

Stolpe, Michael

Working Paper — Digitized Version

Ansätze der neuen Wachstumstheorie: ein Literaturüberblick

Kiel Working Paper, No. 508

Provided in Cooperation with:

Kiel Institute for the World Economy – Leibniz Center for Research on Global Economic Challenges

Suggested Citation: Stolpe, Michael (1992) : Ansätze der neuen Wachstumstheorie: ein Literaturüberblick, Kiel Working Paper, No. 508, Kiel Institute of World Economics (IfW), Kiel

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/601>

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.

Kieler Arbeitspapiere Kiel Working Papers

Arbeitspapier Nr. 508

**Ansätze der neuen Wachstumstheorie -
ein Literaturüberblick**

von
Michael Stolpe

Institut für Weltwirtschaft an der Universität Kiel
The Kiel Institute of World Economics

ISSN 0342-0787

Institut für Weltwirtschaft
Düsternbrooker Weg 120
2300 Kiel 1

Arbeitspapier Nr. 508

**Ansätze der neuen Wachstumstheorie -
ein Literaturüberblick**

von
Michael Stolpe

AG 985 / 92 *js*
Weltwirtschaft
Kiel

Februar 1992

Für Inhalt und Verteilung der Kieler Arbeitspapiere ist der jeweilige Autor allein verantwortlich, nicht das Institut.

Da es sich um Manuskripte in einer vorläufigen Fassung handelt, wird gebeten, sich mit Anregungen und Kritik direkt an den Autor zu wenden und etwaige Zitate vorher mit ihm abzusprechen.

INHALT

1 Formale Modellbedingungen für endogenes Wachstum

1.1 Konvexe Modelle

1.2 Nicht-konvexe Modelle

1.2.1 Externe Effekte der Produktion à la Marshall

1.2.2 Oligopolistisches Verhalten à la Chamberlin

1.2.3 Unvollkommene Finanzmärkte

1.3 Exkurs: Armutsfallen als Kombination konvexer und nicht-konvexer Modelle

2 Ökonomische Ursachen endogenen Wachstums

2.1 Humankapital als privates Gut

2.2 Typen akkumulierbarer Produktionsgüter

2.3 Öffentliche Güter und externe Effekte

2.4 Endogene Innovationstätigkeit

3 Innovation und Wachstum in offenen Volkswirtschaften

3.1 Weltmarkteinflüsse auf den inländischen Innovationsanreiz und Wachstumsprozeß...

3.1.1 ... durch den internationalen Güterhandel

3.1.2 ... durch den internationalen Kapitalverkehr

3.1.3 ... durch den internationalen Wissenstransfer

3.2 Annahmen und Hypothesen im Zwei-Länder-Modell

3.2.1 Internationale Diffusion neuen Wissens: Dynamische komparative Vorteile

3.2.2 Nationale Diffusion neuen Wissens: Hysteresis

4 Implikationen steigender Skalenerträge in Raum und Zeit

4.1 Adoption von Technologien mit Netzwerk-Externalitäten

4.2 Agglomerationsphänomene

4.3 Exkurs: Ist Forschung eingebettet in ein abstraktes Netzwerk mit positiven Feedbacks und pfadabhängiger Entwicklung?

4.4 Was bestimmt die Zukunft: Historische Ereignisse oder sich selbst erfüllende Erwartungen?

Literatur

ABSTRACT

This survey of recent literature on endogenous growth highlights some of the modeling choices in endogenous growth theory, which are constrained by certain formal requirements on the one hand and by the need for convincing economic interpretations on the other. The formal requirements are examined in section 1. Some possible economic sources of endogenous growth are discussed in section 2. Section 3 summarizes recent findings about endogenous innovation in open economies. Section 4, finally, focuses on multiple equilibria and path dependence, implications of increasing returns and non-convexities which cannot be accommodated in conventional growth models and which seem to call for a fundamental rethinking of growth policies.

Ansätze der neuen Wachstumstheorie - ein Literaturüberblick

Michael Stolpe¹

1 FORMALE MODELLBEDINGUNGEN FÜR ENDOGENES WACHSTUM

1.1 Konvexe Modelle (konstante Skalenerträge)

Die neue Wachstumstheorie bemüht sich, endogenes Wachstum zu erklären: Wie kommt endogenes Wachstum zustande? Wie groß sind die zu erwartenden Wachstumsraten einer endogen wachsenden Volkswirtschaft? Mit dem Begriff "endogenes Wachstum" ist dabei ein langfristiges Wachstum des Pro-Kopf-Einkommens gemeint, dessen Rate nicht ausschließlich von exogenen Größen, wie beispielsweise einer exogenen Rate des technischen Fortschritts, bestimmt ist.

Die formale Bedingung, welche die Formulierung eines Modells endogenen Wachstums ermöglicht, ist die Annahme nicht-abnehmender Grenzerträge des akkumulierbaren Faktors. In einem Modell mit konstanten Skalenerträgen (und ohne technischen Fortschritt) ist positives steady state Wachstum des Pro-Kopf-Einkommens nur möglich, wenn die Grenzerträge des akkumulierbaren Faktors konstant sind (Sala-i-Martin (1990 I), S. 6).

Dieses erste Ergebnis läßt sich am Beispiel der Cobb-Douglas Produktionsfunktion verdeutlichen, die den Output Y einer

¹ Für zahlreiche Anregungen dankt der Autor Karl-Heinz Paqué.

Periode t zu den beiden aggregierbaren Faktoren Kapital K und Arbeit L in Beziehung setzt:

$$Y_t = K_t^\beta L_t^\alpha \quad \text{mit}^2 \quad \alpha, \beta \geq 0 \quad (1.1.1)$$

Üblicherweise wird angenommen, daß der Faktor Kapital akkumuliert werden kann, wobei $K' = dK/dt$ die aggregierte Netto-Investition bezeichnet, während der Faktor Arbeit nicht akkumuliert werden kann, sondern mit der exogenen Rate n wächst. Wird zur Vereinfachung der Analyse auf einen Nutzenmaximierungsansatz à la Ramsey (1928) verzichtet und stattdessen eine konstante Sparquote s und eine konstante Abschreibungsrate δ unterstellt, so gilt für die Netto-Investition:

$$K'_t = sK_t^\beta L_t^\alpha - \delta K_t \quad (1.1.2)$$

Unter Verwendung der Kapitalintensität $k = K/L$ ergibt sich die Akkumulationsgleichung für den Pro-Kopf-Kapitalstock:

$$k'_t = sk_t^\alpha L_t^{\alpha+\beta-1} - (\delta + n)k_t \quad (1.1.3)$$

Unter Verwendung der Wachstumsrate des Pro-Kopf-Kapitalstocks (bzw. der Kapitalintensität) $\dot{u}_k = k'_t/k_t$ können wir schreiben:

$$\dot{u}_k = sk_t^{\beta-1} L_t^{\alpha+\beta-1} - (\delta + n) \quad (1.1.4)$$

Da wir an steady states interessiert sind, in denen \dot{u}_k definitionsgemäß konstant ist, läßt sich (1.1.4) durch Logarith-

² α und β sind die partiellen Produktionselastizitäten von Arbeit und Kapital.

mieren vereinfachen. Differenzieren nach der Zeit führt auf:

$$0 = (\beta - 1)\dot{u}_k + n(\alpha + \beta - 1) \quad (1.1.5)$$

Bei Annahme konstanter Skalenerträge, d.h. $\alpha + \beta = 1$, reduziert sich diese Gleichung auf

$$(\beta - 1)\dot{u}_k = 0 \quad (1.1.6)$$

Die Annahme abnehmender Grenzerträge des Faktors Kapital ($\beta < 1$) impliziert, daß die steady state Wachstumsrate $\dot{u}_k = 0$ ist. Dies ist das zentrale Ergebnis der von Solow (1956/57) entwickelten neoklassischen Wachstumstheorie, die ein langfristiges Wachstum des Pro-Kopf-Einkommens nur mit dem Hinweis auf exogenen technischen Fortschritt zuläßt, aber nicht wirklich erklären kann.

Die einzige Möglichkeit, in einem Modell mit konstanten Skalenerträgen (und ohne exogene Produktivitätszuwächse) eine positive steady state Wachstumsrate abzuleiten, besteht darin, konstante Grenzerträge des akkumulierbaren Faktors anzunehmen, also $\beta = 1$.³ Dies ist charakteristisch für viele endogene Wachstumsmodelle. Die Produktionsfunktion hat dann die Form

$$Y_t = AK_t \quad (1.1.7)$$

Diese von Rebelo (1991 I) eingeführte Produktionsfunktion mag auf den ersten Blick unsinnig erscheinen, da sie den Faktor Arbeit nicht berücksichtigt. Sie ist aber nicht ohne

³ Für $\beta > 1$ gäbe es endogenes Wachstum mit im Zeitablauf zunehmenden Raten. Aber dann handelte es sich bereits um ein nicht-konvexes Modell (mit steigenden Skalenerträgen).

weiteres von der Hand zu weisen, wenn man K als das Aggregat von physischem Kapital und von Humankapital auffaßt. Eine andere Interpretationsmöglichkeit besteht darin, daß es allein das Humankapital ist, auf welches es beim langfristigen Wachstum ankommt. Die Anzahl der Hände zählt nicht, weil die reine Arbeitskraft sogar kurzfristig relativ leicht durch zusätzliches physisches und Humankapital substituierbar ist. Auch physisches Kapital ist für das langfristige Wachstum unerheblich, da es relativ schnell obsolet wird und erneuert werden muß. Das jeweils neu investierte Kapital spiegelt stets den Stand der Technik wider und kann deshalb letztlich als geronnenes Humankapital aufgefaßt werden.

Der Unterschied zwischen exogenem und endogenem Wachstum läßt sich in einer einfachen graphischen Darstellung der Akkumulationsgleichung in Intensivform (1.1.3) verdeutlichen. Unter der konventionellen Annahme einer Cobb-Douglas Produktionsfunktion mit konstanten Skalenerträgen ($\alpha + \beta = 1$ und $\beta < 1$) kann man die zeitabhängige Wachstumsrate ("instantaneous growth rate") wie folgt darstellen (Schaubild 1):

$$\frac{k'_t}{k_t} = sAk_t^{-(1-\beta)} - (\delta + n) = sAk_t^{\beta-1} - (\delta + n) \quad (1.1.8)$$

In dieser graphischen Darstellung ist der Einfluß exogener Variablen auf den Wachstumsprozeß leicht nachvollziehbar. Eine Erhöhung der als exogen angenommenen Sparquote s impliziert eine Verschiebung der Pro-Kopf-Sparfunktion $sk^{\beta-1}$ nach oben, so daß die Wachstumsrate zunächst ansteigt, dann aber wieder im Zeitablauf auf Null zurückgeht. Die neue steady state Kapitalintensität ist jedoch höher, und damit auch das steady state Pro-Kopf-Einkommen, da die Arbeiter nach dem Grenzprodukt entlohnt werden. Das neoklassische Modell ist voll kompatibel mit der sogenannten Konvergenzhypothese, die behauptet, daß arme Länder, die sich von

Schaubild 1: Das neoklassische Modell

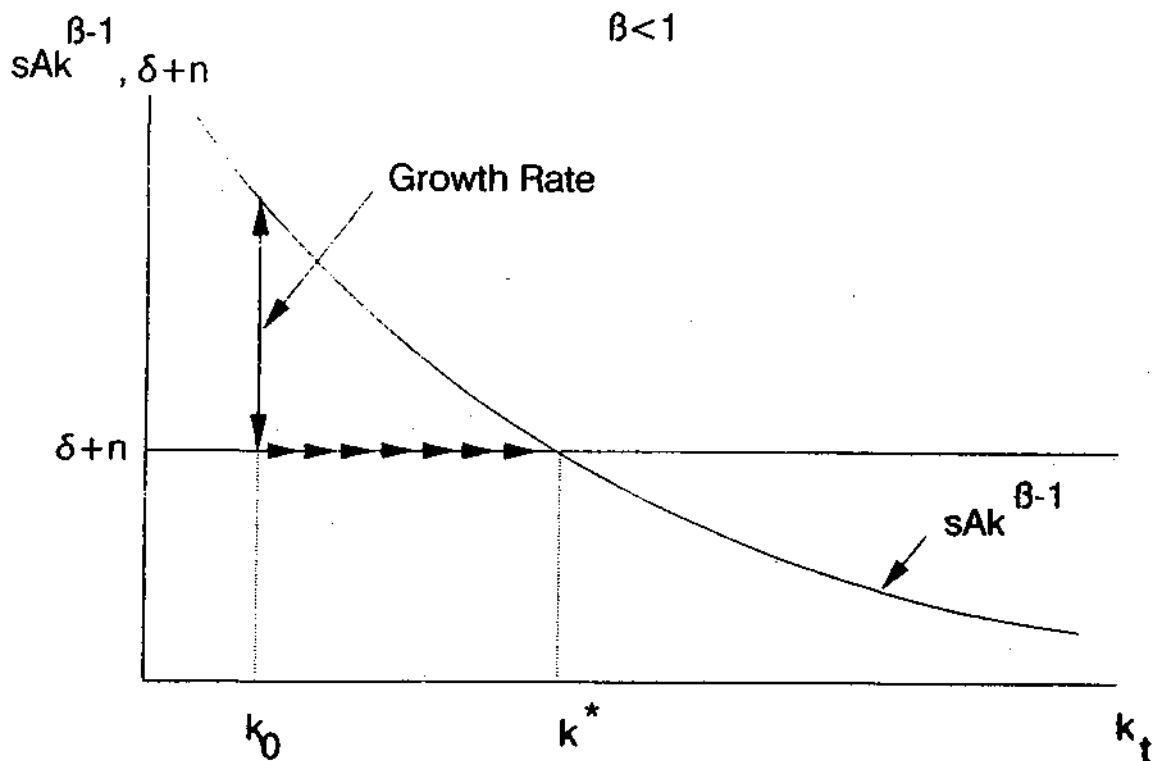
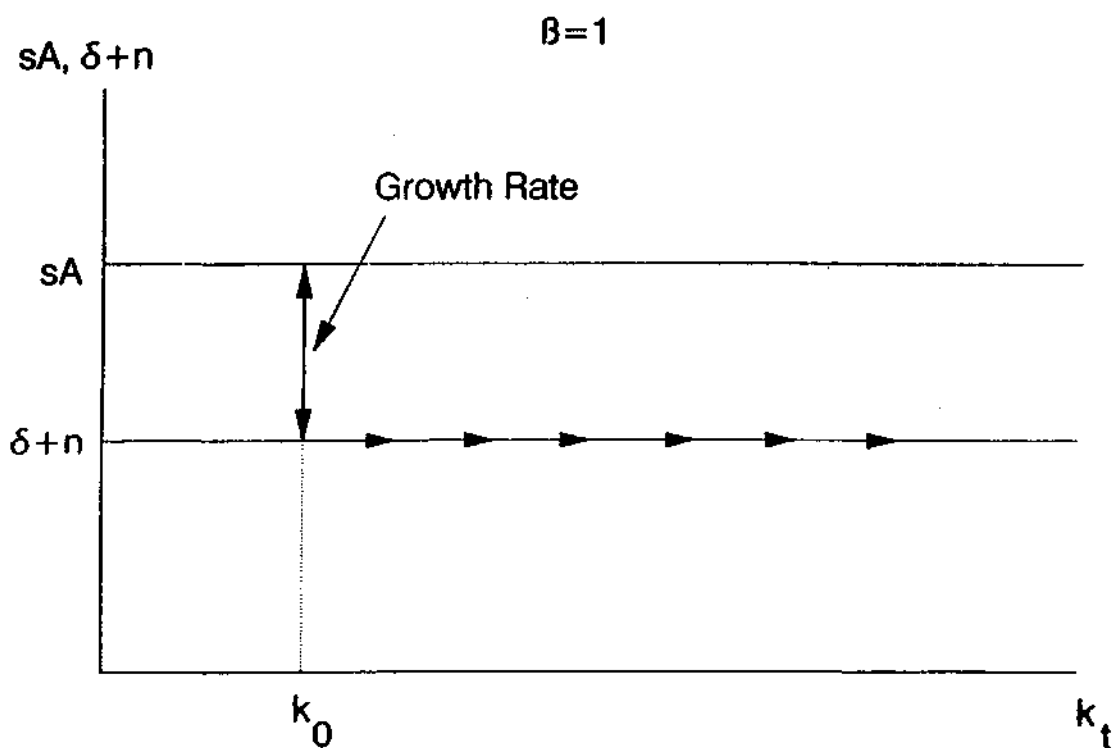


Schaubild 2: Das Rebelo-AK-Modell



reichen Ländern nur durch einen geringeren Pro-Kopf-Kapitalstock unterscheiden, schneller wachsen als reiche Länder und zum selben steady state Pro-Kopf-Kapitalstock konvergieren. Im Rahmen des neoklassischen Modells ist dies offensichtlich richtig, wenn die armen und reichen Länder über identische Technologien verfügen und das gleiche Sparverhalten aufweisen.

Im einfachen endogenen Wachstumsmodell mit linearer Produktionsfunktion (1.1.7) à la Rebelo (1991 I) ist die zeitabhängige steady state Wachstumsrate (vgl. Schaubild 2):

$$\dot{u}_k = sA - (\delta + n) \quad (1.1.9)$$

Diese Wachstumsrate hängt sowohl kurz- als auch langfristig vom Sparverhalten und vom Effizienzparameter A ab. Die Konvergenzhypothese läßt sich nicht ableiten. Außerdem führt im Modell ein exogener Schock in Form einer einmaligen Verkleinerung des Pro-Kopf-Kapitalstocks nicht zu einer vorübergehenden Beschleunigung des Wachstums, so daß der Pro-Kopf-Kapitalstock schließlich auf seinen langfristigen Wachstumspfad zurückkehren würde. Stattdessen bleibt die Wachstumsrate unverändert, so daß sich exogene Schocks permanent auswirken. Mit anderen Worten: Eine Zeitreihe, die den Wachstumsprozeß bei exogenen Schocks im linearen AK-Modell abbildet, ist nicht-stationär. Sie folgt einem stochastischen Trend.

Konvexe Modelle endogenen Wachstums können auch so formuliert werden, daß sie eine transitorische Dynamik aufweisen, die derjenigen des Solow-Modells ähnelt. Dies läßt sich leicht zeigen. Jones/Manuelli (1990) unterstellen folgende von Kurtz (1968) und Gale/Sutherland (1968) vorgeschlagene Produktionsfunktion (vgl. Sala-i-Martin (1990 I), S. 17):

$$Y_t = AK_t + BK_t^\beta \quad \text{mit } \beta < 1 \quad (1.1.10)$$

Im Gegensatz zur Solow'schen Produktionsfunktion erfüllt diese Produktionsfunktion nicht die Inada-Bedingungen⁴, ist aber (in Intensivform) konkav und erlaubt die Anwendung der Kuhn-Tucker-Optimierungsmethode. Die zeitabhängige Wachstumsrate des Pro-Kopf-Kapitalstocks nimmt zwar bei zunehmender Kapitalintensität ab, geht aber nicht auf Null zurück sondern nähert sich immer mehr an die asymptotische steady state Wachstumsrate $sA - (\delta + n)$ an. Das Grenzprodukt des Kapitals ist daher zwar monoton abnehmend, unterschreitet jedoch niemals den positiven Grenzwert A . Eine langfristig positive Wachstumsrate gibt es, wenn $sA > \delta + n$.

1.2 Nicht-konvexe Modelle (steigende Skalenerträge)

Konvexe Modelle endogenen Wachstums (konstante Skalenerträge) beruhen auf der Annahme, daß sich alle Inputs akkumulieren lassen. Nicht-reproduzierbare bzw. nicht-akkumulierbare Inputs sind mit einer positiven und endogenen steady state Wachstumsrate des Pro-Kopf-Einkommens nur vereinbar, wenn die Wachstumsrate der Bevölkerung gleich Null ist (vgl. Gleichung 1.1.5). Da weiterhin ein nicht-abnehmendes Grenzprodukt des akkumulierbaren Faktors ($\beta = 1$) Voraussetzung für endogenes Wachstum ist, hat das Modell

⁴ Die Inada-Bedingungen schränken die in einem Modell zulässigen Produktionsfunktionen ein und garantieren die Existenz eines steady state Gleichgewichts im Solow-Modell, und zwar als hinreichende aber nicht notwendige Bedingung. Für die Intensivform einer Produktionsfunktion lauten die Inada-Bedingungen: $f(0) = 0$, $f'(0) = \infty$ und $f'(\infty) = 0$. Die Produktionsfunktion (1.1.10) erfüllt die ersten beiden, nicht aber die dritte Inada-Bedingung, denn $f'(\infty) = A$.

dann steigende Skalenerträge ($\alpha + \beta > 1$). In der Literatur werden nicht-konvexe Wachstumsmodelle auch als "increasing returns endogenous growth models" bezeichnet.

Die Annahme steigender Skalenerträge läßt sich jedoch nicht mit einem herkömmlichen allgemeinen Gleichgewichtsmodell vereinbaren, in dem die Produzenten Preisnehmer sind, so daß eine der folgenden Modellvarianten als Ausweg eingeschlagen werden muß.

1.2.1 Externe Effekte der Produktion à la Marshall

Während die einzelne Unternehmung aus ihrer Sicht unter konstanten Skalenerträgen operiert und ihr Verhalten analytisch weiterhin als eine Anwendung des Kuhn-Tucker-Theorems zur Lösung ihres (konkaven) Gewinnmaximierungsproblems interpretiert werden kann, führen externe Erträge der Produktion dazu, daß es aus volkswirtschaftlicher Sicht steigende Skalenerträge gibt. Im Beispiel einer Cobb-Douglas-Produktionsfunktion läßt sich dies wie folgt formalisieren:

$$Y_t = AK_t^\beta L_t^{1-\beta} Z_t^f \quad (1.2.1)$$

wobei K das private Kapital der einzelnen Firma, Z das aggregierte Kapital der ganzen Volkswirtschaft und f dessen partielle Produktionselastizität⁵ bezeichnet. Aus Sicht der einzelnen Unternehmung ist Z exogen. Die aggregierte Produktionsfunktion lautet dagegen unter Berücksichtigung von $K = Z$:

⁵ f fängt die externen Erträge der Kapitalakkumulation ein, die im Kalkül der Unternehmen nicht berücksichtigt werden.

$$Y_t = AK_t^{\beta+f} L_t^{1-\beta} \quad (1.2.2)$$

Wie Romer (1986) zeigt, gibt es in diesem Modell endogenes steady state Wachstum, wenn $\beta + f = 1$, d.h. wenn die aus privater Sicht abnehmenden Grenzerträge des Kapitals durch die externen Erträge gerade in dem Maße erhöht werden, daß die Grenzerträge des Kapitals aus volkswirtschaftlicher Sicht konstant sind.⁶ Zu beachten ist, daß die Begründung steigender Skalenerträge durch externe Effekte zwar die Existenz eines allgemeinen Wettbewerbsgleichgewichts ermöglicht, daß dieses jedoch gerade wegen der positiven Externalitäten nach dem Pareto-Kriterium suboptimal ist.

1.2.2 Oligopolistisches Verhalten à la Chamberlin

Will man auf die Annahme von Externalitäten zur Erklärung der steigenden Skalenerträge auf volkswirtschaftlicher Ebene verzichten, so muß man auch auf die Annahme des Mengenanpasserverhaltens auf Seiten der Produzenten verzichten, damit sich private Skalenerträge formalisieren lassen, und zwar in oligopolistischen bzw. monopolistischen Konkurrenzmodellen. Das Besondere an diesen Modellen sind die Quasi-Renten, die das einzelne Unternehmen aufgrund seiner Marktstellung abschöpfen kann, da bekanntlich in monopolistischen Modellen die Faktorentlohnung nach dem Grenzprodukt nicht die gesamte Produktion aufzehrt.

Kann das einzelne Unternehmen seine Marktstellung durch Produkt- oder Prozeßinnovationen verbessern und seine Gewinne in Form von Quasi-Renten erhöhen, so hat es einen

⁶ Für $\beta + f > 1$ gibt es endogenes Wachstum mit im Zeitablauf zunehmenden Wachstumsraten, also kein steady state Wachstum.

Anreiz, in Forschung und Entwicklung (FuE) zu investieren. Wenn dieser Anreiz sich im Laufe der Zeit nicht abschwächt, so kann er den Motor für endogenes steady state Wachstum darstellen. In den Modellen von Romer (1987) und Barro/Sala-i-Martin (1990) bleibt der Anreiz zu FuE dadurch erhalten, daß die Produktionsfunktion die Annahme konstanter (bzw. nicht-abnehmender) Grenzerträge in bezug auf die Zahl neu entwickelter Input-Varianten oder in bezug auf die Verbesserung der Input-Qualitäten erfüllt (vgl. Sala-i-Martin (1990 II), S. 29 f.).

In den Modellen von Aghion/Howitt (1989) und Grossman/Helpman (1991) bleiben die Anreize zu FuE dadurch erhalten, daß die private FuE-Tätigkeit externe Effekte erzeugt, indem sie den allgemein verfügbaren technischen Wissensstand erhöht. Das reduziert erstens die Kosten weiterer FuE aller Unternehmen und kann zweitens die industrielle Produktivität anderer Faktoren erhöhen, so daß die Grenzerträge von FuE-Investitionen konstant bleiben können, auch wenn jedes neue Produkt wegen einer ständig zunehmenden Zahl konkurrierender Produkte und Technologien einen jeweils kleineren Marktanteil oder einen jeweils kürzeren Produktlebenszyklus hat.

1.2.3 Unvollkommene Finanzmärkte

Eine weitere Möglichkeit, steigende Skalenerträge auf Unternehmensebene in ein Modells mit Wettbewerbsverhalten auf dem Gütermarkt zu integrieren, besteht darin, die Annahme unvollkommener Finanzmärkte einzuführen.⁷

⁷ Eine Formalisierung dieser Idee findet sich bei Greenwald/Salinger/Stiglitz (1990), Imperfect Capital Markets and Productivity Growth.

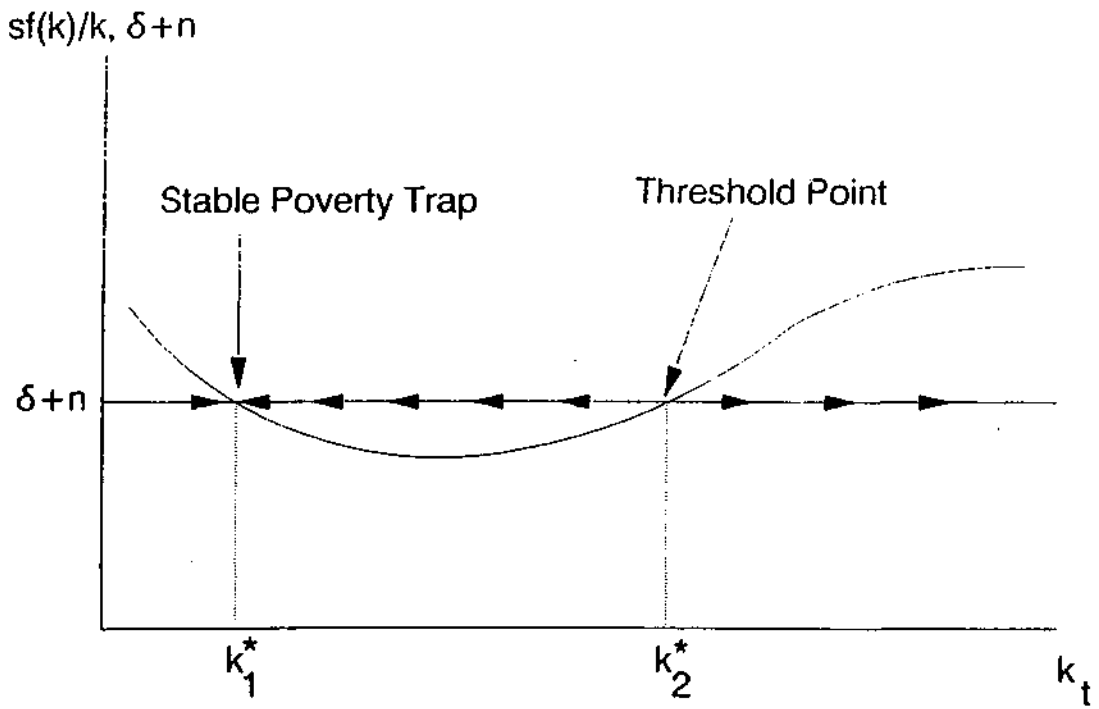
Beispielsweise ist folgender Mechanismus denkbar: Die Existenz einer optimalen Kapitalstruktur im Sinne von Jensen/Meckling (1976), die sich auf Basis der Annahmen von Produktionsrisiken und asymmetrischer Information auf den Finanzmärkten begründen läßt, kann bei nicht zu stark steigenden Skalenerträgen dazu führen, daß keine einzelne Firma schneller wächst als andere, da der Unternehmer einer erfolgreichen Firma immer sein eigenes Kapital diversifiziert (also auch in Konkurrenzfirmen) investieren würde, um nicht von seiner optimalen Kapitalstruktur abzuweichen. So können auf volkswirtschaftlicher Ebene steigende Skalenerträge realisiert werden, ohne daß die Marktstruktur der vollkommenen Konkurrenz auf den Gütermärkten zerstört wird. Die Existenz steigender Skalenerträge macht nicht-abnehmende Grenzerträge des Kapitals und damit endogenes Wachstum möglich.⁸

1.3 Exkurs: Armutfallen als Kombination konvexer und nicht-konvexer Modelle

Schaubild 3 zeigt, wie die Kombination konvexer und nicht-konvexer Modelle eine stabile Armutsfalle erzeugen kann. Unterstellt ist hier eine konstante Sparquote s . Länder, die mit einem Pro-Kopf-Kapitalstock kleiner als k_2^* beginnen, fallen stets in die Armutsfalle bei k_1^* , wo ihr Pro-Kopf-Einkommen nicht wächst. Länder, deren Wachstumsprozeß mit einem größeren Pro-Kopf-Kapitalstock als k_2^* beginnt, nähern sich auf einem endogenen Wachstumspfad einem steady state mit positiven Wachstumsraten des Pro-Kopf-Ein-

⁸ Zur Kombination von Romers (1986) Annahmen mit unvollkommenen Finanzmärkten siehe Greenwald/Kohn/Stiglitz (1990), Financial Market Imperfections and Productivity Growth.

Schaubild 3: Stabile Armutsfalle



Quelle: Sala-i-Martin (1990 I)

kommens und des Pro-Kopf-Kapitalstocks.

Das erste Wachstumsmodell mit einer Armutsfalle wurde von Nelson (1956) formuliert. In die neuere Literatur zur Theorie endogenen Wachstums sind Armutsfallen von Azariadis/Drazen (1990), Tamura (1989) und von Becker/Murphy/Tamura (1990) eingeführt worden.

Bei Azariadis/Drazen (1990) hängt der Erfolg von Humankapitalinvestitionen vom Niveau des bereits akkumulierten Humankapitals ab. In einer ähnlichen Variation des Lucas-Uzawa-Modells, bei dem der Motor des Wachstums die Akkumulation von Humankapital mit konstanten Grenzerträgen ist, macht Rebelo (1991 II), S. 18, die Möglichkeit der Humankapitalakkumulation davon abhängig, daß wenigstens ein bestimmter Humankapitalstock als Ausgangsbasis vorhanden ist. Ohne Humankapitalakkumulation reduziert sich das Modell auf das Solow'sche Modell ohne technischen Fortschritt. Die langfristige Wachstumsrate des Pro-Kopf-Einkommens ist Null, und die Volkswirtschaft bleibt in einer Armutsfalle gefangen. Mit Humankapitalakkumulation dagegen ergibt sich endogenes Wachstum des Pro-Kopf-Einkommens.

Tamura (1989) und Becker/Murphy/Tamura (1990) untersuchen Armutsfallen, die aufgrund einer endogenisierten Bevölkerungsentwicklung entstehen. Arme Familien, für welche die Ausbildungskosten stärker ins Gewicht fallen, haben mehr Kinder, die aber jeweils geringere Schulbildung erhalten. Arme Länder, die insgesamt ein niedrigeres Niveau von Humankapital haben und daher - so wird angenommen - für Investitionen in Humankapital ein weniger rentables Umfeld darstellen, können unter Umständen in eine Armutsfalle geraten, die durch ein hohes Bevölkerungswachstum, fehlende Humankapitalakkumulation und durch fehlendes Wachstum des Pro-Kopf-Einkommens gekennzeichnet ist (vgl. Rebelo (1991 II), S. 19). Das wirtschaftliche Wachstum eines Landes ist

dann ein pfadabhängiger Prozess, dessen zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten zum Teil durch die (manchmal zufälligen) Ausgangskonstellationen bestimmt werden (vgl. Teil 4 dieses Aufsatzes).

2 ÖKONOMISCHE URSACHEN ENDOGENEN WACHSTUMS

2.1 Humankapital als privates Gut

Bei der Untersuchung der formalen Modellbedingungen für endogenes Wachstum in Teil 1 wurde deutlich, daß steigende Skalenerträge weder notwendig noch hinreichend für endogenes Wachstums sind (vgl. Sala-i-Martin (1990 II), S.23). Worauf es vielmehr ankommt, ist die Bedingung nicht-abnehmender Grenzerträge in bezug auf die akkumulierbaren Faktoren. Sie sind als konstante Grenzerträge mit konstanten Skalenerträgen vereinbar, wenn unterstellt wird, daß alle Faktoren akkumulierbar sind. Dabei ist es nicht erforderlich, daß sich alle Inputs zu einem einzigen Input aggregieren lassen. Im folgenden wird ein Modell betrachtet, dessen Inputs zwei verschiedene Arten von Kapital sind: physisches und Humankapital. Damit endogenes Wachstum zustandekommt, darf der Anreiz, in die Akkumulation von mehr Humankapital zu investieren, nicht negativ vom Niveau des bereits akkumulierten Humankapitals abhängen. In der folgenden von Lucas (1988), bzw. Uzawa (1965), vorgeschlagenen Produktionsfunktion für Humankapital ist das Grenzprodukt der Investition in neues Humankapital konstant:

$$\dot{h} = \phi h(1-u) \quad \text{mit } 0 \leq u \leq 1 \quad (2.1.1)$$

Darin bezeichnet u den Anteil der Nicht-Freizeit, den die Leute arbeiten, während sie $(1 - u)$ studieren, h mißt die durchschnittliche Qualität der Arbeiter. Die Konstante ϕ ist ein Parameter, der die Produktivität des Studierens mißt. Die Wachstumsrate des Wissens (bzw. des Humankapitals) \dot{h}/h wird hier als proportional zur Studierzeit angenommen.

Definiert man das Produkt von gearbeiteter Nicht-Freizeit u , durchschnittlichem Wissensstand h und Anzahl der Arbeiter L als das Humankapital, welches als Input in die Güterproduktion eingeht, so lautet die entsprechende Cobb-Douglas-Produktionsfunktion (mit konstanten Skalenerträgen):

$$Y = AK^\beta (uhL)^{(1-\beta)} \quad (2.1.2)$$

Betrachtet man dagegen das durchschnittliche Wissen h und die Anzahl der Arbeiter als getrennte Inputs, so hätte die Produktionsfunktion steigende Skalenerträge.

Die Wachstumsrate des Pro-Kopf-Einkommens läßt sich in einem Optimierungsmodell ableiten als (vgl. Sala-i-Martin (1990 II), S. 28):

$$\dot{u} = (\phi - p)/\sigma \quad (2.1.3)$$

worin p die Diskontrate des repräsentativen Konsumenten und σ die intertemporale Elastizität der Substitution im Konsum bezeichnet. Das Pro-Kopf-Einkommen wächst umso schneller, je konzentrierter und effizienter die Leute lernen, je geduldiger sie sind und je größer die Neigung zur intertemporalen Substitution im Konsum ist.⁹

⁹ Lucas (1988) selbst kommt bei seiner Analyse des Modells zu einer anderen Formulierung der Wachstumsrate, weil er noch externe Effekte bei der Humankapitalakkumulation berücksichtigt, mit deren Hilfe er Hypothesen über Migrationsbewegungen ableitet. Die externen Effekte sind jedoch in diesem Modell zur bloßen Erklärung der Möglichkeit endogenen Wachstums nicht erforderlich.

2.2 Typen akkumulierbarer Produktionsgüter

Aus der formalen Betrachtung der Bedingungen endogenen Wachstums geht hervor, daß steigende Skalenerträge in einem Modell, in dem alle Faktoren akkumulierbar sind, keine notwendige, aber eine hinreichende Bedingung für endogenes Wachstum sind. Will man dagegen auch nicht-akkumulierbare Faktoren zulassen, dann sind steigende Skalenerträge zwar eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für endogenes Wachstum. Die Skalenerträge müssen nun nämlich mindestens so stark steigen, so daß sie die bremsende Wirkung, welche von den nicht-akkumulierbaren Faktoren auf den Akkumulationsprozeß ausgeht, überkompensieren.

Um die ökonomischen Ursachen endogenen Wachstums zu identifizieren, welche die bremsende Wirkung nicht-akkumulierbarer Inputs überwinden können, ist es nützlich, sich grundsätzlich über die Eigenschaften von Gütern Gedanken zu machen, um herauszufinden, welche Eigenschaften von akkumulierbaren Produktionsinputs zu endogenem Wachstum beitragen. Einen Überblick gibt Schaubild 4. Chancen für endogenes Wachstum gibt es demnach nur dann, wenn Güter akkumuliert werden, bei denen mindestens partielle Nicht-Rivalität und mindestens partielle Nicht-Ausschließbarkeit in der Verwendung vorliegen.¹⁰

Nicht-Rivalität, wie sie etwa bei Informationen als Input gegeben ist, führt zu steigenden Skalenerträgen, mit anderen Worten zu globalen Nicht-Konvexitäten. Nicht-Rivalität ist

¹⁰ Vollständige Rivalität und Ausschließlichkeit sind definierende Eigenschaften privater Güter. Vollständige Nicht-Rivalität und Nicht-Ausschließbarkeit dagegen sind definierende Eigenschaften öffentlicher Güter.

Typen akkumulierbarer Produktionsgüter und ihre Wachstumseffekte

Teils juristische, teil technologische Eigenschaft	Technologische Eigenschaft		
	Rivalität	Partielle Rivalität	Nicht-Rivalität
Ausschließbarkeit	PRIVATE GÜTER: effiziente Marktallokation, kein langfristiger Wachstumseffekt	CLUBGÜTER: effiziente Marktallokation, kein langfristiger Wachstumseffekt	z.B. GEHEIMES WISSEN: ineffiziente Marktallokation, kein langfristiger Wachstumseffekt
Partielle Nicht-Ausschließbarkeit	COMMON POOL GÜTER: ineffiziente Marktallokation, kein langfrist. Wachstumseffekt	Effizienz ? Wachstumseffekte ?	IDEEN, DESIGNS, SOFTWARE (die nur unvollständig geschützt sind): Effizienz ? endogene Wachstumseffekte mögl. (Grossman/Helpman 1991, Romer 1990)
Nicht-Ausschließbarkeit	UMWELT oder PER ZUFALL allozierte GÜTER: ineffiziente Marktallokation, kein langfrist. Wachstumseffekt	ÖFFENTLICHE GÜTER MIT CROWDING, z.B. INFRASTRUKTUR: ineffiziente Marktallokation, endogene Wachstumseffekte möglich (Barro/Sala-i-Martin 1990)	ÖFFENTLICHE GÜTER (z.B. Grundlagenforschung): ineffiziente Marktallokation, endogene Wachstumseffekte mögl. (Barro 1990, Romer 1986)

Schaubild 4: Typen akkumulierbarer Produktionsgüter und ihre Wachstumswirkungen

daher zwar geeignet, die Abnahme der physischen Grenzerträge im Verlauf des Akkumulationsprozesses zu verhindern. Sie kann aber nicht das Fallen des Wertgrenzproduktes bei der Akkumulation rein privater Güter verhindern, worin die Ursache für das Verschwinden der Akkumulationsanreize liegt. Das Wertgrenzprodukt muß auch bei steigenden Skalenerträgen langfristig fallen, weil die monopolistischen Anbieter, die sich etablieren, ihre Gewinnmöglichkeiten schließlich durch fallende Nachfragekurven begrenzt sehen.

Erst die Annahme partieller Nicht-Ausschließbarkeit des Wissens ermöglicht daher endogenes Wachstum, wobei externe Effekte bei der Akkumulation neuen Wissens eine entscheidende Rolle spielen (vgl. Romer (1990)). Sie sorgen dafür, daß die monopolistischen Konsequenzen steigender Skalenerträge abgeschwächt oder neutralisiert werden, und daß die Investitionen eines Unternehmens *ceteris paribus* die Wertgrenzprodukte anderer Unternehmen erhöhen, so daß sich zumindest deren Investitionsanreize verstärken. Bei geeigneter Größe und Symmetrie der externen Effekte mag der Investitionsanreiz für alle Unternehmen im Verlauf des Akkumulationsprozesses erhalten bleiben.

Die Gründe für die Nicht-Ausschließbarkeit neuen Wissens mögen legaler oder technologischer Natur sein. So werden beispielsweise von Computer-Software Raubkopien hergestellt, ohne daß die Urheber dies wirksam verhindern können, obwohl Raubkopien in fast allen Ländern verboten sind. Ingenieurleistungen werden in vielfältiger Weise kopiert und von ungebetenem Dritten verwendet, so zum Beispiel beim "Reverse engineering". Der Patentschutz, wenn er denn wirksam ist, bleibt immer zeitlich begrenzt. Im Grunde ist aber schon das bloße Wissen, daß eine bestimmte Erfindung irgendwo geglückt ist, eine große Hilfe für die Konkurrenz, diese oder eine ähnliche Erfindung nachzuvollziehen.

2.3 Öffentliche Güter und externe Effekte

Nicht-Rivalität in der Verwendung und partielle Nicht-Ausschließbarkeit sind konstitutive Merkmale externer Effekte und öffentlicher Güter. Externe Effekte, die von der Akkumulationstätigkeit anderer Unternehmen (Arrow (1962), Romer (1986)) oder von der Bereitstellung öffentlicher Güter ausgehen (Barro (1990), Barro/Sala-i-Martin (1990)), können die Annahme nicht-abnehmender Grenzerträge der privaten Kapitalakkumulation im Modell eines vollkommenen Wettbewerbsgleichgewichts begründen.

Wenn öffentliche Güter für nicht-abnehmende Grenzerträge sorgen sollen, ist die entscheidende Annahme, daß sie als öffentlicher Kapitalstock akkumulierbar sind und die Grenzproduktivität des privat akkumulierten Kapital immer um denselben Faktor erhöhen, sofern die Relation von privatem zu öffentlichem Kapital gleich bleibt. Folgt die Regierung dann der Regel, daß der Staatshaushalt die Relation von privatem und öffentlichem Kapitalstock stets konstant hält, so bleiben die privaten Investitionsanreize auch bei zunehmender privater Kapitalakkumulation erhalten. Sie sind jedoch suboptimal nach dem Pareto-Kriterium, da jede private Investition nun positive externe Effekte für andere Unternehmer erzeugt, indem sie automatisch über die regelgebundene Erhöhung des öffentlichen Kapitalstocks die Produktivität des gesamten privaten Kapital steigern hilft. Dieser Effekt wird nicht über den Markt abgegolten und daher im privaten Entscheidungskalkül nicht berücksichtigt (vgl. Sala-i-Martin (1990 II), S. 12).

In gewisser Weise ist die Mechanik dieses Wachstumsmodells mit öffentlichem Kapitalstock mit der des von Arrow (1962) und Romer (1986) entwickelten Modells des "Learning-by-doing" vergleichbar. Der "Learning-by-doing"-Ansatz postuliert Lerneffekte aus der privaten Produktionstätig-

keit, die den allgemein verfügbaren technischen Wissensstand erhöhen, so daß private Investitionen (bei bestimmten Parameterkonstellationen) nicht mit dem Problem abnehmender Grenzerträge des Kapitals konfrontiert werden. Der Stand des technischen Wissens hat die ökonomische Funktion eines Kapitalstocks mit Eigenschaften eines öffentlichen Gutes. Analog zum Modell von Barro und Sala-i-Martin ist auch hier die Marktlösung nicht Pareto-effizient, da die einzelnen Unternehmer die positiven externen (Lern-) Effekte ihrer Investitions- und Produktionstätigkeit unberücksichtigt lassen.

2.4 Endogene Innovationstätigkeit

Bei Grossman/Helpman (1991) wird endogenes Wachstum auf einen sich selbst tragenden industriellen Innovationsprozeß zurückgeführt. Die Möglichkeit eines solchen Prozesses wird mit der sowohl auf Beobachtung als auch auf Modellüberlegungen gestützten Annahme begründet, daß Investitionen in FuE nicht mit im Zeitablauf abnehmenden Grenzerträgen konfrontiert werden (vgl. Schumpeter (1942), S. 118; Grossman/Helpman (1991), S. 17). Dafür müssen drei Voraussetzungen erfüllt sein:

- (i) Das technische Wissen kann grenzenlos wachsen.
- (ii) Die Eigenschaft der Nicht-Rivalität (steigende Skalenerträge) sorgt dafür, daß der Grenzertrag neuen Wissens nicht abzunehmen braucht.
- (iii) Die Eigenschaft partieller Nicht-Ausschließbarkeit neuen Wissens sorgt durch Senkung der Kosten künftiger Forschung (mit Wissensfortschritt gleicher Größenordnung) dafür, daß die privaten Anreize für Investitionen in FuE nicht zu verschwinden brauchen, wenn die

privaten Erträge der Innovation bei einer zunehmenden Zahl konkurrierender Technologien sinken.

Grossman/Helpman (1991) entwickeln zwei elementare Modelle industrieller Innovation. In einem wird unter Innovation die Entwicklung neuer (differenzierter) Güter verstanden, im anderen die Verbesserung der Qualität existierender Güter. Im Modell der Produktdifferenzierung erzielt das innovierende Unternehmen eine Monopolrente im Rahmen monopolistischer Konkurrenz. Im Modell der Qualitätsverbesserungen sichern (vorübergehende) Qualitätsvorsprünge dem innovierenden Unternehmen transitorische Monopolrenten. In beiden Modellen können die Innovationen entweder Konsumgüter oder Zwischenprodukte betreffen.

Im Falle von Konsumgütern wird Wachstum als reales Output-Wachstum interpretiert, wobei die Einführung neuer oder besserer Güter einen imaginären Preisindex einer konstanten Menge von Konsumgütern deflationiert, der noch nicht existierende Güter mit einem unendlich hohen Preis bewertet (Grossman/Helpman (1991), S. 62). Betreffen die Innovationen Zwischenprodukte, so kann man die beiden Modelle auch als Modelle der Prozeßinnovation interpretieren. Wachstum kann in diesem Fall als Zuwachs der Endproduktion gemessen werden, das durch Zuwächse bei der totalen Faktorproduktivität hervorgerufen wird.

Im Modell monopolistischer Konkurrenz mit differenzierten Konsumgütern ist die Modellierung der Präferenzen originell und interessant. Die intertemporale Nutzenfunktion des repräsentativen Konsumenten lautet (Grossman/Helpman (1991), S. 45):

$$U_t = \int_t^{\infty} e^{-\rho(\tau-t)} \log D(\tau) d\tau \quad (2.4.1)$$

$D(\tau)$ ist ein zeitabhängiger Konsumindex, der Präferenzen für Diversifikation im Konsum widerspiegeln soll, damit es im Modell eine Nachfrage nach differenzierten (Marken-)Gütern gibt. Ein entsprechender Konsumindex ist von Dixit/Stiglitz (1977) entwickelt worden:

$$D = \left[\int_0^n x(j)^\alpha dj \right]^{1/\alpha} \quad \text{mit } 0 < \alpha < 1 \quad (2.4.2)$$

Darin ist: $x(j)$ der Konsum der Marke j , mit $0 \leq j \leq n(t)$;
 $n(t)$ die Anzahl der zum Zeitpunkt t erhältlichen Marken;
 α ein Maß der Präferenz für Abwechslung im Konsum;
 ϵ die Substitutionselastizität, mit
 $\epsilon = 1/(1-\alpha) > 1$, d.h. die Güter sind unvollkommene Substitute.

Ethier (1982) hat vorgeschlagen, die Dixit/Stiglitz-Funktion als Produktionsfunktion für ein einziges homogenes Konsumgut D zu interpretieren. Formal bedeutet das keinen Unterschied. Die Technologie hat dann konstante Skalenerträge in jedem Zeitpunkt und ihre totale Faktorproduktivität ist umso größer, je größer die Anzahl der zur Verfügung stehenden Inputs ist.¹¹

Im Modell zunehmender Produktdifferenzierung läßt sich gut untersuchen, unter welchen Bedingungen sich der industrielle Innovationsprozeß von selbst fortsetzt. Ohne die Annahme, daß privat erworbenes neues Wissen teilweise auch anderen innovativen Unternehmen zugute kommt, muß die Gewinnrate bei FuE-Investitionen umso mehr zurückgehen, je mehr das Produktangebot bereits diversifiziert ist: Die Firmen

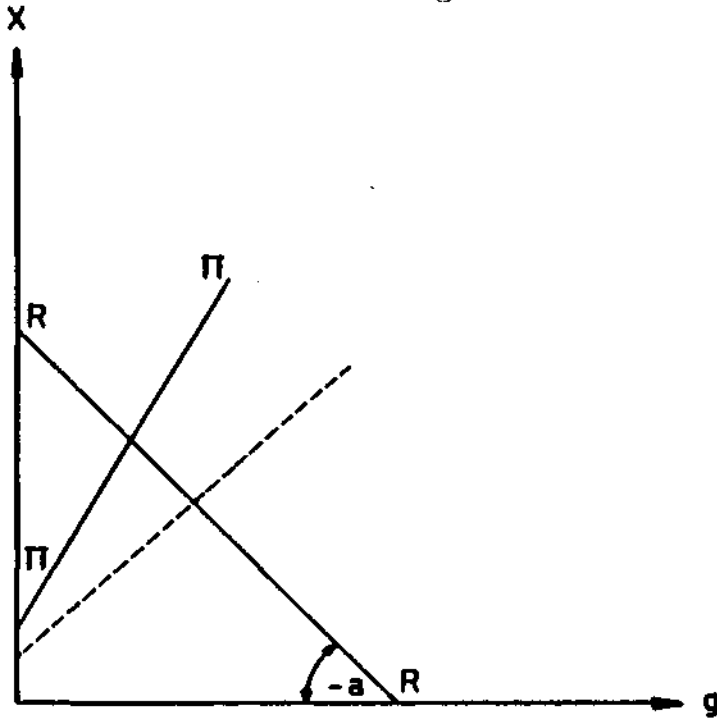
¹¹ Diese Eigenschaften werden von Romer (1987) genutzt, um die Vorteile der Arbeitsteilung à la Adam Smith als Motor endogenen Wachstums zu modellieren.

konkurrieren auf dem Arbeitsmarkt um eine begrenzte Zahl an Arbeitskräften, so daß für Lohnsenkungen kein Spielraum besteht, während gleichzeitig der Marktanteil jeder einzelnen Unternehmung abnimmt. Während also der Markterlös jeder neuen Innovation abnimmt, bleiben die FuE-Kosten konstant. Die Gewinnrate geht schließlich auf das Niveau der Abdiskontierungsrate zurück, so daß FuE-Investitionen sich nicht mehr lohnen.

Wird dagegen angenommen, daß jede FuE-Investition einen Zuwachs des allgemeinen technischen Wissens zur Folge hat, welches von allen Unternehmen genutzt werden kann, so ist ein sich selbst tragender, endogener Innovations- und Wachstumsprozeß möglich, sofern die Wirtschaft über eine ausreichende Zahl von Arbeitskräften und über eine hinreichend effiziente FuE-Technologie verfügt, und sofern die Konsumenten einen ausreichenden Wert auf Abwechslung beim Konsum legen (kleines α) und die nötige Geduld aufbringen (kleines p) (Grossman/Helpman (1991), S.64). Nur unter diesen Voraussetzungen sind FuE-Investitionen rentabel und bleiben die Anreize zur Akkumulation neuen Wissens im Zeitablauf erhalten.

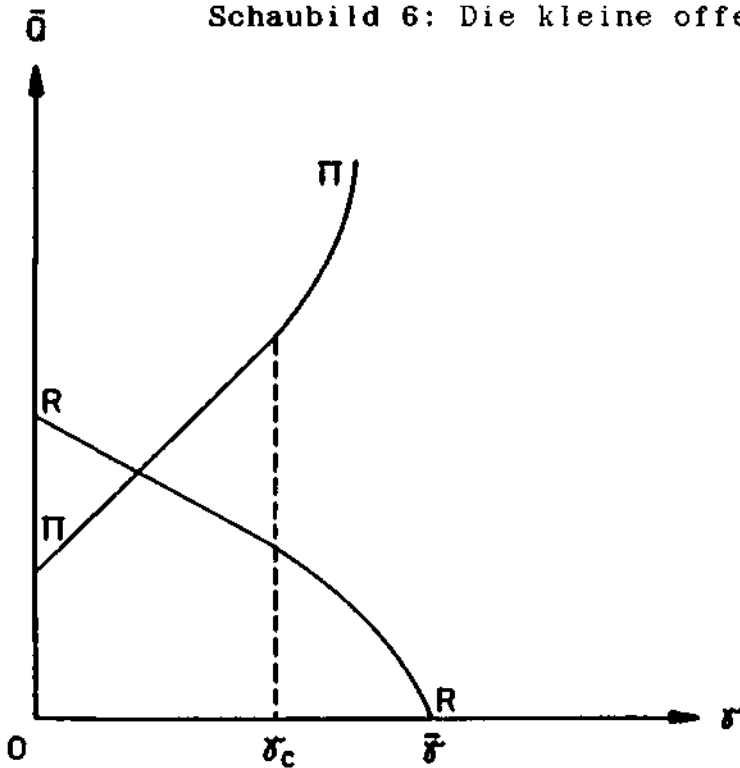
Zum besseren ökonomischen Verständnis der Determinanten der Innovationsrate haben Grossman/Helpman (1991, S. 65) eine graphische Darstellung entwickelt, die hier als Schaubild 5 wiedergegeben ist. Darin wird der Zusammenhang zwischen der aggregierten Outputmenge X und der Innovationsrate g , d.h. der Rate, mit der neue Produkte eingeführt werden, im steady state gezeigt. Die fallende Kurve RR gibt die Ressourcenrestriktion wieder. Die Arbeitskräfte, deren gesamte Zahl konstant bleibt, können in der Produktion oder im FuE-Labor beschäftigt werden. Je mehr Arbeitskräfte in FuE tätig sind, desto größer ist die Innovationsrate.

Schaubild 5: Produktdifferenzierung in der geschlossenen Volkswirtschaft



Quelle: Grossman/Helpman (1991)

Schaubild 6: Die kleine offene Volkswirtschaft



Quelle: Grossman/Helpman (1991)

Die ansteigende Kurve π spiegelt die Gleichgewichtsbedingung auf dem Kapitalmarkt wieder. Verstärkte Innovationsanstrengungen lohnen sich für das einzelne Unternehmen nur dann im selben Maße wie die festverzinsliche Kapitalmarktanlage, wenn es auch eine größere Menge des neuen Produktes absetzen kann, so daß die höhere Startinvestition in FuE sich auch bezahlt macht. Da im Modell alle Unternehmen symmetrisch sind, zwar unterschiedliche Güter herstellen, sich aber aus ökonomischer Sicht völlig gleich verhalten, hat die die Gleichgewichtsbedingung darstellende π -Kurve einen ansteigenden Verlauf.

Schaubild 5 macht deutlich, daß die steady state Innovationsrate g umso größer ist (Grossman/Helpman (1991), S. 63),

- je größer die Ressourcenausstattung der Wirtschaft ist, was ceteris paribus eine größere Beschäftigung in allen Bereichen einschließlich von FuE bedeutet;
- je produktiver die Ressourcen in FuE eingesetzt werden können (im Schaubild eine Drehung der Ressourcenrestriktion RR um ihren Schnittpunkt mit der Ordinate nach oben);
- je geduldiger die Wirtschaftssubjekte sind, was eine größere Sparneigung bedeutet, wodurch sich die Kapitalkosten für FuE-Investitionen verringern (im Schaubild eine Drehung der π -Kurve nach rechts);
- und je größer die Vorliebe für Abwechslung im Konsum ist, was eine weniger elastische Nachfrage nach jedem neuen Produkt und damit durch die Aussicht auf größere Monopolgewinne eine höhere Rentabilität von FuE-Investitionen mit sich bringt (im Schaubild eine Drehung der π -Kurve nach rechts).

Nachdem die Determinanten der langfristigen Innovations- und Wachstumsrate geklärt sind, stellt sich die Frage, ob diese optimal im Sinne der Konsumentenpräferenzen ist, mit anderen

Worten: Liefert der Markt die korrekten Anreize für FuE? Wenn es externe Effekte neuen Wissens gibt, muß diese Frage meistens mit nein beantwortet werden. Bei erfolgreichen Innovationen treten drei verschiedenartige externe Effekte auf, die Ursache für Marktversagen sein können, indem sie die privaten und sozialen Anreize für FuE auseinandertreiben:

- (i) Der Konsumentenrenten-Effekt (Consumer surplus effect): die Konsumenten des neuartigen oder höherwertigen Produktes verzeichnen einen Gewinn an Konsumentenrente.
- (ii) Der Produzentenrenten-Effekt (Profit destruction effect): die bereits im Markt vertretenen Produzenten andersartiger oder minderwertiger Güter verlieren einen Teil ihrer Produzentenrente.
- (iii) Der intertemporale Wissenstransfer (Intertemporal spillover effect): das bei der Entwicklung eines neuen oder verbesserten Produktes gewonnene allgemeine technische Wissen kann bei künftigen FuE-Anstrengungen von jedem Unternehmer kostenlos genutzt werden.

Die Präferenzspezifikation als CES-Funktion sorgt dafür, daß sich im Modell der Produktdiversifikation der Consumer surplus effect und der Profit destruction effect gegenseitig aufheben. Bleibt per Saldo der Intertemporal spillover effect, womit im Rahmen des Modells eine Unterinvestition in FuE nachgewiesen ist.¹²

¹² Hätte das Modell noch andere, unter vollkommenem Wettbewerb operierende Sektoren, müßte noch die Allokationsverzerrung durch das Preissetzerverhalten in dem innovativen Sektor berücksichtigt werden.

Unter der Annahme vollkommener Information ist die beste industriepolitische Intervention ist eine Subvention für FuE, die bei Fehlen anderer Sektoren sogar eine erst-beste Allokation herbeiführen kann. In Schaubild 5 wird eine FuE-Subvention als Drehung der π -Kurve nach rechts dargestellt.

Eine Subvention für die Produktion der differenzierten Güter hätte dagegen keine Wirkung, da sie sowohl die Rentabilität der FuE als auch die der Produktion erhöhen würde: beide Bereiche "wollen" expandieren, brauchen dazu mehr Arbeitskräfte, was lediglich zu einem Anstieg der Löhne führt (Grossman/Helpman (1991), S. 67).

Das alternative Modell, bei dem erfolgreiche Innovationen, deren Eintrittswahrscheinlichkeit von der FuE-Intensität abhängt, die Qualität existierender Güter verbessern, hat aus wohlfahrtstheoretischer Sicht ein anderes Ergebnis: die Marktanreize für FuE können entweder zu klein oder zu groß sein, je nachdem wie groß der durch eine Innovation jeweils erreichte Qualitätssprung ist.

Um dies zu verstehen, müssen wieder die drei Arten von externen Effekten einer Innovation untersucht werden. Anders als im vorigen Modell gibt es keine einfache Annahme über die Konsumentenpräferenzen, die garantiert, daß sich der Konsumentenrenten-Effekt (Consumer surplus effect) und der Produzentenrenten-Effekt (Profit destruction effect) gegenseitig gerade aufheben. Grossman/ Helpman (1991), S. 104 f., zeigen, daß die negative pekuniäre Externalität einer Innovation, die den Firmenwert konkurrierender Unternehmen mindert, dann die positiven externen Effekte bei der Konsumentenrente und durch neues technisches Wissen übersteigt, wenn der Qualitätssprung durch die Innovation sehr klein oder sehr groß ist. Der Marktanreiz für FuE ist dann zu groß. Wenn die Qualitätssprünge jeder Innovation

jedoch eine mittlere Größe haben, gilt umgekehrt, daß die positiven externen Effekte die negative Externalität übersteigen, und daß die Marktanreize für FuE zu klein sind.

Wovon hängt aber die Größe der Qualitätssprünge ab? Allein von den Eigenschaften der FuE-Technologie: Je größer die Elastizität des Ressourceneinsatzes in bezug auf die Größe des Innovationssprunges, desto kleiner sind die Qualitätssprünge im steady state Gleichgewicht (Grossman/Helpman (1991), S. 100).

Eine industriepolitische Beeinflussung der Größe des Qualitätssprungs bei Innovation erscheint, wenn überhaupt, nur mithilfe der Patentgesetzgebung möglich, nicht aber mit Subventionen, sei es für FuE oder für die Produktion.

3 INNOVATION UND WACHSTUM IN OFFENEN VOLKSWIRTSCHAFTEN

3.1 Weltmarkteinflüsse auf den inländischen Innovationsanreiz und Wachstumsprozeß...

In diesem Abschnitt soll das Modell des kleinen Landes betrachtet werden, in dem alle ausländischen Einflüsse als exogen angenommen werden. Dies ist eine nützliche Abstraktion, da sie erlaubt, die Weltmarkteinflüsse auf den inländischen Innovationsanreiz zu analysieren, ohne auf mögliche Rückwirkungen aus dem Inland auf das Ausland zu achten. Die Innovationen betreffen im folgenden nicht-handelbare Zwischenprodukte, so daß Wachstum durch die Zunahme der totalen Faktorproduktivität in der Endproduktion verursacht wird. Die graphische Darstellung aus dem vorigen Abschnitt (Schaubild 5) muß nur ein wenig verändert werden: In Schaubild 6 bezeichnet Q den zu Weltmarktpreisen aggregierten Output der verschiedenen Sektoren des kleinen Landes. Die Ressourcenrestriktion RR hat rechts von der Innovationsrate g_c einen nach unten gekrümmten Verlauf.

Dieser gekrümmte Verlauf rührt daher, daß in diesem Bereich das gesamte verfügbare Humankapital nur noch im FuE-Sektor und in der Herstellung von Zwischenprodukten beschäftigt ist, und daß eine Steigerung der FuE-Intensität dann einen Anstieg der Löhne bewirkt (Grossman/Helpman (1991), S. 151). Wegen des Anstiegs der Entlohnung für Humankapital hat die π -Kurve, die die Gleichgewichtsbedingung auf dem Kapitalmarkt wiedergibt, für dieselben Innovationsraten einen nach oben gekrümmten Verlauf: Damit immer teurer werdende Steigerungen der Innovationsrate weiterhin rentabel

bleiben, muß auch der zu erwartende Absatz jedes neuen Produktes immer größer werden.

3.1.1 ... durch den internationalen Güterhandel

Es sei angenommen, das kleine Land produziere (in Autarkie) zwei handelbare Konsumgüter unter Verwendung der beiden primären Inputs ungelernete Arbeit und Humankapital in unterschiedlicher Intensität sowie unter Verwendung von nicht-handelbaren Zwischenprodukten. Innovationen (unter Einsatz von Humankapital) bei den Zwischenprodukten erhöhen die totale Faktorproduktivität in der Konsumgüterproduktion. Je nach- dem ob die Zwischenprodukte in den beiden Konsumgüter-Sektoren mit gleicher oder mit unterschiedlicher Intensität verwendet werden, lassen sich zwei Fälle unterscheiden:

- (i) Die Öffnung des Landes zum Welthandel kann zwei Wirkungen haben, die dem Stolper-Samuelson-Theorem entsprechen:
- Steigt der relative Preis für das arbeitsintensive Konsumgut, so sinkt die relative Entlohnung des Humankapitals; die Innovationstätigkeit und die Wachstumsrate nehmen zu. In der graphischen Darstellung entspricht dies einer Drehung der $\pi\pi$ -Kurve nach rechts.
 - Steigt der relative Preis für das Humankapital-intensive Konsumgut, so steigt die relative Entlohnung des Humankapitals; die Innovationstätigkeit und die Wachstumsrate nehmen ab. In Schaubild 6 zeigt sich dies als eine Drehung der $\pi\pi$ -Kurve nach links.
- (ii) Werden auch die nicht-handelbaren Zwischenprodukte unterschiedlich intensiv in der Produktion der beiden handelbaren Konsumgüter verwendet, so sind zwei

Unterfälle zu unterscheiden:

- Die Zwischenprodukte werden beim arbeitsintensiven Konsumgut intensiver verwendet. Dann wird die oben beschriebene Wirkung des internationalen Handels noch verstärkt.
- Die Zwischenprodukte werden beim Humankapital-intensiven Konsumgut intensiver verwendet. Dann wird die oben beschriebene Wirkung des Außenhandels abgeschwächt, möglicherweise sogar umgekehrt.

3.1.2 ... durch den internationalen Kapitalverkehr

Je niedriger der Weltmarktzinssatz, desto größer ist (bei freiem internationalen Kapitalverkehr) die Wachstumsrate des Sozialproduktes eines kleinen Landes (Grossman/Helpman (1991), S. 163). Die Liberalisierung des internationalen Kapitalverkehrs führt nur dann zu schnellerem Wachstum, wenn der inländische Zinssatz vorher höher war als der Weltmarktzinssatz. Im umgekehrten Fall kommt es zur Verlangsamung des Wachstums, da die inländischen Kapitaleigner einen Teil ihrer Ersparnis im Ausland investieren und dieses Kapital nicht mehr für inländische Innovationstätigkeit zur Verfügung stellen.

3.1.3 ... durch den internationalen Wissenstransfer

Hier bietet sich die Annahme an, daß die Größe des Wissenstransfers aus dem Ausland von der Größe des Außenhandelsvolumens abhängt (vgl. Grossman/Helpman (1991), S. 166). Solange die Terms of Trade konstant bleiben, wächst das Handelsvolumen mit derselben Rate wie das Sozialprodukt des kleinen Landes. Die Analyse unterscheidet drei Fälle (Grossman/Helpman (1991), S. 168 f):

- (i) Das Handelsvolumen wächst langsamer als die Zahl der neu entwickelten Produkte. Dann nimmt die relative Bedeutung des Wissenstransfers vom Ausland im Zeitablauf; er hat dann langfristig weder Einfluß auf die Innovations- noch auf die Wachstumsrate.
- (ii) Wächst das Handelsvolumen mit einer größeren Rate als der Innovationsrate, so kann sowohl die Innovations- als auch die Wachstumsrate theoretisch unbegrenzt groß werden, da der relative Einfluß des internationalen Wissenstransfers auf die inländische Akkumulation neuen Wissens immer weiter zunimmt. In der Realität wären dem natürlich Grenzen gesetzt, weil das Land irgendwann seine analytische Eigenschaft des "kleinen" Landes verlöre. Die Modellannahmen würden ihre Gültigkeit verlieren.
- (iii) Gleicht die Wachstumsrate des Handelsvolumens der Rate, mit der neue Produkte entwickelt werden, so beeinflußt eine Veränderung des Handelsvolumens die langfristige Wachstumsrate über zwei Mechanismen:
- Durch die Veränderung der Produktivität in FuE aufgrund der veränderten Größe des internationalen Wissenstransfers und
 - durch die Reallokation des Humankapitals zwischen FuE und Produktion.
- Die Gesamtwirkung ist von Fall zu Fall unterschiedlich; sie hängt unter anderem davon ab, ob die komparativen Vorteile des kleinen Landes im Bereich Humankapital-intensiver Güter liegen oder nicht. Eine Reduktion des Handelsvolumens, etwa durch die Einführung eines Zolls, hat nur in einem Land, welches Humankapital-intensive Güter importiert, eine eindeutige Wirkung auf die Wachstumsrate, und zwar eine negative (Grossman/Helpman (1991), S. 170).

3.2 Annahmen und Hypothesen im Zwei-Länder-Modell

Im wesentlichen ist die von Grossman/Helpman (1991) entwickelte Theorie des durch industrielle Innovation angetriebenen Wachstums zweier Länder, die durch internationalen Güter- und Kapitalverkehr miteinander verbunden sind, eine Anwendung des Theorems der komparativen Vorteile in seiner Heckscher-Ohlin-Version.¹³ Das Modell endogener Innovationstätigkeit kann aber - und das ist neu - die Evolution dynamischer komparativer Vorteile aufgrund der länderspezifischen technologischen Entwicklung erklären. In der traditionellen Außenhandelstheorie wurde dagegen die Technologie als gegeben und unveränderlich betrachtet.

Die Hypothesen des Zwei-Länder-Modells von Grossman/Helpman (1991) unterscheiden sich grundsätzlich, je nachdem welche Annahme über die Diffusion neuen Wissens getroffen wird: international oder nur national.

3.2.1 Internationale Diffusion neuen Wissens: Dynamische komparative Vorteile

Um die Analyse interessant zu machen, sei die Existenz verschiedener Sektoren mit unterschiedlichen technologischen Entwicklungspotentialen angenommen, wie z.B. Elektrotechnik, Landwirtschaft, Chemie etc.. Die Analyse unterscheidet dann zwei Fälle:

- (i) Handelsgleichgewicht mit Faktorpreisausgleich

¹³ Eine vergleichbare Arbeit haben Rivera-Batiz/Romer (1991) vorgelegt.

Wird von der theoretischen Möglichkeit der Faktorpreisumkehr abgesehen, so läßt sich zeigen, daß es langfristig zum Faktorpreisausgleich kommt, wenn beide Länder im steady state Gleichgewicht unvollständig spezialisiert sind, d.h. wenn beide Länder in allen Branchen und in FuE tätig sind, wenn auch in unterschiedlichem Maße. Voraussetzung dafür ist, daß die Länder in ihrer Ressourcenausstattung nicht zu unterschiedlich sind.

Im Freihandelsgleichgewicht mit Faktorpreisausgleich entwickeln beide Länder neue Produkte mit derselben Innovationsrate. Aber das Land mit der relativ reichhaltigeren Humankapitalausstattung spezialisiert sich stärker in FuE, d.h. der relative Anteil der Beschäftigung in FuE ist größer und es werden mehr neue Produkte entwickelt. Eine zusätzliche Implikation des Modells der Produktdifferenzierung ist das bekannte Phänomen des intra-industriellen Handels (Grossman/Helpman (1991), S. 187).

Obwohl die Innovationsraten in beiden Ländern gleich sind, ist die reale Wachstumsrate in dem Land höher, welches sich aufgrund seiner reichhaltigeren Humankapitalausstattung langfristig relativ stärker im Technologie-intensiven Bereich spezialisiert. Dennoch wachsen langfristig die realen Konsummöglichkeiten in beiden Ländern mit derselben Rate, da bei freiem internationalen Kapitalverkehr der Zinssatz und bei freiem Handel das Produktangebot stets gleich sind.

Das Modell liefert einen fruchtbaren Ansatz zur Erklärung der Entwicklung der komparativen Vorteile Japans im Verlauf der letzten 20 Jahre in Richtung Humankapital-intensiver Produkte. Im Sinne des obigen Modells führt Grossman (1990) dies auf die veränderte relative Ressourcenausstattung

Japans zurück, wo es einen massiven Investitionsschub in Humankapital gegeben habe.

(ii) Handelsgleichgewicht ohne Faktorpreisausgleich

Wenn die Ressourcenausstattung der beiden Länder so unterschiedlich ist, daß es nicht zum Faktorpreisausgleich kommt, so verliert mindestens eines der beiden Länder seine Wettbewerbsfähigkeit in mindestens einem Bereich, und zwar entweder in der Humankapital-intensivsten Tätigkeit, was bei Grossman/Helpman (1991, S. 189) der FuE-Sektor ist, oder in der Humankapital-extensivsten Produktionstätigkeit. Das Humankapital-reiche Land kann seine Wettbewerbsfähigkeit aber nur im Humankapital-extensivsten Sektor, das Humankapital-arme Land seine nur im FuE-Sektor verlieren. Dies ist eine weitere Bestätigung des Heckscher-Ohlin Theorems.

Wenn es nicht zum Faktorpreisausgleich kommt, kann es für ein innovatives Unternehmen im Humankapital-reichen Land unter Umständen vorteilhaft sein, die Produktion seiner Technologie-intensiven Güter in das Humankapital-arme Land zu verlegen, und zwar entweder aus Kostengründen, oder zur Vermeidung des größeren Konkurrenzdrucks auf dem Gütermarkt in Form von Qualitätsverbesserungen durch andere Innovatoren im Humankapital-reichen Land (vgl. Grossman/Helpman (1991), S. 197).

In einigen Fällen, in denen ein Anreiz zum Im- oder Export von FuE-Leistungen durch multinationale Unternehmen besteht, kann dies den Ausgleich der Faktorpreise herbeiführen. Das Humankapital-reiche Land kann dann ein permanentes Defizit in der Handelsbilanz aufweisen, welches durch einen Überschuß in der Dienstleistungsbilanz ausgeglichen wird.

Als Alternative zu multinationalen Unternehmen, die FuE- und Produktionsstätten in verschiedenen Ländern unterhalten,

kommen Lizenzverträge in Betracht, wenn diese international durchsetzbar sind (vgl. Grossman/Helpman (1991), S. 200 f.).

3.2.2 Nationale Diffusion neuen Wissens: Hysterese

Wenn neues technisches Wissen nur innerhalb eines Landes diffundiert, hängt die langfristige Entwicklung des Handels, der Spezialisierung und der Wachstumsrate eines Landes nicht nur von der Ressourcenausstattung sondern auch von den historischen Startbedingungen ab, d.h. davon, wie groß der anfängliche Erfahrungsschatz im FuE-Bereich im Verhältnis zum anderen Land ist.

Wenn ein Land in diesem Modell einmal zurückgefallen ist, bleibt es für immer zurück. Allerdings kann die Regierung unter Umständen durch eine vorübergehende Subvention der FuE den Entwicklungspfad ändern und das Land auf einen langfristig schnelleren Wachstumspfad führen. Vorübergehende Interventionen können permanente Wirkung haben, was als Hysterese bezeichnet wird.¹⁴

Wird nun aber die Wohlfahrt eines Landes erhöht, wenn es gelingt, ein Land auf einen schnelleren Wachstumspfad zu führen? In der Regel nicht, denn

- die FuE-Tätigkeit wird nun zu einem größeren Teil in einem Land durchgeführt, das darin weniger effizient ist,
- die weltweite Innovationsrate kann fallen,
- das intervenierende Land muß die Kosten der Subvention tragen (Grossman/Helpman (1991), S. 232).

¹⁴ Hysterese ist ein Phänomen pfadabhängiger Prozesse, die im nächsten Abschnitt ausführlicher diskutiert werden.

Die Wohlfahrt eines Landes läßt sich durch vorübergehende Subventionen möglicherweise dann erhöhen, wenn es bei Freihandel keinen Faktorpreisausgleich gibt, und die Löhne in dem Land höher sind, wo FuE stattfindet, oder wenn das Kapital international nicht vollkommen mobil ist (Grossman/Helpman (1991), S. 232 f.).

Wird aber eine entsprechende industriepolitische Intervention tatsächlich durchgeführt, ist mit Gegenmaßnahmen des Auslandes zu rechnen, so daß die Subventionen für heimische FuE möglicherweise wirkungslos bleiben. Ganz zu schweigen davon, daß das Informationsproblem, welche FuE-Bereiche in welchem Umfang und wie lange gefördert werden müßten, in der Praxis nicht zu lösen ist.

Eine interessante Frage für die weitere Forschung könnte sein: Wie entwickeln sich Allokation und Innovations-tätigkeit im Zwei-Länder-Modell, wenn der Wissensfluß asymmetrisch ist? Ein solches Modell könnte für eine Reihe von rasch aufholenden Ländern empirisch relevant sein, die möglicherweise einen Vorteil daraus ziehen, daß ihre inländische Innovationstätigkeit durch eine international unbekannte Sprache und Kultur nur im eigenen Land Wachstumswirkungen zur Folge hat, während sie aber von der internationalen Diffusion des in den führenden Industrieländern erzeugten neuen Wissens mit profitieren.

4 IMPLIKATIONEN STEIGENDER SKALENERTRÄGE IN RAUM UND ZEIT

Das Hysteresis-Phänomen, bei dem vorübergehende Interventionen permanente Wirkung entfalten, kann als ein Beispiel für eine Reihe von anderen Implikationen gelten, die sich aus bestimmten ökonomischen Eigenschaften von Technologie und Innovationstätigkeit für Allokationsprozesse und Wirtschaftswachstum ergeben können, und die mit der Theorie nicht-konvexer Wachstumsmodelle eng verknüpft sind. Das Thema dieses Abschnitts ist die Möglichkeit einer Vielzahl sich entwickelnder Makrostrukturen, wobei nicht von vornherein klar ist, welche sich langfristig durchsetzen wird. Dieses Phänomen stellt eine besondere Herausforderung der konventionellen ökonomischen Theorie dar, die in der Regel durch geeignete Konvexitätsannahmen für die Existenz eines und nur eines Gleichgewichts gesorgt hat, in dem alle Anpassungsprozesse enden müssen.

Mit den folgenden Modellen ist nur die positive Analyse pfadabhängiger Prozesse und nicht die Ableitung normativer Theorie aus der Sicht nationaler Wirtschaftseinheiten beabsichtigt. Stattdessen soll versucht werden, die Bestimmungsgründe zu klären, die zur selbständigen und dezentralen Durchsetzung einer der vielen möglichen Makrostrukturen führen.

4.1 Adoption von Technologien mit Netzwerk-Externalitäten

Als Beispiel kann hier die frühere Konkurrenz der Video-Systeme Betamax und VHS dienen, die fast gleichzeitig auf den Markt kamen (vgl. Arthur (1988), S. 10). Die individuellen Entscheidungen der Konsumenten für das eine oder andere System waren dabei interdependent, denn obwohl

beim Einzelnen eine originäre Präferenz für Betamax oder VHS bestanden haben mag, so hing doch die Entscheidung auch davon ab, wieviele andere Konsumenten sich bereits das eine oder andere System angeschafft hatten. Je mehr Konsumenten nämlich VHS hatten, desto mehr Filme wurden auf diesem System zum Verleih oder Kauf angeboten, und desto günstiger mußte es den neuen Video-Konsumenten erscheinen, selbst auch VHS zu wählen.

VHS hat sich letztlich durchgesetzt, aber dies ist kein Beweis für eine technologische Überlegenheit gegenüber Betamax. Die Dominanz von VHS mag allein das Ergebnis historischer Zufälle beim Kampf um Marktanteile sein. Es mögen zufällig zuerst solche Konsumenten auf den Markt gekommen sein, die eine leichte originäre Präferenz für VHS hatten. Später hat sich dann der zufällige Vorsprung von selbst weiter vergrößert, bis Betamax keine Chance mehr hatte.

Der stochastische Allokationsprozeß hat in diesem Fall vier ökonomisch interessante Eigenschaften (Arthur (1988), S. 10 f.):

- (i) Es gibt mehrere langfristig stabile Gleichgewichtsallokationen (VHS-Monopol, Betamax-Monopol).
- (ii) Die Gleichgewichtsallokation ist möglicherweise ineffizient. Es gibt keinen Grund anzunehmen, daß VHS, welches sich durchgesetzt hat, aus Sicht der Konsumenten überlegen ist.
- (iii) Die Gleichgewichtsallokationen sind irreversibel bzw. "locked-in". Die Änderung eines langfristig stabilen Gleichgewichtes ist allenfalls unter sehr großer, zentral organisierter Anstrengung möglich.

- (iv) Die langfristige Allokation ist pfadabhängig (Zufallsereignisse in der Frühphase des Allokationsprozesse können das langfristige Ergebnis entscheiden).

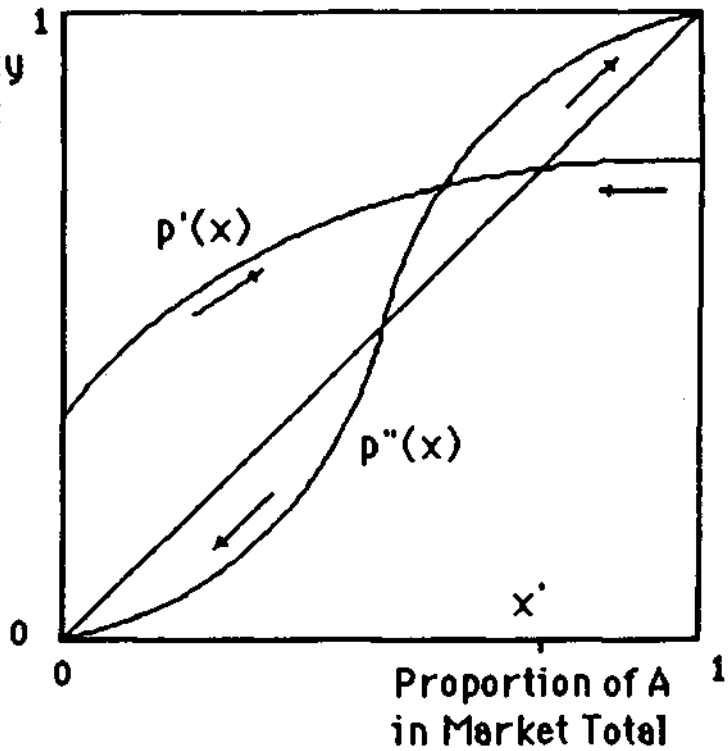
Andere Beispiele, bei denen derartige stochastische Allokationsprozesse eine Rolle spielen, sind die Verbreitung von Sprachen, die Adoption von Tastatur-Systemen bei Schreibmaschinen und Computern und die Durchsetzung von Verkehrssystemen (Automobil versus Eisenbahn).¹⁵ Schaubild 7 illustriert die dynamische Betrachtung eines stochastischen Allokationsprozesses mit positiven Netzwerk-Externalitäten (vgl. Arthur (1988), S. 18).

Die Allokationsfunktion, die die Wahrscheinlichkeit dafür bestimmt, daß der nächste Akteur eine bestimmte Allokationsentscheidung trifft, ist eine Funktion der relativen Marktanteile, die die konkurrierenden Technologien zu einem bestimmten Zeitpunkt bereits erreicht haben. Die Form der Allokationsfunktion, p' versus p'' in Schaubild 7, hängt dabei von den originären Präferenzen der Wirtschaftssubjekte bezüglich der Technologien und von Art und Größe der Netzwerk-Externalitäten ab.

¹⁵ Auch die Berufsentscheidungen hochbegabter junger Menschen zwischen unternehmerischen, innovativen Tätigkeiten einerseits und unproduktiven, Renten abschöpfenden Umverteilungstätigkeiten andererseits müssen möglicherweise als stochastischer Allokationsprozeß mit positiver Rückkoppelung aufgefaßt werden, wenn außergewöhnliche Begabung mit steigenden Skalenerträgen entlohnt wird (vgl. Murphy/Shleifer/Vishny (1990)). Weitere Beispiele sind Wachstumsmodelle mit endogener Bevölkerungsentwicklung und Armutfallen wie bei Becker/Murphy/Tamura (1990) und Modelle ungleicher Entwicklung, bei denen zufällige Spezialisierungsmuster durch Lerneffekte verstärkt und schließlich zementiert werden (vgl. Krugman (1987)).

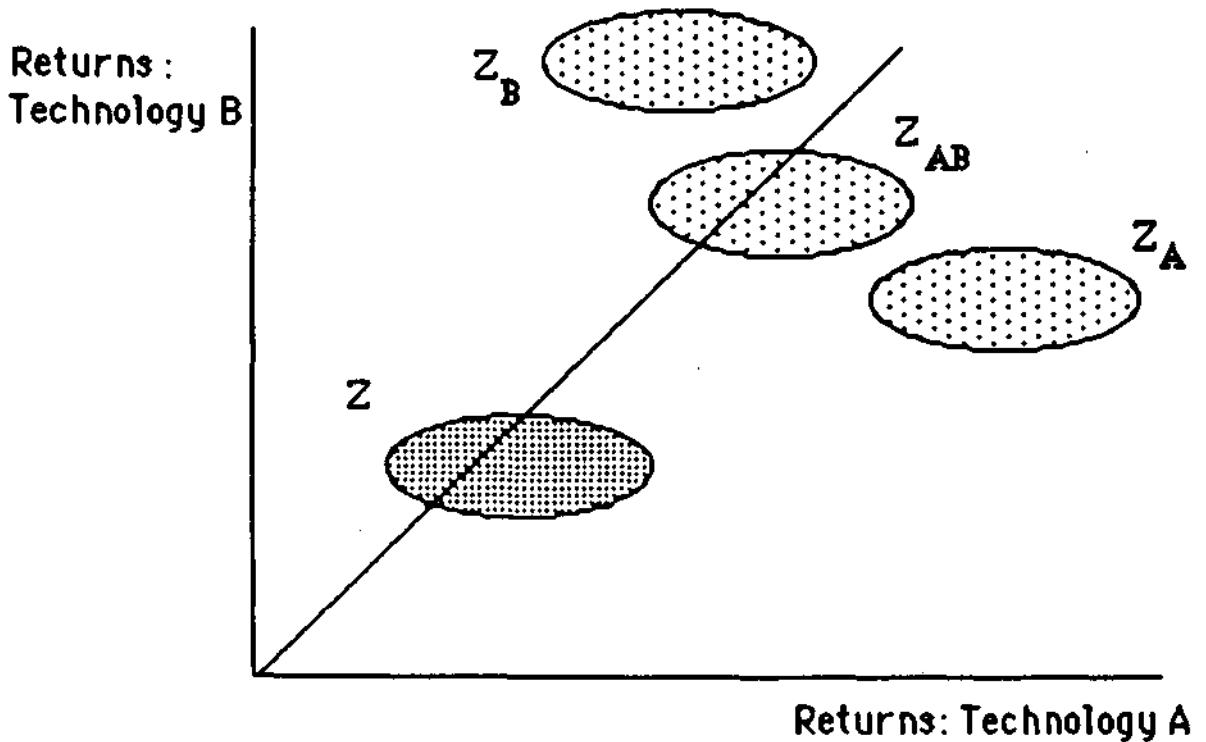
Probability
Next Agent
Chooses A

Schaubild 7:
Stochastische
Allokations-
funktionen



Quelle: Arthur (1988)

Schaubild 8: Verteilung der Erträge zweier Technologien mit positiven Netzwerk-Externalitäten für ein Kontinuum von Verwender-Typen.



Quelle: Arthur (1988)

p' konvergiert eindeutig zum langfristigen Gleichgewicht x' , welches den einzigen Fixpunkt der Funktion p' darstellt. p'' konvergiert entweder zu 0 oder zu 1, da die Funktion p'' zwei Fixpunkte hat. Sofern p'' den Allokationsprozeß zutreffend beschreibt, muß also die Technologie A langfristig entweder völlig vom Markt verschwinden oder sich als alleinige Technologie durchsetzen.

Eine interessante Frage ist nun: Unter welchen Bedingungen kommt es zu einem Verdrängungswettbewerb zwischen zwei Technologien, der aufgrund von Netzwerk-Externalitäten in einer Monopolsituation der einen oder anderen Technologie enden muß?

In Schaubild 8 bilden die Blasen die Verteilung der Erträge ab, die sich für ein Kontinuum von Agenten aus der Adoption von Technologie A oder B ergeben.¹⁶ Die Blasen wandern im Laufe der Zeit vom Ursprung weg, da sich die Erträge der Technologien aufgrund der Netzwerk-Externalitäten umso mehr erhöhen, je mehr die jeweilige Technologie bereits von anderen angewandt wird. Solange die Blase noch von der 45°-Linie geschnitten wird, ist noch keine der beiden Technologien verdrängt worden, d.h. beide Technologien werden noch von einer Teilmenge der Wirtschaftssubjekte bevorzugt.

Allgemein läßt sich die Frage mithilfe eines Theorems über pfadabhängige Prozesse beantworten (Arthur 1986): Wenn die spezifischen Vorteile der Technologien aus Sicht des

¹⁶ Die Blasen ergeben sich deshalb, weil sich der Gesamtertrag, den der einzelne Agent bei der Adoption einer Technologie erzielt, additiv aus dem Technologie-spezifischen Ertrag, dessen Höhe von den individuellen Eigenschaften des Anwenders abhängt, und aus den externen Erträgen, die von der Anwendung der Technologie durch andere Agenten ausgehen, zusammensetzt.

Einzelnen sich unbegrenzt weiter erhöhen, je mehr die Technologie von anderen verwendet wird, dann muß es zwangsläufig zum Monopol einer Technologie kommen. Wenn die spezifischen Vorteile der Technologie jedoch begrenzt sind, etwa durch Verstopfungseffekte, so kommt es nicht zwangsläufig zum Monopol (Z_{AB} im Schaubild).

Ob es in diesem Fall zum Monopol kommt oder ob der Markt langfristig zwischen zwei Technologien aufgeteilt bleibt, hängt von den historischen Zufällen ab, welche die Reihenfolge der zum Zuge kommenden Adoptionsarten bestimmen.

4.2 Agglomerationsphänomene

Das in Schaubild 8 dargestellte Modell kann auch zur Illustration von Agglomerationsprozessen als Ergebnis interdependenter Standortentscheidungen dienen, wenn die Bezeichnung der Achsen geändert wird in "Returns to Location A" bzw. "B". Beispielsweise mag es positive externe Effekte für Unternehmen aus einer bestimmten Branche, etwa Elektronik, geben, wenn sie sich am selben Ort niederlassen. Dies kann durch neues Wissen begründet sein, welches bei Mitarbeiter-Austausch von einem Unternehmen zum anderen fließt, oder durch ein spezialisiertes, sich in Abhängigkeit von der Nachfrage entwickelndes Ressourcenangebot, wie Venture-Capital, spezielle Infrastruktur etc..

In der Literatur sind drei Hypothesen über die Art der externen Effekte neuen Wissens zu finden, die Agglomeration und endogenes Wachstum bewirken können:

- (i) Marshall (1920), Arrow (1962) und Romer (1986) nehmen an, daß der Wissenstransfer zwischen verschiedenen Unternehmen derselben Branche die größte Bedeutung habe. Aber das Wachstum werde durch lokale

Monopolunternehmen begünstigt, weil diese die externen Effekte neuen Wissens internalisieren könnten.

- (ii) Porter (1990) sieht den wichtigsten Antrieb des Wachstums im Wissenstransfer zwischen einer Vielzahl von konkurrierenden, geographisch konzentrierten Unternehmen derselben Branche.
- (iii) Jane Jacobs (1969) behauptet, daß die entscheidenden Wissenstransfers zwischen unterschiedlichen Branchen stattfinden.

Glaeser/Kallal/Scheinkman/Shleifer (1991) finden in einem empirischen Test mit Daten über das Nachkriegswachstum amerikanischer Städte, in dem sie die sektoralen Wachstumsraten in verschiedenen Städten mit unterschiedlich stark diversifizierter Wirtschaftsstruktur vergleichen, die Theorie von Jacobs am ehesten bestätigt.

4.3 Exkurs: Ist Forschung eingebettet in ein abstraktes Netzwerk mit positiven Feedbacks und pfadabhängiger Entwicklung?

Die These, daß die Forschung als ein Allokationsprozess mit positiven Netzwerk-Externalitäten charakterisiert ist, wird durch die Beobachtung gestützt, daß die meisten Innovationsanstrengungen sich auf kleine Verbesserungen existierender Technologien konzentrieren und daß revolutionäre technologische Durchbrüche selten sind.

Ein Beispiel ist die traditionelle neoklassische Wachstumstheorie, die jahrzehntelang verfeinert wurde, ohne daß sich die in diesem Aufsatz dargestellten neuen Ansätze artikulieren konnten, obwohl sie zum Teil bereits bei Adam Smith,

Marshall (1920), Young (1928) und den deutschen Regional-Ökonomen der 20er Jahre verbal angelegt waren.

Ein möglicher Grund für positive Netzwerk-Externalitäten im Bereich der Forschung mag darin bestehen, daß sich die Menschen (notfalls mit offen protektionistischen Maßnahmen) gegen die Abwertung ihres Humankapital wehren, die ein Paradigmen-Wechsel zur Folge haben könnte.

Die Pfadabhängigkeit in Forschung und Technologie ist dann vielleicht ein wichtiger Grund für die ungleichmäßige wirtschaftliche Entwicklung mit langen Phasen allmählicher evolutorischer Entwicklung oder Stagnation, die von kurzen Revolutionen unterbrochen werden.

4.4 Was bestimmt die Zukunft: Historische Ereignisse oder Erwartungen, die sich selbst erfüllen?

Bisher wurde in diesem Aufsatz stillschweigend angenommen, daß allein die historischen Startbedingungen bestimmen, welches langfristige Gleichgewicht sich ergibt, wenn aufgrund von externen Effekten mehrere Gleichgewichte möglich sind. Einen entscheidenden Einfluß können aber auch kollektive Erwartungen haben, die zu "self-fulfilling prophecies" führen.

Krugman (1991) entwickelt ein illustratives Modell, an dem die Frage nach dem relativen Einfluß historischer Startbedingungen und Erwartungen auf die langfristige Entwicklung untersucht werden kann. Schaubild 9 zeigt die Löhne und Beschäftigungsmöglichkeiten der Arbeiter eines kleinen, Außenhandel treibenden Landes. Die Arbeiter müssen sich individuell entscheiden, in welchem Sektor sie arbeiten wollen.

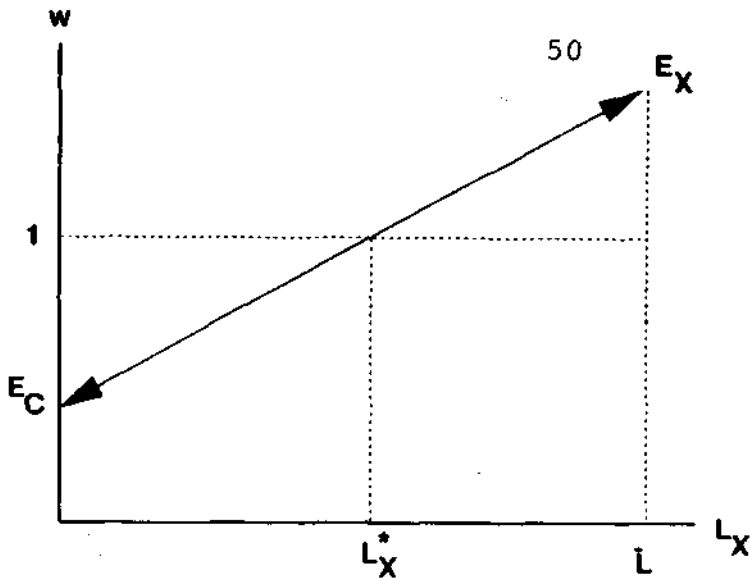


Schaubild 9

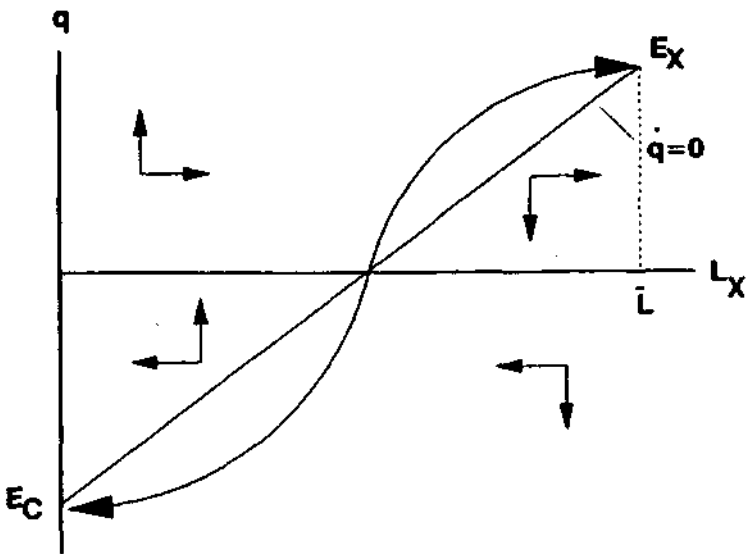


Schaubild 10

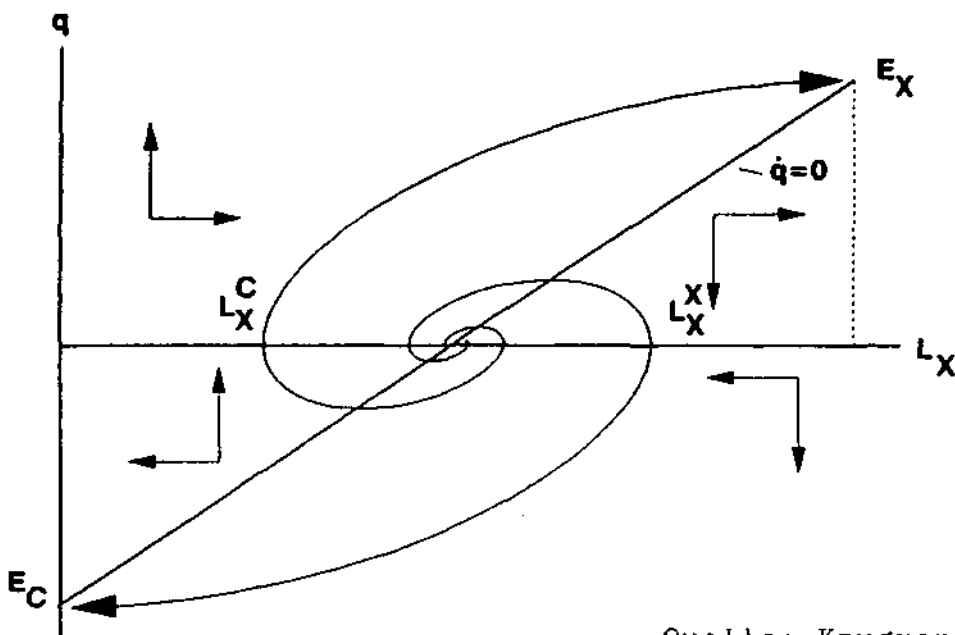


Schaubild 11

Wenn die Mehrheit der Leute im modernen Sektor X mit steigenden Skalenerträgen aufgrund von externen Effekten arbeitet, sind dort die Löhne höher als im konventionellen Sektor C. Umgekehrt gilt, daß die Löhne dort niedriger sind, wenn weniger Leute im modernen Sektor X als im konventionellen Sektor C arbeiten. Hier sind wieder zwei langfristige Gleichgewichtsallokationen möglich. Wovon hängt nun die sich einstellende Allokation ab? Von den historischen Startbedingungen, d.h. von der zufälligen Ausgangsallokation der Arbeiter (rechts oder links von L_X^*), oder von den Erwartungen der Arbeiter über die künftige Entwicklung und die langfristige Allokation?

Mit oder ohne die Annahme von Anpassungskosten kann im Prinzip jedes der beiden Gleichgewichte erreicht werden, wenn alle Arbeiter dies erwarten. Bleiben Anpassungskosten unberücksichtigt, so wird die langfristige Allokation sofort realisiert. Werden dagegen Anpassungskosten angenommen, so läßt sich der dezentrale Entscheidungs- und Allokationsprozeß durch ein System von Differentialgleichungen beschreiben, dessen Bewegungsgesetze unter der Annahme quadratischer Anpassungskosten in dem Schaubild 10 dargestellt sind. q bezeichnet darin den erwarteten Gegenwartswert des abstrakten Vermögenstitels, der darin besteht, im modernen statt im konventionellen Sektor beschäftigt zu sein.¹⁷

¹⁷ Wenn q positiv ist, suchen zusätzliche Arbeiter eine Beschäftigung im modernen Sektor. Wenn q negativ ist, wandern Arbeiter in den konventionellen Sektor ab. Die Diagonale, $q = 0$, zeigt zu jeder Allokation jeweils den Gegenwartswert des Vermögenstitels, der sich unter der Annahme errechnen ließe, daß sich die Allokation nicht mehr änderte und daß die Lohndifferenz zwischen den Sektoren konstant bliebe. Ein Wert von q oberhalb der Diagonale ist nur möglich, wenn ein Anstieg von q erwartet wird. Ein Wert von q unterhalb der Diagonale setzt die Erwartung eines fallenden q voraus.

Es scheint auf den ersten Blick, daß weiterhin die Startbedingungen langfristig entscheidend sind. Aber bei einem anderen möglichen Verlauf der Anpassungspfade, etwa wie er in Schaubild 11 gezeigt wird, kommt es in einem bestimmten Bereich möglicher Anfangsallokationen (zwischen L_X^C und L_X^X) auf die Erwartungen an. Diese bestimmen nämlich, auf welchen Anpassungspfad der repräsentative Arbeiter springt.

Der untere Abschnitt des oberen Spiralarms ist ökonomisch wie folgt zu interpretieren: Obwohl der Gegenwartswert einer Beschäftigung im konventionellen Sektor höher ist, gehen nicht alle Arbeiter dorthin, denn viele von ihnen erwarten, daß nach einer gewissen Zeit alle Arbeiter erkennen, wo langfristig mehr Geld zu verdienen ist, und daß alle einen Job im modernen Sektor mit steigenden Skalenerträgen suchen werden. Umgekehrt ist der obere Abschnitt des unteren Spiralarms zu interpretieren: Der Gegenwartswert einer Beschäftigung im modernen Sektor ist zwar höher, aber viele Arbeiter glauben, daß dies nur vorübergehend so sein wird, und daß schließlich doch die Mehrheit der Arbeiter in den konventionellen Sektor gehen wird.

Wovon hängt die Möglichkeit spiralförmiger Anpassungspfade und damit die Bedeutung ab, die sich selbst erfüllende Erwartungen haben? Krugmans Antwort ist: Keine Spirale und keinen Platz für sich selbst erfüllende Erwartungen gibt es, wenn

- (i) der Zinssatz hoch ist, weil dann die Zukunft im Entscheidungskalkül der Arbeiter nur geringes Gewicht hat,
- (ii) die positiven externen Effekte und damit die Entscheidungsinterdependenzen schwach sind, oder

- (iii) die Anpassungskosten hoch sind und die Anpassung nur sehr langsam passiert, so daß die Realisierung des vorteilhaften Allokationsergebnisses in weite Ferne rückt und deshalb im Kalkül nur geringes Gewicht hat.

Diese drei Bedingungen sorgen dafür, daß es allein auf die historischen Startbedingungen ankommt und ein pfadabhängiger Allokationsprozeß zu beobachten ist. Bei niedrigem Zinssatz, starken externen Effekten und rascher Anpassungsprozesse mögen jedoch Erwartungen die entscheidende Rolle spielen.

LITERATUR

- Aghion, Ph. und P. Howitt (1990), A Model of Growth through Creative Destruction. NBER Working Paper Nr. 3223.
- Arrow, K.J. (1962), The Economic Implications of Learning by Doing. "Review of Economic Studies" XXIX, S. 155 - 173.
- Arthur, W.B., Y.M. Ermoliev und Y.M. Kaniovski (1986), Strong Laws for a Class of Path-Dependent Urn Processes. Proc. International Conf. on Stochastic Optimization, Kiev 1984. "Lect. Notes in Control and Info. Sciences" 81, hrsg. von V. Arkin, A. Shirayev und R. Wets, New York (Springer).
- Arthur, W.B. (1988), Self-Reinforcing Mechanisms in Economics. In: The Economy as an Evolving Complex System, hrsg. von Ph.W. Anderson, K.J. Arrow und D. Pines, Redwood City, CA.
- Azariadis, C. und A. Drazen (1990), Threshold Externalities in Economic Development, "Quarterly Journal of Economics" 105, S. 501 - 526.
- Barro, R.J. (1990), Government Spending in a Simple Model of Economic Growth. "Journal of Political Economy" Vol. 98, S. S103 - S125.

- Barro, R.J. und X. Sala-i-Martin (1990), Public Finance in Models of Economic Growth. NBER Working Paper Nr. 3362.
- Becker, G.S., K.M. Murphy und R. Tamura (1990), Human Capital, Fertility, and Economic Growth. "Journal of Political Economy" Vol. 98, S. S12 - S37.
- Dixit, A. und J.E. Stiglitz (1977), Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity. "American Economic Review" Vol. 67, S. 297 - 308.
- Ethier, W.J. (1982), National and International Returns to Scale in the Modern Theory of International Trade. "American Economic Review" Vol 72, S. 389 - 405.
- Gale, D. und W.R. Sutherland (1968), Analysis of a One Good Model of Economic Development. In: Dantzig, G.B. und A.F. Veinott (hrsg.), Mathematics of the Decision Sciences Part II, Providence, RI.
- Glaeser, E.L., H.D. Kallal, J.A. Scheinkman und A. Shleifer (1991), Growth in Cities. NBER Working Paper Nr. 3787.
- Greenwald, B., M. Kohn und J.E. Stiglitz (1990), Financial Market Imperfections and Productivity Growth. "Journal of Economic Behavior and Organization" 13, S. 321 - 345.
- Greenwald, B., M. Salinger und J.E. Stiglitz (1990), Imperfect Capital Markets and Productivity Growth. Mimeo.
- Grossman, G.M. und E. Helpman (1991), Innovation and Growth in the Global Economy. Cambridge, MA.
- Jacobs, J. (1969), The Economy of Cities. New York.
- Jensen, M.C. und W.H. Meckling (1976), Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure. "Journal of Financial Economics" 3, S. 305 - 360.
- Jones, L.E. und R. Manuelli (1990), A Convex Model of Equilibrium Growth. "Journal of Political Economy" 98, S. 1008 - 1038.
- Krugman, P.R. (1987), The Narrow Moving Band, the Dutch Disease, and the Competitive Consequences of Mrs. Thatcher: Notes on Trade in the Presence of Dynamic Economies of Scale. "Journal of Development Economics" XXVII, S. 41 - 55.
- Krugman, P.R. (1991), History versus Expectations. "The Quarterly Journal of Economics" 106, S. 651 - 667.
- Kurtz, M. (1968), The General Instability of a Class of

- Competitive Growth Processes. "Review of Economic Studies" (März), S. 155.
- Lucas, R.E. Jr. (1988), On the Mechanics of Economic Development. "Journal of Monetary Economics" 22, S. 3 - 42.
- Marshall, A. (1920), Principles of Economics. 8. Aufl., London.
- Murphy, K.M., A. Shleifer und R.W. Vishny (1990), The Allocation of Talent: Implications for Growth. NBER Working Paper Nr. 3530.
- Nelson, R.R. (1956), The Low-Level Equilibrium Trap. "American Economic Review", S. 894 - 908.
- Porter, M.E. (1990), The Competitive Advantage of Nations. New York.
- Ramsey, F.P. (1928), A Mathematical Theory of Savings. "The Economic Journal" 38, S. 543 - 559.
- Rebelo, S. (1991 I), Long Run Policy Analysis and Long Run Growth. "Journal of Political Economy" 99, S. 500 - 521.
- Rebelo, S. (1991 II), Growth in Open Economies. Beitrag zur Carnegie-Rochester Public Policy Conference April 1991, mimeo.
- Rivera-Batiz, L.A. und P.M. Romer (1991), Economic Integration and Endogenous Growth. "The Quarterly Journal of Economics" CVI, S. 531 - 555.
- Romer, P.M. (1986), Increasing Returns and Long-Run Growth. "Journal of Political Economy" 94, S. 1002 - 1037.
- Romer, P.M. (1987), Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization. "American Economic Review" LXXVII, S. 56 - 62.
- Romer, P.M. (1990), Endogenous Technological Change. "Journal of Political Economy" 98, S. S71 - S102.
- Romer, P.M. (1990), Are Nonconvexities Important for Understanding Growth, "American Economic Review AEA Papers and Proceedings" 80, Nr. 2, S. 97 - 103.
- Sala-i-Martin, X. (1990 I), Lecture Notes on Economic Growth (I): Introduction to the Literature and Neoclassical Models. NBER Working Paper Nr. 3563.
- Sala-i-Martin, X. (1990 II), Lecture Notes on Economic Growth (II): Five Prototype Models of Endogenous Growth.

NBER Working Paper Nr. 3564.

- Schumpeter, J. (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*.
New York.
- Solow, R.M. (1956), A Contribution to the Theory of Economic
Growth, "Quarterly Journal of Economics" 70, S. 65 - 94.
- Solow, R.M. (1957), Technical Change and the Aggregate
Production Function. "Review of Economics and Statistics"
39, S. 312 - 320.
- Tamura, R. (1989), *Fertility, Human Capital and the 'Wealth
of Nations'*. University of Iowa Working Paper, Iowa
City.
- Uzawa, I. (1965), Optimum Technical Change in an Aggregative
Model of Economic Growth. "International Economic Review"
6, S. 18 - 31.
- Young, A.A. (1928), Increasing Returns and Economic
Progress. "The Economic Journal" 38, S. 527 - 542.