

# Einige Probleme und Ergebnisse einer dynamischen Theorie des Marktprozesses bei unvollkommener Information\*

Von Ulrich Witt

Eine dynamisch formulierte Theorie über die Vorgänge auf Märkten mit unvollständiger Information stößt auf zwei Problemkreise: Wie kann die Dynamik simultaner individueller Suchaktivitäten theoretisch erfaßt werden? Welches Verhalten bezüglich der Preise und Mengen ist in einer solchen Situation als angemessen zu betrachten? Für beide Probleme werden Modellvorstellungen entwickelt und in einem Simulationsprogramm zusammengefügt. Die erzeugten Preis- und Mengenzeitreihen geben interessante Aufschlüsse über den Marktprozeß unter diesen Bedingungen, die von den üblichen Vorstellungen abweichen.

## I. Einführung und Überblick

Eine verbreitete Vorstellung von dem, was im Marktlauf geschieht, ist die, daß Angebot und Nachfrage durch das freie Spiel des Preises in Übereinstimmung gebracht werden. Ist diese Vorstellung für Märkte angemessen, auf denen unvollkommene Information über Transaktionsmöglichkeiten und -bedingungen herrscht<sup>1</sup>? Solche Märkte weisen einige typische Organisationsmerkmale auf: institutionelle Rollenteilung zwischen Anbietern und Nachfragern (Gütertransaktionen laufen dadurch stets nur in einer Richtung); Abwesenheit eines marktweiten Netzes von

---

\* Überarbeitete Fassung des Referats für die Arbeitstagung 1981 des Vereins für Socialpolitik.

Ich danke J. Perske für seine Unterstützung bei der Programmierung und Abwicklung der Simulationen und den Lehrstühlen für Numerische und Angewandte Mathematik der Universität Göttingen, die diese Arbeiten aus ihren Mitteln förderten. Sämtliche Rechnungen im IV. Abschnitt wurden auf der Anlage der Gesellschaft für Wissenschaftliche Datenverarbeitungen, Göttingen, durchgeführt.

<sup>1</sup> Zu unterscheiden von unvollkommener Information über zukunftsbezogene Prospekte, die auch bei Transparenz der aktuellen Transaktionsmöglichkeiten wie z. B. auf Börsenmärkten, gegeben sein kann. Das anders gelagerte Problem, inwieweit die Informationsübertragungsfähigkeit des Preises hier eine Angleichung unterschiedlicher individueller Informiertheit bewirken kann, wird im Zusammenhang mit der Hypothese effizienter Märkte diskutiert. Zur Vereinfachung sei nachfolgend von homogenen Gütern ausgegangen, so daß sich der Mangel an Information ausschließlich auf Preise und Mengen bezieht.

kommunizierenden, Arbitrage betreibenden Tauschvermittlern; eine größere Zahl von Anbietern und Nachfragern. Typischerweise handelt es sich um Märkte für spezialisierte Zwischenprodukte und Endverbrauchsgüter. Jeder einzelne Nachfrager muß hier — der fehlenden Dienstleistung hinsichtlich Offertenbündelung und Preisanpassung wegen — die verstreute Information über Anbieter und ihre Offerten selbst erheben. Da auch den Anbietern keine Information über einen (und nur einen) Preis bereitgestellt wird, zu dem sie ihre optimale Menge absetzen können, müssen sie den Zusammenhang zwischen Preis und Nachfragermenge aus der Beobachtung des Kundenverhaltens zu ermitteln versuchen. Unter solchen Organisationsbedingungen werden die Marktteilnehmer daher mit dem dualen Entscheidungsproblem konfrontiert, günstige Transaktionen mit einem günstigen Informationsaufwand zu erreichen.

Die Entdeckung, daß es hinsichtlich der Voraussetzungen und der Wirksamkeit des Preismechanismus unter solchen Bedingungen ein theoretisches Erklärungsdefizit gibt, ist — gemessen am Alter der Theorien über den Preismechanismus — relativ neu<sup>2</sup>. Dem Versuch, die Lücke aufzufüllen, kam die fortschreitende Entwicklung der statistischen Entscheidungstheorie, insbesondere der Theorie sequentieller Entscheidungen zugute<sup>3</sup>. Sie ließ sich in Hypothesen über *optimales* Verhalten unter den genannten Voraussetzungen übersetzen — nach den herrschenden Vorstellungen eine hinreichende Bedingung um Erklärungswert beanspruchen zu können. Der Theorietransfer prägte die Vorstellung, daß (optimierende) Nachfrager sequentielle Suchprozeduren anwenden, für die sich unter bestimmten Annahmen eine Preislimit-Eigenschaft nachweisen läßt, ausgedrückt in der Regel: Kaufe, wenn für das Preislimit (reservation price)  $q$  und den beobachteten Anbieterpreis  $p$  gilt  $q \geq p$ , andernfalls suche weiter<sup>4</sup>. Auch für die Anbieterseite sind Versuche unternommen worden, optimale Strategien für die genannten Bedingungen abzuleiten. Beschränkt man sich auf den Fall monopolistischer Anbieter sind dies i. d. R. ebenfalls Such- oder Experimentierprozeduren, die nach einer gewissen Zahl von Preisversuchen zu stoppen sind<sup>5</sup>.

Mit diesen Modellkomponenten für Nachfrage- und Angebotsseite sind bereits die wesentlichen Bestandteile der sog. Suchmarkt-Literatur

<sup>2</sup> Vgl. *Streichler* (1979).

<sup>3</sup> *Breiman* (1964), *De Groot* (1970), Part IV.

<sup>4</sup> *Kohn/Shavell* (1974); bei unbekannter Preisverteilung für eine bestimmte Klasse von Informationsauswertungsverfahren: *Rothschild* (1974). Unter anderen Voraussetzungen können u. U. auch nicht-sequentielle (fixed sample) Prozeduren vorteilhaft sein, *Hey* (1981).

<sup>5</sup> Für einen Überblick *Barta/Varaiya* (1976), *Witt* (1980), 134 ff.

genannt<sup>6</sup>. Mit der Absicht, die entdeckte Theorielücke in der Preistheorie zu schließen, wird dort daran gearbeitet, Gleichgewichtsbedingungen für Suchmärkte zu finden, insbesondere solche, die eine Aussage darüber zulassen, ob im Marktgleichgewicht ein Einheitspreis oder eine persistente Preisstreuung resultiert. Die Analyse des Preismechanismus (die sich eigentlich dem Marktprozeß widmen müßte), wird damit anhand eines statischen Surrogats betrieben, dem hypothetischen Endzustand der selbst nicht näher untersuchten simultanen Anpassungsprozesse der Marktteilnehmer. Es bleibt unklar, ob der Gleichgewichtszustand überhaupt erreicht wird, wie dies ggf. geschieht und welche zeitliche Bedeutung ihm ggf. im Marktprozeß zukommt. In der Argumentation, durch die die Gleichgewichtsbedingungen etabliert werden, spielt darüber hinaus eine Annahme eine wichtige Rolle, die eine zweifelhafte Hypothese über den nicht analysierten Prozeß enthält: die Annahme stets identisch (symmetrisch) handelnder, homogener Individuen<sup>7</sup>. Durch sie werden zum einen die ungeklärten Auswirkungen ungleichzeitiger Erfahrungen und Reaktionen aus der Problemstellung eliminiert, zum anderen wird die Möglichkeit ignoriert, dem Zustand unvollkommener Information mit unterschiedlichen individuellen Verhaltensmustern zu begegnen<sup>8</sup>. Trotz der Unklarheiten über den eigentlichen Ablauf werden aus statischen, ein Marktgleichgewicht charakterisierenden Hypothesen in der Suchmarkt-Literatur mitunter weitreichende Schlüsse über reale Probleme gezogen<sup>9</sup>.

Das Vorgehen wird verständlich angesichts der Schwierigkeiten, die mit einer dynamischen Analyse verbunden sind. Ein erstes Problem resultiert daraus, daß die Individuen sich sequentiell ohne Wissen über das übrige gerade auf dem Markt ablaufende Geschehen begegnen. Es kann daher von der Reihenfolge, in der sie aufeinandertreffen abhängen, zwischen welchen Marktteilnehmern, zu welchen Bedingungen Transaktionen zustande kommen — oder nicht (was sich u. U. in Form von Rationierungen äußert). Ohne nähere Informationen über die Zusammensetzung der Begegnungsfolge sind der marktliche Interaktionsprozeß und sein Ergebnis dann theoretisch unbestimmt. Im nachfolgenden Abschnitt wird auf das in der Literatur kaum beachtete Problem im einzelnen eingegangen. Als mögliche Lösung wird eine Theorie des Begegnungsprozesses skizziert und daraus für ein bestimmtes Inter-

<sup>6</sup> Neuere Überblicksartikel: *Salop (1976), Stiglitz (1979)*.

<sup>7</sup> Ausgenommen sind Kostenunterschiede bei Anbietern und Nachfragern (Suchkosten), m. H. derer persistente Preisstreuungen im Gleichgewicht deduzierbar sind; *MacMinn (1980)*.

<sup>8</sup> Eine durchaus relevante Möglichkeit, denn unter unvollkommener Information kann das Konzept der Optimalität seine Eindeutigkeit hinsichtlich der Verhaltensauszeichnung einbüßen; *Witt (1980), 153 ff., Hey (1981)*.

<sup>9</sup> z. B. bei *Stiglitz (1979)*.

aktions-Schema ein spezielles wahrscheinlichkeitstheoretisches Modell abgeleitet. Es erlaubt einige Einblicke in die dynamische Struktur des Prozesses unter den vereinfachenden Annahmen, daß in jeder Periode eine neue Generation von Nachfragern über den Markt wandert und alle Anbieter ihre Entscheidungen periodenweise treffen.

Ein zweites bislang ebenfalls vernachlässigtes Problem folgt aus dem ersten: die Individuen — hier exemplarisch für die Anbieterseite gezeigt — beobachten sogar dann, wenn sie identische Offeren machen, nicht notwendig identische Sequenzen. Da sie ihre Marktinformation aber aus den Beobachtungen zusammensetzen müssen und der jeweilige Informationsstand ihre Entscheidungen beeinflußt, können die Anbieter daher unterschiedliche Preis-/Mengenpfade einschlagen, selbst dann, wenn man identische Verhaltensmuster unterstellen würde. Dies liefert eine Erklärung für die Existenz zeitabhängiger Preistreuungen auf dem Markt. Zugleich kompliziert es aber die Untersuchung dadurch, daß die individuellen Prozesse von den sich auseinander entwickelnden Vorgeschichten abhängen. A fortiori gilt das im Falle heterogener Verhaltensmuster. Eine analytische Behandlung der Probleme ist unter diesen Bedingungen nicht möglich. Die Untersuchung muß sich auf numerische Simulationen stützen.

Im III. Abschnitt werden drei plausibel erscheinende Anpassungsmodelle für die Anbieterseite skizziert, die in die Untersuchung einbezogen sind. Im IV. Abschnitt werden einige Simulationsergebnisse dargestellt. Sie zeigen im Hinblick auf die eingangs gestellte Frage, daß unter unvollkommener, ausschließlich auf eigener Erfahrung beruhender Information (die sinnvollerweise dann auch für potentielle Markteintrittskandidaten angenommen werden muß), das Verhalten der Marktteilnehmer kein „freies Spiel der Preise“ erwarten läßt. Experimentelle Informationsgewinnung und/oder Entwicklung des Anspruchsniveaus geben vielmehr Anlaß anzunehmen, daß bei den von den monopolistischen Anbietern ohne Einfluß der Überschußnachfrage gesetzten Preisen der individuelle Ausgleich von Angebot und Nachfrage durch Mengenanpassung vor sich geht, solange dadurch keine Bankrottgefahr eintritt. Folglich können zum gleichen Zeitpunkt Angebote und Nachfragen zu unterschiedlichen Preisen auf dem Markt realisiert werden mit entsprechender Streuung der individuellen (Nutzen-) Gewinne. Entsprechend scheinen die Preise auf solchen Märkten weniger reale Knaptheitsverhältnisse<sup>10</sup> als den jeweiligen Stand der Informationssuche der Marktteilnehmer zu reflektieren. Zum Abschluß wird kurz die Frage konzeptioneller Konsequenzen gestreift.

---

<sup>10</sup> Sie machen sich nur noch darin bemerkbar, daß beim gewählten Umfang der Produktion der Preis nicht auf Dauer unter die Stückkosten sinkt.

## II. Grundlage der Marktvorgänge: der Begegnungsprozeß der Individuen

Die komplexe Problematik ist leichter zugänglich, wenn man zunächst das Geschehen innerhalb einer Periode  $t$  untersucht, für die man die Preis- und Mengenvektoren als gegeben betrachten kann<sup>11</sup>. Angenommen in dieser Periode sind  $m$  Nachfrager, indiziert  $i = 1, \dots, m$  und  $n$  Anbieter, indiziert  $j = 1, \dots, n$ , auf dem Markt. Die Anbieter setzen ihren Preis  $p_j$  ex ante, stellen die Menge  $y_j$  bereit, die sie zu diesem Preis zum Verkauf anbieten (es wird also keine völlig elastische Produktion angenommen) und beobachten die Reaktion der Nachfrager, auf die sie treffen. Die Nachfrager suchen in der laufenden Periode den Markt ab, bis sie ihre Nachfrage  $x_i$  zu einem Preis  $p_j \leq q_i$  vollständig befriedigt oder alle Anbieter inspiziert haben. Unter diesen Voraussetzungen können bei jeder individuellen Begegnung zwischen einem Nachfrager und einem Anbieter im Laufe der Periode drei verschiedene Ereignisse eintreten:

$q_i < p_j$ : keine Transaktion;  $i$  sucht einen anderen Anbieter auf;  $j$  hat einen Kundenkontakt, beobachtet aber keinen Verkaufserfolg;

$q_i \geq p_j$  und  $x_i > y_j$ :  $i$  kauft auf was zu bekommen ist oder sucht am Markt weiter;  $j$  stellt fest, daß die aufgetretene Nachfrage nicht voll befriedigt werden konnte und auch evtl. weitere Nachfragen nicht mehr gedeckt sind.

$q_i \geq p_j$  und  $x_i \leq y_j$ :  $i$  deckt seine Nachfrage und scheidet aus dem Markt aus;  $j$  hat einen Kundenkontakt mit Verkaufserfolg, der Angebotsbestand für evtl. weitere Nachfrager ist  $\geq 0$ .

Man kann leicht erkennen, daß der Ausgang nachfolgender Kontakte von  $i$  mit anderen Anbietern und  $j$  mit anderen Nachfragern davon abhängt, welches der Ereignisse in der gegenwärtigen Begegnung eintritt. Da dies für jeden Kontakt gilt, kann es offenbar entscheidend sein, die Zusammensetzung der Interaktionsfolge einer Periode — wer in welcher Reihenfolge mit wem zusammentrifft — zu kennen, um etwas über realisierte Transaktionen (Preise, Mengen) und den Stand der individuellen Information, am Ende der Periode aussagen zu können. Dies ist das *Problem des Begegnungsprozesses*. Es ist für alle Märkte relevant, auf denen die Verbreitung von Information so unvollkommen (kostspielig) ist, daß zu Beginn der Transaktionen nicht alle Marktteilnehmer die Transaktionsmöglichkeiten kennen. Welche Hypothesen lassen sich hierzu aufstellen?

---

<sup>11</sup> Eine ausführlichere Diskussion der Begegnungsproblematik findet sich in Witt (1982). Nachfolgend wird dort, wo keine Mißverständnisse entstehen, die Zeitreferenz fortgelassen.

Man kann Hypothesen über die Reihenfolge formulieren, in der ein Nachfrager die Anbieter aufsucht, z. B. nach ihrer Nähe, ihrer Größe, ihrem Werbeaufwand u. ä. Mit der Abhängigkeit von solchen Faktoren nimmt der Grad der Allgemeinheit der Theorie ab, und es entsteht ein beträchtlicher Bedarf an zusätzlichen Informationen über Individualien. Aber selbst das reicht nicht aus, um das Problem der Begegnungsfolge zu lösen, wenn nicht a priori für jede nur denkbare Folge angenommen werden kann, daß der Lagerumfang aller Anbieter ausreicht, um Rationierungen in allen möglichen Kontakten auszuschließen. Denn für die Frage, wer evtl. Rationierungen tragen muß, kann entscheidend sein, ob ein Nachfrager  $i$  vor oder nach einem Nachfrager  $h \neq i$  bei einem Anbieter  $j$  eintrifft. Es scheint, daß dafür die Vorgeschichte des ganzen Systems relevant ist. Ohne — angreifbare — interpretatorische Gewichtungen, wie in der historischen Wissenschaft, würde der damit auftretende Informationsbedarf kaum zu befriedigen sein (wenn es überhaupt angemessen ist, permanente Grundlagenprozesse wie diesen mit einer solchen Methodik anzugehen).

Man kann die Reihenfolge, in der die Nachfrager eintreffen, alternativ auch als reines Zufallsereignis interpretieren. Sind systematische (z. B. lernbedingte) Einflüsse in der Auswahlentscheidung der Nachfrager vernachlässigbar oder ausgeschlossen, dann mag als erste Annäherung akzeptierbar sein, daß man die Kontaktfolge insgesamt als zufällig zu standegekommen betrachtet. In diesem Fall wäre jede der abzählbaren, voneinander verschiedenen Begegnungsfolgen als gleichwahrscheinlich anzusehen. Kommt jede Sequenz von beliebiger Länge (ohne Wiederholungen) in Frage, beträgt ihre Anzahl  $\sum_{s=1}^{m \times n} \frac{(m \times n)!}{(m \times n - s)!} \sim (m \times n)! \times e - 1$  mit entsprechend geringer Eintrittswahrscheinlichkeit für jede einzelne. Sind die Vektoren  $p, q, x, y$  bekannt, läßt sich die Anzahl möglicher Folgen jedoch im allgemeinen stark reduzieren und es kann bestimmt werden, wann die Reihenfolge einen Einfluß auf das Periodenergebnis hat und berücksichtigt werden muß und wann nicht. In einfacheren Fällen ist es dann auch möglich, Wahrscheinlichkeitsverteilungen anzugeben, um den Ausgang des Begegnungsprozesses (personelle Verteilung von Informationen und realisierten Transaktionen) in der probabilistischen Interpretation zu beschreiben.

Sei etwa eine Situation  $p_i \leq q_i$  und  $x_i \leq y_j$  für alle  $i$  und  $j$  gegeben. Unter dieser Voraussetzung führt der erste Kontakt eines jeden Nachfragers zum Erfolg. D. h. Wanderungen („spill-over-Effekte“) zwischen den Anbietern treten nicht auf. Es wird  $m$  Kontakte geben. Ihre Reihenfolge spielt keine Rolle. Das Problem ist daher analog dem,  $m$  Bälle zufällig auf  $n$  Boxen zu verteilen. Entsprechend ist die Anzahl der Nach-

frager, die auf jeden Anbieter  $j$  entfällt hypergeometrisch verteilt mit dem Erwartungswert  $E(K_j) = \frac{m}{n}$ . Den Erwartungswert der bei  $j$  nachgefragten Menge  $E(x_j^d)$  kann man unter Berücksichtigung der Häufigkeitsverteilung der individuellen Nachfragemengen ermitteln. Zur Vereinfachung gelte fortan die nicht unübliche Annahme  $x_i(t) = 1$  für alle  $i$  und  $t$ . Dann ist auch die Nachfragemenge für jedes  $j$  hypergeometrisch verteilt mit  $E(x_j^d) = \frac{m}{n}$ . Dies ist ein relativ uninteressanter Spezialfall, aber er zeigt deutlich das Prinzip, das den Überlegungen zugrundeliegt.

Um an einem möglichst einfachen Beispiel argumentieren zu können sei unterstellt, daß in jeder Periode  $t$  eine neue, aber identische Generation von uninformierten Nachfragern auf dem Markt erscheint. Systematische Einflüsse über die Periodengrenzen hinweg sind damit für die Nachfrageseite ausgeschlossen. Bezuglich der  $q_i$  sei angenommen, daß sich mehrere Klassen von Nachfragern mit jeweils identischem Preislimit bilden lassen. Dies impliziert eine stufenförmig verlaufende Nachfragefunktion mit nachfragegesetzlichen Eigenschaften. Man betrachte nun eine Situation  $p_i > q_i$  und weiterhin  $x_i \leq y_i$  für alle  $i$  und  $j$ . Annahmegemäß wandert hier jeder Nachfrager  $i$  weiter und jeder Anbieter  $j$  hat trivialer Weise  $m$  Kundenkontakte; die Wahrscheinlichkeitsverteilung degeneriert auf einen Punkt. Existiert jedoch eine Preisstreuung derart, daß  $p_j \leq q_i < p_l$  für mindestens ein  $i$  und  $j \neq l$ , dann führen die spill-over-Effekte zwischen den Anbietern zu komplizierteren Ergebnissen.  $E(K_j | p, q)$  fällt monoton von  $m$  auf  $\frac{m}{n}$ , wenn die Anzahl der Anbieter  $l$  von  $n - 1$  gegen 0 und die Anzahl der Nachfrager  $i$  von 1 gegen  $m$  geht. Vom Grenzfall abgesehen ist  $\sum_{j=1}^n E(K_j | p, q) > m$ . Hierin schlagen sich die Mehrfachzählungen nieder, die die preisbedingten Nachfragerwanderungen bei den Anbietern auslösen.

Über den Erwartungswert der bei Anbieter  $j$  unter den genannten Annahmen nachgefragten Menge entscheidet, mit wievielen Anbietern die Nachfrage geteilt werden muß. Dies ist von der relativen Preisposition des  $j$  abhängig. Ist die Anzahl der Nachfrager, für die  $q_i \geq p_j$  gilt, mit  $m_j^+(p_j)$  gegeben, dann ist eine Variation zwischen folgenden Schranken möglich:

$$E(x_j^d | \cdot) = \begin{cases} \frac{m_j^+(p_j)}{n} & \text{wenn } p_j \geq p_l \text{ für alle } l \neq j ; \\ m_j^+(p_j) & \text{wenn } q_i < p_l \text{ für alle } l \neq j \text{ und alle } i ; \end{cases}$$

wobei stets  $\sum_{j=1}^n E(x_j^d | \cdot) \leq m$ .

Was ändert sich nun, wenn man die Annahme  $x_i \leq y_j$  für alle  $i$  und  $j$  aufhebt? Es kann dann zu rationierungsbedingten spill-over-Effekten kommen. Der betroffene Nachfrager, der auf einen ausverkauften Bestand trifft, wandert weiter und kauft u. U. bei einem anderen Anbieter den letzten Bestand auf, den andernfalls ein anderer Nachfrager bei seinem danach zustandekommenden Kontakt hätte erwerben können. D. h. einmal durch das Weiterwandern von Nachfrager ausgelöste spill-over-Effekte können weitere durch Rationierung anderer Nachfrager induzieren. Ob die Effekte eintreten und wen sie ggf. betreffen, hängt bei gegebenen Vektoren  $p, q, x, y$  ausschließlich von der zufälligen Realisierung der Kontaktfolge ab; ebenso die Gesamtzahl der Begegnungen, die Kundenkontaktzahlen und Nachfragemengen bei jedem Anbieter  $j$  und die Zahl der Kaufversuche und der Transaktionserfolg eines jeden Nachfragers  $i$ . Das Problem dabei ist, daß es jetzt schwierig wird, die Menge der möglichen Kontaktfolgen a priori zu bestimmen. Welche Kontakte an welcher Stelle zustandekommen und welches Ergebnis sie dann haben, hängt nämlich davon ab, was an Kontakten vorausgegangen ist. Es wäre denkbar, sämtliche Folgen mit ihren Ergebnissen zu enumerieren, doch ist dieses Verfahren wegen der außerordentlich großen Zahlen meist nicht effizient. Es bietet sich daher eine Schätzung der möglichen Resultate-Verteilungen bzw. einiger ihrer Parameter m. H. der Monte-Carlo-Simulation an. Wie zu erwarten, zeigt sich dabei, daß die Erwartungswerte bei rationierungsbedingten spill-over-Möglichkeiten zunehmen, sodaß  $\frac{m}{n} < E(K_j | p, q, x, y) \leq m$  und  $\frac{m_j^+(p_j)}{n} \leq E(x_j^d | p, q, x, y) \leq m$  für alle  $j$ . D. h. die Tatsache, daß bei bestimmten Parameterkonstellationen Nachfragerwanderungen auftreten, führt dazu, daß die Erwartungswerte gegenüber dem Fall ohne Wanderungen um einen nicht-negativen spill-over-Term anwachsen, im Falle von Rationierungen in besonderem Maße<sup>12</sup>.

### III. Alternative Hypothesen über die Verhaltensanpassung bei sequentieller Informationsoffenbarung

Die Ergebnisse des vorangehenden Abschnitts umreißen, was sich auf allgemeiner Stufe über das Geschehen innerhalb einer Periode sagen läßt, für die die Preis- und Mengenvektoren gegeben sind. Wegen der Unschärfe der Hypothesen über die Begegnungsfolge sind die Ergeb-

<sup>12</sup> Die Vorteile aus der potentiellen Bindung von Nachfrage im Markt, die bei den anderen Anbietern weitergewandert ist, können als funktionelle Erklärung für die unter reinen Wettbewerbsaspekten zunächst paradox erscheinenden Agglomerationstendenzen von Anbietern identischer Produktgruppen gewertet werden.

nisse wenig prägnant. Geht man jetzt einen Schritt weiter und betrachtet eine Folge von Perioden, können die Preis- und Mengenvektoren nicht länger als gegeben angesehen werden. Da hier aus Vereinfachungsgründen mit der Annahme einer neuen, aber stets identischen Generation von Nachfragern in jeder Periode gearbeitet wird, so daß die Nachfragevektoren  $q(t) = \bar{q}$  und  $x(t) = \bar{x}$  für  $t = 1, \dots, \tau$  als invariant unterstellt sind, gilt dies für die Vektoren  $p(t)$  und  $y(t)$ . Die Werte, die sie im Zeitverlauf annehmen bzw. deren Veränderungen müssen erklärt werden.

$p_j(t)$  und  $y_j(t)$  sind in einem Zustand unvollkommener Information Experimentiervariablen des Anbieters  $j$ . Aus den Ergebnissen, die er mit ihrer Wahl erreicht, muß er seine Kenntnisse über den Markt zusammensetzen. Seine Ergebnisse werden von der Wahl, die alle Anbieter treffen (zusammen mit den Annahmen über die Nachfrageseite), bestimmt. Dies folgt aus den Hypothesen über den Begegnungsprozeß, wenn man ihn nun als einen über eine Folge von Perioden wiederholten Vorgang betrachtet: Man erhält Familien von Zufallsvariablen  $K_j(t)$  und  $x_j^d(t)$ ,  $t = 1, \dots, \tau$  für jedes  $j$ , von denen jede einen stochastischen Prozeß darstellt. Analog zum Konzept einer Zufallsgröße, für deren Wahrscheinlichkeitsverteilung der Erwartungswert als wichtigster Parameter angegeben werden kann, lassen sich für stochastische Prozesse die Mittelwertfunktionen bestimmen. Das sind die Funktionen, die für jedes  $t = 1, \dots, \tau$  gleich dem Erwartungswert, hier  $E(K_j(t) | p(t), q(t), x(t), y(t))$  oder  $E(x_j^d(t) | p(t), q(t), x(t), y(t))$  sind<sup>13</sup>. Da dies bedingte Erwartungswerte sind, werden die stochastischen Prozesse offenbar von den Werten, die die Vektoren  $p(t)$ ,  $q(t)$ ,  $x(t)$ ,  $y(t)$  in  $t = 1, \dots, \tau$  annehmen, beeinflußt. Wie reagiert Anbieter  $j$  mit seinen Experimentiervariablen  $p_j(t)$  und  $y_j(t)$  auf die mit der (zufallsabhängigen) Realisierung von  $K_j(t-1)$  und  $x_j^d(t-1)$  offenbarte Information? Dies ist das *Problem des Rückkopplungszusammenhangs* zwischen Erfahrung und Verhaltensvariation. Die Hypothesen hierüber legen die Bewegungen des Systems im Zeitablauf fest. Sie entscheiden über Eigenschaften und Verlauf der stochastischen Prozesse auf dem Markt.

Wie in der Gleichgewichtstheorie nach hinreichenden und/oder notwendigen Bedingungen zu fragen, unter denen *keine* Veränderungen mehr auftreten, kann naturgemäß nicht zur Lösung des Problems führen. Hinreichende und notwendige Bedingung für eine stationäre Phase des Marktprozesses i. S. eines stochastischen Gleichgewichts wäre, daß  $p(t) = \bar{p}$  und  $y_j(t) = \bar{y}_j = E(x_j^d(t) | \bar{p}, \bar{q}, \bar{x}, \bar{y})$  für alle  $j$  und  $t = 1, \dots, \tau$ .  $K_j(t)$  und  $x_j^d(t)$ ,  $t = 1, \dots, \tau$  bilden dann für alle  $j$  homogene

<sup>13</sup> Beyer e. a. (1978), 11 f.

Markowsche Ketten mit ergodischen Zustandsmengen<sup>14</sup>. Diese Voraussetzung gilt aber nur, wenn alle Anbieter bereits die für eine stabile Angepaßtheit notwendige (korrekte) Information über den Markt gewonnen haben. Ob überhaupt stationäre Phasen (Gleichgewichtszustände) aus dem Erfahrungs- und Anpassungsprozeß der Anbieter hervorgehen, welche es ggf. sind, wieviel Zeit bis zu ihrem Eintreten verstreichen könnte und was in der u. U. (realiter) viel langwierigeren transienten Phase auf dem Markt zu beobachten sein könnte, kann nur mit dynamischen Hypothesen über das sich überlagernde Lern- und Anpassungsverhalten der Marktteilnehmer geklärt werden<sup>15</sup>.

Was läßt sich nun positiv über die Veränderungen von  $p(t)$  und  $y(t)$  sagen, die sich im Zeitverlauf aus der sequentiellen Informationsoffenbarung und ihrer Verarbeitung ergeben? Üblicherweise sucht man eindeutige Antworten hierzu aus Optimierungskalkülen abzuleiten, also unter der Annahme optimierenden individuellen Verhaltens. Bei unvollkommener oder gar fehlender Vorinformation ist allerdings zu berücksichtigen, daß im Zeitablauf neue Information gewonnen werden kann. Soll diese Möglichkeit ignoriert und stets auf der Basis des aktuellen Wissens optimiert werden, als ob dies bereits das vollständige wäre (certainty-equivalence-rule)? Oder sind die möglichen Effekte, die die noch zu treffende Verhaltenswahl auf den Informationszuwachs haben kann, einzubeziehen und wenn ja mit welchen Strategien: jeweils sequentiell bestimmtem Experimentierumfang oder Experimenten mit festgelegter Stichprobenzahl? Es handelt sich hierbei jeweils um verschiedene Optimierungskalküle, die unterschiedliche Ergebnisse haben können. Selbst wenn ein Optimum optimorum existiert, ist ohne Kenntnis der wahren Gegebenheiten *a priori* nicht zu entscheiden, welches der Kalküle zu ihm führt. Die Optimierungshypothese liefert unter diesen Bedingungen folglich keine eindeutigen Lösungen mehr. Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob die bereits sehr komplizierten statistischen Optimierungsprozeduren, die hier erforderlich werden, noch explikativ — als Hypothesen über reales Verhalten — plausibel sind. Empirische Untersuchungen deuten eher auf myopische Verhaltensformen hin und darauf, daß der Versuch Anspruchsniveaus zu be-

<sup>14</sup> Erläuterungen der wahrscheinlichkeitstheoretischen Konzepte bei Beyer e. a. (1978), 21 ff.

<sup>15</sup> Realistischerweise wird man dabei von einer von der Vorgeschichte geformten Erfahrung der Individuen ausgehen müssen. Im allgemeinen kann deshalb die Markow-Eigenschaft für die resultierenden Marktprozesse nicht vorausgesetzt werden. Will man sie dennoch erreichen, um die Analyse zu erleichtern und um auf möglichst einfache Weise Konvergenz auf eine stationäre Phase (ein stochastisches Gleichgewicht) beweisen zu können, sind so extreme Annahmen wie völlige Gedächtnislosigkeit der Individuen o. ä. erforderlich. Als ein Beispiel hierfür: Wharton (1979).

friedigen, eine Rolle spielt — vielleicht als „Kapitulation“ vor den Schwierigkeiten beim Optimieren<sup>16</sup>. Diese Ansätze scheinen vor allem dann plausibel, wenn man die Komplexität der zu lösenden Aufgabe berücksichtigt. In dem hier untersuchten Modell muß z. B. in jeder Periode *ex ante* über Kapazität, Ausbringungsmenge, (geplanten) Lagerumfang und den Preis entschieden werden. Zugleich ist die Entwicklung der kumulierten Gewinne so unter Kontrolle zu behalten, daß eine Überschreitung der vorgegebenen Kreditschranke (= Bankrott) mit großer Wahrscheinlichkeit vermieden werden kann.

Wegen dieser Argumente wird hier ein anderer Weg gewählt. Durch drei alternative, aber gleichermaßen plausibel erscheinende Verhaltensmodelle für die Anbieterseite, die nachfolgend skizziert sind, werden die Veränderungen aller Anbietervariablen für jedes *j* im Zeitablauf ohne den Aufwand der Theorie optimaler statistischer Entscheidungen bestimmt. Es sind myopische Modelle, die bei der Vielzahl relevanter Variablen realistischerweise für jede einzelne nur eine geringe Langzeit-Gedächtniskapazität unterstellen. Jedes Modell verkörpert dabei eine andere Vorstellung über Verhaltensmaximen und -motive. Dies erlaubt, den Einfluß, den unterschiedliche Verhaltensweisen auf den Marktprozeß haben, herauszufinden und zu vergleichen, wie sie sich bewähren. Ferner bietet sich die Möglichkeit, die Auswirkungen gemischter Besetzungen auf den Marktprozeß zu untersuchen, die in der konventionellen Analyse wegen der erforderlichen Symmetrieannahmen über das Anbieterverhalten i. d. R. unbeachtet bleiben.

Als einfachster deterministischer Rahmen für alle Modelle sei angenommen, alle Anbieter arbeiteten

- mit konstanter, identischer Kapitalproduktivität innerhalb linear mit dem Kapitaleinsatz variierender Kapazitätsschranken;
- mit linear mit der Kapazität variierenden Fixkosten;
- mit identischen, variablen Kosten je Stück Ausbringungsmenge, die vom Ausbringungsniveau unabhängig konstant vorgegeben sind, d. h. mit totalen Stückkosten, die mit zunehmender Auslastung einer gegebenen Kapazität degressiv fallen;
- mit identischen, konstanten Lagerstückkosten je Periode auf die als lagerfähig unterstellten unverkauften Bestände.

---

<sup>16</sup> Cyert/March (1963), Simon (1967), Wied-Nebbeling (1975).

Für die finanzielle Seite sei ein anlagegebundener Anfangskapitalbestand im Wert von  $H_j(t=1)$  bei Markteintritt unterstellt, der mit  $j$  variieren kann. Gewinne und Zinsen  $\Pi_j(t)$  werden nicht entnommen, so daß der Unternehmenswert in der  $t$ -ten Periode  $H_j(t) = H_j(1) + \sum_t \Pi_j(t)$  beträgt.  $H_j(t)$  umfaßt sowohl den anlagegebundenen Kapitalstock als auch die liquiden mit einem konstanten, identischen Alternativzins  $r$  verzinsten nicht-entnommenen Mittel. Anlagekapitalerhöhungen (= Kapazitätserweiterungen) müssen aus liquiden Mitteln selbst finanziert werden, soweit diese ausreichen<sup>17</sup>. Bei kumulierten Verlusten, die den Wert des Eigenkapitals übersteigen, wird Kredit zum Zins  $r$  in Anspruch genommen, bis eine Kreditschranke überschritten ist, bei der der Bankrott eintritt. Neben dieser Möglichkeit einer erzwungenen Diskontinuität in der Marktbesetzung kann auch ein freiwilliges Disengagement auftreten, wenn im Licht der offenbarten Information die Marktaktivität unrentabel erscheint. Diese Möglichkeit muß eingerräumt werden, wenn man die Untersuchung im Zeitpunkt des Markteintritts beginnen läßt und annimmt, daß zu diesem Zeitpunkt kein Anbieter Informationen über den Markt besitzt, aber bei allen die Erwartung besteht, eine durchschnittliche Kapitalrendite erzielen zu können, die größer ist als  $r$  (andernfalls wäre der Markteintritt nicht plausibel). Unter den gewählten Voraussetzungen kann aus der anfänglichen Renditeerwartung bei einer bestimmten (z. B. branchenüblichen) Preisaufschlagsspanne auf die Stückkosten konsistent eine Anfangspreis-/Mengenkombination abgeleitet werden, wenn der geplante Kapazitätsauslastungsgrad feststeht. Sie entspricht nur zufällig der auftretenden stochastischen Nachfrage. Kenntnisse über den Markt können erst aus den sequentiellen Beobachtungen der Anzahl der Kundenkontakte mit/ohne Erfolg und der nachgefragten Menge zusammengesetzt werden. Informationen über Existenz, Verhalten und Einfluß von Konkurrenten existieren bei Markteintritt nicht und können aus den Beobachtungen auch nicht gewonnen werden. Es herrscht infolgedessen informationsbedingte monopolistische Konkurrenz auf dem Markt.

Die Verhaltensmodelle unterscheiden sich durch folgende Eigenschaften<sup>18</sup>:

<sup>17</sup> Anlagekapitalsenkungen werden umgekehrt als Zugang liquider Mittel in entsprechender Höhe behandelt. Kapazitätsentscheidungen ist eine asymmetrische zeitliche Wirkung unterstellt: Erweiterungen werden mit einem lag von einer Periode wirksam, Reduktionen sofort.

<sup>18</sup> Einzelheiten und die den Modellen entsprechenden FORTRAN-Anweisungsfolgen sind in Witt/Perske (1982) enthalten. Alle Modelle haben eine myopische Lageranpassungsregel gemeinsam. Aus simulationstechnischen Gründen erfolgen stets ganzzahlige  $p_j(t)$ -Variationen.

*Modell A* — ist darauf orientiert, den Preis mit dem höchsten Durchschnittsgewinn bei einer an die Nachfrage angepaßten Ausbringungsmenge und Kapazität zu suchen. Grundlage ist zum einen ein Gradientenverfahren, das darauf hinausläuft, eine Preisänderung mit positivem Gewinnzuwachs zu wiederholen und eine solche mit negativem wieder rückgängig zu machen. Nach zweimaligem Wechsel des Preisänderungsvorzeichens gilt das Gewinnoptimum als erreicht und die Suche wird eingestellt. Zum anderen wird die Geschwindigkeit, mit der das Preissuchverfahren vorangetrieben wird, durch einen Anspruchs- anpassungsmechanismus über den Grad der Anspruchbefriedigung geregelt. Je größer die Differenz von beanspruchter und beobachteter Rentabilität der Marktaktivität, um so eher ist das nächste Preis- experiment zu erwarten. Die Anspruchs- anpassung verläuft bei positiver Renditeentwicklung schnell nach oben. Andernfalls konvergiert sie langsam gegen die Durchschnittsrendite. Anpassung von Ausbringung, Kapazität und Lagerumfang haben stets Vorrang, um eine korrekte Schätzung der Rentabilität eines Preises zu ermöglichen.

*Modell B* — ist ein reines *statisficing*-Modell und als solches nicht darauf orientiert, ein Gewinnoptimum zu suchen. Statt dessen wird eine zufriedenstellende Lösung relativ zu einem bestimmten, von der Erfahrung beeinflußten, renditebezogenen Anspruchsniveau  $\alpha_j(t)$  angestrebt. Der Anspruchs- anpassungsmechanismus ist durch eine Funktion mit einer unteren Schranke  $r$  gegeben, so daß  $\alpha_j(t)$  oberhalb  $r$  relativ schnell auf die realisierte Durchschnittsrendite konvergiert. Über ein Preisaufschlagskalkül bei gewähltem Kapazitätsauslastungsziel wird  $\alpha_j(t)$  in einen anspruchsgemäßen Vergleichspreis  $p_j^*(t)$  transformiert. Ist  $p_j(t) \neq p_j^*(t)$  wird — wenn eine vorherige Mengenanpassung an die bei  $p_j(t)$  auftretende Nachfrage keine Änderung von  $p_j^*(t)$  bewirkt — der Preis in Richtung  $p_j^*(t)$  geändert, bis  $p_j(t) = p_j^*(t)$ . Bringt ein Rentabilitätstest über mehrere Perioden für die an  $p_j^*(t)$  angepaßte Kapazität kein  $\alpha_j(t)$  befriedigendes Ergebnis, wird die Kapazität ggf. sukzessive halbiert, u. U. bis zur Stilllegung.

*Modell C* — enthält eine auf einer Einfachregression beruhende Optimierungsprozedur. Aus den Stichprobenwerten bei zwei verschiedenen Preisen wird eine lineare Nachfragefunktion geschätzt und auf dieser Basis das Monopoloptimum in klassischer Form (Risikoneutralität unterstellt) ermittelt. Liegt die errechnete Optimalkombination in der lokalen Umgebung, wird sie sofort realisiert. Andernfalls wird der Preis in Richtung auf das Optimum geändert und die Prozedur wiederholt. Danach wird die Varianz der stochastischen Nachfrage geschätzt. Der anschließende permanente Test auf Nachfrageänderungen

diskriminiert solche Abweichungen des Zweiperioden-Durchschnitts, die über ein bestimmtes Vielfaches der geschätzten Varianz hinausgehen. Sie lösen eine Neuaufnahme der Schätz- und Optimierungsprozedur aus.

#### IV. Einige Simulationsergebnisse

Was für Marktprozesse resultieren, wenn man das Begegnungsmodell für den Suchmarkt aus Abschnitt II und die (alternativen) Hypothesen über das Reaktionsverhalten der Anbieter auf die offenbarte Information aus Abschnitt III zusammenfügt? Auf analytischem Wege Antworten hierauf zu geben, ist bei dieser Komplexität nicht möglich. Man kann die Prozesse, die herauskommen, jedoch numerisch simulieren. Wegen der zufälligen Realisierung der Kontaktfolge in jeder Periode, auf die die Anbieter systematisch mit Preisen und Mengen reagieren, sind die Preis- und Mengenbewegungen, die im Zeitverlauf auftreten, als Realisierungen entsprechender stochastischer Prozesse anzusehen. Die stochastischen Preis- und Mengenprozesse lassen sich durch Mittelwertfunktionen charakterisieren. Um die Verläufe dieser Funktionen aus Simulationen zu schätzen, bedient man sich der Monte-Carlo-Methode, d. h. wiederholt die simulierten Abläufe mehrfach unter identischen Bedingungen, aber mit jeweils wechselnden Zufallszahlen<sup>19</sup>. Jede Wiederholung liefert für festes  $t$  einen zufällig bestimmten Stichprobenwert und das arithmetische Mittel aus all diesen gibt einen erwartungstreuen Schätzwert für den unbekannten Erwartungswert in  $t$ . Man kann die Schätzwerte in einem Diagramm gegen die Zeitachse abtragen und erhält dann die Verläufe der Mittelwertfunktionen der interessierenden stochastischen Prozesse, wie in den Abbildungen unten.

Die nachfolgend aufgeführten Ergebnisse der Monte-Carlo-Simulation basieren auf zwei Versuchsgruppen mit einem monopolistischen Markt mit drei Anbietern: eine mit identischen Verhaltenstypen für die Anbieter (homogene Marktbesetzung) und jeweils identischen, jedoch von Versuch zu Versuch variierenden Anfangsbedingungen (insgesamt 12 Versuche); die zweite mit identischen oder verschiedenen Anbiertypen und identischen oder verschiedenen Anfangsbedingungen für mind. 2 Anbieter (insges. 16 Versuche). Jeder Versuch umfaßte eine 50fache Wiederholung des simulierten Marktlaufs über 200 Perioden. Für die gewählten Beispieldaten existiert in allen Versuchen ein eindeutiges, gemeinsames Monopoloptimum für alle  $j$ :  $p_j^* = 8, E(x_j^d)$

<sup>19</sup> Bauknecht e. a. (1976), 92 ff. Die Simulationen wurden m. H. des Programmpakets SMS, Witt/Perske (1982), abgewickelt.

$(t) | p_j(t) = \hat{p}$  für alle  $j = 16$ . Je Periode  $t$  wanderten 96 Nachfrager über den Markt, jeweils 24 in einer Klasse mit einem identischen Preis, so daß die Erwartungswerte für die Nachfrage cet. par. zwischen  $p = 10$  und  $p = 6$  zunahmen und für  $p < 6$  konstant blieben. Das (mit sinkendem Preis cet. par. zunehmende) spill-over-Potential wird durch den Vergleich folgender Schrankenwerte deutlich:

$$\frac{m_j^+(p_j = 9)}{n} = 8 \leq E(x_j^d | p_j = 9) \leq 24 = m_j^+(p_j = 9) ,$$

$$\frac{m_j^+(p_j = 6)}{n} = 32 \leq E(x_j^d | p_j = 6) \leq 96 = m_j^+(p_j = 6) .$$

Die Konkurrenzlösung auf dem Markt entspräche  $E(x_j^d | p_j = 6) = 32$  für alle  $j$ .

Zu den dynamischen Eigenschaften der simulierten Prozesse ergab sich folgendes:

Resultat 1: Jedes Verhaltensmodell erzeugt ein charakteristisches, von einander verschiedenes Anpassungsmuster in den Preis- und Mengenprozessen.

Das Ergebnis wird durch die Verläufe der geschätzten Mittelwertfunktionen in den Abb. 1 - 3 veranschaulicht (wobei den Mengendiagrammen die effektive Angebotsmenge = Ausbringung + Lagerbestand zugrunde gelegt ist). Die Verläufe werden bei den einzelnen Verhaltenmodellen unterschiedlich von den Anfangsbedingungen beeinflußt. Unter den gewählten Annahmen variiert für ein geplantes Produktionsvolumen die Höhe der Renditeerwartung bei Markteintritt mit der Höhe des geplanten Preises. Bei Modell A bestimmt nun die Differenz von Renditeanspruch, der zu Beginn von der -erwartung geprägt ist, und realisierter Rendite über die Geschwindigkeit der Preisänderung. Entsprechend ist bei den überhöhten Anfangserwartungen im Beispiel von Abb. 1 (S. 502) sehr frühzeitig die charakteristische zweimalige Umkehr der Preisänderungsrichtung zu beobachten, der eine langsame Stabilisierung infolge des Einstellens der Suche nachfolgt. Je geringer demgegenüber der Preis oder der geplante Absatz (d. h. je niedriger die Anfangsrenditeerwartung), um so stärker horizontal gestreckt und vertikal gestaucht kann die Gestalt bei anderen Anfangsbedingungen sein.

Bei Modell B bewirkt dieselbe überhöhte Anfangserwartung im Beispiel von Abb. 2 (S. 503), daß das Anspruchsniveau und entsprechend der anspruchsorientierte Leitpreis  $\hat{p}$  zunächst schnell sinkt, nach er-

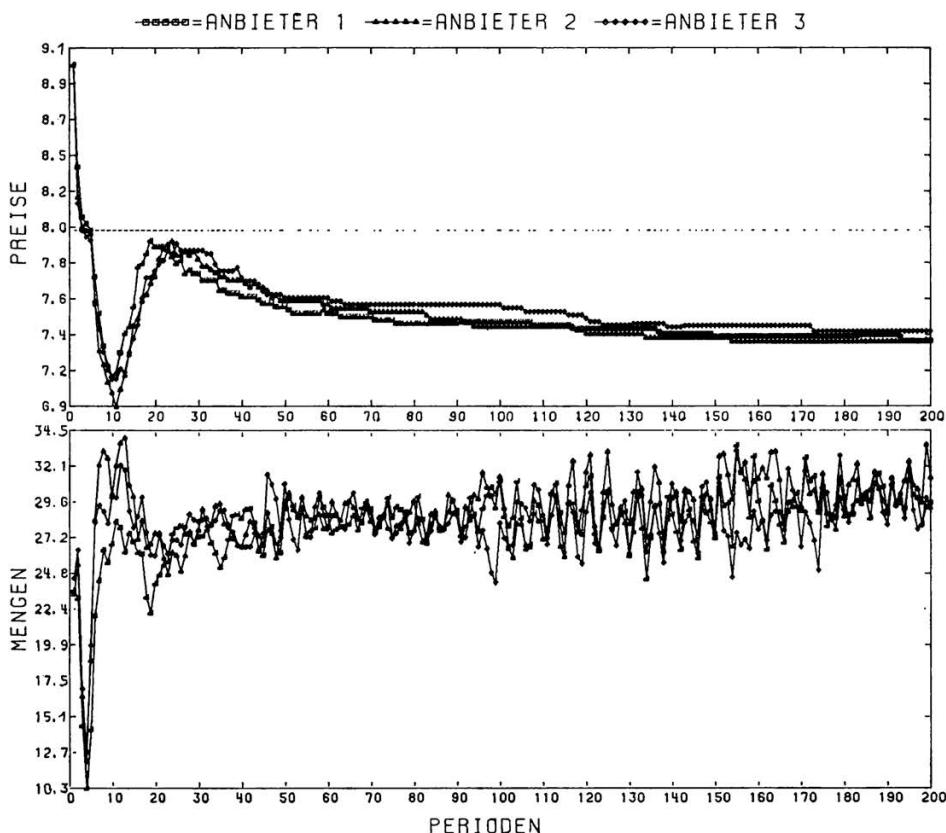


Abb. 1: Homogene Marktbesetzung Modell A, gleiche Anfangsbedingungen

folgreicher Ausbringungs- und Kapazitätsanpassung jedoch im Zuge der ansteigenden realisierten Durchschnittsrendite dann wieder steigt. Dieser gegenläufige Effekt ist um so schwächer, je genauer die anfangs gewählte Preis/Mengenkombination die durchschnittliche Nachfrage bei diesem Preis trifft. Bei den Versuchen mit sehr niedrigem Anfangspreis ist zu Beginn eine Korrektur von  $p_j^a(t)$  nach unten nicht möglich. Im weiteren Verlauf stabilisiert sich  $p_j^a(t)$  auf niedrigem Niveau und  $\hat{p}_j(t)$ , der Stichprobenmittelwert in der Monte-Carlo-Simulation, bleibt in diesen Versuchen völlig stationär. Bei Modell C ist der Einfluß der Anfangsbedingungen auf den Verlauf der Preis/Mengenprozesse wegen des Fehlens einer Anspruchskomponente geringer; infolge spill-over-bedingter Schätzfehler kann aber das geschätzte Optimum systematisch mit den Anfangsbedingungen variieren.

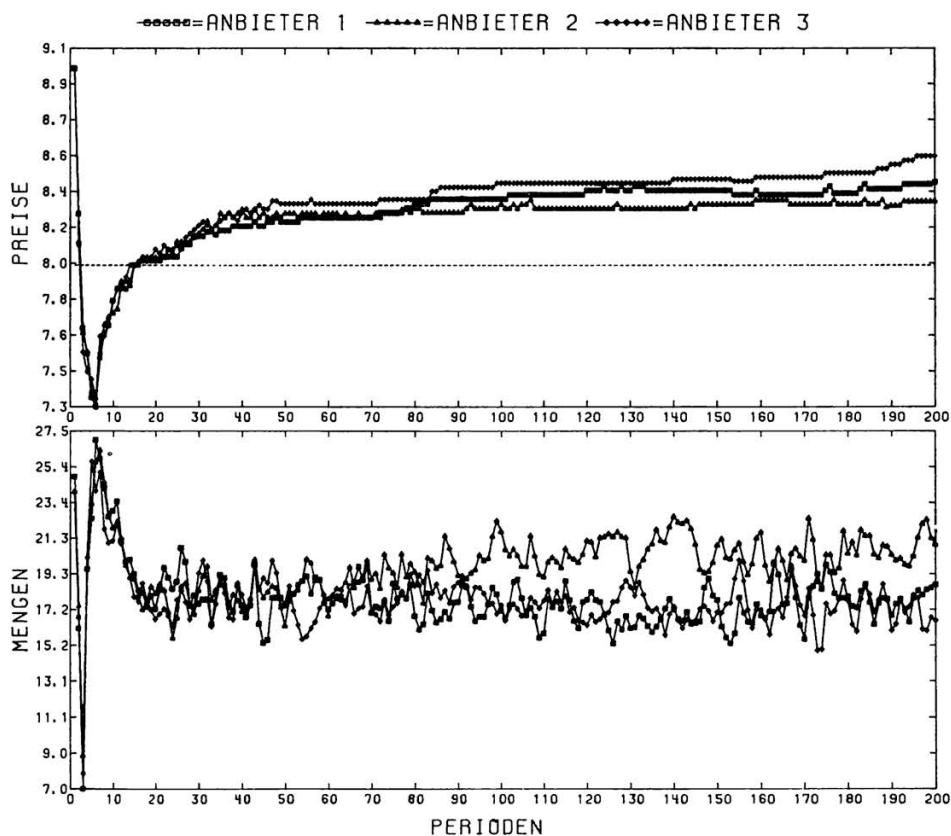


Abb. 2: Homogene Marktbesetzung Modell B, gleiche Anfangsbedingungen

**Resultat 2:** Trotz Annahme sich identisch verhaltender (homogener) Anbieter *und* identischer Anfangsbedingungen schlagen die Anbieter unterschiedliche Preis/Mengenpfade derart ein, daß sich mit großer Häufigkeit persistente Preisstreuungen auf dem Markt ergeben.

In den auf (egalisierender) Durchschnittsbildung basierenden Verläufe in den Abb. 1 - 3 drückt sich dieses Ergebnis in den z. T. recht deutlichen Abweichungen zwischen den einzelnen Anbietern aus. Noch ausgeprägter kann man es an den individuellen Realisierungen in jeder einzelnen Wiederholung beobachten. Tab. 1 (S. 505) enthält dazu eine Auszählung des Anteils der Perioden in einer zufälligen Stichprobe (jeweils die 50. Wiederholung), in denen Preisdifferenzen aufgetreten

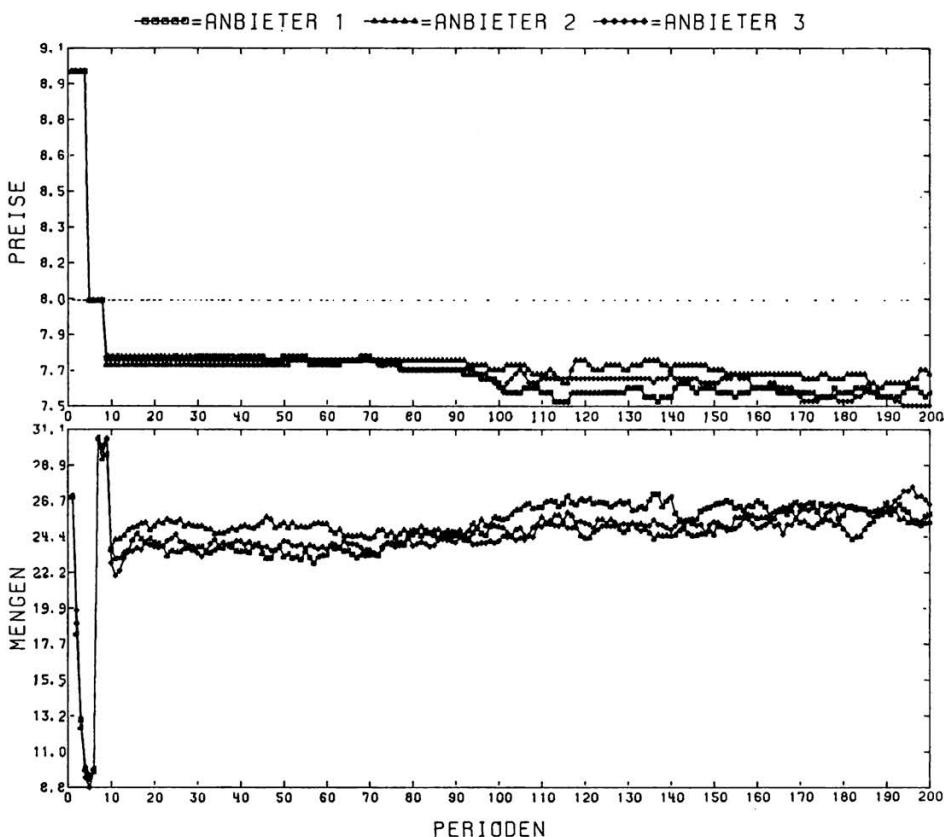


Abb. 3: Homogene Marktbesetzung Modell C, gleiche Anfangsbedingungen

sind. Die für Resultat 2 relevanten Ergebnisse sind in Spalte 2 - 5 der Tabelle (12 Versuche; also insges. 2400 Perioden) aufgeführt.

Ursache dieses regelmäßig auftretenden Phänomens sind (zufallsbedingte) Unterschiede in den Kundenkontakt- und Nachfragebeobachtungen, auf die das Anbieterverhalten in den Modellen in der Anfangsphase relativ empfindlich reagiert. Hieraus ergibt sich eine Tendenz zur Selbstverstärkung: durch zufällige Erfahrung induzierte Verhaltensänderungen oder ein zufallsbedingter Schätzfehler haben zur Folge, daß zunächst identische Anbieter hinsichtlich ihrer Preis- und Mengenentscheidungen nicht identisch *bleiben* und daraus wiederum systematisch unterschiedliche Erfahrung ziehen können.

Tab. 1 Stichproben-Anteile der Perioden mit einheitl./verschied. Preisen in % der gesamten Versuchsdauer

	homogene Marktbesetzung					inhomogene Marktbesetzung	
	identische Anfangsbedingungen				versch. Anfangsbeding.	ident. Anfangsbeding.	versch. Anfangsbeding.
	Mod. A	Mod. B	Mod. C	insges.			
1	2	3	4	5	6	7	8
Einheitlicher Preis .....	31,0	55,6 <sup>20</sup>	28,5	38,4	0,4	15,4	5,6
Zwei verschiedene Preise .....	61,0	44,4	71,5	58,9	91,3	56,2	74,4
Drei verschiedene Preise .....	8,0	0	0	2,7	8,3	28,4	20,0

Resultat 3: Bei homogener Marktbesetzung treten mit noch größerer Häufigkeit Preisstreuungen auf dem Markt auf, wenn unter sonst völlig gleichen Voraussetzungen unterschiedliche Anfangsbedingungen (z. B. infolge unterschiedlicher Erwartungen) herrschen.

Diese Verstärkung des Resultats 2, die durch die Veränderung der Anteilswerte in der zugehörigen Spalte 6 von Tab. 1 verdeutlicht wird<sup>21</sup>, ist zu erwarten. Zum einen weil die Anpassungsmuster der Modelle A und B, wie bei Resultat 1 erläutert, von der Anfangserwartung beeinflußt werden, die explizit oder implizit im Modell durch die Wahl der Anfangsbedingungen bestimmt wird. Zum anderen weil die unterschiedlichen Anfangswerte hier systematisch für Erfahrungsunterschiede bei den Anbietern sorgen, die eine Auseinanderentwicklung

<sup>20</sup> In 2 der 4 Versuche, deren 50. Wiederholung die Stichprobe für diese Spalte bildeten, waren die Anfangsbedingungen so gewählt, daß  $\alpha_j(1)$  und die realisierte Rendite niedrig waren. Wegen der Eigenschaften von Modell B behielten hier deshalb alle Anbieter den Preis  $p_j = 6 = p^*$  über 200 Perioden bei. Dies erklärt einen Anteil von 50 % in Zeile 1. Die restlichen 5,6 % traten in den beiden Versuchen mit anderen Anfangsbedingungen auf.

<sup>21</sup> Den Werten liegt eine Stichprobe von 6 Versuchen zugrunde. In den Versuchen ist jetzt die Anfangsbedingung für jeweils einen der Anbieter durch Veränderung seiner Umsatzerwartung abweichend gestaltet worden. Die weiterhin identischen Bedingungen für die beiden anderen Anbieter erklären z. T. die sehr starke Zunahme des Anteils von Preisstreuungen mit 2 im Vergleich zu denen mit 3 Preisen.

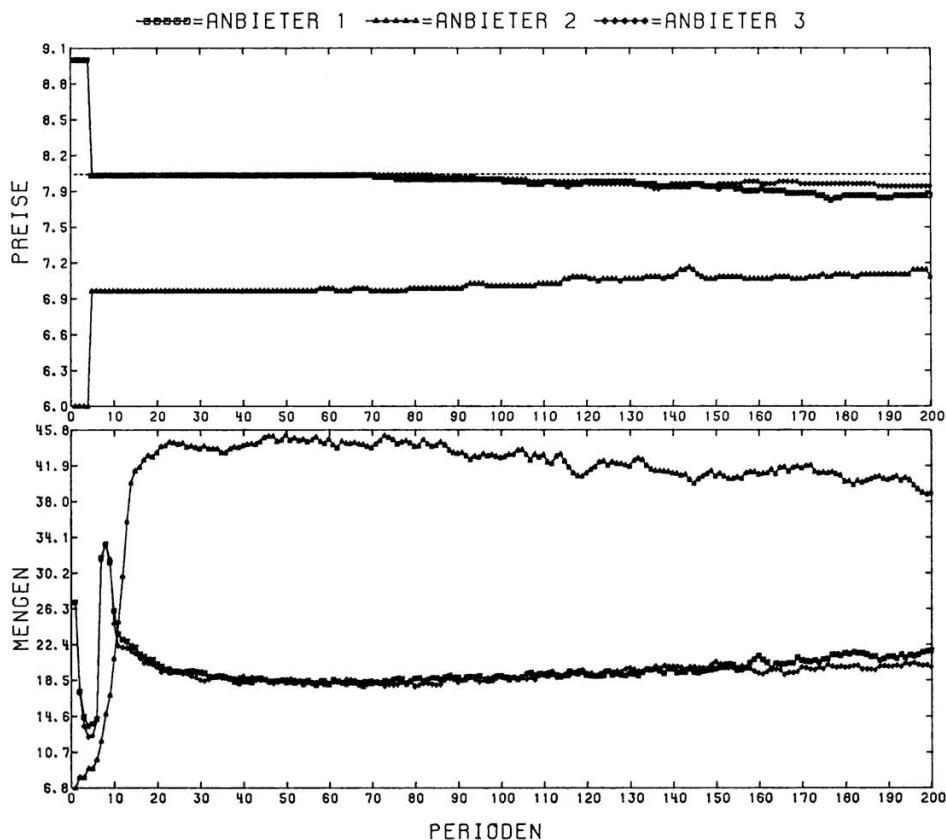


Abb. 4: Homogene Marktbesetzung Modell C,  
verschiedene Anfangsbedingungen

wahrscheinlich machen. Dies gilt wegen der spill-over-bedingten Fehlschätzungsmöglichkeit auch für Modell C wie Abb. 4 zeigt.

**Resultat 4:** Sind verschiedene Verhaltenstypen auf dem Markt vertreten (heterogene Marktbesetzung), wird die Preisstreuung in jeder Periode  $t$  dadurch verstärkt, daß die Anbieter in ihren charakteristischen Anpassungsmustern relativ unbeeinflußt bleiben.

Abb. 5 ist für dieses Ergebnis der Simulation exemplarisch. Der Abbildung liegen dieselben Versuchsbedingungen wie Abb. 1 - 3 zu grunde, nunmehr jedoch bei heterogener Anbieterbesetzung. Die zugehörigen Anteilswerte (Stichproben aus 4 Versuchen) sind in Spalte 7 der Tab. 1 aufgeführt.

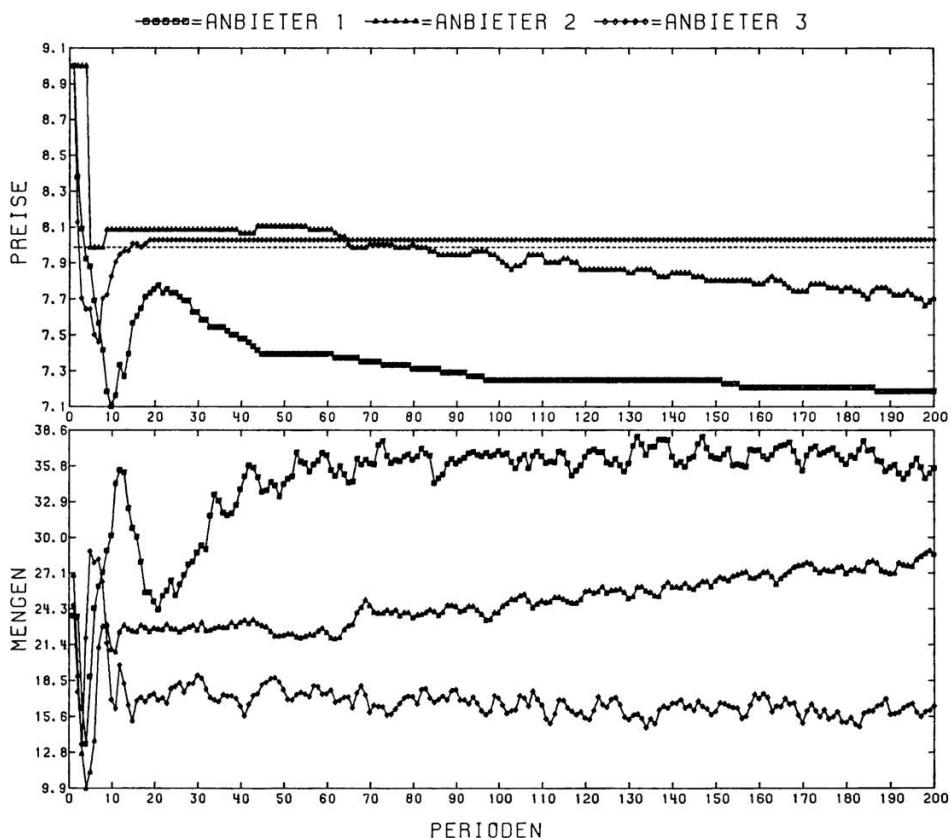


Abb. 5: Inhomogene Marktbesetzung (Mod. A = Anb. 1, Mod. B = Anb. 3, Mod. C = Anb. 2), gleiche Anfangsbedingungen

Wegen Resultat 3 ist erst recht mit ausgeprägten Preisstreuungen zu rechnen, wenn für die heterogen besetzten Anbieter zusätzlich auch unterschiedliche Anfangsbedingungen gelten. Aus Platzgründen kann dies wiederum nur anhand eines typischen Versuchsdigramms (Abb. 6) belegt werden, für das bis auf die Anfangsbedingungen bei Anbieter 2 (Modell C) die gleichen Voraussetzungen gelten, wie für Abb. 5. (Zur Preisstreuung in der Stichprobe von 6 Versuchen s. Spalte 8, Tab. 1).

Die Resultate 3 und 4 lassen den Schluß zu, daß die spill-over-Effekte zwischen den Anbietern beim unbestellten nicht-adaptiven Nachfragerverhalten zu unsystematisch sind, um bei den Anbietern einen grundsätzlichen Verhaltenswechsel zu bewirken. Dem Höchstpreisanbieter bleibt eine — geringe — Nachfrage erhalten, der Niedrigstpreisanbieter gewinnt

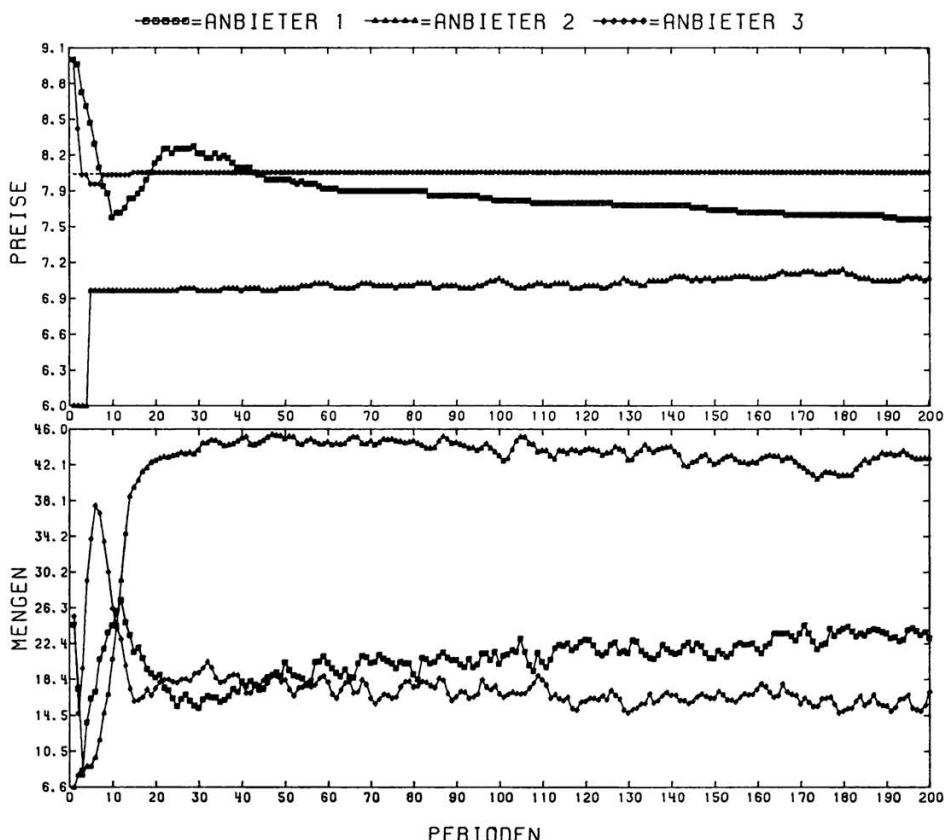


Abb. 6: Inhomogene Marktbesetzung (Mod. A = Anb. 1, Mod. B = Anb. 3, Mod. C = Anb. 2), verschiedene Anfangsbedingungen

nicht die gesamte Marktnachfrage. Beide können ihre Such-, Experimentier- oder Anpassungsmuster infolgedessen ohne Bankrottbedrohung beibehalten. Die Existenz andersartiger Konkurrenten kann in der einzelnen Realisierung eine Rolle spielen, im Durchschnitt aber hat sie nur geringen Einfluß. Gleichwohl machen sich die spill-over-Effekte — destabilisierend — in der durchschnittlichen Preisentwicklung bemerkbar. Sie führen zu einer Überschätzung der Nachfrage beim einzelnen Anbieter, wenn sie aus unbefriedigter Überschünnachfrage oder transitorischen Preisdifferenzen resultieren. Bei den Modellen A und B treten dann u. U. starke destabilisierende Schwankungen in Ausbringungsmenge, Kapazität und Lagerbestand auf, die über das Anspruchsniveau Preisvariationen auslösen können. Bei Modell C kann es zu einem

Schätzfehler bei der Einfachregression kommen, wenn derartige spill-over-Effekte in den Experimentzeitraum fallen; ferner zu einer Destabilisierung, wenn spill-over-bedingte Schwankungen im Zwei-Periodendurchschnitt über den in den Versuchen gewählten kritischen Wert des permanenten Nachfrageänderungstests hinausgehen.

Eine wichtige Frage bei der Untersuchung der Dynamik der Marktprozesse ist die nach dem Zeitbedarf für die Anpassung der Anbieter an die gegebenen stationären Rahmenbedingungen, also nach der zeitlichen Ausdehnung der transienten Phase der Marktprozesse. Dazu ergaben die Simulationen folgendes:

**Resultat 5:** Im Beobachtungszeitraum von 200 Perioden ist in der Mehrzahl der Versuche entweder nicht zweifelsfrei zu entscheiden, ob im Durchschnitt einer Monte-Carlo-Serie eine stationäre Phase des Marktprozesses (ein stochastisches Gleichgewicht) erreicht wird oder sie tritt definitiv nicht auf.

Als (schwaches) Kriterium für ein als zweifelsfrei gewertetes Auftreten einer stationären Phase in einem Versuch wurde die Existenz eines Zeitintervalls  $T = [\tau^s, 200]$ ,  $\tau^s \leq 180$ , gewählt, für welches hinsichtlich der geschätzten Mittelwertfunktionen der Preisprozesse gilt:

- $\hat{p}_j(t) = \bar{p}_j$  für alle  $j$  und alle  $t \in T$  oder
- $\hat{p}_j(t)$  fluktuiert für alle  $t \in T$  und alle  $j$  trendfrei um einen stationären Mittelwert  $\bar{p}_j$ , so daß  $\left| \frac{\hat{p}_j(t)}{\bar{p}_j} - 1 \right| \leq 0,02$ .

Eine dieser Bedingungen wurde von 9 der 28 Versuche erfüllt, mit einer Verteilung von  $\tau^s$  wie in Abb. 7 (S. 510). In 19 Versuchen wurde es nicht erfüllt (deutlich sichtbar in den in Abb. 2, 4, 5 und 6 wiedergegebenen Versuchen, weniger deutlich in denen, die Abb. 1 und 3 zugeordnet sind).

In Resultat 5 machen sich vermutlich die Verzerrungen der Experimentier-, Such- und Anpassungsprozeduren durch die spill-over-Effekte bemerkbar, die mit dem Grad der Preisstreuung zunehmen. Tatsächlich sind die 9 Versuche, die im Beobachtungszeitraum eine stationäre Phase erreichen, allesamt solche mit homogener Anbieterbesetzung bei gleichen Anfangsbedingungen<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> In vergleichbaren Simulationsversuchen mit einer isolierten Monopol-situation — also ohne spill-over-Effekte — erreichen die Modelle B und C schneller und zuverlässiger stationäre Phasen, nicht aber das wegen der erlahmenden Experimentierneigung im Zuge der Anspruchsanpassung i. d. R. „langsame“ Modell A; Witt/Perske (1982), Ch. 5.

Hinsichtlich der relativen Leistungsfähigkeit der alternativen Verhaltensmodelle im Marktprozeß kann als ein Ergebnis der Simulationen festgehalten werden:

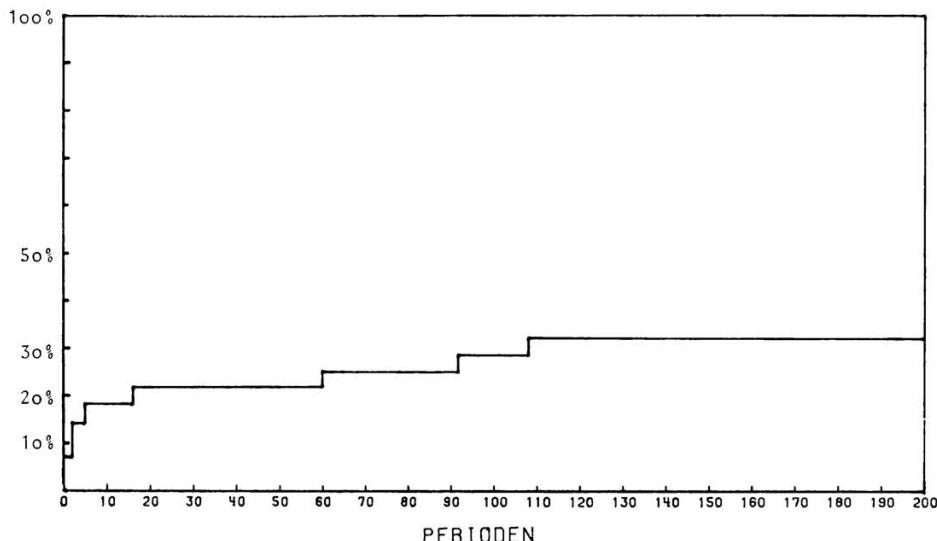


Abb. 7: Anteil der Versuche, die in  $\tau^s = t$  eine stationäre Phase im definierten Sinn erreichen

Resultat 6: Das Adoptionspotential der Modelle A, B und C reichte in jedem Zeitpunkt für die in den Versuchen auftretenden effektiven Nachfragebedingungen aus, um einen Bankrott zu vermeiden.

In keiner der 1.400 simulierten Realisierungen des stochastischen Marktprozesses erfolgte über die 200 Versuchsperioden ein Abbruch für einen Anbieter wegen Überschreiten der Kreditschranke. Definiert man eine Rekurrenzzeit  $\nu_j$  ( $H_j(t)$ ) für jedes  $j$  als pfadabhängige Variable derart, daß für jede beliebige zusammenhängende Folge von Verlusten nach einem Zeitpunkt  $t = \tau'$

$$\Pi_j(\tau') > 0, \Pi_j(\tau' + 1) < 0, \dots, \Pi_j(\tau' + \nu_j) < 0, \Pi_j(\tau' + \nu_j + 1) > 0$$

gilt:  $H_j(\tau' + \nu_j) \geq Z_j$  mit  $Z_j$  als (negativ notierter) Kreditschranke, dann ist Resultat 6 gleichbedeutend mit folgender beschränkender Aussage über die aufgetretenen Preis-/Mengenprozesse: Alle Realisierungen der individuellen Preis-/Kapazitätsprozesse waren mit einer Rekurrenzzeit  $\leq \nu_j$  rekurrent auf die in den Versuchen nicht-leere Menge von Preis-/Kapazitätskombinationen mit nicht-negativem Gewinn.

### V. Bewertung

Die Resultate zeigen, daß die in Abschnitt II und III skizzierten Modelle fruchtbar gemacht werden können für die Untersuchung des dynamischen Verhaltens von Marktprozessen unter unvollkommener Information. Folgt man den Ergebnissen, dann sind auf Märkten mit solchen Bedingungen die Preis- und Mengenprozesse (und infolgedessen auch die Entwicklung von Preisstreuungen sowie Eintrittszeitpunkt und Variablenwerte der stationären Phase) von drei Faktoren abhängig, die in den üblichen Analysen kaum berücksichtigt werden:

- den möglicherweise unterschiedlichen Verhaltensmustern der Individuen und ihrer Häufigkeitsverteilung in der Marktbesetzung;
- den subjektiven Anfangsbedingungen eines jeden Marktteilnehmers (Preis-, Absatz-, Gewinnerwartungen) die — anders als die technischen und kostenmäßigen Randbedingungen, die in der Literatur für die Erklärung persistenter Preisstreuungen herangezogen werden — auch im Prinzip kaum objektiv feststellbar sind und
- der von Zufallseinflüssen und der Verhaltenswahl anderer Marktteilnehmer beeinflußten Entwicklung der individuellen Erfahrung in der Vorgeschichte.

Die komplexe, schwer zu durchschauende Verknüpfung zufälliger und systematischer Einflüsse, die in die gesamte Vorgeschichte reichen, signalisiert einen enormen Informationsbedarf, der erforderlich würde, wenn man etwas über die Situation eines derartigen Marktes in einem bestimmten Zeitpunkt aussagen wollte. Präzise Angaben über Allokation und Wohlfahrt scheinen kaum möglich. Da sich ferner zeigt, daß die transiente Phase so ausgedehnt sein kann, daß realistischerweise noch vor ihrem Abschluß Änderungen der Markt- und/oder Umweltsituation anzunehmen sind, d. h. transiente Phasen so aufeinander folgen können, daß (stochastische) Gleichgewichte überhaupt nicht auftreten, scheint das Geschehen auf Suchmärkten im Vergleich zu den Märkten der neoklassischen Theorie einen hohen Grad an theoretisch nicht reduzierbarer Unschärfe aufzuweisen.

Gleichwohl ist nicht jede denkbare Entwicklung möglich. Eine Beschränkung muß eingehalten werden. Die Preis- und Mengenbewegungen sind persistent, weil sie alle einem Rekurrenzkriterium im Hinblick auf die Klasse der Preis/Mengen-Kombinationen mit nicht-negativem Gewinn genügen. Die reale Durchsetzung dieser Beschränkung legt fest, welche Mindestanforderungen überlebensfähiges Anbieterverhalten — optimierend oder nicht — erfüllen muß. Der Versuch, einen dem individuellen Anspruch gemäßen Verhaltenserfolg zu finden,

und dabei die Bankrottbedrohung zu vermeiden, wird sich vermutlich nicht ausschließlich auf Adaption in der Art der Verhaltensmodelle A, B und C beschränken. Vieles spricht dafür, daß sowohl das Streben nach Ergebnisverbesserung wie das nach Absicherung des Erreichten auch Verhaltenswechsel und -innovationen induziert und damit die transiente Phase des Marktprozesses selbst — endogen — Wandel der Marktbedingungen erzeugt. Trifft dies zu, dann geben die vorliegenden Resultate eher Anlaß zu fragen, welche Regelmäßigkeiten die Transienz beherrschen als nach Bedingungen zu suchen, unter denen Intransienz — Gleichgewicht — auftreten könnte<sup>23</sup>.

Die Ergebnisse der Untersuchung wurden unter der vereinfachenden Annahme einer nicht-adaptiven Nachfrage gewonnen. Ist damit zu rechnen, daß sich grundsätzliche Abweichungen ergeben, wenn man diese Annahme aufgibt? Die Antwort hängt entscheidend davon ab, mit welchen Kosten (und infolgedessen wie schnell) die Nachfrager Informationen über die Marktsituation gewinnen können. Informiert sich im Grenzfall jeder Nachfrager in jeder Periode über den niedrigsten Preis am Markt, ist die Bedingung unvollkommener Information praktisch eliminiert und die Realisierung der Konkurrenzlösung in relativ kurzer Zeit plausibel. Ist die Informationssuche der Nachfrager langsamer oder eine diskretionär vorgenommene Investition, dann können die im Zuge der Anpassung der Anbieter vorgenommenen Preisänderungen die gesammelte Information der Nachfrager entwerten. Wenn also substantielle Informationsprobleme bestehen, ergibt sich auf beiden Marktseiten ein komplexer, simultaner Anpassungsprozeß, dessen Ausgang schwer absehbar ist. Man könnte ihn in ähnlicher Weise untersuchen, wie es hier in einer ersten Annäherung für den einfacheren Fall einseitiger Adaption geschehen ist. Da per se nicht auszuschließen ist, daß mit Anpassungsmuster, Anfangsvorstellungen und zufallsüberlagertem Erfahrungsstand der Nachfrager dabei noch erheblich mehr Unschärfe erzeugende Faktoren ins Spiel kommen können, scheint es nicht unwahrscheinlich, daß die Resultate dann auf einer ähnlichen Linie wie die vorgetragenen liegen werden.

### **Zusammenfassung**

Der Aufsatz untersucht zwei Problemkreise: die theoretische Darstellbarkeit der Interaktion von Suchmarkt-Teilnehmern und das individuelle Adoptions- und Lernverhalten bei den sequentiell offenbarten Informationen. Als Lösung werden ein Modell eines zufälligen Begegnungsprozesses vorgeschlagen und drei verschiedene Modelle individuellen Reaktionsverhaltens entworfen. Zusammengefügt erzeugen diese Komponenten stochastische Preis-

---

<sup>23</sup> Für eine ausführliche Diskussion dieser Punkte: Witt (1980), Teil IV.

und Mengenprozesse, die in der Simulation lange transiente Phasen (Ungleichgewichtssituationen) und persistente Preisstreuungen aufweisen. Sie werden durch unterschiedliche Anfangsofferten, heterogene Verhaltenstypen in der Marktbesetzung oder einfach durch zufällig induzierte, unterschiedliche individuelle Erfahrungen hervorgerufen.

### Summary

The paper addresses two main problems and their joint effects: How to model interaction of simultaneously searching, non-communicating individuals, and how to describe their adaptation and learning behavior in this scenario? For the first problem the notion of a random contact process is proposed as a solution, for the second three alternative models are designed. Put together in a simulation program, stochastic price/quantity processes can be generated. Results show extended transitional phases and persistent price dispersions due to differing initial offers, heterogeneous modes of behavior, or simply to diverging individual experience, likely to occur under random fluctuations.

### Literatur

- Barta, S. and P. Varaiya (1976), Stochastic Models of Price Adjustment, Annals of Social and Economic Measurement 5 (1976), 267 - 281.*
- Bauknecht, K., J. Kohlas und C. A. Zehnder (1976), Simulationstechnik — Entwurf und Simulation von Systemen auf digitalen Rechenautomaten —. Berlin usw.*
- Beyer, O., H. J. Girlich und H.-U. Zschiesche (1978), Stochastische Prozesse und Modelle. Frankfurt.*
- Breiman, L. (1964), Stopping-Rule Problems, in: E. F. Beckenbach (ed.), Applied Combinatorial Mathematics. New York usw.*
- Cyert, R. M. and J. G. March (1963), A Behavioral Theory of the Firm. Englewood Cliffs.*
- DeGroot, M. H. (1970), Optimal Statistical Decisions. New York usw.*
- Hey, J. D. (1981), Are Optimal Search Rules Reasonable? And Vive Versa? (And Does it Matter Anyway), Journal of Economic Behavior and Organization 2 (1981), 47 - 70.*
- Kohn, M. G. and S. Shavell (1974), The Theory of Search, Journal of Economic Theory 9 (1974), 93 - 123.*
- MacMinn, R. D. (1980), Search and Market Equilibrium, Journal of Political Economy 88 (1980), 308 - 327.*
- Rothschild, M. (1974), Searching for the Lowest Price When the Distribution of Prices is Unknown, Journal of Political Economy 82 (1974), 689 - 711.*
- Salop, S. (1976), Information and Monopolistic Competition, The American Economic Review 66, Papers and Proceedings (1976), 240 - 245.*
- Simon, H. A. (1967), Theories of Decision-Making in Economics and Behavioral Science, in: Surveys of Economic Theory, Vol. III, Resource Allocation. London.*

- Stiglitz, J. E. (1979), Equilibrium in Product Markets with Imperfect Information, The American Economic Review 69, Papers and Proceedings (1979), 339 - 345.*
- Streichler, E. (1979), Marktmodelle bei unvollkommener Information — Ein-führender Überblick, Diskussionspapier für die Arbeitstagung des theoretischen Ausschusses des Vereins für Socialpolitik.*
- Wharton, J. B. (1979), The theory of search and equilibrium in a nonauctioneered market, in: S. A. Lippmann/J. J. Mc Call (eds.), Studies in the Economics of Search. Amsterdam usw.*
- Wied-Nebbeling, S. (1975), Industrielle Preissetzung — Eine Überprüfung der marginal- und vollkostentheoretischen Hypothesen auf empirischer Grundlage. Tübingen.*
- Witt, U. (1980), Marktprozesse — Neoklassische vs. evolutorische Theorie der Preis- und Mengendynamik. Königstein/Ts.*
- (1982), Micro-Dynamics of Search, Discussionspaper No. 207 - 82, Institut für Volkswirtschaftslehre und Statistik der Universität Mannheim.
- and J. Perske (1982), SMS — A Program Package for Simulation and Gaming of Stochastic Market Processes and Learning Behavior, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 202. Berlin - Heidelberg - New York.