietz/Weber 1980, Weber 1990).

Die Basis für experimentelle Wertpapiermärkte bilden einfache Gütermärkte, in denen Käufer und Verkäufer ein fiktives Gut handeln. Durch die Vorgabe unterschiedlicher „Kosten“ und „Werte“ für einzelne Teilnehmer entstehen implizite Angebots- und Nachfragekurven, die am Markt aber nicht bekannt sind. Wie schnell und gut der Markt die möglichen Handelsgewinne realisiert<sup>2</sup> und sich dem theoretischen Gleichgewichtspreis annähert, hängt bei gegebener Angebots- und Nachfragesituation maßgeblich von der verwendeten Marktinstitution ab: „Institutions matter“ (Smith 1989, 156).

### 1.3. Experimentelle Kapitalmarktforschung

Der Begriff experimentelle Kapitalmarktforschung soll den Teil der experimentellen Wirtschaftsforschung bezeichnen, der sich mit Entscheidungen am Kapitalmarkt beschäftigt. Dabei ist zu unterscheiden zwischen Einzelexperimenten und experimentellen Wertpapiermärkten.

In Einzelexperimenten werden die Rahmendaten für individuelle Entscheidungen ausschließlich vom Versuchsleiter vorgegeben. Meist können

<sup>2</sup> Handelsgewinne entstehen dann, wenn ein Käufer das Gut zu einem geringeren Preis als seinem persönlichen „Wert“ kauft und/oder ein Verkäufer das Gut zu einem höheren Preis als seinen persönlichen „Kosten“ verkauft.

die Teilnehmer mehr oder weniger vereinfachte Wertpapiere in aufeinanderfolgenden Perioden kaufen und verkaufen. Diese Vorgabe kann durchaus einen „Markthintergrund“ beinhalten, die Kurse der „gehandelten“ Titel sind aber von den Entscheidungen der Teilnehmer unabhängig. Solche Einzelexperimente sind geeignet, typische Reaktionen auf Marktentwicklungen auch in komplexeren Entscheidungssituationen zu untersuchen, da die Ausblendung von Interaktionseffekten zwischen den Entscheidern eine Isolierung von Reaktionen ermöglicht. Bisherige Untersuchungen zeigen, daß die Portefeuillebildung im Einzelfall und im Durchschnitt weit von den Empfehlungen der Portefeuilletheorie abweicht (*Kroll/Levy/Rapoport* 1988a und 1988b, *Kroll/Levy* 1992, *Weber/Camerer* 1992) und daß Vergangenheitsdaten wie Einstandspreise (*Weber/Camerer* 1991) und Kurstrends (*Andreassen* 1988) einen starken Einfluß auf die Entscheidungen ausüben.

In Einzelexperimenten ist es möglich, daß Teilnehmer kaufen oder verkaufen, ohne daß andere Teilnehmer die Gegenseite einnehmen. Wenn sich Käufe und Verkäufe über eine große Zahl von Teilnehmern aber nicht ausgleichen, sind deren Einzelentscheidungen in ihrer Gesamtheit nicht mit der vorgegebenen Entwicklung vereinbar und bedingen eine andere Marktentwicklung, die vermutlich wieder zu anderen Einzelentscheidungen geführt hätte.

In experimentellen Wertpapiermärkten, in der englischsprachigen Literatur „asset markets“ genannt, tritt gerade die Interaktion der Einzelentscheidungen in den Vordergrund des Interesses. Eine Gruppe von Teilnehmern bildet einen geschlossenen Markt, dessen Kursentwicklung durch die Einzelentscheidungen bestimmt wird. Von den oben beschriebenen Gütermärkten unterscheidet sich ein experimenteller Wertpapiermarkt dadurch, daß jeder Teilnehmer kaufen und verkaufen kann. Die Handelsobjekte erhalten ihren Wert dadurch, daß sie sichere Zahlungen in mehreren Perioden ausschütten oder eine oder mehrere Zahlungen in unsicherer Höhe ausschütten (*Friedman/Sunder* 1993, Kapitel 3).

Auf der Marktebene stellen die gehandelten Kurse und die Verteilung der Handelsobjekte die wichtigsten Untersuchungsgrößen dar. Die institutionelle Gestaltung des Handelssystems und der Informationsstand der Marktteilnehmer werden vorgegeben und gezielt variiert, um ihren Einfluß auf Informationseffizienz und Allokationseffizienz des Marktes zu beobachten. Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht die Frage, wie die Informationen, die einzelne Marktteilnehmer über den voraussichtlichen Wert der Wertpapiere erhalten, sich in den Kursen und der Verteilung der Titel auf die Teilnehmer widerspiegeln. Das Hauptinteresse gilt dabei den Bedingungen für volle Informationseffizienz<sup>3</sup>.

Nach mehrfacher „stationärer“ Wiederholung des Handels mit gleichen Marktbedingungen und einfacher Informationsstruktur kann eine Konvergenz gegen ein informationseffizientes Gleichgewicht beobachtet werden (*Copeland/Friedman* 1987, *Friedman/Harrison/Salmon* 1984, *Forsythe/Lundholm* 1990, *Plott/Sunder* 1982). In diesen Märkten gelingt es den Teilnehmern offensichtlich, aus dem Marktgeschehen auf die Informationen anderer Teilnehmer über den Wert der Titel zu schließen. Begünstigt wird diese Konvergenz durch die Existenz einfacher Futures-Kontrakte und durch experimenterfahrene Teilnehmer (*Forsythe/Palfrey/Plott* 1982).

*O'Brien/Srivastava* 1991, untersuchen erstmals komplexere Märkte mit mehreren Wertpapieren und einer komplizierteren Informationsstruktur, die die Informationen der Teilnehmer nur noch unvollkommen widerspiegeln. Schon in recht einfachen Märkten, in denen private Informationen versteigert werden (*Copeland/Friedman* 1992, *Sunder* 1992) oder in denen die Existenz von Insidern (*Camerer/Weigelt* 1991) oder längere Handelssequenzen (*Camerer/Weigelt* 1990, *Smith/Suchanek/Williams* 1988, *King* 1991) das Auftreten von ausgeprägten Fehlbewertungen begünstigen, zeigen sich teilweise erhebliche Abweichungen von den fundamentalen Werten der gehandelten Titel, die durch die erwarteten Zahlungen vorgegeben sind. Dabei spielen die Marktorganisation (*Friedman* 1991) und Privilegien für einzelne Teilnehmer (*Friedman* 1992a) eine wichtige Rolle.

Obwohl viele dieser Experimente mit einer computerisierten Variante der zweiseitigen Auktion arbeiten, die es erlauben würde, auch den Prozeß der Annäherung von Kauf- und Verkaufsgeboten und die zeitliche Entwicklung der Kurse aufzuzeichnen und genauer zu betrachten, beschränkt sich die Auswertung fast ausschließlich auf eine summarische Betrachtung der Kurse und Allokationen. Geprüft wird lediglich die relative Übereinstimmung der Daten mit den Ergebnissen verschiedener Gleichgewichtsmodelle mit unterschiedlichen Informationsannahmen. Die meist starke Streuung der einzelnen Kurse wird dabei vor allem als empirisches Rauschen betrachtet.

Der Verzicht auf eine stärkere Betrachtung des Kursverlaufes und der Individualebene folgt aus dem Verständnis des Experiments als Test von Theorien und dem Mangel an testbaren Theorien zur Dynamik der Einzelentscheidungen von Marktteilnehmern (*Camerer* 1992, 246 - 247; *Copeland/Friedman* 1992, 247). Gerade zur Entwicklung solcher Theorien könnten entsprechend gestaltete Experimente jedoch beitragen.

<sup>3</sup> In einigen Untersuchungen steht die Relevanz von individuellen Entscheidungsmustern für den Markt im Vordergrund (*Camerer* 1987, *Camerer/Loewenstein/Weber* 1989, *Weber* 1989).

Die Erkenntnisse aus bisherigen Experimenten lassen sich dazu nutzen, die Komplexität der Versuchssituation schrittweise zu steigern. Außerdem erlauben sie die Ergänzung um potentiell relevante Einflußfaktoren realer Kapitalmärkte. Eine gezielte Komplexitätssteigerung in Marktexperimenten befürworten beispielsweise *Camerer* 1992, 269, und *Hey* 1991, 208, 226. Sowohl zur Angleichung der Experimentsituation an Merkmale realer Kapitalmärkte als auch zur verstärkten Betrachtung der Marktprozesse, bis hin zur Individualebene, wollen wir durch die Entwicklung der experimentellen Computerbörse CAT beitragen.

## 2. Börsenexperimente als Modell

### 2.1. Experiment, Modell, Theorie und Realität

*Tietz* 1988, 4, ordnet die experimentelle Wirtschaftsforschung zwischen der empirischen Feldforschung einerseits und der Wirtschaftstheorie andererseits ein. Dieser Zwischenposition der experimentellen Methode entspricht auch die Bandbreite möglicher Zielsetzungen von der Prüfung theoretisch fundierter Hypothesen bis zur Ermittlung von Gesetzmäßigkeiten für theoretisch noch weitgehend unstrukturierte Bereiche (*Plotz* 1982, *Tietz/Weber* 1980, 518).

Die angestrebte Beobachtbarkeit, Isolierbarkeit und Wiederholbarkeit des Geschehens wird im Experiment durch eine Beschränkung der Anzahl wirksamer Einflußfaktoren erreicht. Die Vereinfachung der Experimentsituation gegenüber der Realität ist dabei nicht grundsätzlich ein Nachteil der experimentellen Methode. Die Suche nach Gesetzmäßigkeiten setzt die Grundüberzeugung voraus, daß nicht alle Merkmale einer historisch einmaligen Situation gleich wichtig sind (*Christensen* 1980, 19). Solche Gesetzmäßigkeiten gelten in unterschiedlichen Situationen, solange die relevanten Einflußfaktoren übereinstimmen. Eine Theorie legt fest, welche Faktoren als „relevant“ betrachtet werden (*Friedman/Sunder* 1993, Kapitel 2). Theoretische Aussagen beziehen sich nicht auf Einzelfälle, sondern auf Generalisierungen, die auf der Vernachlässigung von Merkmalen des Einzelfalles beruhen. Die Gesamtheit dieser Vereinfachungen bildet ein Modell (*Eichhorn* 1979). Die Angemessenheit der Vereinfachungen bestimmt den Wert eines solchen Modells, aber die Vereinfachung selbst ist eine logische Notwendigkeit (*Schulz/Muthig/Koeppeler* 1981, 81).

Experimente lassen sich als empirische Untersuchungen an einem Realmodell bezeichnen. Es hängt von der Gestaltung dieses Modells ab, inwiefern die dabei gefundenen Gesetzmäßigkeiten auch außerhalb der Experimentsituation gelten. Der Vorteil der Marktexperimente gegenüber mathematischen Modellen liegt darin, daß menschliches Verhalten

in einer komplexen Situation nicht durch ein Modell menschlichen Verhaltens, sondern durch menschliches Verhalten in einem Modell der Situation abgebildet wird.

Diese Sicht des Experiments als Modell steht nicht im Widerspruch zu der Tatsache, daß die Situation des Experiments selbst eine reale Situation ist, in der reale Personen reale Entscheidungen treffen (Smith 1976, 274). Dadurch wird die Frage nach der externen Validität, nach der Übertragbarkeit der Ergebnisse von der experimentellen auf eine andere Situation, zur Frage nach der Vergleichbarkeit („parallelism“) zweier gleichberechtigter Situationen (Smith 1991, 4). Experimente prüfen allgemeine Gesetzmäßigkeiten an einem speziellen aber realen Fall (Plott 1991, 902). Die „Kunst“ des Experiments besteht darin, die Untersuchung solcher Spezialfälle für das Verständnis des allgemeinen Falls relevant zu machen (Friedman/Sunder 1993, Kapitel 2). „In der Ausarbeitung des Modells liegt zweifellos die wichtigste und zugleich schwierigste Aufgabe der experimentellen Forschung.“ (Sauermann 1967, 304).

Welche Merkmale realer Märkte zu den relevanten Einflußfaktoren gehören, die auch in der experimentellen Welt vorhanden sein müssen, hängt von der Art der Fragestellung ab (Eisenführ 1974, 273). Dabei stellen Hypothesenprüfung und Theoriebildung nur idealtypische Extreme einer unterschiedlich starken Gewichtung beider Ziele dar. Reine Erkundungsexperimente ohne jeden theoretischen Hintergrund sind nicht möglich, denn erst eine noch so rudimentäre Theorie legt fest, welche Variablen zu betrachten sind (Tietzel 1982, 304; Popper 1982, 71).

Das Experiment kann dazu dienen, die Aussagen einer Theorie in einer Umgebung zu prüfen, die dem theoretischen Modell angepaßt ist. „Eine Theorie, die sich unter günstigen Bedingungen nicht bewährt, wird im allgemeinen unter ungünstigen noch unzutreffender sein“ (Selten 1979, 42). Durch Variation der Bedingungen wird untersucht, in welchem Ausmaß theoretische Aussagen robust gegen Verletzungen der Annahmen sind (Smith 1982, 939). Häufig wird, wie in den meisten experimentellen Wertpapiermärkten, lediglich beobachtet, wie gut die experimentellen Daten unterschiedlichen theoretischen Modellen entsprechen.

Für die experimentelle Untersuchung der Mikrodynamik eines Börsenmarktes liegt der Schwerpunkt der Zielsetzung weniger im exakten Test vorformulierter Gesetzmäßigkeiten, sondern in der Vervollständigung und Spezifizierung von Wirkungshypothesen. Dazu dient die gezielte Variation von potentiell interessanten Variablen, zum Beispiel der Marktorganisation. Je weniger Einflußfaktoren durch theoretische Vorstrukturierung ausgeschlossen werden können, um so mehr muß die Komplexität des experimentellen Marktes die Komplexität realer Märkte widerspiegeln (Plott 1982, 1521).

## 2.2. Das Übertragungsproblem in Börsenexperimenten

Marktexperimente sollen dem besseren Verständnis von Gesetzmäßigkeiten realer Börsen dienen. Die Qualität der Ergebnisse muß daher sowohl nach der Zuverlässigkeit beurteilt werden, mit der sie innerhalb der Experimente gelten, als auch nach ihrer Übertragbarkeit außerhalb der Experimente.

Die Zuverlässigkeit, mit der ein im Experiment beobachteter Zusammenhang, ein Verhaltensmuster oder eine Regelmäßigkeit, tatsächlich vorhanden ist, wird als interne Validität bezeichnet. Interne Validität ist dann gegeben, wenn die beobachtete Wirkung tatsächlich auf die kontrollierten und variierten Variablen des Experimentes zurückgeht und nicht auf unkontrollierte Störvariablen (*Campbell* 1957, 297). Ein Anzeichen für interne Validität ist die Wiederholbarkeit der Experimente mit gleichen Ergebnissen. Der Genauigkeit der Wiederholung sind in sozialwissenschaftlichen Experimenten allerdings durch den „menschlichen Faktor“ Grenzen gesetzt (*Opp* 1969, 108).

Die Übertragbarkeit der experimentellen Ergebnisse auf reale Kapitalmärkte hängt von einer Entsprechung der relevanten Faktoren zwischen experimentellem und realem Markt ab. Für diese externe Validität kommt es allerdings nicht auf die äußerliche „Realitätsnähe“ an, die wegen der damit verbundenen Komplexität in Konflikt mit der internen Validität stehen kann (*Bronner* 1973, 57; *Campbell* 1957, 297). Eine „realistische“ Ausprägung einzelner Elemente kann sogar negativ auf die externe Validität wirken, wenn dadurch eine ausgewogene Vereinfachung verhindert wird. Bei einer „realistischen“ Anzahl handelbarer Titel ließe sich bei der geringeren Zahl der Teilnehmer in einem Experiment beispielsweise kein Markt mehr bilden.

Für eine grundsätzliche Übertragbarkeit spricht die Vermutung, daß menschliches Verhalten von einer relativ kleinen Teilmenge aller Umstände bestimmt wird, und daß diese Teilmenge im Experiment wirksam ist (*Smith* 1987, 248). „Sicherlich ist die Situation für rein theoretisch abgeleitete Ergebnisse nicht günstiger“ (*Selten* 1979, 44). Wenn sich ein experimentelles Ergebnis gegenüber der Variation von Variablen robust zeigt, deren Werte im Experiment von der Realität abweichen, spricht dies für die Übertragbarkeit. Gleches gilt, wenn ein im Experiment auftretender Effekt mit Faktoren begründet werden kann, die sich zwischen Experiment und Realität nicht grundsätzlich unterscheiden. Der erreichte Wissensstand stellt letztlich eine Kombination und gegenseitige Korrektur experimenteller, empirischer und theoretischer Erkenntnisse dar (*Plott* 1982, 1523).

### 2.3. Zielsetzung und Situationsgestaltung

#### 2.3.1. Ziele

Mit Hilfe eines experimentellen Modells sollen Zusammenhänge zwischen schwer beobachtbaren Größen realer Märkte transparent gemacht werden, um Anregungen für empirische Kapitalmarktstudien und eine Weiterentwicklung der Kapitalmarkttheorie im Bereich der Marktmikrostruktur zu geben. Dabei lassen sich drei grundlegende Zielsetzungen formulieren, die die Gestaltung des experimentellen Systems bestimmen:

- Kurse und Umsätze werden als Ergebnis eines *Marktprozesses* betrachtet, der die Entscheidungen der Teilnehmer nicht nur aggregiert, sondern auch beeinflußt. Die Gesetzmäßigkeiten dieser Rückwirkung sind Gegenstand der Untersuchung.
- Im Vordergrund steht dabei der Einfluß von Variationen der *Marktorganisation* und die Erklärung dieses Einflusses.
- Auf der *Mikroebene* wird eine bessere Beschreibung des menschlichen Entscheidungsverhaltens im Rahmen organisierter Kapitalmärkte angestrebt.

Zusammen mit den technisch-organisatorischen Möglichkeiten der Versuchsdurchführung geben diese Ziele den Rahmen für eine „ausgewogene“ Vereinfachung des experimentellen Marktes vor. Die Abbildung der Marktorganisation und der Entscheidungssituation eines Teilnehmers muß aufeinander abgestimmt werden.

#### 2.3.2. Grundsatzentscheidungen zur Situationsgestaltung

Die in Abbildung 1 dargestellten Einflußfaktoren des Marktprozesses legen die Grundstruktur des experimentellen Modells fest. Wertpapiere erhalten ihren Wert durch die Zahlungen, die ihren Inhabern zufließen. Über die Höhe dieser zukünftigen Zahlungen im Vergleich zu alternativen Anlagemöglichkeiten stehen nur unvollständige Informationen zur Verfügung. Diese werden von den Marktteilnehmern verarbeitet und in Entscheidungen umgesetzt. Durch Aktivitäten am Markt signalisiert ein Teilnehmer seine Bewertung eines Titels, die von anderen in ihren Entscheidungen berücksichtigt wird. Dieser Lernprozeß wird durch die Festlegung der Handelsregeln und den Inhalt und die Verteilung der Marktinformationen beeinflußt.

Zu den Mindestelementen des experimentellen Modells gehört ein Handelssystem, das die Entscheidungen der Teilnehmer nach festen Regeln in Transaktionen umsetzt und Informationen über diese Transaktionen

verbreitet. Handelsobjekt sind Titel, die für ihre Inhaber unsichere zukünftige Zahlungen ausschütten. Informationen über diese Zahlungen werden ebenfalls zur Verfügung gestellt. Damit auch Aspekte der Portefeuillebildung beobachtet werden können, werden mehrere Titel parallel gehandelt. Um möglichst viele Größen detailliert, zeitgenau und für einzelne Teilnehmer aufzzeichnen und auswerten zu können, wird der experimentelle Markt als reine Computerbörse realisiert.

Zu den wichtigsten Rahmenbedingungen gehört eine Beschränkung der Dauer und der Teilnehmerzahl des Experimentes, wobei auch der Zeitaufwand für die Vorbereitung der Teilnehmer auf das eigentliche Experiment zu berücksichtigen ist. Aus der zeitlichen Raffung und der begrenzten Vorbereitungszeit folgt die Notwendigkeit einer adäquaten Komplexitätsreduktion für die Teilnehmer.

Diese Komplexitätsreduktion wird durch die Beschränkung des Handels auf die Aktien weniger fiktiver Unternehmen erreicht. Informationen über diese Unternehmen werden in stark verdichteter Form zur Verfügung gestellt und beziehen sich direkt auf die zu erwartenden Ausschüttungen, indem sie sie durch Erwartungswert und Standardabweichung einer Normalverteilung beschreiben. Als festverzinsliche Alternative wird ein Festgeldkonto angeboten. Als Ausgangsbasis dient eine homogene Vermögensausstattung der Teilnehmer. Durch die Zeitraffung werden Elemente kurzfristig orientierter Handelsentscheidungen und längerfristig orientierter Anlageentscheidungen bei einem Teilnehmer kombiniert.

In zwei wichtigen Punkten erfordert die modellhafte Abbildung des Börsenhandels von Aktien eine Abkehr von zentralen Merkmalen vieler experimenteller Märkte. Fast alle Marktexperimente<sup>4</sup> teilen die Versuchsdauer in kurze Abschnitte auf, die unter gleichen Startbedingungen mehrfach wiederholt werden. Diese stationäre Wiederholung erlaubt nicht nur den Teilnehmern, die Regeln des Marktes zu erlernen und ihre Strategien daran anzupassen, sie ermöglicht ihnen auch, aus den mehrfach wiederholten Anpassungsprozessen auf die Informationen anderer Teilnehmer über die Ausschüttungen des Handelsobjektes zu schließen und sich so einem informationseffizienten statischen Gleichgewicht anzunähern.

Die Merkmale des angestrebten Marktprozesses sind dagegen historische Abhängigkeit, revolvierende Unsicherheit und endogene Kursbildung. Historische Abhängigkeit bedeutet, daß die Ausgangsposition für neue Entscheidungen von den vorher getroffenen Entscheidungen

---

<sup>4</sup> Ausnahmen sind Camerer/Weigelt 1990, Smith/Suchanek/Williams 1988 und King 1991.

abhängt. Kursverluste und -gewinne können sich über mehrere Perioden hinweg ansammeln.

Im Gegensatz zu den häufig verwendeten „liquidating dividends“ bedeutet revolvierende Unsicherheit über die Fundamentaldaten, daß bei grundsätzlich unbestimmter Lebensdauer einer Aktie die Unsicherheit über ihren Wert im Zeitablauf erhalten bleibt. Je näher die nächste Dividendenzahlung kommt, die zum Dividendentermin jede Unsicherheit verliert, um so mehr fällt die Unsicherheit über die weiter in der Zukunft liegenden Zahlungen ins Gewicht. Vor dem Konkurs läßt sich für keine Aktie unabhängig vom Börsenkurs ein objektiver sicherer Wert feststellen (*Granger/Morgenstern* 1970).

Der Kurs einer Aktie spiegelt daher vor allem die Erwartungen der Marktteilnehmer wider. Wenn die Dynamik derartiger Überzeugungen beobachtet werden soll, darf den gehandelten Titeln kein sicherer Wert zugewiesen werden. Der Kurs bildet sich endogen durch die Reaktion der Marktteilnehmer auf die Informationen über die zukünftigen unsicheren Ausschüttungen. Dadurch sind auch im Experiment Kursblasen möglich, länger anhaltende Abweichungen vom fundamentalen Wert, die nicht zu einem von außen vorgegebenen Zeitpunkt „platzen“ müssen.

Die überwiegende Mehrzahl aller Experimente, im psychologischen und im ökonomischen Bereich, wird aus Gründen der Praktikabilität mit studentischen Versuchspersonen durchgeführt. Die Frage nach der Zulässigkeit dieser Praxis lautet „Do college students behave like real people?“ (*Roth* 1988, 1022). Für viele Situationen wird diese Frage bejaht<sup>5</sup>, aber es empfiehlt sich, die Robustheit der Ergebnisse auch mit anderen Teilnehmergruppen zu prüfen. In Marktexperimenten müßte eigentlich vollständiger gefragt werden: Verhalten sich studentische Teilnehmer im experimentellen Markt ähnlich wie reale Teilnehmer in realen Märkten? Unterschiede zwischen studentischen und anderen Teilnehmern sprechen dann nicht automatisch gegen die externe Validität des studentischen Verhaltens. Gerade Teilnehmer mit beruflicher Erfahrung in ähnlichen aber nicht gleichen Situationen neigen dazu, ihr gewohntes Verhalten auf das Experiment zu übertragen, ohne dessen Vereinfachungen zur Kenntnis zu nehmen (*Burns* 1985). Für studentische Teilnehmer spricht deren gute Erreichbarkeit, Motivierbarkeit und die relativ gute Fähigkeit, sich schnell in das experimentelle Modell hineinzufinden.

Die Kombination von revolvierender Unsicherheit und endogener Kursbildung im angestrebten Umfang erfordert den Verzicht auf die in

<sup>5</sup> Vgl. *Eisenführ* 1974, 285; *Picot* 1975, 187; *Plotz* 1982, 1522; *Sauermann* 1967, 305 oder *DeJong/Forsythe/Uecker* 1988. *Alpert* 1967 findet dagegen Unterschiede in der Stabilität von Meinungen.

Marktexperimenten meist angewandte Form der Motivierung durch die erfolgsabhängige Zahlung von Geld. Diese Zahlungen sollen eine experimentelle Kontrolle der Zielsetzungen von Experimentteilnehmern sicherstellen (Smith 1976). Begründet wird die Notwendigkeit solcher Zahlungen mit den Ergebnissen einfacher und repetitiver Einzelexperimente, in denen die Teilnehmer bei hypothetischen Entscheidungen ohne materielle Anreize häufig „aus Langeweile“ von der rationalen Strategie abweichen (Smith 1991, 807).

Die Übertragbarkeit dieser Ergebnisse auf komplexere Experimente ist bisher nicht gesichert. Grether 1992, vergleicht Wahrscheinlichkeits schätzungen mit und ohne finanzielle Anreize und kommt zu dem Ergebnis, daß zwar die Zahl der erkennbar absurden Antworten mit finanziellen Anreizen geringer liegt, aber insgesamt keine „dramatischen“ Unterschiede sichtbar werden. In einfachen Marktexperimenten beschleunigen und verbessern erfolgsabhängige Geldzahlungen die Konvergenz zum statischen Gleichgewicht (Smith 1976, 277 - 278), aber ihr Einfluß ist vergleichsweise gering und wird von Variablen wie Teilnehmerzahl oder Experimenterfahrung der Teilnehmer übertroffen (Jamal/Sunder 1991).

Die Größenordnung der finanziellen Anreize, die notwendig sind, um nichtmonetäre Motivationalelemente zu dominieren, könnte deutlich oberhalb der üblichen Zahlungen liegen<sup>6</sup> und hängt vom Aufforderungscharakter der Situation und vom Einkommen der Versuchsteilnehmer ab. Die tatsächliche Motivation ist eine Kombination von materiellen Anreizen, Pflichtbewußtsein und Leistungsmotiv in bezug auf die wahrgenommene Aufgabe. Auch der Wunsch nach Anerkennung und nach Gruppenzugehörigkeit kann motivierend wirken (Eisenführ 1974, 286). Die Forderung nach dominierenden monetären Anreizen bei transparenter Versuchssituation nimmt implizit an, daß diese enge Kopplung von Verhalten und Anreizen auch in realen Märkten existiert (Camerer 1992, 245). Es kann daher auch in Frage gestellt werden, ob die Durchsetzung eindeutig definierter Präferenzen bei den Teilnehmern im Hinblick auf das Ziel der externen Validität überhaupt wünschenswert ist (Heiner 1985, Butler/Hey 1987, 179).

Ausschlaggebend für den Verzicht auf eine monetäre Motivation der Versuchsteilnehmer ist jedoch letztlich die Abwägung zwischen einer möglicherweise verbesserten Verhaltenskontrolle und der dazu erforderlichen Verringerung der externen Validität des experimentellen Modells. Monetäre Anreize müßten entweder einen Endwert der gehandelten Aktien vorgeben oder den im Markt gebildeten Kurs als Entlohnungsba

---

<sup>6</sup> Daher wird auch die Erhöhung monetärer Anreize, sowie die Einführung von finanziellen Verlusten für die Teilnehmer gefordert, vgl. Hey 1991, 51, 91, 195, 225 und die dort angegebene Literatur.

sis akzeptieren. Im ersten Fall müßte die Grundstruktur des Modells auf Kosten der endogenen Kursbildung verändert werden, im zweiten Fall würde die inhaltliche Situationsgestaltung als Börse der ökonomischen Struktur eines kooperativen Spiels gegen den Versuchsleiter bei potentiell unendlicher Auszahlung widersprechen. Ein denkbarer Kompromiß, bei dem die Auszahlung auf der Basis der relativen Endvermögen erfolgt, würde weder die Anforderungen der Theorie induzierter Präferenzen (Smith 1976) erfüllen, noch könnten Widersprüche zwischen inhaltlicher und ökonomischer Anreizstruktur ausgeschlossen werden.

Statt monetärer Anreize wird angestrebt, das natürliche Interesse und das Leistungsmotiv der Teilnehmer im Rahmen der Instruktion und Vorbereitung auf ein „schnelles und stetiges Vermögenswachstum“ zu lenken und durch eine ansprechende Gestaltung und zeitliche Begrenzung des Versuchsablaufes aufrecht zu erhalten. Die einzige Maßnahme zur Steigerung des „Ego-Involvement“ (Bronner/Wossidlo 1988) ist die Erhebung eines symbolischen Betrages, z.B. 5 DM bei Studenten, bei der Anmeldung, der nach Abschluß des Experimentes proportional zu den individuellen Vermögensständen wieder verteilt wird.

### 2.3.3. Versuchsablauf im CAT-System

Auf der Grundlage der dargestellten Grundsatzentscheidungen wurde mit Unterstützung der DFG eine computerisierte Modellumgebung für Börsenexperimente – das CAT-System – und eine dazugehörige standardisierte Vorgehensweise bei der Versuchsdurchführung entwickelt<sup>7</sup>. In der derzeit eingesetzten Version handeln 10 Teilnehmer 4 anfangs gleichmäßig verteilte fiktive Unternehmen und können ihr Kapital alternativ dazu in Festgeld investieren oder unverzinslich auf dem Konto halten. Dabei sitzt jeder Teilnehmer vor einem eigenen Bildschirm, über den alle Informationen abgerufen und Aufträge eingegeben werden.

Vor dem Beginn eines Experimentes werden den Teilnehmern die Regeln des Marktes und der Kursbildung sowie der Inhalt und die Bedeutung der verfügbaren Informationen ausführlich erläutert. In einer Vorbereitungsphase wird die Bedienung der Computer eingeübt. Zusätzlich erhalten alle Teilnehmer eine schriftliche Anleitung.

Abbildung 2 zeigt den Aufbau des CAT-Bildschirms. Die Teilnehmer können limitierte Kauf- und Verkaufsaufträge eingeben, bestehende Auf-

<sup>7</sup> CAT = Computerized Asset Trading. Eine ausführlichere Beschreibung des Systems findet sich in Gerke/Bienert 1991. Das Projekt wird von der DFG im Rahmen des Schwerpunktprogramms für empirische Kapitalmarktforschung gefördert (Projekt Ge-528/3). Die Firma Digital Equipment fördert das Projekt zusätzlich durch die Überlassung von Hard- und Software.

träge stornieren, Festgeld für mindestens eine Periode (8 Minuten) anlegen oder Informationen abrufen.

Die eingehenden limitierten Aufträge werden vom System fortlaufend mit einem zentralen Orderbuch verglichen und – wenn möglich – zum günstigsten möglichen Kurs ausgeführt. Nicht ausgeführte Orderteile werden nach Kurslimit und Eingabezeit in das Orderbuch eingesortiert und bleiben gültig, bis sie explizit oder durch Zeitablauf storniert werden. Transaktionen werden sofort verbucht, die dazugehörigen Kurse auf allen Teilnehmerbildschirmen angezeigt.

Computerized Asset Trading System						Tu 2	Modellzeit				
						Runde 1	Minuten 8				
Nr.	Titelname	Stück	Kurs	GewErw	Sigma						
1.	Pacific	1600	100.00	10.00	1.50						
2.	Lacosa	1600	100.00	10.00	3.00						
3.	Union Star	1600	98.00	10.00	3.00						
4.	Salt & Pepper	160	1000.00	100.00	15.00						
Kontostand : 128000.00 DM				Gewinnerwartung u. historische Gewinne							
Kreditlimit: 384000.00 DM				Abrufzeit: 1 : 8							
<b>Hauptmenü</b> <F1> Kauf <F2> Verkauf <F3> Stornierung <F4> Festgeld anlegen <F5> Informationen abrufen <F6> Buchhaltung				Bankkonditionen							
				Kreditzinsen:	14.00 %						
				Festgeldzins:	10.00 %						
				Buchungsspesen:	5.00 DM						
				Provisionsatz:	1.10 %						
				Abrufzeit: 1 : 8							
Nachricht											
Die letzte Handelsminute dieser Runde hat begonnen											
(ESC FENSTER SCHLIESSEN (C) 50-93)											

Abbildung 2: Aufbau des CAT-Bildschirms

Kurse, Depotbestände und Kontostand werden auf dem Bildschirm jeweils automatisch aktualisiert. Von diesen Ausnahmen abgesehen, werden alle Informationen nur auf Anforderung angezeigt und nur durch nochmaligen Abruf aktualisiert. Diese Regelung erlaubt es, die tatsächliche Nutzung von Informationen durch die Teilnehmer zeitgenau zu rekonstruieren.

Die angebotenen Informationen umfassen neben Verwaltungshilfen (Kontoauszüge, noch gültige Aufträge, Festgeldbestände und Fälligkeiten) und Basisinformationen (Bankkonditionen, Ertragskorrelationen zwischen den Unternehmen)

- die Ertragsschätzungen für alle Titel mit Standardabweichungen,
- die Kurse und Stückzahlen der letzten drei Umsätze für alle Unternehmen,

- die Spanne zwischen Geld- und Briefseite des Orderbuchs für jeden Titel.

Die letzten beiden Informationen können sich nach jeder Transaktion ändern und müssen daher häufig abgerufen werden. Die Ertragsschätzungen ändern sich dagegen nur am Ende einer achtminütigen Handelsperiode, unmittelbar nach der Verbuchung von Kreditzinsen und Festgeldzinsen, der Rückzahlung fälliger Festgelder und der Ausschüttung von Dividenden. Der Handel wird dazu in der Regel nicht unterbrochen.

Die Unternehmensgewinne werden vollständig als Dividenden ausgeschüttet. Verluste werden auf neue Rechnungen vorgetragen und vor der Ausschüttung neuer Dividenden ausgeglichen. Den Teilnehmern ist bekannt, daß die Unternehmensgewinne einem Random Walk folgen.

$$(1) \quad \text{Gewinn}_{t+1} = \text{Gewinn}_t + X; \quad X = NV(0, \sigma).$$

Die Ertragsschätzung für eine Periode ist daher immer der realisierte Ertrag der Vorperiode. Auch die Standardabweichungen der einzelnen Unternehmen und die Korrelationskoeffizienten zwischen den Unternehmenserträgen sind bekannt. Damit die Teilnehmer die Bedeutung der angebotenen Informationen verstehen, werden sie neben den eigentlichen Handelsregeln mit den Grundgedanken der Risikodiversifikation und mit den Implikationen der Gewinnentwicklung vertraut gemacht, sofern sie die nötigen Vorkenntnisse nicht mitbringen.

Die Aufteilung des Vermögens in Festgeld und ein Aktiendepot<sup>8</sup> stellt die Teilnehmer vor eine Portefeuilleentscheidung, die in Abhängigkeit von Kursen und veränderten Gewinnerwartungen immer wieder revidiert wird und deren Umsetzung am Markt vom Verhalten der anderen Teilnehmer beeinflußt wird. Vermögenswachstum kann durch Festgeldzinsen, durch Dividenden oder durch Kurssteigerungen erzielt werden. Eine besondere Dynamik erhält der Handelsverlauf dadurch, daß die Kurse nicht unmittelbar von den Ertragserwartungen abhängen, sondern von den Reaktionen der Teilnehmer darauf.

Um einen ausgeprägten Schlußeffekt zu vermeiden, wird eine Gesamt- dauer zwischen 11 und 20 Perioden angekündigt und eingehalten. Das tatsächliche Handelsende wird dann erst nach dem Ende der letzten Periode bekanntgegeben. Die Berechnung der Schlußvermögen stützt sich auf die Kurse und Orders der letzten Handelsperiode, um die Abhängigkeit von einzelnen Transaktionen zu reduzieren. Den Teilneh-

---

<sup>8</sup> Leerverkäufe sind unbefristet zulässig. Sie verpflichten lediglich zur Zahlung der anfallenden Dividenden. Kein Teilnehmer darf einen höheren Anteil an einem Titel halten als 33 Prozent, so daß stets mindestens 4 potentielle Verkäufer konkurrieren.

mern wird lediglich mitgeteilt, daß der Schlußkurs nach einem fairen Verfahren auf der Grundlage der aktuellen Marktlage ermittelt wird. Damit sollen Anreize und Möglichkeiten zur Manipulation der Schlußbewertung minimiert werden. Dennoch werden bei möglicherweise für Schlußeffekte anfälligen Auswertungen nur die Perioden 2 bis 10 herangezogen.

#### 2.4. Fragestellungen und die Interpretation der Ergebnisse

Sobald das experimentelle Modell feststeht, kann die Übertragbarkeit der Ergebnisse nur noch durch die Auswahl und die Formulierung der untersuchten Fragestellung beeinflußt werden. Aus der Vielzahl möglicher Einflußfaktoren, die sich gezielt verändern lassen (Gerke/Bienert 1991, 505), können dabei in einer Versuchsserie nur wenige variiert werden, um deren Wirkung unter *ceteris paribus* Bedingungen zu beobachten.

Die Auswahl der Fragestellungen und damit auch der veränderten Variablen orientiert sich an den komparativen Vorteilen der CAT-Experimente gegenüber Einzelexperimenten, empirischen Untersuchungen, theoretischen Überlegungen und Simulationen. Diese Vorteile bestehen in der Rückkopplung zwischen den Einzelentscheidungen realer Teilnehmer und der Marktebene.

Je grundsätzlicher die Fragestellung formuliert ist, um so eher ist sie für eine experimentelle Untersuchung geeignet. Die Ergebnisse lassen sich eher qualitativ als quantitativ übertragen. Um die Wirkung der „Schwere“ eines Titels zu untersuchen, wird beispielsweise im Experiment ein zehnfach schwererer Titel eingeführt. Dabei interessiert vor allem, ob eine abweichende Bewertung festgestellt werden kann und mit welchem Vorzeichen. Die Übertragbarkeit einer quantitativen Aussage, um wieviel Prozent eine Aktie bei einer Verzehnfachung des Kursniveaus bei gleichen fundamentalen Daten niedriger bewertet wird, ist dagegen auf Grund der „Vergrößerung“ des Experiments eher unwahrscheinlich.

Die Beurteilung der internen Validität stützt sich neben der Replikation von Experimenten und der Prüfung der logischen Konsistenz der Ergebnisse auf die inhaltliche und statistische Signifikanz. Die statistische Signifikanz läßt sich in der Regel nur ungenau bestimmen, da die Verteilungs- und Unabhängigkeitsannahmen der meisten Signifikanztests häufig nicht erfüllt werden (Friedman 1992b). Statistische Signifikanz bedeutet entweder einen starken Zusammenhang oder eine geringe Überlagerung durch andere Faktoren. Nur wenn unabhängig von der statistischen Signifikanz ein deutlicher Effekt wahrnehmbar ist, liegt auch ein inhaltlich signifikantes Ergebnis vor.

### 3. Erste Ergebnisse

Seit den ersten Probeläufen im Sommer 1990 sind mit dem CAT-System mehr als 40 Versuche durchgeführt worden. Weitere Experimente fanden mit einem weiterentwickelten Vorläufersystem statt, das einen Parkethandel mit computergestützter Abrechnung erlaubt. Diese Experimente wurden genutzt, um technische Verbesserungen vorzunehmen und um Daten zur Robustheit und Reproduzierbarkeit der Versuchsabläufe zu gewinnen. Daneben standen mehrere konkrete Fragestellungen im Vordergrund, die Beispiele für die angestrebte Verknüpfung von Individual- und Marktebene liefern.

Allgemein haben die bisherigen Experimente gezeigt, daß das Ziel einer modellhaften Abbildung der Marktprozesse an einer Wertpapierbörse sowohl auf der Ebene des einzelnen Teilnehmers als auch des Gesamtmarktes erreicht wird. Die Versuchssituation wird nicht nur von Studenten, sondern auch von Teilnehmern mit beruflichem Hintergrund im Wertpapierbereich als realitätsnahe Herausforderung erlebt. Viele Teilnehmer berichten, daß sie das Bewußtsein einer „künstlichen“ Situation nach sehr kurzer Zeit verdrängen und sich mit großem Engagement um die erfolgreiche Anlage ihres Vermögens bemühen.

Die im Marktprozeß zustande kommenden Umsätze und Kursverläufe spiegeln sowohl fundamentale als auch markttechnische Einflüsse wider. Wenn die fundamentale Entwicklung von allen Marktteilnehmern gleichzeitig verfolgt werden kann<sup>9</sup>, entstehen Umsätze in erster Linie aus Bewertungsdivergenzen und aus der Unsicherheit über die Bewertungsmaßstäbe anderer Teilnehmer (Smith 1991). Die Dynamik dieser Lernprozesse kann zu unterschiedlichen Kursverläufen bei gleicher fundamentaler Entwicklung führen (Abb. 3).

Die Ergebnisse und der Verlauf solcher Prozesse sind indeterminiert und stellen aus der Sicht statischer Gleichgewichtstheorien Störungen dar. Dies schließt allerdings nicht aus, daß sie bestimmte Regelmäßigkeiten aufweisen, die sich möglicherweise auf grundlegende menschliche Verhaltensmuster zurückführen lassen.

Ein auch in kapitalmarktrelevanten Entscheidungssituationen gut dokumentiertes Verhaltensmuster ist der Dispositionseffekt (Shefrin/Statman 1985, Weber/Camerer 1991). Der Dispositionseffekt besteht darin, daß Kursgewinne *ceteris paribus* eher realisiert werden als Kursverluste. Entsprechend verhält sich auch eine Mehrheit der CAT-Teilnehmer (Gerke/Bienert/Sun 1991/1992, Gerke/Bienert 1993). Wie sich

<sup>9</sup> Im CAT-System werden die fundamentalen Informationen tatsächlich meist unmittelbar nach ihrer Verfügbarkeit abgerufen, so daß das homogene Informationsangebot auch zu annähernd homogenen Fundamentalinformationen führt.

dieses asymmetrische Verkaufsverhalten auf den Markt auswirkt, hängt von der Reaktion der Marktgegenseite ab. In den Experimenten lassen sich kaum Wirkungen auf die Umsätze feststellen, dafür zeigt sich eine ausgeprägte Bewertungssymmetrie. Die Kurse steigen bei verbesserten Ertragsaussichten sofort, fallen bei rückläufigen Unternehmenserträgen aber häufig nur wenig oder erst mit Verzögerungen.

## Kurse bei gleichen Daten

Kurse

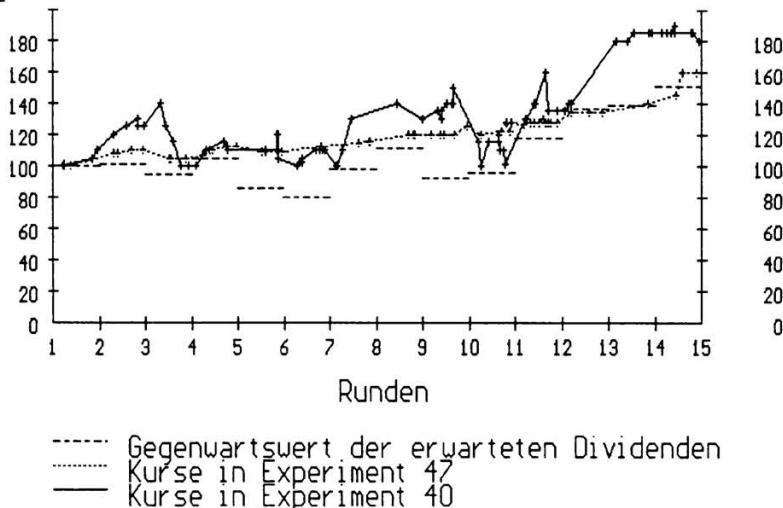


Abbildung 3: Kursverläufe bei gleicher fundamentaler Entwicklung

Eine zweite Untersuchung vergleicht das Marktgeschehen an der Computerbörse des CAT-Systems mit einem Parkethandel bei sonst weitgehend gleichen Bedingungen (Gerke 1992). Dabei konnten für die wichtigsten Leistungskriterien Bewertungseffizienz, Liquidität und Volatilität keine systematischen Unterschiede nachgewiesen werden. Die Ergebnisse liefern keinen Hinweis darauf, daß der Verlust der persönlichen Kommunikation zwischen den Teilnehmern an einer Computerbörse den Handelsprozeß beeinträchtigt.

In Gerke/Garz/Schroeder-Wildberg 1992, werden die Auswirkungen von Unterschieden in der Markttransparenz untersucht. Eine Versuchsserie ohne Orderbuchinformation wird mit der Normalversion verglichen, in der jeweils das günstigste bestehende Kurslimit für Käufe und Verkäufe ohne Mengenangabe verfügbar ist. Erwartungsgemäß wirkt sich diese Veränderung auf das Informationsverhalten der Teilneh-

mer aus. Die normalerweise wenig nachgefragte Information über die letzten drei Markttransaktionen in jedem Titel wird häufig abgerufen, wenn keine Information über die aktuelle Orderlage verfügbar ist. Auf die höhere Transaktionsunsicherheit reagieren die Teilnehmer mit einer wesentlich höheren Zahl von Aufträgen, die trotz ihrer geringeren Ausführungsquote zu einem höheren Transaktionsvolumen führen. Die transparenteren Märkte zeichnen sich durch eine höhere Liquidität bei geringerer Volatilität aus, allerdings ohne daß damit auch eine bessere Bewertungseffizienz verbunden wäre.

Weitere Versuchsserien erweitern und vertiefen diese Fragestellungen mit dem gemeinsamen Ziel, Regelmäßigkeiten in den Anpassungsprozessen zu finden, um einen Teil der Kursschwankungen zu erklären, die aus der Sicht statischer Bewertungskalküle lediglich „Rauschen“ darstellen.

### **Zusammenfassung**

Marktexperimente werden als Ergänzung der empirischen und theoretischen Kapitalmarktforschung vorgeschlagen, um zu einem besseren Verständnis der Gesetzmäßigkeiten zu kommen, nach denen im Marktprozeß das Verhalten der Marktteilnehmer und die Marktorganisation zusammenwirken.

Wie bei jedem Modell sind bei den Entscheidungen über die Art der notwendigen Vereinfachungen die Auswirkungen auf die Validität der Experimente zu beachten. Diese Modellbildungsüberlegungen führen zu einem neuen experimentellen computerisierten Börsensystem (CAT). Abschließend werden erste Untersuchungen mit Hilfe des CAT-Systems vorgestellt.

### **Abstract**

Problems in observing important variables restrict our understanding of capital markets to abstract models. An experimental approach is proposed to observe the micro causes of macro effects in the market process and to learn more on the impact of the market organization on the behavior of market participants and on market outcomes.

The design of an experimental stock market as a model of real stock markets is discussed in detail. The resulting computerized experimental stock trading system has been used successfully in a series of experiments investigating the disposition effect and the impact of market transparency on efficiency, liquidity and volatility.

### **Literatur**

- Alpert, B. (1967), Non-businessmen as surrogates for businessmen in behavioral experiments. *Journal of Business* 40, 203 - 207.
- Andreassen, P. B. (1988), Explaining the Price-Volume Relationship: The Difference between Price Changes and Changing Prices. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 41, 371 - 389.

- Bronner, R.* (1973), Entscheidung unter Zeitdruck, Eine Experimentaluntersuchung zur empirischen Theorie der Unternehmung. Tübingen.
- / *Wossidlo, P. R.* (1988), Experimente zum Informationsverhalten, in: *Witte, E./Hauschildt, J./Grün, O. (Hrsg.)*, Innovative Entscheidungsprozesse. Tübingen, 241 - 267.
- Burns, P.* (1985), Experience and decision making: A comparison of students and businessmen in a simulated progressive auction, in: *Smith, V. L. (Hrsg.)*, Research in Experimental Economics 3. Greenwich/London, 139 - 157.
- Butler, D. J./Hey, J. D.* (1987), Experimental Economics: An Introduction. *Empirica* 14, 157 - 186.
- Camerer, C. F.* (1987), Do Biases in Probability Judgment Matter in Markets? Experimental Evidence. *American Economic Review* 77, 981 - 997.
- (1992), The Rationality of Prices and Volume in Experimental Markets. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 51, 237 - 272.
- / *Loewenstein, G./Weber, M.* (1989), The Curse of Knowledge in Economic Settings: An Experimental Analysis. *Journal of Political Economy* 97, 1232 - 1254.
- / *Weigelt, K.* (1990), Bubbles and Convergence in Experimental Markets for Infinitely-lived Assets. Manuscript, The Wharton School, University of Pennsylvania, Philadelphia.
- / — (1991), Information Mirages in Experimental Asset Markets. *Journal of Business* 64, 634 - 493.
- Campbell, D. T.* (1957), Factors relevant to the Validity of Experiments in Social Settings. *Psychological Bulletin* 54, 297 - 312.
- Christensen, L. B.* (1980), Experimental Methodology. Boston u.a.
- Cohen, K. J./Maier, S. F./Schwartz, R. A./Whitcomb, D. K.* (1986), The Micro-structure of securities markets. Englewood Cliffs.
- Copeland, T. E./Friedman, D.* (1987), The Market Value of Information: Some Experimental Results. Los Angeles. University of California.
- / — (1992), The Market Value of Information: Some Experimental Results. *Journal of Business* 65, 241 - 266.
- / *Weston, J. F.* (1988), Financial Theory ad Corporate Policy, 3. Reading u.a.
- DeJong, D. V./Forsythe, R./Uecker, W. C.* (1988), A Note on the Use of Businessmen as Subjects in Sealed Offer Markets. *Journal of Economic Behavior and Organization* 9, 87 - 100.
- Druckarczyk, J.* (1975), Probleme individueller Entscheidungsrechnung. Wiesbaden.
- Eichenberger, R./Frey, B. S.* (1990), Entscheidungsanomalien. *Wirtschaftswissenschaftliches Studium* 19, 270 - 274.
- Eichhorn, W.* (1979), Die Begriffe Modell und Theorie in der Wirtschaftswissenschaft, in: *Raffée, H./Abel, B. (Hrsg.)*, Wissenschaftstheoretische Grundfragen der Wirtschaftswissenschaften. München, 60 - 104.
- Eisenführ, F.* (1974), Das Unternehmungsspiel als Instrument empirischer Forschung, in: *Eisenführ, F./Ordelheide, D./Puck, G. (Hrsg.)*, Unternehmungsspiele in Ausbildung und Forschung. Wiesbaden, 269 - 299.

- Forsythe, R./Lundholm, R. (1990), Information Aggregation in an Experimental Market. *Econometrica* 58, 309 - 347.*
- / *Palfrey, T. R./Plott, C. R. (1982), Asset Valuation in an Experimental Market. *Econometrica* 50, 537 - 567.*
- Franke, G./Hax, H. (1990), Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt, 2. Berlin u.a.*
- Friedman, D. (1991), How Trading Institutions Affect Financial Market Performance: Some Laboratory Evidence. Santa Cruz. University of California.*
- (1992a), *Privileged Traders and Asset Market Efficiency: A Laboratory Study.* Santa Cruz. University of California.
- (1992b), *Experimental Methods: Points of Consensus and Points of Contention.* Santa Cruz. University of California.
- / *Harrison, G. W./Salmon, J. W. (1984), Informational Efficiency of experimental markets. *Journal of Political Economy* 92, 349 - 408.*
- / *Sunder, S. (1993), Experimental Methods: A Primer for Economists.* Cambridge (US).
- Gerke, W. (1992), Optimierung der Börsenstruktur, in: Arbeitsgemeinschaft der deutschen Wertpapierbörsen (Hrsg.), Finanzmarkttheorie und Börsenstruktur. Frankfurt, 93 - 111.*
- / *Bienert, H. (1991), Experimentelle Kapitalmarktforschung an einer Computerbörs. Die Bank, 499 - 506.*
- / — (1993), Überprüfung des Dispositionseffektes und seiner Auswirkungen in computerisierten Börsenexperimenten. *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Sonderheft 13. Empirische Kapitalmarktforschung*, 169 - 194.
- / — / *Sun, M. (1991, 1992), Experimentelle Kapitalmarktforschung am Beispiel des Dispositionseffektes.* Universität Erlangen - Nürnberg, Lehrstuhl für Bank- und Börsenwesen, Beiträge zum Börsenwesen 2.
- / *Garz, H./Schroeder-Wildberg, U. (1992), Markttransparenz und Börseneffizienz bei homogenem Informationsangebot.* Universität Erlangen - Nürnberg, Lehrstuhl für Bank- und Börsenwesen, Beiträge zum Börsenwesen 6.
- Granger, C. W. J./Morgenstern, O. (1970), Predictability of Stock Market Prices.* Lexington/Massachusetts.
- Grether, D. M. (1992), Testing Bayes rule and the representativeness heuristic: Some experimental evidence. *Journal of Economic Behavior and Organization* 17, 31 - 57.*
- Heiner, R. A. (1985), Experimental Economics: Comment. *American Economic Review* 75, 260 - 263.*
- Hey, J. D. (1991), Experiments in Economics.* Oxford/UK, Cambridge/USA.
- Jamal, K./Sunder, S. (1991), Money vs Gaming: Effects of Salient Monetary Payments in Double Oral Auctions. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 49, 151 - 166.*
- King, R. R. (1991), Private Information Acquisition in Experimental Markets Prone to Bubble and Crash. *Journal of Financial Research* 14, 197 - 206.*

- Kroll, Y./Levy, H. (1992), Further Tests of the Separation Theorem and the Capital Asset Pricing Model. American Economic Review 82, 664 - 670.*
- / — / *Rapoport, A. (1988a), Experimental Tests of the Mean-Variance Model for Portfolio Selection. Organizational Behavior and Human Decision Processes 42, 388 - 410.*
- / — / — (1988b), *Experimental Tests of the Separation Theorem and the Capital Asset Pricing Model. American Economic Review 78, 500 - 519.*
- Loistl, O. (1990), Zur neueren Entwicklung der Finanzierungstheorie. Die Betriebswirtschaft 50, 47 - 84.*
- / *Landes, T. (1989), The Dynamic Pricing of Financial Assets. Hamburg.*
- Lüdecke, T./Schlag, C. (1992), Die Marktstruktur der Deutschen Terminbörse: Eine empirische Analyse der Bid-Ask-Spreads. Schmalenbachs Zeitschrift für Betriebswirtschaftliche Forschung 44, 323 - 346.*
- Maas, P./Weibler, J. (Hrsg.) (1990), Börse und Psychologie: Plädoyer für eine neue Perspektive. Köln.*
- O'Brien, J./Srivastava, S. (1991), Dynamic Stock Markets with Multiple Assets: An Experimental Analysis. Journal of Finance 46, 1811 - 1838.*
- Opp, K. (1969), Das Experiment in den Sozialwissenschaften – Einige Probleme und Vorschläge für seine effektivere Verwendung. Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, 125, 106 - 122.*
- Picot, A. (1975), Experimentelle Organisationsforschung. Wiesbaden.*
- Plott, C. R. (1982), Industrial Organization Theory and Experimental Economics. Journal of Economic Literature 20, 1485 - 1527.*
- (1991), *Will Economics Become an Experimental Science? Southern Economic Journal 57, 901 - 919.*
- / *Sunder, S. (1982), Efficiency of Experimental Security Markets with Insider Information: An Application of Rational-Expectations Models. Journal of Political Economy 90, 663 - 698.*
- Popper, K. (1982), Logik der Forschung, 7. Tübingen.*
- Roth, A. E. (1988), Laboratory experimentation in economics: a methodological overview. The Economic Journal 98, 974 - 1031.*
- Sauermann, H. (1967), Experimentelle Wirtschaftsforschung. Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik 184, 299 - 312.*
- Schulz, T./Muthig, K./Koeppeler, K. (1981), Theorie, Experiment und Versuchsplanning in der Psychologie. Stuttgart u.a.*
- Schwartz, R. A. (1988), Equity markets: structure, trading and performance. New York u.a.*
- Selten, R. (1979), Experimentelle Wirtschaftsforschung. Opladen.*
- / *Tietz, R. (1980), Zum Selbstverständnis der experimentellen Wirtschaftsforschung im Umkreis von Heinz Sauermann. Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft 136, 12 - 27.*
- Shefrin, H./Statman, M. (1985), The Disposition to Sell Winners Too Early and Ride Losers Too Long: Theory and Evidence. Journal of Finance 40, 777 - 792.*

- Shiller, R. J. (1990), Speculative Prices and Popular Models. Journal of Economic Perspectives* 4, 55 - 65.
- Smith, V. L. (1976), Experimental Economics: Induced Value Theory. American Economic Review* 66, 274 - 279.
- (1982), Microeconomic System as an Experimental Science. *American Economic Review* 72, 923 - 955.
- (1987), Experimental methods in economics, in: *The New Palgrave*. London u.a., 2, 241 - 249.
- (1989), Theory, Experiment and Economics. *Journal of Economic Perspectives* 3, 151 - 169.
- (1991), Experimental Economics: Behavioral Lessons for Microeconomic Theory and Policy, in: *Smith, V. L.: Papers in Experimental Economics*. Cambridge, 802 - 812.
- / *Suchanek, G. L./Williams, A. W. (1988), Bubbles, crashes, and endogenous expectations in experimental spot asset markets. Econometrica* 56, 1119 - 1151.
- Stoll, H. R. (1990), Principles of trading market structure. Journal of Financial Services Research* 6, 75 - 107.
- / *Whaley, R. E. (1990), Stock Market Structure and Volatility. Review of Financial Studies* 3, 37 - 71.
- Sunder, S. (1992), Market for Information: Experimental Evidence. Econometrica* 60, 667 - 695.
- Thaler, R. (1987), The psychology of choice and the assumptions of economics, in: Roth, A. E. (Hrsg.), *Laboratory Experimentation in Economics*. New York, 99 - 130.*
- Tietz, R. (1988), Experimental Economics: Ways to model Bounded Rational Bargaining Behavior, in: Tietz, R./Albers, W./Selten, R. (Hrsg.), *Bounded Rational Behavior in Experimental Games and Markets: Proceedings of the 4th Conference on Experimental Economics*, Bielefeld, Sept. 21 - 25, 1986. Berlin u.a., 3 - 10.*
- / *Weber, H. (1980), Experimentelle Wirtschaftsforschung, in: Albers, W. et al. (Hrsg.), *Handwörterbuch der Wirtschaftswissenschaft*. Stuttgart u.a., 518 - 524.*
- Tietzel, M. (1981), „Annahmen“ in der Wirtschaftstheorie. Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften* 101, 238 - 265.
- (1982), Das Experiment in der Wirtschaftswissenschaft. *Jahrbücher für Sozialwissenschaft* 33, 294 - 319.
- Weber, M. (1989), Ambiguität in Finanz- und Kapitalmärkten. Schmalenbachs Zeitschrift für Betriebswirtschaftliche Forschung* 41, 447 - 471.
- (1990), Risikoentscheidungskalküle in der Finanzierungstheorie. Stuttgart.
- / *Camerer, C. (1991), The Disposition Effect in Securities Trading: An Experimental Analysis*. Kiel, Chicago.
- / — (1992), Ein Experiment zum Anlegerverhalten. *Schmalenbachs Zeitschrift für Betriebswirtschaftliche Forschung* 44, 131 - 148.