

Straßberger, Florian

**Article — Digitized Version**

## Technischer Wandel und wirtschaftliches Wachstum: Einige jüngere Entwicklungen, empirische Ergebnisse und wirtschaftliche Konsequenzen

Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung

**Provided in Cooperation with:**

German Institute for Economic Research (DIW Berlin)

*Suggested Citation:* Straßberger, Florian (1995) : Technischer Wandel und wirtschaftliches Wachstum: Einige jüngere Entwicklungen, empirische Ergebnisse und wirtschaftliche Konsequenzen, Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung, ISSN 0340-1707, Duncker & Humblot, Berlin, Vol. 64, Iss. 2, pp. 200-220

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/141090>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

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

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

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

**Terms of use:**

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

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

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

# Technischer Wandel und wirtschaftliches Wachstum: Einige jüngere Entwicklungen, empirische Ergebnisse und wirtschaftspolitische Konsequenzen\*

von Florian Straßberger

## 1. Einleitung

Technische Leistungsfähigkeit ist eine der Hauptdeterminanten der internationalen Wettbewerbsfähigkeit von Nationen. Insbesondere für hochindustrialisierte Länder mit hohem Lohnniveau ist technologische Kompetenz eine wichtige Voraussetzung zur Erzielung hoher Einkommen<sup>1</sup>. Um so erstaunlicher ist die Tatsache, daß wichtige Strömungen der Volkswirtschaftslehre in der Nachkriegszeit — insbesondere die traditionelle neoklassische Wachstumstheorie — zur Natur des technischen Wandels und der Entstehung von Innovationen vergleichsweise wenig zu sagen hatten. Dies hat sich erst in jüngerer Zeit geändert. Der vorliegende Aufsatz beschäftigt sich mit wichtigen Etappen innerhalb der volkswirtschaftlichen Theoriebildung der letzten Jahrzehnte zur Beschreibung (und Erklärung) des Phänomens „technischer Wandel“ sowie der Bedeutung technischen Wissens für ökonomische Wachstumsprozesse.

Die Qualität volkswirtschaftlicher (und anderer) Theorien ist von deren empirischem Erklärungsgehalt abhängig. Modelle abstrahieren dabei mehr oder weniger stark von der überwältigenden Fülle realer Sachverhalte und wählen lediglich einige für zentral erachtete Bestandteile aus. Die Auseinandersetzung mit empirischen Beobachtungen und statistischem Material ist demnach eine wichtige Voraussetzung für die Bildung von Theorien. Ausgangspunkt für die Erstellung von Modellen ist oft ein „stilisierter Blick“ auf diese Daten (...), der unter Umständen strittige Details vernachlässigt und sich auf qualitative Eigenschaften der Daten konzentriert.<sup>2</sup> Einige Gruppen von so gewonnenen stilisierten Fakten (*stylized facts*)<sup>3</sup> aus dem Bereich der Wachstumstheorie sollen im folgenden vorgestellt und vor allem im Hinblick auf ihre Aussagen zum technischen Wandel näher untersucht werden.

Die empirischen Sachverhalte und deren Interpretation sind in starkem Maße an die jeweilige Phase im historischen Entwicklungsprozeß gebunden. Grundlegende Änderungen der Struktur des Wirtschaftens haben deshalb stets dazu geführt, daß alte *Mainstream*-Theorien an Erklärungsgehalt verloren haben und aufgegeben bzw. stark modifiziert werden mußten. Der Erfolg neuer oder verän-

derter Modelle hängt davon ab, inwieweit diese der Veränderung der empirischen Gegebenheiten besser Rechnung tragen als konkurrierende Ansätze. Unterschiedliche Listen von *stylized facts* sind freilich nicht nur auf Veränderungen der realen Strukturen zurückzuführen, sondern ergeben sich zu ein und demselben Zeitpunkt auch aus unterschiedlichem Erkenntnisinteresse oder Unterschieden bei der Interpretation und Auswahl der zu erklärenden Sachverhalte<sup>4</sup>.

Charakteristischerweise erfolgt der Prozeß der Theorieanpassung mit einer gewissen Verzögerung: Dies liegt u.a. daran, daß neue *stylized facts* erst nach und nach zur Kenntnis genommen und als allgemeingültig angesehen werden. Darüber hinaus weisen traditionelle wissenschaftliche Paradigmen einer Disziplin in der Regel ein beträchtliches Beharrungsvermögen auf. Neue empirische Befunde werden entweder als unwesentliche Sonderentwicklungen eingestuft oder durch leichte Modifikationen der existierenden Theorie in das alte Paradigma einbezogen. Erst wenn die Unzufriedenheit mit dem traditionellen Paradigma überhandnimmt und gleichzeitig elegante Vorschläge einer neuen theoretischen Einordnung der Beobachtungen gefunden werden, kann sich ein neuer Erklärungsansatz durchsetzen. Eine neues Paradigma muß im Wettbewerb mit anderen Erklärungsansätzen eine genügende Zahl von Anhängern für sich gewinnen können. Die unter

---

\* Für wichtige Hinweise danke ich Vera Lessat und Ludger Lindlar.

<sup>1</sup> Das Pro-Kopf-Einkommen einer Volkswirtschaft kann als umfassendster Indikator für die gesamtwirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit angesehen werden. Zu den Determinanten von Wettbewerbsfähigkeit vgl. Schumacher et al. (1995), insbes. S. 68, sowie die Aufsätze von Schumacher und Trabold in diesem Heft.

<sup>2</sup> Breitung, Haslinger, Heinemann (1993), S. 172.

<sup>3</sup> Stilisierte Fakten können wie folgt definiert werden: „Es handelt sich um empirische Regularitäten, die unter Vernachlässigung von Details, weitgehendem Verzicht auf theoretische Vorinformation und dem Ziel, allgemeine Akzeptanz zu erlangen, ermittelt werden.“ (Breitung, Haslinger, Heinemann (1993), S.172).

<sup>4</sup> Strenggenommen sind *stylized facts* nicht immer Fakten im wörtlichen Sinn. In einigen Fällen handelt es sich mehr um Annahmen, die nicht zuletzt aus Gründen der formalen Darstellbarkeit gemacht werden (vgl. Anhang A und B).

dem neuen Blickwinkel aufgeworfenen Hypothesen beschreiben ein künftiges Forschungsprogramm für ihre Vertreter. Wissenschaftlicher Fortschritt entsteht also einerseits durch ständige Verfeinerungen innerhalb eines gerade gültigen Paradigmas, andererseits aber durch Paradigmenwechsel; beides ist durch die wachsende Unzufriedenheit mit herkömmlichen Theorien motiviert<sup>5</sup>. Ebenso wie die Relevanz einer Theorie von empirischen Erkenntnissen abhängt, sind auch empirische Arbeiten gewöhnlich vom theoretisch vorgegebenen Blickwinkel geprägt.

Anders als in den meisten naturwissenschaftlichen Disziplinen, deren Theorien bisher in der Regel durch wiederholbare Experimente überprüft werden konnten, kommt es in Bereichen der Geistes- und Sozialwissenschaften selten zu einem regelrechten Paradigmenwechsel. Auch die auf

Grundlage von statistischem Material gewonnenen Erkenntnisse sind meist kein eindeutiger Beleg für eine einzelne Theorie. Tatsächlich existieren innerhalb der Volkswirtschaftslehre oft mehrere Erklärungsansätze nebeneinander, was zur häufigen Benutzung der Affixe „neu-“ oder „neo-“ für einzelne Entwicklungsstränge der volkswirtschaftlichen Lehrmeinungen führt.

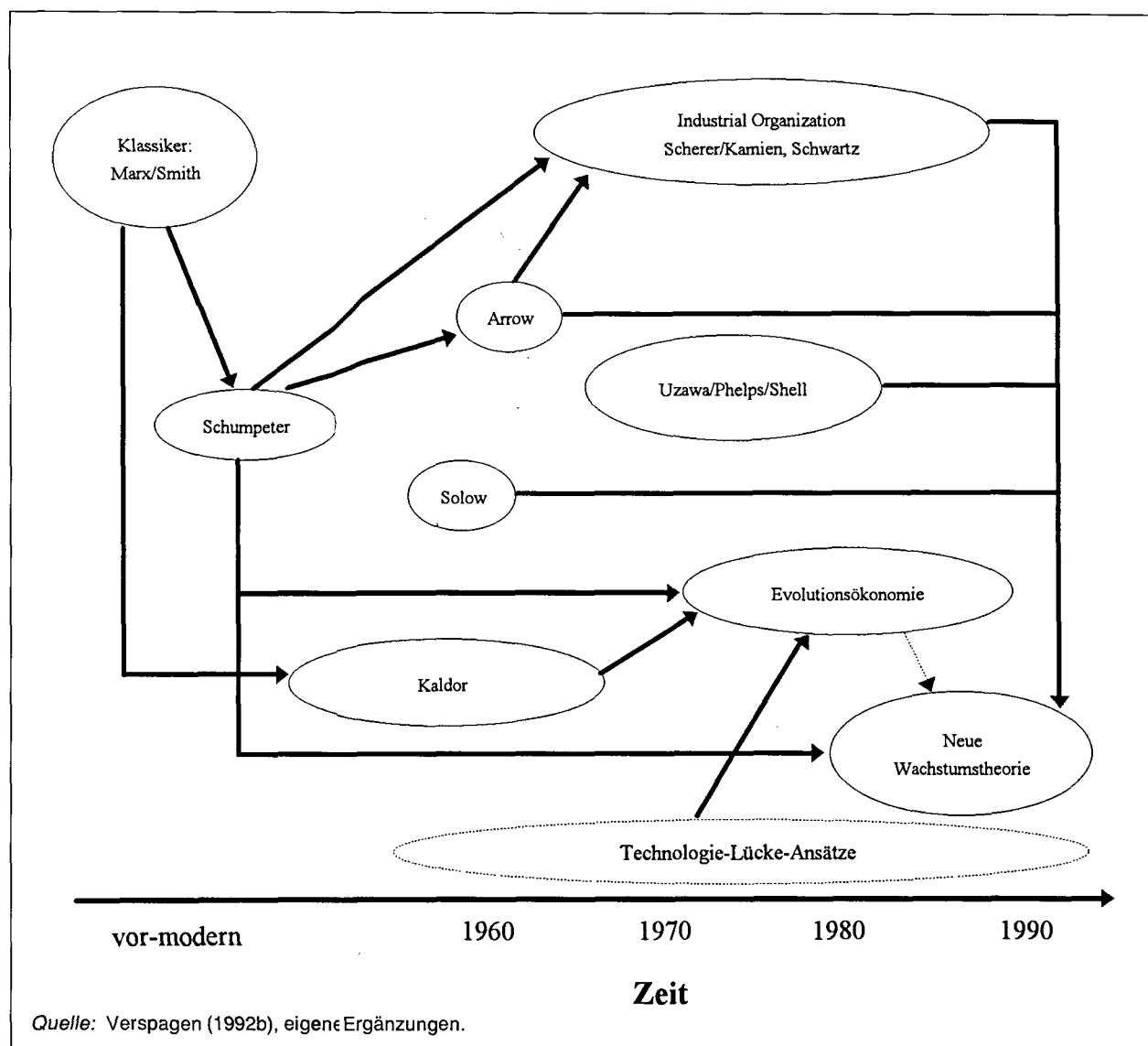
Robert Solow, der Begründer der neoklassischen Wachstumstheorie, verglich in einem Vortrag aus den späten 60er Jahren ein Modell mit einer Parabel, bei der es nicht darauf ankommt, daß das Erzählte wörtlich stimmt, sondern daß es gut erzählt ist und sich aus ihm eine brauchbare Moral ableiten läßt<sup>6</sup>. Das Ausblenden be-

<sup>5</sup> Grundlegend zur epistemologischen Theorie der Paradigmenwechsel ist der Ansatz von Kuhn (1970).

<sup>6</sup> Solow (1970), S. 1 f.

Übersicht 1

Wachstum und technischer Wandel in der Volkswirtschaftslehre — Genealogie der Lehrmeinungen



Quelle: Verspagen (1992b), eigene Ergänzungen.

stimmter anerkannter empirischer Phänomene ist nicht nur zulässig, sondern im Hinblick auf die Eleganz der Formalisierung sogar wünschenswert, wenn unterstellt werden kann, daß von ihnen nur geringe Einflüsse auf die zentralen Variablen des betrachteten Modells ausgehen. Im Fall der Lehrbuch-Wachstumstheorie der letzten Jahrzehnte hat sich jedoch zunehmend der Eindruck erhärtet, daß die Auswahl der modellimmanent dargestellten Variablen wichtige Aspekte des Wesens von Wachstumsprozessen ausklammert. Die Kritik bezieht sich vorwiegend auf die mangelnde Einbeziehung der Bestimmungsgründe technischer Fortentwicklung (Exogenität des technischen Wandels) sowie auf die Hypothese von der Konvergenz der Wachstumsraten des Pro-Kopf-Einkommens im internationalen Vergleich.

Im folgenden Abschnitt sollen wichtige Stationen im Prozeß der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung veranschaulicht werden, die sich mit der Bedeutung technischen Wandels für den Wachstumsprozeß beschäftigen. Einen Überblick über wichtige Ansätze gibt Übersicht 1.

Ausgehend von der neoklassischen Wachstumstheorie (Solow) und ihrer zeitgenössischen keynesianischen Alternative (Kaldor) sollen im folgenden Abschnitt einige Ansätze beschrieben werden, die in den letzten Jahrzehnten zur Erklärung technischen Wandels innerhalb von volkswirtschaftlichen Wachstumsmodellen entwickelt wurden. Dabei sollen die Ansätze der Evolutionsökonomie mit ihrer Rückbesinnung auf Ideen Schumpeters sowie die jüngsten Erkenntnisse der Neuen Wachstumstheorie, die selbst in neoklassischer Tradition steht, aber zumindest in einigen Punkten neoklassische Überzeugungen aufgibt, besondere Beachtung finden. Im Anschluß daran werden diejenigen Aspekte dargestellt, die im Laufe der letzten Jahrzehnte zur Unzufriedenheit mit den vorhandenen Modellen geführt haben und ausschlaggebend für die theoretischen Weiterentwicklungen waren. Ein Überblick über die politischen Handlungsempfehlungen, die aus den jüngeren theoretischen Richtungen abgeleitet werden können, bildet den Abschluß.

## 2. Technischer Wandel in der volkswirtschaftlichen Wachstumstheorie

### 2.1 Traditionelle neoklassische Wachstumstheorie

Die Erklärung wirtschaftlichen Wachstums wurde in den ersten Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg überwiegend vom neoklassischen Paradigma geprägt. Das neoklassische Modell, das insbesondere auf zwei Aufsätze Robert Solows aus den 1950er Jahren zurückgeht<sup>7</sup>, verdrängte andere Erklärungsansätze aus den Lehrbüchern und eignete sich aufgrund relativ unkomplizierter mathematischer Formalisierbarkeit auch hervorragend für empirische Analysen wirtschaftlicher Wachstumsprozesse im Rahmen des sogenannten *growth accounting*<sup>8</sup>.

Ausschlaggebend für den Erfolg des neoklassischen Ansatzes war, daß er die wesentlichen als allgemeingültig

anerkannten empirischen Tatbestände langfristiger Wachstumsprozesse hinreichend beschreiben konnte. Diese „Fakten“ wurden Ende der 50er Jahre vom Keynesianer Nicholas Kaldor zusammengestellt und bildeten für mehr als zwei Jahrzehnte die Grundlage des volkswirtschaftlichen Verständnisses von Wachstumsprozessen (vgl. Übersicht 2 sowie Anhang A).

Diese Fakten wurden von neoklassischer Seite aus weitgehend akzeptiert, konnten jedoch nicht wirklich erklärt werden. Das letzte wurde sogar mit dem Hinweis auf seine Irrelevanz für die Erklärung nationaler Wachstumsprozesse bewußt ausgeklammert. Kaldor, einer der Hauptkritiker der neoklassischen Wachstumstheorie, schrieb Anfang der 60er Jahre dazu:

*„None of these 'facts' can be plausibly 'explained' by the theoretical constructions of neo-classical theory. On the basis of the marginal productivity theory (...) one would expect a continued fall in the rate of profit with capital accumulation, and not a steady rate of profit. (...) Similarly, on the basis of the neo-classical approach, one expects diminishing returns to capital accumulation which implies a steady rise in the capital-output ratio pari passu with the rise in the capital-labour ratio; and a diminishing rate of growth in the productivity of labour at any given ratio of investment to output (or savings to income).”<sup>9</sup>*

<sup>7</sup> Solow (1956 und 1957), vgl. auch Solow (1970).

<sup>8</sup> Vgl. Scott (1991), S. 70 ff.

<sup>9</sup> Kaldor (1961), S. 179.

### Übersicht 2

#### Kaldors *Stylized facts* (1961)

- (1) Arbeitsproduktivität und Produktionsvolumen wachsen mit einer anhaltenden Rate; eine Tendenz für einen Rückgang dieser Wachstumsrate zeichnet sich nicht ab.
- (2) Der Bestand an physischem Kapital pro Beschäftigtem nimmt zu.
- (3) Die Ertragsrate des physischen Kapitals, der reale Zins, ist stabil.
- (4) Der Quotient aus Kapital und Output weist im zeitlichen Verlauf keine wesentlichen Schwankungen auf, die Wachstumsrate von Kapital und Output ist in etwa gleich groß.
- (5) a) Der Anteil der Einkommen aus dem Faktor Kapital ist im internationalen Vergleich hoch korreliert mit der Investitionsquote (Anteil der Investitionen am Produktionsvolumen).  
b) In Perioden konstanter Investitionsquoten ist der Anteil der Gewinne und Löhne am Produktionsvolumen weitgehend konstant, d.h. das Einkommen verteilt sich dann zu konstanten Anteilen auf die Faktoren Arbeit und Kapital.
- (6) Die Wachstumsraten der Arbeitsproduktivität und des Produktionsvolumens unterscheiden sich im internationalen Vergleich stark voneinander.

Quelle: Kaldor 1961.

Tatsächlich führt die linear-homogene Produktionsfunktion Solow'scher Bauart mit konstanten Skalenerträgen für sich genommen aufgrund der Annahme abnehmender Grenzerträge der einzelnen Produktionsfaktoren zu langfristig rückläufigen Wachstumsraten von Produktion und Produktivität. Erst durch die *Ad-hoc*-Einbeziehung von technischem Fortschritt<sup>10</sup> läßt sich anhaltendes Wachstum ableiten und damit eine Übereinstimmung mit den stilisierten Fakten (1) bis (5) herstellen. Im Modell verschiebt sich durch die Effizienzsteigerungen die Produktionsmöglichkeitenkurve nach oben, d.h. mit denselben Einsatzmengen an Arbeit und Kapital kann durch technischen Fortschritt mehr Output produziert werden<sup>11</sup>.

Durch diesen „Kunstgriff“ gerät die betrachtete Wirtschaft auf einen Wachstumspfad, der, sieht man von der Wachstumsrate des Produktionsfaktors Arbeit ab, allein vom Wachstum des technischen Fortschritts bestimmt wird<sup>12</sup>. Diese letztere Größe erhält im Rahmen des Modells von Solow einen zentralen Stellenwert, bleibt aber exogen, d.h. kann nicht modellimmanent erklärt werden. Stattdessen ist technischer Wandel aus Sicht der neoklassischen Theorie ein trendmäßig anwachsendes *mana from heaven*, das durch menschliches Zutun nicht beeinflusst werden kann und kostenlos zur Verfügung steht. Insbesondere ist der Stand der Technologie vollständig unabhängig vom Investitionsverhalten der Unternehmen<sup>13</sup>.

Trotz dieser Defizite erwies sich das neoklassische Wachstumsmodell als ein äußerst eleganter Ansatz zur Klärung der Frage, wie groß die Bedeutung einzelner Produktionsfaktoren für das gesamte Wachstum einer Volkswirtschaft ist. Das Wachstum des Sozialprodukts ergibt sich durch die Addition einzelner Summanden: Wachstum der Inputs, Veränderungen bei der Qualität der Inputs und Skalenerträge. Es verbleibt eine Restgröße (*residual*), die durch die erwähnten Determinanten nicht erklärt werden kann. Diese wird als technischer Wandel interpretiert. Durch die Studien der Vertreter des *Growth-accounting*-Ansatzes wurde die enorme quantitative Bedeutung des Faktors Technologie empirisch belegt. Gemessen werden konnte er aber lediglich als Residualgröße. Abramovitz sprach vom *measure of our ignorance*<sup>14</sup>.

Bei Zerlegung der gesamtwirtschaftlichen Wachstumsrate bleibt problematisch, daß nicht eindeutig ist, was genau mit dem Residuum gemessen werden soll. Tatsächlich versuchten die verschiedenen Ansätze im Rahmen des *growth accounting*, die Restgröße in ihren Schätzungen nach und nach dadurch zu reduzieren, daß die „Qualität“ der Produktionsfaktoren stärkere Berücksichtigung fand. Ein (mitunter bedeutender) Teil der Restgröße „technischer Fortschritt“ wurde somit je nach der Ausdifferenziertheit des verfügbaren Datenmaterials bei unterschiedlichen Faktoren mit erfaßt. Des weiteren können im Rahmen des *growth accounting* auch keine Interdependenzen, etwa zwischen Kapitalakkumulation und technischem Fortschritt, berücksichtigt werden, was zweifellos eine starke Einschränkung der Aussagefähigkeit darstellt. Während

der zwei Jahrzehnte nach Solows bahnbrechenden Aufsätzen erfreute sich die Zerlegung der Wachstumsraten allerdings einer ungeheueren Popularität in empirischen Arbeiten und trug so zur Verbreitung der neoklassischen Wachstumstheorie als des vorherrschenden Paradigmas bei<sup>15</sup>.

## 2.2 Keynesianische Wachstumstheorie

Ein weiterer Grund für den Erfolg des neoklassischen Wachstumsmodells lag in einem Mangel an attraktiven Alternativen: Auch im früher entwickelten keynesianischen Wachstumsmodell von Harrod und Domar war das Wachstum letztendlich von exogenen Faktoren abhängig. Ein gleichgewichtiger Wachstumspfad wurde in ihrem Modell aber — anders als im Fall des neoklassischen Modells — nur zufällig erreicht, wenn die Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital im Ausgangszustand vollständig genutzt wurden und beide Faktoren im zeitlichen Verlauf gleich schnell wuchsen. Das Modell konnte keine Aussagen über das Erreichen dieses Zustandes machen, so daß die Möglichkeit eines *Steady-state*-Wachstumspfades dem Zufall überlassen bleiben mußte. Selbst wenn der gleichgewichtige Wachstumspfad zufällig erreicht wird, führen anfängliche geringfügige Abweichungen zu einer sich selbst verstärkenden Instabilität<sup>16</sup>.

Kaldor entwickelte etwa zur gleichen Zeit wie Solow ein Wachstumsmodell keynesianischen Zuschnitts (vgl. Übersicht 1). Seine wesentliche Erweiterung bestand — im Hinblick auf technischen Wandel — in der stärkeren Betonung des Investitionsverhaltens: Technischer Fortschritt ist in seinem Ansatz abhängig von der Anschaffung neuer, produktiverer Maschinen. Kaldor argumentierte, daß man im Fall einer neoklassischen Produktionsfunktion nicht unterscheiden könne zwischen einer *Bewegung auf der* Produktionsfunktion (hervorgerufen durch eine Erhöhung des Kapitaleinsatzes) und einer *Verschiebung* der Produktionsfunktion (als Resultat des technischen Fortschritts). Schließlich seien technische Neuerungen in der Regel mit dem verstärkten Einsatz neuer Kapitalgüter (pro Beschäf-

<sup>10</sup> Vgl. Solow (1956), S. 85 ff., und (1970), S. 33 ff., sowie Scott (1991), S. 72 ff.

<sup>11</sup> Solow erwähnt, daß auch bei steigenden Skalenerträgen trotz der abnehmenden Grenzertragsraten konstante Wachstumsraten abgeleitet werden könnten, hält diese Alternative aber für quantitativ weniger bedeutend als den technischen Wandel und beschränkt sich daher auf letzteren (Solow (1970), S. 34).

<sup>12</sup> Vgl. Verspagen (1992b), S. 15 f.

<sup>13</sup> Vgl. Scott (1991).

<sup>14</sup> Abramovitz (1986). Hinweise auf wichtige Arbeiten im Rahmen des *growth accounting* finden sich bei Fagerberg (1994), S. 1148 ff., und Scott (1991), S. 71, sowie im Überblicksartikel von Kennedy, Thirlwall (1972).

<sup>15</sup> Vgl. Fagerberg (1994), S. 1148 ff. In einigen Punkten ging das *growth accounting* über die Neoklassik hinaus, etwa wenn in Abweichung von neoklassischen Annahmen positive Skalenerträge zugelassen wurden.

<sup>16</sup> Vgl. Verspagen (1992a und 1992b) sowie Kaldor (1961), S. 183.

tigtem) verbunden. Eine Unterscheidung zwischen beiden Effekten — technische Neuerung einerseits und verstärkter Kapitalgütereinsatz andererseits — sei nicht sinnvoll durchzuführen<sup>17</sup>.

Kaldor löste das Problem, indem er eine *technical progress function* definierte, welche den Zusammenhang zwischen den Wachstumsraten von Output und physischem Kapitalstock (jeweils pro Kopf) darstellt. Höhere Investitionen in physisches Kapital führen zu einer Erhöhung der Arbeitsproduktivität. Da aber die Ertragsraten aus zusätzlichem Kapitaleinsatz pro Kopf abnehmen, läßt die produktivitätssteigernde Wirkung zusätzlicher Investitionen allmählich nach und verschwindet ab einem gewissen Punkt ganz. Situationen niedrigen Wachstums erklärte Kaldor damit, daß technische Möglichkeiten anfänglich teilweise ungenutzt bleiben und erst durch verstärkte Investitionstätigkeit (*capital deepening*) erschlossen werden. Damit gewinnen die Akteure Einfluß auf den technischen Fortschritt und eine anhaltende Stabilität der Wachstumsraten von Arbeitsproduktivität und Pro-Kopf-Einkommen wird vorstellbar<sup>18</sup>.

Auch internationale Unterschiede der Wachstumsraten werden unmittelbar einsichtig. Unterstellt man einen kausalen Zusammenhang zwischen dem Produktionsvolumen — als unabhängiger Variable — und der Arbeitsproduktivität (Verdoorns Gesetz), so läßt sich sogar eine Divergenz der Wachstumsraten im internationalen Vergleich theoretisch herleiten: Länder mit hohem Produktionsvolumen können Spezialisierungsvorteile besser ausnutzen als andere; Produktivitätsfortschritte und Outputsteigerungen treten in eine sich selbst verstärkende Wechselbeziehung und führen zu anhaltenden Wachstumsunterschieden im internationalen Vergleich<sup>19</sup>.

Der genaue Verlauf von Kaldors Funktion des technischen Fortschritts bleibt allerdings ebensowenig mikroökonomisch fundiert wie der technische Wandel im neoklassischen Fall. Damit ist auch die sich ergebende Wachstumsrate des Pro-Kopf-Einkommens wiederum hauptsächlich von exogenen Faktoren abhängig<sup>20</sup>.

### 2.3 Schumpeterianische Tradition und Evolutionsökonomie

Im Unterschied zu den traditionellen neoklassischen und keynesianischen Modellen stellen andere Ansätze die mikroökonomische Fundierung von Wachstumsprozessen geradezu in den Mittelpunkt ihres Erkenntnisinteresses. Am erfolgreichsten erwiesen sich dabei Ansätze, die auf Josef Schumpeter zurückgehen. Schumpeter zufolge sind innovierende Unternehmer die treibende Kraft des wirtschaftlichen und technologischen Wachstumsprozesses, die auf der ständigen Suche nach Profitmöglichkeiten „neue Kombinationen“ für die Herstellung neuartiger Produkte oder Herstellungsverfahren oder die Erschließung neuer Märkte entwickeln. Durch derartiges innovatives Verhalten wird altes, vorhandenes Wissen entwertet: Für

den Pionierunternehmer (*first mover*) entsteht die Möglichkeit, außerordentliche Gewinne zu erwirtschaften, während seine Konkurrenten mit veralteten Produkten im Markt zu bleiben versuchen und erst durch allmähliche Imitation des Vorreiters wieder an Konkurrenzfähigkeit gewinnen. Im Laufe dieses Aufholprozesses werden die Gewinne des ursprünglich innovierenden Unternehmens allmählich vermindert und verschwinden schließlich ganz<sup>21</sup>.

Der Innovationsprozeß, der sich aus dem Schumpeterischen Ansatz ergibt, ist gekennzeichnet von Diskontinuitäten und Unsicherheiten. In seiner unformalisierten Innovationstheorie ist kein Platz für die homogenen Unternehmen der Neo-Klassik, die über vollständige Information und frei verfügbares technisches Wissen verfügen und keine Gewinne erwirtschaften können. Erst durch das Bestreben von wagemutigen Unternehmerpersönlichkeiten, die bereit sind, Ressourcen ohne garantierten Ertrag in die Erschließung neuer Produkte oder Produktionsmöglichkeiten zu investieren, kommt ein Wachstumsprozeß in Gang. Die resultierende Entwicklung ist stark von Zufälligkeiten sowie dem in der Vergangenheit eingeschlagenen Pfad abhängig.

Schumpeters Ideen fanden vor allem über die Evolutionsökonomie Eingang in die Volkswirtschaftslehre der letzten Jahrzehnte. Die Erkenntnisse der evolutionsökonomischen Forschung legten die Unzulänglichkeiten der traditionellen neoklassischen Wachstumstheorie zunehmend offen und haben — im Sinne von Kuhn — zu einer Unzufriedenheit mit dem herrschenden wissenschaftlichen Paradigma geführt, die dessen Weiterentwicklung entscheidend beschleunigt hat<sup>22</sup>.

In der Evolutionsökonomie wird technischer Wandel als ein Suchprozeß verstanden, der von einer Reihe endogener und exogener Faktoren abhängig ist. Dabei kann zwischen grundlegenden technischen Neuerungen einerseits und kleineren Anpassungen andererseits unterschieden werden. Grundlegende technische Neuerungen oder technologische Paradigmen, die mehr oder weniger zufällig als Ergebnis wissenschaftlicher Forschung oder kreativer Erfindertätigkeit entstehen, zeichnen sich durch große Breitenwirkung (*pervasiveness*) aus<sup>23</sup>. Beispiele hierfür

<sup>17</sup> Vgl. Kaldor (1961), S. 207 ff., und die Interpretationen bei Scott (1991), S. 108 ff., und Verspagen (1992b), S. 20 ff.

<sup>18</sup> Vgl. Kaldor (1961), S. 208 f., Jones (1975), S. 195 ff., Scott (1991), S. 110 f., und King, Robson (1992), S. 45.

<sup>19</sup> Vgl. Verspagen (1992b), S. 22.

<sup>20</sup> Vgl. Verspagen (1992b), S. 43.

<sup>21</sup> Vgl. Schumpeter (1911 und 1942).

<sup>22</sup> Für die folgende Darstellung vgl. insbesondere die Arbeiten von Nelson und Winter (1974, 1977 und 1982) sowie die Darstellungen bei Dosi (1982, 1988a und b, 1993).

<sup>23</sup> Bei Dosi (1982) finden sich explizite Hinweise auf die Theorie wissenschaftlicher Entwicklung von Kuhn. Technischer Wandel erfolgt ähnlich wie wissenschaftlicher Fortschritt in Form einerseits grundlegender Schübe (Paradigmenwechsel) und andererseits inkrementaler Verbesserungen innerhalb eines Paradigmas (siehe auch Kuhn (1970)).

reichen von der Erfindung der Dampfmaschine über die Elektrifizierung bis hin zur Mikroelektronik und Biotechnologie. Die produktiven Wirkungen einer neuen Querschnittstechnologie entfalten sich jedoch nicht plötzlich, sondern unterliegen einem amälichen Entwicklungsprozeß. Innerhalb eines technologischen Paradigmas findet eine ständige Verfeinerung in Form von graduellen Innovationen statt, die etwa im Fall der Mikroelektronik durch Forschungsanstrengungen zum Ausdruck kommt, die auf eine Verkleinerung von Speicherchips bei ständiger Leistungserweiterung gerichtet sind. Während die Entstehung eines technologischen Paradigmas von Faktoren abhängt, die in der Regel außerhalb von ökonomischen Erklärungsansätzen liegen, ist der Entwicklungspfad (*technological trajectory*) innerhalb eines technologischen Paradigmas von den gezielten Innovationsaktivitäten der Unternehmen abhängig. Die Suche nach Neuerungen innerhalb eines technologischen Entwicklungspfades ist dabei insofern relativ wohlgeordnet, als sich die Forschungstätigkeit hauptsächlich auf spezielle, innerhalb des Entwicklungspfades auftauchende Probleme bezieht (etwa die Erweiterung der Speicherkapazität pro Chip) und nicht versucht wird, die gesamte Fülle grundsätzlich realisierbarer Technologien zu erkunden.

Da Innovationstätigkeit mit Unsicherheiten verbunden und Information nicht kostenlos erhältlich ist, vollzieht sich die Suche nach neuen technischen Möglichkeiten pfadabhängig und kumulativ: Anstatt die Gesamtheit der grundsätzlich technisch zu verwirklichenden Möglichkeiten zu berücksichtigen, hängt die Innovationstätigkeit eines Unternehmens stark von den bisher erworbenen Kompetenzen ab: „*What the firm can hope to do in the future is narrowly constrained by what it has been capable of doing in the past*“<sup>24</sup>. Das unternehmensintern verfügbare Wissen ist aber nicht die einzige verfügbare Quelle für die Erlangung technischer Kompetenz, sondern wird durch externes, frei zugängliches Wissen erweitert, das aus anderen Unternehmen oder staatlichen Forschungseinrichtungen stammt.

Der Anreiz für innovative Tätigkeit entsteht den Unternehmen aus der Aussicht, Gewinne erwirtschaften zu können. Dieses *profit-seeking behavior* muß deutlich vom Maximierungsverhalten der Unternehmen in neoklassischer Sichtweise unterschieden werden: Während die Annahme der Gewinnmaximierung im Rahmen vollständiger Konkurrenz von gegebenen Preisen und vollständiger Information ausgeht, ist die Suche nach Gewinnmöglichkeiten das Ergebnis eines auf Unsicherheiten beruhenden Entdeckungsverfahrens, dem lediglich vage Entscheidungsregeln mit unsicherem Ergebnis zugrunde liegen.

Die Evolutionsökonomie liefert Ansätze für die Erklärung von beobachteten Unterschieden im innovativen Verhalten von Branchen und Unternehmen innerhalb einer Branche (vgl. Übersicht 3). Die intersektoralen Unterschiede ergeben sich einmal aus der rein wissenschaftlichen Fortentwicklung verschiedener Technologiefelder, die für einzelne

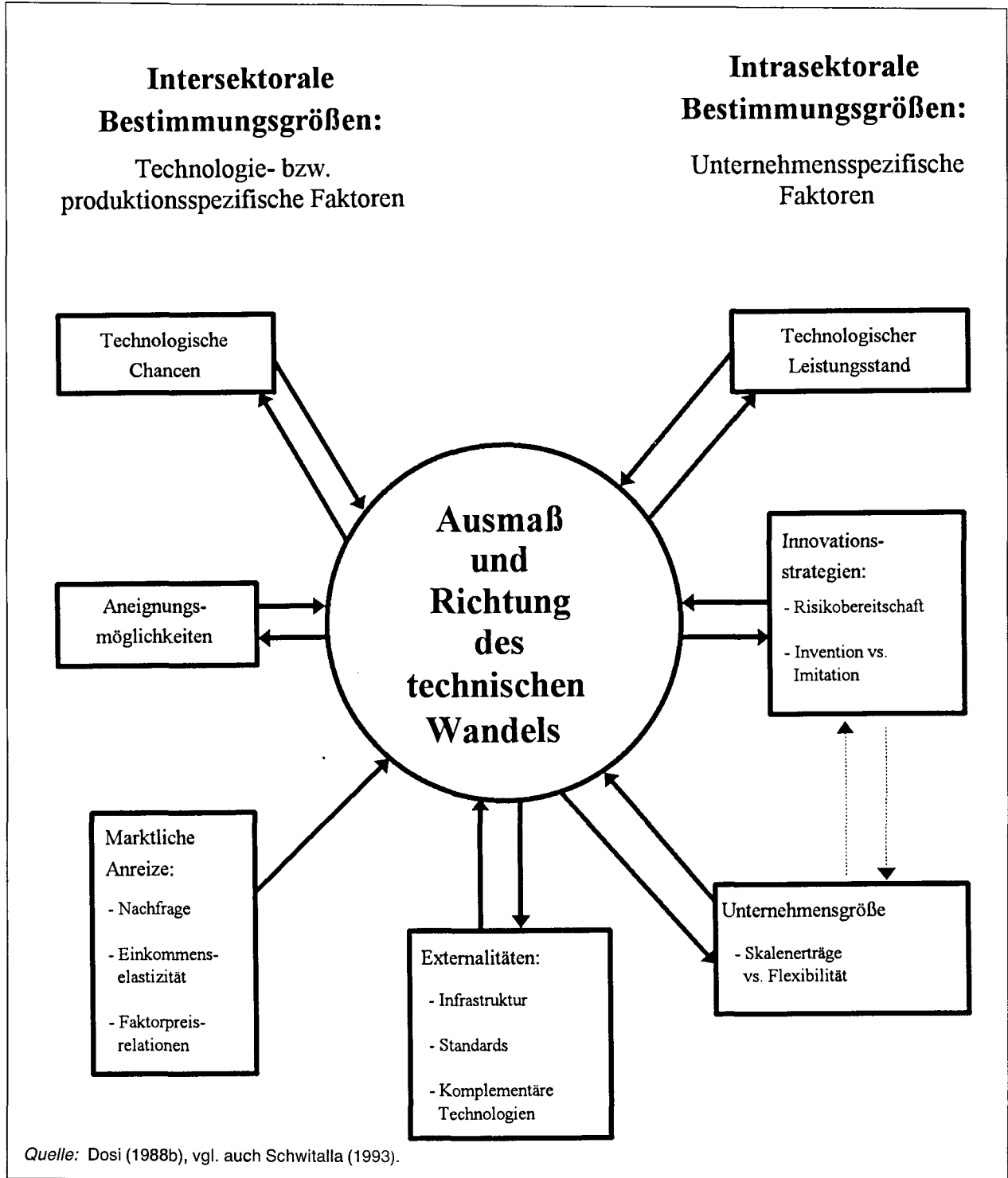
Wirtschaftszweige relevant sind (technologische Chancen). Vergleichsweise junge Technologien, deren Möglichkeiten noch weitgehend unerschlossen sind, bieten u.U. ein lohnendes Betätigungsfeld für gewinnsuchende Unternehmen, während die Innovationstätigkeiten in ausgereiften Technologiefeldern nurmehr vergleichsweise gering sind. Wie lohnend das Engagement in einzelnen Technologiefeldern für Unternehmen ist, hängt aber auch davon ab, inwieweit unternehmensintern entwickeltes technisches Wissen vollständig angeeignet werden kann, d.h. andere von seiner Nutzung ausgeschlossen werden können. Auch diese Eigenschaft ist technologiespezifisch und hängt von der Leichtigkeit ab, mit der Forschungsergebnisse von anderen Unternehmen imitiert werden können.

Darüber hinaus hängt die Art der Innovationsaktivität in einzelnen Branchen, unterschieden nach Grundlagenforschung, angewandter Forschung, Entwicklung, Ausbildungsaktivitäten etc., davon ab, welche Innovationsformen für die Weiterentwicklung von Technologien am geeignetsten sind. So ist die Wissenschaftsbindung chemischer Technologien vergleichsweise hoch, während in anderen Sektoren wie etwa dem Maschinenbau andere Formen der Wissensakkumulation, etwa die Ausbildung von Facharbeitern, überwiegen. Dies führt dazu, daß Grundlagenforschung im Bereich der chemischen Industrie vergleichsweise stark ausgeprägt ist<sup>25</sup>.

Daß es auch *innerhalb* derselben Branche zur Nutzung unterschiedlicher Technologien und zu unterschiedlichem Forschungsverhalten kommt, liegt unmittelbar in der mit innovativem Verhalten verbundenen Unsicherheit begründet. Unternehmen sind unterschiedlich effizient in der Nutzung technologischer Möglichkeiten oder schlagen in ihrem Suchprozeß unterschiedliche Richtungen ein. Angesichts des unsicheren Ergebnisses von Innovationsvorhaben läßt sich auch ein rein imitatives Verhalten von Unternehmen rechtfertigen, wenn Gewinnmöglichkeiten und Kosten der Innovation bzw. Imitation entsprechend eingeschätzt werden. Aufgrund der kumulativen Natur firmenspezifischen technischen Wandels können sich solche Unterschiede, ausgehend von einer einmal eingeschlagenen Entwicklung, im zeitlichen Verlauf sogar verstärken. Auch eine differenzierte Unternehmensgrößenstruktur läßt sich in die evolutionsökonomischen Betrachtungen problemlos einbeziehen: Da es zwischen der Flexibilität von kleineren Unternehmen und der Nutzung von Skalenerträgen durch große Unternehmen einen Trade-off gibt, dessen Ergebnis nicht von vorneherein feststeht, können beide Formen auch bei gegebener Technologie nebeneinander existieren.

<sup>24</sup> Dosi (1988b), S. 1130.

<sup>25</sup> Auf ökonomische Faktoren wie Preisrelationen und Nachfrageverhalten sowie institutionelle Gegebenheiten wie etwa die Schaffung von Forschungseinrichtungen mit bestimmten Schwerpunkten soll hier nicht näher eingegangen werden. Auch derartige Faktoren können dazu führen, daß sich selbst verstärkende Prozesse in Gang gesetzt werden, die künftige Forschungsaktivitäten in eine bestimmte Richtung lenken (vgl. Dosi (1988b), 1140 ff. und Übersicht 3).



Grundsätzlich gibt es eine Fülle alternativer Innovationsstrategien. Die Ausgestaltung des Innovationsverhaltens hängt von den jeweiligen Entscheidungsregeln eines Unternehmens ab. Dennoch lassen sich im zeitlichen Verlauf gewisse Grundmuster erkennen, deren innere Ursache einerseits mit einer wachsenden Komplexität und Verwis-

senschaftlichung der Technik im Laufe des 20. Jahrhunderts und andererseits mit der dem Innovationsprozeß eigenen Unsicherheit zusammenhängt. Beide Tendenzen haben dazu geführt, daß die wichtigsten Forschungsergebnisse weniger aus der Feder genialer Einzelerfinder stammen, wie dies noch zu Beginn der Industrialisierung



der Fall war, sondern das Ergebnis der Forschungsanstrengungen großer Teams in den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen der Unternehmen sind.

Durch den Aufbau großer Forschungsabteilungen können Unternehmen die kumulative Natur des technischen Wandels effizienter ausnutzen, als dies über die Verwertung externer Forschungsergebnisse möglich wäre. Dies liegt zum einen an der kumulativen Natur des Erwerbs technologischer Kompetenz selbst. Zum anderen können aber im Fall unternehmensinterner Innovationsanstrengungen Transaktionskosten vermieden werden: Unternehmensinterne Forschung kann eher auf die eigenen Bedürfnisse abgestimmt werden, der Informationsfluß zu anderen Abteilungen, welche die Forschungsergebnisse am Markt umsetzen müssen, ist leichter zu gestalten. Freilich sind unternehmensexterne Quellen nicht irrelevant. Doch selbst zu deren Erschließung und Nutzung für eigene produktive Zwecke ist ein gewisses Maß an eigener Innovationsfähigkeit unabdingbar. Insofern ersetzen Wissensbezüge aus unternehmensexternen Quellen meist nicht eigene Forschungsanstrengungen, sondern wirken eher komplementär<sup>26</sup>.

Die folgende Übersicht faßt die grundlegenden Sachverhalte wirtschaftlichen Wachstums und technischen Fortschritts in den Ansätzen der Evolutionsökonomie und ihr zentrales Erkenntnisinteresse zusammen (vgl. Übersicht 4).

## 2.4 Neue Wachstumstheorie

Erst mit den jüngeren Modellen der Neuen Wachstumstheorie gelang es, innerhalb des stark mathematisch formalisierten Teils der neoklassischen Wachstumstheorie die Erkenntnisse der Evolutionsökonomie aufzunehmen und eine stärkere Mikrofundierung von Wachstumsprozessen, insbesondere im Hinblick auf die Akkumulation von technischem Wissen, vorzunehmen<sup>27</sup>.

Ausschlaggebend für die anhaltende Dynamik des Wachstums in hochentwickelten Industrieländern ist die-

sen Ansätzen zufolge die Existenz von lokalen Spillovereffekten des technischen Wissens. Derartige Spillovereffekte sind aber nur mit Gütern zu erzielen, von deren Gebrauch andere Benutzer nicht vollständig ausgeschlossen werden können (partielle oder vollständige Nicht-Ausschließbarkeit) und deren Nutzung nicht oder nur teilweise rivalisierend ist, d.h. für die eine gleichzeitige Nutzung durch viele Wirtschaftssubjekte möglich ist (vgl. Übersicht 5). Viele Formen des technischen Wissens erfüllen diese Bedingungen. Dadurch können nicht nur Niveauunterschiede, sondern insbesondere anhaltende Wachstumseffekte besser erklärt werden.

Durch nicht-rivalisierende Güter wird grundsätzlich die Möglichkeit geschaffen, die abnehmenden Grenzerträge akkumulierbarer Produktionsfaktoren zu kompensieren. Bei vollständiger Nicht-Ausschließbarkeit gibt es jedoch keine oder zu wenige privaten Anbieter: Der Staat kommt als einziger Anbieter in Frage (Beispiel Infrastruktur, staatliche Grundlagenforschung). Lediglich im Fall von zumindest partieller Ausschließbarkeit entstehen auch für privatwirtschaftliche Anbieter Anreize zur Wissensproduktion, die sich aus der Entstehung vorübergehender Monopolstellungen ergeben<sup>28</sup>.

<sup>26</sup> Darauf weisen auch die Ergebnisse der Forschung von Cohen und Levinthal (1989 und 1990) hin, die von der Notwendigkeit sprechen, eine innerbetriebliche *absorptive capacity* aufzubauen, die es ermöglicht, unternehmensexternes Wissen für eigene Zwecke nutzbar zu machen und den Anschluß an technologische Weiterentwicklungen aufrechtzuerhalten, die außerhalb des Unternehmens stattfinden.

<sup>27</sup> Auch im Rahmen der mikroökonomischen Ansätze der *industrial organization* findet seit einigen Jahrzehnten eine Schumpeter-Rezeption statt, die sich vor allem um die Überprüfung der sogenannten „Schumpeter-Hypothese“ rankt, d.h. die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Marktmacht, Unternehmensgröße und Innovationsintensität. Vgl. Kamien, Schwartz (1982), Baldwin, Scott (1987) sowie Cohen, Levin (1989).

<sup>28</sup> Vgl. Stolpe (1992), S. 20 ff.

### Übersicht 4

#### **Stylized facts der Evolutionsökonomie aus mikroökonomischer Sicht (1988)**

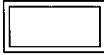
- (1) Innovationsaktivitäten sind mit Unsicherheiten verbunden, die nicht nur im Mangel an Information über ein bekanntes Ereignis bestehen, sondern viel grundlegender sind: Die Lösungswege für ein technisch-ökonomisches Problem sind unbekannt, und die ausgewählten (Forschungs-)Aktivitäten müssen nicht unbedingt zum gewünschten Ergebnis führen.
- (2) Neue technologische Erkenntnisse sind in immer stärkerem Maße an wissenschaftlichen Fortschritt gebunden.
- (3) Die zunehmende Komplexität von Forschungs- und Innovationsaktivitäten führt dazu, daß Innovationen nicht so sehr von einzelnen Erfindern, sondern vielmehr von wohlorganisierten Forschungsteams hervorgebracht werden.
- (4) Innovationen sind in erheblichem Maße ein Ergebnis von *learning-by-doing* und *learning-by-using*.
- (5) Technischer Wandel ist in hohem Maße pfadabhängig.

Quelle: Dosi (1988a).

Übersicht 5

**Typen akkumulierbarer Produktionsgüter und ihre Wachstumseffekte**

	<i>Rivalität</i>	<i>Partielle Rivalität</i>	<i>Nicht-Rivalität</i>
<i>Ausschließbarkeit</i>	Private Güter	Clubgüter	Geheimes Wissen
<i>Partielle Nicht-Ausschließbarkeit</i>	<i>Common-Pool-Güter</i>		Ideen, Software, Patente (unvollständig geschützt)
<i>Nicht-Ausschließbarkeit</i>	Umwelt- oder per Zufall allozierte Güter	Öffentliche Güter mit <i>Crowding</i>	Öffentliche Güter

 : mögliche Spillovereffekte

Quelle: Stolpe (1992).

In den Modellen der Neuen Wachstumstheorie<sup>29</sup> wird technischer Fortschritt nicht mehr nur vom zeitlichen Trend, sondern von den Aktivitäten einzelner Wirtschafts-subjekte abhängig gemacht, also endogenisiert. Aufbauend auf früheren Ansätzen (insbesondere Shell) wird in (späteren) Modellen der neuen Wachstumstheorie die Möglichkeit eingeräumt, aus innovativem Verhalten vorübergehend Monopolrenten abzuschöpfen. Dadurch erst werden privatwirtschaftliche Anreize zur Akkumulation von technischem Wissen geschaffen. Im Vergleich zur traditionellen Neoklassik stellen das theoretische Verständnis vom Mechanismus der Wissensproduktion als einer bewußten Aktivität von Wirtschaftssubjekten sowie die Möglichkeit der Erzielung von Monopolrenten die wichtigste Erweiterung dar (vgl. Übersicht 6, Punkte (4) und (5))<sup>30</sup>.

Romers 1994 aufgestellte *stylized facts* konnten innerhalb der evolutionsökonomischen Ansätze längst erklärt werden, allerdings ohne die streng mathematische Formalisierung der neoklassischen Tradition. Bezeichnenderweise stellte die Evolutionsökonomie von Anfang an jene *stylized facts* aus der Liste von Romer in den Mittelpunkt ihres Erkenntnisinteresses<sup>31</sup>, die im Rahmen der Neuen Wachstumstheorie erst vor kurzem miteinbezogen werden konnten. Wie diese Eigenschaften in den jüngeren Wachstumsmodellen neoklassischer Prägung berücksichtigt werden, soll im folgenden kurz anhand von Paul Romers Drei-Sektoren-Modell dargestellt werden (vgl. Übersicht 7)<sup>32</sup>.

Romer geht von einer Einteilung der Volkswirtschaft in drei Produktionssektoren aus, einem Forschungssektor, einem Sektor für differenzierte Kapitalgüter sowie einem Endprodukte erzeugenden Sektor<sup>33</sup>. Im Forschungssektor

<sup>29</sup> Hier soll keine Übersicht über die umfangreiche Literatur zur Neuen Wachstumstheorie gegeben werden, sondern es sollen deren zentrale Aussagen anhand von Romers Modell von 1990 dargestellt werden, da an ihm das Verständnis von technischem Wissen innerhalb dieser Richtung verdeutlicht werden kann. Literaturüberblicke finden sich u.a. bei bei Stolpe (1992), Verspagen (1992a und b), Hahn (1993), Ramser (1993), Gries, Wigger, Hentschel (1994), Grossman, Helpman (1994), Lessat (1994), Pack (1994), Romer (1994), Solow (1994) sowie Fratianni, Huang (1995).

<sup>30</sup> Vgl. Romer (1990 und 1994).

<sup>31</sup> Es handelt sich um Faktum (4) und (5) der in Übersicht 6 dargestellten Liste.

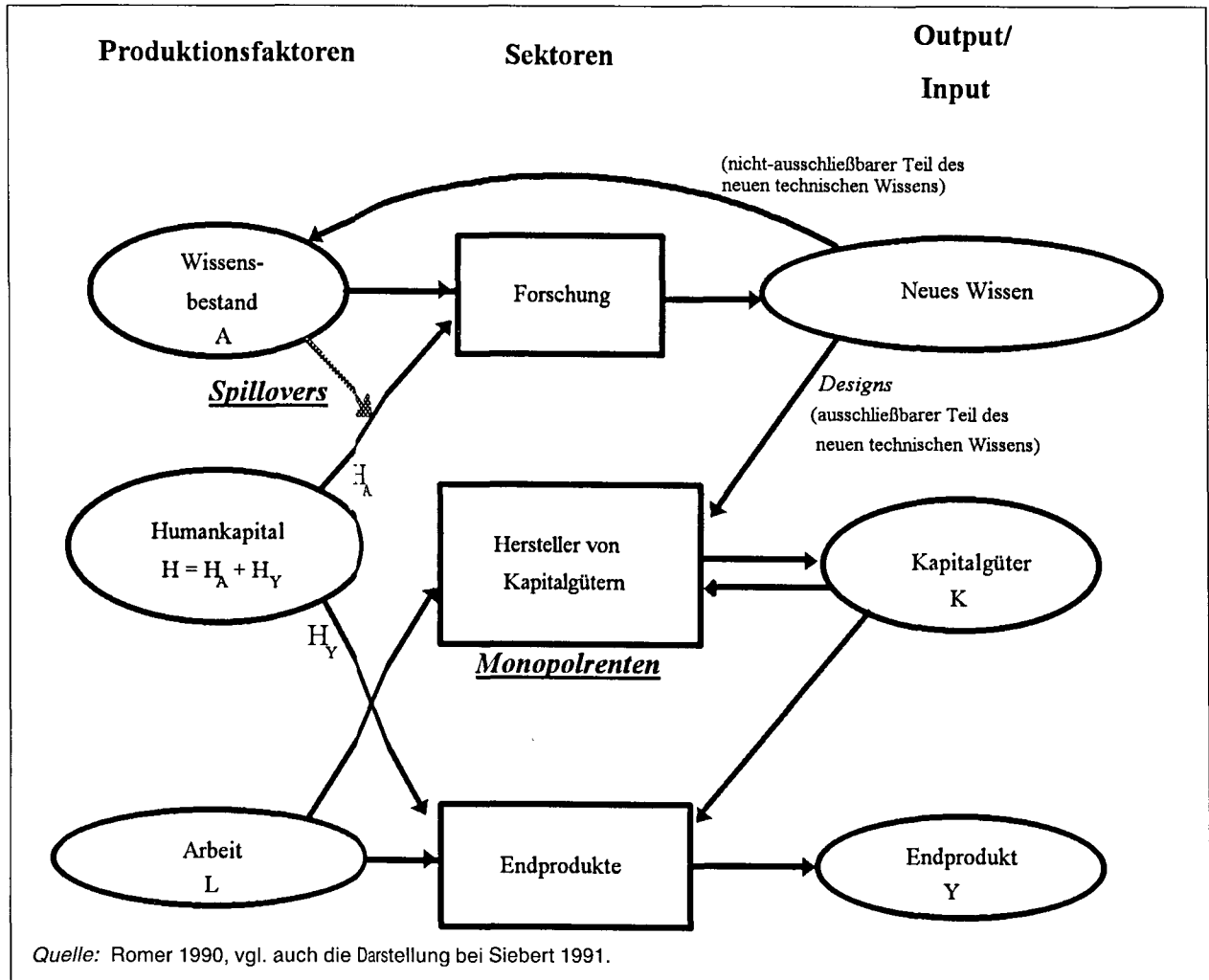
<sup>32</sup> Tatsächlich finden die fünf *stylized facts* von Romer erst in der zweiten Welle der Ansätze der Neuen Wachstumstheorie ihre volle Geltung. Romers Ansatz von 1990 schaffte den Durchbruch als erster und steht daher im Mittelpunkt der folgenden Ausführungen. Frühere Ansätze der Neuen Wachstumstheorie, die die stilisierten Fakten von Romer nur teilweise berücksichtigen, bleiben hier weitgehend unberücksichtigt.

<sup>33</sup> Romer ((1990), S. S79) weist darauf hin, daß diese formale Trennung der drei Sektoren keinesfalls bedeuten muß, daß einzelne Unternehmen dem einen oder dem anderen Sektor angehören müssen und keine Überschneidungen möglich sind. So ist es für die Grundaussagen des Modells irrelevant, ob Forschungsergebnisse von anderen Unternehmen bezogen werden oder aus unternehmensinternen Forschungsabteilungen stammen, die als eigenes Profitcenter operieren.

Übersicht 6

***Stylized facts* der Neuen Wachstumstheorie nach Romer (1994)**

- (1) In einer Marktwirtschaft gibt es eine Vielzahl miteinander konkurrierender Anbieter.
  - (2) (Technisches) Wissen ist ein nicht-rivalisierendes Gut.
  - (3) Eine Erhöhung der rivalisierenden Produktionsfaktoren (Arbeit, physisches Kapital) erhöht den Output genau proportional (lineare Homogenität).
  - (4) Technischer Wandel entsteht durch bewußte Aktivitäten von Wirtschaftssubjekten.
  - (5) Innovationen schaffen Marktmacht und führen dazu, daß Individuen oder Unternehmen (vorübergehende) Monopolrenten abschöpfen können.
- Quelle: Romer 1994.



wird unter Einsatz von Humankapital und unter Rückgriff auf einen vorhandenen Bestand an akkumuliertem Wissen neues Wissen erzeugt, das wiederum den Bestand an Wissen erhöht. Die Produktivität des im Forschungssektor eingesetzten Humankapitals hängt von der Höhe dieses Wissensstocks ab. Die Erzeuger des neu entstehenden Wissens können sich dieses nicht vollständig aneignen, so daß durch das Anwachsen des Bestandes an allgemein verfügbarem technischem Wissen die Produktivität des im Forschungssektor eingesetzten Humankapitals erhöht wird: Bei der Suche nach spezifischen Problemlösungen innerhalb eines Unternehmens fallen oft Forschungsergebnisse an, die für eine breitere Gruppe von potentiellen Nutzern relevant sein können. Im Kapitalgütersektor existieren viele Unternehmen, die im monopolistischen Wettbewerb die verschiedenen Kapitalgüter herstellen. Zur Produktion eines solchen Gutes benötigen die Unternehmen ein neues Ergebnis aus dem Forschungsbereich (*design*), das sie als Patent aufkaufen<sup>34</sup>.

Die Hersteller dieser Kapitalgüter konkurrieren um die Nutzung der *designs*: Der letztendlich für die patentierten Forschungsergebnisse bezahlte Preis hängt von den Gewinnerwartungen der Kapitalgüterhersteller ab. Für die Hersteller von Kapitalgütern wiederum entsteht aus der alleinigen Nutzung von neuen Forschungsergebnissen ein Wettbewerbsvorteil, der es ermöglicht, vorübergehende Monopolrenten abzuschöpfen. Dadurch erst entstehen privatwirtschaftliche Anreize zur Herstellung und Verwendung von technischem Wissen. Ausschlaggebend für die Erzielung eines anhaltenden Wachstums ist in diesem Modell die Darstellung von Wissen als einem nicht-rivalisier-

<sup>34</sup> Eine derartige Formulierung findet sich bereits in einem Aufsatz von Griliches aus dem Jahr 1979, in dem eine Produktionsfunktion spezifiziert wird, in die neben den konventionellen Inputs sowohl vollständig appropriierbares Wissen als auch ein allgemein verfügbarer Wissenskapitalstock eingeht (Griliches (1979), S. 120 ff.).

renden Gut mit Spillovereffekten, das der lediglich partiellen Ausschließbarkeit unterliegt und daher von privaten Anbietern erzeugt wird<sup>35</sup>.

### 3. Ursachen für die wachsende Unzufriedenheit mit traditionellen Ansätzen

Dem wissenschaftstheoretischen Ansatz von Kuhn zufolge<sup>36</sup> basiert wissenschaftlicher Fortschritt darauf, daß Beobachtungen der tatsächlichen Gegebenheiten im Rahmen herkömmlicher Ansätze nicht hinreichend erklärt werden können. Innerhalb der volkswirtschaftlichen Wachstumstheorie der Nachkriegszeit bezog sich diese Unzufriedenheit vor allem auf zwei Aspekte:

- die Behandlung des technischen Fortschritts als exogener Größe und
- die Hypothese der Konvergenz der Wachstumsraten des Pro-Kopf-Einkommens im internationalen Vergleich.

Auf beide Punkte soll im folgenden näher eingegangen werden.

#### 3.1 Technischer Wandel als endogene Größe: Wie lassen sich privatwirtschaftliche Innovationsaktivitäten erklären?

Im Rahmen der Evolutionsökonomie wird der Prozeß der Suche nach neuen Technologien in den Mittelpunkt des Erkenntnisinteresses gestellt. Die modellimmanente Erklärung der technischen Weiterentwicklung wird dort geradezu als Ausgangspunkt für die Erklärung von wirtschaftlichem Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit angesehen.

Eine fundamentale Schwäche der traditionellen neoklassischen Wachstumstheorie — wie auch der meisten zeitgenössischen keynesianischen Alternativen — besteht in der Behandlung von technischem Wissen als exogener Größe. Da im neoklassischen Modell die entstehenden Faktoreinkommen vollständig an die Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital (nach ihrem Grenzprodukt) fließen, besteht keine Möglichkeit, Investitionen in die Erweiterung technischen Wissens zu finanzieren. Es muß kostenlos entstehen. Zwar wurden bereits im Verlauf der 60er und 70er Jahre einige Versuche unternommen, die Akkumulation technischen Wissens zu endogenisieren, d.h. technischen Wandel als das Ergebnis der Aktivitäten von Wirtschaftssubjekten darzustellen. Derartige Ansätze fanden jedoch im Rahmen der Lehrbuch-Wachstumstheorie lange Zeit keine Berücksichtigung.

Als einer der ersten versuchte Arrow<sup>37</sup> (vgl. Übersicht 1), den technischen Wandel in einem neoklassischen Modell durch *learning-by-doing* als Seiteneffekt der Kapitalakkumulation zu endogenisieren. Danach ist das Ausmaß der Erfahrungen ausschlaggebend für den Erfolg des Lernprozesses. In Arrows Modell dienen die kumulativen Bruttoinvestitionen als Maß für die Erfahrungen. Die Entwicklung

der Arbeitsproduktivität wird als abhängig von der kumulierten Investitionstätigkeit beschrieben. Die dadurch entstehenden Externalitäten<sup>38</sup> sind ausschlaggebend für die Existenz von steigenden Skalenerträgen, mit deren Hilfe nun auch anhaltendes Wachstum erklärt werden kann<sup>39</sup>. Technisches Wissen erhält die Funktion eines „Kapitalstocks“ mit den Eigenschaften eines öffentlichen Gutes, dessen Nutzung kostenlos ist.

Uzawa (vgl. Übersicht 1) endogenisierte technisches Wissen durch die Einführung eines eigenständigen Bildungssektors (*educational sector*). Je höher der Anteil der in diesem Sektor Beschäftigten, desto größer ist die Wachstumsrate des technischen Wissens und damit der Arbeitsproduktivität. Auch bei konstanten Skalenerträgen und abnehmenden Grenzerträgen läßt sich so anhaltendes Wachstum modellieren<sup>40</sup>. Die Finanzierung muß allerdings durch den Staat erfolgen. Privatwirtschaftliche Innovationsaktivitäten können erst durch die Einführung von Profitmöglichkeiten erklärt werden, die aus der Innovationsaktivität entstehen. Im Ansatz von Shell geschieht dies entweder über Monopolrenten oder über Gewinne aus dem Verkauf von Patenten<sup>41</sup>.

Die Ideen zur Endogenisierung technischen Wissens, die von der Evolutionsökonomie, teilweise aber auch innerhalb der neoklassischen Theorie selbst propagiert wurden, bildeten mit einer zeitlichen Verzögerung von zweieinhalb Jahrzehnten die direkte Grundlage für Modelle der Neuen Wachstumstheorie<sup>42</sup>.

#### 3.2 Bedingte Konvergenz: „Why Do Growth Rates Differ?“

Im Rahmen der traditionellen neoklassischen Wachstumstheorie ist technisches Wissen für alle Länder gleichermaßen frei zugänglich und kann durch wirtschaftliche Aktivitäten nicht beeinflußt werden. Daraus ergibt sich

<sup>35</sup> Vgl. Romer (1990) und Übersicht 7.

<sup>36</sup> Kuhn (1970).

<sup>37</sup> Arrow (1962), S. 155.

<sup>38</sup> Im vorliegenden Fall entstehen Externalitäten dadurch, daß die Akteure bei ihren Investitionsentscheidungen die Wirkungen auf die Arbeitsproduktivität nicht ins Kalkül ziehen und auch für so ausgelöste Produktivitätssteigerungen nicht entlohnt werden.

<sup>39</sup> Durch die Spillovereffekte im Modell von Arrow können steigende Skalenerträge zumindest grundsätzlich abgeleitet werden. In Arrows Modell selbst hört allerdings die Wirtschaft auf zu wachsen, sobald das Bevölkerungswachstum konstant gehalten wird (vgl. Scott (1991), S. 113 und Romer (1994), S. 15).

<sup>40</sup> Uzawa (1965) sowie darauf aufbauend Lucas (1988). Vgl. auch Gries, Wigger, Hentschel (1994), S. 65 ff.

<sup>41</sup> Vgl. Shell (1973).

<sup>42</sup> Vgl. Scott (1991), S. 112 ff., Stolpe (1992), S. 23 ff. und Romer (1994), S. 15. Robert Lucas entwarf Ende der 80er Jahre ein Modell, in dem Wissensspillovers nicht durch Investitionen in physisches Kapital wie bei Arrow, sondern durch Investitionen in Humankapital erklärt wurden (vgl. Lucas (1988)).

unter sonst gleichen Bedingungen eine Konvergenz der Pro-Kopf-Einkommen in verschiedenen Ländern: Aufgrund der Annahme einer sinkenden Grenzertragsrate des Kapitals weisen Länder mit einem anfänglich niedrigen Kapitalstock hohe Wachstumsraten (bei Produktion und Produktivität) auf. Dadurch müßten sich die Pro-Kopf-Einkommen (und Wachstumsraten) der Länder mit anfänglich niedrigem Kapitalstock letztlich an das des technologisch führenden Landes annähern<sup>43</sup>.

Diese sogenannte Konvergenzhypothese fand bis in die 80er Jahre hinein weitgehende empirische Unterstützung. Erst mit der Verfügbarkeit von Datensätzen, die neben einer steigenden Zahl von Indikatoren auch immer mehr Länder umfaßten, wurde diese Sichtweise zunehmend in Frage gestellt<sup>44</sup>. Analysen, die auf diesem neuen Datenmaterial aufbauten, zeigten bald, daß die ursprüngliche Konvergenzhypothese in entscheidenden Punkten eingeschränkt werden muß:

- 1) Nicht alle Länder sind gleichermaßen am Konvergenzprozeß beteiligt, d.h. es bilden sich Konvergenz-Clubs von Ländern, deren Pro-Kopf-Einkommens- und Produktivitätsniveaus untereinander konvergieren. Zwischen den einzelnen Ländergruppen können beträchtliche und lang anhaltende Wohlstandsunterschiede bestehen bleiben. Zahlreiche Länder befinden sich jedoch in einer „Armutsfalle“ und sind von jeglicher Konvergenz ausgeschlossen.
- 2) Konvergenz erfolgt nicht automatisch, sondern ist an eine Reihe von Bedingungen geknüpft, die erst die Übernahme von technischem Wissen ermöglichen. Ohne diese Voraussetzungen vergrößert sich der Abstand des betreffenden Landes zu der jeweils führenden Nation.

Im Rahmen der Technologie-Lücke-Ansätze (vgl. Übersicht 1) werden unterschiedliche Wachstumsraten durch die unterschiedliche Ausstattung einer Nation mit technischem Know-how erklärt. Bei einer unterschiedlichen Fähigkeit, technisches Wissen zu produzieren oder nachzuahmen, lassen sich im Rahmen der *Technology-gap*-Ansätze lang anhaltende Unterschiede nicht nur der gesamtwirtschaftlichen Wohlstandsniveaus, sondern auch der jeweiligen Wachstumsraten erklären. Die technologische Rückständigkeit eröffnet grundsätzlich zwar ein erhöhtes Wachstumspotential, dies kann allerdings nur unter beträchtlichen Anstrengungen ausgeschöpft werden. Die im Rahmen der Technologie-Lücke-Ansätze angestellten Überlegungen entsprechen den Grundüberzeugungen der Evolutionsökonomie von der Pfadabhängigkeit technischer Entwicklungen und der Diffusion von technischem Wissen als einem kostspieligen und nur unter Anstrengungen erfolgreichem Prozeß. Voraussetzung für die erfolgreiche Teilnahme am Aufholprozeß sind eine Reihe institutioneller und politischer sowie gesellschaftlicher Voraussetzungen, die unter dem Begriff der *social capability* zusammengefaßt werden können<sup>45</sup>.

Die Vorstellung der Existenz von *convergence clubs* rettet in gewisser Weise die Konvergenzhypothese. Insbesondere unter den reichen Nationen (OECD-Länder) ist in der Nachkriegszeit tatsächlich eine Annäherung von Produktivitäts- und Einkommensniveaus festzustellen. Grundsätzlich läßt sich für diese Länder ein positives Verhältnis zwischen dem Ausmaß der Rückständigkeit — ausgedrückt etwa als das Pro-Kopf-Einkommen relativ zum reichsten Land — und der Wachstumsrate des Pro-Kopf-Einkommens feststellen. Allerdings bringt diese Auswahl einen gewissen Bias mit sich, da sie sich — schon aufgrund der besseren Verfügbarkeit von Datenmaterial — auf Länder konzentriert, die sich aus heutiger Sicht als erfolgreich herauskristallisiert haben. Viele dieser Länder wiesen 1950 einen beträchtlichen kriegsbedingten Abstand zum Produktivitäts- und Einkommensniveau der Vereinigten Staaten auf, so daß es nicht überrascht, wenn die Daten auf Konvergenz hinweisen. Allerdings scheint selbst in diesem Kreis von Nationen der Aufholprozeß seit Mitte der 70er Jahre einiges an Dynamik verloren zu haben<sup>46</sup>.

Andere Länder wiederum starteten zwar von einem deutlich geringeren Niveau als die heute zum Club der Reichen gehörenden und konnten dennoch wenig vom Potential der unausgeschöpften technischen Möglichkeiten profitieren. Bezogen auf ihr Pro-Kopf-Einkommen vergrößerte sich ihr Abstand zum *technological leader* im Widerspruch zur Konvergenzhypothese sogar. Chatterjis<sup>47</sup> Schätzungen etwa ergeben, daß im Zeitraum 1960 bis 1985 grundsätzlich diejenigen Länder an der Konvergenz teilhatten, deren Pro-Kopf-Einkommen zu Beginn der Periode mehr als ein Sechstel des US-Niveaus betrug. Ärmere Länder scheinen in der Regel vom Konvergenz-Club ausgeschlossen zu sein, da es ihnen von vornherein in der *social capability* mangelt.

Für einen größeren Kreis von Ländern läßt sich die Hypothese von der Konvergenz der Pro-Kopf-Einkommen folgerichtig in ökonomischen Studien nur unter Einbeziehung zusätzlicher erklärender Variablen aufrechterhalten (*conditional convergence*). Das relevante Produktivitätspotential ist danach nicht durch den Abstand eines Landes zum technologischen Vorreiter bestimmt, sondern vom Abstand zum eigenen langfristig erreichbaren Gleichgewichtszustand. Dieser wiederum hängt von einer Reihe

<sup>43</sup> Vgl. Romer (1986), S. 1008 ff., Chatterji (1992), S. 58 ff., Boltho, Holtham (1992), S. 2 ff., Verspagen (1992b), S. 42ff. und Romer (1994), S. 3 ff.

<sup>44</sup> Vgl. etwa Baumol (1986), DeLong (1988), Baumol, Wolff (1988), Baumol, Batey Blackman, Wolff (1989) und Summers, Heston (1991) sowie die Literaturangaben bei Chatterji (1992), S. 60.

<sup>45</sup> Vgl. etwa den zentralen Aufsatz von Abramovitz (1986) oder den Beitrag von Fagerberg (1987). Eine Übersicht über die *Technology-gap*-Literatur befindet sich u.a. bei Verspagen (1992b), S. 43 ff. und Fagerberg (1994), S. 1155 ff.

<sup>46</sup> Vgl. Dowrick, Nguyen (1989), Maddison (1991). Zum Auswahlbias siehe den Aufsatz von DeLong (1988).

<sup>47</sup> (1992), S. 65.

länderspezifischer Faktoren ab. Wie empirische Studien zeigen, erweist sich die Konvergenzhypothese mit Hilfe dieser Modifikation als recht robust<sup>48</sup>. Als erfolgreiche Kontrollvariablen zur Beschreibung bedingter Konvergenz erwiesen sich neben Investitionen in physisches Kapital insbesondere Indikatoren zur Erfassung der Investitionen in Humankapital sowie Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten<sup>49</sup>. Dabei läßt sich zeigen, daß sich die Qualität der Schätzgleichungen unter Zugrundelegung einer um den Faktor Humankapital erweiterten Solow'schen Produktionsfunktion deutlich verbessert und die Koeffizienten der einzelnen Variablen den prognostizierten Größenordnungen besser entsprechen<sup>50</sup>.

Andere empirische Ergebnisse deuten darauf hin, daß die Konvergenzhypothese in ihrer ursprünglichen Form aufrechterhalten werden kann, wenn man sie auf eine ausgewählte Gruppe von Ländern anwendet, die einige Mindestvoraussetzungen erfüllen, wie politische Stabilität, Garantie von Eigentumsrechten, Konvertibilität der Währung und Einbindung in den Welthandel. Von den 117 betrachteten Ländern werden nach diesen Kriterien 35 ausgewählt, die einen Konvergenzclub bilden. Nicht anfängliches niedriges Einkommen, sondern politisches Chaos und Abschottung vom internationalen Handel sind diesen Ergebnissen zufolge Hauptursache für die Unfähigkeit eines Landes, Wettbewerbsnachteile auszugleichen<sup>51</sup>.

Innerhalb der Modelle der Neuen Wachstumstheorie lassen sich die Vorteile, die den Nationen aus einer engen Einbindung in den Welthandel entstehen, grundsätzlich über die damit verbundene Erweiterung der relevanten Wissensbasis begründen: Die Handelsverflechtung zwischen zwei Nationen ist ein Indiz für die grundsätzliche Möglichkeit, das im jeweils anderen Land akkumulierte Wissen zu nutzen. Die Offenheit führt nicht zu einem einmaligen Niveaueffekt, sondern erhöht durch die Möglichkeit des Zugriffs auf ausländisches Know-how auch das im Inland verfügbare Wissen. Die sich daraus ergebenden positiven Externalitäten führen zu höheren Wachstumsraten. Durch die Öffnung werden kostspielige Duplikationen von Innovationsaktivitäten vermieden und die Kosten, die aus Forschungstätigkeiten entstehen, auf ein größeres Produktionsvolumen verteilt<sup>52</sup>.

Die Kritik an der Konvergenzhypothese der traditionellen neoklassischen Wachstumstheorie hat entscheidend zur Revision dieses Ansatzes beigetragen. Ironischerweise deuten die als eine Art Test der Modelle der Neuen Wachstumstheorie motivierten empirischen Studien darauf hin, daß der Solow'sche Ansatz nach einigen Modifikationen anhaltende Wachstumsunterschiede im internationalen Vergleich recht gut beschreiben kann. Humankapital sowie seine laufende Erweiterung haben sich dabei neben dem Gebot der politischen Stabilität als wichtige Voraussetzungen für die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit erwiesen. Allerdings gibt es erste Anzeichen dafür, daß die gesamtwirtschaftlich zu beobachtende bedingte Konvergenz nicht gleichermaßen alle Sektoren betrifft. So findet Wolf<sup>53</sup> eine

Bestätigung für die Konvergenzhypothese lediglich für die Sektoren Landwirtschaft und Dienstleistungen, nicht aber für die Industrie. Die Ansätze der Neuen Wachstumstheorie könnten also für das Verständnis auch von internationalen Wachstumsunterschieden zumindest in Teilbereichen der Volkswirtschaft künftig mehr beitragen, als dies aus den jüngeren empirischen Arbeiten zur Konvergenzhypothese hervorzugehen scheint.

#### **4. Wirtschaftspolitische Schlußfolgerungen: Was kann der Staat zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit beitragen?**

Das traditionelle neoklassische Wachstumsmodell bietet kaum Anhaltspunkte für staatliche Eingriffe. Vollständiger Wettbewerb führt hier zu einer effizienten Allokation von Ressourcen. Da technisches Wissen exogen gegeben und annahmegemäß auch frei verfügbar ist, bedarf es keiner speziellen Aktivitäten zu seiner Ausweitung oder Verbreitung. Naheliegenderweise können aus einer Theorie, die technischen Wandel als exogenen Zeittrend behandelt, keine technologiepolitischen Empfehlungen abgeleitet werden. Nationale Regierungen können zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit lediglich insoweit beitragen, als sie stabile Rahmenbedingungen garantieren und für offene Märkte sorgen<sup>54</sup>.

Demgegenüber lassen sich aus den Ansätzen der Neuen Wachstumstheorie Handlungsanweisungen ableiten, die direkt aus der Annahme der im Zusammenhang mit der Wissensakkumulation bestehenden positiven Externalitäten folgen. Danach berücksichtigen die in Wissenserweiterung investierenden Wirtschaftssubjekte die unentgeltlichen Wissensübertragungen an Dritte in ihrem

<sup>48</sup> Vgl. Barro, Sala-i-Martin (1991).

<sup>49</sup> Vgl. insbesondere Barro (1991), Levine and Renelt (1992), S. 946 f., sowie Mankiw, Romer and Weil (1992). Die dort angeführten Ergebnisse beruhen auf einer Gesamtheit von etwa 100 Ländern und beziehen sich auf den Zeitraum 1960 bis 1989.

<sup>50</sup> Vgl. Mankiw, Romer, Weil (1992), S. 415 ff.

<sup>51</sup> Vgl. Levine, Renelt (1992), Sachs, Warner (1995).

<sup>52</sup> Vgl. Rivera-Batiz, Romer (1991), Wolf (1994b).

<sup>53</sup> (1994a), S. 755 ff.

<sup>54</sup> Auch im Rahmen der klassischen Ökonomie (Adam Smith) beschränkten sich wirtschaftspolitische Empfehlungen weitgehend auf die Einrichtung von Freihandel: Da Produktivitätsfortschritte ihrzufolge hauptsächlich durch eine Erweiterung der Arbeitsteilung (Spezialisierung) erzielt werden können, richtete sich das Augenmerk auf die Schaffung größerer Märkte, die eine möglichst intensive Arbeitsteilung ermöglichen würden. Da zur Intensivierung der Arbeitsteilung auch Kapital für nötig erachtet wurde, sollte Wirtschaftspolitik die Hemmnisse bei der Kapitalakkumulation möglichst beseitigen (vgl. Hofman und Koop (1991), S. 86 ff.; zum Prinzip einer Erhöhung der Arbeitsteilung als Ursache für Produktivitätssteigerungen siehe das erste Kapitel im ersten Buch von Smiths Wohlstand der Nationen (Smith (1983), S. 10 ff.; über die Bedeutung des Einsatzes von Maschinen bei der Intensivierung der Arbeitsteilung siehe insbesondere S. 13 f.).

Entscheidungsverhalten nicht oder nur ungenügend. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht akkumulieren sie zu wenig Wissen. Durch staatliche Unterstützung der Wissensakkumulation könnten gesamtwirtschaftliche Produktivitätseffekte verstärkt werden<sup>55</sup>.

Der Umfang der produktiven Wirkung solcher Unterstützungsmaßnahmen hängt jedoch entscheidend von der regionalen Ausstrahlung der Spillovereffekte ab. Eine globale Wirkung der Wissensübertragungen bedeutet im Extremfall, daß der relevante Wissenskapitalstock für alle Länder gleich ist. Dies entspricht grundsätzlich der traditionellen neoklassischen Annahme einer international frei zugänglichen Wissensbasis. Nationale Technologiepolitik im Sinne einer generellen<sup>56</sup> Erweiterung der Wissensbasis ist unter dieser Annahme ohne eine internationale Koordination weitgehend wirkungslos, da die positiven Externalitäten nur in geringem Umfang im Inland zum Tragen kommen.

Aufgrund der Pfadabhängigkeit der Erweiterung technischen Wissens wird jedoch meist davon ausgegangen, daß zumindest ein Großteil des relevanten Wissenspools weniger globale, sondern hauptsächlich nationale Ausstrahlung hat. Nationale Forschungsförderung läßt sich dann rechtfertigen, da der Ertrag auch weitgehend innerhalb der eigenen Grenzen bleibt. Grundsätzlich scheint die spezifische Förderung von Technologien mit überdurchschnittlich hohen Externalitäten (Querschnittstechnologien) besonders vorteilhaft zu sein, da sie zu hohen Spillovers führt. Bei der praktischen Umsetzung einer branchen- oder technologiespezifischen Technologiepolitik kommt es jedoch in der Regel zu kaum überwindbaren Problemen. Diese beginnen mit der Auswahl und Abgrenzung der betreffenden Sektoren oder Technologiefelder. Darüber hinaus können technologiepolitische Maßnahmen von Handelspartnern als protektionistisch interpretiert werden und zu Gegenmaßnahmen Anlaß geben. Protektionismus oder internationaler Subventionswettbewerb, also Maßnahmen, die effizienzmindernd wirken, können die Folge sein. Branchen- oder technologiespezifische Förderinstrumente sind daher trotz ihrer theoretischen Vorteile mit einiger Skepsis zu betrachten<sup>57</sup>, wenn auch nicht von vorneherein abzulehnen.

Die wirtschaftspolitischen Empfehlungen der evolutionsökonomischen Theorie müssen vor dem Hintergrund des systemischen Charakters des Innovationsverhaltens der Wirtschaftssubjekte gesehen werden. Demnach sind außer den innovierenden Unternehmen selbst noch eine Reihe anderer — auch staatliche — Akteure mittelbar oder unmittelbar in den Innovationsprozeß einbezogen, die bei technologiepolitischen Maßnahmen berücksichtigt werden müssen.

Die Empfehlungen der Evolutionsökonomie umfassen neben politischen Maßnahmen, die auf eine Ausweitung der Innovationsmöglichkeiten (*innovation possibility frontier*) gerichtet sind, auch solche, die die Innovationsmöglichkeiten als gegeben betrachten und innerhalb dieser auf

eine möglichst umfassende Nutzung der vorhandenen technischen Möglichkeiten gerichtet sind<sup>58</sup>. Dies entspricht der Überzeugung der Evolutionsökonomie, daß eine Trennung zwischen Innovation und Diffusion von technischem Wissen nicht sinnvoll ist. Die Bandbreite der Empfehlungen ist aufgrund des umfassenderen Verständnisses des Innovationsprozesses wesentlich weiter gefächert als im Fall der neoklassischen Ansätze<sup>59</sup>.

Grundsätzlich wird den politischen Entscheidungsträgern kein Wissensvorsprung gegenüber privaten Akteuren zugestanden. Allerdings wird ihre Kompetenz mit derjenigen der mit starken Unsicherheiten konfrontierten privaten Wirtschaftssubjekte verglichen und daher im Vergleich zur Neoklassik positiver beurteilt. Darüber hinaus wird die aktive Rolle des Staates für das Innovationsverhalten — insbesondere beim Übergang eines technischen Paradigmas zum anderen<sup>60</sup> — hervorgehoben. Beschaffungspolitik ist hier ebenso zu nennen wie direkte Forschungsförderung auf ausgewählten Technologiefeldern sowie staatliche Bildungspolitik. Die generelle Skepsis gegenüber staatlichen Eingriffen, welche die neoklassische Tradition nach wie vor kennzeichnet, findet sich bei den Vertretern der Evolutionsökonomie nicht:

*„Taken together, we can see immediately that technology policy is much more than a matter of supporting R&D expenditure, it covers the whole spectrum from invention to diffusion and from basic research to the mastery of specific technological competencies.”<sup>61</sup>*

Empfehlungen, die auf einen Ausbau der *technical frontier* gerichtet sind, decken sich im wesentlichen mit den Vorschlägen der neoklassischen Schule: Auch von der Evolutionsökonomie werden hier Maßnahmen der Forschungsförderung wie Steuererleichterungen für FuE

<sup>55</sup> Die Annahme positiver Externalitäten findet sich keineswegs in allen Ansätzen der Neuen Wachstumstheorie. In einigen Modellen wird explizit das Schumpeter'sche Moment der kreativen Zerstörung eingebaut: Die marktlichen Anreize zur Wissensakkumulation können danach auch zu groß sein (vgl. z. B. Aghion und Howitt (1992)). Dies ergibt sich daraus, daß durch Innovationen die Produzentenrenten der nichtinnovierenden Unternehmen zerstört werden, deren technisches Wissen also obsolet wird. Diese Effekte werden vom innovierenden Unternehmen nicht berücksichtigt; es kommt zu negativen Externalitäten. Aufgrund der häufig nachgewiesenen hohen Ertragsraten von privaten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen scheint dieser Fall allerdings in der Praxis weniger relevant zu sein (vgl. Paque (1993)).

<sup>56</sup> Hier wird zwischen einer generellen Unterstützung der Wissenserweiterung und einer branchen- oder technologiespezifischen Unterstützung unterschieden.

<sup>57</sup> Vgl. Klodt (1993), Paque (1993), Stolpe (1993).

<sup>58</sup> Diese Unterscheidung ist freilich in der Praxis oft nicht durchzuhalten (vgl. Metcalfe (1994)).

<sup>59</sup> Vgl. Metcalfe (1994).

<sup>60</sup> Vgl. Dosi (1993).

<sup>61</sup> Metcalfe (1994), S. 936.

sowie ein technologieorientiertes öffentliches Beschaffungswesen vorgeschlagen. Wesentlich stärker als in der (Neo-)Klassik ist innerhalb der evolutionsökonomischen Lehrmeinung die aktive Rolle des States bei der Unterstützung von kooperativen Forschungsanstrengungen sowie von Maßnahmen zur Verbreitung vorhandenen technischen Wissens. Ziel ist es, ein funktionierendes Netzwerk aus öffentlichen und privaten Forschungseinrichtungen sowie Unternehmen zu schaffen, das auch internationale Kooperationspartner umfassen kann. Verallgemeinerungen sind nur schwer zu treffen<sup>62</sup>. Die Wirkungsweise von Fördermaßnahmen hängt nämlich entscheidend vom jeweiligen Technologiefeld und den an seiner Weiterentwicklung beteiligten Akteuren ab. Grundsätzlich besteht aber eine wichtige Aufgabe der Technologiepolitik darin, die Schnittstellen zwischen einzelnen an der Wissenserweiterung beteiligten Institutionen auszubauen und insbesondere den Unternehmen vorhandenes technisches Wissen leichter zur Verfügung stellen, also Spillovers von technischem Wissen aus dem Inland und dem Ausland effektiver zu nutzen<sup>63</sup>.

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Am Beispiel der Berücksichtigung von technischem Wissen in verschiedenen Ansätzen der volkswirtschaftlichen Wachstumstheorie konnte das Wechselspiel zwischen theoretischer Weiterentwicklung und empirischer Arbeit verdeutlicht werden: Empirische Ergebnisse lassen die Unzufriedenheit mit traditionellen Theoriegebäuden anwachsen und führen letztlich zu deren grundsätzlicher Modifikation oder Verwerfung. Da in der Volkswirtschaftslehre Theorien nur selten eindeutig falsifiziert werden können, kommt es in der Regel nicht zu Paradigmenwechseln. Vielmehr bestehen verschiedene Schulen nebeneinander, die auf neue empirische Herausforderungen mit entsprechenden theoretischen Erweiterungen oder auch mit der Aufgabe einzelner Bestandteile zu antworten versuchen. Der teilweise Verzicht auf die Annahme vollständiger Konkurrenz im Rahmen der Neuen Wachstumstheorie und die Einbeziehung von Externalitäten im Zusammenhang mit der Wissensakkumulation sind wichtige Beispiele für derartige grundlegende Modifikationen. Andere zentrale Bestandteile der neoklassischen Lehrmeinung, wie vollständige Konkurrenz unter den Herstellern von Endprodukten und die Betrachtung von Gleichgewichtszuständen, finden sich jedoch auch in der Neuen Wachstumstheorie, so daß von einem Paradigmenwechsel nicht gesprochen werden kann.

Durch grundlegende theoretische Neuformulierungen werden in der Regel auch empirische Studien angestoßen, durch die ihre Aussagefähigkeit und ihr Gültigkeitsbereich ergründet werden sollen. Empirische Bestätigungen der Neuen Wachstumstheorie wurden bislang vor allem in Stu-

dien zur internationalen Konvergenz gesucht. Dabei ergab sich, daß die Konvergenzhypothese in der Regel unterstützt wird, wenn zusätzliche Faktoren wie Investitionen in Humankapital, politische und gesellschaftliche Faktoren sowie die Einbettung in den Welthandel berücksichtigt werden (*conditional convergence*). Eine eindeutige Bestätigung für die Neue Wachstumstheorie konnte durch derartige Untersuchungen nicht gefunden werden<sup>64</sup>. Allerdings hat die nicht zuletzt von der Evolutionsökonomie ausgehende Forderung nach einer stärkeren Mikrofundierung zur Einsicht geführt, daß es für das Verständnis von Wachstumsprozessen unabdingbar ist, die Akkumulation technischen Wissens als ein Ergebnis bewußter Entscheidungen von Wirtschaftssubjekten zu formulieren. Im Rahmen der Neuen Wachstumstheorie erhält dadurch die Akkumulation von Humankapital einen zentralen Stellenwert für die Erklärung der Wettbewerbsfähigkeit von Volkswirtschaften.

Die Evolutionsökonomie hat durch den Rückgriff auf Ideen Schumpeters und ihr Verständnis von technischem Wandel als pfadabhängigem Akkumulationsprozeß viel dazu beigetragen, die Unzulänglichkeit der *Ad-hoc*-Annahmen der traditionellen neoklassischen Wachstumstheorie aufzuzeigen.

Schon anhand der hier vorgestellten unterschiedlichen Listen von stilisierten Fakten wird allerdings ein grundlegender Unterschied der einzelnen Herangehensweisen deutlich, der eine Kommunikation zwischen ihnen nach wie vor oft erschwert: Während die der traditionellen neoklassischen Wachstumstheorie zugrundeliegenden Fakten von Kaldor (vgl. Übersicht 2) zumindest ansatzweise nachprüfbar sind, entziehen sich diejenigen der Evolutionsökonomie (vgl. Übersicht 4) aufgrund ihrer Allgemeingültigkeit weitgehend einer eindeutigen empirischen Überprüfung. Darüber hinaus führen auch der hohe Grad an mathematischer Formalisierung etwa in der neoklassischen Tradition einerseits und der meist deskriptive Charakter der Ansätze der Evolutionsökonomie andererseits zu gewissen Kommunikationsschwierigkeiten zwischen beiden Richtungen. Robert Lucas bringt — ohne sie explizit zu erwähnen — die neoklassische Kritik an der Evolutionsökonomie auf einen Punkt, wenn er schreibt:

---

<sup>62</sup> Im zweiten stilisierten Faktum der Evolutionsökonomie (vgl. Übersicht 4) wird explizit darauf verwiesen, daß in jüngerer Zeit ein Trend zu einer stärkeren Wissenschaftsbindung von Innovationen eingesetzt hat. Damit erhöht sich auch die Rolle öffentlicher Einrichtungen der Grundlagenforschung.

<sup>63</sup> Vgl. Metcalfe (1994).

<sup>64</sup> Vgl. Pack (1994). Einige Autoren unterstellen, daß auch eine simple Erweiterung des Solow-Modells um einen zusätzlichen Produktionsfaktor „Humankapital“ ausreicht, um internationale Wachstumsunterschiede zu erklären. Auch die *Ad-hoc*-Annahme von je nach Land unterschiedlichen Produktionsfunktionen führt bei allem Mangel an Mikrofundierung zu dem grundsätzlich seltenen Ergebnis.



*„Economic growth, being a summary measure of all the activities of an entire society, necessarily depends, in some way, on everything that goes on in a society. Societies differ in many easily observable ways, and it is easy to identify various economic and cultural peculiarities and imagine that they are keys to growth performance. For this (...) we do not need economic theory: 'Perceptive tourists will do as well.' The role of theory is not to catalogue the obvious, but to help us sort out effects that are crucial, quantitatively, from those that can be set aside.'<sup>65</sup>*

Dem ist allerdings entgegen zu halten, daß die oft aus Einzelfallstudien stammende Evidenz, die der Evolutionsökonomie zugrunde liegt, mittlerweile zu einem eigenständigen Gedankengebäude angewachsen ist, das nicht zuletzt auch der Neoklassik wichtige Anhaltspunkte für eine Mikrofundierung geliefert hat. Durch die Aufhebung der Unterscheidung zwischen Innovation und Diffusion und die Berücksichtigung der Bedeutung von Wissensspillovers wurde das Verständnis der mikroökonomischen Vorgänge bei der Wissensweiterung deutlich verbessert. Dadurch wird die Notwendigkeit deutlich, neben der Erzeugung von technischem Wissen in Unternehmen oder Forschungseinrichtungen auch die Anwendung von Wissen aus nationalen oder internationalen externen Quellen stärker zu berücksichtigen.

Sowohl in der Evolutionökonomie als auch in der Neuen Wachstumstheorie wird die Bedeutung von nationalen An-

strengungen zur Wissenserweiterung betont. In der Neuen Wachstumstheorie ist dies eine Voraussetzung für die Erklärung der anhaltenden Wachstumsunterschiede im internationalen Vergleich. Auch im Rahmen der evolutionsökonomischen Ansätze wird die Bedeutung des inländischen Umfeldes (*national innovation systems*) aufgrund der Pfadabhängigkeit technischer Entwicklungen als wichtige Determinante der technischen Leistungsfähigkeit eines Landes angesehen. Trotz fortschreitender Globalisierung und Erleichterung von Informationstransfers auch über weite Strecken scheinen bestimmte Arten technischen Wissens innerhalb der Landesgrenzen deutlich stärkere Spillovers zu entfalten als außerhalb. Einige empirische Analysen von Wissensübertragungen deuten in der Tat darauf hin, daß geographische Nähe und kulturelle Gemeinsamkeiten nicht zu vernachlässigende Faktoren für die Ausnutzung positiver externer Effekte sind<sup>66</sup>.

Die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit eines Landes wird damit als Ergebnis bewußter Akkumulation von physischem und nicht-physischem Kapital verstanden, an der private Wirtschaftssubjekte ebenso teilhaben wie der Staat. Künftiger empirischer Forschung bleibt es vorbehalten, die Bedeutung dieser Faktoren für die Spezialisierung von Volkswirtschaften auf unterschiedlichen Entwicklungsstufen genauer zu quantifizieren.

<sup>65</sup> Lucas (1988), S. 13.

<sup>66</sup> Vgl. Krugman (1991), Griliches (1992), Lichtenberg (1992), Coe, Helpman (1993) und Nadiri (1993).

## Anhang

### A) Kaldors Stylized facts (1961)<sup>67</sup>

Kaldor formulierte seine *stylized facts* als einen ersten Schritt in Richtung der für die Theoriebildung notwendigen Abstraktion. Abgeleitet wurden die einzelnen „Fakten“ aus beobachteten empirischen Zusammenhängen über das Wachstum in „kapitalistischen Gesellschaften“<sup>68</sup>. Im Unterschied zu anderen Listen von stilisierten Fakten beinhaltet Kaldors Liste fast ausschließlich relativ konkrete, überprüfbare Aussagen. Begriffe wie „Konstanz“ und „gleichbleibend“ beziehen sich dabei immer auf mittelfristige Zusammenhänge innerhalb einzelner Volkswirtschaften und schließen kurzfristige Schwankungen sowie Unterschiede zwischen Volkswirtschaften keineswegs aus. Auch sind die einzelnen Punkte keineswegs unabhängig voneinander: (2) und (3) ergeben sich bei Gültigkeit von (1), (4) und (5) zwangsläufig. Im folgenden sollen die einzelnen Punkte genauer erläutert und auf ihre Gültigkeit hin überprüft werden.

(1) Arbeitsproduktivität und Produktionsvolumen wachsen mit einer anhaltenden Rate; eine Tendenz für einen Rückgang dieser Wachstumsrate zeichnet sich nicht ab.

Die Wachstumsraten von Produktivität und Produktionsvolumen einer Volkswirtschaft unterliegen zwar kurz- oder mittelfristigen zeitlichen Schwankungen. Langfristig scheint sich allerdings keine Bestätigung für die Annahme zu finden, daß die Arbeitsproduktivität im Trend zu- oder abnimmt. Da sich die Wachstumsrate der gesamtwirtschaftlichen Produktion ( $g_Y$ ) aus dem Wachstum des Arbeitsinputs ( $g_L$ ) und dem Wachstum der Arbeitsproduktivität zusammensetzt und erstgenannte Größe als konstant angenommen wird, folgt aus der Konstanz der Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität ( $g_Y - g_L$ ) auch die Konstanz der Wachstumsrate des Produktionsvolumens.

(2) Der Bestand an physischem Kapital pro Beschäftigten nimmt zu.

Nimmt die Arbeitsproduktion, so gilt neben

$$g_Y - g_L > 0$$

auch

$$g_Y > g_L$$

Da aber der physische Kapitalbestand in etwa mit der gleichen Rate  $g_K$  wächst wie das Produktionsvolumen insgesamt (vgl. Punkt (4)), ergibt sich ein Anstieg des Verhältnisses von Kapital zu eingesetzter Arbeit.

(3) Die Ertragsrate des physischen Kapitals, der reale Zins, ist stabil.

Dies folgt unmittelbar aus der Annahme der Konstanz des Kapitalkoeffizienten (Punkt (4)) sowie der Kapitalrendite (Punkt (5)). Kaldor<sup>69</sup> verweist hier auf eine Studie aus dem Jahr 1953, die nachweist, daß die Ertragsraten des physischen Kapitals für Großbritannien im Zeitraum 1870

bis 1914 in einer Größenordnung von  $10\frac{1}{2}$  vH lagen — bei einer relativ schmalen Bandbreite von  $9\frac{1}{2}$  bis  $11\frac{1}{2}$  vH. Auch in späteren Zeiträumen weist die Kapitalrendite einen weitgehend flachen zeitlichen Verlauf auf<sup>70</sup>

(4) Der Quotient aus Kapital und Produktionsvolumen weist im zeitlichen Verlauf keine wesentlichen Schwankungen auf, die Wachstumsraten von Kapital und Output sind in etwa gleich groß.

Auch diesen Zusammenhang leitet Kaldor aus direkten Beobachtungen ab. Er unterstellt allerdings, daß nicht der Kapitalstock allein, sondern zusätzlich seine Kapazitätsauslastung berücksichtigt wird. Vorhandene Daten weisen allerdings darauf hin, daß sich über längere Zeiträume betrachtet durchaus große Unterschiede ergeben können. So stieg den Berechnungen von Maddison zufolge der Kapitalkoeffizient in Deutschland von 2,1 im Jahr 1950 auf 2,4 im Jahr 1973 und 3,0 im Jahr 1987. Für Großbritannien ergab sich im genannten Zeitraum beinahe eine Verdoppelung von 1,1 auf 2,0<sup>71</sup>.

(5a) Der Anteil der Einkommen aus dem Faktor Kapital ist im internationalen Vergleich hoch korreliert mit der Investitionsquote (Anteil der Investitionen am Produktionsvolumen). (5b) In Perioden konstanter Investitionsquoten ist der Anteil der Löhne und der Gewinne am Produktionsvolumen weitgehend konstant, d.h. das Einkommen verteilt sich dann zu konstanten Anteilen auf die Faktoren Arbeit und Kapital.

Aussage (5a) besagt, daß in Volkswirtschaften mit höherer Investitionsquote der Einkommensanteil, der auf den Faktor Kapital fällt, höher ist. In Solows Ansatz hingegen werden internationale Unterschiede nicht explizit behandelt. Aussage (5b) ergibt sich innerhalb der neoklassischen Wachstumstheorie unter der Annahme, daß die Löhne mit der gleichen Rate wachsen wie die Produktion.

(6) Die Wachstumsraten der Arbeitsproduktivität und des Sozialproduktes unterscheiden sich im internationalen Vergleich stark voneinander.

Während diese Beobachtung in Kaldors Wachstumstheorie mit Unterschieden im Investitionsverhalten erklärt wird, kann der neoklassische Ansatz diesen Punkt nicht berücksichtigen. Die letzte Aussage innerhalb von Kaldors *stylized facts* stellt die Konvergenzhypothese in Frage, derzufolge rückständige Volkswirtschaften aufgrund höherer Grenzerträge des Kapitals während ihres Aufholprozesses höhere Wachstumsraten erzielen und sich kontinuierlich dem Produktivitätsniveau (und der Wachstumsrate) des Vorreiters annähern. Die Attraktivität der Konvergenzhypothese in den folgenden Jahrzehnten schien eine wichtige Bestätigung für den neoklassischen Ansatz zu lie-

<sup>67</sup> Vgl. Kaldor (1961), Solow (1970) sowie Romer (1989).

<sup>68</sup> Kaldor (1961), S. 178.

<sup>69</sup> (1961), S. 178.

<sup>70</sup> Vgl. Gomulka (1990), S. 157.

<sup>71</sup> Maddison (1991), S. 67, Tabelle 3.10.

fern<sup>72</sup>. Als die Konvergenzhypothese in ihrer einfachen Form seit der zweiten Hälfte der 80er Jahre mehr und mehr in Frage gestellt wurde, war es nur folgerichtig, daß die Unzufriedenheit mit Solows Modell wuchs.

Insgesamt läßt sich sagen, daß Kaldors Fakten zwar durchaus geeignet sein können, Wachstumsprozesse innerhalb einzelner Volkswirtschaften in relativ homogenen Wachstumsphasen zu beschreiben. Zwischen derartigen Phasen können sich jedoch innerhalb einzelner Volkswirtschaften nicht unbedeutende Sprünge bei den als konstant unterstellten Größen ergeben, die auf die eingeschränkte Aussagekraft von Kaldors Annahmen hinweisen.

### **B) Stylized facts der Neuen Wachstumstheorie (1994)**

Romers stilisierte Fakten sind wesentlich allgemeiner gehalten und beziehen sich nicht wie Kaldors Liste auf makroökonomische Variablen. In Romers Fakten ist deutlich der Versuch einer stärkeren Mikrofundierung zu spüren. Auch insofern ist seine Liste dem evolutionsökonomischen Set von *stylized facts* wesentlich näher. Die Punkte im einzelnen:

(1) In einer Marktwirtschaft gibt es eine Vielzahl miteinander konkurrierender Anbieter.

Diese beinahe selbstverständliche Annahme zielt auf die Grundannahme der in klassischer Tradition stehenden Theorie, der vollständigen Konkurrenz, die auch in der Neuen Wachstumstheorie grundsätzlich aufrechterhalten wird.

(2) (Technisches) Wissen ist ein nicht-rivalisierendes Gut.

Informationen können von mehreren Akteuren gleichzeitig genutzt werden, ohne aufgebraucht zu werden.

(3) Eine Erhöhung der rivalisierenden Produktionsfaktoren (Arbeit, physisches Kapital) erhöht den Output genau proportional (lineare Homogenität).

Dies ist die übliche Homogenitätsannahme der neoklassischen Theorie. Steigende Skalenerträge werden danach ausgeschlossen. Für eine Ausweitung des Outputs ist eine proportionale Erhöhung der physischen Faktoren notwendig. Nicht-physische Faktoren brauchen dagegen nicht ausgedehnt zu werden, da ihre Nutzung nicht rivalisierend ist (vgl. (2)). Diese Beobachtung ist eine direkte Ergänzung zur ersten Aussage, da bei steigenden Skalenerträgen eine Tendenz zu wenigen großen Unternehmenseinheiten bestehen würde.

Die ersten drei Aussagen von Romers stilisierten Fakten lassen sich vollständig im Rahmen von Solows Ansatz abbilden<sup>73</sup>. Der Vorteil des neoklassischen Ansatzes bestand im Verständnis von technischem Wissen als öffentlichem Gut. Dadurch wird es möglich, Punkt (2) in einem Modell vollständiger Konkurrenz abzudecken. Allerdings impliziert diese Annahme, daß technisches Wissen auch nicht ausschließbar ist, was in klarem Widerspruch zu Punkt (5) steht. Die Leistung der Neuen Wachstumstheorie besteht darin, im Gegensatz zu den traditionellen Ansätzen der Neoklassik auch die beiden folgenden Aussagen mit berücksichtigen zu können.

(4) Technischer Wandel entsteht durch bewußte Aktivitäten von Wirtschaftssubjekten.

Auch dies ist eine scheinbar selbstverständliche Aussage, die allerdings der Abstraktion der neoklassischen Wachstumstheorie zum Opfer gefallen ist. Ihre Aufnahme in die Liste der neuen stilisierten Fakten ist nicht deshalb wichtig, weil sie direkt neue Erkenntnisse eröffnet, sondern weil sie die Überzeugung zum Ausdruck bringt, daß die Beschreibung von Prozessen wirtschaftlichen Wachstums unvollständig ist, wenn sie nicht auch eine Erklärung für das Zustandekommen von technischem Fortschritt auch durch private Anbieter enthält.

(5) Innovationen schaffen Marktmacht und führen dazu, daß Individuen oder Unternehmen (vorübergehende) Monopolrenten abschöpfen können.

Technisches Wissen ist nicht-rivalisierend in seiner Nutzung und entspricht in diesem Punkt dem Charakteristikum eines öffentlichen Gutes. Aber im Unterschied zu öffentlichen Gütern können Wirtschaftssubjekte von der Nutzung zumindest von Teilen des technischen Wissens ausgeschlossen werden (vgl. Übersicht 5). Ohne diese teilweise Appropriierbarkeit der Forschungserträge läßt sich nicht erklären, warum privatwirtschaftliche Akteure in die Erweiterung technischen Wissens investieren. Durch die Möglichkeit, vorübergehend Monopolrenten für innovative Produkte oder Verfahren zu erzielen, werden die dafür nötigen Anreize geschaffen.

<sup>72</sup> 1990 schreibt Gomulka (S. 152) in Verteidigung der Konvergenzhypothese über Kaldors Punkt (6): „*Since the time Kaldor first formulated his stylized facts, it has become apparent that the assumption is false.*“

<sup>73</sup> Romer formuliert: „*The neoclassical model captured facts 1, 2, and 3, but postponed consideration of facts 4 and 5.*“ (Romer (1994), S. 13).

## Literaturverzeichnis

- Abramovitz, Moses* (1986): *Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind*, in: *Journal of Economic History*, Vol. 46, No. 2, pp. 385-406.
- Aghion, Philippe, Peter Howitt* (1992): *A Model of Growth Through Creative Destruction*, in: *Econometrica*, Vol. 60, No. 2, pp. 323-351.
- Arrow, Kenneth J.* (1962): *The Economic Implications of Learning by Doing*, in: *Review of Economic Studies*, Vol. 29, pp. 155-173.
- Baldwin, William L., John T. Scott* (1987): *Market Structure and Technological Change*, *Fundamentals of Pure and Applied Economics*, No. 17, Chur u.a.: Harwood.
- Barro, Robert J.* (1991): *Economic Growth in a Cross Section of Countries*, in: *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, pp. 407-444.
- Barro, Robert J., Xavier Sala-i-Martin* (1991): *Convergence across States and Regions*, in: *Brookings Papers on Economic Activity* 1991, vol. 1, Washington, pp. 107-182.
- Baumol, William J.* (1986): *Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Longrun Data Show*, in: *American Economic Review*, Vol. 76, No. 5, pp. 1072-1085.
- Baumol, William J., Edward N. Wolff* (1988): *Productivity Growth, Convergence and Welfare: Reply*, in: *American Economic Review*, Vol. 78, No. 5, pp. 1155-1159.
- Baumol, William J., Sue Anne Batey Blackman, Edward N. Wolff* (1989): *Productivity and American Leadership: The Long View*, Cambridge: MIT-Press.
- Boltho, Andrea, Gerald Holtham* (1992): *The Assessment: New Approaches to Economic Growth*, in: *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 8, No. 4 (Winter 1992), pp. 1-14.
- Breitung, Jörg, Franz Haslinger, Maik Heinemann* (1993): *Ist die empirische Makroökonomie eine wissenschaftliche Illusion?*, in: *Voigt, W.* (Hrsg.): *Die ökonomische Wissenschaft und ihr Betrieb*, *Jahrbuch Ökonomie und Gesellschaft*, Nr. 10, Frankfurt und New York: Campus.
- Chatterji, Monojit* (1992): *Convergence Clubs and Endogenous Growth*, in: *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 8, No. 4 (Winter 1992), pp. 57-69.
- Coe, David T., Elhanan Helpman* (1993), *International R&D Spillovers*, *National Bureau of Economic Research Working Paper*, No. 4444, Cambridge: NBER.
- Cohen, Wesley A., R. C. Levin* (1989): *Empirical Studies of Innovation and Market Structure*, in: *Schmalensee, R., Willig, R. D.* (eds.): *Handbook of Industrial Organization*, Vol. II, Amsterdam: Elsevier, pp. 1060-1107.
- Cohen, Wesley M., Daniel A. Levinthal* (1989): *Innovation and Learning: The Two Faces of R&D*, in: *Economic Journal*, Vol. 99, pp. 569-596.
- Cohen, Wesley M., Daniel A. Levinthal* (1990): *Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation*, in: *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 1, pp. 128-152.
- DeLong, J. Bradford* (1988): *Productivity, Growth, Convergence and Welfare: Comment*, in: *American Economic Review*, Vol. 78, No. 5, pp. 1138-1154.
- Dosi, Giovanni* (1982), *Technological Paradigms and Technological Trajectories*, in: *Research Policy*, Vol. 11, pp. 147-162.
- Dosi, Giovanni* (1988a): *The Nature of the Innovative Process*, in: *Dosi, Giovanni u.a.* (eds.): *Technical Change and Economic Theory*, London: Pinter, pp. 221-238.
- Dosi, Giovanni* (1988b): *Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation*, in: *Journal of Economic Literature*, Vol. 26, pp. 1120-1171.
- Dosi, Giovanni* (1993): *Evolutionäre Ansätze zu Innovationen, Marktprozessen und Institutionen sowie einige Konsequenzen für die Technologiepolitik*, in: *Meyer-Krahmer, Frieder* (Hrsg.): *Innovationsökonomie und Technologiepolitik. Forschungsansätze und politische Konsequenzen, Technik, Wirtschaft und Politik*, Nr. 1, Heidelberg: Physica, S. 68-99.
- Dowrick, Steve, Duc-Tho Nguyen* (1989): *OECD Comparative Economic Growth 1950-85: Catch-Up and Convergence*, in: *American Economic Review*, Vol. 79, No. 5, pp. 1010-1030.
- Fagerberg, Jan* (1987): *A technology gap approach to why growth rates differ*, in: *Research Policy*, Vol. 16, pp. 87-99.
- Fagerberg, Jan* (1994): *Technology and International Differences in Growth Rates*, in: *Journal of Economic Literature*, Vol. 32, pp. 1147-1175.
- Fratianni, Michele, Haizhou Huang* (1995): *New Growth Theory: A Survey from a Policy Perspective*, in: *Kredit und Kapital*, Bd. 28, Heft 1, S. 62-86.
- Gomulka, Stanislaw* (1990): *The Theory of Technological Change and Economic Growth*, London and New York: Routledge.
- Gries, Thomas, Berthold Wigger, Claudia Hentschel* (1994): *Endogenous Growth and R&D Models. A Critical Appraisal of Recent Developments*, in: *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, Bd. 213, Heft 1, S. 64-84.
- Griliches, Zvi* (1979): *Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth*, in: *The Bell Journal of Economics*, Vol. 10, No. 1, pp. 92-116.
- Griliches, Zvi* (1992): *The Search for R&D Spillovers*, in: *The Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 94 (Supplement), pp. 29-47.
- Grossman, Gene M., Elhanan Helpman* (1990): *Trade, Innovation, and Growth*, in: *American Economic Review*, Vol. 80, pp. 86-91.
- Grossman, Gene M., Elhanan Helpman* (1994): *Endogenous Innovation in the Theory of Growth*. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8, No. 1 (Winter 1994), pp. 23-44.
- Hahn, Franz R.* (1993): *Neuere Entwicklungen in der Wachstumsökonomie*, in: *Monatsberichte des WIFO*, Bd. 8, S. 432-438.
- Hofman, Bert, Michael J. Koop* (1991): *Die „Neue Wachstumstheorie“ und ihre Bedeutung für die Wirtschaftspolitik*, in: *Die Weltwirtschaft*, S. 86-94.
- Jones, Hywel* (1975): *An Introduction to Modern Theories of Economic Growth*, Wokingham: Van Nostrand Reinhold.
- Kaldor, Nicholas* (1961): *Capital Accumulation and Economic Growth*, in: *Lutz, Friedrich A., D. C. Hague* (eds.): *The Theory of Capital. Proceedings of a Conference held by the International Economic Association*, London: Macmillan, pp. 177-222.
- Kamien, Morton, I., Nancy L. Schwartz* (1987): *Market structure and innovation*, Cambridge u.a.: Cambridge University Press.
- Kennedy, Charles, A. P. Thirlwall* (1972): *Technical Progress: A Survey*, in: *Economic Journal*, Vol. 82, pp. 11-72.
- King, Mervyn A., Mark H. Robson* (1992): *Investment and Technical Progress* in: *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 8, No. 4 (Winter 1992), pp. 43-56.
- Klodt, Henning* (1993): *Theorie der strategischen Handelspolitik und Neue Wachstumstheorie als Grundlage für eine Industrie- und Technologiepolitik*, in: *Meyer-Krahmer, Frieder* (Hrsg.): *Innovationsökonomie und Technologiepolitik. Forschungsansätze und politische Konsequenzen, Technik, Wirtschaft und Politik*, Nr. 1, Heidelberg: Physica, S. 196-230.
- Krugman, Paul* (1991): *Geography and Trade*, Cambridge and London: MIT-Press.

- Kuhn, Thomas S.* (1970): *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago und London: University of Chicago Press (2. Aufl.).
- Lessat, Vera* (1994): *Endogenes Wirtschaftswachstum. Theoretische Modelle und wirtschaftspolitische Implikationen*, Frankfurt u.a.: Lang.
- Levine, Ross, David Renelt* (1992): *A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions*, in: *American Economic Review*, Vol. 82, No. 4, pp. 942-963.
- Lichtenberg, Frank R.* (1992): *R&D Investment and International Productivity Differences*, National Bureau of Economic Research Working Paper, No. 4161, Cambridge: NBER.
- Lucas, Robert E.* (1988): *On the Mechanics of Economic Development*, in: *Journal of Monetary Economics*, Vol. 22, pp. 3-42.
- Maddison, Angus* (1991): *Dynamic Forces in Capitalist Development. A Long-Run Comparative View*, Oxford u.a.: Oxford University Press.
- Mankiw, N. Gregory, David Romer, David N. Weil* (1992): *A Contribution to the Empirics of Economic Growth*, in: *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107, pp. 407-437.
- Metcalfe, J. S.* (1994): *Evolutionary Economics and Technology Policy*, in: *Economic Journal*, Vol. 104, S. 931-944.
- Nadiri, M. Ishaq* (1993): *Innovations and Technological Spillovers*, National Bureau of Economic Research Working Paper, No. 4423, Cambridge: NBER.
- Nelson, Richard R.* (1994): *What Has Been the Matter with Neoclassical Growth Theory?*, in: *Silverberg, Gerald and Luc Soete (eds.): The economics of growth and technical change. Technologies, nations, agents*, Aldershot: Edward Elgar, pp. 290-324.
- Nelson, Richard R., Sidney G. Winter* (1974): *Neoclassical vs. Evolutionary Theories of Economic Growth: Critique and Prospectus*, in: *Economic Journal*, Vol. 84, pp. 886-905.
- Nelson, Richard R., Sidney G. Winter* (1977): *In search of a useful theory of innovation*, in: *Research Policy*, Vol. 6, No. 1, pp. 36-76.
- Nelson, Richard R., Sidney G. Winter* (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge: MIT-Press.
- Pack, Howard* (1994): *Endogenous Growth Theory: Intellectual Appeal and Empirical Shortcomings*, in: *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8, No. 1 (Winter 1994), pp. 55-72.
- Paqué, Karl-Heinz* (1993): *A Recipe for Prosperity? Policy Implications of the New Growth Theories*, in: *Siebert, Horst (ed.): Economic Growth in the World Economy*, Tübingen: Mohr (Siebeck), S. 273-287.
- Ramser, Hans Jürgen* (1992): *Grundlagen der „neuen“ Wachstumstheorie*, Diskussionsbeiträge der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Statistik, Nr. 1/261, Konstanz.
- Rivera-Batiz, Luis A., Paul M. Romer* (1991): *International trade with endogenous technical change*, in: *European Economic Review*, Vol. 35, pp. 971-1004.
- Romer, Paul M.* (1986): *Increasing Returns and Long-Run Growth*, in: *Journal of Political Economy*, Vol. 94, No. 5, pp. 1002-1037.
- Romer, Paul M.* (1989): *Capital Accumulation in the Theory of Long-Run Growth*, in: *Barro, Robert J. (ed.): Modern Business Cycle Theory*, Cambridge, pp. 51-127.
- Romer, Paul M.* (1990): *Endogenous Technological Change*, in: *Journal of Political Economy*, Vol. 98, No. 5, pp. S71-S101.
- Romer, Paul M.* (1994): *The Origins of Endogenous Growth*, in: *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8, No. 1 (Winter 1994), pp. 3-22.
- Sachs, Jeffrey D., Andrew M. Warner* (1995), *Economic Convergence and Economic Policies*, NBER Working Paper, No. 5039, Cambridge: NBER.
- Schumacher, Dieter, Heike Belitz, Alfred Haid, Kurt Hornschild, Hans J. Petersen, Florian Straßberger, Harald Trabold* (1995): *Technologische Wettbewerbsfähigkeit der Bundesrepublik Deutschland. Theoretische und empirische Aspekte einer international vergleichenden Analyse*, Beiträge zur Strukturfor- schung, Heft 155, Berlin: Duncker & Humblot.
- Schumpeter, Joseph A.* (1911): *Die Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*. München und Leipzig.
- Schumpeter, Josef A.* (1942): *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York.
- Schwitala, Beatrice* (1993): *Messung und Erklärung industrieller Innovationsaktivitäten — mit einer empirischen Analyse für die westdeutsche Industrie, Technik, Wirtschaft und Politik*, Nr. 2, Heidelberg: Physica.
- Scott, Maurice Fg.* (1991): *A New View of Economic Growth*, Oxford: Clarendon (2. Aufl.).
- Shaw, G. K.* (1992): *Policy Implications of Endogenous Growth Theory*, in: *Economic Journal*, Vol. 102, pp. 611-621.
- Shell, Karl* (1973): *Inventive Activity, Industrial Organization and Economic Growth*, in: *Mirrless, J., N. Stern (eds.): Models of Economic Growth*, New York: Wiley.
- Siebert, Horst* (1991): *A Schumpeterian Model of Growth in the World Economy: Some Notes on a New Paradigm in International Economics*, in: *Weltwirtschaftliches Archiv*, S. 800-812.
- Smith, Adam* (1983): *Der Wohlstand der Nationen*, München: Deutscher Taschenbuch Verlag (3. Auflage nach der 5. Auflage des Originals von 1789).
- Solow, Robert M.* (1956): *A Contribution to the Theory of Economic Growth*, in: *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, pp. 65-94.
- Solow, Robert M.* (1970): *Growth Theory. An Exposition (The Radcliff Lectures Delivered in the University of Warwick 1969)*, Oxford: Clarendon.
- Solow, Robert M.* (1994): *Perspectives on Growth Theory*, in: *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8, No. 1 (Winter 1994), pp. 45-54.
- Stolpe, Michael* (1992): *Ansätze der neuen Wachstumstheorie — ein Literaturüberblick*, Kieler Arbeitspapiere, Nr. 508, Kiel.
- Stolpe, Michael* (1993): *Industriepolitik aus Sicht der Neuen Wachstumstheorie*, in: *Die Weltwirtschaft*, S. 361-377.
- Summers, Robert, Alan Heston* (1991): *The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950-1988*, in: *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, No. 2, pp. 327-368.
- Uzawa, Hirofumi* (1965): *Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth*, in: *International Economic Review*, Vol. 6, No. 1, pp. 18-31.
- Verspagen, Bart* (1992a): *Endogenous Innovation in Neo Classical Models: A Survey*, in: *Journal of Macroeconomics*, Vol. 14, No. 4 (Fall 1992), pp. 631-662.
- Verspagen, Bart* (1992b): *Uneven growth between interdependent economies: An evolutionary view on technology gaps, trade and growth (Faculty of Economics and Business Administration, University of Limburg, Dissertation no. 92-10)*, Maastricht.
- Wolf, Holger C.* (1994a): *Growth Convergence Reconsidered*, in: *Weltwirtschaftliches Archiv*, Bd. 130, Heft 4, S. 747-759.
- Wolf, Holger C.* (1994b): *Wachstumstheorien im Widerstreit: Konvergenz oder Divergenz?*, in: *Wirtschaftswissenschaftliches Studium*, Bd. 23, Heft 4, S. 187-193.

## **Zusammenfassung**

### **Technischer Wandel und wirtschaftliches Wachstum: Einige jüngere Entwicklungen, empirische Ergebnisse und wirtschaftspolitische Konsequenzen**

Technisches Wissen ist einer der Hauptbestimmungsgründe für die Wettbewerbsfähigkeit von Volkswirtschaften. Trotzdem hatten zentrale Strömungen innerhalb der Volkswirtschaftslehre lange Zeit nur wenig zu seiner Entwicklung zu sagen. Der vorliegende Aufsatz versucht, anhand der Behandlung von technischem Wissen in verschiedenen Ansätzen der volkswirtschaftlichen Wachstumstheorie wichtige Stationen im Fortschritt der wissenschaftlichen Theoriebildung der letzten vier Jahrzehnte nachzuzeichnen. Dabei wird insbesondere das Wechselspiel zwischen theoretischer Weiterentwicklung und empirischer Erkenntnisgewinnung thematisiert. Darüber hinaus wird versucht nachzuweisen, daß die Neue Wachstumstheorie entscheidend von den konkurrierenden Ansätzen der Evolutionsökonomie geprägt wurde. Einige Anzeichen für eine Konvergenz der Lehrmeinungen lassen sich auch im Hinblick auf die aus ihnen ableitbaren politischen Schlußfolgerungen gewinnen.

## **Summary**

### **Technical Change and Economic Growth: Some Recent Developments, Empirical Results, and Political Consequences**

Technical knowledge is one of the main driving forces behind the competitiveness of nations. Despite this mainstream approaches in economic growth theory traditionally had little to say on what determines the development of technical knowledge. This paper tries to assess the way technical knowledge has been dealt with in different schools of economic growth theory over the past four decades. The article focuses on the interplay between theoretical progress and empirical research. As will be argued, New Growth Theory has greatly benefitted from the competing views of evolutionary economics. Some indication for convergence between the two approaches can also be seen by looking at the political consequences derived from them.