
INSTITUT FÜR VOLKSWIRTSCHAFTSLEHRE

der

UNIVERSITÄT AUGSBURG



**Determinanten der Innovationsaktivitäten
in oligopolistischen Märkten**

von

Manfred Stadler

Beitrag Nr. 50

Januar 1991

01

**QC
072
V922
-50**

Volkswirtschaftliche Diskussionsreihe

~~40/QC 344 577 + 2~~

01/QC 072 V922-50

Institut für Volkswirtschaftslehre

Universität Augsburg

Memminger Straße 14

8900 Augsburg

Tel.-Nr. (08 21) 5 98-(1)

Telex 5 3 830 uniaug

Telefax (08 21) 5 98-55 05

**Determinanten der Innovationsaktivitäten
in oligopolistischen Märkten**

von

Manfred Stadler

Beitrag Nr. 50

Januar 1991

UB Augsburg

<08025903980037

<08025903980037



Zusammenfassung

In diesem Beitrag werden die Determinanten der unternehmerischen Innovationsaktivitäten in einem stochastischen dynamischen Oligopolmodell analysiert, in dem die Konkurrenten ihre Angebotsmenge und ihre Innovationsaktivitäten gewinnmaximal einsetzen. Das durch Innovationen im Zeitablauf akkumulierte technologische Know-how wird als quasi-fixer Produktionsfaktor interpretiert. Im Steady-State-Zustand des Modells lassen sich u.a. die folgenden Resultate ableiten. Der Einfluß der Unsicherheit auf die Innovationstätigkeit kann je nach Verlauf der Innovationsgrenzkostenfunktion positiv oder negativ sein. Unter der Annahme einer isoelastischen Nachfragefunktion und rein kostensenkenden Innovationen ergibt sich darüber hinaus ein innovationshemmender Spillover-Effekt und ein forcierender Marktgrößeneffekt. Ferner wird gezeigt, daß bei niedriger Nachfrageelastizität und geringen Spillovers die Innovationstätigkeit nicht unbedingt im Monopol sondern auch im engen Oligopol am größten sein kann.

Abstract

This paper analyzes the factors determining innovative activity of firms by using a stochastic dynamic oligopoly model. We suppose that the rivals maximize their expected present value of the future cash flow with respect to output and innovative expenditure levels. Innovations are assumed to build up a technological know-how which is treated as a quasi-fix production factor. In the steady-state we are able to derive - among others - the following results. Uncertainty can either encourage or discourage innovative efforts depending on the marginal cost function of innovations. Using an isoelastic demand function we show that the size of the market has a stimulating effect on the pace of innovation while spillovers unambiguously reduce it. Further, if the spillovers are modest and the demand is relatively inelastic the greatest innovative activities per firm are not to be expected in the monopoly case but within a few firm oligopoly.

Determinanten der Innovationsaktivitäten in oligopolistischen Märkten

von

Manfred Stadler *

1. Einleitung

Ein Unternehmen kann längerfristig nur dann seine Wettbewerbsfähigkeit im Markt behaupten, wenn es ihm gelingt, in der technologischen Entwicklung auf dem Stand der Zeit zu bleiben. Um dieses Ziel zu erreichen, muß es immer wieder Innovationen hervorbringen, wodurch im Wechselspiel mit der Konkurrenz ein andauernder Prozeß des technologischen Wandels in Gang gehalten wird. Abgesehen von rein zufälligen Erfindungen und Entdeckungen erfordert das Hervorbringen neuer oder verbesserter Technologien regelmäßig den Einsatz knapper Ressourcen, die als Innovationsausgaben in einem weiten Sinne zusammengefaßt werden. Eine Erklärung des technologischen Wandels muß folglich mit einer Analyse der Bestimmungsgründe der unternehmerischen Innovationsaktivitäten beginnen.

Tatsächlich beschäftigt die Frage nach den Determinanten der privaten Innovations-tätigkeit Theoretiker und Empiriker seit geraumer Zeit mit nicht nachlassender Inten-sität. Da sich Innovationsanstrengungen als Investitionen in technologisches Know-how interpretieren lassen, kommen als Determinanten zunächst einmal all diejenigen Fakto-ren in Betracht, die auch die Investitionen in physisches Kapital beeinflussen. Hierzu zählen die Preise der Inputfaktoren, also die Lohnsätze, Kapitalnutzungskosten, Energie- und Vorleistungspreise sowie im Falle quasi-fixer Produktionsinputs auch die Einsatz-mengen der substitutiven oder komplementären Produktionsfaktoren. Im Zusammen-hang mit den Neo-Schumpeter-Hypothesen kommt vor allem den Strukturelementen wie der Marktgröße und -konzentration eine wichtige Bedeutung bei der Erklärung des Innovationsverhaltens zu. Schließlich gilt es bei der Innovationstätigkeit zwei wesent-liche Charakteristika zu beachten, wie sie bei Investitionen in Sachkapital nicht oder nur in sehr eingeschränktem Maße auftreten. Dies ist zum einen die mangelnde Appropriier-barkeit von neuem technologischen Wissen, das sich in den Innovationen widerspiegelt. In aller Regel profitieren selbst bei weitreichendem Patentschutz durch Spillover-Effekte

* Wertvolle Anregungen und Kritik zu einer früheren Fassung dieses Papiers verdanke ich vor allem David Audretsch, Werner Guth, Wolfgang Leininger, Manfred Neumann, Hans-Jürgen Ramser und Wolfram Richter. Für die finanzielle Unterstützung danke ich der Deutschen Forschungs-gemeinschaft in Bonn.

auch die Konkurrenten von den einmal eingeführten Neuerungen. Zum anderen ist die Produktion neuen technologischen Wissens immer mit Unsicherheit verbunden. Innovationsaktivitäten müssen keineswegs die erhofften Erfolge nach sich ziehen. Umgekehrt können aber durch Einfallsreichtum und Kreativität auch ohne großen Ressourceneinsatz bisweilen beachtliche Technologiefortschritte erzielt werden.

Inhalt dieses Beitrages ist es, den Wirkungsrichtungen dieser potentiellen Einflußfaktoren in einem geschlossenen partialanalytischen Unternehmensmodell nachzugehen. Im folgenden zweiten Abschnitt wird dazu ein stochastisches dynamisches Oligopolmodell von Stadler (1990) in einer modifizierten und um Spillover-Effekte erweiterten Fassung vorgestellt. Bereits in dieser recht allgemein gehaltenen Version lassen sich die Rolle der Abdiskontierungsrate, der Vergessensrate, der technologischen Möglichkeiten und der Unsicherheit im Innovationsprozeß analysieren. Der dritte Abschnitt beschäftigt sich dann im Rahmen einer näher spezifizierten Version des Modells mit den interdependenten Einflüssen von Marktstrukturelementen und Spillover-Effekten auf Prozeßinnovationen. Eine kritische Einschätzung des gewählten Ansatzes rundet im vierten Abschnitt den Beitrag ab.

2. Ein stochastisches dynamisches Oligopolmodell

Im betrachteten Gütermarkt produzieren n Konkurrenten ein homogenes, nicht lagerfähiges Produkt unter Wettbewerbsbedingungen. Marktein- und -austritte bleiben aus der Analyse ausgeklammert. Jedes Unternehmen ist bestrebt, seinen intertemporalen Gewinnerwartungswert über einen unendlichen Planungshorizont durch den zeitlichen Einsatz seiner Innovationsanstrengungen x zu maximieren. Mit den Innovationsausgaben kann im Laufe der Zeit ein Bestand an unternehmensspezifischem technologischen Know-how aufgebaut werden. Für alle Unternehmen wird eine konstante Abdiskontierungsrate r angenommen. In jedem Zeitpunkt t realisieren die Konkurrenten Bruttogewinne π (vor Abzug der Innovationskosten) in Abhängigkeit ihrer eingesetzten Technologie T , in der alle zuvor getätigten Produkt- und Prozeßinnovationen zum Ausdruck kommen. Unterstellt wird zunächst eine recht allgemeine Gewinnfunktion mit den Eigenschaften $\pi(T) > 0$, $\pi'(T) > 0$ und $\pi''(T) < 0$. Die Kosten der Innovationsaktivitäten seien durch die konkav steigende Funktion $g(x) > 0$ mit $g'(x) > 0$ und $g''(x) < 0$ darstellbar. Das dynamische Optimierungsproblem für ein repräsentatives Unternehmen i lautet dann

$$(1) \quad J(T_i, t) = \max_{x(t)} E \int_0^{\infty} [\pi_i(T_i) - g(x_i)] e^{-rt} dt$$

mit der optimalen Wertfunktion J . Natürlich hängt der Bruttogewinn zu jedem Zeitpunkt auch vom technologischen Stand der Konkurrenten im Markt ab. Geht man aber davon aus, daß sich die Unternehmen zu Beginn des Wettbewerbsprozesses auf ganz bestimmte Innovationsvorhaben durch strategische "commitments" festlegen, dann werden sie ihre Pläne im nachhinein unabhängig vom Konkurrenzverhalten auch nicht mehr revidieren. Da neue technologische Kenntnisse aufgrund mangelnder Appropriabilität in mehrfacher Hinsicht dem Charakter öffentlicher Güter entsprechen, muß eine Innovation nicht notwendigerweise im eigenen Unternehmen entwickelt werden, um gewinnbringend einsetzbar zu sein. Selbst bei gesetzlich geschützten Patenten, die ebenfalls Kosten verursachen würden, kann ein Unternehmen durch Spillover-Effekte in aller Regel auch von den Innovationen der Konkurrenz profitieren. In Anlehnung an Spence (1986) wird dieser Sachverhalt durch die Gleichung

$$(2) \quad T_i = W_i + \theta \sum_{j \neq i} W_j$$

mit dem konstanten Spillover-Parameter $0 \leq \theta \leq 1$ erfaßt, wobei W das im betrachteten Unternehmen i bzw. das im Konkurrenzunternehmen j originär produzierte Know-how symbolisiert. Das unternehmensspezifische Wissen kann durch aktive Innovationsanstrengungen gemäß der stochastischen Differentialgleichung

$$(3) \quad dW_i = [x_i - \nu W_i] dt + \sigma_w dz$$

akkumuliert werden. Im deterministischen Teil dieser Innovationsproduktionsfunktion bezeichnet $\nu \geq 0$ die Vergessensrate, die als exogen unterstellt wird. Der unausweichlichen Unsicherheit im Innovationsprozeß wird durch die additive Hinzufügung eines stochastischen Terms Rechnung getragen. Die Variable z bezeichnet einen Wiener-Prozeß mit dem Erwartungswert $E(dz)=0$ und der Varianz $E(dz)^2=dt$ (vgl. Malliaris, Brock 1982, 36). Die Änderung des unternehmensspezifischen Wissensstandes¹ ist damit normalverteilt mit dem Erwartungswert $[x_i - \nu W_i]dt$ und der Varianz $\sigma_w^2 dt$. Je höher diese Varianz, desto größer ist die Unsicherheit bei der Suche nach technologischen Verbesserungen. Mit dieser Formulierung werden sowohl zufällige Entdeckungen und Erfindungen modellmäßig erfaßt, die auch ohne entsprechenden Input das Know-how erhöhen, als auch die Möglichkeit technologischer Fehlschläge. Die Anfangsbedingungen des autonomen Maximierungsproblems (1) bis (3) lauten zum Startzeitpunkt $t=0$

¹ In einem auf das Unternehmenswachstum ausgerichteten Modell könnten die Effekte der Innovationsausgaben und der stochastischen Störungen auch auf die Wachstumsraten des technologischen Wissens bezogen werden (vgl. Neumann 1989 und Neumann, Haid 1990).

$w_i(0)=w_{i0}>0$ für alle Unternehmen. Die Innovationsausgaben sind durch die Nicht-negativitätsbedingungen $x_i \geq 0$ jeweils nach unten beschränkt. Unter Verwendung der Definition $V = e^{rt}J$ und der Ko-Zustandsvariablen $V_w = \partial V_i / \partial w_i$ erhält man (bei Vernachlässigung der Unternehmensindizes) die Hamilton-Jacobi-Bellman-Gleichungen

$$(4) \quad rV = \max_{x(t)} \left\{ \pi(T) - g(x) + V_w [x - \nu W] + \frac{1}{2} V_{ww} \sigma_w^2 \right\}$$

mit den nicht abdiskontierten Hamilton-Funktionen

$$(5) \quad H = \pi(T) - g(x) + V_w [x - \nu W] + \frac{1}{2} V_{ww} \sigma_w^2.$$

Die notwendigen Optimalitätsbedingungen lauten dann im konstruktionsgemäß relevanten spieltheoretischen open-loop-Gleichgewicht²

$$(6) \quad \partial H / \partial x = V_w - g'(x) = 0$$

für die Innovationsaktivitäten und

$$(7) \quad (1/dt) E dV_w = rV_w - \partial H / \partial W = (r + \nu)V_w - \partial \pi(T) / \partial W$$

für das in den Unternehmen originär produzierte Know-how. Die hinreichenden Bedingungen für Maxima sind unter den getroffenen Annahmen erfüllt, die Nicht-negativitätsbedingungen für die Innovationstätigkeit nicht bindend. Auch die Transversalitätsbedingungen $\lim_{t \rightarrow \infty} V_w e^{-rt} = 0$ werden mit $V_w = g'(x)$ erfüllt, da die Innovationsausgaben endlich sein müssen, um nicht einen unendlich negativen Wert in der Gewinnfunktion (1) zu implizieren. Um die Steady-State-Gleichungen für die Innovationstätigkeit zu erhalten, müssen die Ausdrücke dV_w und V_w in (7) mittels der Optimalitätsbedingung (6) substituiert werden. Das totale Differential von (6) ergibt sich als

$$(8) \quad dV_w = dg'(x).$$

Setzt man eine Taylor-Reihen-Erweiterung zweiter Ordnung für $dg'(x)$ an, erhält man

² Die mathematisch anspruchsvolleren closed-loop-Gleichgewichte führen in aller Regel zu unterschiedlichen Ergebnissen (vgl. Fudenberg, Levine 1988, Fudenberg, Tirole 1989). Im Gegensatz zu den hier analysierten Gleichgewichten tragen sie der Tatsache Rechnung, daß die heutigen Innovationsaktivitäten eines Unternehmens die zukünftigen Innovationsaktivitäten der Konkurrenten beeinflussen können. Ökonomisch rechtfertigen läßt sich die open-loop-Annahme mit unendlich langen Informationsverzögerungen zwischen den Unternehmen.

$$(9) \quad dg'(x) = g''(x) dx + \frac{1}{2} g'''(x) (dx)^2.$$

Da die Innovationstätigkeit als Kontrollvariable vom Bestand an der Zustandsvariable technologisches Wissen abhängt, d.h. $x=x(w)$, ist sie wie das Wissen selbst eine stochastische Größe. Durch eine Taylor-Reihen-Erweiterung erster Ordnung und Anwendung von Itô's Multiplikationsregeln für $(dw)^2$ erhält man

$$(10) \quad (dx)^2 = (\partial x / \partial w)^2 \sigma_w^2 dt.$$

Durch sukzessives Einsetzen in (9) und (8) ergibt sich der Ausdruck

$$(11) \quad dV_w = g''(x) dx + \frac{1}{2} g'''(x) (\partial x / \partial w)^2 \sigma_w^2 dt.$$

Unter Verwendung der Gleichungen (6) und (11) in (7) erhält man nach Umformung den Erwartungswert der zeitlichen Änderung der Innovationsaktivitäten als

$$(12) \quad (1/dt) E(dx) = \left\{ (r + \nu)g'(x) - \partial\pi(T)/\partial w - (1/2) g'''(x) (\partial x / \partial w)^2 \sigma_w^2 \right\} / g''(x),$$

wobei der Ausdruck $(1/2) g'''(x) (\partial x / \partial w)^2 \sigma_w^2$ den Einfluß der Unsicherheit auf die Innovationsdynamik eines Unternehmens wiedergibt. Der Erwartungswert für die Wissensakkumulation in (3) lautet

$$(13) \quad (1/dt) E(dw) = x - \nu w.$$

Durch Nullsetzen der beiden Erwartungswerte (12) und (13) erhält man die (erwarteten) Steady-State-Gleichungen für die Innovationsaktivitäten und für das unternehmensspezifische Wissen. Da es sich um ein autonomes Optimierungsproblem handelt, kann das Steady-State wie üblich in einem (x, w) -Phasenraum analysiert werden.

Als Referenzsituation wird nun zunächst der deterministische Fall mit $\sigma_w=0$ untersucht. Aus (13) folgt für das Know-how eine lineare Steady-State-Kurve $w=w$ mit der positiven Steigung ν . Aus (12) folgt unter Beachtung von (2) für die Innovationstätigkeit die Steady-State-Kurve $x=x$, die im Phasenraum grundsätzlich negativ geneigt ist.

$$(14) \quad \left. \frac{dx}{dw} \right|_{x=0} = \frac{\pi''(T)}{(r+\nu) g''(x)} < 0.$$

Alle Punkte im Phasenraum oberhalb der WW-Kurve implizieren eine weitere Wissensakkumulation ($\dot{W} > 0$), alle Punkte unterhalb dagegen ein allmähliches Absinken des unternehmensspezifischen technologischen Wissens durch Vergessen, ($\dot{W} < 0$). Bei einer vernachlässigbaren Vergessensrate $\nu = 0$ liegt die WW-Kurve auf der Abszisse, so daß letzterer Effekt entfällt. In allen Punkten rechts von der xx-Kurve werden die Innovationsaktivitäten verstärkt ($\dot{x} > 0$), in allen Punkten links von ihr werden sie gedrosselt ($\dot{x} < 0$). Der Schnittpunkt der beiden Kurven WW und xx, im Schaubild 1 mit P_0 bezeichnet, stellt das Steady-State-Gleichgewicht (x^*, W^*) des deterministischen Modells dar. Wie sich zeigen läßt, existiert sowohl für ein einzelnes Unternehmen als auch für das Gesamtsystem ein einziger Zeitpfad, der zu diesem Sattelpunkt hin konvergiert (vgl. auch den Anhang in Stadler 1990). In Schaubild 1 ist der gleichgewichtsführende Zeitpfad für ein repräsentatives Unternehmen durch mehrere aufeinanderfolgende Pfeile gekennzeichnet. Alle anderen Pfade führen entweder zu unendlich großen oder gar keinen Innovationsaktivitäten und sind nicht optimal.

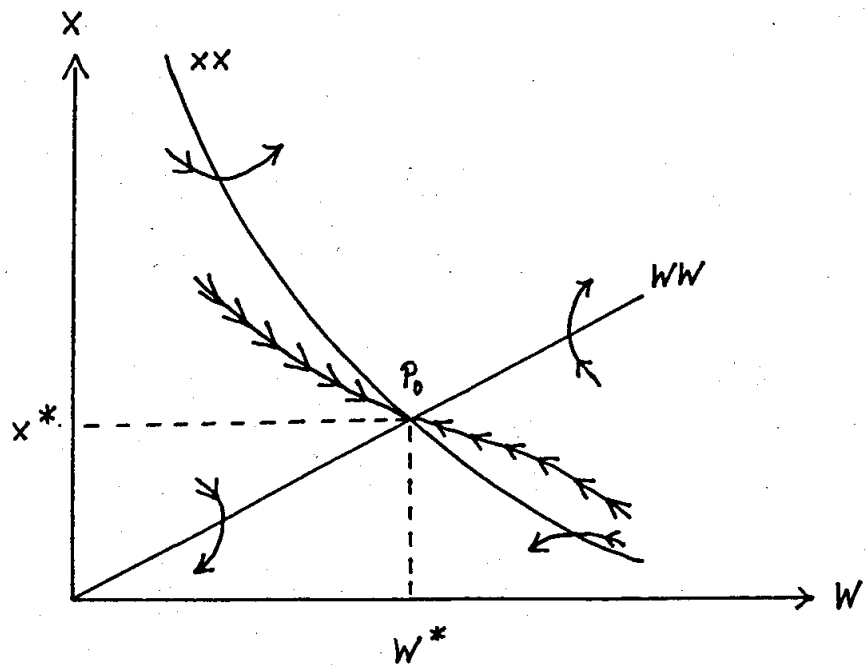


Schaubild 1

Ausgehend vom Steady-State-Zustand P_0 lassen sich nun die Einflüsse der Determinanten der Innovationsaktivitäten in komparativ-dynamischer Analyse ermitteln. Die Lage der WW-Kurve hängt nur von der Vergessensrate ν ab. Je höher das Vergessen von technologischem Know-how, etwa durch starke Fluktuation von hoch qualifiziertem Forschungspersonal, desto weiter dreht sich die WW-Kurve durch den größeren Reinvestitionsbedarf im Ursprung nach links oben. Da sich aber die xx-Kurve wegen der geringeren Rendite gleichzeitig nach unten verschiebt, ist die Gesamtwirkung auf die

Innovationsaktivitäten - ähnlich wie bei den Abschreibungen auf physisches Kapital - nicht eindeutig. Das gleichgewichtige Niveau an technologischem Wissen ist dagegen eindeutig geringer. Alle anderen Determinanten im Modell verschieben nur die xx -Kurve und lassen die WW -Kurve unverändert. Da in diesem Fall alle denkbaren Steady-States auf der stetig steigenden WW -Kurve liegen, genügt es, die jeweiligen Effekte auf die Innovationsaktivitäten im Steady-State abzuleiten. Die damit einhergehenden Wirkungen auf das technologische Wissen sind dann immer gleichgerichtet. Da sich die Gleichgewichtspfade im Modell nicht schneiden können, gelten die nämlichen Effekte auch im Anpassungsprozeß.

Mit steigender Abdiskontierungsrate verschiebt sich die xx -Kurve nach unten, so daß sich ein negativer Effekt auf die Innovationsanstrengungen als Investitionen in die Zukunft ergibt. Höhere Innovationsgrenzkosten $g'(x)$ bei schwierigeren Innovationsvorhaben ziehen den gleichen Effekt nach sich. Schließlich führt eine Erhöhung des Grenzgewinns des technologischen Wissens - von Gort, Wall (1986) auch als Verbesserung der "technologischen Möglichkeiten" interpretiert - zu einer Verschiebung der xx -Kurve nach oben, woraus sich ein positiver Innovationsanreiz ableiten läßt.

Komplizierter ist der Einfluß der Unsicherheit auf den Innovationsprozeß. Das Vorzeichen des relevanten Terms in (12) hängt entscheidend vom genauen Verlauf der Innovationskostenfunktion $g(x)$ ab. Dem Charakter einer stochastischen Optimierung mit einem Wiener-Prozeß entsprechend ergibt sich die Wirkungsrichtung der Unsicherheit aus der dritten Ableitung $g'''(x)$. Steigen die Innovationsgrenzkosten mit zunehmender Rate an ($g'''(x) > 0$), verschiebt sich die xx -Kurve bei erhöhter Unsicherheit nach oben und impliziert damit eine steigende Innovationstätigkeit. Dieser Effekt liegt daran, daß steigende Innovationsaktivitäten nach einem technologischen Fehlschlag die Innovationsgrenzkosten um mehr erhöhen, als umgekehrt sinkende Innovationsaktivitäten nach einem unerwarteten Erfolg die Innovationsgrenzkosten reduzieren. Daraus ergibt sich bei einer sowohl im positiven als auch im negativen Erfolgssinne gleichermaßen zunehmenden Unsicherheit ein ganz natürlicher Anreiz für risikoneutrale Unternehmen, einen höheren Bestand an technischem Wissen durch höhere Innovationsausgaben anzustreben (vgl. zu dieser Interpretation auch das Investitionsmodell von Pindyck 1982). Steigen demgegenüber die Innovationsgrenzkosten mit abnehmender Rate an ($g'''(x) < 0$), verschiebt sich die xx -Kurve bei erhöhter Unsicherheit nach unten und zieht damit ein geringeres Engagement in der Suche nach Neuerungen nach sich. Gemäß der eben dargelegten Wirkungskette sind die Unternehmen nun bestrebt, einen niedrigeren Bestand an Know-how mit entsprechend weniger Innovationsausgaben zu erreichen. Bei quadratischen Innovationskostenfunktionen mit $g'''(x) = 0$, wie sie etwa

Futia (1980) oder Reinganum (1981, 1982) in anderen Szenarien verwendet haben, ist ein Zustand der Sicherheitsäquivalenz erreicht, d.h. die Unsicherheit hat dann bei risikoneutralen Unternehmen keinen Effekt mehr. Eine generell gültige Aussage über den Einfluß der Unsicherheit auf den Innovationsprozeß läßt sich also nur dann machen, wenn eine explizite Annahme über das Vorzeichen der dritten Ableitung der Innovationskostenfunktion getroffen wird (vgl. zu diesem Vorgehen etwa Neumann 1989). Dadurch wird der dann verbleibende Erklärungsgehalt des Modells aber in einer nicht mehr adäquaten Weise eingeschränkt.

Im Schaubild 2 ist der innovationshemmende Effekt einer höheren Unsicherheit für den Fall einer mit abnehmender Rate steigenden Innovationsgrenzkostenfunktion graphisch dargestellt. Im Gegensatz zum deterministischen Steady-State P_0 ist das stochastische Steady-State P_1 streng genommen kein Sattelpunkt, in den der Prozeß stetig hineinkonvergiert. Vielmehr werden stochastische Störungen immer wieder vom Gleichgewichtspunkt wegführen, so daß sich das System auch langfristig im Anpassungsprozeß um den Gleichgewichtspunkt herum befindet (vgl. Pindyck 1982, 421). Ein solcher Anpassungsprozeß ist im Schaubild 2 durch den Zickzack-Pfad um P_1 wiedergegeben.

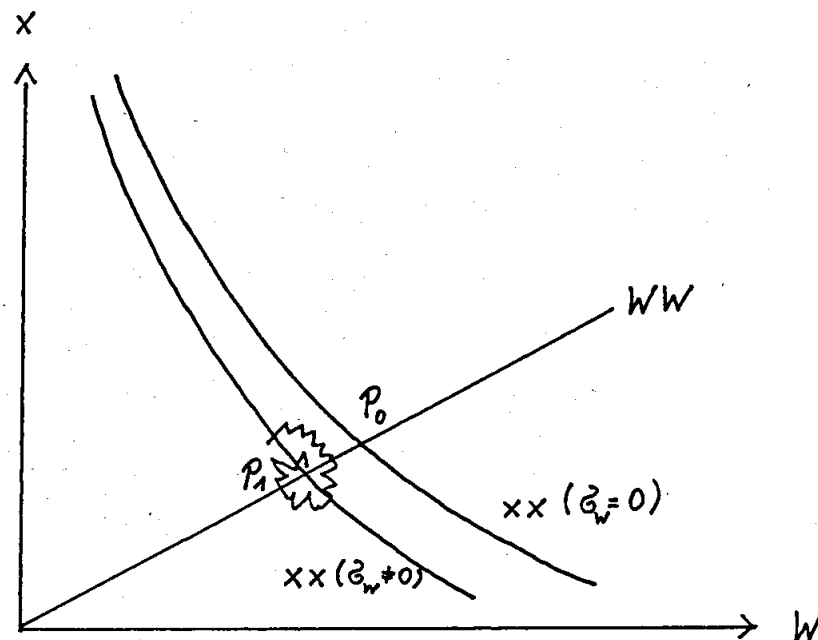


Schaubild 2

Um die Einflüsse der Marktstruktur und einer unvollkommenen Appropriabilität der Innovationserträge auf die xx -Kurve und somit auf die Innovationstätigkeit identifizieren zu können, muß die Gewinnfunktion $\pi(T)$ näher spezifiziert werden. Zu diesem Zweck wird nun ein Oligopolmodell mit rein kostensenkenden Prozeßinnovationen diskutiert.

3. Marktstruktur-Effekte, Spillover-Effekte und Innovationsdynamik

Die spieltheoretische Literatur setzt sich schon seit geraumer Zeit mit den Zusammenhängen zwischen der Marktstruktur und den Innovationsaktivitäten in Oligopolen auseinander. Eine Forschungsrichtung thematisiert die Erschließung neuer Märkte durch Basisinnovationen als Folge unternehmerischer Patentrennen (vgl. Reinganum 1989, Stadler 1989, 1991). Eine andere Forschungsrichtung beschäftigt sich mit weniger drastischen Verbesserungsinnovationen innerhalb eines bereits existierenden Marktes. Grundlage für die hier einzuordnenden spieltheoretischen Innovationsansätze ist das statische Modell von Dasgupta, Stiglitz (1980), in dem die Unternehmen simultan ihre Output- und Innovationsentscheidungen treffen. Dem strategischen Charakter der Innovationsaktivitäten Rechnung tragend analysieren Brander, Spencer (1983) sowie Ramser (1986) für den Duopolfall das teilspielperfekte Nash-Gleichgewicht eines zweistufigen Spiels, bei dem die Konkurrenten auf der ersten Stufe ihre Innovationsentscheidungen und auf der zweiten Stufe ihre Outputentscheidungen treffen. Güth, Meyer (1980) entwickeln ein ähnliches Stufenspiel für den Oligopolfall, lassen aber nur eine Entweder-oder-Entscheidung bzgl. des Innovationsverhaltens zu. Eine weitgehende Dynamisierung des Dasgupta-Stiglitz-Modells im Sinne von Shapiro (1989, 397) führen Flaherty (1980) in diskreter und Sato, Tsutsui (1984) in stetiger Formulierung durch. Entscheidend ist in diesen Modellen jeweils, daß die Unternehmen bei ihrer Wissensakkumulation deren zukünftige Auswirkungen auf die Outputentscheidungen aller Anbieter miteinkalkulieren.

Dieses Optimalverhalten ist in unserer Bruttogewinnfunktion $\pi(T)$ bereits implizit enthalten. In konsistenter Weise läßt sie sich deshalb in einem Cournot-Nash-Mengengleichgewicht genauer spezifizieren. Unter der Annahme konstanter Skalenerträge ergibt sich der Bruttogewinn eines Unternehmens i zu einem bestimmten Zeitpunkt als

$$(15) \quad \pi_i = \max_{q_i} [p(Q) - c_i(T_i)] q_i$$

mit dem einheitlichen Güterpreis p , dem Output q eines Unternehmens und dem gesamten Marktoutput Q . Die Produktionstechnologie der Unternehmen wird durch die Produktionsstückkostenfunktion $c(T)$ repräsentiert, in der u.a. die Faktorpreise der variablen Produktionsfaktoren Arbeit, physisches Kapital, Vorleistungen, Energie usw. enthalten sind. Deren Einfluß auf die Wissensakkumulation hängt von der Spezifizierung der Kostenfunktion sowie der Substitutionalität bzw. Komplementarität der einzelnen Produktionsinputs ab und muß daher letztlich einer ökonometrischen Analyse

vorbehalten bleiben (vgl. etwa Mohnen, Nadiri, Prucha 1986). Das technologische Wissen T sei aufgrund steigender Innovationsgrenzkosten der einzige quasi-fixe Produktionsfaktor, der erst nach zeitintensiver Anpassung seinen langfristig optimalen Wert erreicht. Dies bedeutet, daß die Unternehmen in jedem Zeitpunkt bei gegebener Technologie aller Marktteilnehmer ihre Outputentscheidungen treffen müssen. Spieltheoretisch gesehen handelt es sich hier um taktische Entscheidungen im Gegensatz zu den strategischen Entscheidungen des Innovationsverhaltens, wodurch das Umfeld der Outputmaximierung im Zeitablauf gezielt geändert wird. Die Kostenfunktion $c(T) > 0$ sei stetig differenzierbar mit $c'(T) < 0$ und $c''(T) > 0$. Betrachtet man nun den Spezialfall einer isoelastischen (inversen) Nachfragefunktion

$$(16) \quad p(Q) = \alpha Q^{-1/\varepsilon}$$

mit der Marktgröße $\alpha > 0$ und der Nachfrageelastizität $\varepsilon > 1$, so folgen für das Optimierungsproblem (15) eines jeden Unternehmens die notwendigen und hinreichenden Maximumbedingungen

$$(17) \quad p(1 - q_i/\varepsilon Q) - c_i(T_i) = 0.$$

Summiert man diese Gleichung über alle Konkurrenten im Markt auf, läßt sich der Preis

$$(18) \quad p = \frac{\sum_k c_k(T_k)}{n - 1/\varepsilon}, \quad k = 1, \dots, n$$

bestimmen. Unter Verwendung der Gleichungen (16), (17) und (18) erhält man die Gewinnfunktion eines Unternehmens als

$$(19) \quad \pi_i(T_i, \hat{T}_i) = \alpha^\varepsilon \varepsilon \left\{ 1 - c_i(T_i) \frac{n - \frac{1}{\varepsilon}}{\sum_k c_k(T_k)} \right\}^2 \left\{ \frac{n - \frac{1}{\varepsilon}}{\sum_k c_k(T_k)} \right\}^{\varepsilon-1},$$

wobei $\hat{T}_i$ den Vektor der Wissensbestände der Konkurrenten des betrachteten Unternehmens angibt. Die reduzierte Gewinnfunktion (19) beinhaltet alle temporären Cournot-Nash-Gleichgewichte bei gegebenem Know-how aller Konkurrenten. Bei der Bestimmung des Einflusses des eigenproduzierten technologischen Wissens auf den Bruttogewinn gilt es zu beachten, daß mit jeder Vergrößerung des Wissensstandes nicht nur die eigenen Stückkosten, sondern über die Spillovers auch die Stückkosten der Konkurrenz reduziert werden. Insgesamt ergibt sich

$$(20) \quad \partial \pi_i / \partial W_i = (\partial \pi_i / \partial c_i) (\partial c_i / \partial T_i) (\partial T_i / \partial W_i) + \sum_{j \neq i} (\partial \pi_i / \partial c_j) (\partial c_j / \partial T_j) (\partial T_j / \partial W_i)$$

mit $\partial T_i / \partial W_i = 1$ und $\partial T_j / \partial W_i = \theta$. Im Symmetriefall vereinfacht sich (20) zu

$$(21) \quad \partial \pi_i / \partial W_i = (\partial \pi_i / \partial c_i + \theta (n-1) \partial \pi_i / \partial c_j) \partial c_i / \partial T_i.$$

Für die direkten und die Kreuzgrenzgewinneffekte von innovationsbedingten Stückkostenänderungen erhält man aus (19)

$$(22) \quad \partial \pi_i / \partial c_i = \alpha^\varepsilon c^{-\varepsilon} n^{-\varepsilon-2} (n-1/\varepsilon)^{\varepsilon-1} \left\{ -2n^2 + 2(1+1/\varepsilon)n - 1 - 1/\varepsilon \right\} < 0$$

und

$$(23) \quad \partial \pi_i / \partial c_j = \alpha^\varepsilon c^{-\varepsilon} n^{-\varepsilon-2} (n-1/\varepsilon)^{\varepsilon-1} \left\{ 2n - 1 - 1/\varepsilon \right\} > 0$$

mit $c=c_i=c_j$ im Symmetriefall. Zusammengefaßt erhält man also für den Grenzgewinn des technologischen Wissens

$$(24) \quad \partial \pi / \partial W = \alpha^\varepsilon c^{-\varepsilon} \partial c / \partial T n^{-\varepsilon-2} (n-1/\varepsilon)^{\varepsilon-1} \left\{ -2(n-1)(n-1/\varepsilon)(1-\theta) - (1+(n-1)\theta) (1-1/\varepsilon) \right\}.$$

Unmittelbar einsichtig ist aus (24), daß die Marktgröße α den Grenzgewinn erhöht und damit auch - wie im vorigen Abschnitt gezeigt - die Innovationsaktivitäten forciert. Dieser Effekt bestätigt die "demand pull" - Hypothese von Schmookler (1966). Das Ausmaß der Appropriierbarkeit neuer technologischer Erkenntnisse beeinflusst den Grenzgewinn über den Spillover-Parameter θ .

$$(25) \quad \partial^2 \pi / \partial W \partial \theta = \alpha^\varepsilon c^{-\varepsilon} \partial c / \partial T n^{-\varepsilon-2} (n-1/\varepsilon)^{\varepsilon-1} (n-1)(2n-1-1/\varepsilon) < 0.$$

Je größer also die Spillover-Effekte sind, d.h. je leichter Neuerungen von der Konkurrenz ohne eigenen Ressourceneinsatz imitiert werden können, desto geringer sind die Innovationsanreize eines Unternehmens. Damit ist aber nicht gesagt, daß auch das produktionswirksame Know-how im Unternehmen geringer ist. Vielmehr überlagern sich die gegenläufigen Effekte einer geringeren eigenen Wissensproduktion einerseits und eines größeren Wissenstransfers zwischen den Unternehmen durch Spillovers andererseits (vgl. auch



die empirische Evidenz in Bernstein, Nadiri 1989). Um den Einfluß der Marktkonzentration abzuleiten, reicht es aus, den Grenzgewinn nach der Zahl der Konkurrenten im Markt zu differenzieren, da der Herfindahl-Konzentrationsindex im Symmetriefall bekanntlich mit dem Kehrwert der Anbieterzahl übereinstimmt. Nach einigen Umformungen erhält man

$$(26) \quad \partial^2 \pi / \partial W \partial n = \alpha^\varepsilon c^{-\varepsilon} \partial c / \partial T n^{-\varepsilon-3} (n - 1/\varepsilon)^{\varepsilon-2} \psi(n),$$

wobei $\psi(n)$ eine stetig differenzierbare kubische Hilfsfunktion darstellt, die die Wirkungsrichtung einer Änderung der Marktkonzentration auf den Grenzgewinn angibt:

$$(27) \quad \psi(n) = 2(1-\theta)n^3 - 2[(3 + 2/\varepsilon) - (4 + 1/\varepsilon)\theta] n^2 \\ + [(5 + 7/\varepsilon + 2/\varepsilon^2) - (6 + 7/\varepsilon + 1/\varepsilon^2)\theta] n - (1-\theta)(1 + 1/\varepsilon)(1 + 2/\varepsilon).$$

Positive Werte der Funktion $\psi(n)$ besagen, daß eine marginale Zunahme der Zahl der Konkurrenten die technologischen Grenzgewinne jedes einzelnen Unternehmens im Markt verringert, worauf die Innovationsaktivitäten abnehmen. Umgekehrt bewirken negative Werte der Funktion $\psi(n)$ eine forcierte Innovationstätigkeit. Wie aus (27) unschwer zu erkennen ist, besteht ein äußerst komplexes Beziehungsgeflecht zwischen der Marktkonzentration, der Preiselastizität der Nachfrage und der Appropriierbarkeit technologischer Erfolge. Um den Einfluß der Marktkonzentration sukzessive herauszuarbeiten, wird zunächst der Spezialfall vernachlässigbarer Spillover-Effekte ($\theta=0$) betrachtet. Dadurch vereinfacht sich (27) zu

$$(28) \quad \psi^0(n) = 2n^3 - (6 + 4/\varepsilon)n^2 + (5 + 7/\varepsilon + 2/\varepsilon^2)n - (1 + 1/\varepsilon)(1 + 2/\varepsilon).$$

Die Funktion $\psi^0(n)$ wurde in Stadler (1990) bereits ausführlich diskutiert. Sie besitzt drei Nullstellen bei

$$(29) \quad n_1 = 1 \quad \text{und} \quad n_{2,3} = 1 + 1/\varepsilon \pm \sqrt{(1 + 1/\varepsilon)/2},$$

ein lokales Maximum bei

$$(30) \quad n_{\max} = [3 + 2/\varepsilon - \sqrt{3/2 + 3/2\varepsilon + 1/\varepsilon^2}]/3$$

und ein lokales Minimum bei

$$(31) \quad n_{\min} = \left[3 + 2/\varepsilon + \sqrt{3/2 + 3/2\varepsilon + 1/\varepsilon^2} \right] / 3.$$

Je nachdem, welchen Wert zwischen 1 und ∞ die Nachfrageelastizität besitzt, liegt das lokale Maximum im Bereich $1 - (1/\sqrt{6}) < n_{\max} < 1$ und das lokale Minimum im Bereich $1 + (1/\sqrt{6}) < n_{\min} < 7/3$. Für alle Konkurrentenzahlen $n > 3$ nimmt die Funktion $\psi^o(n)$ positive Werte an, so daß jedes zusätzliche Unternehmen den Grenzgewinn des technologischen Wissens und somit auch die Innovationsaktivitäten reduziert. Da $\psi^o(n)$ im Monopol eine Nullstelle besitzt, hängt es entscheidend von der Nachfrageelastizität ab, ob die maximale Innovationstätigkeit eines Unternehmens nun im Monopol-, Duopol- oder Tripolfall vorliegt. Aufgrund des Ganzzahligkeitsproblems kann ein eindeutiger Effekt eines zusätzlichen Unternehmens immer nur dann abgeleitet werden, wenn $\psi^o(n)$ zwischen den beiden aufeinanderfolgenden ganzen Zahlen entweder vollständig im negativen oder vollständig im positiven Bereich liegt. Für das Duopol gilt

$$(34) \quad \psi^o(n=2) \geq 0, \quad \text{sofern} \quad \varepsilon \geq (5 + \sqrt{17})/2 \approx 4.56.$$

Bei einer relativ geringen Nachfrageelastizität $1 < \varepsilon < 4.56$ liegen die maximalen Innovationsaktivitäten eines Unternehmens deshalb im Duopol- oder im Tripolfall, bei relativ hoher Nachfrageelastizität $4.56 < \varepsilon < \infty$ dagegen im Monopol- oder Duopolfall. Um sich dieses Resultat klarzumachen, muß man sich den Verlauf der (inversen) Nachfragekurve $p(Q)$ vor Augen halten. Mit abnehmender Nachfrageelastizität wird diese Kurve immer steiler und der Gewinnzuwachs einer gegebenen Prozeßinnovation immer größer. Unter diesen Bedingungen besteht nun offensichtlich die Möglichkeit, daß ausgehend von einer symmetrischen Marktstruktur der Gewinnzuwachs eines Unternehmens durch eine innovationsbedingte Stückkostenreduktion im Duopol- oder im Tripolfall durch das "Abschütteln" der Konkurrenz noch größer ist als im Monopolfall. Jedes einzelne Unternehmen hat dann auch einen entsprechend größeren Innovationsanreiz. Bei einer über das Tripol hinaus steigenden Zahl von Unternehmen wird der Grenzgewinnspielraum als Folge einer Prozeßinnovation immer kleiner, so daß dieser innovationsstimulierende Effekt wieder verschwindet.

Wie ändern sich nun diese Ergebnisse unter Berücksichtigung der Spillover-Effekte? Um einen ersten Eindruck zu gewinnen, sind im Schaubild 3 für eine Nachfrageelastizität $\varepsilon=2$ und für die Spillover-Parameter $\theta = \{ 0, 0.3, 0.5 \}$ drei verschiedene Funktionsverläufe von $\psi(n)$ graphisch veranschaulicht. Bei vernachlässigbaren Spillover-Effekten liegt das Innovationsmaximum eines Unternehmens wie oben begründet im Duopol- oder im Tripolfall, da $1 < \varepsilon < 4.56$. Mit positiven Spillover-Werten verschiebt sich die Kurve zumindest im negativen Bereich nach oben. So kommen für $\theta = 0.3$ noch der Duopol-

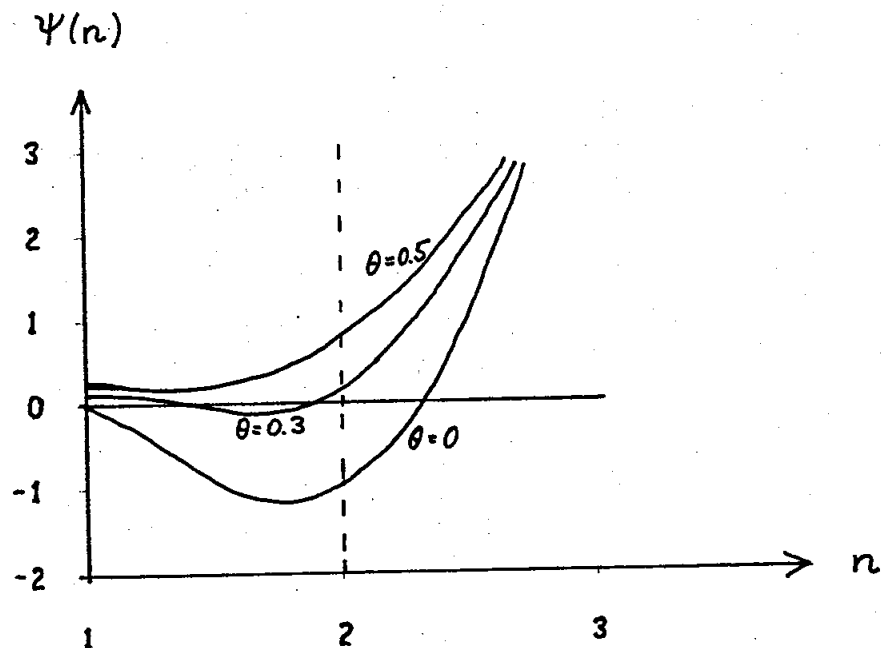


Schaubild 3

und der Monopolfall für das Maximum in Frage, bei $\theta = 0.5$ schließlich nur noch der Monopolfall. Mit sinkender Appropriabilität der Innovationserträge verschiebt sich also die Marktstruktur mit dem größten Innovationsanreiz immer mehr in Richtung Monopol. Es läßt sich leicht zeigen, daß dieses Ergebnis eine generelle Gültigkeit im Modell besitzt. Unter Verwendung der speziellen Funktion $\psi^0(n)$ erhält man für (27)

$$(35) \quad \psi(n) = \psi^0(n) + \theta [-2n^3 + (8 + 2/\epsilon)n^2 - (6 + 7/\epsilon + 1/\epsilon^2)n + (1 + 3/\epsilon + 2/\epsilon^2)] .$$

Der Ausdruck in der eckigen Klammer ist im Bereich $n \in [1;3]$ grundsätzlich positiv. Da aber für $n > 3$ die gesamte Funktion $\psi(n)$ immer positiv ist, bedeutet dies nichts anderes, als daß der negative Bereich von $\psi^0(n)$ durch Spillover-Effekte nur eingeschränkt werden kann. Wie im obigen Beispiel liegt die innovationsmaximale Marktstruktur dann eher im Bereich höherer Marktkonzentration. Da im Monopolfall

$$(36) \quad \psi(n=1) = (1 - 2/\epsilon + 1/\epsilon^2) \theta > 0$$

gilt, läßt sich allerdings auch dann zwischen Monopol, Duopol und Tripol nicht mehr diskriminieren, wenn $\psi(n)$ im Duopolfall negativ ist. Je nach Konstellation der beiden exogenen Parameter Nachfrageelastizität und Spillover-Faktor ergeben sich nun drei unterschiedliche Bereiche der innovationsmaximalen Marktkonzentration für ein einzelnes Unternehmen, wie im Schaubild 4 verdeutlicht wird.

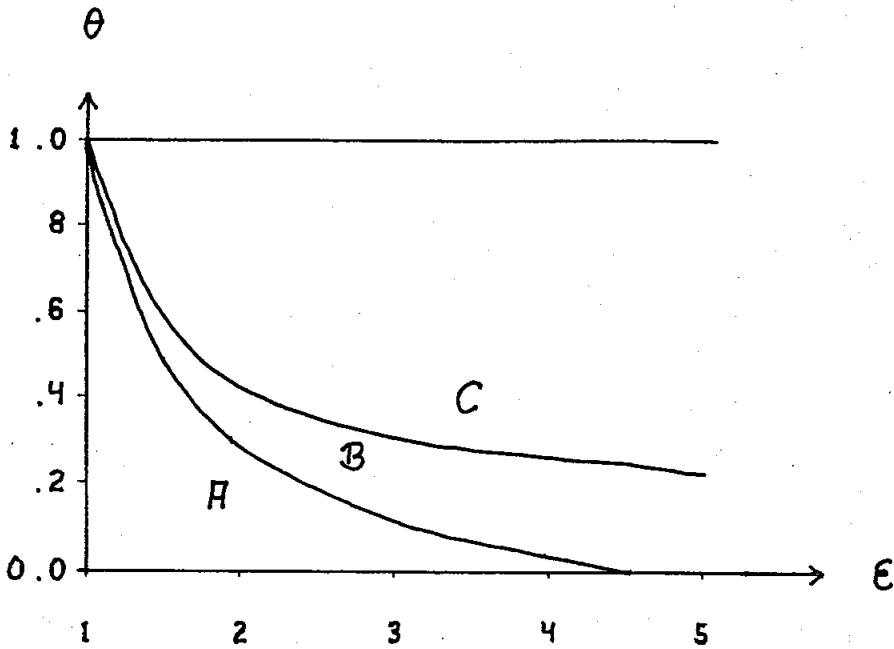


Schaubild 4

Für alle Kombinationen in Feld A bei relativ unelastischer Nachfrage und geringen Spillovers ist die Funktion $\psi(n)$ im Duopolfall negativ. Das Innovationsmaximum liegt daher bei einem, zwei oder drei Unternehmen im Markt. Im Feld B scheidet der Tripolfall aus, da die Funktion $\psi(n=2)$ bereits positiv ist. Im Feld C schließlich scheidet auch der Duopolfall aus, da die Funktion $\psi(n)$ überhaupt nur noch positive Werte annimmt.

Zusammenfassend läßt sich also feststellen, daß auch unter Einbeziehung von Spillover-Effekten eine innovationsmaximale Marktstruktur im engen Oligopol möglich ist, sofern die Nachfrageelastizität nicht zu groß und die Appropriierbarkeit der Innovationserträge nicht zu gering ist. Zumindest für sehr enge Oligopole ist das Modell folglich in der Lage, in stilisierter Weise eine umgekehrt U-förmige Beziehung zwischen der Marktkonzentration und den Innovationsaktivitäten der Unternehmen in diesem Markt abzuleiten (vgl. die empirische Evidenz in Kamien, Schwartz 1982, Kap. 3, Cohen, Levin 1989 oder Scherer, Ross 1990, Kap. 17). Zunehmende Spillover-Effekte verschieben die innovationsmaximale Marktkonzentration jedoch immer weiter in Richtung Monopol.

Unter der alternativen Verwendung einer linearen Marktnachfrage in (16) ergibt sich das Ergebnis einer umgekehrt U-förmigen Beziehung nicht. Vielmehr nehmen die Innovationsanreize mit einer zunehmenden Zahl von Anbietern stetig ab. Es gibt jedoch keinen Grund anzunehmen, daß kompliziertere Nachfragefunktionen, die sich vielleicht in gar keiner geschlossenen analytischen Form mehr darstellen lassen, nicht auch zu dem

hier erzielten Ergebnis führen sollten. Von theoretischem Interesse wären natürlich Nachfragefunktionen, die das Innovationsmaximum auch bei einer größeren Zahl von Kokurrenten im Markt, d.h. bei einer niedrigeren Marktkonzentration, zulassen würden. Zur Aufdeckung derartiger Funktionen müßten dann aber wegen der rasch zunehmenden formal-analytischen Schwierigkeiten wohl numerische Simulationsmethoden eingesetzt werden.

4. Kritische Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurde ein dynamisches stochastisches Oligopolmodell vorgestellt, in dem die konkurrierenden Unternehmen ein homogenes Produkt anbieten. Um ihren intertemporalen Gewinn zu maximieren, treffen sie in jedem Zeitpunkt eine taktische Outputentscheidung auf der Basis des vorhandenen Know-hows, das in der Vergangenheit durch strategische Innovationsentscheidungen allmählich aufgebaut wurde. Dieser Prozeß der Wissensakkumulation konvergiert in einem stochastischen Sinne gegen einen Steady-State-Zustand des technologischen Wissens und der Innovationsaktivitäten. Ausgehend von diesem Gleichgewichtszustand lassen sich einige wichtige Bestimmungsgründe der unternehmerischen Innovationsaktivitäten identifizieren.

Der Einfluß der Unsicherheit hängt vom Verlauf der Innovationskostenfunktion ab. Steigen die Innovationsgrenzkosten mit zunehmender Rate, besteht ein Anreiz für die Unternehmen, einen höheren Bestand an technologischem Wissen mit entsprechend intensiveren Innovationsaktivitäten anzustreben. Steigen die Innovationsgrenzkosten dagegen mit abnehmender Rate, stellt sich das gegenteilige Ergebnis ein. Während die Wirkungsrichtung der Vergessensrate nicht eindeutig angegeben werden kann, üben der Abdiskontierungsfaktor grundsätzlich einen negativen und die technologischen Möglichkeiten grundsätzlich einen positiven Einfluß auf die Innovationsanstrengungen aus. Um die komplizierten Effekte der Marktstrukturelemente zu erfassen, wurde eine Gewinnfunktion unter den Annahmen einer isoelastischen Nachfragefunktion und einer outputkonstanten, aber wissensabhängigen Produktionsstückkostenfunktion abgeleitet. In dieser verfeinerten Modellversion bewirken zunehmende Spillovers des technologischen Wissens eine eindeutige Reduzierung der Innovationsausgaben. Die zu erwartende Marktnachfrage steigert dagegen die Innovationstätigkeit. Der Einfluß der Marktkonzentration ist selbst im Symmetriefall recht komplexer Natur. Bei kleiner Nachfrageelastizität und geringen Spillovers zeigt sich, daß die Innovationsausgaben eines Unternehmens nicht unbedingt im Monopolfall, sondern möglicherweise auch im Duopol- oder im Tripolfall am größten sind. Insofern ist das Modell mit Einschränkungen dazu

geeignet, die empirisch festzustellende umgekehrt U-förmige Beziehung zwischen der Marktkonzentration und den Innovationsaktivitäten zu erklären.

Selbstverständlich finden im Modell nicht alle wesentlichen Determinanten des Innovationsverhaltens eine adäquate Berücksichtigung. So wurde beispielsweise der gerade im Anpassungsprozeß zum langfristigen Steady-State hin bedeutsame Aspekt der Markteintritte und -austritte völlig ausgeblendet. Statt dessen wurde unterstellt, daß sich durch exogene Markteintrittsschranken dauerhaft eine konstante Zahl symmetrischer Konkurrenten im Markt befindet. Ohne eine Endogenisierung der Marktstruktur kommt aber die "evolutionäre Simultanität" (Baldwin, Scott 1987, 52) von Marktkonzentration und Innovationsverhalten gar nicht erst ins Bild.

Das dynamische Reaktionsverhalten in den Innovationsstrategien der Konkurrenten konnte im Rahmen der verwendeten open-loop-Gleichgewichte zweifelsohne nicht befriedigend modelliert werden. Auch Fragen des Imitationswettbewerbs oder kooperativer Innovationsstrategien, wie sie etwa in Güth, Meyer (1980) angesprochen sind, wurden nicht thematisiert. Diese aus spieltheoretischer Sicht zu präferierenden Konzepte würden aber auf der anderen Seite die ohnehin schon aufwendige Identifizierung der hier diskutierten Effekte bzgl. des Innovationsverhaltens zusätzlich erschweren.

Die Ergebnisse für die Marktstruktur- und die Spillover-Effekte wurden nur in einer eng und daher restriktiv spezifizierten Modellversion mit teilweise harten Annahmen über die Nachfrage- und Kostenfunktionen abgeleitet. Eine wünschenswerte Verallgemeinerung der erzielten Resultate etwa über den Einfluß der Marktkonzentration ist daher unzulässig. Das Problem der unvollkommenen Appropriabilität der Innovationserträge wurde lediglich im Rahmen des betrachteten Partialmarktes diskutiert, nicht aber in seinen ebenso bedeutsamen Auswirkungen zwischen den einzelnen Märkten (vgl. etwa Bernstein, Nadiri 1988). Schließlich beschränkte sich die Marktstrukturanalyse auf rein kostensenkende Prozeßinnovationen. Interessant wäre die Integration von nachfragestimulierenden Werbungsaktionen (Levin, Reiss 1984) oder Produktinnovationen (Levin, Reiss 1988), die im hier verwendeten stochastischen Modellrahmen nicht nur eine nichtstationäre Nachfragefunktion nach sich ziehen, sondern auch eine Analyse des monopolistischen Wettbewerbs in heterogenen Produktmärkten erlauben würde.

Literatur

- Baldwin, W.L., Scott, J.T. (1987), *Market Structure and Technological Change*, New York, London.
- Bernstein, J., Nadiri, M.I. (1988), Interindustry R&D Spillovers, Rate of Return, and Production in High Technology Industries, *American Economic Review*, P&P, 78, 429 - 434.
- Bernstein, J., Nadiri, M.I. (1989), Research and Development and Intra-Industry Spillovers: An Empirical Application of Dynamic Duality, *Review of Economic Studies* 56, 249 - 269.
- Brander, J.A., Spencer, B.J. (1983), Strategic Commitment with R&D: The Symmetric Case, *Bell Journal of Economics* 14, 225 - 235.
- Cohen, W.M., Levin, R.C. (1989), Empirical Studies of Innovation and Market Structure, R. Schmalensee, R.D. Willig (Hrsg.), *Handbook of Industrial Organization*, Vol II, Amsterdam, 1059 - 1107.
- Dasgupta, P.S., Stiglitz, J.E. (1980), Industrial Structure and the Nature of Innovative Activity, *Economic Journal* 90, 266 - 293.
- Flaherty, M.T. (1980), Industry Structure and Cost-Reducing Investment, *Econometrica* 48, 1187 - 1209.
- Fudenberg, D., Levine, D. (1988), Open-loop and Closed-loop Equilibria in Games with Many Players, *Journal of Economic Theory* 44, 1 - 18.
- Fudenberg, D., Tirole, J. (1989), Noncooperative Game Theory for Industrial Organization: An Introduction and Overview, R. Schmalensee, R.D. Willig (Hrsg.), *Handbook of Industrial Organization*, Vol I, Amsterdam, 259 - 327.
- Futia, C.A. (1980), Schumpeterian Competition, *Quarterly Journal of Economics* 94, 675 - 695.
- Gort, M., Wall, R.A. (1986), The Evolution of Technologies and Investment in Innovations, *Economic Journal* 96, 741 - 757.
- Güth, W., Meyer, U. (1980), Innovationsentscheidungen in oligopolistischen Märkten. Eine modelltheoretische Untersuchung, *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft* 136, 113 - 135.
- Kamien, M.I., Schwartz, N.L. (1982), *Market Structure and Innovation*, Cambridge.
- Levin, R.C., Reiss, P.C. (1984), Tests of a Schumpeterian Model of R&D and Market Structure, Z. Griliches (Hrsg.), *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago, London, 175 - 204.
- Levin, R.C., Reiss, P.C. (1988), Cost-Reducing and Demand-Creating R&D with Spillovers, *Rand Journal of Economics* 19, 538 - 556.
- Malliari, A.G., Brock, W.A. (1982), *Stochastic Methods in Economics and Finance*, Amsterdam.

- Mohnen, P.A., Nadiri, M.I., Prucha, I.R. (1986), R&D, Production Structure and Rates of Return in the U.S., Japanese and German Manufacturing Sectors. A Non-separable Dynamic Factor Demand Model, *European Economic Review* 30, 749 - 771.
- Neumann, M. (1989), Market Size, Monopoly Power and Innovations under Uncertainty, D.B. Audretsch, L. Sleuwaegen, H. Yamawaki (Hrsg.), *The Convergence of International and Domestic Markets*, Amsterdam, 295 - 314.
- Neumann, M., Haid, A. (1990), Innovationen als Ergebnis stochastischer Optimierung, B. Gahlen (Hrsg.), *Marktstruktur und gesamtwirtschaftliche Entwicklung*, Berlin, 209 - 223.
- Pindyck, R.S. (1982), Adjustment Costs, Uncertainty, and the Behavior of the Firm, *American Economic Review* 72, 415 - 427.
- Ramser, H.J. (1986), Schumpetersche Konzepte in der Analyse des technischen Wandels, G. Bombach, B. Gahlen, A.E. Ott (Hrsg.), *Technologischer Wandel - Analyse und Fakten*, Schriftenreihe des Wirtschaftswissenschaftlichen Seminars Ottobeuren 15, Tübingen, 145 - 169.
- Reinganum, J.F. (1981), Dynamic Games of Innovation, *Journal of Economic Theory* 25, 21 - 41.
- Reinganum, J.F. (1982), A Dynamic Game of R&D: Patent Protection and Competitive Behavior, *Econometrica* 50, 671 - 688.
- Reinganum, J.F. (1989), The Timing of Innovation: Research, Development, and Diffusion, R. Schmalensee, R.D. Willig (Hrsg.), *Handbook of Industrial Organization*, Vol I, Amsterdam, 849 - 908.
- Sato, R., Tsutsui, S. (1984), Technical Progress, the Schumpeterian Hypothesis and Market Structure, *Zeitschrift für Nationalökonomie*, Suppl. 4, Entrepreneurship, 1 - 37.
- Scherer, F.M., Ross, D. (1990), *Industrial Market Structure and Economic Performance*, 3. Aufl., Boston.
- Schmookler, J. (1966), *Invention and Economic Growth*, Cambridge.
- Shapiro, C. (1989), Theories of Oligopoly Behavior, R. Schmalensee, R.D. Willig (Hrsg.), *Handbook of Industrial Organization*, Vol I, Amsterdam, 329 - 414.
- Spence, M. (1986), Cost Reduction, Competition and Industry Performance, J.E. Stiglitz, G.F. Mathewson (Hrsg.), *New Developments in the Analysis of Market Structure*, Cambridge, 475 - 515.
- Stadler, M. (1989), Marktstruktur und technologischer Wandel. Eine modelltheoretische Analyse im Rahmen der Industrieökonomik, Berlin.
- Stadler, M. (1990), Uncertainty, Market Structure and Technological Know-How, Arbeitspapier Nr. 2 des DFG-Schwerpunktprogramms "Marktstruktur und gesamtwirtschaftliche Entwicklung".
- Stadler, M. (1991), Die Bedeutung der Marktstruktur im Innovationsprozeß. Eine spieltheoretische Analyse des Schumpeterschen Wettbewerbs, erscheint demnächst in einer von B. Gahlen herausgegebenen Monographie.

Bisher erschienen unter der Fachgruppe Makroökonomie

Beitrag Nr.	1:	Bernhard Gahlen	Neuere Entwicklungstendenzen und Schätzmethoden in der Produktionstheorie
Beitrag Nr.	2:	Ulrich Schittko	Euler- und Pontrjagin-Wachstumspfade
Beitrag Nr.	3:	Rainer Feuerstack	Umfang und Struktur geburtenregelnder Maßnahmen
Beitrag Nr.	4:	Reinhard Blum	Der Preiswettbewerb im § 16 GWB und seine Konsequenzen für ein "Neues Wettbewerbskonzept"
Beitrag Nr.	5:	Martin Pfaff	Measurement Of Subjective Welfare And Satisfaction
Beitrag Nr.	6:	Arthur Strassl	Die Bedingungen gleichgewichtigen Wachstums

Bisher erschienen unter dem Institut für Volkswirtschaftslehre

Beitrag Nr.	7:	Reinhard Blum	Thesen zum neuen wettbewerbspolitischen Leitbild der Bundesrepublik Deutschland
Beitrag Nr.	8:	Horst Hanusch	Tendencies In Fiscal Federalism
Beitrag Nr.	9:	Reinhard Blum	Die Gefahren der Privatisierung öffentlicher Dienstleistungen
Beitrag Nr.	10:	Reinhard Blum	Ansätze zu einer rationalen Strukturpolitik im Rahmen der marktwirtschaftlichen Ordnung
Beitrag Nr.	11:	Heinz Lampert	Wachstum und Konjunktur in der Wirtschaftsregion Augsburg
Beitrag Nr.	12:	Fritz Rahmeyer	Reallohn und Beschäftigungsgrad in der Gleichgewichts- und Ungleichgewichtstheorie
Beitrag Nr.	13:	Alfred E. Ott	Möglichkeiten und Grenzen einer Regionalisierung der Konjunkturpolitik

Beitrag Nr.	14:	Reinhard Blum	Wettbewerb als Freiheitsnorm und Organisationsprinzip
Beitrag Nr.	15:	Hans K. Schneider	Die Interdependenz zwischen Energieversorgung und Gesamtwirtschaft als wirtschaftspolitisches Problem
Beitrag Nr.	16:	Eberhard Marwede Roland Götz	Durchschnittliche Dauer und zeitliche Verteilung von Großinvestitionen in deutschen Unternehmen
Beitrag Nr.	17:	Reinhard Blum	Soziale Marktwirtschaft als weltwirtschaftliche Strategie
Beitrag Nr.	18:	Klaus Hüttinger Ekkehard von Knorring Peter Welzel	Unternehmensgröße und Beschäftigungsverhalten - Ein Beitrag zur empirischen Überprüfung der sog. Mittelstands- bzw. Konzentrationshypothese -
Beitrag Nr.	19:	Reinhard Blum	Was denken wir, wenn wir wirtschaftlich denken?
Beitrag Nr.	20:	Eberhard Marwede	Die Abgrenzungsproblematik mittelständischer Unternehmen - Eine Literaturanalyse -
Beitrag Nr.	21:	Fritz Rahmeyer Rolf Grönberg	Preis- und Mengenanpassung in den Konjunkturzyklen der Bundesrepublik Deutschland 1963 - 1981
Beitrag Nr.	22:	Peter Hurler Anita B. Pfaff Theo Riss Anna Maria Theis	Die Ausweitung des Systems der sozialen Sicherung und ihre Auswirkungen auf die Ersparnisbildung
Beitrag Nr.	23:	Bernhard Gahlen	Strukturpolitik für die 80er Jahre
Beitrag Nr.	24:	Fritz Rahmeyer	Marktstruktur und industrielle Preisentwicklung
Beitrag Nr.	25:	Bernhard Gahlen Andrew J. Buck	Ökonomische Indikatoren in Verbindung mit der Konzentration. Eine empirische Untersuchung für die Bundesrepublik Deutschland
Beitrag Nr.	26A:	Christian Herrmann	Die Auslandsproduktion der deutschen Industrie. Versuch einer Quantifizierung

Beitrag Nr.	26B:	Gebhard Flaig	Ein Modell der Elektrizitätsnachfrage privater Haushalte mit indirekt beobachteten Variablen
Beitrag Nr.	27A:	Reinhard Blum	Akzeptanz des technischen Fortschritts - Wissenschafts- und Politikversagen -
Beitrag Nr.	27B:	Anita B. Pfaff Martin Pfaff	Distributive Effects of Alternative Health-Care Financing Mechanisms: Cost-Sharing and Risk-Equivalent Contributions
Beitrag Nr.	28A:	László Kassai	Wirtschaftliche Stellung deutscher Unternehmen in Chile. Ergebnisse einer empirischen Analyse (erschieden zusammen mit Mesa Redonda Nr. 9)
Beitrag Nr.	28B:	Gebhard Flaig Manfred Stadler	Beschäftigungseffekte privater F&E-Aufwendungen - Eine Paneldaten-Analyse
Beitrag Nr.	29:	Gebhard Flaig Viktor Steiner	Stability and Dynamic Properties of Labour Demand in West-German Manufacturing
Beitrag Nr.	30:	Viktor Steiner	Determinanten der Betroffenheit von erneuter Arbeitslosigkeit - Eine empirische Analyse mittels Individualdaten
Beitrag Nr.	31:	Viktor Steiner	Berufswechsel und Erwerbsstatus von Lehrabsolventen - Ein bivariates Probit-Modell
Beitrag Nr.	32:	Georg Licht Viktor Steiner	Workers and Hours in a Dynamic Model of Labour Demand - West German Manufacturing Industries 1962 - 1985
Beitrag Nr.	33:	Heinz Lampert	Notwendigkeit, Aufgaben und Grundzüge einer Theorie der Sozialpolitik
Beitrag Nr.	34:	Fritz Rahmeyer	Strukturkrise in der eisenschaffenden Industrie - Markttheoretische Analyse und wirtschaftspolitische Strategien

Beitrag Nr.	35	Manfred Stadler	Die Bedeutung der Marktstruktur im Innovationsprozeß - Eine spieltheoretische Analyse des Schumpeterischen Wettbewerbs
Beitrag Nr.	36	Peter Welzel	Die Harmonisierung nationaler Produktionssubventionen in einem Zwei-Länder-Modell
Beitrag Nr.	37	Richard Spies	Kostenvorteile als Determinanten des Marktanteils kleiner und mittlerer Unternehmen
Beitrag Nr.	38A	Viktor Steiner	Langzeitarbeitslosigkeit, Heterogenität und "State Dependence": Eine mikroökonomische Analyse
Beitrag Nr.	38B	Peter Welzel	A Note on the Time Consistency of Strategic Trade Policy
Beitrag Nr.	39	Günter Lang	Ein dynamisches Marktmodell am Beispiel der Papiererzeugenden Industrie
Beitrag Nr.	40	Gebhard Flaig Viktor Steiner	Markup Differentials, Cost Flexibility, and Capacity Utilization in West-German Manufacturing
Beitrag Nr.	41	Georg Licht Viktor Steiner	Abgang aus der Arbeitslosigkeit, Individualeffekte und Hysteresis. Eine Panelanalyse für die Bundesrepublik
Beitrag Nr.	42	Thomas Kuhn	Zur Theorie der Zuweisungen im kommunalen Finanzausgleich
Beitrag Nr.	43	Uwe Cantner	Produkt- und Prozeßinnovation in einem Ricardo-Außenhandelsmodell
Beitrag Nr.	44	Thomas Kuhn	Zuweisungen und Allokation im kommunalen Finanzausgleich
Beitrag Nr.	45	Gebhard Flaig Viktor Steiner	Searching for the Productivity Slowdown: Some Surprising Findings from West German Manufacturing
Beitrag Nr.	46	Manfred Stadler	F&E-Verhalten und Gewinnentwicklung im dynamischen Wettbewerb. Ein Beitrag zur Chaos-Theorie
Beitrag Nr.	47	Alfred Greiner	A Dynamic Theory of the Firm with Engogenous Technical Change

Beitrag Nr. 48 Horst Hanusch
Markus Hierl

Productivity, Profitability and
Innovative Behavior in West-Ger-
man Industries

Beitrag Nr. 49 Karl Morasch

F&E-Erfolgswahrscheinlichkeit und
Kooperationsanreize



