

Chapter Title: Bildung und Wirtschaftswachstum Alte und neue Ansätze

Chapter Author(s): Hans-Joachim Bodenhöfer and Monika Riedel

Book Title: Bildung und Wirtschaftswachstum.

Book Author(s): Hans-Joachim Bodenhöfer, Christian Clermont, Thomas Gries, Ulrich Hofmann, Stefan Jungblut, Henning Meyer, Wilhelm Pfähler, Monika Riedel, Axel A. Weber, Robert K. von Weizsäcker and Berthold U. Wigger

Book Editor(s): Robert K. von Weizsäcker

Published by: Duncker & Humblot GmbH. (1998)

Stable URL: <https://www.jstor.org/stable/j.ctv1q6b3ns.4>

---

JSTOR is a not-for-profit service that helps scholars, researchers, and students discover, use, and build upon a wide range of content in a trusted digital archive. We use information technology and tools to increase productivity and facilitate new forms of scholarship. For more information about JSTOR, please contact [support@jstor.org](mailto:support@jstor.org).

Your use of the JSTOR archive indicates your acceptance of the Terms & Conditions of Use, available at <https://about.jstor.org/terms>



This book is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.



*Duncker & Humblot GmbH* is collaborating with JSTOR to digitize, preserve and extend access to *Bildung und Wirtschaftswachstum*.

# **Bildung und Wirtschaftswachstum**

## **Alte und neue Ansätze**

Von *Hans-Joachim Bodenhöfer* und *Monika Riedel*, Klagenfurt

### **I. Einleitung**

Seit der Renaissance bildungsökonomischer Fragestellungen anfangs der 60er Jahre und seit der Etablierung der Bildungsökonomie als eigenständigem Bereich der angewandten ökonomischen Theorie hat der Zusammenhang von Bildung und Wirtschaftswachstum eine zentrale Rolle in den analytisch-theoretischen Bemühungen, wie auch in den rasch folgenden Versuchen einer praktisch-politischen Umsetzung solcher Forschungsergebnisse für Zwecke der Bildungsplanung gespielt. Die neoklassische Wachstumstheorie, die in den 60er Jahren eine erste ‚Blüte‘ erlebt hat, bot dabei den geeigneten analytischen Bezugsrahmen für die Untersuchung von Bildung und Wirtschaftswachstum. Mit dem Entstehen der ‚neuen‘ Wachstumstheorie Ende der 80er Jahre rückt die Bedeutung des Humankapitals für das wirtschaftliche Wachstum neuerlich in den Vordergrund des Interesses.

Der vorliegende Beitrag versucht, diese Entwicklung überblickshaft darzustellen und die wesentlichen theoretischen Konzepte und empirischen Untersuchungen einzuordnen. In einem ersten Abschnitt werden die Rolle des Humankapitals in der neoklassischen Wachstumstheorie und in Ansätzen eines ‚growth accounting‘ dargestellt sowie die Anwendungen, die hieraus für die Bildungsplanung abgeleitet wurden, skizziert. In einem zweiten Abschnitt wird die Rolle des Humankapitals in den Ansätzen einer ‚neuen‘ Wachstumstheorie untersucht. Abschließend wird den Implikationen der theoretischen Analysen und der empirischen Befunde für die Wachstumspolitik und für die Bildungspolitik nachgegangen.

### **II. Bildung, neoklassische Wachstumstheorie und ‚growth accounting‘**

#### **1. ‚Growth accounting‘**

Die Wiederentdeckung der wirtschaftlichen Bedeutung von Bildung – nachdem das humankapitaltheoretische Konzept bei Adam Smith<sup>1</sup> praktisch in Vergessen-

heit geraten war – stand im Zusammenhang empirischer Wirtschaftsforschung: der Frage des wirtschaftlichen Potentials der Zuwanderungsströme aus den ehemaligen Ostgebieten in die Bundesrepublik in den Nachkriegsjahren bei *F. Edding* (1954), oder der Frage der Einflußfaktoren unterschiedlicher Produktivität von Farmern in den USA sowie in Entwicklungsländern bei *Th. Schultz* (1964). Von diesem Denkansatz ausgehend war es naheliegend, auch die Erklärung für den hohen ‚unerklärten Rest‘ des wirtschaftlichen Wachstums in Solows Versuch, das Wachstum der USA im Zeitraum 1915 - 1955 dem jeweiligen Beitrag der Faktoren Arbeit und Kapital zuzuordnen,<sup>2</sup> vor allem im Faktor Bildung zu suchen.

Die Residualgröße, die sich im Vergleich des Wachstums des Output und des Wachstums der Faktorinputs ergibt, ist als technischer Fortschritt nicht nur ein Maß der totalen Faktorproduktivität, sondern sie schließt zugleich auch alle Meßfehler beim Output, wie bei den Inputs von Arbeit und Kapital ein. Eine korrekte Messung und die vollständige Erfassung von Inputs und Output müßte die Residualgröße auf Null reduzieren. Ein Meßfehler liegt in der Nichtberücksichtigung von Änderungen der Qualität des Arbeitskräftepotentials. Neben Kapital und ‚einfacher‘ Arbeit, gemessen etwa als Input von Arbeitsstunden, wurde so von *Th. Schultz* der Faktor ‚Humankapital‘ in die gesamtwirtschaftliche Produktionsfunktion mit einbezogen (1960, 1961a, 1962). Der Bestand an Humankapital, das über die Zahl der absolvierten Schul- und Hochschuljahre, gewichtet mit den Kosten je Schuljahr, ermittelt wurde, hat bei der Erwerbsbevölkerung der USA im Zeitraum 1900 - 1957 weitaus stärker zugenommen als das eingesetzte Sachkapital (auf den Faktor 8,5 bzw. 4,5).<sup>3</sup> Um den Beitrag des Humankapitals zum Wirtschaftswachstum zu ermitteln, geht Schultz von der Zunahme des Humankapitals je Erwerbsperson aus und multipliziert diese Größe mit der Ertragsrate für Humankapital. Damit werden 36 bis 70 Prozent der Zunahme des Pro-Kopf-Einkommens erklärt bzw. 21 bis 40 Prozent des Wachstums des Sozialprodukts der USA im Zeitraum 1929 - 1956 (*Schultz* [1961]). Diese Pionierarbeit über Bildung als Investition und als Wachstumsfaktor weist damit einen erheblichen Anteil des ‚unerklärten Restes‘ des gesamtwirtschaftlichen Produktions- und Produktivitätswachstums dem Humankapital zu.

---

<sup>1</sup> Tatsächlich findet sich A. Smith's Vorstellung zum stehenden Kapital, das auch „die erworbenen nutzbringenden Fähigkeiten aller Einwohner oder Glieder der betreffenden Volkswirtschaft“ einschließt bereits 100 Jahre früher in *W. Petty's Political Arithmetic* von 1676 als der Versuch, Humankapital als Quelle des Volkswohlstandes zu quantifizieren (als kapitalisierter Wert der Erträge des Faktors Arbeit).

<sup>2</sup> *Solow* (1957) unterstellt eine linear-homogene Produktionsfunktion vom Cobb-Douglas-Typ. Der technische Fortschritt ist Harrod-neutral, d. h. ohne Einfluß auf die Substitutionsrate von Arbeit und Kapital. Die Outputsteigerung pro Arbeitsstunde kann nur zu 10 Prozent durch den Mehreinsatz von Kapital erklärt werden, sodaß sich eine ‚Restgröße‘ von 90 Prozent des unerklärten Produktivitätswachstums ergibt.

<sup>3</sup> Vgl. auch *Kendrick* (1976) nach dessen Berechnung der gesamte Kapitalstock der USA 1969 zu mehr als der Hälfte aus Humankapital bestand.

Das Konzept von Bildung als Humankapital und die Rolle von Bildung als Faktor wirtschaftlichen Wachstums hat in den frühen 60er Jahren großes Interesse nicht nur in der Wachstumsforschung gefunden, sondern insbesondere auch im Hinblick auf praktische Umsetzungsmöglichkeiten für eine Politik zur Förderung des wirtschaftlichen Wachstums bzw. im Hinblick auf praktische Handlungsanweisungen für die Bildungspolitik. Berechnungen des Beitrags des Humankapitals zum ‚unerklärten Rest‘ des Wachstums wurden für verschiedene Länder vorgelegt. Einen besonders weitgehenden Versuch, Komponenten des ‚unerklärten Restes‘ herauszurechnen, um hierdurch zur ‚eigentlichen‘ Rate des technischen Fortschritts in der gesamtwirtschaftlichen Produktionsfunktion zu kommen, hat *E.F. Denison* (1962) unternommen.

Denisons pragmatischer empirischer Ansatz ohne wachstumstheoretische Fundierung zielt auf ein möglichst umfassendes ‚growth accounting‘, das nicht nur das Humankapital umfaßt, sondern auch Wachstumsfaktoren wie die Produktivitätseffekte des wirtschaftlichen Strukturwandels, Skalenerträge und anderes mehr. Die Erhöhung der durchschnittlichen Qualität des Faktors Arbeit durch zunehmende formale Bildung ergibt einen Wachstumsbeitrag von 23 Prozent zum Wachstum des gesamten Volkseinkommens 1929 – 1957 bzw. von 42 Prozent des Wachstums pro Beschäftigten, wobei die Einkommensunterschiede nach Bildungsjahren nur zu 60 Prozent dem Faktor Bildung (gegenüber Fähigkeiten und anderen Einflußfaktoren auf Produktivität und Einkommen) zugerechnet wurden.<sup>4</sup> Der Wachstumsbeitrag von Humankapital liegt damit in derselben Größenordnung wie die nicht weiter zurechenbare ‚Restgröße‘, die Denison als Wachstumsbeitrag des Erkenntnisfortschritts, d. h. als technischen Fortschritt im engeren Sinne interpretiert (*Denison* [1964] und *OECD* [1964]). Der Erkenntnisfortschritt schließt dabei zusätzliche, indirekte Effekte von Bildungsinvestitionen mit ein, die sich in bildungsspezifischen Einkommensdifferenzen nicht niederschlagen. Als ein Ansatzpunkt der Wachstumspolitik wird hiervon u.a. die Möglichkeit einer Verlängerung des durchschnittlichen formalen Bildungsweges (oder einer entsprechenden Qualitätsverbesserung von Bildung, die jedoch in die empirische Analyse nicht miteinbezogen ist) abgeleitet. Als vorläufiger Höhepunkt und Abschluß derartiger Versuche des ‚growth accounting‘ kann die Studie von *Denison* (1967) betrachtet werden, die sein empirisches Konzept auf den Vergleich des wirtschaftlichen Wachstums verschiedener Länder übertragen hat, um so die Frage beantworten zu können „Why growth rates differ“.

Ein Survey von ‚growth accounting‘-Studien (*Bowman* [1980]) zeigt für andere Länder als die USA tendenziell geringere Wachstumsbeiträge von Bildung; je höher die Wachstumsrate eines Landes ausgewiesen wird, um so kleiner erscheint zu-

---

<sup>4</sup> Spätere Untersuchungen, die für die Bundesrepublik Deutschland den Wachstumseffekt von Bildung über den Zusammenhang von Bildung und Einkommen berechnet haben, folgen im Prinzip dem Vorgehen Denisons. Vgl. *Krelle, Fleck und Quinke* (1975) und *Weißhuhn* (1976).

dem der Wachstumsbeitrag von Bildung, während die unerklärte Restgröße zunimmt. Wenn das Wachstum des Humankapitalbestandes etwa in den westeuropäischen Ländern im Vergleich zu den USA weniger stark ausgeprägt war und daher weniger zum wirtschaftlichen Wachstum beigetragen hat, so kann daraus der Schluß gezogen werden, daß sich eine gleiche relative Zunahme der Humankapitalbildung in den europäischen Ländern stärker auf die durchschnittliche Qualität der Arbeitskraft und damit auf die Wachstumsrate auswirken würde als in den USA. Eine fehlende Korrelation mit der Höhe der Wachstumsrate läßt jedoch auch den Schluß zu, daß der Ansatz des ‚growth accounting‘ die Dynamik von Wachstumsprozessen nicht erklären kann und dem Humankapital nicht die Rolle eines aktiven Wachstumsfaktors zukommt.

Neben dem Ansatz, den Beitrag von Bildung zum wirtschaftlichen Wachstum als Komponente der unspezifizierten Inputs in der gesamtwirtschaftlichen Produktionsfunktion zu bestimmen und so die ‚Restgröße‘ als „measure of our ignorance“ (M. Abramovitz) zu reduzieren, kam in den frühen 60er Jahren dem einfachen Korrelationsansatz einige Bedeutung zu. In Form eines internationalen Querschnittsvergleichs oder als Zeitreihenanalyse wurde hier, über die Korrelation eines Index der Bildungsaktivitäten mit einem Index der ökonomischen Aktivität versucht, den Zusammenhang von Bildung und Wirtschaftswachstum zu erfassen (*Galenson und Pyatt [1964], Harbison und Myers [1964], Edding [1968], Gaspari [1973]*). Eine mehr oder weniger enge Korrelation von Bildungsindikatoren (wie ‚literacy‘, relative Quoten des Schul- und Hochschulbesuchs, Bildungsausgaben etc.) mit Variablen des Einkommens- und Produktivitätswachstums sagt jedoch offensichtlich über die Kausalität der Wirkungsbeziehungen nichts aus und schafft damit ein Problem der Interpretation: sind höhere Bildungsausgaben eine Folge des allgemeinen Einkommenswachstums oder induzieren höhere Bildungsausgaben ein höheres Wirtschaftswachstum?

So weist auch eine spätere Untersuchung für 48 Staaten der USA einerseits einen signifikanten Einfluß der Schulausgaben und anderer Variablen für den Bildungsbereich auf das Einkommen der Bundesstaaten nach, wie umgekehrt einen Einfluß von Einkommens- und Vermögensvariablen auf die Bildungsausgaben der Bundesstaaten; als ein Hauptergebnis ihrer Analyse stellen die Autoren fest, „the effect of education expenditures on income is much smaller than the effect of income from unmeasured wealth on education expenditures“ (*Tolley und Olson [1971], S. 477*).

Von besonderem Interesse bei der Korrelationsbeziehung zwischen Bildung und Wachstum sind die ‚Ausreißer‘ eines im Vergleich zum Niveau der wirtschaftlichen Aktivität über- bzw. unterdurchschnittlichen Umfangs von Bildungsinvestitionen. Dabei hat in den 60er Jahren die Parallelität von hohem wirtschaftlichen Wachstum und überdurchschnittlichen Indikatoren für den Bildungsbereich im Falle Japans besondere Aufmerksamkeit gefunden und sie wurde – ohne die vertiefende Analyse einer entsprechenden Fallstudie – als Indiz für eine aktive Rolle von Bil-

dungsinvestitionen im Wachstumsprozeß interpretiert, obwohl ‚growth accounting‘-Studien für Japan einen relativ geringen Wachstumsbeitrag der Zunahme des Humankapitals ergeben haben (*Bowman* [1980]).

## 2. Humankapital, Wirtschaftswachstum und Bildungsplanung

Generell war in diesen Jahren die Tendenz sehr ausgeprägt, bildungsökonomische Analysen, speziell zum Zusammenhang von Bildung und Wirtschaftswachstum, rasch und unmittelbar in bildungspolitische Programme und Empfehlungen umzusetzen. So wurde die ‚Angemessenheit‘ der Höhe der Bildungsinvestitionen, die Frage der Unter- oder Überinvestition in Bildung, über die bildungsspezifischen Einkommensdifferenzen als Ertragsraten-Ansatz der Bildungsplanung zu beantworten versucht; private und gesellschaftliche Ertragsraten sollten die ökonomischen Konsequenzen von Bildung aufzeigen und die Optimierung der gesamtwirtschaftlichen Investitionsstruktur ermöglichen. Analytische und empirische Probleme dieses Konzepts – wie die Beziehung von relativen Löhnen und Grenzproduktivität, das Auftreten von externen Erträgen und nicht-monetären Erträgen bzw. die Bedeutung von konsumtiven und kulturellen Aspekten von Bildung, die Unterscheidung von marginalen und durchschnittlichen Ertragsraten bzw. das Problem der Extrapolation von Ertragsraten – all diese Probleme haben entsprechende, investitionstheoretisch begründete Handlungsempfehlungen für die Bildungspolitik nicht verhindert (*Psacharopoulos* [1975], [1985]).

Neben der eingeschränkten Sicht von Bildung als Investition in ‚produktives‘ Humankapital und den vielfältigen Problemen der Definition und Messung von Kosten und Erträgen in der Ertragsratenberechnung kamen Planungsprobleme im Hinblick auf Strukturen des Bildungssystems bzw. Inhalte und Qualität von Bildungsprozessen erst gar nicht in den Blick, indem von einem ‚gegebenen‘ Bildungssystem ausgegangen und Bildungsreformen in die Zuständigkeit anderer Disziplinen delegiert wurden.

Von einer übermäßig vereinfachten, ökonomisch-technisch verengten Sicht des Zusammenhangs von Bildung und Wirtschaftswachstum ging auch das konkurrierende Konzept des sog. Arbeitskräftebedarfsansatzes der Bildungsplanung aus. In der Logik eines Input-Output-Modells mit qualitativ differenzierten Arbeitsinputs wurde hier versucht, den Zusammenhang von Wirtschaftswachstum und Fachkräftebedarf zu erfassen und für die Bildungsplanung nutzbar zu machen. Obwohl das Verständnis der Beziehungen von Bildung und Wirtschaftswachstum von der Einbeziehung des Humankapitals in Ansätze der neoklassischen Wachstumstheorie (mit einer unendlich großen Substitutionselastizität zwischen Arbeitskräften verschiedener Qualifikation) bestimmt war, wurde bei diesem Planungskonzept von limitationalen Faktoreinsatzstrukturen ausgegangen und das Problem von Substitutionselastizitäten zwischen Sachkapital und Humankapital bzw. zwischen verschie-

denen Typen von Humankapital (empirisch hierzu vgl. *Bowles* [1970]) damit ausgeklammert.

Bei der Umsetzung bildungsökonomischer Konzepte in derartige Planungsansätze spielte die OECD eine wichtige Rolle (u.a. ‚Mediterranean Regional Project‘ [1961] und ‚Educational Investment and Planning Programme‘ [1962]) aber auch im Zusammenhang der Entwicklungsplanung wurden mehr oder weniger ehrgeizige Ziele für die Entwicklung des Bildungswesens festgelegt (vgl. u.a. den Addis-Abeba-Plan 1961, den Karachi-Plan 1961 und den Santiago-de-Chile-Plan 1962 für die Länder Afrikas, Asiens und Lateinamerikas im Rahmen der UNESCO). Obwohl die Analysen zum Zusammenhang von Bildung und Wirtschaftswachstum und darauf basierende Planungsstudien eine intensive und breite Diskussion ausgelöst haben, blieben sie jedoch letztlich ohne wesentliche Bedeutung für die Bildungspolitik. Ihr wichtigster Effekt lag in der Schaffung eines Meinungsklimas, das für höhere Bildungsinvestitionen förderlich war. Über die Funktion eines Auslösers der ‚Bildungsexpansion‘ in den 60er und 70er Jahren hinaus, kam ihnen keine Bedeutung für die Bildungspolitik zu im Sinne von Richtlinien oder Strategien für eine optimale Struktur und Entwicklung von Humankapitalinvestitionen.

### 3. Humankapital und neoklassische Wachstumstheorie

In ihrer ökonomischen Logik – der Optimierung der gesamtwirtschaftlichen Investition in Human- und Sachkapital bzw. der effizienten, minimalen Faktoreinsatzstruktur in der Produktion – standen diese Bildungsplanungskonzepte in Konkurrenz zum ‚social demand‘-Ansatz, der die Kapazitäten der Bildungsinstitutionen an der Nachfrage nach Bildung ausrichten möchte. Ihre investitionstheoretische bzw. produktionstheoretische Orientierung geht vom Zusammenhang von Bildung und Wirtschaftswachstum aus, wie auch beim ‚Korrelationsansatz‘ die Möglichkeit einer Planung von Bildungsinvestitionen für das wirtschaftliche Wachstum im Vordergrund stand.

Das Verständnis des Zusammenhangs von Bildung und Wirtschaftswachstum war zugleich noch wenig entwickelt und vor allem durch empirische Arbeiten bestimmt, die der Messung des Humankapitals und dem ‚Gewicht‘ des Humankapitals in der gesamtwirtschaftlichen Produktionsfunktion galten. Zu Recht hat jedoch R.R. Nelson in einem Aufsatz von 1964 kritisch darauf hingewiesen, daß „it is a mistake to try to introduce into the production function variables such as average years of education without an explicit theory that shows how that variable should be entered“ (*Nelson* [1964]).

Der Beitrag von Bildung zum Wirtschaftswachstum ergibt sich über die Produktivität des Arbeitskräftepotentials, doch blieb der genaue Wirkungszusammenhang weitgehend unklar. Eine mangelnde Qualifikation der Arbeitskräfte kann als Engpaßfaktor der Produktivitätsentwicklung und des Wachstums wirken, ob sich je-

doch durch mehr Bildung auch ein höheres Wachstum erreichen läßt und welche Mechanismen dies bewirken können, bleibt offen. Daher ist auch die radikal skeptische Sicht von Bildung als ‚screening device‘, von Bildungsprozessen als Selektionsmechanismus, der keine wesentlichen Produktivitätseffekte entstehen läßt sondern lediglich Individuen nach ihren produktiven Fähigkeiten sortiert (*Spence* [1974], *Arrow* [1973], *Stiglitz* [1975]), kaum durch empirisch testbare Hypothesen gestützt bzw. umgekehrt gegenüber der traditionellen humankapitaltheoretischen Sicht nicht widerlegbar. Der mögliche Ansatz zur ‚Validierung‘ der Produktivitätseffekte von Humankapital in Form ökonometrischer Produktionsfunktions-Studien (*Griliches* [1967], [1968]) löst die Frage nicht, wenn relative Löhne als Gewichtung verschiedener Kategorien von Arbeitskräften benutzt werden.

Wenn der Ansatz des ‚growth accounting‘ von der Annahme konstanter bildungsspezifischer Einkommensdifferenzen ausgeht, eine Annahme für die sich einige empirische Evidenz anführen läßt, so bleibt die Frage offen, warum steigende Humankapitalbildung nicht zu sinkenden Ertragsraten führt. Eine Erklärung durch ‚qualifikations-nutzenden‘ und unqualifizierte Arbeit sparenden technischen Fortschritt (*Welch* [1970]) ist nur eine andere Art die Frage zu stellen, da kein unabhängiges Maß des technischen Fortschritts besteht. Für die empirische Überprüfung eher geeignet ist die Hypothese, daß sich im Wachstum eine Verschiebung der Struktur der Produktion in Richtung auf qualifikationsintensive Aktivitäten vollzieht, die den Ertrag von Humankapitalinvestitionen konstant hält. Ist die Zunahme des Sachkapitals stärker komplementär mit qualifizierter als mit unqualifizierter Arbeit, so führt auch eine steigende Kapitalintensität zu höherer Nachfrage nach qualifizierten Arbeitskräften.

Vom Ansatz des ‚growth accounting‘ muß daher die Frage ausgehen, warum sich das Wachstum der Input-Faktoren so entwickelt hat, wie die statistischen Verlaufsreihen aufzeigen. Da Sach- und Humankapitalinvestitionen endogene Größen darstellen, ist das eine Frage an die Wachstumstheorie, d. h. es geht um ein vollständiges Modell, durch das das Wachstum von Output und Input erklärt wird. Dabei stellt jedoch bereits die Form der Einbeziehung des Humankapitals in die makroökonomische Produktionsfunktion ein ungeklärtes Problem dar: ob Humankapital als dritter Produktionsfaktor oder als Produktivitätsgewicht des Faktors Arbeit einbezogen werden sollte, ließ sich über empirische Ansätze ebensowenig klären, wie die damit verbundene Frage des Verhältnisses der Faktoren zueinander bzw. zum Faktor ‚technischer Fortschritt‘. Für den Faktor Humankapital ist dabei das Verhältnis zum technischen Fortschritt von besonderer Bedeutung, da die Qualifikation von Arbeitskräften zwar auch unmittelbar in die Produktionstätigkeit eingeht, darüber hinaus jedoch vor allem eine Rolle spielt in Aktivitäten, die dem eigentlichen Produktionsprozeß vor- und nachgelagert sind: in Planung, Vorbereitung und Kontrolle der Produktion, in F&E, Unternehmensführung und Informationsverarbeitung oder in der Aufnahme und Verarbeitung neuen Wissens und im Treffen nicht routinierter Entscheidungen. In das traditionelle Konzept der Produktionsfunktion sind diese Funktionen von Humankapital schwer zu integrieren, soweit es

sich im Ergebnis nicht überhaupt um die Veränderung der Produktionsfunktion, d. h. um die Einführung technischen Fortschritts handelt.

Die ‚Blüte‘ der neoklassischen Wachstumstheorie in den 60er Jahren war demgegenüber durch das Arbeiten mit hochaggregierten Modellen sowie generell als die Ableitung von Implikationen vielfacher Variationen der Modellannahmen und -parameter charakterisiert. Versuche eines Brückenschlages zwischen der Modelltheorie des Wachstums und einer unabhängig hiervon betriebenen, reichhaltigen empirischen Wachstumsforschung sind kaum zu verzeichnen.

Bei den sog. ‚vintage‘-Modellen zur Struktur des gesamtwirtschaftlichen Kapitalstocks, bei denen einzelne Jahrgänge der Bruttoinvestitionen den jeweiligen Stand des technischen Wissens in die Produktion einführen, d. h. den technischen Fortschritt als fortlaufende Prozeßinnovationen realisieren (*Solow* [1962]), wäre es naheliegend, von einer Komplementaritätsbeziehung zur Qualifikation der beschäftigten Arbeitskräfte auszugehen. Auch die Beschäftigung in Unternehmen erneuert sich fortlaufend durch das altersbedingte Ausscheiden von Arbeitskräften und die Einstellung von jüngeren Arbeitskräften, vor allem auch von Absolventen allgemeiner und beruflicher Ausbildungsprozesse, die einen ‚moderneren‘ Stand von Kenntnissen und Fähigkeiten verkörpern.<sup>5</sup> Zudem kann das Unternehmen durch Prozesse des ‚on-the-job training‘ die Qualifikation der Mitarbeiter an veränderte Bedingungen der Produktionstechnologie und -organisation anpassen. Komplexe Zusammenhänge dieser Art modelltheoretisch zu erfassen, ist offensichtlich schwierig; darüber hinaus müßte ein empirischer Test solcher komplexeren Strukturen angestrebt werden.

Spielen komplementäre Entwicklungen von Sachkapital und Humankapital eine Rolle, so wird man diese Beziehungen allerdings als semi-limitational verstehen müssen, in dem Sinne, daß beide Faktoren in einem relativ engen Bereich substituiert werden können: weicht die Faktoreinsatzrelation stärker vom Optimum ab, so wird der relativ knappe Faktor zur limitierenden Größe der Gesamtleistung des Systems. Aufgrund von Ergebnissen empirischer Untersuchungen zum Zusammenhang von technischem Fortschritt und Qualifikationsstruktur muß darüber hinaus davon ausgegangen werden, daß auch im Hinblick auf die Qualifikationsstruktur der Beschäftigung, d. h. die Struktur des Humankapitals in der Produktion semi-limitationale Beziehungen bestehen, sodaß auch hier Engpaßfaktoren auftreten können. Allerdings belegen international vergleichende Studien zur Qualifikationsstruktur auf mikroökonomischer Ebene (in der Gegenüberstellung vergleichbarer Unternehmen) erhebliche Unterschiede des Qualifikationseinsatzes, die mit unterschiedlichen Organisationsformen der Produktion verbunden sind; die intervenierende Variable ‚Arbeitsorganisation‘ begründet offensichtlich einen relativ losen

---

<sup>5</sup> *H. Frisch* (1968) wendet das ‚vintage‘-Modell auf Ausbildungsjahrgänge qualifizierter Arbeit an. Bei erhöhten Bildungsinvestitionen werden besser ausgebildete jüngere Arbeitskräfte rascher die älteren Arbeiter verdrängen oder, bei flexiblen Löhnen, rascher deren Löhne senken.

Zusammenhang von Produktionstechnologie und Qualifikationsstruktur, der eben nicht ökonomisch-technisch determiniert gesehen werden kann, sondern insbesondere auch die Verfügbarkeit bestimmter Qualifikationen und damit die historische Entwicklung national geprägter Bildungssysteme reflektiert (Lutz [1976]). Auch die detaillierte Untersuchung von Layard u.a. (1971) auf der Ebene einer Industrie brachte keine signifikanten Resultate für den Zusammenhang der Qualifikation der Beschäftigten mit der Performanz der Betriebe, sodaß die Autoren den Schluß ziehen, daß „occupational data are unlikely to help greatly in forecasting aggregate demands for highly educated people“ (S. 115)

Die neoklassische Wachstumstheorie hat jedenfalls deutlich gemacht, daß dem technischen Fortschritt die entscheidende Rolle für das wirtschaftliche Wachstum zukommt; der technische Fortschritt hält über die Rentabilität neuer Investitionen sowohl den Prozeß der Kapitalakkumulation aufrecht, als auch über den Bedarf an qualifizierten Arbeitskräften bzw. die Rentabilität von Bildungsinvestitionen das Wachstum des Humankapitals. Zugleich wird dieser entscheidende Wachstumsfaktor jedoch als eine exogen bestimmte Trendvariable, abhängig von der Zeit, in die Modellanalyse eingeführt, sodaß von einer „Erklärung“ des wirtschaftlichen Wachstums nicht gesprochen werden kann. Der Faktor Bildung spielt in der Modellanalyse des Wachstums keine wesentliche Rolle, weder unmittelbar in der makroökonomischen Produktionsfunktion, noch mittelbar in der ‚Metaproduktion‘ neuen Wissens, die als technischer Fortschritt zur Veränderung der Produktionsfunktion führt.

Ein weiterführender Ansatz liegt vor allem in Arrow's Konzept (1962) des ‚Learning by doing‘ vor, d. h. in der Vorstellung, daß Wissen und Fähigkeiten, auch neues Wissen, einer der Psychologie entlehnten Lernkurve entsprechend, in der Produktion entstehen. Das Lernen am Arbeitsplatz wird als eine Funktion des Tempos der technologischen Veränderungen in der Produktion gesehen, wie sie als Qualitätsänderungen des Realkapitals über die laufende Bruttoinvestition realisiert werden. Durch das Lernen gewinnt die Produktionsfunktion indirekt zunehmende Niveauerträge; infolge der Produktivitätssteigerung steigen die Löhne (wenn das Lernen allgemeines Humankapital i.S. Beckers erzeugt), sodaß die Investitionen einen positiven externen Effekt bewirken, der den Arbeitern zugute kommt. In dieser Weise wird die Rate des technischen Fortschritts (partiell) ‚endogenisiert‘ als eine Funktion der Bruttoinvestitionen und des Bestands an Humankapital, wobei jedoch die treibende Kraft der Qualitätsänderungen des Realkapitals unverändert exogen bestimmt bleibt.

Ähnlich gehen Nelson und Phelps (1966) davon aus, daß dem Humankapital eine zentrale Rolle bei der Einführung, Ausbreitung und Nutzung neuen Wissens in der Produktion zukommt, nicht zuletzt durch die Reduzierung von Innovationswiderständen bzw. von Anpassungskosten. Auch in dieser Weise wird die Rate des technischen Fortschritts partiell endogenisiert, indem der Grad der Ausschöpfung von Wachstumsspielräumen, einer potentiellen Rate des technischen Fortschritts

aus der Differenz von ‚verfügbarer‘ und ‚genutzter‘ Technologie, zur Funktion des Humankapitals wird. Wiederum jedoch bleibt die treibende Kraft der Produktion neuen Wissens oder eines potentiellen technischen Fortschritts exogen bestimmt. Über den Einfluß auf die Diffusion des technischen Fortschritts wird die Ertragsrate für Bildung zunehmen, je höher die Rate des technischen Fortschritts ist; die Erträge von F&E-Projekten, die neues nutzbares Wissen schaffen, werden umso höher sein, je höher die Ausbildung derjenigen ist, die die Ergebnisse nutzen können. Neben verfügbarem neuen Wissen als Ergebnis von F&E-Projekten, dem zum Teil der Charakter öffentlicher Güter zukommt, wird es für die Stellung von Unternehmen und Branchen im nationalen und internationalen Wettbewerb vor allem auch auf die Leistungsfähigkeit und die Geschwindigkeit im Innovations- und Diffusionswettbewerb ankommen, die als Funktion des Humankapitals gesehen werden kann.

Auch wenn hiermit Ansatzpunkte gegeben waren, Produktivitätsentwicklungen durch technischen Fortschritt aus Modellzusammenhängen zu erklären, d. h. zu endogenisieren, hat die wachstumstheoretische Analyse erst nach einem Dornröschenschlaf von fast 20 Jahren mit der Entwicklung einer ‚neuen‘ Wachstumstheorie Ende der 80er Jahre wieder neuen Auftrieb erhalten.<sup>6</sup>

### III. Humankapital und ‚neue‘ Wachstumstheorie

Der entscheidende Unterschied der ‚neuen‘ Wachstumstheorie zum traditionellen neoklassischen Modell besteht darin, daß die steady state-Wachstumsrate nicht mehr rein exogen bestimmt ist, sondern zumindest zum Teil endogen erklärt wird. Ein exogen bestimmter technischer Fortschritt ist im neoklassischen Modell modelltechnisch notwendig: die sinkenden Skalenerträge als Voraussetzung vollständigen Wettbewerbs lassen keine Mittel zur ‚Entlohnung‘ des technischen Fortschritts übrig. Zugleich ist die Rate des technischen Fortschritts unter neoklassischen Bedingungen (voll mobiles technisches Wissen) in allen Ländern gleich hoch, sodaß sich empirisch eine Konvergenz der pro-Kopf-Wachstumsraten ergeben müßte, während die steady state-Wachstumsrate von der Höhe der Investitionen unabhängig ist. Es ist die Kritik an solchen Implikationen des neoklassischen Standardmodells, die für die Entwicklung der ‚neuen‘ Wachstumstheorie auslösend war.

Bei den Ansätzen zu einer Endogenisierung der Wachstumsrate wird dabei entweder von der Annahme sinkender Grenzerträge beim akkumulierbaren Faktor abgegangen, oder es wird die Rate des technischen Fortschritts durch Investitionen in Forschung und Entwicklung (F & E) bestimmt gesehen, so daß von einem Skalen-

---

<sup>6</sup> „Work on economic growth stopped in the 1960s because economists had nothing new to say“ (N.G. Mankiw, Foreword zu R.J. Barro und X. Sala-i-Martin [1995] S. XV).

ertragsmodell oder von einem Innovationsmodell gesprochen werden kann. Da zunehmende Skalenerträge mit vollkommenem Wettbewerb nicht kompatibel sind, liegt eine Lösung dieses Problems in der Annahme von im Aggregat steigenden, für die einzelnen Unternehmen jedoch konstanten Skalenerträgen, wobei die Differenz mit positiven Externalitäten oder Spillovers begründet wird (Romer 1986). Eine weitere Lösungsstrategie liegt darin, einen konstanten Bestand an nicht reproduzierbaren Produktionsfaktoren zu unterstellen, während den akkumulierbaren Faktoren konstante Returns zugesprochen werden. Diese Modelle generieren endogenes Wachstum, ohne auf Externalitäten zurückgreifen zu müssen: durch exakt konstante Skalenerträge in AK-Modellen wie *Rebelo* (1991), durch zwar sinkende, aber gegen einen Wert größer Null konvergierende Grenzerträge in konvexen Modellen wie *Jones, Manuelli* (1990). Der alternative Weg liegt in der Aufgabe der Annahme vollkommenen Wettbewerbs; Investitionen in F & E bzw. daraus resultierende Innovationen begründen einen monopolistischen Wettbewerb, in dem Erträge auf die Entwicklung neuer Produkte und Produktqualitäten anfallen, sodaß ein Anreiz, F & E zu betreiben, bestehen bleibt und F & E als eigentlicher Wachstumsmotor wirkt.

Einen Überblick über die in diesem Kapitel dargestellten Möglichkeiten endogenen Wachstums gibt Abbildung 1, wobei etliche Modelle mehrere Möglichkeiten kombinieren, wie z. B. *Lucas* (1988) durch ein AK-Modell mit positiven Externalitäten.

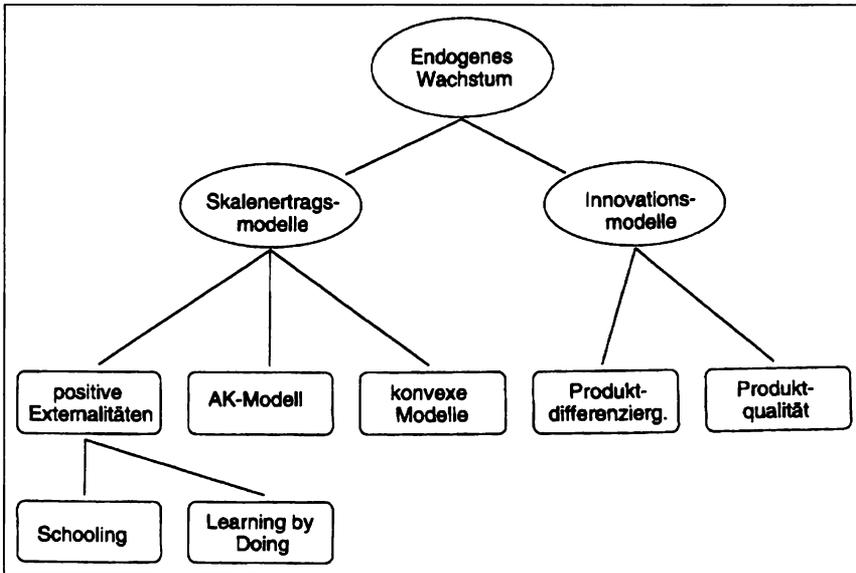


Abbildung 1

## 1. Skalenertragsmodelle

Romer (1986) folgt den Vorstellungen *Arrows* (1962) dahingehend, daß mit zunehmender Erfahrung zusätzliches Wissen sozusagen als unbeabsichtigtes Nebenprodukt anfällt (*Learning by Doing*). Da der Einsatz neuer Maschinen den Stimulus für Wissenserweiterungen bildet, werden die akkumulierten Investitionen als geeigneter Index für die gesammelten Erfahrungen angesehen. Dieser Erfahrungsindex ist als Funktion der Investitionen aller Firmen modelliert: Die in einer Firma  $i$  erzielten neuen Kenntnisse können nicht vollständig geheim gehalten werden, daher profitieren auch andere Firmen von ihnen. Romer unterstellt, daß auch die Einführung von Patenten diese Externalität nicht völlig ausschließen kann, und kommt so zu einer Produktionsfunktion vom Typ:

$$(1) \quad Y_i(t) = K_i(t)^b L_i(t)^{1-b} [\sum K_i(t)]^\eta.$$

Diese Funktion entspricht der Bedingung für endogenes Wachstum, da sie konstante Erträge für  $K_i$  und  $L_i$  aufweist, wenn man den aggregierten Kapitalstock konstant hält, und steigende Erträge, wenn man alle drei Faktoren gleichzeitig betrachtet. Aus dieser Unterscheidung erklären sich auch die unterschiedlichen Wachstumsraten im sozialen Optimum bzw im Steady State: Firmen ignorieren in ihrer Profitmaximierung den Effekt, den ihre individuelle Kapitalbildung auf den gesamten Kapitalstock ausübt, und investieren daher vom sozialen Optimum aus betrachtet zu wenig. Dieses Verhalten führt zu einer niedrigeren Wachstumsrate und zu niedrigerem Nutzen als bei Lenkung durch einen sozialen Planer. Eine solche Differenz zwischen Steady State und sozialem Optimum bleibt erhalten, solange eine positive Externalität besteht ( $\eta > 0$ ), die zwar in das Optimierungskalkül des Planers, nicht aber in jenes einer Firma Eingang findet. Ob es sich hier jedoch um eine konstante Wachstumsrate handelt, hängt von den Koeffizienten der Produktionsfunktion ab: Romer zeigt, daß eine konstante Wachstumsrate nur für  $b + \eta = 1$  erzielt wird, während  $b + \eta < 1$  zu einer sinkenden, und  $b + \eta > 1$  zu einer steigenden Wachstumsrate führt.

Konvergenz der Wachstumsraten wird durch dieses Modell weder erklärt noch unterstellt.

Einen ähnlichen Grundgedanken, jedoch in einer etwas unterschiedlichen Modellspezifikation verfolgt *Lucas* (1988) in seinem nicht weniger bekannten *Learning by Doing* Modell. Er geht von einer Wirtschaft aus, in der zwei Konsumgüterarten erzeugt werden, deren Produktion mit unterschiedlich hohen Lernraten verbunden sind. Anders als bei Romer ist hier der Erwerb weiteren Humankapitals jedoch nicht vom Wachstum an physischem Kapital, sondern vom durchschnittlichen Humankapitalniveau der jeweiligen Industrie abhängig<sup>7</sup>. Außerdem kommt

---

<sup>7</sup> Indem Lucas auf das durchschnittliche Niveau und nicht den Gesamtbestand an Humankapital abstellt, kann er eine sonst eher ungeliebte Modellimplikation vermeiden: Die Wachstumsraten erhöhen sich nicht automatisch mit der Bevölkerungsgröße.

diese Modellvariante ohne die sonst übliche intertemporale Nutzenfunktion der Haushalte aus, da hier die Aufteilung der Produktionsfaktoren auf Produktionszweige mit verschiedenen hohen Produktivitätsgewinnen die Wachstumsrate bestimmt, und nicht die Bereitschaft zum Konsumverzicht in der Gegenwart zugunsten späterer Produktivitätsvorteile. Dementsprechend kommt auch der Substituierbarkeit zwischen den beiden Güterarten eine hohe Bedeutung zu: In der Autarkie-Variante des Modells führt nur der laut Lucas weniger interessante Fall schlechter Substitution ( $s < 1$  oder  $s = 1$ ) zu einer stabilen Lösung für Güterpreise und Aufteilung der Beschäftigung auf die beiden Sektoren, und damit letztendlich zu einer stabilen Wachstumsrate. Im interessanteren Fall guter Substitution ( $s > 1$ ) existiert zwar eine Gleichgewichtslösung; jedoch führen bereits geringfügige Abweichungen vom Gleichgewicht auf einen Anpassungspfad, der je nach Richtung der Abweichung in der Spezialisierung des Landes auf die Produktion nur einer Güterart resultiert. Eine Spezialisierung der Länder entweder auf High Tech oder auf Low Tech Güter ist auch in der Modellvariante mit Handel das wahrscheinlichste Ergebnis, wobei durch das Einsetzen des Handels die durch die Anfangsausstattung mit Humankapital gegebenen komparativen Vorteile noch ausgebaut werden. Eine Konvergenz der Wachstumsraten wird durch die sich verstärkenden komparativen Vorteile unterbunden.

Auf einen anderen Aspekt in der Beziehung zwischen Learning by Doing und Wachstum konzentriert sich *Stokey* (1988). Sie verweist darauf, daß Wachstum nicht nur ein quantitatives Phänomen darstellt, sondern mit ständigen Veränderungen in der Struktur des erzeugten Güterbündels einhergeht. Sie konstruiert ein dynamisches allgemeines Gleichgewichtsmodell mit der Akkumulation von Wissen als einziger Wachstumsquelle. Durch ständiges Learning on the Job erlangen die Arbeiter sukzessive die Fähigkeit, qualitativ höherwertige Produkte zu erzeugen (in ihrer Diktion: Güter mit einer größeren Anzahl Lancaster-Charakteristika), so daß nicht nur die Menge, sondern auch das Spektrum der erzeugten Produkte bei sinkenden Preisen stetig wächst, während gleichzeitig geringerwertige Güter an Nachfrage verlieren und schließlich nicht mehr erzeugt werden.

Wie Lucas und Romer baut sie auf einer Technologie mit konstanten Skalenerträgen (des einzigen Produktionsfaktors Arbeit) auf, im Unterschied zu ihnen unterstellt sie jedoch explizit einen Lernprozeß mit vollständigen Spillovers zwischen Gütern bzw Industrien (ohne diesen Prozeß näher zu spezifizieren). Die vollständigen Spillovers verhindern ein Interesse der Firmen an einer aktiven Unterstützung des Lernprozesses, auch hier ist Lernen demnach ein unvermeidliches Nebenprodukt der Güterproduktion, das aber Produkt- und nicht wie sonst meist unterstellte Prozeßinnovationen initiiert. Ein weiterer nicht unwesentlicher Unterschied zeigt sich in der um einen ‚traditionellen‘ Sektor (dh ohne Lernpotential, z. B. Landwirtschaft im Gegensatz zur Industrie) erweiterten Modellvariante: Das Modell weist zwar ein Gleichgewichtspfad mit Nullwachstum auf, es zeigt sich aber, daß ein (ausreichend großer) Schock die Ökonomie auf einen Pfad fortgesetzten Wachstums bringt. Ein ausreichend großer Schock ist dann gegeben, wenn das Land ‚ir-

gendwie<sup>4</sup> zu so großen Produktionserfahrungen kommt, daß ein Lernprozeß in Gang gesetzt wird. Sobald aber Wissen akkumuliert wird, sinken die Preise der Industriegüter, und es treten Substitutions- und Einkommenseffekte auf, deren Nettoeffekt ohne genauere Modellspezifikation nicht abgeschätzt werden kann. Fortgesetztes Wachstum, ausgelöst durch ständiges Lernen und die Einführung besserer Produkte ist also möglich, der Beweis oder Bedingungen für die Existenz eines derartigen Wachstumspfades werden jedoch nicht geliefert.

Auch die klassische Variante intendierter Humankapitalbildung durch *Schulbildung* wird in der Arbeit von *Lucas* (1988) in einer eigenen Modellvariante abgebildet. Der Unterschied zu Learning by Doing besteht in der alternativen Verwendung der Arbeitszeit für Ausbildung *oder* Produktion, modelliert in der Weise, daß im Schooling Modell das individuelle Humankapital umso größer ist, je *weniger* Zeit in der ersten Periode für die Güterproduktion aufgewandt wurde, während im Learning by Doing Modell das Humankapital mit der für Güterproduktion verwendeten Zeit steigt: Die Produktion von Gütern und jene von Humankapital sind wie schon bei *Uzawa* (1965) als voneinander getrennte Produktionsprozesse modelliert, wobei der Humankapitalbestand in erster Linie durch den Einsatz weiteren Humankapitals aufgestockt werden kann. Im Produktionsprozeß sind die Größen physisches Kapital  $K$  und effektive Arbeit  $uhL$  von Bedeutung, wobei  $u$  den für Produktion (im Gegensatz zu Bildung) verwendeten Zeitanteil, und  $h$  das erreichte Humankapitalniveau bezeichnet:

$$(2) \quad Y(t) = AK(t)^b [uhL(t)]^{1-b}.$$

Humankapital ist durch Ausbildung akkumulierbar, und im Prinzip liegt eine Variante des AK-Modells nach *Rebelo* (1991) vor, in dem physisches und Humankapital zu einem breiter aufgefaßten Kapitalbegriff verbunden werden. Die Erträge der Humankapitalbildung sinken im Zeitablauf bzw mit steigendem Humankapitalbestand nicht, damit auch nicht der Anreiz zur Humankapitalbildung (wenn Empiriker mit steigendem Alter sinkende Bildungsbereitschaft diagnostizieren, so liegt das an der – bei Lucas nicht unterstellten – endlichen Lebenserwartung der Individuen, aber nicht an sinkenden Returns), sondern wachsen mit steigendem Humankapitalbestand proportional zur eingesetzten Bildungszeit. Die unterstellte Abhängigkeit des Bildungswachstums vom Humankapitalbestand (von klugen Lehrern lernt man mehr als von weniger klugen) führt auch in diesem Modell zu externen Effekten der gewählten Humankapitalbildung des einzelnen, die zum gleichzeitigen Auftreten privater und sozialer Erträge der Bildung führen.<sup>8</sup> Ausgedrückt wird dieser externe Effekt, der zur Generierung von endogenem Wachstum eigentlich

---

<sup>8</sup> Vgl. auch das Modell von *Prescott* und *Boyd* (1987) in dem die Produktivität von Arbeitskräften nicht nur von dem Humankapital abhängt, das sie selbst verkörpern, sondern auch von dem Humankapital ihrer Arbeitsgefährten, sodaß externe Effekte für das gesamte Produktionsergebnis wirksam werden.

nicht mehr benötigt würde (die unterstellten konstanten Erträge des akkumulierbaren Faktors Humankapital reichen ja aus), durch einen zusätzlichen Faktor  $h_a^\psi$  in der Produktionsfunktion:

$$(3) \quad Y(t) = AK(t)^b [uhL(t)]^{1-b} h_a^\psi .$$

Die privaten Erträge werden vom einzelnen in der Optimierung der Bildungswahl als höherer zu erwartender Lohn berücksichtigt, soziale Erträge werden erst im Aggregat spürbar und würden demnach lediglich im Bildungsplan eines sozialen Planers Berücksichtigung finden. Somit weist auch das Bildungsmodell eine Differenz zwischen sozialem Optimum und Marktgleichgewicht auf, die jedoch Spielraum für politische Eingriffe läßt.

Das oben geschilderte Modell führt noch nicht zur Konvergenz der Wachstumsraten, über eine entsprechende Modifikation läßt sich Konvergenz aber leicht einbauen (vgl. *Lucas 1993*): Man erweitert das Modell in der Weise, daß nicht nur das Bildungsniveau der näheren Umgebung, sondern die relative Humankapitalausstattung (relativ zum weltweiten Niveau) für den Humankapitalbildungsprozeß von Bedeutung ist, und man hält die Annahme gleicher Bildungsintensität u aufrecht. Die Annahme von Kapitalmobilität hingegen hebt die landesspezifische Verbindung zwischen Sparquote und Investitionsrate auf und ermöglicht auf Dauer differierende Wachstumsraten.

Auch diese Variante der Humankapitalakkumulierung wurde von *Stokey (1991)* als Voraussetzung für steigende Produktqualität in ein Wachstumsmodell eingebaut. Sie formuliert Bildung ebenfalls als eine zu wählende Zeitspanne der Wissensakkumulation zu Beginn des individuellen Arbeitslebens, der aktuelle Wissensbestand wirkt positiv auf die Humankapitalbildung. *Stokey* unterstellt jedoch nicht, daß ein einheitliches optimales Bildungsniveau für alle Arbeiter resultiert, sondern geht von einer Verteilung über unterschiedliche Bildungsniveaus aus, die gleichzeitig die Verteilung der Güterarten nach ihrer Bildungsanforderung in der Produktion darstellt (Güterqualität und Präferenzen der Haushalte beziehen sich auf Lancaster-Charakteristika; erst die Erreichung eines höheren Bildungsstandes befähigt zur Produktion besserer Güter). Ähnlich wie in *Stokey (1988)* führt die Wissensakkumulation zur ständigen Einführung besserer Güter, die den alten Produkten vorgezogen werden und sie schließlich verdrängen. Es werden Bedingungen für die Existenz eines stationären Wachstumspfades abgeleitet und die bereits bekannte Diskrepanz zwischen sozialem Optimum und Gleichgewichtspfad aufgezeigt, die hier durch den externen Effekt des allgemeinen Bildungsniveaus auf die Bildung des einzelnen ausgelöst wird. Nur bei einem ‚kleinen‘ externen Effekt ist das Gleichgewicht eindeutig, ansonsten können mehrere Gleichgewichte bestehen.

*Lucas* schätzt jedoch *Learning by Doing* als Wachstumsquelle im Vergleich zu *Schooling* als das praktisch relevantere ein, und stützt sich dabei einerseits auf die Entwicklung in den asiatischen Ländern (schnell wachsende Länder weisen im all-

gemeinen keine höhere Bildungsraten auf als langsam wachsende) und andererseits, mit Verweis auf Stoekey, auf das theoretische Argument, daß Ausbildung auf Dauer nur dann zur Steigerung der Durchschnittsbildung beitragen kann, wenn entweder die Bildungszeit pro Person steigt (was nur über einen begrenzten Zeitraum möglich ist), oder aber die Bildungsqualität zunimmt (für die nach Lucas' Einschätzung gegenwärtig weder geeignete Daten noch geeignete Modelle zur Verfügung stehen).

Eine andere Möglichkeit, im Rahmen eines Skalenertragsmodelles endogenes Wachstum zu erzielen, kommt ohne Externalitäten aus: Notwendig für eine positive Steady State Wachstumsrate sind schließlich nicht steigende Skalenerträge, sondern lediglich konstante Erträge des reproduzierbaren und damit auch akkumulierbaren Faktors, wie *Rebelo* (1991) mit seinem sogenannten AK-Modell zeigt. Hier werden im Produktionsfaktor  $K$  die akkumulierbaren Produktionsfaktoren zusammengefaßt, was zu einer Produktionsfunktion vom Typ  $Y = AK$  führt. Dieses Modell ist nicht so zu verstehen, daß Produktionsfaktoren mit exogen vorgegebenem Bestand wie Arbeit und Land keinerlei Bedeutung beigemessen wird, sondern vielmehr in der Weise, daß nicht Arbeit an sich, sondern ‚quality adjusted labor‘ als Humankapital im Produktionsprozeß eingesetzt wird und somit auf das Wachstumspotential wirkt: Wird neben physischem Kapital auch Humankapital als akkumulierbarer Produktionsfaktor begriffen, findet Arbeit in der Produktionsfunktion wieder Berücksichtigung, und es läßt sich zeigen, daß Konsum, Kapital und gesamter Output mit derselben Rate wachsen.

Ebenfalls zur Gruppe der AK-Modelle gehört ein neuerer Ansatz von *Homburg* (1995), der sich auf die eigentliche Bedeutung des Wortes ‚Humankapital‘ besinnt. Homburg modelliert diesen Produktionsfaktor einerseits als human durch eine Bindung an die Zahl der Erwerbstätigen<sup>9</sup> verbunden mit der vollständigen Abschreibung des Humankapitals am Ende ihrer Lebenszeit, und andererseits als Kapital, sodaß Entscheidungen über Investitionen in Kapital und Humankapital simultan und in gegenseitiger Abhängigkeit getroffen werden. Produktion findet demnach nicht durch den Einsatz von Arbeitsstunden und Kapital, sondern von Humankapital und physischem Kapital statt; beide Faktoren sind somit akkumulierbar. Unter den Annahmen, daß das Inlandsprodukt 1 : 1 in Konsum- oder Kapitalgüter, aber auch in Humankapital umgewandelt werden kann, und daß das Vermögen einen konstanten Anteil des Inlandsprodukts ausmacht, erhält Homburg ein einfaches Modell, in dem Inlandsprodukt, Humankapital und Sachkapitalbestand endogen mit derselben konstanten Rate wachsen, und das mit erstaunlich vielen der bekannten stylized facts in Übereinstimmung steht. Eine explizite Ausformulierung wie es zur Bildung von Humankapital kommt, unterbleibt in diesem Modell; eine Übertragung der Modellstruktur auf das Diamond-Modell überlappender Generationen legt aber die Interpretation als Schulbildung nahe.

<sup>9</sup> Die Bindung des Humankapitals an die Zahl der Arbeiter klingt zwar selbstverständlich, wird aber von vielen Modellen vernachlässigt, vgl z. B. *Romer* (1990), *Mankiw, Romer, Weil* (1992), *Gould und Ruffin* (1995).

Durch die Anwendung eines konvexen Modells beschreiben *Jones* und *Manuelli* (1990) endogenes Wachstum, und erläutern ihren Ansatz anhand des optimalen Sparverhaltens: Entspricht der Realzinssatz genau dem inversen Diskontfaktor, so wählt der repräsentative Haushalt einen geglätteten Konsumstrom; Wachstum ist ausgeschlossen. Dauerhaft höhere Zinsen jedoch liefern den Anreiz, zugunsten eines höheren Konsumniveaus in der Zukunft zu sparen und damit für fortgesetztes Wachstum zu sorgen. Im Gegensatz zum Solow-Modell ohne technischen Fortschritt kommt das Wachstum bei Jones und Manuelli jedoch trotz sinkender Grenzerträge bei fortgesetzter Kapitalakkumulation nicht zum Erliegen: Die Grenzerträge sinken zwar, konvergieren aber gegen einen positiven Wert statt gegen Null, somit kann auch langfristig Wachstum erhalten bleiben.

In der angeführten Version ist das Jones-Manuelli Modell aus dem Blickwinkel der Bildungsökonomie nur insofern von Interesse, als daß es die Grundlage für eine Modellvariation bietet, in der der Begriff ‚Kapital‘ sich auch auf das Humankapital ausweiten läßt (auf die Jones und Manuelli in ihrem Artikel verweisen). Somit kann auch in diesem Rahmen endogenes Wachstum aus fortgesetzter (Human-)Kapitalakkumulation erklärt werden.

## 2. Innovationsmodelle

Der vorige Abschnitt behandelt Modelle, in denen Wachstum durch Kapitalakkumulation generiert wird, die nicht mehr mit sinkenden Erträgen verbunden ist. Der Kapitalbegriff wird dabei oft breit genug verstanden, um auch Humankapital zu umfassen. Technischer Fortschritt wird in dieser Modellklasse zur Generierung von Wachstum nicht benötigt. Der folgende Abschnitt hingegen geht von einer anderen Grundposition aus: Gerade die Entstehung von technischem Fortschritt als Wachstumsmotor soll endogen erklärt werden, sei es durch einen eigenen Forschungssektor, oder sei es durch Forschung, die direkt von den güterproduzierenden Firmen betrieben wird. Bezogen auf das Solow-Modell liegt die Weiterentwicklung in der endogenen Bestimmung der Entwicklung des Technologiefaktors A.

In der hier verwendeten stilisierten Fassung wird technologischer Fortschritt alternativ anhand zweier Kriterien ausgemacht: Entweder ermöglicht er größere Produktvielfalt, wobei die steigende Produktdifferenzierung je nach Modell bei Konsumgütern oder Zwischenprodukten stattfinden kann, oder die Weiterentwicklung steigert die Qualität der vorhandenen Produkte. Die somit vorgenommene Einteilung der Modelle nach horizontaler und vertikaler Weiterentwicklung der Produktpalette ist insofern willkürlich, als daß auch Modelle entwickelt wurden, die beide Merkmale gleichzeitig aufweisen (vgl z. B. die Arbeiten von *Young* und *Stokey*).

Die hier präsentierte Darstellung folgt *Barro* und *Sala-i-Martin* (1995, Kap. 6) sowie *Romer* (1990). Neu entwickelte Produkte werden als Basisinnovationen

(breakthrough innovations) verstanden, die zu den bestehenden Zwischenprodukten weder in einer rein komplementären noch in einer substitutiven Beziehung stehen: Im Gegensatz zu den Modellen steigender Produktqualität ersetzen die Innovationen in der Regel keine bestehenden Produkte. Die angewandte Produktionsfunktion

$$(4) \quad Y_i(t) = AL_i(t)^{1-a} \sum_{j=1, \dots, N} (X_{ij})^a$$

bzw.

$$Y_i(t) = AL_i(t)^{1-a} NX_i^a = AL_i(t)^{1-a} (NX_i)^a N^{1-a},$$

wenn wie im Gleichgewicht von allen Zwischenprodukten gleich viel eingesetzt wird, weist sinkende Grenzprodukte der einzelnen Inputs sowie konstante Skalenerträge auf; technologischer Fortschritt äußert sich in einem Anstieg von  $N$ : Anhand der letzten der oben dargestellten Formulierungen der Produktionsfunktion sieht man, daß bei konstant gehaltenen Einsatzmengen von Arbeit ( $L_i$ ) und Zwischenprodukten ( $NX_i$ ) die Produktionsmenge bereits steigt, wenn die Anzahl der Zwischenprodukte  $N$  steigt, was durch die sinkenden Grenzprodukte erklärt wird. Dieses Beispiel zeigt, warum eine stetig steigende Vielfalt an Zwischenprodukten als Motor für langfristiges Wachstum geeignet ist.

Ein Anheben der Anzahl an Zwischenprodukten  $N$  kann nur durch Ressourceneinsatz in der Forschung erzielt werden, wobei die meisten Modelle unrealistischerweise die Unsicherheit über das Eintreten eines Forschungserfolges an sich bzw über die Wartezeit oder den Ressourceneinsatz bis zum Forschungserfolg ausschließen, also deterministische Kosten der Forschungserfolge unterstellen. Im einfachsten Fall betragen sie  $h$  Outputeinheiten pro Innovation, unabhängig von der Anzahl bereits entwickelter Zwischenprodukte. Damit für Laboratorien oder Firmen ein Forschungsanreiz gegeben ist, wird üblicherweise ein nicht ablaufendes Patent auf Innovationen und daraus resultierende Monopolmacht angenommen, die den Innovatoren die Möglichkeit gibt, zumindest über eine gewisse Zeitspanne hinweg einen Preis über den Grenzkosten des neuen Produktes zu verlangen, sodaß auch die (fixen) Entwicklungskosten mit abgedeckt sind. Unterstellt man einheitliche Produktionskosten in Höhe einer Outputeinheit pro Einheit Zwischenprodukt, ergibt sich ein einheitlicher Monopolpreis in Höhe von  $1/a$ . Schließt man des weiteren die Existenz von Zugangsbeschränkungen in den Forschungssektor aus, kann nur in dem einen Fall eine langfristige Wachstumsrate größer Null existieren, wenn der Barwert der aufsummierten Monopolgewinne genau den fixen Kosten  $h$  der Entwicklung einer Innovation entspricht: Höhere Monopolgewinne ziehen mehr Ressourcen an, als langfristig in der Forschung haltbar sind, niedrigere verhindern die Entwicklung neuer Produkte und damit Wachstum. Jener Zinssatz, der den Barwert der Monopolgewinne und die Entwicklungskosten  $h$  zum Ausgleich bringt,

bestimmt gemeinsam mit dem Zeitdiskontfaktor und der intertemporalen Substitutionselastizität aus der Nutzenfunktion die einheitliche Wachstumsrate der gesamten Produktion, des Gesamtkonsums und der Anzahl an Zwischenprodukten: Wie im AK-Modell ist bei größerem Sparwillen und besserer Technologie auch höheres Wachstum möglich. Darüberhinaus erleichtern niedrige Innovationskosten  $h$  und ausgedehnte Marktgröße, dargestellt durch  $L$ , das Erzielen höherer Wachstumsraten.

Da in diesem Modell die Erzielung von Monopolgewinnen den Forschungsanreiz bildet, fallen auch hier das soziale Optimum und die dezentrale Lösung auseinander. Diese Lücke vergrößert sich noch, wenn man im Modell berücksichtigt, daß realiter Monopole nur von begrenzter Dauer sind: Dadurch verringert sich der erwartete Barwert einer Innovation, während der soziale Vorteil aus ihr permanent bleibt.

*Romer* (1990) betont in einem ähnlichen Modell stärker die Humankapitalseite: Er unterstellt, daß Forschung humankapitalintensiv ist, und mißt die fixen Kosten einer Innovation daher statt in Outputseinheiten anhand des Lohnes, der aber wiederum mit steigender Produktvielfalt ebenfalls steigt, da die Verfügbarkeit von mehr Ausrüstung die Forschungsproduktivität steigert. Er zeigt, daß Forscherlöhne und Forschungsproduktivität um den gleichen Faktor steigen, so zu gleichbleibenden Forschungskosten führen und eine langfristig positive Wachstumsrate ermöglichen. Ähnlich wie bei den Wachstumsmodellen mit Humankapitalakkumulation führt auch hier ein externer Effekt zur Divergenz von zentraler und dezentraler Lösung: Die Firmen berücksichtigen in ihrer Bestimmung des optimalen Forschungsaufwands nicht, daß ihre Ergebnisse zukünftige Forschung verbilligen bzw. produktiver machen, und verwenden vom Standpunkt der gesamten Wohlfahrt aus betrachtet zu wenig Ressourcen für Forschung.

Die Rolle, die in Modellen steigender Differenzierung bei Zwischenprodukten dem sinkenden Grenzprodukt zukommt, hat bei steigender Produktdifferenzierung von Konsumgütern der sinkende Grenznutzen: die Produktion mit einer größeren Anzahl von Inputs wird produktiver, während der Konsum einer größeren Produktvielfalt bei gleicher konsumierter Gesamtmenge mehr Nutzen bringt. Produktdifferenzierung bei Konsumgütern in Verbindung mit gleichbleibender Produktionstechnologie führt damit lediglich zu einem Wachstum in Nutzen-, aber nicht in Mengeneinheiten. Da die steigende Konsumgüteranzahl im Gegensatz zur steigenden Differenzierung bei Zwischenprodukten die Forschungseffizienz nicht berührt, läßt sich eine Steady State Wachstumsrate der Konsumgüteranzahl nur unter der Annahme ableiten, daß die Forschungskosten in Nutzeinheiten konstant sind. Darüberhinaus weisen *Barro* und *Sala-i-Martin* (1995; S. 236) darauf hin, daß letztendlich beide, Zwischenprodukte und Konsumgüter, als Inputs für das Finalgut Nutzen verstanden werden können, und somit aus steigender Differenzierung einer der beiden Güterarten nicht wesentlich andere Folgerungen resultieren können als aus steigender Differenzierung der anderen Güterart. Die Folgerungen sind äh-

lich, aber für Zwischenprodukte direkter und hinsichtlich der Bedeutung des Humankapitals interessanter, da hier der steigenden Forschungseffizienz eine wachstumsgenerierende Bedeutung zukommt.

So eindeutig wie die auf Lernen basierenden Wachstumsmodelle mit den Namen Lucas und Romer verbunden sind, verknüpft man die Namen Grossman und Helpman mit Modellen, die sich auf qualitätsverbessernde Forschung als Wachstumsmotor stützen, obwohl deren Arbeiten nicht neue Ideen in die Wachstumstheorie einbringen, sondern lediglich vorhandene Ansätze verbessern bzw in einen plausibleren Rahmen stellen. Ebenso wie bei den Modellen mit steigender Produktvielfalt liegt hier die Verbindung zu Bildung auf jener indirekten Schiene, daß der eigentliche Wachstumsmotor in Forschungsaktivitäten liegt, die zwar realiter kaum ohne die Grundlage solider Bildung auskommen, dennoch findet die Humankapitalbildung in den seltensten Modellen explizite Berücksichtigung.

Im Unterschied zu den Modellen mit steigender Produktvielfalt unterstellen die hier besprochenen Modelle, daß die neu entwickelten Produkte qualitativ höherwertiger als ihre Vorgänger sind, und diese wegen der guten Substituierbarkeit und eines marginal besseren Preis-Leistungs-Verhältnisses (Konsumenten berücksichtigten in ihrer Nutzenmaximierung den ‚quality adjusted price‘) vom Markt verdrängen. In diesem Sinne betonen die Autoren, daß beide Modellklassen als Komplemente und nicht als Substitute zu betrachten sind, da sie unterschiedliche Aspekte der zu beobachtenden Forschungsaktivitäten modellieren: Die Modelle mit zunehmender Produktanzahl werden z. B. von *Barro* und *Sala-i-Martin* (1995) ausschließlich mit Basisinnovationen in Zusammenhang gebracht, in klarem Gegensatz zur Weiterentwicklung und Verbesserung bestehender Produkte in den Quality Ladder Modellen.

Das Quality Ladder Modell von *Grossman* und *Helpman* (1991a, 1991b) baut auf den Arbeiten von *Aghion* und *Howitt* (1990) und *Segerstrom* et al (1990), wobei diese beiden Modelle aber je einen empfindlichen Nachteil aufweisen: *Segerstrom* et al gehen aus von Innovationen, die nacheinander alle Güterarten genau einmal verbessern, erst dann tritt bei einem ersten Produkt die zweite Verbesserung auf. Das hieße aber, die Forschungsanstrengungen einer gesamten Ökonomie konzentrieren sich jeweils auf ein Gut, bis erfolgreich eine Verbesserung entwickelt ist, dann erst auf ein anderes Produkt usw. Bei *Aghion* und *Howitt* betrifft das Patentrennen die gesamte Ökonomie, in dem Sinne, daß durch eine Innovation alle Produkte gleichzeitig verbessert werden, und der erfolgreiche Innovator gewinnt Monopolrenten in der gesamten Wirtschaft. *Grossman* und *Helpman* versuchen beide Nachteile zu vermeiden: Es findet ein simultanes Patentrennen in allen Industrien statt, wobei sich jede Firma auf genau ein Produkt konzentriert, und jedes Produkt sich auf einer ‚eigenen‘ Quality Ladder weiterentwickelt, weitere Innovationen bauen auf den jeweils letzten Stand der Technik auf, wobei durch Spillovers auch andere Industrien von Weiterentwicklungen profitieren: Neueintretende Forschungslabors haben gleiche Erfolgsaussichten wie bestehende. Forschung vergrö-

bert also den Wissenspool und erleichtert damit zukünftige Forschung; diesem Effekt steht (in manchen Modellspezifikationen) die zunehmende Forschungskomplexität auf höheren Stufen der Quality Ladder gegenüber, die Forschungserfolge unwahrscheinlicher macht, so daß als Summe beider Effekte konstante Skalenerträge in der Forschung resultieren.

Forschungserfolge treten stochastisch auf, was zu sehr unregelmäßigen Wachstumsprüngen in einzelnen Industrien führt, durch die große Anzahl von Industrien aber im Aggregat eine gleichmäßige Wachstumsrate ermöglicht. Der Forschungsanreiz ist für die Firmen durch die Möglichkeit gegeben, durch ihre temporäre Monopolstellung nach einer erfolgreichen Produktverbesserung einen Profit zu realisieren, der die vorausgehenden Forschungsaufwendungen mehr als nur abdeckt. Damit sehen sie sich zwei Unsicherheiten gegenüber: Der Frage, ob überhaupt ein Forschungserfolg erzielt werden wird, und wenn ja, der zweiten Frage, wie lange dieser technologische Vorsprung vor der Konkurrenz und die damit verbundenen Profitmöglichkeiten währen werden, wie schnell also die Konkurrenz durch Forschung ihrerseits auf- oder überholt. Damit ist das Element der kreativen Destruktion auch in dieser Modellklasse vertreten.

Wie auch im Modell steigender Produktvielfalt wird solange Neues entwickelt, wie die daraus zu erwartenden Profite die erwarteten Entwicklungskosten übersteigen; bei Gleichheit wird eine konstante Rate von Verbesserungen und damit eine konstante Wachstumsrate erzielt. Es läßt sich zwar kein Anpassungspfad zu diesem Gleichgewicht ableiten, dennoch gehen die Autoren davon aus, daß die Ökonomie sich sofort in diesen Steady State bewegt, da eine andere Lösung mit der Bestimmung des Firmenwertes am Aktienmarkt nicht vereinbar wäre.

Für einfachste Modellvarianten kann gezeigt werden, daß manche Implikationen des Modells mit (horizontaler) Produktdifferenzierung und des Modells mit (vertikaler) Qualitätsverbesserung gleich sind, sie weisen die gleiche reduzierte Form auf (*Grossman, Helpman* [1991b], *Helpman* [1992]). Im Hinblick auf die Wachstumsraten sieht man aber, daß Produktdifferenzierung zu *zu niedriger* Innovationsrate bzw Wachstum (gegenüber dem sozialen Optimum) führt, Qualitätsverbesserung hingegen zu *zu niedrigem oder zu hohem* Wachstum führen kann.

Nicht alle Modelle lassen sich eindeutig einer einzigen der hier verwendeten Kategorien zuordnen: So basieren etwa die Modelle von *Stokey* (1988, 1991) zwar jeweils auf einer bestimmten Variante der Humankapitalbildung, sei es Schulbildung oder Learning on the Job, ihre wachstumsgenerierende Wirkung können diese Arten der (Weiter-)Bildung aber erst in Zusammenhang mit den dadurch ermöglichten Produktverbesserungen entfalten. Da *Stokey* zeigt, daß mit zunehmendem Humankapital nicht nur bessere, sondern auch mehr Güterarten erzeugt werden, wären ihre Modelle nach dieser Zuordnung in jeder der drei Kategorien ‚Humankapitalakkumulation‘, ‚steigende Produktvielfalt‘ und ‚steigende Produktqualität‘ gut aufgehoben.

Ähnlich verhält es sich mit den Arbeiten von *Alwyn Young* (1991, 1993), die auf Learning by Doing und nicht Schulbildung basieren. Insbesondere die neuere der beiden Arbeiten ist interessant, da sie einen in theoretischen Modellen sonst oft ignorierten Zusammenhang herausarbeitet: Dieses Modell kombiniert Bounded Learning by Doing und Innovationen in gegenseitiger Abhängigkeit. Da Young unterstellt, daß die Produktion einzelner Güterarten nur mit einem begrenzten Lernpotential verbunden ist (bounded learning), würde ein konstantes Güterset auch nur über eine begrenzte Zeitperiode Wachstum ermöglichen.<sup>10</sup> Treten hingegen regelmäßig Innovationen auf, bleibt Lernen eine aktive Wachstumsquelle. Das Modell gewinnt weiterhin an Realismus, da berücksichtigt wird, daß Innovationen normalerweise nicht unmittelbar ab dem Zeitpunkt der Erfindung eine Produktivitätssteigerung bedeuten, sondern daß erst Weiterentwicklungen bis zur Marktreife notwendig sind: Diese Verbesserungen werden im Modell im Zuge des Produktionsprozesses durch Learning by Doing erzielt, sodaß auch Innovationen allein kein ausreichender Wachstumsmotor sein müssen. Ähnlich wie im Learning-Modell nach *Lucas* (1988) gibt es zwei Gütergruppen, die sich durch das Vorhandensein bzw Fehlen von Lernen im Produktionsprozeß unterscheiden. Während bei *Lucas* diese Unterteilung jedoch vorgegeben ist, ist sie hier modellendogen und nicht über die Zeit konstant: Jedes Gut ist anfangs durch Lernen der Produzenten verbesserungsfähig, bis das güterspezifische Lernpotential ausgeschöpft ist und verschlechtert dann seine relative Position in der Güterlandschaft, bis es von besseren Nachfolgeprodukten aus dem Markt gedrängt wird.

Der bemerkenswerte Punkt im Vorgängermodell (*Young* 1991) liegt in den Implikationen für den internationalen Handel: Im Rahmen eines Wachstumsmodelles mit Bounded Learning by Doing (noch ohne Interaktion mit Innovationen) wird gezeigt, daß arme Länder keineswegs eindeutig von einer Öffnung für den Handel profitieren müssen: Weniger entwickelte Länder wachsen unter Handel bestenfalls gleich stark wie unter Autarkie, weiter entwickelte Länder hingegen wachsen bei Handel zumindest gleich stark wie unter Autarkie.

### 3. Endogenes Bevölkerungswachstum

Im Hinblick auf eine ‚Endogenisierung‘ der Rate des technischen Fortschritts lag es nahe, den forschungsökonomischen Ansatz der Industrieökonomie aufzugreifen, d. h. den technischen Fortschritt als das Ergebnis eines optimalen Investitionsprozesses in die Schaffung neuen Wissens durch organisierte F&E-Aktivitäten privater Unternehmen zu begreifen: dem eigentlichen Produktionsprozeß von Unternehmen ist die ‚Metaproduktion‘ neuen Wissens vorgelagert, in der zielgerichtet

---

<sup>10</sup> Diese Problem tritt z. B. im Modell von *Yang* und *Borland* (1991) auf, wo das durch Lerneffekte bei Spezialisierung verursachte Wachstum zum Erliegen kommt, sobald die Spezialisierung abgeschlossen ist.

Innovationsmöglichkeiten geschaffen werden, die als veränderte Technologie der Produktion, als Produktinnovation oder als organisatorische Neuerung in die Produktion eingeführt werden können. Neben diesem Ansatz spielt in der neuen Wachstumstheorie auch die Erklärung eines anderen, im neoklassischen Standardmodell als exogen betrachteten Wachstumsfaktors, der Rate des Bevölkerungswachstums, eine Rolle. Hier wurden Ansätze der Bevölkerungsökonomie einbezogen.

Bei gegebener Mortalität ist die Rate des Bevölkerungswachstums, unter Ausschluß von Wanderungsprozessen, eine Funktion der Fertilität. Bevölkerungsökonomische Modelle und entsprechende empirische Studien gehen dabei von einem Einfluß von Bildung auf die Fertilität aus (*Cochrane* [1980]). Der Zusammenhang von Bildung und Fertilität ergibt sich im wesentlichen aus dem Effekt des Wertes der (Arbeits-)Zeit der Eltern auf die (Opportunitäts-)Kosten der Aufzucht von Kindern sowie aus dem Effekt der Bildung der Eltern auf die gewünschte Humankapitalinvestition für die Kinder (*Becker* [1981], *Caldwell* [1982]). Dieser Zusammenhang läßt sich in Wachstumsmodelle einbeziehen, die damit zu einer endogenisierten Variable des Bevölkerungswachstums führen (*Barro* und *Becker* [1989], *Becker*, *Murphy* und *Tamura* [1990]). Das Pro-Kopf-Einkommen verschiedener Länder und die Rate der Fertilität bzw. des Bevölkerungswachstums sind nach diesen Modellen invers miteinander verbunden; die Ersparnis verlagert sich mit steigendem Einkommensniveau von der ‚Investition‘ in Kinder auf die Bildung von Sach- und Humankapital.

Ein empirischer Test dieser Modellimplikationen (*Barro* [1991]) zeigt eine streng negative Korrelation ( $-0.74$ ) zwischen Fertilität und Einkommensniveau verschiedener Länder (GDP 1960 für 98 Länder) sowie zwischen Fertilität und Humankapitalbildung ( $-0.87$ ); bei einem gegebenen Wert des Pro-Kopf-Einkommens ist die Höhe des Humankapitals zudem negativ mit der Fertilitätsrate verbunden. Ebenso zeigt sich ein positiver Effekt des Humankapitals auf die Höhe der Investitionen in physisches Kapital.

#### 4. Konvergenz

Neben theoretischen Mängeln des neoklassischen Modells, wie der Annahme einer exogen bestimmten Rate des technischen Fortschritts kamen Anstöße für die ‚neue‘ Wachstumstheorie jedoch auch aus den Ergebnissen empirischer Untersuchungen von Wachstumsprozessen bzw. aus empirischen Befunden, die sich nicht mit den Implikationen des neoklassischen Modells vereinbaren lassen: so sollte sich bei technischem Fortschritt, der als frei verfügbares neues Wissen die Wachstumsrate aller Länder gleichermaßen bestimmt, eine Konvergenz der Wachstumsraten im internationalen Vergleich beobachten lassen; zudem sollte Kapital in Länder mit einer höheren Grenzproduktivität bzw. mit einer höheren Ertragsrate des

Kapitaleinsatzes fließen und derart zu einem Ausgleich der Wachstumsraten führen. Wie bei der ‚Lösung‘ des Rätsels, das sich mit den Ergebnissen des ‚growth accounting‘ in den 60er Jahren gestellt hatte, spielt die Einbeziehung des Faktors Humankapital auch in den hierauf bezogenen Erklärungsansätzen der neuen Wachstumstheorie eine entscheidende Rolle.

Das neoklassische Wachstumsmodell impliziert mit der Annahme konstanter Skalen- und abnehmender Grenzerträge, mit der Substituierbarkeit der einzelnen Inputs und mit einer gegebenen Rate des technischen Fortschritts und der Ersparnis eine Konvergenz verschiedener Länder in Richtung einer langfristigen (‚steady state‘) Wachstumsrate. Je niedriger das Anfangsniveau des realen Pro-Kopf-Einkommens ist, relativ zur langfristigen Wachstumsrate, umso höher wird die Wachstumsrate ausfallen, da Volkswirtschaften mit wenig Kapital je Arbeitskraft höhere Ertragsraten des Kapitals und damit auch höhere Wachstumsraten des Einkommens erreichen.<sup>11</sup> Aufgrund einer verbesserten Datenverfügbarkeit in den letzten Jahren, insbesondere anhand des Datensets von *Summers* und *Heston* (1988), wurden diese Implikationen des neoklassischen Modells in einer Anzahl empirischer Untersuchungen überprüft.

Bestehen zwischen armen und reichen Ländern große Differenzen des Grenzprodukts des Kapitals, so ist in einer neoklassischen Welt mit freiem internationalen Kapitalverkehr zunächst das Fortbestehen unterschiedlicher Löhne und Kapitalerträge bzw. das Ausbleiben starker Kapitalströme in die kapitalarmen Länder mit dem entsprechenden ausgleichenden Effekt ein ungelöstes Rätsel. Neben Erklärungen, die sich auf Imperfektionen des Kapitalmarktes beziehen (politische Risiken, Monopolrenten des Kapitals in armen Ländern)<sup>12</sup> sieht *Lucas* (1990) die unterschiedliche Humankapitalausstattung von reichen und armen Ländern als entscheidenden Faktor. Unterschiede der Kapitalproduktivität sind zum einen durch die unterschiedliche Humankapitalausstattung, den effektiven Arbeitsinput je Arbeitskraft bestimmt: die Berücksichtigung der ‚Qualität‘ der Arbeitskräfte (nach den Daten von *Koneger* [1968]) reduziert die Differenz der Pro-Kopf-Einkommen wesentlich und damit auch die implizite Relation des Kapitalgrenzprodukts, doch bleibt eine Differenz des Kapitalertrags erhalten, die zu weitaus stärkeren Kapitalströmen führen müßte, als sie tatsächlich zu beobachten sind.

Zum anderen argumentiert *Lucas* (wie in seinem Beitrag von 1988) mit externen Erträgen des Humankapitals im Sinne von unterschiedlichen Niveaus der Technologie der Produktion in den verschiedenen Ländern: es ist die Technologie der Pro-

---

<sup>11</sup> Die Konvergenz ist konditional, in der Terminologie der neuen Wachstumstheorie, da die langfristige Wachstumsrate von der Sparrate, dem Bevölkerungswachstum und der Rate des technischen Fortschritts abhängt, die sich zwischen verschiedenen Volkswirtschaften unterscheiden können.

<sup>12</sup> In ähnlicher Weise bestehen auch große Unterschiede in den Ertragsraten auf Bildungsinvestitionen (*Psacharopoulos* 1985), wo die hohen Ertragsraten in Ländern niedrigeren Einkommens und knappen Humankapitals gegenüber reichen Ländern durch Mobilitätshemmnisse und andere Marktperfektionen nicht ausgeglichen werden.

duktion, die die Humankapitalausstattung der Arbeitskräfte, jeweils zusammen mit der Ausstattung mit physischem Kapital, produktiv macht.<sup>13</sup>

Die Berücksichtigung dieser externen Erträge von Humankapital, zusammen mit dem Effekt der unterschiedlichen Humankapitalausstattung führt dazu, daß die Differenz des Kapitalertrags praktisch verschwindet. So gut dieses Ergebnis einer ‚Lösung‘ der im Titel des Beitrags von Lucas gestellten Frage entspricht, liegt, wie Lucas selbst feststellt, ein Problem mit dieser Interpretation in der Annahme, daß die externen Erträge des Humankapitals nur im jeweiligen Land anfallen und keine internationalen spillovers auftreten.

Eine scharfe Trennung zwischen physischem und Humankapital, wie sie *Hornburg* (1995) unterstellt, führt zu einem AK-Modell, in dem die Wachstumsrate des Inlandsprodukts nur von der Sparquote und einer technologischen Konstanten abhängt, also insbesondere nicht vom Niveau des Inlandsproduktes. Konvergenz der Wachstumsraten wird somit genausowenig impliziert wie internationale Kapitalbewegungen, selbst wenn Differenzen zwischen den nationalen Sparquoten auftreten: Werden Sachkapital und Humankapital effizient akkumuliert, so ist zwar „Arbeit“ aber nicht Humankapital pro Einheit in Entwicklungsländern billiger als in Industrieländern. Werden Kapitalströme beobachtet sind sie das Ergebnis ineffizienter Allokation.

Für die empirische Überprüfung des neoklassischen Wachstumsmodells wurde mit dem Ansatz der multiplen Regression versucht, den Einfluß verschiedener Faktoren auf das langfristige Wachstum in einem internationalen Vergleich zu identifizieren; eine Implikation des Modells ist die erwähnte inverse Korrelation der Wachstumsrate des Pro-Kopf-Einkommens eines Landes mit der Ausgangsgröße des Pro-Kopf-Einkommens.

Die entsprechende Konvergenz der internationalen Einkommensunterschiede, die noch verstärkt auftreten müßte, wenn internationale Mobilität von Kapital und Technologien gegeben ist, läßt sich jedoch in der Realität nicht vorfinden (*Barro* [1991]). Eine fehlende Korrelation des Wachstums mit dem bereits erreichten Einkommensniveau weist eher auf konstante Grenzerträge hin, wie sie in Modellen des endogenen Wachstums und mit einem weiter gefaßten Kapitalbegriff, d. h. einschließlich des Humankapitals, unterstellt werden (*Lucas* [1988], *Rebelo* [1991]), womit die Wachstumsrate unabhängig vom Ausgangsniveau wird. Bei konstanten Grenzerträgen der Akkumulation von Sach- und Humankapital ergibt sich keine Konvergenz der Pro-Kopf-Einkommen: ein Aufholprozeß armer Länder ist nur

<sup>13</sup> Die Produktionsfunktion erhält die Form

$$y = A \cdot x^\beta \cdot h^\gamma,$$

wobei  $y$  das Einkommen je effektiver Arbeitskraft,  $x$  den Kapitaleinsatz je effektiver Arbeitskraft und  $h$  das Humankapital je Arbeitskraft bezeichnet. Der Parameter  $A$  entspricht dem Niveau der Technologie der Produktion. Durch den ‚externen Effekt‘  $h^\gamma$  erhöht sich die Produktivität der Arbeitskräfte unterschiedlicher Qualifikation ( $h$ ) ebenso wie durch den Parameter  $A$ .

möglich, wenn diese eine höhere Rate der Akkumulation von Sach- und Humankapital als reichere Länder erreichen; nach den Modellen der neuen Wachstumstheorie ist zudem nicht ausgeschlossen, daß Kapitalexporte in umgekehrter Richtung, von armen in reiche Länder induziert werden.

Wenn empirische Untersuchungen zeigen, daß Länder mit einem niedrigen Pro-Kopf-Einkommen nicht eine höhere Wachstumsrate aufweisen, wie dies die traditionelle neoklassische Theorie impliziert, so liegt hierin demnach kein überzeugender empirischer Test für die ‚Validität‘ der neuen Wachstumstheorie, die solche Konvergenzprozesse nicht erwarten läßt. Die Bedeutung von Humankapital für das wirtschaftliche Wachstum, wie sie im Ansatz des ‚growth accounting‘ aufgezeigt wurde, macht es vielmehr naheliegend, von einem erweiterten Solow-Modell auszugehen, das das Humankapital in die Produktionsfunktion mit einbezieht (wie auch die Rate des Bevölkerungswachstums).

Unter Einbeziehung der Variable Humankapital findet *Barro* (1991) eine deutlich negative Korrelation von Wachstumsrate und Einkommensniveau,<sup>14</sup> wie sie der Konvergenzthese entspricht: bei konstant gehaltenem Humankapital werden offensichtlich abnehmende Grenzerträge wirksam; umgekehrt ist das Wachstum des Pro-Kopf-Einkommens bei gegebenem Ausgangsniveau positiv mit der Humankapitalbildung korreliert.<sup>15</sup> Einige Gruppen von Ländern fallen zudem durch ein deutliches ‚Ungleichgewicht‘ zwischen Einkommensniveau und Humankapital auf: Japan, Korea und Taiwan wiesen 1960 eine Humankapitalbildung auf, die im Verhältnis zum Einkommensniveau relativ hoch war und die zu einer höheren Wachstumsrate geführt hat; Umgekehrtes gilt für afrikanische Länder südlich der Sahara und für die ölexportierenden Entwicklungsländer.<sup>16</sup>

Dieser letztere Befund wurde in ähnlicher Form bereits bei den methodisch weniger anspruchsvollen internationalen Vergleichsuntersuchungen der 60er Jahre ermittelt, wo in der Gegenüberstellung von Daten zum Wachstum verschiedener Länder mit Entwicklungsdaten für den Bildungsbereich einzelne Länder als ‚Ausreißer‘ aus der generell zu beobachtenden relativ engen Korrelation dieser Kennziffern identifiziert wurden.

Auch die empirische Überprüfung des neoklassischen Modells durch *Mankiw/Romer/Weil* (1992) zeigt, daß dem Solow-Modell durchaus ein sehr weitreichender Erklärungswert für internationale Wachstumsunterschiede zukommt: Unterschiede der Ersparnis und des Bevölkerungswachstums erklären einen großen Teil der Varianz des Pro-Kopf-Einkommens, so daß dem ‚residual‘ bzw. einem unterschiedlichen Stand der Technologie nicht die entscheidende Bedeutung zukommt, die alle

<sup>14</sup> Die Untersuchung bezieht sich auf 98 Länder und den Zeitraum 1960 - 1985 bzw. das Pro-Kopf-Einkommen 1960. Grundlage sind die Daten von *Summers* und *Heston* (1988).

<sup>15</sup> Vgl. auch *Azariadis* und *Drazen* (1990), *Rauch* (1988) und *Romer* (1990).

<sup>16</sup> Vgl. auch *Barro* und *Sala-i-Martin* (1995), Kap. 11 zur Konvergenz der Wachstumsraten für die US-Bundesstaaten (seit 1980), von Präfekturen in Japan (seit 1930) und von Regionen in acht europäischen Ländern (seit 1950) und Kap. 12 zum internationalen Vergleich.

gemein als Schwäche des Modells gilt; wird das Humankapital in die Produktionsfunktion miteinbezogen, so erklärt dieses erweiterte Solow-Modell rd. 80 Prozent der Unterschiede des Pro-Kopf-Einkommens im gesamten Sample (75 bzw. 98 Länder), allerdings nur 28 Prozent im Vergleich der OECD-Länder (1960 - 1985).

Im zeitlichen Verlauf des Wachstums zeigt sich keine Konvergenz der Entwicklung: das Wachstum der verschiedenen Länder im Zeitraum 1960 - 1985 ist nicht mit der Höhe des Pro-Kopf-Einkommens von 1960 korreliert, d. h. es gibt kein Aufholen der ärmeren Länder durch eine höhere Wachstumsrate. Nur für die OECD-Länder allein ist eine deutliche Konvergenz zu beobachten. Wird in der Regression jedoch die Höhe der Ersparnis, das Bevölkerungswachstum und die Humankapitalbildung berücksichtigt, so zeigt sich eine ausgeprägte Konvergenz der wirtschaftlichen Entwicklung, am deutlichsten im Fall der OECD-Länder. Ist demgegenüber in der Realität keine Konvergenz zu beobachten, so bedeutet dies, daß Unterschiede der Investitionen, des Bevölkerungswachstums und der Humankapitalbildung eine Rolle spielen. Mit diesem Ergebnis steht die zitierte Untersuchung im Widerspruch zu Modellen endogenen Wachstums. Insgesamt stellen die Autoren fest, „that the Solow model is consistent with the international evidence if one acknowledges the importance of human as well as physical capital. The augmented Solow model says that differences in saving, education, and population growth should explain cross-country differences in income per capita. Our examination of the data indicates that these three variables do explain most of the international variation“ (S. 433).

Wenn sich im Gegensatz zu den OECD-Ländern im Vergleich von reichen und armen Ländern keine Konvergenz feststellen läßt, so ist gerade für die armen Länder die Prämisse des neoklassischen Modells der freien internationalen Verfügbarkeit von Technologien und die Fähigkeit diese zu nutzen, in Frage zu stellen. Wenn für diese Länder Wachstumshemmnisse aus der Verfügbarkeit von Humankapital bestehen, so dürfte es sich zudem nicht allein um zu geringe Investitionen in Ausbildung handeln, sondern um tiefere Probleme von institutionellen und sozio-kulturellen Modernisierungshemmnissen.

Insgesamt hat es in den letzten Jahren eine Fülle von Untersuchungen gegeben, die im internationalen Vergleich mit Hilfe von Regressionsanalysen empirisch die Verbindungen zwischen (langfristigen) Raten des Wirtschaftswachstums und verschiedenen Wachstumsfaktoren – bis hin zu Maßnahmen der Wirtschaftspolitik und den politisch-institutionellen Rahmenbedingungen – aufzuzeigen versucht haben. Ein neuerer Survey dieser empirischen Wachstumsforschung umfaßt nicht weniger als 41 Studien dieser Art (*Levine und Renelt [1991]*).

Die theoretische Ausgangsposition dieser Studien ist unterschiedlich. Neben erweiterten neoklassischen Modellen spielen Ansätze der ‚neuen‘ Wachstumstheorie eine Rolle. Zumeist werden die erklärenden Variablen als voneinander unabhängig und in linearer Form in die Analyse einbezogen, wobei die theoretischen Modelle keine Aussage darüber zulassen, welche Determinanten und Einflußfaktoren des

Wachstums als relevant zu betrachten sind. Die in dem zitierten Survey erfaßten Studien ergeben daher auch eine Zahl von mehr als 50 Variablen, die in einzelnen Regressionen signifikant mit der Rate des wirtschaftlichen Wachstums verbunden sind. *Levine* und *Renelt* haben daher in einem weiteren Beitrag (1992) die Frage der Robustheit dieser Ergebnisse überprüft, indem sie relativ geringfügige Änderungen in der Liste der jeweiligen erklärenden Variablen vorgenommen haben. Das Ergebnis ihrer Untersuchung ist, daß ein Großteil der Ergebnisse diesen Test nicht besteht und nur wenige zentrale Befunde eine robuste Korrelation mit dem wirtschaftlichen Wachstum darstellen. Werden andere makroökonomische Variablen konstant gehalten, so zeigt sich eine robuste und signifikant positive Korrelation mit dem Wirtschaftswachstum insbesondere für die Rate der Investition in physisches Kapital. Die in den meisten Untersuchungen einbezogene Variable Humankapital (meist operationalisiert mit der Sekundarschulbesuchsquote) weist zwar zunächst einen robusten, signifikant positiven Koeffizienten auf (womit das Ergebnis von *Barro* [1991] bestätigt wird): Länder mit einem überdurchschnittlichen Wirtschaftswachstum hatten mehr in die Humankapitalbildung investiert als Länder mit einem geringeren Wirtschaftswachstum. Wird jedoch für weitere Faktoren kontrolliert, so geht die Signifikanz dieses Ergebnisses verloren bzw. reduziert sich der Wachstumsbeitrag des Humankapitals.

Insgesamt erscheint der Ansatz der empirischen Wachstumsanalyse im Querschnittsvergleich problematisch im Hinblick auf die Vielzahl und die Unterschiedlichkeit der erklärenden Variablen, die in verschiedene Untersuchungen einbezogen wurden. Damit wird eine mangelnde Übereinstimmung im zugrundeliegenden theoretischen Modell dokumentiert und zum Teil kann auch von Beispielen eines „measurement without theory“ gesprochen werden. Obwohl die Ergebnisse dieser Untersuchungen überwiegend intuitiv ansprechend sind, läßt sich für praktisch jeden makroökonomischen Indikator doch zeigen, daß die aufgezeigten Zusammenhänge sensitiv sind im Hinblick auf die einbezogenen weiteren Variablen.

Ein grundsätzliches Problem der Aussagekraft solcher Regressionsanalysen liegt jedoch offensichtlich darin, daß die Frage kausaler Verbindungen notwendig offen bleibt und damit auch keine Determinanten von Wachstumsprozessen identifiziert bzw. von den empirischen Befunden keine Empfehlungen für die Wachstumspolitik abgeleitet werden können.

Die aus Gründen der Datenverfügbarkeit meist gewählte Operationalisierung der Variable Humankapital (als proxy-Variablen insbesondere Schulbesuchsquoten) ist ebenso offensichtlich mangelhaft. Indem von Fluß- statt von Bestandsgrößen der Humankapitalbildung ausgegangen wird, indem nur der Ausschnitt schulischer Humankapitalinvestitionen erfaßt und die Komponente der ‚Qualität‘ des Humankapitals vernachlässigt wird, sind mit der gewählten proxy-Variablen Verzerrungen verbunden, die in ihrem Einfluß nicht abgeschätzt werden können. Wird, wie in diesem Ansatz zwingend, das Humankapital in Form einer aggregierten Größe erfaßt, so ist schließlich auch die Frage, ob in besonderer Weise ‚wachstumsrele-

vante‘ strukturelle Aspekte des Humankapitalbestandes eines Landes damit ausgeblendet werden. Die Ergebnisse der Regressionsanalyse von Wachstumsprozessen bestätigen jedoch zumindest die These einer wichtigen Rolle des Humankapitals im Wachstumsprozeß, wobei anderen analytischen und empirischen Ansätzen die Aufgabe zukommt, die interessierenden Zusammenhänge detaillierter und in stärker auf die Entscheidungsebene bezogener Weise zu untersuchen.

#### IV. Wachstumstheorie, Wachstumspolitik und Bildungspolitik

Der neoklassischen Wachstumstheorie wird vielfach der Vorwurf gemacht, daß ihr Beitrag zum Verständnis von Wachstumsprozessen sehr beschränkt geblieben sei und dabei jedenfalls kaum von praktischer Relevanz: sie gibt keine Erklärung der unterschiedlichen Wachstumsraten verschiedener Länder oder etwa der Abschwächung des Wachstums in den 70er Jahren und schon gar nicht Aufschluß über mögliche wirtschaftspolitische Strategien zur Förderung des wirtschaftlichen Wachstums. „Eigentliches Ziel der Wachstumstheorie ist trivialerweise die Erklärung der Wachstumsrate einer Wirtschaft. So verstanden ist das neoklassische Modell keine Wachstumstheorie“ (Ramser [1990], S. 186).

Allerdings wird die neoklassische Wachstumstheorie damit an einem Anspruch gemessen, den sie selbst nie gestellt hat. Die theoretische Analyse war stets nur auf die Bedingungen eines gleichgewichtigen Wachstums, eines dauerhaften Prozesses der Akkumulation von Real- (und in der neuen Wachstumstheorie: Human-)kapital hin orientiert, nicht jedoch auf empirische Aussagen und die kausale Erklärung von Wachstumsprozessen. Auch die neue Wachstumstheorie hat mit der Endogenisierung des technischen Fortschritts über zunehmende Niveauerträge bzw. externe Effekte und private Investitionsprozesse in neues Wissen, für die dem Humankapital eine zentrale Rolle zukommt, einen gewissen Erklärungsbeitrag geleistet, der auch wachstumspolitisch nicht irrelevant ist, doch kann man diesen Ansätzen entgegenhalten, daß es sich hier vielfach um sehr spezielle Modellkonstruktionen und ‚gekünstelte‘ Annahmen handelt, die weitgehend unbekannte technische Zusammenhänge und Abläufe mit höchst exakten Modellen erfassen wollen (Solow 1991, S. 13). Auch wenn hierbei Mechanismen deutlich gemacht wurden, die sonst nicht erkennbar sind, bedeutet die ‚neue‘ Wachstumstheorie doch keine neuen sachlichen Erkenntnisse und Ideen; vielmehr hat sie nur bekannte Vorstellungen in das Modell gleichgewichtigen Wachstums einbezogen.

Solows Modell von 1956 wollte den technischen Fortschritt und den Prozeß der Humankapitalbildung nicht erklären, da er nicht aufgrund eines ökonomischen Kalküls geschaffen werde bzw. erklärt werden könne. Gegenüber der Behandlung des technischen Fortschritts als „black box“ wird mit der Transformation des Schumpeter’schen Ansatzes der Invention-Innovation-Diffusion-Sequenz des technischen Fortschritts (1934) in die ‚industrial-innovation‘- und F&E-Version der

neoklassischen Theorie das Auftreten von Neuerungen und damit die Dynamik der wirtschaftlichen Entwicklung zu einem Spezialfall von Investitionsproblemen: neben der Investition in Sachkapital und in Humankapital spielen Investitionen in F&E-Aktivitäten eine Rolle. Der technische Fortschritt fällt damit nicht als Nebenprodukt der Humankapital- oder Sachkapitalakkumulation an, sondern ist das Ergebnis von F & E – Aktivitäten gewinnmaximierender Unternehmen. F & E – Ergebnisse sind teilweise nicht-rivale Einsatzfaktoren für Innovationen, die so einen fundamentalen Niveaueffekt der Produktivitätsentwicklung schaffen (z. B. Grundlagenforschung), zum Teil jedoch ausschließbare Güter, die temporäre Wettbewerbsvorteile und Monopolrenten schaffen (z. B. patentierbare F & E – Ergebnisse).

Aus der Sichtweise einer evolutorischen Theorie der wirtschaftlichen Dynamik ist diese Perspektive für den Prozeß des technischen Fortschritts jedoch entschieden zu eng gefaßt. Das Auftreten von Neuerungen muß auf ein zugrundeliegendes Moment menschlicher Kreativität und Motivation zurückgeführt werden sowie auf institutionelle Rahmenbedingungen, die innovatives Verhalten fördern (*Witt* [1992], Kap. 3 und *Vanberg* [1992]). Insofern sind Neuerungsmöglichkeiten und realisierte Neuerungsprozesse nicht als eine einfache Funktion von F&E-Investitionen zu begreifen. Darüber hinaus ist grundsätzlich zu bezweifeln, ob die Suche nach Neuerungsmöglichkeiten und der eigentliche Innovationsprozeß mit Modellen maximierenden Verhaltens beschrieben werden kann – das ja ein bekanntes Ziel, einen definierten Output, und eine hinreichend planbare Struktur der zielführenden Aktivitäten voraussetzt. Was Innovationen in hohem Maße ungewiß und unkalkulierbar macht, ist bei den neoklassischen Modellen des Innovationsverhaltens ausgeschlossen. Demgegenüber könnten Modelle, die von ‚satisficing behaviour‘ ausgehen, anstatt von Maximierungskalkülen, eine bessere Annäherung an die Realität darstellen. Statt vom ‚repräsentativen‘ Verhalten eines ‚repräsentativen‘ Unternehmens auszugehen, müssen vielfältige und unterschiedliche Aktionen von Unternehmen bei einem weiten Spektrum von Verhaltensmöglichkeiten berücksichtigt werden, die den evolutorischen Prozeß vorantreiben. Neben unterschiedlichen strategischen Orientierungen und Erwartungen wird dabei auch stets begrenzte Rationalität aufgrund unterschiedlicher Information, unterschiedlicher Informationsverarbeitungskapazität und unterschiedlicher Kreativität eine Rolle spielen.

Mit der zentralen Bedeutung, die Ansätze einer evolutorischen Theorie dem Wissen und der menschlichen Kreativität als Triebkräfte des langfristigen wirtschaftlichen Wachstums zuordnen, knüpft eine entsprechend erweiterte Theorie des wirtschaftlichen Wachstums weniger an Schumpeter, als vor allem an Hayek an. Hayek hatte das Problem des Wissens als wesentlichen Faktor der gesellschaftlichen Entwicklung hervorgehoben; die Lösung wirtschaftlicher Probleme hängt von der bestmöglichen Nutzung der Fähigkeiten ab, verstreut vorliegendes Wissen und von der bestmöglichen Nutzung der Fähigkeiten zur Entdeckung und Anwendung neuen Wissens in einer Gesellschaft ab (1948). Nach Hayeks Theorie der kulturel-

len Evolution kann der Prozeß der Innovation, im Hinblick auf technologische Innovationen als auch im Hinblick auf organisatorisch-institutionelle Innovationen, am besten als ein evolutionärer Prozeß des ‚trial and error‘ verstanden werden, des kontinuierlichen Experimentierens, der Anpassung an neue Bedingungen, der Imitation erfolgreicher Innovationen, etc. (Hayek [1960], vgl. auch Vanberg [1992]). Aus der Bedeutung dieses experimentellen Prozesses der Anpassung und des Lernens, der kumulativen Verbesserung bisheriger Praxis, leitet Hayek sein Argument für Freiheit und Wettbewerb ab, die Rolle des Wettbewerbs als Entdeckungsverfahren. Die erfolgversprechendste Strategie liegt darin, auf die „independent and competitive efforts of many to induce the emergence of what we shall want when we see it“ zu vertrauen (1960, S. 29).

Wird die Rate des technischen Fortschritts in der gesamtwirtschaftlichen Produktionsfunktion über ein Modell des Innovationsverhaltens, das von F&E-Aufwendungen ausgeht, ‚endogenisiert‘, so stellt dieses Vorgehen in der evolutionstheoretischen Sicht einen zumindest unzureichenden Ansatz der Erklärung von Wachstumsprozessen dar. Die vielfältigen Anpassungen und Initiativen auf mikroökonomischer Ebene, die im wettbewerblichen Prozeß eine veränderte Struktur der Allokation bewirken und damit die gesamtwirtschaftliche Produktionsfunktion verändern, die Schaffung von Innovationen, die letztlich auf menschlicher Kreativität beruhen, begründen demgegenüber die Notwendigkeit einer weiterreichenden, sozialwissenschaftlichen Perspektive für die Erklärung dynamischer Prozesse. Ein evolutorischer Erklärungsansatz müßte allerdings von einem detaillierten Konzept sozio-ökonomischer Evolution ausgehen, um Änderungen aus dem System selbst erklären zu können. Dessen Grundlagen sind jedoch noch wenig entwickelt: „A proper notion of socioeconomic evolution.. presupposes adequate theories of man-made change, of its particular sources and driving forces, and an understanding of the pivotal role of novelty“ (Witt [1992], S. 7). Zudem kann die dynamische Struktur evolutionärer Prozesse offensichtlich nicht in Form der Konvergenzprozesse zu neuen Gleichgewichtszuständen begriffen werden, von denen die neoklassische Interpretation eines Wandels durch Anpassung an exogene Veränderungen der Technologie, von Institutionen, der Präferenzen etc. ausgeht. So wenig kohärent bislang ein Paradigma einer evolutorischen Theorie entwickelt ist, so sehr müßte sich die Fruchtbarkeit eines solchen Ansatzes gerade für die Erklärung des wirtschaftlichen Wachstums erweisen.

Ein weiterer Aspekt des Wachstumsprozesses, der in den aggregierten Modellen der Wachstumstheorie notwendig ausgeblendet bleibt, betrifft den Prozeß des strukturellen Wandels, der mit dem Wachstum von Einkommen und Produktivität untrennbar verbunden ist. Dieser Strukturwandel weist eine Vielzahl von Dimensionen auf, für die zahlreiche Untersuchungen der empirischen Wachstumsforschung vorliegen: er betrifft die sektorale und industrielle Struktur der Produktion, die räumliche Struktur eines regionalen Strukturwandels, die Betriebsgrößenstruktur im Unternehmensbereich, die Struktur der Beschäftigung nach Beruf, Qualifikation, Tätigkeitsinhalten etc., die Struktur des Kapitalstocks nach Alter der Kapi-

talgüter bzw. Technologieniveau, die außenwirtschaftliche Verflechtung einer Volkswirtschaft, aber auch den Wandel institutioneller Strukturen und politischer Rahmenbedingungen, von Präferenzen und Werthaltungen. Dieser vielfältige Strukturwandel im Wachstum würde für die Wachstumstheorie kein besonderes Problem darstellen, wenn unterstellt werden könnte, daß die entsprechenden Anpassungsprozesse quasi auf vollkommenen Märkten, d. h. ‚reibungslös‘, ohne wesentliche Kosten und Zeitbedarf der Anpassung ablaufen. Dies ist offensichtlich nicht der Fall, sodaß der Flexibilität einer Volkswirtschaft, Anpassungswiderständen, Marktstrukturen, die Anpassungsprozesse erschweren, etc. eine eigenständige Bedeutung als Wachstumsfaktor zukommt.

Da sich der Strukturwandel im Wachstum letztlich auf mikroökonomische Entscheidungen begründet, ist es naheliegend, hier wiederum Zusammenhänge mit dem Humankapital zu vermuten. In drei Bereichen sind diese Zusammenhänge besonders deutlich erkennbar und vielfach untersucht worden: dem Arbeitsmarkt, dem Innovationsprozeß sowie der Arbeitsorganisation und Effizienz von Unternehmen.

Eine entsprechende mikroökonomische Fundierung der Wachstumstheorie und ein Brückenschlag zwischen der Modellanalyse des Wachstums und der empirischen Wachstums- und Strukturforschung ist damit unverändert ein Desiderat für künftige Forschungsbemühungen. Von der Analyse von Innovationsprozessen in Unternehmen über die Faktoren des F & E-Prozesses bis zum Wandel der Beschäftigungs- und Qualifikationsstruktur wird dabei dem Faktor Humankapital eine zentrale Rolle zukommen. Beim derzeitigen Stand des Wissens über die Zusammenhänge von Wachstumsprozessen aus partialanalytischen Ansätzen und entsprechenden empirischen Untersuchungen bleibt jedoch die Fundierung wachstumspolitischer Strategien auf derartiges Einzelwissen und ökonomischen „common sense“ angewiesen. Der mangelnden theoretischen Stringenz und Kohärenz steht bei diesem Vorgehen immerhin der Vorteil eines reichen (wenn auch nicht immer widerspruchsfreien) Detailwissens gegenüber (wenn es etwa um die Produktivität von Arbeitskräften geht: des Einflusses von Berufsvorbildung, Berufsausübung [Lernkurveneffekte], on-the-job training, Arbeitsbedingungen [learning by doing], [Effizienz-]Löhnen, Altersstruktur der Beschäftigung [vintages] u.a.m.).

Letztlich wird das Wachstumspotential einer Volkswirtschaft von der Fähigkeit der Gesellschaft für ‚trial and error‘-Lernprozesse und zur Anpassung im technologischen und organisatorisch-institutionellen Bereich abhängen. Gegenüber den üblichen Input-Maßen zur Erfassung des Humankapitals in wachstumstheoretischen Analysen kommt daher der Effektivität und Effizienz des Bildungssystems in der Vermittlung von Neuerungs- und Lernorientierung, Kreativität und Risikobereitschaft als ‚Qualität‘ der Ausbildung entscheidende Bedeutung für das Wachstum zu. Der technische Fortschritt als treibende Kraft des wirtschaftlichen Wachstums manifestiert sich in einer höheren Produktivität der eingesetzten Faktoren, in leistungsfähigeren Kapitalgütern und in leistungsfähigeren Arbeitskräften (weshalb

es auch fragwürdig ist, das technische Wissen als einen Produktionsfaktor neben Arbeit und Kapital zu erfassen). Unter dynamischen Bedingungen von Wachstum und Strukturwandel liegt diese Leistungsfähigkeit von Arbeitskräften in der Schaffung von Innovationsmöglichkeiten und in der Fähigkeit zu deren Einführung, Nutzung und Diffusion, einschließlich geringer Innovationswiderstände (aus der Entwertung von spezifischem Humankapital) und der Fähigkeit zur Qualifikationsanpassung.

## Literatur

- Aghion, P. / Howitt, P.* (1991): „A Model of Growth through Creative Destruction“. *Econometrica* 60, S. 323 - 351.
- Arrow, K. J.* (1962): „The Economic Implications of Learning by Doing“. *Review of Economics and Statistics* 29/6, S. 155 - 173.
- (1973): „Higher Education as a Filter“. *Journal of Public Economics* 2, S. 193 - 216.
- Azariadis, C. / Drazen, A.* (1990): „Threshold Externalities in Economic Development“. *Quarterly Journal of Economics*, S. 501 - 26.
- Barro, R. J.* (1991): „Economic Growth in a Cross Section of Countries“. *Quarterly Journal of Economics* 106.
- Barro, R. J. / Becker, G. S.* (1989): „Fertility Choice in a Model of Economic Growth“. *Econometrica* LVII, S. 481 - 501.
- Barro, R. J. / Sala-i-Martin, X.* (1995): *Economic Growth*; New York etc, Mc Graw Hill.
- Becker, G. S.* (1981): *A Treatise on the Family*. Cambridge, Mass.
- Becker, G. S. / Murphy, K. M. / Tamura, R.* (1990): „Human Capital, Fertility and Economic Growth“. *Journal of Political Economy* 98, S. 12 - 37.
- Bowles, S.* (1970): „Aggregation of Labor Inputs in the Economics of Growth and Planning: Experiments with a Two Level CES Function“. *Journal of Political Economy* 78/1, S. 68 - 81.
- Bowman, M. J.* (1980): „Education and Economic Growth: An Overview“. In T. King (Hrsg.): *A Background Study for World Development Report*. World Bank Staff Working Paper No 402, Washington D.C., S. 1 - 71.
- Caldwell, J. C.* (1982): *Theory of Fertility Decline*. London.
- Cochrane, S. H.* (1980): *Fertility and Education: What Do We Really Know?* Baltimore, Maryland.
- Denison, E. F.* (1962): *The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before Us*. New York.
- (1964): „Measuring the Contribution of Education (and the Residual) to Economic Growth“. In *OECD: The Residual Factor and Economic Growth*. Paris.

- (1967): *Why Growth Rates Differ: Postwar Experience in Nine Western Countries*. Washington D.C.
- Edding, F.* (1954): *The Refugees as a Burden, a Stimulus, and a Challenge to the West German Economy*. The Hague.
- (1968): „Internationale Tendenzen in der Entwicklung der Ausgaben für Schulen und Hochschulen“. *Kieler Studien* 47, Kiel.
- Frisch, H.* (1968): *Gebundener technischer Fortschritt und wirtschaftliches Wachstum*. Berlin.
- Galenson, N. / Pyatt, G.* (1964): *The Quality of Labour and Economic Development in Certain Countries*. Genf.
- Gaspari, C.* (1973): „The Structure of Education – An Empirical Approach“. *Konjunkturpolitik* 19/3, S. 133 - 152.
- Gould, D. M. / Ruffin, R.* (1995): „Human Capital, Trade and Economic Growth“. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 131/3, S. 425 - 445.
- Griliches, Z.* (1967): „Production Functions in Manufacturing: Some Preliminary Results“. In M. Brown (Hrsg.): *The Theory and Empirical Analysis of Production*. *Studies in Income and Wealth* 31, NBER Columbia.
- (1968): „Production Functions in Manufacturing: Some Additional Results“. *Southern Economic Journal*.
- Grossman, G. / Helpman, E.* (1991a): „Quality Ladders in the Theory of Growth“. *Review of Economic Studies*, 58, S. 43 - 61.
- (1991b): *Innovation and Growth in a Global Economy*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Harbison, F. / Myers, C. A.* (1964): *Education, Manpower and Economic Growth*. New York.
- Hayek, F. A.* (1948): *The Use of Knowledge in Society*. Individualism and Economic Order, Chicago, S. 77 - 91.
- (1960): *The Constitution of Liberty*. Chicago, University of Chicago Press.
- Helpman, E.* (1992): „Endogenous Macroeconomic Growth Theory“. *European Economic Review* 36, S. 237 - 268.
- Homburg, St.* (1995): „Humankapital und endogenes Wachstum“. *Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften* 115/3, S. 339 - 366.
- Jones, L. E. / Manuelli, R.* (1990): „A Convex Model of Equilibrium Growth: Theory and Policy Implications“. *Journal of Political Economy*, 98/5, S. 1008 - 1038.
- Kendrick, J. W.* (1976): *The Formation and Stocks of Total Capital*. New York, Columbia University for NBER.
- Koneger, A. O.* (1968): „Factor Endowments and per Capita Income Differences among Countries“. *Economic Journal* 78, S. 641- 659.
- Krelle, W. / Fleck, M. / Quinke, A.* (1975): *Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen einer Ausweitung des Bildungssystems*. Tübingen.

- Layard, P. R. G. et al.* (1971): *Qualified Manpower and Economic Performance: An Interplant Study in the Electrical Engineering Industry*. London.
- Levine, R. / Renelt, D.* (1991): „Cross Country Studies of Growth and Policy: Some Methodological, Conceptual, and Statistical Problems“. World Bank Working Papers No 608.
- (1992): „A Sensitivity Analysis of Cross Country Growth Regressions“. *American Economic Review* 82, S. 942 ff.
- Lucas, R. E. Jr.* (1988): „On the Mechanics of Economic Development“. *Journal of Monetary Economics* 22, S. 3 - 42.
- (1990): „Why doesn't Capital Flow from Rich to Poor Countries?“ *American Economic Review* P&P 80, S. 92 - 96.
- (1993): „Making a Miracle“. *Econometrica* 61/2, S. 251 - 272.
- Lutz, B.* (1976): *Bildungssystem und Beschäftigungsstrukturen in Deutschland und Frankreich – Zum Einfluß des Bildungssystems auf die Gestaltung betrieblicher Arbeitskräftestrukturen*. In ISF (Hrsg.): *Betrieb – Arbeitsmarkt – Qualifikation I*, Frankfurt/M.
- Mankiw, N. G. / Romer, D. / Weil, D. N.* (1992): „A Contribution to the Empirics of Economic Growth“. *Quarterly Journal of Economics* 107/2, 407 - 437.
- Nelson, R. R.* (1964): „Aggregate Production Functions“. *American Economic Review* 57.
- Nelson, R. R. / Phelps, E. S.* (1966): „Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth“. *American Economic Review* 59, S. 69 - 76.
- OECD (1964): *The Residual Factor and Economic Growth*. Paris.
- Prescott, E. C. / Boyd, J. H.* (1987): „Dynamic Coalitions: Engines of Growth“. *American Economic Review* 77/2, S. 63 - 67.
- Psacharopoulos, G.* (1975): *Earnings and Education in OECD Countries*. Paris.
- (1985): „Returns to Education: A further international update and implications“. *Journal of Human Resources*, 20, S. 583 - 604
- Rauch, J. E.* (1988): „The Question of International Convergence of per Capita Consumption: An Euler Equation Approach“. Mimeo, University of California, San Diego.
- Rebelo, S.* (1991): „Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth“. *Journal of Political Economy*, 99/3, S. 500 - 521.
- Romer, P. M.* (1989): *Capital Accumulation in the Theory of Long-Run Growth*. In R. Barro (Hrsg.): *Modern Business Cycle Theory*; Harvard UP, Cambridge, S. 51 - 127.
- (1986): „Increasing Returns and Long-Run Growth“. *Journal of Political Economy*, 94/5, S. 1002 - 1037.
- (1990): „Endogenous Technological Change“. *Journal of Political Economy*, 98/5, S. 71 - 102.
- Schultz, Th. W.* (1960): „Capital Formation by Education“. *Journal of Political Economy* 68/6, S. 571 - 583.
- (1961a): „Investment in Human Capital“. *American Economic Review* 51/1, S. 1 - 17.

- (1961b): Education and Economic Growth. In N.B. Henry (Hrsg.): *Social Forces Influencing American Education*. Chicago.
  - (1962): Rise in the Capital Stock Represented by Education in the United States 1900 - 1957. In S.J. Mushkin (Hrsg.): *Economics of Higher Education*, Washington D.C., S. 93 - 101.
  - (1964): *Transforming Traditional Agriculture*. New Haven, Connecticut.
- Schumpeter, J. A.* (1934): *The Theory of Economic Development*. Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- Segerstrom, P. / Anant, T. / Dinopoulos, E.* (1990): „A Schumpeterian Model of the Product Life Cycle“. *American Economic Review* 80, S. 1077 - 1092.
- Solow, R. M.* (1957): „Technical Change and the Aggregate Production Function“. *Review of Economics and Statistics* 39, S. 312 - 320.
- (1962): „Technical Progress, Capital Formation and Economic Growth“. *American Economic Review* 52/3, S. 76 - 86.
  - (1991): *New Directions in Growth Theory*. In B. Gahlen (Hrsg.): *Wachstumstheorie und Wachstumspolitik – ein neuer Anlauf*. Tübingen, S. 3 - 17.
  - (1994): „Perspectives on Growth Theory“. *Journal of Economic Perspectives* 8/1, S. 45 - 54.
- Spence, M. A.* (1974): *Market Signalling: Informational Transfer in Hiring and Related Screening Processes*. Cambridge, Mass.
- Stiglitz, J. E.* (1975): „The Theory of ‚Screening‘, Education and the Distribution of Income“. *American Economic Review* 65, S. 283 - 300.
- Stokey, N.* (1988): „Learning by Doing and the Introduction of New Goods“. *Journal of Political Economy* 96, S. 701-717.
- (1991): „Human Capital, Product Quality and Growth“. *Quarterly Journal of Economics* 106, S. 587-616.
- Summers, R. / Heston, A.* (1988): „A New Set of International Comparisons of Real Product and Price Level Estimates for 130 Countries, 1950 - 1985“. *Review of Income and Wealth* 34, S. 1 - 24.
- Tolley, G. S. / Olson, E.* (1971): „The Interdependence between Income and Education“. *Journal of Political Economy* 79.
- Uzawa, H.* (1965): „Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth“. *International Economic Review* 6/1, S. 18 - 31.
- Vanberg, V.* (1992): *Innovation, Cultural Evolution, and Economic Growth*. In U. Witt (Hrsg.): *Explaining Process and Change – Approaches to Evolutionary Economics*. Ann Arbor, S. 105 - 121.
- Weißhuhn, G.* (1976): *Sozio-ökonomische Analyse von Bildungs- und Ausbildungsaktivitäten*. Berlin 1976.
- Welch, F.* (1970): „Education in Production“. *Journal of Political Economy* 78/1, S. 35 - 59.

- Witt, U.* (1992): Evolution as the Theme of a New Heterodoxy in Economics. In U. Witt (Hrsg): Explaining Process and Change – Approaches to Evolutionary Economics. Ann Arbor.
- Yang, X. / Borland, J.* (1991): „A Microeconomic Mechanism for Economic Growth“. Journal of Political Economy 99/3, S. 460 - 482.
- Young, A.* (1991): „Learning by Doing and the Dynamic Effects of International Trade“. Quarterly Journal of Economics 106, S. 369 - 406.
- (1993): „Invention and Bounded Learning by Doing“. Journal of Political Economy 96, S. 443 - 472.

