ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Ramser, Hans Jürgen

Working Paper

Schumpetersche Konzepte in der Analyse des technischen Wandels

Diskussionsbeiträge - Serie A, No. 203

Provided in Cooperation with:
Department of Economics, University of Konstanz

Suggested Citation: Ramser, Hans Jürgen (1985) : Schumpetersche Konzepte in der Analyse des technischen Wandels, Diskussionsbeiträge - Serie A, No. 203, Universität Konstanz, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Statistik, Konstanz

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/75128

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

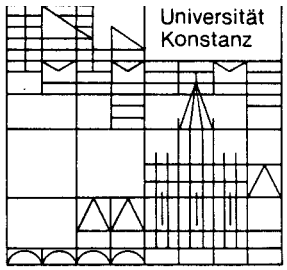
Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft



Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Statistik

Hans Jürgen Ramser

Schumpetersche Konzepte in der Analyse des technischen Wandels

Diskussionsbeiträge

Postfach 5560
D-7750 Konstanz

Serie A — Nr. 203
September 1985

- 1. OKT. 1985 Weltwirtschaft Kiel

SCHUMPETERSCHE KONZEPTE
IN DER ANALYSE DES TECHNISCHEN WANDELS

Hans Jürgen Ramser

Serie A - Nr. 203

September 1985

Serie A: Volkswirtschaftliche Beiträge

Serie B: Finanzwissenschaftliche Arbeitspapiere

Serie C: Betriebswirtschaftliche Beiträge

1. Einführung

Ratlosigkeit der Profession und das Jubiläumsjahr 1983 haben das Interesse an den "Visionen" SCHUMPETERs neu belebt. Die damit einhergehenden exegetischen Bemühungen konnten bisher allerdings kaum zu wesentlichen neuen Einsichten führen. Trotz streckenweise imposanter Verbalprogrammatik, etwa der Verkündung einer SCHUMPETERschen Ära (s. GIERSCH 1984), sind insbesondere die konkreten wirtschaftspolitischen Folgerungen der SCHUMPETERschen Botschaft nach wie vor reichlich diffus, wobei sich neuerdings auch angebotsökonomische Anklänge feststellen lassen. Solche wirtschaftspolitischen Mehrdeutigkeiten sind nur anderer Ausdruck der Tatsache, daß kein eigentliches SCHUMPETERianisches Paradigma i.S. eines allgemein akzeptierten, einfachen, die entscheidenden gesamtwirtschaftlichen Variablen, wie Beschäftigungsgrad, Wachstums-, Inflationsrate etc umspannenden Modells existiert.

Dieser Sachverhalt erklärt sich offenbar für manche Ökonomen mit dem "... selbstgefälligen Wortschwall, der für viele seiner Schriften bezeichnend ist" (ELSTER 1983, S. 112).[1] Eine große Rolle dürfte spielen, daß SCHUMPETER weniger eine komplette Theorie von Konjunktur und Wachstum geliefert als einige i.a. für wichtig gehaltene Bausteine dazu beigetragen hat - Bausteine allerdings, deren Bedeutung sich für ihn auf dem Wege von der "Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung" (1912) bis zu "Capitalism, Socialism and Democracy" (1942) z.T. nicht unwesentlich verändert hat. So hat etwa die Figur des dynamischen Unternehmers eine bemerkenswerte Metamorphose von der begriffsangemessenen Interpretation als wagemutiger und einzeln für die Durchsetzung neuer Kombinationen kämpfender

---

1) Von ROBBINS stammt die Charakterisierung von "Capitalism, Socialism and Democracy" als "supremely intelligent after-dinner talk" (ELSTER 1983, S. 112).

Pionier in eine aus einer Reihe von Managern bestehenden kollektive Führung einer modernen Großunternehmung mit entsprechend dimensionierter Forschungsabteilung erlebt.

Wenn sich die Wirtschaftstheorie im Zuge der SCHUMPETER-Renaissance gedrängt sieht, "endlich" auch SCHUMPETERschen Ideen Platz zu geben, so kann das nach allem grundsätzlich nur bedeuten, daß Elemente und Teilzusammenhänge adaptiert werden. Für den hier zur Diskussion stehenden Innovations-Wachstums-Komplex (-Syndrom?) folgt daraus

- auf der Ebene der Einzelunternehmung: Ausdehnung der Menge der traditionellen Entscheidungsvariablen i.S. der Erfassung der verschiedenen Aspekte der Innovationsaktivität bzw. der Durchsetzung "neuer Kombinationen" (s. SCHUMPETER 1926, S. 1oo f.);
- auf der Ebene einzelner Märkte: Analyse des Prozesses schöpferischer Zerstörung (s. SCHUMPETER 1942);
- auf gesamtwirtschaftlicher Ebene: Erfassung von Interdependenzen zwischen Innovation und (zyklischem) Wachstum (s. SCHUMPETER 1926, 1939).

Zu dieser Agenda kann zunächst einmal festgestellt werden, daß die neuere industrieökonomische Forschung ("industrial organization"), die die ersten beiden Ebenen umfaßt, kaum noch eines auffordernden Hinweises auf SCHUMPETERsche Vorstellungen von der herausragenden Bedeutung von Innovationen für die Unternehmenspolitik bedarf. Eine Fülle von Beiträgen beschäftigt sich seit Jahren mit genau dieser Thematik. Allerdings wird die Rolle von Innovationen als wirksames Instrument im Konkurrenzkampf, der eigentlich entscheidende Aspekt des Prozesses schöpferischer Zerstörung, erst in jüngster Zeit intensiver untersucht (s. REINGANUM 1985). Das Interesse galt bisher vorzugsweise welfare-theoretischer Einschätzung innovationsallokativer

Effizienz verschiedener Marktstrukturen und damit i.w. den beiden anderen SCHUMPETERschen Hypothesen, wonach Innovationsaktivität und Monopolmacht (Gewinn) positiv korreliert sind und große Firmen im Verhältnis innovationsintensiver sind als kleine (KAMIEN/SCHWARTZ 1982, S. 22 ff.).[1)]

Obwohl seit eh und je gefordert (s. NELSON/WINTER 1974), spielt der Innovationsaspekt in der makroökonomischen Theorie bisher praktisch keine Rolle. Die von JAEGER (1985) referierten Versuche der Endogenisierung des technischen Fortschritts haben nichts mit einem Ansatz gemein, in dem Innovationen als Triebfeder des Entwicklungsprozesses fungieren. Die Berücksichtigung SCHUMPETERscher Elemente in der Wachstumstheorie zu verlangen bedeutet daher letzlich nicht mehr und nicht weniger als eine leistungsfähige Wachstumstheorie zu reklamieren. Ein Weg dahin könnte m.E. in dem Versuch bestehen, bereits verfügbare industrieökonomische Analyseresultate für die makroökonomische Hypothesenbildung zu nutzen. Die Schwierigkeiten liegen dabei einmal mehr natürlich in der Problematik mikroökonomischer Begründung der Makroökonomik.

Das Programm der folgenden Ausführungen ist mit diesen Bemerkungen im großen und ganzen vorgezeichnet. In den anschließenden Abschnitten II. und III. kann dargelegt werden, in welcher Weise und mit welchen Resultaten implizit oder explizit SCHUMPETERschen Vorstellungen in den Theorien einzelwirtschaftlichen Verhaltens und der Theorie der (Partial-)Märkte bisher Rechnung getragen wurde. Um es bezüglich makroökonomischer Aspekte

1) Für beide Vermutungen, gegen die grundsätzlich aus theoretischer Sicht nichts einzuwenden ist, konnte bisher keine überzeugende empirische Evidenz beigebracht werden (s. KAMIEN/SCHWARTZ 1932, Ch. 3, STONEMAN 1983, S. 46 ff.). Ein von vornherein u.U. aussichtsreicherer Versuch, die Konzeption von competition through innovation empirisch zu überprüfen, steht allerdings auch noch aus.

nicht i.w. - mit Ausnahme eines thematisch passenden Beitrags von BAUMOL/WOLFF (1983) - bei der Auflistung von Forschungsdefiziten zu belassen, soll abschließend versucht werden, ein SCHUMPETERianisch inspiriertes, makroökonomisches Modell zu skizzieren.[1)]

II. SCHUMPETERsche Elemente in der modernen Theorie der Firma

1. Allgemeine Merkmale eines einschlägigen Firmenmodells

1.1. Das traditionelle Firmenmodell der mikroökonomischen Theorie (vgl. z.B. VARIAN 1979, Ch. 1) ist bekanntlich aus guten Gründen stark stilisiert und als Erklärungsansatz kaum ohne weiteres verwendbar. Von der Industrieökonomik wird daher ein wesentlich allgemeinerer Analyserahmen benutzt, wobei sich die zahlreichen mittlerweile publizierten Modelle u.a. nach zugrundegelegter Zielsetzung (Firmenwert, Wachstumsrate etc.), betrachteten Entscheidungsvariablen (Preis, Qualität, Werbung, Kapazität, R&D etc.) und relevanten Marktbedingungen (Output-, Faktor-, Finanzmärkte) unterscheiden. Ferner wird mit z.T. beträchtlich differierendem formaltheoretischem Anspruch (statisch vs. dynamisch, deterministisch vs. stochastisch etc.) argumentiert. Als eines der ersten einschlägigen "industrieökonomischen" Modelle kann man das i.d.R. in den neueren Übersichten (vgl. z.B. STONEMAN 1983) nicht (mehr) beachtete Firmenwachstumsmodell von BAUMOL (1962) bezeichnen, dessen zentrales Konzept

---

1) Für das Etikett "SCHUMPETERianisch" liegt die Beweislast natürlich in erster Linie bei mir. Allerdings meine ich, den Rahmen der üblichen Interpretationen nicht zu verlassen. Geringfügige Abweichungen im übrigen machen mir angesichts eines wissenschaftlichen Werkes, dessen Einsichten in Jahrzehnten eines Forscherlebens selbst dem Prozeß der schöpferischen Zerstörung unterlegen haben, wenig Sorge.

eine Wachstumskostenfunktion darstellt, die ohne weiteres als reduzierte Form eines Technologie-Forschungskomplexes neuerer Modelle interpretiert werden kann.

Aus der Palette bereits ausformuliert vorliegender oder durch Kombination verschiedener der o.e. Annahmen kompilierbarer Modelle lassen sich solche Ansätze als SCHUMPETERianisch klassifizieren, die in expliziter Form erstens Innovationsaktivitäten (i.S. von SCHUMPETER 1926, S. 1oo f.) berücksichtigen, wobei Innovationserfolge durch entsprechende Anstrengungen konkurrierender Firmen gefährdet werden; zweitens sollte von Bedeutung sein, daß eine Firma nicht über unbegrenzte Verschuldungsmöglichkeit verfügt, genauer: der relevante Kapitalmarkt unvollkommen ist.[1)] Besonderheiten in der Zielsetzung und der Einstellung zum Risiko dagegen sind nicht auszumachen. Die SCHUMPETERsche Unternehmung ist wie i.d.R. auch die Unternehmung der modernen Industrieökonomik gewinnorientiert bzw. an einem möglichst hohen Firmenwert interessiert; sie ist auch nicht in besonderem Maße risikofreudig - anders als die kreditgewährenden Banken -, so daß die übliche Annahme der Risikoneutralität gerechtfertigt ist.

1) Nur der Vollständigkeit halber sei bemerkt, daß selbstverständlich aus dem simplen Lehrbuchmodell eines Monopols (oder auch Duopols) noch keine SCHUMPETERianische Unternehmung wird, wenn man nur Kosten- und/oder Nachfragefunktion mit modifizierten Eigenschaften ausstattet. Gleichwohl: eine These kann offenbar nicht grotesk genug sein, um sie nicht zur Grundlage eines Anwendungsfalls einer mathematischen Theorie zu machen (s. URSPRUNG 1984).

1.2. Für die Formulierung eines stets natürlich nur exemplarisch zu verstehenden Firmenmodells hat man sich also vorzugsweise auf die Konkretisierung des Innovationsprozesses und seiner Finanzierung zu konzentrieren. Zunächst sollen im folgenden aus der Liste der fünf Innovations-"Kategorien" von SCHUMPETER nur technologische Neuerungen betrachtet werden.[1] Das entspricht der Vorgehensweise von SCHUMPETER (1939, Vol. 1, S. 84 ff.) ebenso wie die weitere Beschränkung auf eine Untersuchung explizit nur von Prozeßinnovationen.[2] Ferner kann von vornherein auf eine Unterscheidung von Invention und Innovation i.e.S. verzichtet und allgemein von Innovationen i.w.S. ausgegangen werden, die durch Aufwendungen für R&D in irgendeiner Weise "gefördert" werden können.[3]

Der Innovationsprozeß kann verschieden konkretisiert werden. Die eher traditionelle Betrachtungsweise[4] basiert auf der Vermutung, daß ein Kontinuum technologischer Verbesserungsmöglichkeiten oder simpler: "besserer" Produktionsfunktionen existiert, aus dem unter Einsatz von R&D ausgewählt werden kann; steigende R&D-Aufwendungen resultieren in einer - wenn auch mit abnehmender Rate - steigenden "Produktivität". Eine sehr einfache

---

1) Der Innovationstyp "Erschließung neuer Märkte" ist in einem höchst interessanten Beitrag kürzlich von SPENCE (1979) diskutiert worden.

2) I.a. wird damit die Innovationsproblematik schon deswegen nicht verfälscht, weil in vielen Fällen Verfahrensinnovationen für den einen gleichzeitig Produktinnovationen für den anderen sind (Investitionsgüter). Auch für den Konsumenten kann ein neues Gut als neues Verfahren, Konsumbedürfnisse zu befriedigen, interpretiert werden. Vgl. auch SPENCE (1984).

3) Der Inventionsaspekt bzw. -"Anteil" kann durch Zufallseinflüsse erfaßt werden.

4) Vgl. dazu bereits NORDHAUS (1969).

Annahme besagt, daß die Stückkosten der Produktion negativ mit den akkumulierten Anforderungen für R&D korreliert sind (s. SPENCE 1984); in komplexeren Ansätzen kann ohne weiteres unter Berücksichtigung bestimmter Wirkungsasymmetrien zwischen Grundlagen- und angewandter Forschung unterschieden werden (s. SATO/NÔNO 1982). Ein alternatives, von KAMIEN/SCHWARTZ (1982) präferiertes Paradigma unterstellt die Existenz einer singulären, in ihren ökonomischen Implikationen sicher abschätzbaren Neuerung, nach deren "Rezept" mit Hilfe von Aufwendungen für R&D "gefahndet" wird: je größer der Forschungsaufwand, desto kürzer die erwartete Suchzeit. Eine dritte Variante läuft auf eine noch unmittelbarere Anwedung der Suchtheorie hinaus (s. TELSER 1982, LEE 1984):[1] ein der Firma zugängliches technologisches Verfahren ist hier eine Stichprobe aus einer u.U. von der Höhe der R&D-Aufwendungen bzw. der "Suchkosten" abhängigen Wahrscheinlichkeitsverteilung wiederum einer Vielzahl von Verfahren.

Da SCHUMPETER keine Erklärung von Innovationen, d.h. keine Theorie endogener Innovationsaktivität bietet,[2] ist die Wahl zwischen den voranstehend skizzierten Varianten insofern offen. Für eine spätere Integration in einen makroökonomischen Ansatz am ehesten geeignet dürfte die erste oder auch "kapitaltheoretische" Version des Innovationsprozesses sein, für eine theoretische Begründung des auf der Ebene eines Einzelmarktes

---

1) Allgemein auf Investitionsprojekte bezogen ist dieser Ansatz bereits früher von BERNINGHAUS/RAMSER (1981) vorgeschlagen worden.

2) Wie schließen uns damit der wohl allgemein üblichen Interpretation an. So heißt es etwa bei RUTTAN (1959, S. 599) wörtlich, daß es weder in den Business Cycles noch an irgendeiner anderen Stelle in SCHUMPETERs Schriften irgendetwas gibt, das als eine Theorie der Innovation verstanden werden könnte. Trotz abschwächender Versuche wird letzlich auch von TICHY (1985) konzediert, daß von einer "expliziten" Innovationstheorie nicht die Rede sein kann - auch von keiner impliziten, wie wohl hinzuzufügen wäre.

stattfindenden Prozesses "schöpferischer Zerstörung" eher die suchtheoretische Darstellung des Innovationsprozesses. Hier soll zunächst die kapitaltheoretische Interpretation verwendet werden. Schreibt man nicht von vornherein eine Kostenfunktion, dann bedeutet dieser Ansatz, daß der Technologie/R&D-Komplex, bestehend aus Produktionsfunktion und R&D-Effekt, z.B. wie folgt formalisiert wird (deterministische Variante)[1)]

$$(II.1)\quad \begin{cases} Y(t) = F[K(t),N(t),A(t)] \\ \dot{A}(t) = \int_{-\infty}^{t} G[A(\tau),R(\tau)]W(t-\tau)d\tau - \mu A(t) \\ \text{mit} \quad \int_{-\infty}^{t} W(t-\tau)d\tau = 1 \end{cases}$$

wobei die erste Beziehung eine neoklassische Produktionsfunktion mit den üblichen Eigenschaften ist und die zweite Beziehung mit G_A, $G_R \geq o$, G: konkav, die Veränderung des technischen Wissens pro Periode als verzögerte Funktion der relevanten Inputs angibt.[2)] Für die folgenden Überlegungen kann - wie i.a. üblich - $W(t-\tau) = 1$ $(= o)$ für $\tau = t$ $(\tau \neq t)$ unterstellt werden.

---

1) (II.1) ist ein Spezialfall der von SATO/NÔNO (1982) diskutierten Idee einer Unterscheidung von Grundlagen- und angewandter Forschung. Ähnliche Vorstellungen finden sich im übrigen auch bei LEE (1984).

2) Es bedeuten Y(t), K(t) und N(t) Output, Kapitaleinsatz und in der Produktion beschäftigte Arbeitskräfte in t; A(t) und R(t) sind Stand des technischen Wissens und R Input im Forschungsprozeß, z.B. in der Forschungsabteilung beschäftigte Arbeitskräfte in t; $W(t-\tau)$ ist eine Gewichtungsfunktion, die die zeitliche Verzögerung zwischen Input in die Forschung und Forschungsoutput mißt; $\mu \geq o$ stellt den pro Periode verloren gehenden Anteil des Wissens dar (Vergessensrate).

Als weiteres sind die Annahmen an die der Firma zur Verfügung stehenden Finanzierungsmöglichkeiten zu spezifizieren. I.a. wird unterstellt, daß die Finanzierung von Innovationen auf interne Quellen beschränkt ist; zur Begründung wird in diesem Zusammenhang auf die doppelte Abneigung von Kreditgeber (moral hazard) und Kreditnehmer (Geheimhaltung) verwiesen (s. KAMIEN/SCHWARTZ 1982, S. 28 f.), aus der dann auch letzlich eine gewisse Überlegenheit monopolistischer Marktstruktur gefolgert wird. Unter diesen Umständen hätte man zu erwarten, daß Kreditgewährung, die sich über moralische Risiken hinwegsetzt und keine umfassende Information über das Forschungsprojekt verlangt, innovationsstimulierenden Einfluß hat. Dieser Zusammenhang entspräche ziemlich genau der von SCHUMPETER den Banken zugewiesenen Rolle im Entwicklungsprozeß, kann allerdings nicht überzeugend empirisch gestützt werden (s. KAMIEN/SCHWARTZ 1982, S. 95 ff.). Alles in allem wird man keinen Fehler machen, wenn man annimmt, daß bis zu einer bestimmten Höhe des Verschuldungsgrads, die im Sonderfall eben Null sein kann, Kredite zu einem konstanten Zinssatz erhältlich sind.[1] Mit $D(t)$ als Gesamtverschuldung in t und h, $h \in [o,1)$, als zulässige debt-equity ratio muß also für jeden Zeitpunkt während der Planungsperiode

$$(II.2) \qquad D(\tau)/p_K(\tau)K(\tau) \leq h, \qquad \tau = t,t+1,...$$

erfüllt sein.[2]

---

1) Dieses Szenario entspricht neueren Ergebnissen informationstheoretischer Analysen des Kreditmarkts, nach denen aus der Sicht der Banken Kreditrationierung eine sinnvolle Marktstrategie darstellt.

2) Zur Vereinfachung gelte im folgenden $D(t)/p_K(t)K(t) = h$.

2. Entscheidungen in einer SCHUMPETERschen Firma

2.1. Abgeleitet werden soll die optimale Beschäftigungs-, Investitions- und Innovationspolitik einer Firma bei kompetitiven Märkten. Angenommen, die Produktionsfunktion sei linear-homogen und laute

$$(II.3) \quad Y(\tau) = F(X(\tau),A(\tau)), \quad F_i > o, \; F_{ii} < o, \; i = X,A, \quad \tau = t,t+1,...$$

Dabei ist X als Bündel "sonstiger Faktoren" in festem Mengenverhältnis zu verstehen; X sei kostenfrei variierbar, $v(\tau)$ der Preis dieses komplexen Faktors. Der Stückerlös $p(\tau)$ sei sei eine Zufallsvariable mit grundsätzlich in jedem Zeitpunkt verschieden eingeschätzter Dichtefunktion. Unsicherheit bezüglich der Höhe von $p(\tau)$ soll hier auf unsicherer Wirkung des Forschungsinputs $A(\tau)$ auf die Qualität (bzw. auf die entsprechend in Mengeneinheiten transformierte Quantität) des Outputs beruhen. Bei zeitkonstanten Preisen, Löhnen und Zinssatz lautet des Planungsproblem mit $E_t\{.\}$ als bedingter Erwartung auf Basis in t vorhandener Information, mit

$$(II.4) \quad R(\dot{A}+\mu A) = R \;\Leftrightarrow\; \dot{A} = G(A,R) - \mu A$$

und w als Lohnsatz in der Forschung beschäftigter Arbeitskräfte R wie folgt[1)]

$$\max E_t\Big\{ \int_t^{\infty} [pF(X(\tau),A(\tau)) - wR(\dot{A}(\tau)+\mu A(\tau),A(\tau)) - vX(\tau)]e^{-i(\tau-t)}d\tau \Big\}$$

$$A(t) = \bar{A} \text{ : gegeben}$$

1) Vgl. dazu HARTMAN (1972), ABEL (1984). Einen ähnlichen Ansatz, bei dem von vornherein auf die Kostenfunktion abgestellt wird, diskutieren SCHANKERMAN/NADIRI (1984).

s.d.[1)]

$$D(\tau) := -\int_t^{\tau} [pF(.)-wR(.)-vX(.)]e^{i(\Theta-t)}d\Theta \leq \ell pA(\tau)$$

$$\tau = t,t+1,\ldots$$

Zufolge linearer Homogenität der Produktionsfunktion kann man

$$\text{(II.5)} \quad \max_X [pF(.)-vX] = pAf(v/p), \quad f' < o,\ f'' > o$$

schreiben, so daß die Optimierungsaufgabe

$$\max E_t\left\{ \int_t^{\infty} [pAf(v/p)-wR(\dot{A}+\mu A,A)]e^{-i(\tau-t)}d\tau \right\}, \quad \tau = t,t+1,\ldots$$

$$\text{(II.6)} \qquad A(t) = \bar{A}$$

$$D(\tau) := -\int_t^{\tau} [pAf(v/p)-wR(.)]e^{i(\Theta-t)}d\Theta \leq hpA$$

lautet. Bei nicht-bindender Finanzierungsrestriktion ist die folgende Forschungspolitik optimal ($R_A \approx o$)

$$\text{(II.7)} \quad wR'(\dot{A}+\mu A) = E_t\left\{ \int_t^{\infty} pf(v/p)e^{-(\tau-t)(\mu+i)}d\tau \right\}$$

$$A(t) = \bar{A}\ ,\ \tau = t,t+1,\ldots$$

die als Form einer "Grenzkosten=Grenzerlös"-Regel interpretierbar ist bzw. - nach $\dot{A}$ gelöst - die Forschungsinvestitionen aus der Höhe eines entsprechenden Schattenpreises $E_t\int.../w$ als einer Form von TOBINs q erklärt. Wenn der Stückerlös stets

---

1) Da bei zeitkonstanten Faktorkosten $A(\tau)$ und $K(\tau)$ in eindeutiger Beziehung zueinander entwickelt werden, kann das Kreditlimit ohne weiteres auch auf $A(\tau)$ bezogen werden.

seinem Erwartungswert entsprechen würde, wäre bei insgesamt positivem Firmenwert der Periodenüberschuß (cash flow) stets positiv, so daß die Nebenbedingung nicht zum Zuge käme. Da p Zufallseinflüssen unterliegen soll, kann dagegen (II.7) dazu führen, daß bei sehr niedrigem p die Finanzierungsbedingung verletzt wird. In diesem Falle wird $\dot{A}$ nicht von (II.7), sondern von der Finanzierungsgrenze bestimmt. Eine Anhebung der Verschuldungslimite hat den Effekt, daß weniger häufig von (II.7) abgewichen werden muß. Im Durchschnitt also werden die Innovationsaktivitäten erhöht. Die komparativen Eigenschaften von (II.7) selbst sind offensichtlich: da $R' > o$, sind die Forschungsinvestitionen eine zunehmende Funktion des Schattenpreises, der seinerseits in üblicher Weise von den relevanten Marktpreisen abhängig ist.

2.2. Bei zeitinvariant eingeschätzter Verteilung von p, d.h. $E_t\{.\} = E\{.\}$, und Existenz eines endlichen Ep ist die Annahme $R_A \approx o$ hinreichend dafür, daß

$$\text{(II.8)} \qquad \lim_{\tau \to \infty} E\{(\dot{A}(\tau)\} = o$$

gilt, d.h. keine dauerhafte endogene Innovationsaktivität erklärt werden kann. Dieses würde speziellere Annahmen an die Funktion G(.) in (II.1) bzw. (II.4) verlangen und/oder die Annahme, daß mit Hilfe von A auch p beeinflußbar ist - etwa i.S. einer Rechtsverschiebung der Verteilung. Da beides auf dasselbe hinausläuft, soll die einfachere erstgenannte Prämisse verwendet werden. Sie impliziert, daß die Forschungstechnologie die Eigenschaft besitzt, daß

$$\text{(II.8)} \qquad G_A(A,R)A/G(A,R) \geq 1$$

Für z.B. $G_A(.) = G(.)/A$ gilt dann

25. AUG. 1987 Weltwirtschaft Kiel

(II.9) $\quad R = R(\dot{A}/A + \mu), \qquad R' > o,\ R'' < o$

Die optimale Innovationspolitik muß infolgedessen

$$pf(v/p) + wR'\dot{A}/A - iwR' + wR''\partial(\dot{A}/A)/\partial\tau = o$$

erfüllen (EULERsche Gleichung) bzw. bei zeitinvariant eingeschätzter Dichte für p durch Integration

$$(II.1o) \quad wR'(\dot{A}/A+\mu) = E\left\{ \int_t^\infty pf(v/p)e^{-(\tau-t)(i-\dot{A}/A)}d\tau \right\}, \quad \tau = t,t+1,..$$

Da $\dot{A}/A$ bei optimalem Verhalten zeitkonstant ist, kann (II.1o) vereinfacht werden zu

$$(II.1o)' \quad wR'(\dot{A}/A+\mu) = E\{pf(v/p)\}/(i-\dot{A}/A)$$

Der Ausdruck $E\{pf(v/p)\} =: U$ ist der erwartete Grenzerlös, für den aufgrund voranstehender Annahmen an die Produktionsfunktion $\partial U/\partial p > o$, $\partial^2 U/\partial p^2 > o$. Eine erwartungswertneutrale Erhöhung der Dispersion der Verteilung von p (mean preserving spread) wird also den erwarteten Grenzerlös erhöhen (JENSENsche Ungleichung) und damit die optimale Wachstumsrate steigern. Das bedeutet also: auch eine risikoneutrale Unternehmung wird bei einer Zunahme des Risikos ohne gleichzeitige Veränderung des erwarteten Stückerlöses mit einer Intensivierung ihrer Innovationsaktivität reagieren.

Mit der Eigenschaft (II.8) der Forschungstechnologie ist das vorgetragene Modell auch einfacher zu formulieren und in dieser Form dann vorzugsweise Grundlage managerialistischer Unternehmenswachstumstheorien (s. YARROW 1975). Dazu geht man statt von der Produktions- sofort von einer Kostenfunktion aus, die aufgrund der mit (II.8) angenommenen Spezifizierung von (II.3) die Form

(II.11) $C(\tau) = C(Y(\tau),A(\tau)),\ C_1 > o,\ C_2 < o$

aufweist, wobei eine Wachstumsrate $\dot{A}/A =: g_A$ ermöglicht wird, d.h. $A(\tau)$ sich gemäß

(II.12) $A(\tau) = A_t e^{g_A(\tau-t)}$

entwickelt, wenn "Wachstumskosten" mit einem Kapitalwert von

(II.13) $Z_A = Z_A(g_A), \quad Z_A' > o,\ Z_A'' > o$

akzeptiert werden.[1] Die Optimierungsaufgabe lautet daher bei Sicherheit:

(II.14) $$\max_{Y,g_A} \left\{ \int_t^\infty [p(\tau)Y(\tau)-C(Y(\tau),A(\tau))]e^{-i(\tau-t)}d - Z_A(g_A) \right\}$$

$$A(\tau) = A_t e^{gA(\tau-t)}, \qquad \tau = t,t+1,...$$

Die Ähnlichkeit mit dem o.e. Modell von BAUMOL (1962) ist offensichtlich.

1) Statt Wachstumskostenfunktion wird auch mit gleicher ökonomischer Bedeutung von "growth-possibility function" gesprochen (s. z.B. SEOKA 1983).

3. Erweiterungen

Die voranstehenden Überlegungen zeigen exemplarisch, daß schon mit relativ einfachen Modifikationen des klassischen Firmenmodells Verhaltensweisen erklärbar sind, die man üblicherweise mit dem Begriff "dynamischer Unternehmensstil" verbindet. Durch Uminterpretationen und Erweiterungen läßt sich die Konzeption darüber hinaus der Realität weiter annähern. Naheliegend dürfte erstens die explizite Einführung auch von Produktinnovationen sein. Eine dem Charakter des Modells (II.3)-(II.6) folgende Erweiterung schlägt u.a. STONEMAN (1983) vor. Will man ausschließlich den Effekt von Produktinnovationen diskutieren, so genügt bereits eine bloße Uminterpretation unseres Modells. Angenommen, der Fortschritt sei HICKS-neutral, so daß (II.3) die spezielle Form

$$(II.3)' \qquad Y(\tau) = A(\tau)F(X(\tau))$$

annimmt. Dann wird Y als die Quantität der produzierten "Dienste" verstanden, die in den produzierten Gütern F(X) mit einer Frequenz von A pro Einheit geliefert werden. Der mit dem Ressourceneinsatz R realisierbare produktinnovatorische Fortschritt bezieht sich darauf, diese Frequenz A, die die Qualität eines Gutes ausmacht, zu steigern (vgl. SPENCE 1984, S. 101). Damit liegt die weitere Interpretation des Ansatzes auf der Hand.[1)]

Eine zweite Erweiterung betrifft den Ersatz der Annahme kompetitiver Märkte durch irgendeine Version monopolistischer/monopsonistischer Konkurrenzbeziehungen. Dies führt unmittelbar zur Analyse im folgenden Abschnitt erörterter Marktprozesse und soll daher hier nicht weiter verfolgt werden. Gleiches

---

1) Auch die Modellversion (II.11)-(II.14) kann unschwer erweitert werden. Der Stückerlös wäre dazu von dieser Qualitätskomponente B abhängig zu machen, $p = p(B)$, $p' > 0$, $p'' < 0$, die sich mit der Rate g_B erhöhen läßt, sofern entsprechende kapitalisierte Wachstumskosten, $Z_B = Z_B(g_B)$, $Z_B' > 0$, $Z_B'' > 0$, akzeptiert werden.

gilt drittens für die Berücksichtigung der gerade im Zusammenhang mit der Erfassung von Innovationsaktivitäten zentralen Probleme externer Effekte bzw. beschränkter Internalisierbarkeit sämtlicher von einer Innovation ausgelösten Erlössteigerungen auch bei den Konkurrenten. Als viertes Beispiel sei auf eine Berücksichtigung der fiskalischen Aktivität des Staates verwiesen, deren Einbeziehung natürlich nicht nur den Erklärungsgehalt des Modells erhöht, sondern eben auch wirtschaftspolitische Ansatzpunkte verdeutlicht.

III. SCHUMPETERsche Elemente oder: der Prozeß der schöpferischen Zerstörung in der Theorie einzelner Märkte

1. Innovationsaktivität in einem statischen Modell monopolistischer Konkurrenz

Es wurde schon einleitend erwähnt, daß sich die Analysen der Innovationsaktivität im Marktprozeß vorzugsweise auf die Beurteilung der Effizienz bei mehr oder weniger vollkommenem Wettbewerb zustandekommender Innovationsniveaus konzentriert. Als Beispiel seien die jüngsten Beiträge von LEVIN/REISS (1984) und SPENCE (1984) erwähnt, die insofern über frühere Untersuchungen hinausgehen, als sie dem jedenfalls in dieser Literatur bis dahin weitgehend unbeachteten, für R&D-Aktivitäten aber essentiellen Aspekt externer Effekte besondere Bedeutung schenken.[1)]

---

1) Die mit dem Charakter eines öffentlichen Gutes zusammenhängenden "appropriability problems" werden von SPENCE (1984) als entscheidender Grund dafür betrachtet, daß "... there appears to be an unpleasant trade off between incentives on the one hand and the efficiency with which the industry achieves the levels of cost reduction (through R&D, e.B.) it actually does achieve, on the other" (S. 1o2).

Der von LEVIN/REISS (1984) verwendete Modellrahmen, der aus einer Erweiterung eines Ansatzes von DASGUPTA/STIGLITZ (1980) entstanden ist, ist schnell skizziert. Es handelt sich um ein symmetrisches nicht-kooperatives Oligopol, in dem von der Annahme sicherer Erwartungen ausgegangen wird. In einem statischen Kontext wird die Möglichkeit kostensenkender Forschungsaktivitäten vorgesehen (Prozeßinnovationen), die grundsätzlich externe Effekte i.S. von spillovers auslösen; konkret heißt das: Teile der Forschungsresultate können verzögerungsfrei, d.h. ohne zeitraubenden Diffusionsvorgang, von den Konkurrenten genutzt ("appropriiert") werden. Darüber hinaus wird die Möglichkeit von Marketingaktivitäten vorgesehen. Im einzelnen wird für die Firma i, i=1,...,n, unterstellt, daß ihre Stückkosten mit der Höhe der eigenen und der Summe sämtlicher Ausgaben aller Marktteilnehmer für R&D sinken, d.h.[1)2)]

$$(III.1) \qquad c_i = c(z_i, Z), \qquad c_i < 0, \; c_{ii} > 0, \; i = 1,2$$

$$Z := \sum_{i=1}^{n} z_i$$

Für die inverse Nachfrage wird unterstellt, daß

$$(III.2) \qquad p = p(X,M), \qquad p_1 < 0, \; p_2 > 0, \; p_{22} < 0$$

$$X := \sum_{i=1}^{n} x_i, \qquad M := \sum_{i=1}^{n} m_i$$

---

1) Die Symbole bedeuten: c_i - Stückkosten der Produktion von i; z_i - R&D-Ausgaben von i, jeweils i = 1,...,n. Ferner: p - Preisniveau auf dem Markt; x_i, m_i - Output, Marketingausgaben von i, i = 1,...,n.

2) SPENCE (1984) verwendet statt der laufenden die akkumulierten Ausgaben für R&D. Dies ist ohne Zweifel sinnvoller, vergrößert aber nicht den Erklärungsbereich des Modells, um den es hier nur geht.

Damit lautet das Entscheidungsproblem eines Gewinnmaximierers

$$(III.3) \quad \max_{z_i, x_i, m_i} \pi_i \ , \ \pi_i := [p(X,M) - c(z_i,Z)]x_i - z_i - m_i$$

Die Konkurrenzreaktion wird mit

$$(III.4) \quad \partial X/\partial x_i = 1, \ \partial M/\partial m_i = 1, \ \partial Z/\partial z_i = \Theta_i \geq 1$$

erwartet, d.h. COURNOTsches Verhalten für Output und Marketingausgaben, konjektural variiertes Verhalten in der Reaktion auf R&D-Ausgaben unterstellt. Die Firmenstrategie ist dann die Lösung von

$$(III.5) \quad p(1-s_i/\varepsilon) = c, \ \varepsilon := -(p/X)/p_1, \ s_i = x_i/X$$

$$(III.6) \quad -(c_1+c_2\Theta_i)x_i = 1$$

$$(III.7) \quad p_2 x_i = 1$$

Im Marktgleichgewicht bei weiterhin unterstelltem freien Marktzugang gelten (III.5)-(III.7) für

$$(III.8) \quad z_i = z, \ m_i = m, \ \Theta_i = \Theta, \ s_i = 1/n$$

$$(III.9) \quad [p(X,M) - c(z,Z)]x = z + a$$

Damit sind die gleichgewichtigen $(x^*,z^*,m^*,\Theta^*,n^*)$ sowie die entsprechenden Aggregate (X^*,Z^*,M^*) determiniert. Der Charakter der Gleichgewichtslösung wird bei Umformulierung von (III.5)-(III.9) deutlicher. Aus (III.5) unter Beachtung von (III.8) und der Summierung von (III.9) resultiert

$$(III.1o) \quad 1/n^* = \varepsilon^*(Z^* + A^*)/p^*X^*,$$

wobei 1/n als Maß der (Anbieter-)Konzentration auf dem Markt

(HERFINDAHL-Index) betrachtet wird. Aus (III.6) folgt entsprechend

$$(III.11) \quad (Z^*/p^*X^*)/[1-(Z^*+A^*)/p^*X^*] = \alpha^* + \gamma^*\Theta^*/n^*$$

$$\alpha := -(z/c)c_1(z,Z), \quad \gamma := -(Z/c)c_2(z,Z) \quad 1)$$

und aus (III.7)

$$(III.12) \quad M^*/p^*X^* = \eta^*/n^*\varepsilon^*$$

$$\eta := (M/x)\partial x/\partial M, \quad \varepsilon := (p/X)\partial X/\partial p$$

wobei $p = p(X,M) \Leftrightarrow X = X(p,M)$. In Form von (III.1o)-(III.12) lassen die Gleichgewichtsbedingungen relativ übersichtlich die im Gleichgewicht zwischen den Anteilen von aggregierten Forschungs- und Marketingausgaben am Gesamtumsatz des Marktes, der Anzahl der Marktteilnehmer (Konzentrationsgrad) und den Eigenschaften von Kosten- und Nachfragefunktion bestehenden Beziehungen erkennen, die notabene keinerlei Kausalitätsaussagen enthalten. I.a. betrachtet man sie als geeignete Grundlage zur Beurteilung der Effizienz der Marktallokation bzw. zu ihrer empirischen Abschätzung. Welche Bedeutung solchen z. T. äußerst anspruchsvollen Übungen zuzukommen hat, ist einigermaßen zweifelhaft, wenn gleichzeitig konzediert wird, daß die realen Marktprozesse, die möglichst zügig zu dem von vornherein angenommenen Gleichgewicht führen sollen, nicht erklärt sind - d.h. wenn der eigentliche Prozeß der "competition through innovation" nicht ins Bild kommt. 2)

---

1) Die Kostenelastizität wird von den Autoren als Maß der "Appropriierbarkeit" interpretiert.

2) Eine gewisse "Dynamik" erhält das Modell mit der Annahme eines zeitbeanspruchenden Diffusionsprozesses, mit dem R&D-Ausgaben einer Firma erst mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung zu spillover-Wirkungen bei den Konkurrenten führen. Damit würde sich eine Abfolge von Gleichgewichten ergeben (moving equilibrium), die allerdings kaum als Ausdruck einer Innovationskonkurrenz verstanden werden kann.

2. Innovationsaktivitäten im Rahmen oligopolistischer Marktstrategie

Einen begrenzten Fortschritt für das Verständnis SCHUMPETERschen Innovationswettbewerbs stellt ein von SPENCER/BRANDER (1983) diskutiertes Duopolmodell dar, in dem den Anbietern als Entscheidungsvariable die erzeugte (gleich angebotene) Menge ihres Produkts und der Umfang der kostensenkend wirkenden Ausgaben für R&D zur Verfügung stehen. Die gegenüber dem voranstehenden Modell festzustellende Bereicherung des ökonomischen Szenarios ist darin zu sehen, daß der Einsatz der Forschungsaktivität unter gezielter Ausnutzung strategischer Effekte geschieht; das bedeutet, daß die Entscheidung für die Höhe der R&D-Ausgaben auch mit dem Zweck erfolgt, den Konkurrenten glaubwürdig über die beabsichtigte Mengenentscheidung zu informieren.[1)]

Die Konkurrenzsituation wird als zweistufiges strategisches Spiel formalisiert. Auf der ersten Stufe wird - aus der Sicht des externen Beobachters - ein Marktgleichgewicht der R&D-Ausgaben hergestellt; ihnen kommt als sunk costs die erwähnte Funktion eines verläßlichen Signals der nachfolgenden Produktions- resp. Angebotsentscheidung zu, die dann Grundlage des auf der zweiten Stufe ermittelten Gleichgewichts der Produktionsmengen ist. Bei nicht-strategischer bzw. einstufiger R&D-Entscheidung - wie sie im voranstehenden Abschnitt unterstellt ist - werden die R&D-Ausgaben dagegen allein unter der Maßgabe der Kostenminimierung bei gegebener Outputmenge fixiert. SPENCER/BRANDER (1983) verwenden - wie in diesem Zusammenhang i.a. üblich - als Gleichgewichtskonzept ein erwartungskonsistentes oder perfektes nicht-kooperatives (COURNOT-)NASH-Gleichgewicht.

---

1) Von SPENCER/BRANDER (1983) werden externe Effekte ausgeschlossen. Im folgenden wird sofort ein entsprechend allgemeineres Szenario postuliert.

Im einzelnen werden folgende Annahmen getroffen. Die Umsatzfunktionen der beiden Firmen, deren Produkte substituierbar sein sollen, lauten

$$(III.13) \quad U_i = U_i(x_1,x_2)$$

$$\partial U_i/\partial x_j < o$$

$$\partial^2 U_i/\partial x_i \partial x_j < o, \qquad i = 1,2,\ i \neq j$$

mit x_i als von Firma i produzierter (angebotener) Menge ihres Erzeugnisses. Ausgaben für R&D reduzieren die eigenen Produktionskosten, i.S. positiver externer Effekte (spillovers), in geringerem Maße aber auch die des Konkurrenten. Das bedeutet bei ansonsten üblichen Annahmen an die Kostenfunktion

$$(III.14) \quad C_i = C_i(x_i,z_1,z_2)$$

$$\partial C_i/\partial x_i > o, \quad \partial^2 C_i/(\partial x_i)^2 > o,$$

$$\partial C_i/\partial z_i < \partial C_i/\partial z_j < o,$$

$$\partial^2 C_i/(\partial z_i)^2 > o, \quad \partial^2 C_i/\partial x_i \partial z_i < o,$$

$$i,j = 1,2, \quad i \neq j$$

Wie Investitionsausgaben in diesem Modell sollen auch Ausgaben für R&D im Prinzip einmalig "zu Beginn" des Marktprozesses anfallen, aber mittels eines geeigneten Periodisierungsfaktors v_i (Kalkulationszinssatz) über die der Einfachheit halber unbegrenzt unterstellte Planungsperiode verteilt werden. Mit $x := (x_1,x_2)$, $z := (z_1,z_2)$ beträgt dann der Periodengewinn

$$(III.15) \quad \pi_i(x,z) = U_i(x) - C_i(x_i,z) - v_i z_i, \qquad i = 1,2$$

Die Ermittlung der optimalen Strategie in einer zweistufigen Spielsituation hat gewissermaßen "rückwärts" zu erfolgen.[1)]

1) Vgl. z.B. die Schilderung des Procederes bei KRUGMAN (1983, S. 345).

Nicht-kooperatives NASH-Gleichgewicht in x, gegeben ein bestimmtes z, ist die simultane Lösung von

$$(III.16) \qquad \max_{x_i} \ \pi_i(x,z), \qquad i = 1,2$$

Wegen $\partial^2\pi_i/(\partial x_i)^2 < o$ ist notwendig und hinreichend für die Existenz einer optimalen konditionalen Mengenstrategie

$$(III.17) \qquad \partial\pi_i(x,z)/\partial x_i = o, \qquad i = 1,2$$

Die simultane Lösung der beiden bedingten Mengen-Reaktionsfunktionen (III.17) ergibt das ebenfalls bedingte NASH-Gleichgewicht der Mengen in Gestalt von

$$(III.18) \qquad \tilde{x}_i = \tilde{x}_i(z)$$

$$\partial\tilde{x}_i/\partial z_i > o, \quad \partial\tilde{x}_i/\partial z_j < o, \quad 1 = 1,2, \quad i \neq j$$

Die angegebenen Eigenschaften folgen aus der üblichen Annahme der Dominanz direkter Effekte.[1] Der Gewinn im konditionalen Mengengleichgewicht beträgt dann

$$(III.19) \qquad \tilde{\pi}_i(z) = \pi_i(\tilde{x}(z),z), \qquad i = 1,2$$

mit $\tilde{x}(z) := (\tilde{x}_1(z),\tilde{x}_2(z))$ gemäß (III.18). Das definitive NASH-Gleichgewicht der Ausgaben für R&D, das im Marktprozeß vor dem definitiven Gleichgewicht der angebotenen Menge zustande kommt, ist die simultane Lösung von

---

1) Das besagt formal:

$$(\partial^2\pi_1/(\partial x_1)^2)(\partial^2\pi_2/(\partial x_2)^2) - (\partial^2\pi_1/\partial x_1\partial x_2)(\partial^2\pi_2/\partial x_1\partial x_2) > o$$

Hinreichend für das Vorzeichen ist die Annahme strikter Konkavität von $\pi_i(x,z)$. Grafisch bedeutet das, daß die die Reaktionsfunktionen in einem (x_1,x_2)-Diagramm negativen Anstieg aufweisen und $\partial\pi_1/\partial x_1 = o$ flacher verläuft als $\partial\pi_2/\partial x_2 = o$.

$$(III.20) \quad \max_{z_i} \tilde{\pi}_i(z), \qquad i = 1,2$$

Wegen $\partial^2\tilde{\pi}_i/(\partial z_i)^2 < o$ ist notwendig und hinreichend für die Existenz einer optimalen R&D-Strategie die Gültigkeit von

$$(III.21) \quad \partial\tilde{\pi}_i(z)/\partial z_i = o, \qquad i = 1,2$$

Diese Beziehungen stellen die endgültigen, im Marktprozeß auf der ersten Stufe relevanten R&D-Reaktionsfunktionen dar. Ihr Schnittpunkt, d.h. die simultane Lösung von (III.21), definiert das definitive NASH-Gleichgewicht der R&D-Ausgaben $z^* := (z_1^*, z_2^*)$.[1] Die im Marktprozeß relevanten Reaktionen auf der zweiten Stufe, die das definitive NASH-Gleichgewicht der Menge $x^* := (x_1^*, x_2^*)$ bestimmen, sind dann (III.17) in der Form

$$(III.22) \quad \partial\pi_i(x,z^*)/\partial x_i = o, \qquad i = 1,2$$

Das zweistufige erwartungskonsistente bzw. perfekte NASH-Gleichgewicht (x^*,z^*) weist eine Reihe interessanter Eigenschaften auf (s. BRANDER/SPENCER 1983). Ohne weiteres einsichtig ist, daß i.a. jedes x_i unter größerem Einsatz von R&D produziert wird als bei kostenminimierender Allokation, die das Ergebnis eines einstufigen oder nicht-strategischen R&D-Spiels wäre.[2] Dieses Resultat kommt nicht überraschend, da R&D-Ausgaben in einem zweistufigen oder strategischen R&D-Spiel eben auch informationsübermittelnde Funktion erfüllen.

---

1) Auch für diese Reaktionsfunktionen kann negativer Anstieg in einem entsprechenden (z_1,z_2)-Diagramm, flacherer Verlauf von $\partial\pi_1/\partial z_1 = o$ als $\partial\pi_2/\partial z_2 = o$ und damit wiederum Dominanz der direkten Effekte unterstellt werden.

2) Aufgrund der Existenz externer Effekte heißt kostenminimierend hier natürlich nicht schon effizient. Immerhin wird das Ausmaß der Ineffizienz durch die gegenläufige Tendenz bei strategischer R&D-Festlegung vermindert.

3. Innovationsaktivität und Marktdynamik

Der voranstehend erläuterte strategische Einsatz der R&D-Ausgaben entspricht zweifellos mehr der SCHUMPETERschen Konzeption der competition through innovation als die bloße Kostenrationalität des einstufigen Ansatzes. Gleichwohl gilt auch hier immer noch der Einwand, daß der eigentliche Marktprozeß, der ja schließlich als "Zug um Zug" erfolgt, unerklärt bleibt, wenn ausschließlich Gleichgewichtslagen betrachtet werden.[1] Die nur arbiträre Einführung von zeitlichen Verzögerungen mit der Wirkung einer Auflösung der Simultanbedingungen in Aktion und Reaktion ist natürlich ökonomisch inhaltsleer; weniger nichtssagend wäre schon eine entscheidungstheoretische Begründung solcher Verzögerungen über das Argument ausgedehnter "Ausreifungszeiten" für die Effekte von R&D-Aktivitäten, die dann beiläufig auch die COURNOTsche Hypothese starrer Reaktionserwartungen plausibler erscheinen lassen.[2] Letztlich aber zielt SCHUMPETER mit seiner Idee der schöpferischen Zerstörung doch wohl sehr viel unmittelbarer auf einen Prozeß permanenter Fluktuationen i.S. von gleichzeitigen Markt-ein- und-austritten ab. Man braucht bei der Adaption dieses Konzepts allerdings nicht so weit zu gehen, Ein- und Austritte in ihrer ursprünglichen Bedeutung als Geburt und Tod von Firmen verstehen zu wollen - dies wäre sicherlich auch kaum mit empirischer Evidenz zu belegen. Ein- und Austritte hätten sich vielmehr vornehmlich auf Einführung und Ablösung von Prozeß- und Produktinnovationen zu beziehen: Produkte und Verfahren werden "schöpferisch zerstört", d.h. durch neue ersetzt. Der

---

1) Die insbesondere von REINGANUM (1982) im vorliegenden Zusammenhang präferierte Formulierung der Konkurrenzsituation als "dynamisches" Spiel entspricht nicht diesem Erfordernis. Im Unterschied zu einem statischen spricht man von einem dynamischen Spiel bereits dann, wenn eine Strategie nicht als Festlegung einer bloßen Zahl (z.B. Niveau von R&D-Ausgaben), sondern als Festlegung einer ganz bestimmten zeitlichen Abfolge von Zahlen (z.B. eines bestimmten Zeitpfads von R&D-Ausgaben) definiert ist.

2) Ferner könnten auch hier natürlich Diffusionsvorgänge eingeschaltet werden, die dann allerdings entscheidungstheoretisch zu begründen und damit wieder auf Anpassungsfriktionen i.w.S. reduzierbar sind.

Zusammenhang zwischen der "Umschlagfrequenz" von Innovationen und Wachstum des Marktes wird also als entscheidend betrachtet.

3.1. Diesen Gesichtspunkten bzw. Wünschen kommt ein äußerst interessanter neuerer Ansatz von LEE (1984) entgegen. Betrachtet wird ein Duopol, dessen Konkurrenten sich durch den Stand der von ihnen verwendeten Technologie, bezeichnet mit $y_i \in [o,1]$, $i = 1,2$, unterscheiden. Der Stand der Technologie, der durch den Kehrwert der jeweils konstant (mengenunabhängig) angenommenen durchschnittlichen Produktionskosten gemessen wird, also mit y_i zunimmt, ist bestes Resultat bis zu diesem Zeitpunkt entwickelter Forschungsaktivität, die als Suche (mit Rückgriff) in einer gegebenen Wahrscheinlichkeitsverteilung F(.) mit fixen Kosten in Höhe von K pro Suchvorgang formalisiert wird. Grundsätzlich könnte man - was hier nicht geschehen soll - annehmen, daß F(.) durch geeignete Forschungsbemühungen beeinflußt werden kann.

Der Periodengewinn der Firma i laute[1)]

$$(III.23) \quad \pi_i = \pi_i(y), \quad y = (y_1,y_2), \quad i = 1,2, \quad i \neq j$$

$$\partial\pi_i/\partial y_i > o, \quad \partial\pi_i/\partial y_j < o$$

$$\partial^2\pi_i/(\partial y_i)^2 < o, \quad \partial^2\pi_i/\partial y_1\partial y_2 < o$$

Zu jedem Zeitpunkt, d.h. bei jedem Zustand von y der technologischen Niveaus der Konkurrenten, hat jede Firma zwischen zwei Optionen zu wählen:

---

1) $\pi_i(y)$ ist zweimal differenzierbar, endlich und für alle y nicht-negativ.

- Option 1: Verzicht auf R&D-Aktivität in der laufenden Periode bei optimalem Verhalten in den anschließenden Perioden;
- Option 2: R&D-Aktivität in der laufenden Periode mit der Folge, daß fixe Kosten in Höhe von K entstehen; optimales Verhalten in den anschließenden Perioden.

Bei unbegrenztem Planungshorizont und Risikoneutralität fällt die Entscheidung zugunsten jener Option, die den höheren Erwartungswert diskontierter Gewinne (cash flows) verspricht. Dieser hängt gemäß (III.22) auch von der vom Konkurrenten gewählten Option ab.

Sei $V_i(y)$ der größtmögliche Erwartungswert diskontierter Gewinne für Firma i, der sich zusammensetzt aus dem von der Wahl der o.e. Optionen unabhängigen Gewinn $\pi_i(y)$ der laufenden Periode und dem größeren der bei Verwendung der beiden Optionen erzielbaren Erwartungswert diskontierter Gewinne, d.h.

$$(III.24) \quad V_i(y) := \pi_i(y) + \max[N_i(y), R_i(y)], \qquad i = 1,2$$

mit $N_i(y)$ resp. $R_i(y)$ als Erwartungswerte der diskontierten Gewinne bei Wahl von Option 1 resp. Option 2. Dann lassen sich (s. LEE 1984) die folgenden Eigenschaften von $V_i(y)$ beweisen:

$$(III.25) \quad \partial V_i/\partial y_i > o, \quad \partial V_i/\partial y_j < o, \quad \partial^2 V_i/\partial y_1 \partial y_2 > o, \qquad i = 1,2, \quad i \neq j$$

Wie LEE (1984) demonstriert, können beispielhaft faktische Abläufe dieses - wie er es nennt - "dynamic game model of R&D rivalry" mit Hilfe eines (y_1, y_2)-Diagramms veranschaulicht werden, wobei die zulässigen y_i zwischen Null und Eins variieren (s.o.).

Den verschiedenen y kann man die jeweils von i gewählt Option bei gegebener Option von j ≠ i zuordnen. Damit erreicht man eine Aufteilung des positiven Quadranten in drei Zonen: y-Tupel, für die i stets Option 1, stets Option 2 und stets dieselbe Option wie j ≠ i wählt. Als endgültige "Ruhepunkte" kommen natürlich nur solche y in Betracht, für die beide die Option 1 (Verzicht auf R&D) wählen. Der Weg dahin, wenn eine solche Zone überhaupt existiert, kann sehr verschieden sein. Beispielsweise kann eine Ausgangssituation vorliegen, in der beide Firmen Forschung betreiben. Als erstem sei Nr. 1 Erfolg beschieden, und zwar in einem Ausmaß, der die Firma dazu veranlaßt, ceteris paribus die Forschungsaktivität einzustellen. Der weitere Ablauf hängt dann von Eintretensdatum und Ausmaß des Forschungserfolgs von Nr. 2 ab. Denkbar ist eine Serie "kleinerer" Verbesserungen, die Nr. 1 ohne Reaktion hinnimmt, bis eine Grenze überschritten wird, bei der entweder Nr. 2 ebenfalls die Forschung einstellt oder aber Nr. 1 es für sinnvoll erachtet, seine Forschungsaktivitäten wieder aufzunehmen etc.

Das Beispiel zeigt eine der von LEE für charakteristisch gehaltenen Eigenschaften des R&D-Konkurrenzprozesses, die er mit reswitching property bezeichnet; danach kann es sich für eine Firma als sinnvoll erweisen, nach einer erfolgreichen Forschungsphase ihre Forschungsaktivitäten zu reduzieren und erst dann wieder tätig zu werden, wenn der Konkurrent aufgeholt bzw. seinerseits einen Vorsprung erzielt hat. Die zweite wesentliche Eigenschaft, als convergence property apostrophiert, findet ihre Begründung in der typischen Partitionierung des Strategienfeldes und besagt, daß dann, wenn die Technologieniveaus der Konkurrenten weit auseinanderklaffen, nur der "schwächere" Marktteilnehmer Forschung betreibt und sich auf diese Weise zwangsläufig der Abstand zwischen beiden Firmen verringert.

Mit der weitergehenden Annahme, daß mit völliger Einstellung der Forschungsaktivität u.U. sogar ein Rückschritt verbunden ist bzw. eine spätere Wiederaufnahme von Forschungsaktivitäten drastisch erschwert wird, läßt sich Option 1 geeignet relativieren. Ferner kann mit der Annahme, daß R&D-Strategien auch die Verteilung F(.) günstig beeinflussen, verhindert werden, daß jemals ein Zustand beidseitiger Forschungsabstinenz bei u.U. durchaus unterschiedlichem Marktanteil erreicht wird. Einen weiteren Nachteil i.S. seiner empirischen Relevanz weist das LEE-Modell in der dargestellten Form insofern auf, als Imitation ausgeschlossen ist und damit auch externe Effekte nicht berücksichtigt sind.

Eine in dieser Hinsicht allgemeinere Konzeption bietet ein neuerer Ansatz von BENOIT (1985); unterstellt wird, daß der einzelne Anbieter Adaptionsmöglichkeiten einer von ihm durchgeführten Innovation in die Wahl seiner Strategie miteinbezieht. Die bemerkenswerten Ergebnisse dieser Überlegungen lauten, daß erstens die erwartete Rendite einer Innovation nicht monoton mit ihrer Erfolgswahrscheinlichkeit steigt; zweitens ist denkbar, daß eine Innovation eingeführt wird, obwohl eine kostengünstigere Alternative existiert, und trotz Risikoneutralität eine riskantere Innovation einer sichereren vorgezogen wird.[1)]

Die Konzeption von LEE (1984) könnte ohne weiteres um Imitationsmöglichkeiten erweitert werden. Aber auch ohne diese Verbesserungen weist das LEE-Modell durchaus SCHUMPETERianische Eigenschaften einer schöpferischen Zerstörung auf - nicht von Firmen, wohl aber von Innovationen.

---

1) Da keineswegs gesichert ist, daß unter diesen Umständen eine halbwegs zufriedenstellende Allokation resultiert, dürfte einmal mehr Regulierungsbedarf angezeigt sein.

3.2. Abschließend sollen aus zwei Gründen die wesentlichen Elemente eines Beitrags von REINGANUM (1985) skizziert werden. Erstens handelt es sich um einen der sehr wenigen Versuche, die ausdrücklich darauf abzielen, den Prozeß der schöpferischen Zerstörung mehr oder weniger theoretisch nachzubilden: "... derive the equivalent of the Schumpeterian 'process of creative destruction'..." (REINGANUM 1985, S. 82); zweitens ist es m.W. der einzige Vorschlag mit durchgehend konsistentem entscheidungstheoretisch begründeten Verhalten der Marktteilnehmer.[1)]

REINGANUM[2)] betrachtet einen Markt, auf dem in jedem Zeitpunkt grundsätzlich nur eine, die "etablierte" Firma (incumbent), in monopolistischer Position tätig ist. Gleichzeitig steht eine Reihe anderer, untereinander identischer Firmen als Herausforderer "vor der Tür", um im Falle eines überlegenen Forschungserfolgs die etablierte Firma als Monopolist abzulösen. Eine einzelne Firma ist also stets nur temporär Monopolist auf dem betrachteten Markt.[3)] In jeder Marktphase macht nur der Monopolist auf Basis der von ihm entdeckten überlegenen Innovation Gewinne. D.h. der Gewinn ist voll "appropriierbar", und die Innovationen sind insofern "drastisch", als die R&D-Ausgaben der nicht erfolgreichen Firma völlig wertlos sind.[4)]

1) Vgl. sonst u.a. FUTIA (1980), NELSON/WINTER (1982).

2) Zitate beziehen sich in diesem Abschnitt stets auf REINGANUM (1985), ohne daß dies noch jeweils ausdrücklich angemerkt ist.

3) Man kann unterstellen, daß jede Firma Aktivitäten auf verschiedenen Märkten entfaltet; d.h. der Verlust der Monopolposition auf dem betrachteten Markt bedeutet nicht Beendigung der Existenz einer Firma. Aktivitäten auf dritten Märkten dürfen allerdings die Homogenitätsannahme nicht stören, wenn der benutzte theoretische Rahmen tragfähig bleiben soll.

4) REINGANUM zitiert zur Begründung dieses winner-take-all-Szenarios SCHUMPETER (1942, S. 84).

Der Innovationsprozeß ist i.S. der unter Teil II beschriebenen Konzeption von KAMIEN/SCHWARTZ (1982) modelliert; das bedeutet: es existiert für jede Phase des eine endliche Anzahl von T Phasen umfassenden Marktprozesses eine ganz bestimmte, durch die ihr zugeordneten Gewinne definierte Innovation, nach der die Marktteilnehmer, d.h. der augenblickliche Monopolist sowie die Herausforderer, mittels R&D-Aufwendungen "suchen". Das Datum τ_{it} des Erfolgs dieses von der Firma i in Phase t durchgeführten Suchprozesses ist eine stochastische Variable, deren Verteilung durch R&D-Ausgaben z_{it} günstig beeinflußt werden kann; unterstellt wird, daß τ_{it} (z_{it}) eine Zufallsvariable ist mit der Verteilungsfunktion

$$(III.26) \quad Pr\{\tau_{it}(z_{it}) \leq \tau\} = 1 - e^{-h_t(z_{it})\tau}, \quad \tau \in [o,\infty)$$

Wie üblich soll die hazard-Funktion h(.) logistischen Verlauf aufweisen, d.h. die Grenzerträge der Forschungsaktivität nehmen anfänglich zu, später dann aber ab.

In jeder Phase t findet zwischen der etablierten und folglich in dieser Phase Einnahmen π_t erzielenden Firma und den Herausforderern - und natürlich auch zwischen diesen - Wettbewerb um die Entdeckung der für (t+1) anstehenden Innovation und den damit verbundenen Erträgen π_{t+1} pro Zeiteinheit dieser Phase statt. Instrumentvariable sind die R&D-Ausgaben, deren Größe jede Firma mit dem Ziel der Maximierung des erwarteten Barwerts aller Einnahmen während der Länge des gesamten Planungszeitraums (sämtliche Phasen) fixiert. Dabei besteht sowohl technologische Unsicherheit, charakterisiert durch (III.26), als auch Marktunsicherheit: Forschung wird eben auch von sämtlichen anderen Konkurrenten betrieben, und nur der zuerst erfolgreiche allein "gewinnt" den Einnahmenstrom π_{t+1}.[1] Abgesehen von π_{t+1}, der hazard-Funktion $h_t(.)$, sonstigen fixen

1) Die erwartete Dauer der Phase t - der Konkurrenz um die (t+1)-te Innovation - beträgt aufgrund von (III.26) $1/\sum_k h_t(z_{kt})$.

Kosten, z.B. der "Beteiligung" an der Konkurrenz, der Diskontrate und für (t+2),...,T erwarteter Erträge im Falle von Sieg oder Niederlage in der laufenden Auseinandersetzung, sind also Daten des Planungsproblems vor allem die grundsätzlich unbekannten Forschungsinvestitionen der Konkurrenz. In jeder Phase soll NASH-Gleichgewicht vorliegen; folglich werden allseits erwartungskonsistente Vermutungen angestellt. Unter diesen Umständen wählen die Herausforderer identische Forschungsinvestitionen, die größer sind als die der etablierten Firma. Daher wird die etablierte Firma systematisch früher abgelöst als einem bloßen Zufallsmechanismus bei Chancengleichheit entspräche.[1)]

Ohne Zweifel ist dieser Ansatz neben der LEE-Konzeption der bisher interessanteste Versuch, den SCHUMPETERschen Vorstellungen Rechnung zu tragen und gleichzeitig empirisch testbare Hypothesen zu formulieren. So lassen sich die komparativ-statischen Effekte der Veränderungen der o.e. Daten des Planungsproblems auf die Höhe der R&D-Investitionen vorzeichenmäßig bestimmen, wenn man unterstellt, daß das NASH-Gleichgewicht in den einzelnen Konkurrenzphasen stabil ist. Die entsprechenden Ergebnisse von REINGANUM sind in zwei Sätzen enthalten, deren Aussagen wie folgt lauten (Proposition 5. und 6.): R&D-Investitionen einer Firma (etablierte Firma und Herausforderer) steigen mit zunehmender Diskontrate, mit der Attraktivität, in der Folgeperiode (t+2) etabliert zu sein, und mit der Anzahl der Konkurrenten am Markt; sie nehmen ab mit der Höhe des Ertrags der in der laufenden Periode umkämpften Innovation und der Attraktivität in der Folgeperiode (t+2) Herausforderer zu sein.

---

1) Bei n_t konkurrierenden Firmen mit identischen R&D-Investitionen beträgt die Wahrscheinlichkeit, auch in der Folgeperiode "etablierte" Firma zu bleiben, offenbar $1/n_t$.

IV. SCHUMPETERsche Elemente in der makroökonomischen Theorie

In der zeitgenössischen makroökonomischen Lehrbuchliteratur wird SCHUMPETER i.d.R. nicht einmal zitiert. Auch die makroökonomische Forschung hat sich - trotz offensichtlich zunehmenden Interesses an SCHUMPETER und seinen "Visionen" - bisher auf Exegese beschränkt. Unklar ist allerdings auch, wie eine sinnvolle[1)] "Anreicherung" gängiger makroökonomischer Modelle konkret zu erfolgen hätte. Hält man am üblichen Aggregationsgrad fest, so dürften - wie die Ausführungen von JAEGER (1985) zeigen - die Grenzen relativ eng gezogen sein. Sie sind allerdings dann unnötig eng, wenn man überdies auf den Gleichgewichtsansatz des neoklassischen Wachstumsmodells nicht verzichten zu können meint. Es soll daher im folgenden zumindest der Versuch gemacht werden, ein "ungleichgewichtiges" Wachstumsmodell üblichen Aggregationsgrads mit SCHUMPETERschen Zügen oder Anklängen zu skizzieren. SCHUMPETER wird i.S. der einleitend formulierten Intention hier zumindest insofern Genüge getan, als eben Interdependenzen zwischen Innovation und Wachstum abgebildet werden, wobei Verhaltenshypothesen mit industrieökonomischen Resultaten gerechtfertigt werden, die ihrerseits der empirischen Analyse SCHUMPETERscher Spekulationen entstammen. Schon ein derart anspruchsloses Programm ist in der Ausführung mühsam, wie die folgenden Überlegungen verdeutlichen können. Insofern liegt einmal mehr die Versuchung nahe, ökonomisch-komplexe Zusammenhänge in einfache Formeln zu pressen - in der Hoffnung, daß sich alle nicht explizit gemachten Prozesse in passender Weise gegenseitig neutralisieren.

---

1) Als nicht sinnvoll etwa wäre eine bloße Überlagerung eines Gleichgewichtsmodells mit einem exogenen Innovationszyklus zu bezeichnen, selbst wenn zur Rechtfertigung seiner Zeitfigur SCHUMPETER (1939) bemüht würde.

Ein solches "einfaches" Modell des Innovations-Wachstums-Komplexes findet sich in einem neueren Beitrag von BAUMOL/WOLFF (1983); es soll im folgenden vorab kurz dargestellt werden, da seine zentrale Hypothese als "SCHUMPETERianischer" Baustein des anschließenden Makromodells verwendet wird.

1. Interdependenzen von Innovation und Wachstum nach BAUMOL/WOLFF (1983)

Die Absicht von BAUMOL/WOLFF (1983) ist die Formulierung eines

> "... preliminary model which encompasses the feedback process emerging from the two-way relationship between productivity growth and the scale of R&D-activity. It thereby constitutes an early attempt to provide a formal analysis of the productivity growth process" (S. 147).

Dabei nehmen die Autoren Bezug auf das bekannte BAUMOLsche Modell "ungleichgewichtigen Wachstums" (BAUMOL 1967), in dem ein "progressiver" und ein "stagnierender" Sektor unterschieden wird. In der Anwendung dieses Ansatzes wird davon ausgegangen, daß

> "... R&D lies in the asymptotically stagnant sector, that most of it will eventually be vulnerable to the cost disease, and that at least some of it already is" (S. 15o)

Dahinter steht die Vorstellung, daß R&D-Aktivität bzw. ihr Resultat i.S. potentiellen Verwendern angebotener Prozeßinnovationen aus den zwei primären Komponenten "sophisticated equipment" resp. "hardware" i.w.S. und "human labor" resp. "software" i.w.S. besteht. Dieses Produkt-Paket kann in einer ersten Phase zufolge rascher technischer Verbesserungen der equipment-Komponente laufend kostengünstiger angeboten werden - obwohl der reale Anteil der human labor-Komponente stagniert und die Lohnsätze, die sich nach den Löhnen im progressiven

Sektor richten, zunehmen, Irgendwann und um so früher, je größer die Zuwachsrate im progressiven Sektor ist, wird die human labor-Komponente dominant, und der R&D-Sektor weist in der Folge die für stagnierende Bereiche typischen "cost disease"-Eigenschaften auf: neue Technologien können dem progressiven Sektor nur zu steigenden relativen Preisen angeboten werden, bzw. es wird für den progressiven Bereich laufend aufwendiger, eine bestimmte Wachstumsrate aufrecht zu erhalten.

Eine einfache formale Darstellung dieser Zusammenhänge und ihrer Implikationen läßt sich wie folgt vornehmen.[1] Sei g die Wachstumsrate des progressiven Sektors, die mit einer zeitlichen Verzögerung positiv auf die vom Forschungssektor bezogene "Menge" von Innovationen A reagiert; d.h. bei einem kontinuierlichen Lag λ gelte die "stimulation function"

$$(IV.1) \quad g = \psi(A)\lambda/(D+\lambda), \qquad D := d/dt$$

$$\psi' > 0,\ \psi'' \gtrless 0,\ \psi(0) = 0,\ \lambda \in (0,1]$$

Die vom progressiven Sektor entfaltete Nachfrage nach Innovationen nimmt mit deren relativem Preis resp. Kosten p_A ab, d.h.

$$(IV.2) \quad A = I(p_A), \qquad A' < 0,\ \lim_{p_A \to \infty} A = A_0 > 0$$ [2]

Der Preis p_A, zu dem der stagnierende Sektor Innovationen anbietet, steigt, wenn man sich auf die o.e. "zweite" Phase beschränkt, aufgrund der vom progressiven Sektor diktierten Zuwachsrate der Lohnsätze, die dessen Wachstumsrate g entsprechen soll, d.h.

---

1) Das Modell ist mit geringfügigen Änderungen eine in kontinuierlicher Zeit geschriebene Version des zweiten Ansatzes von BAUMOL/WOLFF (1983, S. 152 ff.).

2) Da man annehmen kann, daß zumindest ein Teil der Kosten weitergegeben werden kann, kann man ausschließen, daß auf Innovationen vollständig verzichtet wird.

(IV.3) $\dot{p}_A = gp_A$

Nimmt man (IV.2) und (IV.3) zusammen, so impliziert dies, daß in jedem t die Nachfrage nach Innovationen negativ mit der eigenen Wachstumsrate des nachfragenden Sektors variiert. Bei den angenommenen Eigenschaften von (IV.1) und (IV.2) wird die Entwicklung von Wachstumsrate und "Wachstumskosten" (p_A) durch das folgende Phasendiagramm (Figur 1) veranschaulicht: langfristig stagniert die Wachstumsrate auf dem im Zweifel nur sehr niedrigen Niveau $g^* = \psi(A_0)$.

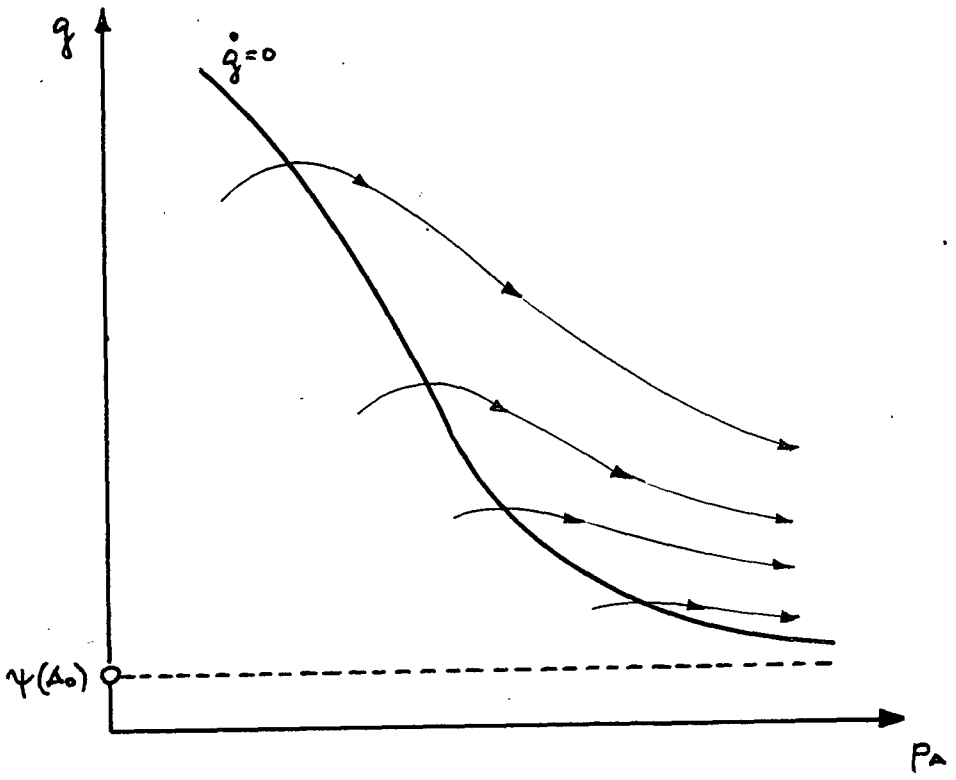


Fig. 1: Phasendiagramm des BAUMOL/WOLFF-Modells

BAUMOL/WOLFF selbst bezeichnen ihr Modell als extrem unrealistisch. Gleichwohl liefert es ihrer Meinung nach die bedeutsame Einsicht, daß und wie gerade eine erfolgreiche Innovationstätigkeit gewissermaßen ihr eigener Totengräber sein kann - ein unausgesprochen sehr SCHUMPETERianischer Gedanke. Konkret besteht der Zusammenhang darin, daß eine erfolgreiche, d.h. die Wachstumsrate des progressiven Sektors stimulierende Innovationsaktivität gleichzeitig auch ihre eigenen "Produktionskosten" steigert:

> "... in increasing the productivity of manufacturing, it automatically increases its own relative cost in comparison with that of manufacturers and thereby reduces its own financial attractiveness to business. Thus the very success of R&D activity serves to undermine its own demand" (S. 156).

Für empirische Evidenz der unerfreulichen Situation, daß das nachlassende Produktivitätswachstum gerade die Konsequenz der Innovationstätigkeit ist, die dieses Wachstum stützt, zitieren BAUMOL/WOLFF eine Reihe von Beispielen.

2. Innovation und Wachstum in einem kompletten makroökonomischen Modell

Der Ansatz von BAUMOL/WOLFF (1983) enthält ohne Zweifel einen interessanten und i.S. des vorliegenden Beitrags durchaus SCHUMPETERianischen Instabilitäts-, Stagnations- oder Selbstzerstörungsmechanismus. Wie weit dieser Mechanismus tatsächlich gesamtwirtschaftlich "durchschlägt", ist angesichts der starken Vereinfachungen des Modells kaum abzuschätzen.[1)]

---

1) Auch zu wirtschaftspolitischen Implikationen äußern sich die Autoren daher mit einiger Zurückhaltung.

Insofern liegt nahe, die Wirkungen des BAUMOL/WOLFF-(BW-)Effekts mit zunehmender Wachstumsrate zufolge steigender Kosten nachlassender Nachfrage nach Innovationen in ein geeignetes makroökonomischen Modell einzubringen. Geeignet bedeutet hier, daß es sich grundsätzlich um ein Modell mit unvollkommen funktionierendem Preismechanismus handeln muß (Transaktionen bei in WALRASianischem Sinn nicht geräumten Märkten). Eine einfache Version dieses Modelltyps wird im folgenden entwickelt (vgl. auch RAMSER 1985, S. IV.198 ff.). Es besteht aus einem geschlossenen System ohne Staat mit einem aggregierten Gütermarkt und zwei Arbeitsmärkten (Produktion und Forschung). Auch die nur sehr kursorische Diskussion dieses Systems zeigt bereits, daß i.a. der BW-Effekt weder notwendig noch hinreichend für eine "Selbstvernichtung" aller Forschungsaktivitäten ist.[1)]

2.1. Zur Technologie werden folgende Annahmen getroffen ($\dot{y} \equiv dy/dt$, t-Zeit)[2)]

(IV.4) $Y = \min(AaN, bK), \qquad a,b = \text{const.}, \; A \geq 1$

(IV.5) $\dot{K} = I - \delta_K K, \qquad \delta_K = \text{const.} > 0$

(IV.6) $\dot{A} = Z(A,K,R) - \delta_A A, \qquad \delta_A = \text{const.} > 0$

$Z(A,K,R) = z(x,R)K, \quad x := A/K, \; z_i > 0, \; z_{ii} < 0, \; i = x,R$

1) Aus nur formaltheoretischer Sicht ist natürlich auch nicht einzusehen, warum die Entwicklung einer Größe nur deswegen schon unterbunden werden soll, weil sie Gegenkräfte auslöst. Abgesehen von schlichter Dominanz besteht immerhin noch die Möglichkeit zyklischer Gleichgewichte, wie sie etwa das LOTKA/VOLTERRA-System aufweist.

2) Die Symbole bedueten: Y - Output, N - Arbeitseinsatz in der Produktion, K - in der Produktion verwendeter Kapitalbestand, I - Bruttoinvestition, A - Effizienzparameter ("Stand des technischen Wissens"), R - Arbeitseinsatz in der Forschung, δ_K, δ_A - Abschreibungsraten, x - Forschungskoeffizient.

Mit (IV.4) ist der Einfachheit halber unterstellt, daß Effizienzverbesserungen HARROD-neutral sind; HICKS-Neutralität würde keine im Ergebnis wesentlichen Änderungen implizieren.[1] Die Präsenz von A und K in der "Forschungstechnologie" Z(.) trägt der Existenz von Lerneffekten Rechnung; es wird sich herausstellen, daß ihrem Einfluß eine eher höhere Bedeutung für den Entwicklungsprozeß zukommt als dem BW-Effekt. Statt der verzögerungsfreien Version hätte für (IV.6) auch ein allgemeinerer verzögerter Ansatz i.S. von (II.1) benutzt und auf diese Weise die Präsenz von Diffusionsprozessen berücksichtigt werden können. Zu bemerken ist schließlich, daß (IV.6) grundsätzlich als Beschreibung des erwarteten Effizienzeffekts eines (A,K,R)-Inputs in den Forschungsprozeß zu verstehen ist; der tatsächliche Effekt ist eine stochastische Variable. Wenn im folgenden mit (IV.6) argumentiert wird, dann bedeutet das also nur, daß über Entwicklungspfade gesprochen wird, die resultieren, wenn die tatsächliche Effizienzsteigerung stets ihrer erwarteten Erhöhung entspricht.

Der Gütermarkt ist durch folgende Annahmen an Nachfrage, Angebot und Höhe der Transaktionen charakterisiert[2]

$$(IV.7) \qquad C^d = [1 - s(x)]Y, \qquad s' \geq o,\ s'' \leq o,\ s \in (o,1)$$

$$(IV.8) \qquad I^d = H(A,K,g) + \delta_K K,$$

$$H(A,K,g) = h(x,g)K, h_i > o,\ h_{ii} < o,\ i = x,g$$

$$(IV.9) \qquad Y^S = AaN \geq C^d \qquad \text{(Annahme)}$$

---

1) Es läuft letztlich auf dasselbe hinaus, ob ein stabiler steady state mit einer Wachstumsrate Null existiert oder ob kein steady state existiert und die Wachstumsrate langfristig sinkt.

2) Y, I und N sind realisierte Output, Investition und Beschäftigung. Die zusätzlichen Symbole bedeuten: C^d - Konsumnachfrage, I^d - Investitionsnachfrage, Y^S - Güterangebot, g - (langfristig) erwartete Zuwachsrate der Produktion, s - Sparquote.

(IV.1o) $Y = Y^S$

(IV.11) $I = \min(I^d, Y-C^d)$

Die Abhängigkeit der Sparquote vom Forschungskoeffizienten berücksichtigt, daß Effizienzverbesserungen z.T. auch den Charakter von Verbesserungen von Konsummöglichkeiten (gleich Produktinnovationen) aufweisen; die auch entscheidungstheoretisch begründbaren Annahmen an die Investitionsnachfrage tragen dem Umstand Rechnung, daß die Durchsetzung von Prozeßinnovationen i.d.R. mit erheblichen und meist unterschätzten Investitionen verbunden ist (s. SCHMALHOLZ 1985). Problematisch ist natürlich die Annahme der Investitionsrationierung mit (IV.11), zumal im Zweifel die Systemstabilität berührt ist (vgl. RAMSER 1985).

Unterschieden werden zwei Arbeitsmärkte: Arbeitsmarkt 1 für in der Produktion tätige, Arbeitsmarkt 2 für in der Forschung tätige Arbeitskräfte. Für den Arbeitsmarkt 1 soll gelten[1)]

(IV.12) $w \leq aA/(1 + \Omega R/N)$

(IV.13) $N^d = \min[(C^d+I^d)/aA, bK/aA]$

(IV.14) $N^S = \bar{N} - R$

(IV.15) $N = \min(N^d, N^S)$

Für den Arbeitsmarkt 2 wird die Arbeitsnachfrage mit

(IV.16) $R^d = \bar{r}(\Omega,g)\bar{N}, \qquad \bar{r}_\Omega < o, \; \bar{r}_g > o, \; \bar{r} \in (o,1)$

1) Die zusätzlichen Symbole bedeuten: N^d, N^S - Arbeitsnachfrage, -angebot auf Arbeitsmarkt 1, R^d, R^S - Arbeitsnachfrage, -angebot auf Arbeitsmarkt 2, $\bar{N} = N^S+R^S$ - unelastisches Gesamtangebot an Arbeit, w,ℓ - Lohnsatz (real) auf Arbeitsmarkt 1,2, $\Omega := \ell/w$ - relativer Lohnsatz in der Forschung.

unterstellt.[1] Ferner sei angenommen, daß

$$(IV.17) \qquad R^s = R^d = R$$

und der relative Lohnsatz gemäß dem BW-Effekt positiv mit der (erwarteten) Wachstumsrate variiert, d.h.

$$(IV.18) \qquad \Omega = \Omega(g), \qquad \Omega' > o$$

Damit beträgt die Beschäftigung im Forschungssektor

$$(IV.19) \qquad R = \bar{r}[\Omega(g),g]\tilde{N} =: r(g)\tilde{N}$$

$$r'(g) = \bar{r}_\Omega \Omega'(g) + \bar{r}_g \left\{ \begin{matrix} > \\ = \\ < \end{matrix} \right\} o \text{ für } g \left\{ \begin{matrix} < \\ = \\ > \end{matrix} \right\} g^o$$

Der Arbeitsinput in die Forschungsaktivität ist also grundsätzlich nicht rationiert, so daß (IV.19) bereits das temporäre Gleichgewicht auf Arbeitsmarkt 2 beschreibt. Das temporäre Gleichgewicht auf Arbeitsmarkt 1 - hier nun bei Mengenrationierung - lautet

$$(IV.2o) \qquad N = \min\left\{(C^d+I^d)/aA,\ bK/aA,\ \tilde{N}[1-r(g)]\right\}$$

und kann (von links nach rechts) im Regime "KEYNESianischer Arbeitslosigkeit" (R_K), "klassischer Arbeitslosigkeit" ($R_{Cl.}$) oder "zurückgestauter Inflation" (R_I) liegen. Beziehung (IV.2o), aus der sich durch Multiplikation mit (aA) der temporär gleichgewichtige Output ergibt, kann unter Benutzung von (IV.7) und (IV.8) mit x := A/K als Funktion von (x,g) ausgedrückt werden; man erhält

$$(IV.21) \qquad N(x,g) = \min\left\{[\delta_K+h(x,g)]/s(x)ax,\ b/ax,\ \tilde{N}[1-r(g)]\right\}$$

---

1) Die in (IV.16) postulierten Eigenschaften sind ohne weiteres entscheidungstheoretisch begründbar.

Die folgende Fig. 2 ist die übliche graphische Auswertung in Gestalt von Linien gleichen Beschäftigungsniveaus (Arbeitsmarkt 1).[1)]

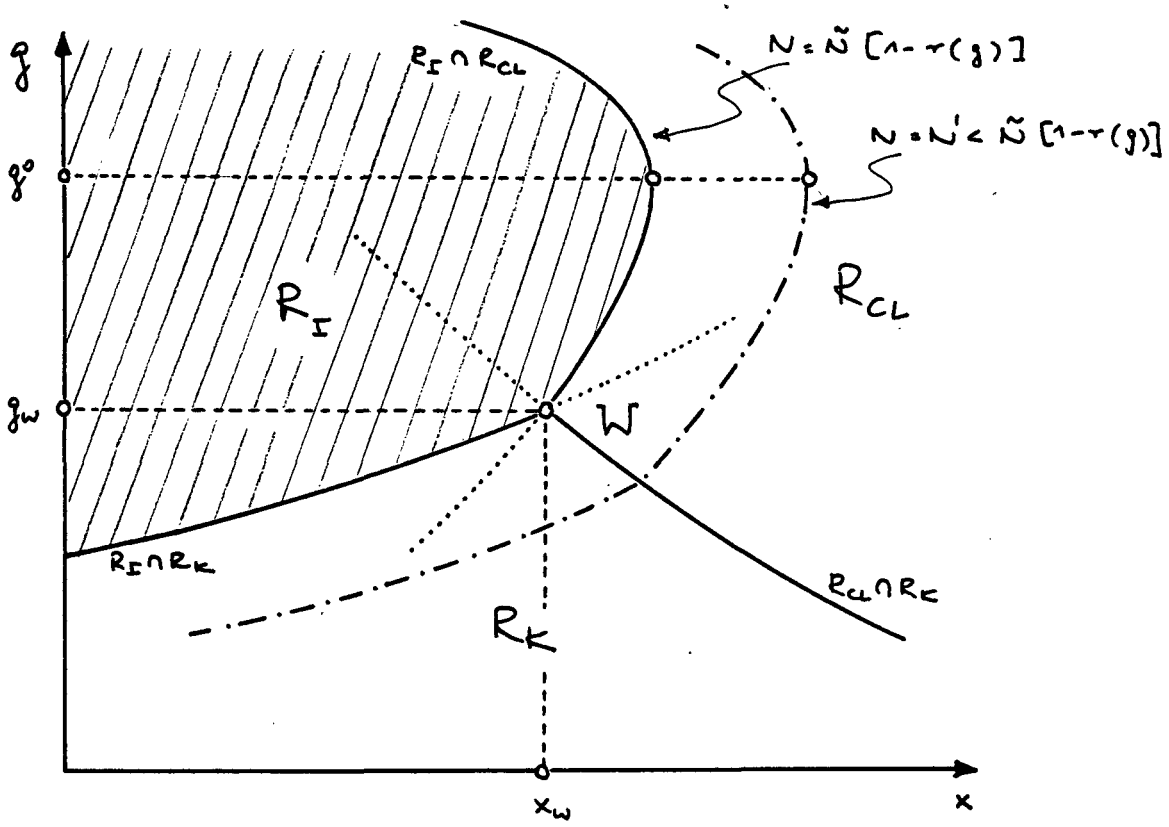


Fig. 2: Temporäres Gleichgewicht

1) In R_I sowie auf den Regimegrenzen $R_I \cap R_{CL}$ und $R_I \cap R_K$ herrscht Vollbeschäftigung, i.e. $N = \tilde{N}[1-r(g)]$; Linien geringeren Beschäftigungsgrads, z.B. für $N' < \tilde{N}[1-r(g)]$, liegen südöstlich (parallelverschoben) der Vollbeschäftigungsgrenze. Ein abrupter oder durch einen Diffusionsprozeß "gebremster" (autonomer) Technologie-"Sprung" (z.B. durch Erhöhung von a) führt offenkundig zu einer Verschiebung von $R_I \cap R_K$ und $R_I \cap R_{CL}$ in nordöstlicher Richtung, und zwar entlang $R_{CL} \cap R_K$. Das bedeutet, daß eine (x,g)-Kombination, bei der vorher Vollbeschäftigung herrschte, nunmehr (u.U. nur temporär) mit Unterbeschäftigung (KEYNESianisch oder klassisch) verbunden sein kann. In diesem Sinne kann von technologischer Arbeitslosigkeit gesprochen werden, obwohl es sich nach der Regimeklassifikation natürlich stets nur um R_K- oder R_{CL}-Arbeitslosigkeit handeln kann.

Das temporäre Gleichgewicht (IV.21) unterliegt im Zeitablauf Veränderungen durch Bewegung von (x,g); diese Bewegungen sind regimespezifisch. Angenommen, das Arbeitskräftepotential sei stationär. Aus der Definition des Forschungskoeffizienten $x := A/K$ resp. $\dot{x} = x(\hat{A}-\hat{K})$, $\hat{A} = \dot{A}/A$, $\hat{K} = \dot{K}/K$, folgt unter Verwendung von (IV.6) für $\hat{A}$ und (IV.5) für $\hat{K}$, wobei I gemäß (IV.11), (IV.7) und (IV.8) regimespezifisch anzusetzen ist

$$\text{(IV.22)} \qquad \dot{x} = z[x, r(g)\tilde{N}] - [\delta_A + \hat{K}(x,g)]x$$

$$\hat{K}(x,g) = \min\left\{h(x,g), bs(x)-\delta_K, as(x)x\tilde{N}[1-r(g)]-\delta_K\right\}$$

Für die langfristig erwartete Zuwachsrate wird eine Orientierung an der (regimespezifisch definierten) Wachstumsrate des Kapitalbestands angenommen, die aus informationstheoretischen Gründen verzögert erfolgt, d.h.

$$\text{(IV.23)} \qquad \dot{g} = \lambda[\hat{K}(x,g) - g], \qquad \lambda = \text{const.} > 0$$

wobei $\hat{K}(x,g)$ in (IV.22) definiert ist.

Es läßt sich zeigen, daß ein eindeutiger steady state $SS := \{(x^*,g^*) \mid \dot{x} = \dot{g} = 0\}$ existiert, der je nach Eigenschaften von Technologie, Investitions-, Sparfunktion und Forschungsaktivität in jedem der drei Regime liegen kann.[1] Die Bedingungen für die eine oder andere Lage sind unter wirtschaftspolitischen Aspekten von erheblichem Interesse. Im vorliegenden Zusammenhang ist eher die Frage der Stabilität des steady states von Bedeutung. Ohne an dieser Stelle eine in die Einzelheiten führende Analyse vorzunehmen, ist aus (IV.22) und

1) Der Beweis läßt sich prinzipiell in gleicher Form führen wie mutatis mutandis in RAMSER (1985, S. IV.213 ff.).

(IV.23) bereits zu ersehen, daß erstens zufolge $z_x > o$ (IV.22) partiell instabil sein, d.h. $\partial\dot{x}/\partial x > o$ gelten kann - und zwar in jedem Regime; daß zweitens wegen des BW-Effekts ($r'(g) < o$) auch (IV.23) - aber dies ausschließlich für einen SS in R_I - partiell instabil, d.h. $\partial\dot{g}/\partial g > o$, sein kann. Wenn für die Realität i.a. SS-Konstellationen in R_K oder R_{CL} von größerer Relevanz sind, so kann - zumindest auf gesamtwirtschaftlicher Ebene - die SCHUMPETERsche "Dramatik" des BW-Effekts vernachlässigt werden. Stabilität oder Instabilität entscheiden sich dann i.w. an der Stärke der auf Lerneffekten beruhenden "Eigendynamik" des Forschungsprozesses, wie sie in z_x zum Ausdruck kommt. Je bedeutender diese Eigendynamik ist, desto instabiler ist die gesamtwirtschaftliche Entwicklung. Dabei ist Instabilität hier natürlich stets nur als lokale Aussage zu verstehen. So könnte man etwa davon ausgehen, daß $z(.)$ bezüglich x logistischen Verlauf hat und daß sich die die Instabilität verursachende Größenordnung von z_x auf die nähere Umgebung des SS beschränkt. Das würde bedeuten, daß aus globaler Sicht der Entwicklungsprozeß durch einen Grenzzyklus charakterisiert ist. Dabei ist allerdings noch einmal darauf hinzuweisen, daß dieser Entwicklungsprozeß wegen des grundsätzlich stochastischen Charakters der Forschungsresultate nur als hypothetische Entwicklung für den Fall zu verstehen ist, daß in jedem Zeitpunkt die erwarteten Forschungserfolge eintreten.

V. Fazit

Wie bereits einleitend angedeutet, hat die Exploration der zeitgenössischen mikroökonomischen Theorie einschließlich insbesondere der Industrieökonomik ergeben, daß das SCHUMPETERsche Credo der zentralen Rolle der Innovation für den ökonomischen Prozeß nicht nur gehört, sondern mit offenbar zunehmender Relevanz auch modelltheoretisch beachtet wird. Auf dem Weg zu einer vollauf befriedigenden Behandlung allerdings trifft man auf Hindernisse, die weniger spezifischen als grundsätzlichen Charakters sind. Sie bestehen darin, daß es bis heute nicht gelungen ist, allgemein Konkurrenzprozesse theoretisch in den Griff zu bekommen; die Beliebtheit der COURNOT-NASH-Gleichgewichtskonzeption ist unmißverständlich Ausdruck dieses Mankos.

Für die gängige ("mainstream") makroökonomische Theorie ist SCHUMPETERs Werk bisher ohne nachhaltige Wirkung geblieben.[1] Der in diesem Beitrag referierte Ansatz von BAUMOL/WOLFF (1983) kann - ohne daß die Autoren im übrigen SCHUMPETER auch nur zitieren - als sehr einfache makroökonomische Interpretation des SCHUMPETERschen Systempessimismus verstanden werden. Ein anschließend skizziertes eigenes Modell, das die BAUMOL/WOLFF-Hypothese im weiteren Rahmen eines einfachen makroökonomischen "Ungleichgewichtsmodells" diskutiert, läßt allerdings an der gesamtwirtschaftlichen Relevanz dieses Mechanismus zweifeln. Auch diesem Modell kann selbstverständlich kaum schon eine befriedigende Verarbeitung industrieökonomischer Einsichten bescheinigt werden. Im Prinzip ist dies bisher ansatzweise nur im Rahmen von Simulationsmodellen gelungen (s. NELSON/WINTER 1982), die nach persönlicher Einschätzung mehr Fragen aufwerfen als sie beantworten, vor allem keinerlei wirtschaftspolitisch verwertbare Aussagen enthalten.

---

1) Lediglich im Rahmen der Diskussion langer Wellen wird SCHUMPETER stärker beachtet (s. ROSENBERG/FRISCHTAK 1984).

LITERATURVERZEICHNIS

ABEL, A. (1983) Optimal Investment under Uncertainty. In: American Economic Review, Vol. 73.

BAUMOL, W.J. (1962) On the Theory of Expansion of the Firm. In: American Economic Review, Vol. 52.

BAUMOL, W.J. (1967) Macroeconomics of Unbalanced Growth: The Anatomy of Urban Crisis. In: American Economic Review, Vol. 57.

BAUMOL, W.J., WOLFF, E.N. (1983) Feedback from Growth to R&D. In: Scandinavian Journal of Economics, Vol. 85.

BENOIT, J.-P. (1985) Innovation and Imitation in a Duopoly. In: Review of Economic Studies, Vol. 52.

BERNINGHAUS, S., RAMSER, H.J. (1981) Projektwahl bei unvollständiger Information. In: Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Bd. 33.

BOSWORTH, D.L., ed. (1983) The Employment Consequences of Technological Change. London.

DASGUPTA, P., STIGLITZ, J.E. (1980) Industrial structure and the nature of innovative activity. In: Economic Journal, Vol. 90.

ELSTER, J. (1983) Explaining Technical Change - A Case Study in the Philosophy of Science. Cambridge.

FUTIA, C.A. (1980) Schumpeterian Competition. In: Quarterly Journal of Economics, Vol. 95.

GIERSCH, H. (1984) The Age of Schumpeter. In: American Economic Review, P+P, Vol. 74.

GRILICHES, Z., ed. (1984) R&D, Patents, and Productivity. Chicago, London.

HARTMAN, R. (1972) The effects of price and cost uncertainty on investment. In: Journal of Economic Theory, Vol. 5.

JAEGER, K. (1985) Die analytische Integration des technischen Fortschritts in die Wirtschaftstheorie. Berlin

KAMIEN, M.S., SCHWARTZ, N.L. (1982) Market structure and innovation. Cambridge et al.

KRUGMAN, P. (1983) New Theories of Trade Among Industrial Countries. In: American Economic Review, P+P, Vol. 73.

LEE, T.K. (1984) On the Reswitching and Convergence Properties of Research and Development Rivalry. In: Management Science, Vol. 30.

LEVIN, R.C., REISS, T.C. (1984) Test of a Schumpeterian Model of R&D and Market Structure. In: Z. GRILICHES, ed., a.a.O.

NELSON, R., WINTER, S. (1974) Neoclassical vs. Evolutionary Theories of Economic Growth: Critique and Prospectus. In: Economic Journal, Vol. 84.

NELSON, R., WINTER, S. (1982) An Evolutionary Theory of Economic Change. Cambridge.

NORDHAUS, W.D. (1969) Invention, Growth, and Welfare: Theoretical Treatment of Technological Change. Cambridge.

RAMSER, H.J. (1985) Konjunkturtheorie: Elemente und Ansätze einer makroökonomischen Theorie kurz- und mittelfristiger Aktivität. Konstanz.

REINGANUM, J.F. (1982) A Dynamic Game of R&D: Patent Protection and Competitive Behavior. In: Econometrica, Vol. 5o.

REINGANUM, J.F. (1984) Practical Implications of Game Theoretic Model of R&D. In: American Economic Review, P+P, Vol. 74.

REINGANUM, J.F. (1985) Innovation and Industry Evolution. In: Quarterly Journal of Economics, Vol. 5o.

ROSENBERG, N., FRISCHTAK, C.R. (1984) Technological Innovation and Long Waves. In: Cambridge Journal of Economics, Vol. 8.

RUTTAN, V. (1959) Usher and Schumpeter on invention, innovation and technological change. In: Quarterly Journal of Economics, Vol. 74.

SATO, R., NÔNO, T. (1982) A Theory of Endogenous Technical Progress: Dynamic Böhm-Bawark Effect and Optimal R&D Policy. In: Zeitschrift für Nationalökonomie, Vol. 42.

SCHANKERMAN, M., NADIRI, M.I. (1984) Investment in R&D, Costs of Adjustment, and Expectations. In: Z. GRILICHES, ed., a.a.O.

SCHMALHOLZ, H. (1985) Innovation: Zukunftssicherung der Unternehmen. In: IFO-Schnelldienst

SCHUMPETER, J.A. (1926) Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Leipzig.

SCHUMPETER, J.A. (1939) Business Cycle, A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process. New York, London.

SCHUMPETER, J.A. (1942) Capitalism, Socialism and Democracy. London.

SEOKA, Y. (1983) Steady State Growth of the Long-Run Sales-Maximizing Firm: Comment. In: Quarterly Journal of Economics, Vol 98.

SPENCE, A.M. (1979) Investment Strategy and Growth in a New Market. In: Bell Journal of Economics, Vol. 1o.

SPENCE, M. (1984) Cost Reduction, Competition and Industry Performance. In: Econometrica, Vol. 52.

SPENCER, B.J., BRANDER, J.A. (1983) International R&D Rivalry and Industrial Strategy. In: Review of Economic Studies, Vol. 5o.

STONEMAN, P. (1983) The Economic Analysis of Technological Change. Oxford.

TELSER, L.G. (1982) A Theory of Innovation and Its Effects. In: Bell Journal of Economics, Vol. 13.

TICHY, G. (1985) Die endogene Innovation als Triebkraft in Schumpeters Konjunkturtheorie. In: IFO-Studien, 31. Jg.

URSPRUNG, H.W. (1984) Schumpeterian Entrepreneurs and Catastrophe Theory or A New Chapter to the Foundation of Economic Analysis. In: Zeitschrift für Nationalökonomie, Suppl. 4.

VARIAN, H.R. (1979) Microeconomic Analysis. New York.

YARROW, G.Y. (1975) Growth Maximisation and the Firm's Investment Function. In: Southern Economic Journal, Vol. 41.