

Harabi, Najib

**Working Paper**

## Determinanten des technischen Fortschritts auf Branchenebene: Ein Überblick

ZEW Discussion Papers, No. 97-02

**Provided in Cooperation with:**

ZEW - Leibniz Centre for European Economic Research

Suggested Citation: Harabi, Najib (1997) : Determinanten des technischen Fortschritts auf Branchenebene: Ein Überblick, ZEW Discussion Papers, No. 97-02, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim

This Version is available at:

<http://hdl.handle.net/10419/24232>

**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.*

Discussion Paper No. 97-03 D

**Determinanten des technischen  
Fortschritts auf Branchenebene:  
ein Überblick**

Najib Harabi

# **Determinanten des technischen Fortschritts auf Branchenebene: ein Überblick**

**von**

**Najib Harabi**

*Wirtschaftswissenschaftliches Institut der Universität Zürich*

**Februar 1997**

**Danksagung**

Der vorliegende Beitrag entstand in der Zeit, als ich Gastwissenschaftler im ZEW war. An dieser Stelle möchte ich der ZEW-Leitung, insbesondere Dr. Georg Licht, für ihre Gastfreundschaft und Unterstützung herzlich danken.

# 1 Einführung

Bedeutende Klassiker und Neoklassiker der Nationalökonomie (z.B. Adam Smith, Karl Marx und Alfred Marshall) haben sich mit dem technischen Fortschritt explizit und intensiv auseinandergesetzt. Dagegen sahen Ökonomen späterer Generationen, v.a. in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, den technischen Fortschritt als eine vorgegebene, exogene „black box“, deren Natur, Determinanten und Wirkungen sie nur am Rande untersucht haben. Eine wichtige Ausnahme ist allerdings Joseph A. Schumpeter, der sich schon in den 30er Jahren mit der Bedeutung des technischen Fortschritts für die wirtschaftliche Entwicklung des kapitalistischen Systems beschäftigt hatte. Er kam zu dem wichtigen Schluss, dass „der fundamentale Antrieb, der die kapitalistische Maschine in Bewegung setzt und hält, ... von den neuen Konsumgütern, den neuen Produktions- und Transportmethoden, den neuen Märkten, den neuen Formen der industriellen Organisation, welche die kapitalistische Unternehmung schafft, (kommt)“ (Schumpeter 1950:136). Schumpeter gehört bis heute nicht zu den „Mainstream-“ (neo-klassischen) Ökonomen, und so wurden auch seine Thesen in den gängigen Lehrbüchern mehr oder weniger ignoriert. Erst später haben Industrieökonomien und andere Forscher seine zentralen Aussagen überprüft und weiterentwickelt<sup>1</sup>. Sein Einfluss auf die ökonomische Disziplin hat sich damit und mit der Entstehung einer aktiven neo-schumpeterianischen bzw. evolutorischen Forschungsrichtung (sie ist institutionell verkörpert u.a. in der „International Joseph A. Schumpeter Society“, die ihre eigene Zeitschrift, „Evolutionary Economics“, herausgibt) ausgeweitet.

Seit Mitte der 50er Jahre ist das Interesse am technischen Fortschritt schnell und nachhaltig gewachsen. Dafür gibt es verschiedene Gründe: Neben der Tatsache, dass (auch) Ökonomen mit einer mehr und mehr von neuen Technologien durchdrungenen Welt konfrontiert sind, gibt es interne, Disziplin-immanente Entwicklungen, die diese Renaissance des Interesses am technischen Fortschritt in den letzten Jahrzehnten gefördert haben. Die wichtigsten Phasen dieser Entwicklungen werden im folgenden kurz skizziert (vgl. Nelson 1987):

In den 50er und 60er Jahren wurde die Bedeutung des technischen Fortschritts für den Wirtschaftsprozess anerkannt und in ein globales Wachstumsmodell integriert. Insbesondere der Artikel von Solow (1957) „Technical Change and the Aggregate Production Function“, der den technischen Fortschritt gemäss neoklassischer Tradition modellierte, ist hier erwähnenswert. Auch die im Rahmen des National Bureau of Economic Research (USA) durchgeführten empirischen Arbeiten in den

---

<sup>1</sup> Zu einer Würdigung seines Werkes im Bereich des technischen Fortschritts s. Scherer (1992b), und zu der seines generellen Werkes und Lebens s. u.a. Allen (1991), Swedborg (1993) und Stolper (1994).

50er Jahren betonten bei der Erklärung des langfristigen Wirtschaftswachstums der USA die zentrale Rolle der Technologie (s. vor allem die Arbeiten von Abramovitz, Denison, Fabricant, Kuznets und Kendrick). Technischer Fortschritt wurde jedoch in all diesen Arbeiten als eine exogene Grösse betrachtet, deren Determinanten vom ökonomischen System nicht erklärt werden konnten. Im Zentrum des Interesses standen eher die Wirkungen des technischen Fortschritts auf Wachstum und Verteilung und weniger seine Ursachen. Bekannte Ausnahmen von dieser Betrachtungsweise sind einerseits die Modelle von Kaldor (1957), Arrow (1962) und Atkinson/Stiglitz (1969) und andererseits diejenigen von Kennedy (1964), Ahmad (1966) und Drandakis/Phelps (1966), da sie sich auch mit den Bestimmungsfaktoren des technischen Fortschritts befasst hatten.<sup>2</sup> Bei der ersten Autorengruppe wird Erfahrung als Grundlage des Lernens und dieses wiederum als Basis des technischen Fortschritts angesehen. Die zweite Gruppe postuliert hingegen, dass zwar die Richtung des technischen Fortschritts durch ökonomische Entscheidungen bestimmt wird; sie konnte aber die Frage nicht eindeutig beantworten, was der definitive Effekt des technischen Fortschritts auf die anderen Produktionsfaktoren ist. Tendenziell würde er gemäss dieser Schule Harrod-neutral, d.h. arbeitsvervielfachend, wirken (s. Stern 1991:127).

In den 70er Jahren sind zahlreiche empirische Untersuchungen zum technischen Fortschritt erschienen, die u.a. mit den Namen von Rosenberg, Freeman, Griliches, Mansfield, Scherer, Holländer, Klein usw. verbunden sind. Das theoretische Interesse am technischen Fortschritt und Wirtschaftswachstum hat jedoch während dieser Zeit nachgelassen.

Erst mit der Publikation neuerer Arbeiten (theoretischer und empirischer Natur) in den 80er Jahren ist wieder eine gewichtige Renaissance dieses alten Gebietes der Wirtschaftstheorie und der empirischen Forschung zu beobachten. In dieser neuen Phase ist auch eine Reihe ökonomischer Modelle entstanden, welche die Phänomene „technischer Fortschritt“ und „Wirtschaftswachstum“ systematisch analysieren und v.a. als endogene Grössen betrachten. An dieser Renaissance sind sowohl neo-klassische (z.B. Romer 1986, 1989 und 1990), Lucas 1988 und Benhabib/Jovanovic 1991) als auch neo-schumpeterianische bzw. evolutorische Autoren (z.B. Nelson/Winter 1982) beteiligt. Dabei sind beide Denkrichtungen im Hinblick auf Inhalt und Stil keineswegs monolithisch.

Bei neo-klassischen Autoren unterscheidet Stern (1991) zwischen zwei Denkanätzen: Dem Arrow/Romer- und dem Uzawa/Lucas-Denkansatz. Für beide Denkansätze ist technischer Fortschritt ein endogenes Phänomen, das allerdings, wenn auch mit einem ähnlich theoretischen Vorgehen und ähnlicher Zielsetzung, unter-

---

<sup>2</sup> Für eine Übersicht dieser Literatur s. Thirtle/Ruttan (1987).

schiedlich erklärt wird. In der Arrow/Romer-Welt werden Investitionen in das Humankapital bzw. das Lernen als die Hauptquelle neuer Ideen (und damit des technischen Fortschritts) betrachtet. In der Uzawa/ Lucas-Welt hingegen werden neue Ideen einzig vom F&E-Sektor produziert, und damit ist dieser Sektor die Hauptquelle des technischen Fortschritts<sup>3</sup>.

Während die erwähnten neo-klassischen Arbeiten den technischen Fortschritt aus einem stark aggregierten, makroökonomischen Blickwinkel untersuchen, versuchen die neo-schumpeterianisch bzw. evolutorisch orientierten Autoren (Pioniere in dieser Richtung sind Nelson und Winter mit ihrem Werk „An Evolutionary Theory of Economic Change“ 1982) das gleiche Phänomen mit einem mikroökonomischen Ansatz und unter der Aufgabe typischer neo-klassischer Annahmen wie derjenigen der Gewinnmaximierung, der vollständigen Konkurrenz und des statischen Gleichgewichts zu erklären. Sie konzentrieren sich indessen auf die Analyse von Fragen wie die Relevanz von Unsicherheit und Ungleichgewichtszuständen für ökonomische Phänomene (z.B. für den technischen Fortschritt); die Grenzen der Rationalitätsannahme und des Nutzenmaximierungs-Verhaltens von Wirtschaftssubjekten; die Unternehmen als lernende und innovative Einheiten, die durch idiosynkratische Fähigkeiten charakterisiert sind; der Innovationsprozess als ein interdependenter und interaktiver Prozess, in dem verschiedene Akteure involviert sind; die Interpretation der industriellen Entwicklung als ein evolutorischer Prozess usw.<sup>4</sup>

Seit der Publikation des bereits zitierten Buches von Nelson und Winter im Jahre 1982 kann man die Entwicklung dreier unterschiedlicher Forschungsrichtungen innerhalb der evolutorischen Tradition beobachten. Die eine Richtung ist empirisch orientiert und versucht, stilisierte Fakten zu den obengenannten Problemen systematisch zu sammeln. Die andere ist mehr an der qualitativen Analyse einzelner Aspekte des technischen und wirtschaftlichen Wandels interessiert. Schliesslich versucht die dritte, relativ junge Richtung (s. u.a. Amendola, Arthur, Silverberg), formale (mathematische) Modelle zu entwickeln, in denen die Ergebnisse der ersten und zweiten Richtung synthetisiert werden.<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> Eine gute und allgemein verständliche Übersicht über die theoretischen und empirischen Ergebnisse der neuen neoklassischen Wachstumstheorie liefert das Symposium der Zeitschrift „Journal of Economic Perspectives“ vom Winter 1994. Eine formal anspruchsvollere Darstellung dieser Thematik findet sich u.a. in David (nicht Paul M.!) Romer (1996).

<sup>4</sup> Beispiele solcher Arbeiten sind in den folgenden Sammelbänden zu finden: Dosi et al. (eds.), (1988); Hanusch (ed.), (1988); Heertje/Perlman (eds.), (1990); Scherer/Perlman (eds.), (1992).

<sup>5</sup> Diese drei Richtungen waren sehr sichtbar vertreten an der vom MERIT (Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology) organisierten Tagung über „Convergence and



Die heutige intensive Auseinandersetzung mit dem Fragenkomplex „technischer Fortschritt“ hat somit verschiedene historische Wurzeln und entstammt verschiedenen Forschungsrichtungen. Technischer Fortschritt wird heute von den meisten Ökonomen als ökonomisches Phänomen anerkannt, dem volle Aufmerksamkeit gelten soll. Dies gilt nicht zuletzt, weil sein Beitrag zum Wirtschaftswachstum von entscheidender Bedeutung ist und quantitativ - je nach Berechnungsart - zwischen 40 % und 60 % (z.B. Schweiz) liegt. Dabei ist allerdings zu beachten, dass sowohl die Rate des technischen Fortschritts als auch dessen Beitrag zum Wirtschaftswachstum von Land zu Land und von Wirtschaftszweig zu Wirtschaftszweig quantitativ verschieden sind. Es bestehen sowohl international wie interindustriell beträchtliche Unterschiede im technischen Fortschritt und damit im Wirtschaftswachstum.

Es ist das Ziel der vorliegenden Arbeit, eine kurze Zusammenfassung dieser Diskussion - v.a. aus industrieökonomischer Sicht - zu liefern. Konkret lautet die Hauptfrage hier wie folgt: Welches sind theoretisch die Determinanten interindustrieller Unterschiede im technischen Fortschritt? Oder, in einfachen Worten: Was erklärt im wesentlichen, dass ein bestimmter Markt (bzw. ein bestimmter Wirtschaftszweig) mehr technische Innovationen hervorbringt als ein anderer?

Bevor ich auf diese Frage eingehe, möchte ich das Konzept des technischen Fortschritts kurz erläutern.

## **2 Zum Konzept des technischen Fortschritts**

Technischer Fortschritt<sup>6</sup> äussert sich aus ökonomischer Sicht in der Herstellung neuer oder verbesserter Produkte oder in der Einführung neuer Produktionsverfahren, die ein unverändertes Produkt zu gleichbleibenden Kosten in vergrösserter

---

Divergence in Economic Growth and Technical Change“, Maastricht, Dezember 1992.

<sup>6</sup> Das Wort „Fortschritt“ im Zusammenhang mit Technik ist seit einiger Zeit Gegenstand einer heftigen Diskussion. So wird argumentiert, ob es angesichts der zahlreichen, auch negativen Auswirkungen der Technik auf Umwelt, Mensch und Gesellschaft gerechtfertigt ist, von „Fortschritt“ zu sprechen. Um dieser Kritik an der Technik Rechnung zu tragen, trifft man in der Literatur zunehmend auf neutralere Begriffe wie „technischer Wandel“ oder „technische Entwicklung“. Auch ich sehe die negativen Konsequenzen des technischen Fortschritts, verurteile ihn aber nicht pauschal und verwende diesen Begriff aus zwei Gründen weiter. Da sich der Begriff „Fortschritt“ mittlerweile in der ökonomischen Literatur durchgesetzt hat, werden mit seiner Übernahme in dieser Arbeit Begriffsverwirrungen vermieden; zum anderen soll damit der Unterschied zwischen einer wirtschaftlich relevanten einer wirtschaftlich nicht-relevanten technischen Entwicklung deutlich unterstrichen werden.

Menge bzw. in gleichbleibender Menge zu geringeren Kosten herzustellen ermöglichen (Geigant et al. 1987). Er manifestiert sich mit anderen Worten entweder in Form von Produkt- oder Prozessinnovationen oder gar beiden zusammen und ist damit auf technische Innovationen begrenzt.

Obwohl die beiden Komponenten des technischen Fortschritts theoretisch klar auseinandergehalten werden können, sind sie in der Praxis häufig miteinander verknüpft. Aufgrund seiner zahlreichen historischen Untersuchungen im Technologie-Bereich kommt Rosenberg zum Schluss, dass Prozessinnovationen eine zentrale Rolle bei der Entwicklung von Produktinnovationen in der Industrie gespielt haben (Rosenberg 1982:237). Bestimmte Produktinnovationen, wie z.B. seinerzeit der Transistor, benötigen bedeutende Prozessinnovationen, damit sie ökonomisch effizient hergestellt werden können. Umgekehrt können, potentielle, mit Prozessinnovationen verbundene Kostenersparnisse in bestimmten Fällen nur dann realisiert werden, wenn die damit herzustellenden Produkte neu entworfen werden können. Zudem kann das gleiche Produkt, z.B. eine numerisch gesteuerte Werkzeugmaschine, für die Herstellerfirma eine Produktinnovation und für die anwendende Firma eine Prozessinnovation (z.B. zur Herstellung anderer Produkte) bedeuten.

Zusätzlich zur Aufteilung in Produkt- und Prozessinnovationen wird technischer Fortschritt in die zwei Arten „laufende Innovationen“ und „bedeutende Innovationen“ unterteilt.<sup>7</sup> Laufende Innovationen erfolgen mehr oder weniger kontinuierlich, wenn auch je nach Branche in einem unterschiedlichen Tempo. Sie beinhalten Verbesserungen in den bestehenden Produkt- bzw. Prozesssortimenten, die entweder kleine Veränderungen der Marktnachfrage und damit der Bedürfnisse der Benutzer reflektieren oder von den Produzenten selbst autonom induziert werden. Deshalb werden gute und enge Beziehungen zwischen Produzenten und Kunden sowie „Learning by doing“ und „Learning by using“ in den Unternehmen als wichtige Quellen für diese Innovationsart angesehen. Laufende Innovationen bilden einen grossen Teil der Patente und der internen Mitarbeiterauszeichnungen von Unternehmen. Obwohl ihr kombinierter Effekt für das Wirtschaftswachstum sehr wichtig sein kann, löst keine dieser Innovationen für sich allein dramatische Veränderungen oder gar einen Strukturwandel in der Wirtschaft aus.

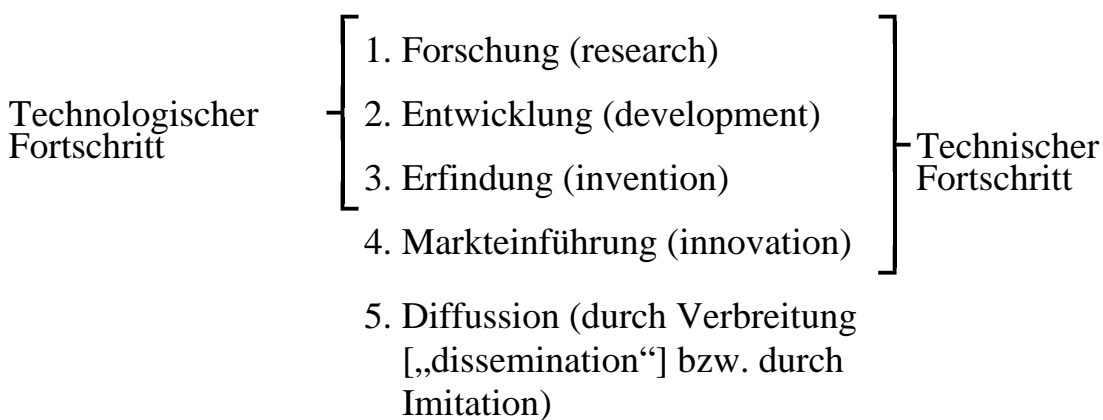
Bedeutende Innovationen sind diskontinuierliche Ereignisse und entstehen inhaltlich nicht aus laufenden Verbesserungen bisheriger Produkte bzw. Verfahren. Zwei

---

<sup>7</sup> Die Terminologie ist im Hinblick auf diese beiden Arten von Innovationen nicht einheitlich. Im ersten Fall finden wir auch Bezeichnungen wie „inkrementale“ „kleine“ Innovationen oder „Rationalisierungstechnologien“; im zweiten Fall wird auch von „Basisinnovationen“ bzw. „Basistechnologien“ oder „Schlüsseltechnologien“ gesprochen.

historische Beispiele illustrieren diesen Tatbestand: Weder ist Nylon aus Verbesserungen natürlicher Materialien, noch ist die Eisenbahn dank der Zusammenlegung mehrerer Postkutschen entstanden. Solche Innovationen verkörpern sowohl grundlegende technologische als auch organisatorische Neuerungen und führen oft zu einem wirtschaftlichen Strukturwandel.

Will man den technischen Fortschritt nicht nur als Ergebnis, sondern auch als Prozess betrachten, so könnte man den Prozess des technischen Fortschritts bzw. den Innovationsprozess (beide Kategorien werden hier synonym verwendet) in drei Phasen zerlegen: 1. Erfindung (invention), 2. Markteinführung (innovation), 3. Diffusion. Wenn man davon ausgeht, dass Erfindung auf Forschung und Entwicklung beruhten, kann man den Prozess des technischen Fortschritts in die folgenden fünf Phasen gliedern:



Die ersten drei Phasen zusammen machen den technologischen Fortschritt aus. Erst mit der erfolgreichen Markteinführung von neuen oder verbesserten Produkten bzw. Produktionsverfahren spricht man von technischem Fortschritt. Die Unterscheidung zwischen „technologischem“ und „technischem“ Fortschritt ist analytisch wie praktisch zentral, damit das „blosse“ Vorliegen eines Fortschritts des technischen Wissens (Technologie) nicht mit seiner Anwendung und Markteinführung verwechselt wird. Um einen technischen Fortschritt realisieren zu können, genügt es nicht, bloss neue Ideen zu haben, sondern diese müssten darüber hinaus in Produkte und Verfahren umgesetzt und erfolgreich kommerzialisiert werden.

### 3 Determinanten des technischen Fortschritts

Eine ökonomische Analyse der Determinanten des technischen Fortschritts kann auf verschiedenen Ebenen erfolgen: Auf der Ebene des Einzelunternehmens, des Einzelmarktes für eine bestimmte Innovation oder des aggregierten Marktes für alle Innovationen (die Volkswirtschaft). Obwohl diese Ebenen interdependent sind und sich damit keineswegs gegenseitig ausschliessen, ist eine bewusste Wahl der

Untersuchungsebene notwendig, wenn nicht unumgänglich. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem technischen Fortschritt, wie er von einzelnen Märkten in Form von Produkt- bzw. Prozessinnovationen produziert wird. Die Analyse erfolgt also auf der mikroökonomischen Ebene des Einzelmarktes und nicht der Einzelunternehmung. Diesem Vorgehen liegt die theoretische Prämisse zugrunde, dass technischer Fortschritt in einer Marktwirtschaft durch das Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage - also durch die Interaktion aller Marktteilnehmer - bestimmt wird. Nach dieser Auffassung sorgt der Marktmechanismus nicht nur für die Bestimmung von Gleichgewichtspreisen und -mengen auf den Güter- und Faktormärkten, sondern auch für die Bestimmung der Rate und der Richtung des technischen Fortschritts. Dazu schreibt Scherer folgendes: „From pioneering contributions by Jacob Schmookler (1966) and Richard Nelson (1959b), economists have recognized that demand and supply conditions determine not only prices, but also the pace of technological change“ (Scherer 1992b:1427). Hinzu kommt, dass neuere Untersuchungen u.a. folgendes gezeigt haben: Zum einen weist Arthur (1988) darauf hin, dass der Wettbewerb in bestimmten High-Tech-Industrien (z.B. in der Computerindustrie) sich nicht nur zwischen einzelnen Firmen (z.B. IBM vs. NEC), die ein bestimmtes Produkt herstellen (z.B. Personal-Computer), sondern auch zwischen bestimmten Produkten bzw. technologischen Systemen (z.B. IBM-kompatible vs. Apple-Maschinen oder DOS-Betriebssystem vs. UNIX-Betriebssystem), also auch zwischen Märkten abspielt.<sup>8</sup> Zum anderen verweist Kortum (1992) auf den folgenden Tatbestand: „Given that some firms specialize in research and licence or sell productivity increasing technologies to other firms, there are benefits to looking at the R&D-productivity relation at the industry level rather than the firm level. The non-rival nature of technological advances suggests an investigation of the R&D-productivity relation at the industry level“ (Kortum 1992:7). Diese Einsichten haben verschiedene Forscher dazu gebracht, zwecks besserem Verständnis innovativer Tätigkeiten diese auf der Ebene des Einzelmarkts zu beobachten und zu analysieren.

Dabei soll allerdings auf den Begriff „Markt“ kurz eingegangen werden, da er in den letzten Jahrzehnten, zumindest in der Industrieökonomik, eine gewisse „Anreicherung“ erfahren hat. Seit der Publikation zahlreicher Untersuchungen von u.a. Chandler (1966, 1977, 1990), Porter (1990), Freeman (1987), Nelson (1982, 1987) und anderen Autoren wird der Begriff „Markt“ wesentlich breiter definiert als in der traditionellen (neo-klassischen) Mikroökonomie. Diese theoretischen Entwicklungen fasst Nelson wie folgt zusammen: „The field of 'Industrial Organization' in economics did have the national industry as its unit of observation. However, the industry was defined almost exclusively in terms of the firms that

---

<sup>8</sup> Zum Thema „competing technologies“ s. u.a. die zahlreichen Arbeiten von W.A. Arthur von der Stanford University; eine Übersicht ist in W.A. Arthur (1988) zu finden.

made up and, where relevant, its government regulators. As a result of several recent works ... it is now possible to begin to see industries in a more complex way, as a system involving a mix of institutions, some private, and some public“ (Nelson 1991:19). Der Begriff „Markt“ umfasst also nicht nur die Interaktion der unmittelbar betroffenen Anbieter und Nachfrager eines bestimmten Gutes oder einer Dienstleistung, sondern auch die diesbezüglich relevanten Transaktionen anderer marktlicher und aussermarktlicher Organisationen (z.B. Verbände, Gewerkschaften und Staat). Die Aktionen und Reaktionen dieser Wirtschaftseinheiten sowie die regulierende Kraft formeller und informeller Regeln (z.B. Fragen von Eigentumsrechten), unter denen sie operieren, spielen bei der Bestimmung des Marktgeschehens und des Marktergebnisses eine wichtige Rolle. Unternehmungen stellen nur einen, wenn auch sehr wichtigen Teil dieses Systems dar. Aufgrund dieser Erkenntnis wird der Schluss gezogen, die ganze Vielfalt von Organisationen und Institutionen, die in modernen Volkswirtschaften empirisch zu beobachten ist, sollte auch in die theoretische und empirische Analyse von Märkten integriert werden. Technischer Fortschritt wird deshalb auch in der vorliegenden Arbeit auf der Ebene dieses erweiterten Markt-Konzeptes analysiert.

Die Konzentration der vorliegenden Untersuchung auf die ökonomischen Bestimmungsfaktoren interindustrieller Unterschiede im technischen Fortschritt lässt notwendigerweise andere Aspekte des allgemeinen Innovationsprozesses ausser acht. Zum einen werden die makroökonomischen Bestimmungsfaktoren des technischen Fortschritts (die Ressourcenausstattung, v.a. die Quantität und Qualität der Produktionsfaktoren, die allgemeine Wirtschaftspolitik, insbesondere die Geld-, Währungs- und Steuerpolitik, das Preissystem auf Güter- und Faktormärkten, die allgemeine Bildungs- und Ausbildungspolitik, usw.) nicht berücksichtigt, da sie für alle Wirtschaftszweige in einer Volkswirtschaft vorgegeben sind und deshalb zur Erklärung der unter ihnen bestehenden Innovationsunterschiede keinen Beitrag leisten. Ebensovienig beachtet werden jene Bestimmungsfaktoren des technischen Fortschritts, die unternehmensspezifisch sind. Dies sind beispielsweise die Betriebsgrösse, der Cash-flow, der Diversifikationsgrad (product mix), die interne Organisation, die Natur der vertraglichen Verhältnisse von Unternehmen mit anderen Wirtschaftseinheiten (s. Williamson 1985 zu den zwei letzten Faktoren) und die technologischen Kernfähigkeiten von Einzelunternehmen (s. Nelson/Winter 1982). Schliesslich werden politische, kulturelle und soziale Bestimmungsfaktoren des technischen Fortschritts nicht berücksichtigt (s. dazu die Übersicht der National Science Foundation [USA] 1983). Nach dieser negativen Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes soll nun positiv definiert werden, welche Einflussfaktoren des technischen Fortschritts hier analysiert werden.

Aus der Sicht der Industrieökonomik ist technischer Fortschritt keine „black box“ mehr, sondern ein ökonomisches Phänomen, das auf der mikroökonomischen Ebene des Einzelmarktes anhand der drei folgenden Faktoren erklärt werden kann:

1. die technologischen Chancen: Chancen des Zugangs zu ökonomisch verwertbarem technischem Wissen („technological opportunities“),
2. die Fähigkeit von Innovatoren, sich die Erträge aus ihren technischen Innovationen anzueignen („appropriability conditions“) und
3. die Marktnachfrage („market demand“).

Technischer Fortschritt bzw. die Bereitstellung technischer Innovationen hängt also, wie viele andere ökonomische Phänomene, sowohl von angebots- (1. und 2. Faktor) als auch von nachfrageseitigen Bestimmungsfaktoren (3. Faktor) ab. Diese drei Determinanten werden sowohl in evolutorischen Modellen<sup>9</sup> als auch, wenn auch nicht immer explizit, in den neo-klassischen Modellen der letzten Jahrzehnte<sup>10</sup> verwendet. In beiden Schulen hängt technischer Fortschritt (TF) auf Branchenebene erstens vom Volumen (VFE) und zweitens von der Produktivität der F&E-Ausgaben (PFE) ab. Das Volumen der F&E-Ausgaben wird seinerseits von der Grösse des Marktes (MARKT), von den technologischen Chancen (CHANCEN) und von der Fähigkeit der Innovatoren, sich die Erträge aus ihren technischen Innovationen anzueignen (ANEIGNUNG), bestimmt. Die Produktivität der F&E-Ausgaben hängt ebenfalls von den zuletzt genannten zwei Faktoren ab. Diese theoretischen Zusammenhänge lassen sich in den folgenden Gleichungen kurz zusammenfassen:

$$TF = f(VFE, PFE)$$

$$VFE = g(MARKT, CHANCEN, ANEIGNUNG)$$

$$PFE = h(CHANCEN, ANEIGNUNG)$$

daraus folgt

$$TF = f(MARKT, CHANCEN, ANEIGNUNG)$$

Die Allokation von Ressourcen für innovative Aktivitäten impliziert mithin, dass es erstens Erfolgchancen gibt, etwas Neues anzubieten, und zweitens, dass das Angebotene nicht nur nachgefragt, sondern auch - drittens - ökonomisch appropriiert werden kann. Letzteres bedeutet, dass die aus einer Innovation resultierenden Erträge auch tatsächlich dem ursprünglichen Erfinder bzw. Innovator voll oder

---

<sup>9</sup> Z.B. Nelson/Winter (1982) und Nelson (1987).

<sup>10</sup> Siehe z.B. Nelson (1959a), Arrow (1962), Dasgupta/Stiglitz (1980), Flaherty (1980), Lee/Wilde (1980), Levin (1978), Loury (1979), Reinganum (1982) - für eine Übersicht der theoretischen Literatur s. Baldwin/Scott (1987) sowie Reinganum (1989).

mindestens teilweise zugute kommen können. Dosi (1988) erläutert diese Bestimmungsfaktoren des technischen Fortschritts wie folgt: „In the most general terms, private profit-seeking agents will plausibly allocate resources to the exploration and development of new products and new techniques of production if they know, or believe in, the existence of some sort of yet unexploited scientific and technological opportunities; if they expect that there will be a market for their new products and processes, and, finally, if they expect some economic benefit, net of the incurred costs, deriving from the innovations“ (Dosi 1988:1120). Technischer Fortschritt bedingt also, dass sowohl die entsprechenden technologischen Chancen als auch die entsprechenden ökonomischen Anreize (von der Angebots- und der Nachfrageseite her) vorhanden sind. Zu den hier kurz skizzierten Determinanten des technischen Fortschritts liegen von Dosi (1988) und Cohen/ Levin (1989) zwei aktuelle und ausführliche Übersichten aus ökonomischer Sicht vor. Im folgenden werden diese zentralen Bestimmungsfaktoren des technischen Fortschritts auf Branchenebene einzeln aufgeführt und erläutert. Ökonomische Modelle, die sich mit ihren Interaktionen (d.h. wie sich diese drei Faktoren zueinander verhalten) befassen, werden anderswo vorgestellt (s. z.B. Harabi 1992).

### **3.1 Angebotsseitige Determinanten des technischen Fortschritts**

#### **3.1.1 Technologische Chancen**

Das Angebot an technischen Innovationen auf einem bestimmten Markt hängt - ceteris paribus - von den allfälligen Chancen von Innovatoren ab, Zugang zu ökonomisch verwertbarem technischem Wissen zu erhalten. Und diese Chancen sind, wie theoretische Analysen (s. z.B. Gort/Wall 1986) und empirische Untersuchungen (v.a. Scherer 1965 und Pakes/Schankermann 1984; s. Übersichten von Cohen/Levin 1989 und Dosi 1988) zeigen, von einem Wirtschaftszweig zum anderen verschieden. Innovationen sind somit dank des „leichteren“ Zugangs zu kommerziell verwertbarem technischem Wissen in bestimmten Wirtschaftszweigen „billiger“ zu bewerkstelligen als in anderen. Damit bestimmen die unterschiedlichen technologischen Chancen eine unterschiedliche Kostenstruktur für die Entwicklung von Innovationen in den einzelnen Wirtschaftszweigen (s. Rosenberg 1976:277-79). Dies erklärt, ceteris paribus, die unter diesen Wirtschaftseinheiten existierenden und auch empirisch beobachteten Unterschiede in den Raten des technischen Fortschritts.

Als empirisches Faktum sind technologische Chancen zwar allgemein bekannt, als theoretisches Konzept sind sie jedoch in der ökonomischen Literatur unterschiedlich modelliert worden: „... there is no consensus on how to make the concept of technological opportunity precise and empirically operational“ (Cohen/Levin

1989:1083). Es gibt daher eine verwirrende Anzahl von Operationalisierungsversuchen; einige davon werden im folgenden kurz präsentiert.

Im Rahmen der neo-klassischen Theorie werden technologische Chancen als „the set of production possibilities for translating research resources into new techniques of production that employ conventional inputs“ definiert (Cohen/ Levin 1989:1083). Diese allgemeine Definition wurde von zahlreichen neo-klassischen Autoren theoretisch verfeinert. So hat Griliches (1979) die technologischen Chancen als „one or more parameters in a production function relating research resources to increments in the stock of knowledge, with the stock of knowledge entering in turn as an argument, along with conventional inputs, in the production for output“ operationalisiert. Dasgupta und Stiglitz (1980) haben sie hingegen als „the elasticity of unit cost with respect to R&D spending“ verstanden (Cohen/Levin 1989:1083). Diese theoretischen Operationalisierungen wurden allerdings nur in den wenigsten Fällen (z.B. Pakes/ Schankermann 1984) - wegen Datenmangels und anderer konzeptueller Probleme - empirisch getestet. Da der Versuch, das Konzept der technologischen Chancen im Rahmen des neo-klassischen Ansatzes der Produktionsfunktion zu operationalisieren, insgesamt nur einen beschränkten empirischen Nutzen brachte, versuchten andere Autoren, einfachere, aber empirisch „brauchbarere“ Operationalisierungen zu entwickeln und zu testen. So hat Scherer (1965) z.B. im Rahmen einer empirischen Arbeit Industriebranchen nach ihrer wissenschaftlichen und technologischen Basis (Chemie, Mechanik, Elektronik, usw.) klassifiziert, um die damit verbundenen unterschiedlichen technologischen Chancen aufzufangen. Auf diese Weise konnte er den Einfluss dieser Klassifikation und damit des so (d.h. mittels einer „dummy-variable“) definierten Begriffs „technologischer Chancen“ auf die Innovationstätigkeit der untersuchten Branchen (gemessen an ihrer Anzahl Patente) schätzen. Es hat sich dabei gezeigt, dass interindustrielle Unterschiede in den technologischen Chancen einen wichtigen Teil der Varianz der interindustriellen Innovationsunterschiede erklären. Dieses Vorgehen wurde von Scherer selbst und von anderen Autoren später verfeinert und empirisch getestet.

Als vorläufiges Ergebnis dieser Bemühungen wurde die folgende Erkenntnis gewonnen: Das Konzept „technologischer Chancen“ kann nicht einfach mit einem einzigen Parameter erfasst und quantitativ gemessen werden, der dann mit anderen Bestimmungsfaktoren des technischen Fortschritts in eine Regressionsgleichung integriert und anschliessend geschätzt wird. Was sich hingegen als fruchtbar erwiesen hat, sind die Resultate zahlreicher empirischer und historischer Untersuchungen, die versucht haben, die Quellen technologischer Chancen an konkreten Fallbeispielen zu identifizieren. Diese Arbeiten haben gezeigt, dass es nicht nur eine einzige homogene, sondern je nach Wirtschaftszweig (und z.T. je nach



Unternehmen) mehrere und heterogene Quellen technologischer Chancen gibt.<sup>11</sup> Auf diese Quellen technologischer Chancen wird im folgenden kurz eingegangen.

Moderne, marktwirtschaftlich organisierte Volkswirtschaften haben ein dichtes Netzwerk profitorientierter und nichtprofitorientierter Organisationen entwickelt, die entweder ad hoc (spontan) oder aus historischen Gründen wichtige Aufgaben bei der Produktion und der Diffusion technischen Wissens und Könnens übernommen haben. Dazu schreibt Freeman: „Capitalist institutions have so far proved the most effective in human history in stimulating a flow of technical and organizational innovations and diffusing them through the production system“ (Freeman 1991:216).

Obwohl es generell in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften einen weitgehenden Konsensus über die zentrale Bedeutung von Institutionen für Wirtschaft, Gesellschaft und Politik gibt, bestehen Meinungsdivergenzen darüber, wie dieser Begriff zu definieren ist. Stellvertretend seien hier drei Ansätze kurz vorgestellt, die unterschiedliche Positionen einnehmen. North (1993) schlägt eine breite Definition vor, indem er schreibt: „Institutions are the rules of the game of a society or more formally are the humanly-devised constraints that structure human interaction. They are composed of formal rules (statute law, common law, regulations), informal constraints (conventions, norms of behavior, and self imposed codes of conduct), and the enforcement characteristics of both“ (North 1993:14). Hinzu kommt, dass er zwischen „Institutionen“ und „Organisationen“ unterscheidet. Wenn erstere, so North, die Gesamtheit aller formellen und informellen Spielregeln einer Gesellschaft bedeuten, so stellen letztere die Summe aller Spieler (wie z.B. Unternehmen, Verbände, politische Parteien, Gewerkschaften, staatliche Organisationen usw.) dar. Uphoff (1986) ist hingegen etwas „bescheidener“ und vertritt einen eher behavioristischen Ansatz, indem er postuliert: „Institutions are complexes of norms of behavior that persist over time, by serving collectively valued purposes“ (Uphoff 1986:9). Dosi und seine Mitarbeiter schliesslich sehen den „Markt“ als die Referenzgrösse und schlagen zwei verschiedene, wenn auch komplementäre Definitionen dieses Begriffs vor: „A first, more conventional one comprises non-market, non-profit organisations (governments, public agencies, universities, etc.) ... A second, broader definition - nearer to what one finds in sociology - comprises all forms of organisations, conventions and repeated and established behaviors which are not directly mediated through the market“ (Dosi et al. 1988:19). In der vorliegenden Arbeit werde ich der Definition von North folgen und mich dabei auch seiner Unterscheidung zwischen „Institutionen“ und „Organisationen“ anschliessen.

---

<sup>11</sup> Siehe dazu v.a. die Arbeiten von Rosenberg (1976) und Hippel (1976, 1977 und 1988); für eine Übersicht s. Dosi (1988) und Cohen/Levin (1989).

Organisationen wie Institutionen spielen bei der Förderung des technischen Fortschritts generell eine bedeutsame Rolle, auch wenn im konkreten Fall die Art dieser Organisationen und Institutionen und deren jeweilige konkrete Bedeutung für den technischen Fortschritt zwischen verschiedenen Wirtschaftszweigen sehr unterschiedlich sind. Dieses Grundproblem schlägt sich auch in der analytischen Auseinandersetzung mit diesem Thema nieder: Es bestehen unter den einzelnen Autoren wichtige Differenzen zur Frage der Auswahl der jeweils für die Förderung des technischen Fortschritts relevanten Organisationen und Institutionen. Zur Illustration werden im folgenden die Meinungen von vier in diesem Gebiet führenden Forschern kurz präsentiert.

Carlsson/Stankiewicz (1991) verstehen unter „the institutional infrastructure of a technological system ... a set of institutional arrangements (both regimes and organizations) which, directly or indirectly, support, stimulate and regulate the process of innovation and diffusion of technology. The range of institutions involved is very wide. The political system, educational system (including universities), patent legislation, institutions regulating labor relations are among many arrangements which can influence the generation, development, transfer, and utilization of technologies. It is convenient to discuss this (institutional) infrastructure under two main headings: (i) the basic economic institutions and the role of government; and (ii) the system of production and distribution of knowledge (the R&D system)“ (Carlsson/ Stankiewicz 1991:109). Nelson (1989) befasst sich im Rahmen seiner Analyse des amerikanischen Innovationssystems primär mit der Zusammensetzung und den Eigenschaften des nationalen F&E-Systems, mit der Rolle aussermarktlicher Organisationen (z.B. Universitäten), mit der Wirksamkeit von Patenten als Schutzmitteln von F&E-Ergebnissen und abschliessend mit der staatlichen F&E-Politik. Ferner konzentriert sich Freeman (1988) in seiner Analyse des japanischen Innovationssystems auf die drei folgenden Elemente: (1) die Rolle des Zentralstaates, v.a. des MITI; (2) die Rolle von Technologiekooperationen (speziell des „technology sharing“) zwischen japanischen Unternehmen, v.a. zwischen denjenigen, die zum Keiretsu-System (Familienunternehmen) gehören, und schliesslich (3) die Rolle sozialer und pädagogischer Innovationen. Schliesslich unterscheiden Levin et al. (1983) zehn verschiedene Quellen technologischer Chancen: 1. Unternehmen innerhalb der gleichen Branche, 2. Materiallieferanten, 3. Lieferanten von Ausrüstungsgütern für die Produktion, 4. Lieferanten von Ausrüstungsgütern für F&E, 5. Benutzer der Produkte, 6. Hochschulforschung, 7. andere staatliche Forschungsinstitutionen, 8. staatliche Betriebe und Ämter, 9. Berufs- und Fachverbände und schliesslich 10. unabhängige Erfinder.

In ihrem systematischen Überblick über die Determinanten des technischen Fortschritts auf Branchenebene fassen Cohen/Levin (1989) die oben aufgeführten Quellen technologischer Chancen - aus industrieökonomischer Sicht - in die drei folgenden Untergruppen zusammen:

1. Die Wissenschaft generell als Quelle technologischer Chancen,
2. Industrieexterne Quellen technologischer Chancen (extraindustry sources):  
Quellen 2 bis 10 von Levin et al. (s. oben) und
3. Industrieinterne Quellen technologischer Chancen (intraindustry sources):  
Unternehmen innerhalb der gleichen Branche (Quelle 1 oben).

### **3.1.1.1 Beitrag der Wissenschaft zum technischen Fortschritt**

Das ganze Konzept „technologischer Chancen“ wurde ursprünglich lediglich auf den Beitrag der Wissenschaft reduziert, wie es Scherer im folgenden in Erinnerung ruft: „The mysterious concept of 'technological opportunity' was originally constructed to reflect the richness of the scientific knowledge base tapped by firms“ (Scherer 1992b:1424). Die Bedeutung der Wissenschaft für den technischen Fortschritt wird in der Tat von zahlreichen Autoren, auch unter ökonomischen Gesichtspunkten, generell betont (s. Rosenberg 1982, Hounshell/Smith 1988 und Mowery/Rosenberg 1989). In einem neuen Übersichtsartikel zu diesem Fragenkomplex schreibt *The Economist*: „... governments spend huge amounts of money on science not because they think it adorns their culture as opera does (though the comparison is quite commonly made by scientists); but because ever since a nuclear-fission bomb exploded in the New Mexico desert in 1945 they have been tremendously impressed with the ability of today's scientists to produce new technologies and with the ability of new technologies to produce new industries. Money spent on fundamental research has a rate of return of 28 % a year, according to Frank Press of America's National Academy of Sciences, and technical innovation accounts for 44-77 % of productivity increases“, und weiter: „Charities and Governments pay for science because they believe it leads to technology: cures, machines, counter-measures“ (*The Economist* 16/2/91, S. 4). Paul David geht noch weiter, indem er schreibt: „It is widely acknowledged that a major factor in the economic development of western Europe during the past two centuries, and in modern economic growth throughout the world, has been the growing dependence upon a quintessentially nonmarket activity - the organized pursuit of pure scientific knowledge“ (David 1991:1). Aufgrund seiner zahlreichen wirtschaftshistorischen Studien kommt North zu einem ähnlichen Schluss wie Paul David: „The second economic revolution which began in the second half of the nineteenth century was the systematic application of the modern scientific disciplines to technology and more broadly to the economic problems of scarcity“ (North 1993:11).

Geht man der Frage nach, wie sich das Verhältnis der Wissenschaft zum technischen Fortschritt historisch entwickelt hat, stellt man fest, dass es sehr komplex und

nicht nur von Land zu Land, sondern auch von Wirtschaftszweig zu Wirtschaftszweig verschieden war und noch heute ist. Dazu seien einige Beispiele erwähnt:

- In bestimmten Fällen, z.B. im Falle der Elektrizität, führten wissenschaftliche Entdeckungen - hier im Bereich der theoretischen und experimentellen Physik - zu neuen Technologien und Industriezweigen. Die anfänglich dank den kumulativen Anstrengungen verschiedener Wissenschaftler (Faraday, Maxwell, Hertz und andere) erfolgte Entdeckung der Elektrizität als eine neue Energieform hat zur Entstehung einer neuen Industrie entscheidend beigetragen (Nelson/Rosenberg 1990). Ein anderes Beispiel, das auch aus der Physik stammt, ist der Transistor: „Er beruht auf der Quantenmechanik und auf den daraus hervorgegangenen Erkenntnissen über das Verhalten der Elektronen in einem Kristallgitter, also auf zwei Ergebnissen, die heute als tragende Bausteine der Physik betrachtet werden und die daher Grundlagenforschung par excellence darstellen“ (Speiser 1993:2). Diese grundlegende wissenschaftliche und technologische Erfindung, die in diesem Zusammenhang als ein „Jahrhundertbeispiel“ bezeichnet wird, hat in vielerlei Hinsicht wichtige Subsysteme unserer Gesellschaft - wie Technik, Industrie und Wirtschaft - von Grund auf verändert.
- In anderen Fällen, z.B. in der Chemie, hat sich dieses Verhältnis umgekehrt entwickelt: Anders als die Elektrizitätswirtschaft oder die Computerindustrie, die ja ihre Geburt der Wissenschaft zu verdanken haben, existiert die chemische Industrie schon seit geraumer Zeit, ist also fast so alt wie die menschliche Zivilisation selbst und war anfänglich keineswegs auf wissenschaftlicher Basis aufgebaut. Erst seit den letzten drei bis vier Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts wurde ein systematischer Stock wissenschaftlicher Erkenntnisse und Techniken entwickelt. Was ursprünglich handwerklich betrieben wurde, ist seither auf aufwendige wissenschaftliche Einrichtungen (z.B. Universitäten) und Forschungslaboratorien (öffentlich und privat) angewiesen. Diese Entwicklung hat noch eine weitere induziert: Die wissenschaftlich fundiert gewordene Chemie ist später mit einem Teil des Maschinenbaus fusioniert worden, was zur Entstehung der chemischen Verfahrenstechnik (chemical engineering) geführt hat. Die industrielle Massenproduktion chemischer Produkte ist dadurch möglich geworden (Nelson/Rosenberg 1990).

Diese Beispiele illustrieren, dass Wissenschaft und Technologie in bestimmten Industriezweigen in beiden Richtungen eng miteinander verflochten sind. Diese Verflechtung stellt ein wesentliches Merkmal der Innovationssysteme moderner Industrieländer dar. Wissenschaft ist für den technischen Fortschritt mindestens seit der Erfindung der Dampfmaschine von zentraler Bedeutung. Seither ist dieses Verhältnis immer enger geworden, was einerseits zum Ergebnis geführt hat: „The closer the interaction between science and technology the more important it becomes for industrial R&D laboratories to find ways to gain selective early access

to the results of fundamental research, especially in universities“ (Freeman 1991:218). Andererseits hat sich auch die Wechselwirkung zwischen Hochschul- und Industrieforschung in die andere Richtung intensiviert: Wissenschaftliche Entdeckungen finden zunehmend auch in den F&E-Laboratorien des privaten Sektors statt. Dazu ein Beispiel aus der Schweiz: „Von den sechs Nobelpreisen, die seit 1975 in die Schweiz gegangen sind ..., sind nicht weniger als drei, also die Hälfte, für Arbeiten verliehen worden, die in der Industrie ausgeführt worden sind!“ (Speiser 1993:2). Und dieses Beispiel ist kein Einzelfall geblieben: „Ein Rückblick auf die weltweite Wissenschaftsgeschichte zeigt klar, dass ganz wesentliche Bausteine, die heute das gewaltige Gebäude der Naturwissenschaften darstellen, in Laboratorien der Industrie entstanden sind“ (Speiser 1993:2).

Dennoch wäre es falsch, aus diesen Beispielen den Schluss zu ziehen, die Verflechtung zwischen Wissenschaft und technischem Fortschritt sei für alle Wirtschaftszweige und Volkswirtschaften allgemeingültig: Es gibt zahlreiche Beispiele aus der Wissenschafts- und Technologiegeschichte, die dokumentieren, dass neue wissenschaftliche Erkenntnisse, ob sie in staatlichen oder in privaten Forschungslaboratorien entstanden sind, nicht immer zu technischen Innovationen geführt haben - und vice versa. Dies illustrieren z.T. heute noch die Fälle von Grossbritannien und Japan: „The country with the most Nobel prizes in science per head - Britain - is notoriously slow at commercializing inventions and has been for nearly a century. Japan, to this day, stands as living proof that brilliant technological inventiveness can exist in a country with a lackluster tradition of basic science“ (The Economist 16/2/91, S. 13).

### **3.1.1.2 Industrieexterne Quellen technologischer Chancen**

Zusätzlich zur Wissenschaft gibt es noch zahlreiche andere industrieexterne Quellen, die bei der Entstehung von Innovationen in bestimmten Wirtschaftszweigen sehr zentral sind. Innovatoren, die auch in stark wissenschaftsintensiven Bereichen tätig sind, sind bei der Suche nach Produkt- bzw. Prozessinnovationen auf spezifische Kenntnisse und Erkenntnisse angewiesen, die sie nicht in wissenschaftlichen Publikationen oder in Gesprächen mit Wissenschafts-Beratern erwerben können. Diese anderen Wissensquellen können - wie bereits erwähnt - sowohl marktliche als auch aussermarktliche Organisationen sein. Zu den ersteren gehören die Materiallieferanten, die Lieferanten von Ausrüstungsgütern für die Produktion, die Lieferanten von Ausrüstungsgütern für F&E und die Produktbenutzer. Die zweite Gruppe umfasst hingegen die Hochschulforschung, andere staatliche Forschungsinstitutionen, staatliche Betriebe und Ämter, Berufs- und Fachverbände und schliesslich unabhängige Erfinder. Zu allen diesen Quellen technologischer Chancen gibt es eine unüberblickbare Anzahl von Publikationen, auf die hier nicht

eingegangen werden kann. Eine gute Übersicht liefern Link (1987), Dosi (1988) sowie Cohen/Levin (1989). Daraus können folgende Punkte entnommen werden:

- Der grösste Teil der hier relevanten Literatur befasst sich mit dem Beitrag des Staates zum technischen Fortschritt. Dieser Beitrag nimmt verschiedene (direkte und indirekte) Formen an und variiert von einem Wirtschaftszweig zum anderen (s. dazu Rothwell/Zegveld 1981, Nelson 1982, 1984 und 1987, Levy/Terleckyj 1983, Levin/Reiss 1984, Lichtenberg 1987 und 1988, Fölster 1991, Leyden/Link 1992 usw.).
- Insbesondere der Beitrag der Hochschulforschung zum technischen Fortschritt war und ist immer noch Gegenstand zahlreicher theoretischer und empirischer Untersuchungen (s. z.B. Blumenthal et al. 1986). Diese zeigen, dass auch hier die Verhältnisse in den verschiedenen Branchen sehr unterschiedlich sind.
- Der Beitrag marktlicher Organisationen, v.a. von Produktbenutzern, zum technischen Fortschritt wurde v.a. in den Arbeiten von Hippel (1976, 1977 und 1988) am systematischsten untersucht.

### 3.1.1.3 Industrieinterne Quellen technologischer Chancen

Unternehmen innerhalb der gleichen Branche können über zwei verschiedene Kanäle zum technischen Fortschritt ihrer Branche beitragen. Ein erster und offensichtlicher Kanal ist der Marktmechanismus: Firmen innerhalb der gleichen Branche kaufen voneinander Güter und Dienstleistungen, die sie als Inputs für die Bereitstellung ihrer Innovationen heranziehen. Diese Käufe (und Verkäufe) sind normale Markttransaktionen, werfen weder in der Theorie noch in der Praxis des technischen Fortschritts irgendwelche Probleme auf und werden deshalb hier nicht weiter verfolgt. Theoretisch und empirisch interessanter ist hingegen der zweite Kanal: Unternehmen innerhalb der gleichen Branche können ein von der Konkurrenz entwickeltes technisches Wissen über Produkt- bzw. Prozessinnovationen erwerben, ohne sich voll an dessen Entstehungskosten zu beteiligen. Dieses Phänomen ist in der Literatur unter dem Namen „F&E-Spillover“ bzw. „Externalitäten im F&E-Bereich“ bekannt. Dabei wird zwischen intra- und interindustriellen Spillover unterschieden. Während sich die erste Kategorie auf Spillover innerhalb eines bestimmten Wirtschaftszweigs bezieht, weist die zweite - wie sie Griliches im folgenden definiert - auf solche zwischen den Wirtschaftszweigen hin: „... Spillovers are ideas borrowed by research teams of industry  $i$  from research teams of industry  $j$ . It is not clear that this kind of borrowing is particularly related to input purchase flows. The photographic equipment industry and the scientific instruments industry may not buy much from each other but may be, in a sense, working on similar things and hence benefitting much from each other's research“ (Griliches 1991:13). Beide Kategorien von Spillover werden in der Theorie des technischen Fortschritts intensiv diskutiert. Verschiedene Autoren haben sich mit ihnen sowohl theoretisch wie empirisch auseinandergesetzt.

Die theoretische Diskussion geht auf Arrow (1962) zurück und wurde v.a. von Spence (1984) und Levin/Reiss (1988) neu aufgegriffen. Ihre Ergebnisse sind allerdings, zumindest im Hinblick auf den Nettoeffekt von F&E-Spillover auf die Innovationsfähigkeit von Unternehmen und Branchen nicht eindeutig. Einerseits kommt Spence auf einen negativen Nettoeffekt, d.h., Unternehmen investieren wegen dieser Externalitäten, die sie aus ihrer Sicht per saldo als externe Kosten betrachten, weniger in Forschung und Entwicklung und damit weniger in technische Innovationen. Andererseits zeigen Levin und Reiss in ihrem erweiterten Spence-Modell das Gegenteil, d.h., eine Erhöhung von F&E-Spillover führt insgesamt - d.h. per saldo - zu einer Erhöhung der technologischen Performance von Unternehmen, die hier mit einer Senkung der Produktionsstückkosten gleichgesetzt wird.

Nicht weniger kontrovers sind die Ergebnisse der empirischen Literatur. Zahlreiche Autoren haben mit unterschiedlichen Methoden und Datensätzen versucht, beide Kategorien von F&E-Spillover national und international zu messen und sind z.T. zu widersprüchlichen Resultaten gekommen. Als Ergebnis einer umfassenden und

kritischen Übersicht dieser Literatur kommt Griliches zu folgendem Schluss: „Taken individually, many of the studies are flawed and subject to a variety of reservations, but the overall impression remains that R&D spillovers are both prevalent and important“ (Griliches 1991:1).

### **3.1.2 Aneignung der Erträge aus Innovationen**

Schon in den 60er Jahren hat Arrow (1962) auf die zentrale Bedeutung der Aneignung („appropriability“) der Ergebnisse von Innovationen für die Allokation von Ressourcen in diesen Aktivitäten hingewiesen. Innovationen sind mit grossen Unsicherheiten und Risiken behaftet, und die entsprechenden Innovationsinvestitionen (v.a. die F&E-Investitionen) werden daher grösstenteils als Sunkkosten betrachtet: Wenn sie einmal getätigt wurden, können sie nicht mehr rückgängig gemacht werden; sie sind ein für allemal vergangen („versunken“). Unter diesen Bedingungen ist eine Wirtschaftseinheit nur dann daran interessiert, sich in der Produktion von Innovationen zu engagieren, wenn sie ex ante eine hohe Wahrscheinlichkeit besitzt, sich die Erträge aus dieser Aktivität voll oder mindestens teilweise aneignen zu können. Die von der mikroökonomischen Theorie analytisch abgeleitete Schwelle für den Ausdruck „mindestens teilweise“ ist die Bedingung dafür, dass der diskontierte Gegenwartswert der aus einer Innovation entstandenen Profite (genauer: der Quasi-Renten) mindestens dem Betrag der Innovationskosten entsprechen müsste. In der Grenzbetrachtung ist diese Schwelle mit der Marktgleichgewichtsbedingung von „Grenzerträge = Grenzkosten“ erreicht. Dies bedeutet, Innovatoren müssten sich mindestens soviele Erträge aus ihren zusätzlichen Innovationen aneignen, dass sie damit ihre zusätzlichen Innovationskosten decken können.

Ein Indikator für die Aneignung der Erträge aus Innovationen ist das Verhältnis der privaten zu den sozialen Erträgen aus Innovationen. Dieses Verhältnis variiert zwischen 0 und 100 % - und je näher es bei 100 % liegt, um so besser ist die Aneignung aus der Sicht der Innovatoren. Dabei wird zwischen einer Ex-ante- und einer Ex-post-Betrachtung unterschieden (vgl. Trajtenberg et al. 1992). Bei der Ex-ante-Betrachtung geht es um die potentielle Fähigkeit eines Innovators (oder der Organisation, welche die Innovation besitzt), sich die allfälligen Erträge aus seinen Innovationen voll oder mindestens teilweise privat anzueignen. Mit anderen Worten geht es dabei um die Frage, wie gross ex ante das oben angegebene Verhältnis, d.h., wie gross der erwartete Anteil an den aus den Innovationen resultierenden sozialen Erträgen ist, der vom Innovator privat angeeignet werden kann. Dieser Anteil hängt seinerseits von den spezifischen Eigenschaften der Innovation selbst (z.B. von deren wissenschaftlicher Basis), von den Eigenschaften der innovierenden Organisationen und von den Marktstrukturen ab, unter denen diese operieren. Das bereits zitierte, von Arrow entwickelte Konzept „appropriability“ gehört zu dieser



Kategorie und bezeichnet das materielle Anreizsystem, welches den Innovatoren ermöglicht, Ressourcen für innovative Zwecke zu investieren. Das Ex-post-Konzept von Aneignung, das sprachlich eher dem Wort „appropriation“ entsprechen würde, bezeichnet hingegen den Anteil an den aus den Innovationen resultierenden sozialen Erträgen, der in einem bestimmten Zeitraum (generell: nach T Jahren) nach Einführung der Innovation vom Innovator privat angeeignet worden ist.

Trotz seiner zentralen Bedeutung für die ökonomische Theorie und Praxis ist es empirisch schwierig, das Konzept „Aneignung“ der Erträge aus technischen Innovationen direkt zu messen. Eine der Grundschwierigkeiten liegt in der Bestimmung einer theoretisch sinnvollen und empirisch präzisen Berechnung der privaten und sozialen Erträge aus Innovationen. Aus diesem Grund versuchen verschiedene Forscher (s. Übersichten von Dosi 1988 und Cohen/ Levin 1989), sie indirekt und qualitativ zu untersuchen, indem sie die zur Aneignung der Erträge aus Innovationen dienenden Mittel im Hinblick auf ihre Wirksamkeit analysieren. Die wichtigsten dieser Mittel seien hier erwähnt:

- Das Patentwesen
- Die Geheimhaltung
- Die Erzielung eines Zeitvorsprungs gegenüber der Konkurrenz
- Die Erlangung und Sicherung eines Kostenvorteils gegenüber der Konkurrenz
- Aufbau überragender Verkaufs- und Serviceleistungen
- Erschwerung der Imitation eigener Innovationen durch die Konkurrenz, d.h. Erhöhung des dafür notwendigen Kosten- und Zeitaufwandes.

Zusätzlich zu diesen sechs Mitteln gibt es weitere Aneignungsmechanismen, die zum einen mit dem Vorhandensein einer für die optimale Durchführung bestimmter Unternehmensfunktionen notwendigen minimalen Betriebsgrösse und zum anderen mit den auf einem bestimmten Markt existierenden Strukturen verbunden sind. Eine minimale Betriebsgrösse ist beispielsweise notwendig für die Produktion von Halbleitern und Computern, für F&E im Bereich der Telekommunikation oder für Marketing- und Serviceleistungen im Bereich von Grossrechnern. Die Erzielung einer kritischen Masse in diesen Unternehmensfunktionen wirkt als Markteintrittsbarriere und damit auch als Schutzmittel gegenüber der Konkurrenz. Darüber hinaus ist die Protektion von Innovationen und damit die Aneignung der daraus resultierenden Erträge z.B. in oligopolistischen Marktstrukturen grösser als in kompetitiven Märkten (s. Scherer/Ross 1990:628).

Inhaltlich können die erwähnten Aneignungsmittel in drei Untergruppen zusammengefasst werden: 1. Patente, 2. Geheimhaltung und 3. Erzielung eines Zeitvorsprungs gegenüber der Konkurrenz und der damit verbundenen potentiellen Vorteile („first-mover advantages“). Letzteres bedeutet, dass ein innovativer Zeitvorsprung gegenüber der Konkurrenz dazu benützt werden könnte, weitere Vorteile in der Produktion (Erlangung und Sicherung eines Lern- bzw. Kostenvorteils) und im Marketing (Aufbau überragender Verkaufs- und Serviceleistungen) anzustreben. Diese Vorteile können darüber hinaus gezielt dafür eingesetzt werden, die Imitation der eigenen Innovation durch Dritte möglichst schwierig und kostspielig zu gestalten, d.h. den dafür notwendigen Kosten- und Zeitaufwand zu erhöhen.

### **3.1.2.1 Patente**

Patente sind das klassische Mittel zur Erlangung und (juristischen) Sicherung der aus F&E-Aktivitäten resultierenden Erträge. Theoretisch garantieren Patente die Aneignung dieser Erträge durch die Erteilung zeitlich limitierter Eigentumsrechte (in den meisten Ländern für ca. 20 Jahre) für eine bestimmte Erfindung, die je nach nationaler Gesetzgebung gemäss mehr oder weniger genau umschriebenen Regeln definiert wird. Als Gegenleistung wird vom Patentinhaber erstens die Offenlegung der zu dieser Erfindung führenden Informationen verlangt; diese sind spätestens nach der Erteilung des Patentrechtes allgemein zugänglich (die meisten Patentinformationen sind direkt „on line“ erhältlich; s. dazu Schmoch 1990). Zweitens dürfen die patentierten Erfindungen nach Ablauf der mit den Patenten gewährten Schutzdauer frei und legal „nachgearbeitet“ (imitiert) werden. Damit wird in beiden Phasen für die Diffusion technischen Wissens und der damit einhergehenden sozialen Erträge gesorgt.

Die ökonomische Begründung für die Gewährung der mit Patenten assoziierten temporären Monopolstellung liegt darin, dass bei der Produktion technischer Informationen (diese werden als Output von F&E-Aktivitäten betrachtet) ein Marktversagen vorliegt (vgl. Nelson 1959b und Arrow 1962b). Ohne staatliche Interventionen sind demnach freie Märkte nicht in der Lage, die sozial optimale Menge an technischen Informationen zu produzieren, da sie den Produzenten nicht genügend Anreize anbieten. Diese fehlenden Anreize ergeben sich ihrerseits aus den Grundeigenschaften von Informationen, die nach Arrow (1962b) mit den folgenden Stichworten umschrieben werden können:

- „Indivisibility“: Informationen entstehen eher als diskrete und weniger als kontinuierliche Einheiten und sind deshalb auch unteilbar.

- „Uncertainty and incomplete information“: Die Produktion von Informationen ist mit grossen Unsicherheiten und unvollständigen Informationen behaftet (jedenfalls mehr als die Produktion anderer ökonomischer Güter).
- „Public good“: Informationen weisen Eigenschaften eines öffentlichen Gutes auf.<sup>12</sup>

Informationen entstehen in einzelnen diskreten Einheiten, und jede Einheit braucht strenggenommen nur ein einziges Mal produziert zu werden: Wenn sie einmal produziert worden ist, muss sie nicht nochmals produziert werden, da sie schon nach dem ersten Mal beliebig oft und von beliebig vielen Wirtschaftssubjekten benützt werden kann (Arrow 1962).<sup>13</sup> Die Produktion einer solchen Wissensseinheit (z.B. die Erfindung eines Verfahrens zur billigeren Herstellung eines Konsumgutes) weist damit die ökonomisch spezielle Eigenschaft auf, dass sie nur zu fixen Kosten stattfindet. Fixkosten-Güter und -Dienstleistungen sind definitionsgemäss eine Quelle von zwei wichtigen ökonomischen Phänomenen. Erstens sind sie die Quelle von Marktversagen, da dadurch eine Preisbildung nach dem Grundsatz der Grenzkosten nicht möglich ist (die erste Ableitung einer Konstanten ist bekanntlich gleich Null) und zweitens von Skalenerträgen in der Produktion (wenn einmal die erste Einheit zu bestimmten fixen Kosten produziert worden ist, dann sind die Grenzkosten bei jeder zusätzlichen Einheit gleich Null). Dieses Phänomen wurde in der Tat im Bereich der Produktion technischen Wissens beobachtet: Cohen und Klepper (1991) z.B. haben substantielle Skalenerträge in F&E-Aktivitäten festgestellt und bestätigen damit den Befund von Scherer (1991), wonach 90 % aller

---

<sup>12</sup> Informationen weisen weitere Eigenschaften auf, die hier nicht diskutiert werden. Siehe dazu z.B. Dasgupta/Stoneman (1987:3f.).

<sup>13</sup> Dieser Grundgedanke bildet zwar den Ausgangspunkt der inzwischen klassisch gewordenen ökonomischen Analyse von F&E von Kenneth Arrow (1962b), er ist jedoch keineswegs neu, wie dies an einem Ausschnitt aus einem Brief von Thomas Jefferson an Isaac McPherson, einen Erfinder aus Baltimore, zu erkennen ist: „If nature has made any one thing less susceptible than all others of exclusive property, it is the action of the thinking power called an idea, which an individual may exclusively possess as long as he keeps it to himself; but the moment it is divulged, it forces itself into the possession of every one, and the receiver cannot dispossess himself of it. Its peculiar character, too, is that no one possesses the less, because every other possesses the whole of it. He who receives an idea from me, receives instruction himself without lessening mine; as he who lights his taper at mine, receives light without darkening me. That ideas should freely spread from one to another over the globe, for the moral and mutual instruction of man, and improvement of his condition, seems to have been peculiarly and benevolently designed by nature, when she made them, like fire, expansible over all space, without lessening their density in any point, and like the air in which we breathe, move, and have our physical being, incapable of confinement or exclusive appropriation“ (zitiert nach David 1992:10).

privaten F&E-Aktivitäten in den USA lediglich von 400 Unternehmen vorgenommen werden. Fazit: Die Produktion zu fixen Kosten und die damit verbundenen Skalenerträge (als Folge der Unteilbarkeit von Informationen) sind der Entstehung von frei funktionierenden Informationsmärkten bzw. von Produktmärkten, die einen hohen Grad an Informationsintensität aufweisen, abträglich.

Unsicherheit und unvollständige Information sind generell dem Produktionsprozess von Wissen inhärent. Sie werden speziell auf allen Stufen des Innovationsprozesses beobachtet. Da es keine adäquaten Risikomärkte für solche Unsicherheiten gibt, liegt Marktversagen vor, und deshalb werden staatliche Regulierungen bei der Produktion technischer Informationen gefordert. Im Fall einer Laissez-faire-Politik würde die unterschiedliche Risikoeinstellung der betroffenen Marktteilnehmer zu suboptimalen Investitionen in diesem Bereich führen (Dasgupta/Stoneman 1987: 8f.).

Öffentliche Güter werden in der Wirtschaftswissenschaft durch zwei zentrale Charakteristika definiert: Nicht-Rivalität bei der Nutzung und Nicht-Anwendbarkeit des Ausschlussprinzips (vgl. u.a. Musgrave et al. 1985 bzw. Stiglitz et al. 1989). Im Gegensatz zu privaten Gütern sind öffentliche Güter (hier: technisches Wissen) zum einen ein „non-rival good“, d.h., der Konsum von (Wirtschaftssubjekt) A stört nicht den Konsum von B. Eine Person kann einer anderen Person eine Information liefern, ohne diese Information als solche abzunützen oder gar zu verlieren. Auch im Produktionsprozess, wo Informationen als Produktionsfaktor eingesetzt werden, gilt dieser Tatbestand: Die Formel zur Herstellung eines bestimmten Medikamentes (z.B. Aspirin) wird als solche (d.h. das darin enthaltene Wissen und nicht dessen kommerzielle Nutzung) auch bei mehrmaliger Benützung nicht abgewertet. Deshalb sind es - bei einer gegebenen Quantität von Wissen - die Transmissionskosten (Kosten der Reproduktion und Distribution), die darüber entscheiden sollen, wie weit diese Informationsmenge verbreitet werden soll. Sehr oft sind aber diese Grenzkosten relativ niedrig, was impliziert, dass Wissen auch relativ frei zur Verfügung gestellt werden sollte. Dies führt zur zweiten Eigenschaft eines öffentlichen Gutes: Weil die Grenzkosten für die Reproduktion und Distribution des neuen Wissens gering sind und dadurch der Zugang zu diesem Wissen relativ einfach gemacht wird, kann das Ausschlussprinzip praktisch nicht oder nur mit grossen Schwierigkeiten angewandt werden. Darüber hinaus führt diese Eigenschaft des technischen Wissens zum folgenden Phänomen: Wenn einmal eine neue technische Information produziert worden ist, können deren Produzenten die daraus resultierenden ökonomischen Erträge sich schwer allein aneignen. Die Tatsache, dass auch andere Wirtschaftssubjekte das neue technische Wissen ökonomisch verwerten können, ohne an den Entstehungskosten (v.a. an den F&E-Kosten) teilnehmen zu müssen (das sog. „Trittbrettfahrer-Problem“, englisch: „free-rider problem“), dämpft den Anreiz für die privatwirtschaftliche Produktion neuen technischen Wissens.

Die Finanzwissenschaft kennt drei Mechanismen, das Problem der Bereitstellung öffentlicher Güter zu lösen - das Kernstück des Marktversagens bezüglich der Produktion von Informationen. Der erste Mechanismus besteht in der Erteilung von - durch die allgemeinen Steuern finanzierten - Subventionen bzw. Beiträgen an unabhängige Produzenten, die dann das öffentliche Gut frei oder gegen eine geringe nominelle Gebühr zur Verfügung stellen. Zweitens kann der Staat direkt in der Produktion und Verteilung des öffentlichen Gutes entweder allein oder in Zusammenarbeit mit dem privaten Sektor eingreifen. Schliesslich kann durch die Erteilung staatlich garantierter Monopolrechte, die den privaten Produzenten eine „normale“ Rendite garantieren, versucht werden, diesen genügend hohe, materielle Anreize zur Bereitstellung öffentlicher Güter anzubieten. Patente sind - wie andere geistige Eigentumsrechte - ein wichtiges Beispiel dieser Monopolrechte. Durch die Erteilung befristeter Monopolrechte, die vorübergehend die freie gewerbliche Nutzung und Kommerzialisierung eines neuen technischen Wissens durch Dritte limitieren, versucht das Patentwesen den Wissensproduzenten den Anreiz zu geben, sich erstens weiterhin in dieser Aktivität zu betätigen und zweitens Ressourcen in die risikoreiche Umsetzung neuer Ideen in Produkte und Verfahren zu lenken. Das Patentsystem soll also ein gewisses Gleichgewicht in der Anreizstruktur herstellen, um das schwierige Dilemma „Wissensproduktion versus Wissensdiffusion“ zu „lösen“. Damit ist das Patentsystem in seiner Grundkonstruktion ein System „for both diffusion and exclusion“ (Ordover 1991).

Diese Grundüberlegungen bilden die Basis der meisten Modelle der ökonomischen Theorie von Patenten.<sup>14</sup> Vor allem die Annahme der perfekten Aneignung der aus F&E-Aktivitäten resultierenden Erträge durch einmal erteilte Patente besteht hartnäckig auch in den neueren Entwicklungen dieses Theoriezweiges - mit wenigen Ausnahmen - weiter (vgl. Levin 1986). So werden Patente in der neueren Literatur über Patentwettbewerb („patent race“) und F&E-Konkurrenz („R&D-Competition“) als perfektes Aneignungsmittel für F&E-Ergebnissen postuliert.<sup>15</sup> Zwei Ausnahmen von dieser Betrachtungsweise sind die Arbeiten von Reinganum (1982) und Horstmann et al. (1985). Eine ähnliche Behandlung von Patenten ist in einem weiteren Theoriezweig über das Unternehmensverhalten bei der Erteilung von Lizenzen zu finden.<sup>16</sup> Andererseits werden Patente im Rahmen ökonomischer Theorien über unbeabsichtigten Wissenstransfer von Innovatoren zu ihren Konkur-

---

<sup>14</sup> Für gute Zusammenfassungen verschiedener Aspekte dieser Theorie s. Machlup (1958), Machlup/Penrose (1950), Kaufer (1989), Siebeck (ed.) (1990), Besen/Raskind (1991), Scotchmer (1991), Ordover (1991) sowie Franke (1993).

<sup>15</sup> Eine Literaturübersicht dazu ist in Reinganum (1989) zu finden.

<sup>16</sup> Eine Übersicht dieser Literatur liefert Shapiro (1985).

renten („knowledge-spillover“) nicht explizit berücksichtigt (s. Spence 1984, Levin/Reiss 1984).

Die empirische Literatur zeichnet demgegenüber ein differenziertes Bild bezüglich der Wirksamkeit von Patenten als Aneignungsinstrument der Erträge aus technischen Innovationen. So haben die Arbeiten von Scherer et al. (1959), Taylor/Silberston (1973), Grefermann et al. (1974), Mansfield (1986) und Levin et al. (1987) gezeigt, dass Patente in den verschiedenen Wirtschaftszweigen unterschiedlich wirksam sind. Während sie nur in wenigen Industriezweigen - z.B. in der chemischen, inkl. pharmazeutischen, Industrie und in bestimmten Zweigen der Maschinen- und Elektroindustrie - als wirksames Aneignungsinstrument betrachtet werden, erfüllen sie in den meisten anderen Wirtschaftszweigen diese Funktion nicht oder nur sehr schwach. In diesen Wirtschaftszweigen schrecken Patente potentielle Imitatoren selten davon ab, etwas Ähnliches wie die patentierte Erfindung zu entwickeln, und ebensowenig garantieren sie, dass der ursprüngliche Erfinder bzw. Innovator der alleinige Nutzniesser der ökonomischen Früchte seiner Erfindung bleibt. Hierfür führen die erwähnten Untersuchungen verschiedene Gründe auf: Erstens kann die Konkurrenz auf legale Weise „um das Patent herum“ erfinden; zweitens können Patente ihre Gültigkeit verlieren, wenn sie vor Gericht angefochten werden, und schliesslich versuchen viele Patentinhaber aus ihrem Kosten-/Nutzenkalkül heraus, die mit den Patenten verbundenen Rechte nicht durchzusetzen.<sup>17</sup>

Fazit: Mit der Erteilung von Patenten werden drei Ziele verfolgt: 1. Die Förderung erfinderischer Tätigkeit, 2. die Förderung der Umsetzung von Erfindungen in neue oder verbesserte Produkte und Verfahren (Förderung innovativer Tätigkeit) und 3. die Förderung der Diffusion technischen Wissens, die durch die allgemeine Verfügbarkeit der Patentdokumente und der darin offenbarten Informationen möglich ist. Diesem Nutzen des Patentwesens stehen die volkswirtschaftlichen Kosten gegenüber, die in der Schaffung zeitlich limitierter Monopole auf den Produkt- und Technologiemarkten liegen. Patente werden in bestimmten Gebieten der ökonomischen Theorie entweder ignoriert (dies ist eher selten der Fall) oder als perfektes Schutzmittel modelliert, das eine vollkommene Aneignung der aus F&E-Aktivitäten resultierenden Erträge garantiert und damit die drei erwähnten Ziele optimal erfüllt. Die empirische Literatur hingegen relativiert generell ihre Schutzwirksamkeit und weist v.a. darauf hin, dass diese von einem Wirtschaftszweig zum anderen verschieden ist. Scherer fasst diese empirische Literatur prägnant wie folgt zusammen: „*At the margin, patents certainly matter. But where that margin is*

---

<sup>17</sup> Eine aktuelle Sammlung neuester Ergebnisse der ökonomischen Patentforschung ist in einem vom Europäischen Patentamt und IFO-Institut gemeinsam publizierten Band (1993) zu finden. Siehe insbesondere den Aufsatz von Scherer in diesem Band.

located varies widely from industry to industry (with strong and consistent patterns) and from case to case within an industry“ (Betonung im Original; Scherer 1993:47).

### 3.1.2.2 Geheimhaltung

Hat sich ein Erfinder dafür entschieden, die Ergebnisse seiner Erfindung selbst ökonomisch zu verwerten und damit privat zu appropriieren und nicht einfach durch Veröffentlichung freizugeben, so stehen ihm in diesem Stadium grundsätzlich zwei Schutzstrategien zur Verfügung: Schutz entweder durch Patentierung oder durch Geheimhaltung.<sup>18</sup> Geheimhaltung ist somit - wenn auch in der Praxis nur bedingt, d.h. nur in bestimmten Fällen - eine Alternative zum Patentieren. Kern und Schröder haben nämlich für die alte BRD empirisch geschätzt, dass nur in rund 5 % aller Fälle in der Industrie zugunsten einer Geheimhaltung entschieden wurde (Kern/Schröder 1977:68). Darüber hinaus ist sie - gemäss einer Expertenbefragung von 100 amerikanischen Unternehmen - nur für eine begrenzte Zeit möglich: „Information concerning development decisions is generally in the hands of rivals within about 12 to 18 months, on the average, and information concerning the detailed nature and operation of a new product or process generally leaks out within about a year“ (Mansfield 1985:217).

---

<sup>18</sup> Zwischen diesen zwei Schutzstrategien gibt es zwei Mischformen. Ein Erfinder kann erstens seine neuen Ideen publizieren, ohne sie patentieren zu lassen. Damit wird der Neuheitscharakter dieser Ideen zerstört und deren spätere Patentierung durch einen Dritten erschwert. Zweitens kann ein Erfinder seine Erfindung nutzen, ohne sie zu publizieren oder zu patentieren. Im Falle einer allfälligen Konkurrenz durch eine dritte Person kann der ursprüngliche Erfinder das sog. Vor- bzw. Mitbenützungsrecht pflegen (Art. 35 des schweiz. Patentgesetzes). Pedrazzini erläutert dieses Recht wie folgt: „ 35 PatG anerkennt demjenigen, der gutgläubig vor dem Anmelde-(Prioritäts-)Datum eines Drittpatentes die Erfindung im Inland gewerbsmässig benützt oder besondere Anstalten dazu getroffen hat, ein Recht zur Weiterbenützung im Rahmen seiner Geschäftszwecke. Dieses Recht kann dementsprechend nur mit dem Geschäft vererbt oder übertragen werden. Das Mitbenützungsrecht beruht auf der Überlegung, dass es unbillig wäre, den Unternehmer, der im Hinblick auf die gewerbliche Verwertung einer von ihm gutgläubig gemachten Erfindung bereits Investitionen vorgenommen hat, der Gefahr des Verlustes der aufgewendeten Mittel auszusetzen. Die Wirkung ist die Beschränkung des ausschliesslichen Benützungsrechtes des Patentinhabers, indem er einen Konkurrenten dulden muss. Zu beachten ist, dass die Vorbenützung die Neuheit der später angemeldeten Dritterfindung zerstören kann - der Vorbenutzer wird aber kaum ein Interesse daran haben, das Patent, das ihn auch vor sonstigen Mitbewerbern schützt, mit einer Nichtigkeitsklage anzugreifen (Ziff. 21). In der Praxis scheidet das Mitbenützungsrecht oft an Beweisschwierigkeiten. BGE 86 II 406 (HOCHSPAN-NUNGSSCHALTER)“ (Pedrazzini 1983:131).

Aus der Sicht einzelner Erfinder bzw. Innovatoren weist Geheimhaltung im Vergleich zum Patentieren Vor- und Nachteile auf (s. z.B. Basberg 1987 und Dolder 1991). Folgende Nachteile können aufgeführt werden:

- Nicht alle Innovationen können (oder sollen) geheimgehalten werden. Es liegt nämlich im betriebswirtschaftlichen Interesse eines Innovators, seine Produktinnovationen möglichst breit bekanntzumachen, um die daraus entstehenden Erträge maximieren zu können. Diese ökonomische Notwendigkeit macht die Geheimhaltung von Produktinnovationen sehr schwierig. Faktisch können, falls überhaupt, nur schwer reproduzierbare bzw. imitierbare Prozessinnovationen geheimgehalten werden.
- Die Geheimhaltung von Prozessinnovationen bietet in vielerlei Hinsicht nur einen beschränkten Schutzeffekt an. Sie hindert beispielsweise die Konkurrenz nicht daran, später die gleiche Erfindung zu machen und zu patentieren; sie offeriert damit keinen exklusiven Schutzeffekt.
- Die Geheimhaltung neuer Ideen ist in einer Organisation dann gewährleistet, wenn nur ein kleiner Kreis von Mitarbeitern darüber informiert wird. Personalfluktuationen würden diese Schutzstrategie gefährden.

Diesen Nachteilen der Geheimhaltung stehen folgende Vorteile gegenüber:

- Geheimhaltung bietet theoretisch eine unbeschränkte Schutzdauer ohne zeitliche Verzögerung und zu vergleichsweise geringen Kosten.
- Im Gegensatz zum Patentrecht, das eine Offenlegung von Informationen über die zu schützenden Erfindungen und damit über die F&E-Aktivitäten des Innovators verlangt, werden im Rahmen einer Schutzstrategie via Geheimhaltung keine wichtigen Informationen an die Konkurrenz weitergeleitet.

Die strategische Entscheidung über die Patentierung oder die Geheimhaltung einer technischen Innovation hängt damit von einer Vielzahl von Informationen über die Natur der Innovation und der innovierenden Organisation sowie über deren wirtschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen ab. Ein Erfinder bzw. Innovator würde sich im konkreten Fall für Geheimhaltung entscheiden, wenn mindestens eine der vier folgenden Bedingungen vorliegt (vgl. Basberg 1987 und Friedman et al. 1991):

- Der Patentschutz ist im Vergleich zum erwarteten ökonomischen Wert der Erfindung zu kostspielig.



- Der Patentschutz garantiert eine private Rendite, die kleiner ist als die vom Innovator erwartete. Dies kann wegen der (zu kurzen) Schutzdauer oder wegen den sonstigen Bedingungen des Patentgesetzes erfolgen.
- Die Erfindung ist nicht patentierbar, d.h., sie erfüllt die gesetzlichen Voraussetzungen für die Erteilung des Patentschutzes (Patentfähigkeit) nicht.
- Das Patent (Schutzbereich) ist leicht zu umgehen.

Abschliessend kann festgehalten werden, dass die Geheimhaltung unter den bereits erwähnten Bedingungen zwar ein ökonomisch sinnvolles Schutzmittel für Innovationen ist - sie ermöglicht nämlich, wie das Patentwesen, dem Erfinder bzw. Innovator die Internalisierung der Erträge seiner Tätigkeit. Andererseits und im Gegensatz zum Patentsystem verhindert sie die Diffusion technischen Wissens, was aus wohlfahrtstheoretischer Sicht nicht erwünscht ist: „Secrecy raises the costs to researchers, and to society as a whole of the search for new knowledge“ (David 1992:21).<sup>19</sup>

### 3.1.2.3 Zeitvorsprung

Der Zusammenhang zwischen dem Zeitvorsprung, d.h. der erste zu sein mit einer Innovation („first mover“) und der Erlangung einer Monopolmacht, und zwar unabhängig davon, ob der Innovator einen Patentschutz besitzt oder nicht, wurde zunächst empirisch in den 70er Jahren erkannt (Scherer/Ross 1990:586). Empirische Untersuchungen über die Luftfahrt- (Phillips 1971) und die Halbleiterindustrie (Tilton 1971) haben nämlich gezeigt, dass die Erzielung eines Zeitvorsprungs gegenüber der Konkurrenz den „first movers“ eine Reputation als dynamische Innovatoren brachte, die ihnen ermöglichte, sowohl einen hohen Preis als auch einen hohen Marktanteil zu erzielen - zwei Sachverhalte, die mit einer Monopolsituation assoziiert werden.

Diese empirischen Einsichten wurden später durch die Modelle von Schmalensee (1982), Shapiro (1983), Conrad (1983), Glazer (1985) und Klemperer (1987) theoretisch untermauert. Die Ergebnisse dieser Arbeiten fassen Scherer und Ross wie folgt zusammen: „Being the first to bring a new product onto the market, with or without patent protection, often confers a substantial reputational advantage over imitators, permitting the innovator to maintain elevated prices while defending a sizable market share. Also ... the first mover has a head start in the race down the

---

<sup>19</sup> Zu einer systematischen ökonomischen Analyse von „trade secret“ s. Kitch (1980), Cheung (1982) sowie Friedman et al. (1991).

learning curves, gaining cost advantages which, if exploited sufficiently aggressively, can be used to deter entry and enjoy supra-normal profits until the relevant technology matures“ (Scherer und Ross 1990: 627). Ferner betonen andere Autoren (z.B. Teece 1986) die Tatsache, dass ein Zeitvorsprung dem Innovator potentiell erlaubt, überragende Verkaufs- und Serviceleistungen - sie werden als „complementary assets“ bezeichnet - aufzubauen, die ihn befähigen, sich die ökonomischen Früchte seiner Innovationen anzueignen.

Die Wichtigkeit des Zeitvorsprungs für den wirtschaftlichen Erfolg von Unternehmen und Märkten wurde darüber hinaus nicht nur von Forschern, sondern auch von zahlreichen Praktikern als eine der besten Schutzstrategien von Innovationen erkannt, wie dies exemplarisch mit den zwei folgenden Zitaten belegt werden kann. Schon im Jahre 1901 schrieb der erfolgreiche deutsche Industrielle Werner von Siemens: „Eine wesentliche Ursache für das schnelle Aufblühen unserer Fabriken sehe ich darin, dass die Gegenstände unserer Fabrikation zum grossen Teil auf eigenen Erfindungen beruhten. Waren diese auch in den meisten Fällen nicht durch Patente geschützt, so gaben sie uns doch immer einen Vorsprung vor unseren Konkurrenten, der darin gewöhnlich so lange anhielt, bis wir durch neue Verbesserungen abermals einen Vorsprung gewannen. Andauernde Wirkung konnte das allerdings nur in Folge des Rufes grösster Zuverlässigkeit und Güte haben, dessen sich unsere Fabrikate in der ganzen Welt erfreuten“ (Siemens 1901:297, 6. Auflage bzw. 1983:324f., 17. Auflage). Fast neunzig Jahre später hat Gomory („Senior Vice President for Science and Technology“ der IBM) in einem vom „Center for Economic Policy Research“ (Stanford University) organisierten Seminar (11.-12. September 1989) folgendes betont: „If one company has a 3 year cycle and another has a 2 year cycle, the company with the shorter cycle will have its process and design into production and the product in the market 1 year before the other. The firm with the shorter cycle will appear to have newer products with newer technologies. It is the speed of the development and manufacturing cycle that appears as technical innovation and leadership“ (Gomory/Schmitt 1988).

### **3.2 Nachfrageseitige Determinanten des technischen Fortschritts**

Wie bereits oben erwähnt wurde, postuliert die ökonomische Theorie, dass die Marktnachfrage und die damit verbundenen Nachfragebedingungen (Präferenzen, Preise, Einkommen usw.) die Richtung und die Rate des technischen Fortschritts sowohl auf volkswirtschaftlicher wie auf Branchen-Ebene mitbestimmt. Die Bedeutung dieses Grundgedankens, dass also ökonomische Anreize seitens der Marktnachfrage ein zentraler Bestimmungsfaktor für den technischen Fortschritt sind, hat bereits Schmookler (1962, 1966) systematisch untersucht. Auf der Grundlage von Längsschnitts- und Querschnittsdaten aus verschiedenen Industrien (v.a. der Eisenbahn-, Bau- und Ölraffinerie-Industrie in den USA) zeigt er auf, dass die

Nachfrage nach Investitionsgütern die Innovationstätigkeit (gemessen an der Anzahl von Patenten) in den betroffenen Industrien induziert hat. Mit seinen Worten heisst dies: „... inventive activity with respect to capital goods tends to be distributed among industries about in proportion to the distribution of investment. To state the matter in other terms, a 1 per cent increase in investment tends to induce a 1 percent increase in capital goods invention“ (Schmookler 1966:144).

Mit den Ergebnissen der Schmookler-Untersuchung haben sich zahlreiche Autoren theoretisch und empirisch auseinandergesetzt. Eine lebhafte Diskussion ist dann darüber entstanden, ob technischer Fortschritt durch „demand pull“, wie von Schmookler vertreten, oder durch „technology push“ erklärt werden kann. Diese Debatte hat aber rückblickend nur wenig Früchte getragen, da sie anfänglich in der Form von „Entweder-Oder“ geführt und dabei die alte Weisheit vergessen wurde, dass wenn nämlich die „Einsicht in die Notwendigkeit“ (hier: das Vorhandensein einer Marktnachfrage) die Mutter aller Dinge ist, dann ist die Verfügbarkeit der entsprechenden Technologie bestimmt der Vater, damit Innovationen geboren werden.

Als Ergebnis aus der kritischen Auseinandersetzung mit der „demand pull“- Literatur (s. Rosenberg 1982:193-241) und den zahlreichen theoretischen und empirischen (auch historischen) Studien u.a. von Parker (1972), Rosenberg (1976), Scherer (1982) und Walsh (1984) spricht man heute nicht mehr ausschliesslich von „demand pull“ oder „technology push“, sondern von der relativen Bedeutung beider Bestimmungsfaktoren und betont, beide seien für die Erklärung des technischen Fortschritts notwendig. Was hingegen Schwierigkeiten bereitet, sind Fragen, wie die Marktnachfrage nach Innovationen empirisch operationalisiert und geschätzt, durch welche Mechanismen und in welchen Phasen des technischen Fortschritts sie wirksam wird. Einige dieser Fragen werden im folgenden kurz behandelt.

Cohen/Levin (1989) unterscheiden zwei Aspekte, wie die Marktnachfrage den technischen Fortschritt auf Branchenebene beeinflussen kann:

- Der erste Aspekt betrifft das Volumen und die Zusammensetzung der Marktnachfrage.
- Der zweite Aspekt betrifft die Preiselastizität der Nachfrage und damit die Form und die Steigung der Nachfragekurve.

### **3.2.1 Einfluss des Volumens und der Zusammensetzung der Marktnachfrage auf den technischen Fortschritt**

Das Marktvolumen beeinflusst den technischen Fortschritt sowohl in statischer wie in dynamischer Hinsicht. Rein statisch sind zwar die anfänglichen Investitionen zur Entwicklung und Einführung von Innovationen vom Produktionsvolumen bzw. Marktvolumen, das später mit diesen Innovationen realisiert werden soll, unabhängig. Die Innovationsinvestitionen, insbesondere die F&E-Ausgaben, sind gleich hoch, unabhängig davon, ob man später mit einer neuen Idee eine einzige oder mehrere Einheiten des neuen oder verbesserten Produktes bzw. Verfahrens produzieren und absetzen wird. Später hingegen bestimmt das Marktvolumen die aus diesen Innovationen resultierende Gewinnhöhe: Zu einem gegebenen Zeitpunkt sind die Grenzerträge aus Innovationen um so höher, je grösser der Markt ist. Dies hat darüber hinaus Konsequenzen für die künftige Entwicklung von Innovationen auf diesem Markt. Es ist deshalb aus dynamischer Sicht zu erwarten, dass in zwei Märkten (z.B. einem Inland- und einem Auslandmarkt) von anfänglich gleicher Grösse die Innovationsfähigkeit und -tätigkeit in jenem Markt grösser sein wird, der schneller wächst als der andere. Die Vorteile eines grossen Marktes sind also im Hinblick auf Innovationen sowohl statisch (die absolute Grösse des Marktvolumens zu einem bestimmten Zeitpunkt) als auch dynamisch (die Wachstumsraten dieses Volumens im Zeitablauf) gegeben. Diese Vorteile werden zusätzlich verstärkt, wenn der grössere Markt (z.B. der Inlandmarkt) auch über Skalenerträge in einem wichtigen Bereich wie „Produktion“ oder „F&E“ verfügt (Porter 1990).

So wird der technologische Vorsprung der USA nach dem 2. Weltkrieg u.a. mit der damals einmaligen Grösse des amerikanischen Marktes erklärt. Auch der spätere Verlust dieser technologischen „leadership“ wird auf den Verlust dieses relativen Vorteils zurückgeführt, und zwar weil die Märkte globaler wurden und nicht mehr spezifisch national geblieben sind. Dazu schreiben Nelson und Wright folgendes: „The postwar American technological lead had two conceptually distinct components. There was, first of all, the long standing strength in mass production industries that grew out of unique conditions of resource abundance and large market size. There was, second, a lead in „high technology“ industries that was new and stemmed from investment in higher education and in research and development, far surpassing the levels of other countries at that time. Several factors lay behind the erosion of these twin leads. The most basic of these is that over the post World War II era, commodity and resource trade, business and finance and technological communities, have all become increasingly transnational rather than national“ (Nelson/Wright 1992:1960).

Auch die Zusammensetzung der Marktnachfrage ist für Innovationen wichtig. Angenommen, die Gesamtnachfrage setzte sich potentiell aus einer Inland- und einer Auslandnachfrage zusammen, dann wäre die Inlandnachfrage für die Innovationsfähigkeit der inländischen Unternehmen v.a. dann von grossem Vorteil,

wenn sie eine potentielle Auslandnachfrage antizipieren könnte. Mit den Worten von Porter: „Stringent home needs benefit national competitive advantage only if they anticipate needs elsewhere“ (Porter 1990:91). Aus theoretischer Sicht muss dieser Aspekt wie der vorherige Punkt behandelt werden, da auch er zu einer Rechtsverschiebung der Gesamtnachfragekurve auf einem bestimmten Markt führt.

### **3.2.2 Einfluss der Preiselastizität der Nachfrage auf den technischen Fortschritt**

Der zweite Aspekt, wie die Marktnachfrage den technischen Fortschritt beeinflusst, betrifft die Preiselastizität der Nachfrage und damit die Form und die Steigung der Nachfragekurve, da dieser Parameter die Höhe der aus der Rechtsverschiebung der Nachfragekurve resultierenden Grenzerträge aus Innovationen bestimmt. Bei der Analyse des Zusammenhanges zwischen der Preiselastizität der Nachfrage und dem technischen Fortschritt wird allerdings zwischen Produkt- und Prozessinnovationen unterschieden. Bei Prozessinnovationen, die normalerweise zu Kosten- und Preissenkungen der herzustellenden Produkte führen, sind deren Grenzerträge um so höher, je grösser die Preiselastizität der Nachfrage nach ihnen ist (vgl. Kamien/Schwartz 1970). Andererseits hat Spence (1975) darauf hingewiesen, dass die Grenzerträge aus Produktinnovationen - diese sind oft mit Preiserhöhungen verbunden - um so höher sind, je unelastischer die Nachfrage nach diesen Innovationen ist. Die Wirkung der Preiselastizität auf die Höhe der Grenzerträge aus Innovationen hängt also davon ab, ob es sich um Produkt- oder Prozessinnovationen handelt.

Zusammenfassend postuliert die ökonomische Theorie, dass technischer Fortschritt nicht nur von der Kreativität und Produktivität von Wissenschaftlern, Technologen, Unternehmern und sonstigen, am Prozess des technischen Fortschritts beteiligten Akteuren (angebotsseitige Faktoren), sondern auch von den materiellen Anreizen seitens der Marktnachfrage mitbestimmt wird. Die Höhe dieser Anreize hängt allerdings davon ab, ob es sich um Produkt- oder Prozessinnovationen handelt, und von den konkreten Marktconstellationen, die in den verschiedenen Wirtschaftszweigen unterschiedlich sein können. Grundsätzlich sind diese Postulate plausibel, zumal der Grossteil technischer Innovationen unter kompetitiven Verhältnissen auf freien Märkten entsteht. Probleme tauchen hingegen auf, wenn diese theoretischen Konzepte für empirische Untersuchungen operationalisiert werden sollen. Einige davon werden im folgenden kurz erwähnt.

### 3.2.3 Empirische Probleme

Zum einen verlangt das Konzept der Marktnachfrage, dass Daten bezüglich systematischer Preis-Mengen-Relationen vorhanden sind. Probleme tauchen bei der Frage auf, wie diese Daten ex ante beobachtet und ermittelt werden können, wenn die entsprechenden Güter noch nicht auf den Markt gelangt sind (es handelt sich ja um Innovationen!). Dieses Problem wird konkret in der empirischen Wirtschaftsforschung je nach Innovationsart unterschiedlich behandelt.

- Bei Prozessinnovationen wird die Nachfrage nicht direkt, sondern indirekt geschätzt, indem die Nachfrage nach den mit diesen Prozessinnovationen hergestellten Gütern beobachtet und ermittelt wird. (Eine empirische Pionierarbeit in diesem Bereich hat Griliches [1958] geleistet.)
- Bei laufenden Produktinnovationen ist dieses Problem wesentlich komplexer: Es kann nur unter bestimmten Voraussetzungen (wenn z.B. das neue Produkt ein Substitut eines alten Produktes ist und wenn statistische Zeitreihen bezüglich Preise und Mengen für dieses alte Produkt verfügbar sind) und mittels bestimmter ökonomischer Modelle und ökonometrischer Verfahren gelöst werden. Es handelt sich dabei v.a. um die Nachfragemodelle von Lancaster (1971 und 1979), um die hedonistischen Preisfunktionen (s. Griliches 1971 sowie Rosen 1974) und um die mit diesen Modellen zu vereinbarende Wohlfahrtsanalyse von Small/Rosen 1981). Die ökonometrischen Methoden („discrete-choice“-Modelle) lieferte u.a. McFadden (1981).<sup>20</sup>
- Schliesslich stösst die Ex-ante-Nachfrageschätzung bei bedeutenden Produktinnovationen auf noch grössere Probleme und ist bisher, abgesehen von einigen - nicht sehr erfolgreichen - Versuchen, v.a. seitens von Marketing-Spezialisten, noch nicht gelöst worden. Historische Erfahrungen, die im Rahmen von Studien über Technologiefolgeabschätzungen ausgewertet wurden, zeigen jedoch, dass sogar in wichtigen Technologiefeldern (z.B. bei den ersten Computergenerationen) gravierende Fehleinschätzungen der Nachfrage gemacht wurden. So zitiert Rosenberg den ehemaligen Präsidenten der IBM, Thomas Watson, der damals glaubte, dass nur ein einziger Computer (der sog. Selective Sequence Electronic Calculator, hergestellt von IBM in 1947) „could solve all the important scientific problems in the world involving scientific calculations“ (zitiert nach Landau/Rosenberg 1986:30). Watson sah damit keine weiteren Kommerzialisierungsmöglichkeiten, d.h. keine weitere Nachfrage, für Computer.

---

<sup>20</sup> Eine beispielhafte empirische Implementierung solcher Modelle ist die Arbeit von Trajtenberg (1990).

Ferner postuliert die ökonomische Theorie, dass erstens die Nachfragekurve grundsätzlich alle relevanten Informationen über die Nachfragebedingungen seitens der Konsumenten (Präferenzen, Preise, Einkommen usw.) zu einem bestimmten Zeitpunkt zusammenfasst und dass zweitens Innovationen infolge einer Rechtsverschiebung der Nachfragekurve auf einem bestimmten Markt resultieren. Empirisch ist es aber äusserst schwierig, „Verschiebung“ von „Bewegung“ auf der Nachfragekurve zu unterscheiden.

#### **4 Zusammenfassung**

In der Industrieökonomik besteht Einigkeit darüber, dass technischer Fortschritt auf Branchenebene durch die drei folgenden Faktoren erklärt werden kann: die technologischen Chancen (d.h. die Chancen von Innovatoren, Zugang zu ökonomisch verwertbarem technischem Wissen zu erhalten), 2. die Fähigkeit von Innovatoren, sich die Erträge aus ihren technischen Innovationen anzueignen und 3. die Marktnachfrage.

Technologische Chancen können - trotz einiger Versuche - nicht einfach mit einem einzigen Parameter erfasst und quantitativ gemessen werden, der dann mit anderen Bestimmungsfaktoren des technischen Fortschritts in eine Regressionsgleichung integriert und anschliessend geschätzt wird. Was sich hingegen als fruchtbar erwiesen hat, sind die Ergebnisse zahlreicher empirischer und historischer Untersuchungen, die versucht haben, die Quellen technologischer Chancen an konkreten Fallbeispielen zu identifizieren. Dabei hat sich gezeigt, dass wichtige Beiträge zum technischen Fortschritt sowohl von marktlichen als auch von aussermarktlichen Organisationen geleistet werden und dass diese Beiträge von einem Wirtschaftszweig zum anderen variieren.

Die Frage, ob sich Innovatoren die wirtschaftlichen Erträge aus ihren technischen Innovationen aneignen können (der zweite Bestimmungsfaktor des technischen Fortschritts), ist für sie und für den technischen Fortschritt in einzelnen Märkten von zentraler Bedeutung. Da diese Frage, sie wird in der Literatur unter dem Konzept „appropriability“ (Aneignung) zusammengefasst, aufgrund zahlreicher analytischer und statistischer Probleme nicht direkt beantwortet werden kann (d.h., Aneignung lässt sich nicht direkt statistisch messen), versuchen verschiedene Forscher, sie indirekt und qualitativ zu untersuchen, indem sie die zur Aneignung der Erträge von Innovationen dienenden Mittel im Hinblick auf ihre Wirksamkeit analysieren. Die wichtigsten dieser Mittel sind das Patentwesen, die Geheimhaltung, die Erzielung eines Zeitvorsprungs gegenüber der Konkurrenz, die Erlangung und Sicherung eines Lern- bzw. Kostenvorteils gegenüber der Konkurrenz, Aufbau überragender Verkaufs- und Serviceleistungen und die Erschwerung der Imitation

eigener Innovationen durch die Konkurrenz, d.h. die Erhöhung des dafür notwendigen Kosten- und Zeitaufwandes.

Schliesslich spielt auch die Marktnachfrage eine wichtige Rolle für den Erfolg von technischen Innovationen und damit für die Allokation von Ressourcen für innovative Tätigkeiten. Die Nachfragebedingungen sind allerdings, wie die übrigen Einflussfaktoren des technischen Fortschritts auf Branchenebene, von einem Wirtschaftszweig zum anderen sehr verschieden.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass die oben aufgeführten, angebots- und nachfrageseitigen Bedingungen für technische Innovationen in den einzelnen Branchen sehr verschieden sind und dass diese Verschiedenheit der Bedingungen den wichtigsten Erklärungsfaktor für die interindustriellen Unterschiede im technischen Fortschritt und im Wirtschaftswachstum von Branchen darstellt.



## Literaturverzeichnis

- Ahmad, S. (1966), „On the Theory of Induced Invention“, *Economic Journal*, 76:344-57.
- Allen, R.L. (1991), „Opening doors: The Life & Work of Joseph Schumpeter“. 2 volumes. New Brunswick: Transaction Publishers.
- Arrow, K.J. (1962), „Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention“, in: *The Rate and Direction of Inventive Activity*, ed. R.R. Nelson. Princeton: Princeton University Press.
- Arthur, W.A. (1988), „Competing Technologies“, in: *Technical Change and Economic Theory*, eds. Dosi, G. et al. London: Pinter Publishers.
- Atkinson, A.B., Stiglitz, J.E. (1969), „A New View of Technological Change“, *Economic Journal*, 79:573-80.
- Baldwin, W.L., Scott, J.T. (1987), „Market Structure and Technical Change“. Chur: Harwood Academic Publishers.
- Basberg, B.L. (1987), „Patent and the Measurement of Technological Change: A Survey of the Literature“, *Research Policy*, 16:131-141.
- Benhabib, J., Jovanovic, B. (1991), „Externalities and Growth Accounting“, *American Economic Review*, 81:82-113.
- Besen, S.M., Raskind, L.J. (1991), „An Introduction to the Law and Economics of Intellectual Property“, *Journal of Economic Perspectives*, 5:3-27.
- Blumenthal, D., Gluck, M., Louis, K., Wise, D. (1986), „Industrial Support of University Research in Biotechnology“, *Science*, 231:2421-246.
- Carlsson, B., Stankiewicz, R. (1991), „On the Nature, Function and Composition of Technological Systems“, *Journal of Evolutionary Economics*, 1:93-118.
- Chandler, A. (1966), „Strategy and Structure“. Doubleday & Co. Anchor Books Edition.
- Chandler, A. (1977), „The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business“. Cambridge: Belknap/Harvard University Press.
- Chandler, A. (1990), „Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Capitalism“. Cambridge: Belknap/Harvard University Press.
- Cheung, S.N.S. (1982), „Property Rights in Trade Secrets“, *Economic Inquiry*, 20:40-53.
- Cohen, W.M., Klepper, S. (1991), „Firm Size versus Diversity in the Achievement of Technological Advance“, in: *Innovation and Technological Change: An International Comparison*, eds. Acs, Z.J. and Andretsch, D.B. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Cohen, W.M., Klepper, S. (1992), „The Tradeoff between Firm Size and Diversity in the Pursuit of Technological Progress“, *Small Business Economics*, 2:183-190.
- Cohen, W.M., Levin, R.C. (1989), „Empirical Studies of Innovation and Market Structure“, in: *Handbook of Industrial Organization*, Vol. 2, eds. R. Schmalensee and R. Willig. Amsterdam: North Holland.
- Conrad, C.A. (1983), „The Advantage of Being First and Competition Between Firms“, *International Journal of Industrial Organization*, 1:353-364.
- Dasgupta, P., Stiglitz, J.E. (1980), „Industrial Structure and the Nature of Innovative Activity“, *Economic Journal*, 90:266-293.
- Dasgupta, P., Stoneman, P. (eds.) (1987), „Economic Policy and Technological Performance“. Cambridge: Cambridge University Press.
- David, P.A. (1991), „Reputation and Agency in the Historical Emergence of the Institutions of 'Open Science'“, Discussion Papers Series CEPR No. 261. Stanford University.

- David, P.A. (1992), „Intellectual Property Institutions and The Panda's Thumb. Patents, Copyrights, and Trade Secrets in Economic Theory and History“, Discussion Papers Series CEPR No. 287. Stanford University.
- Dolder, F. (1991), „Patentmanagement im Betrieb: Geheimhalten oder patentieren?“, IO Management Zeitschrift, 60:64-68.
- Dosi, G. (1988), „Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation“, Journal of Economic Literature, 26:1120-1171.
- Dosi, G. et al. (eds.) (1988), „Technical Change and Economic Theory“. London: Pinter Publishers.
- Drandakis, E.M. and Phelps, E.S. (1966), „A Model of Induced Invention, Growth and Distribution“, Economic Journal, 74: 541-7.
- Economist, The (1991), „The Edge of Ignorance: A Survey of Science“, February 16., London.
- European Patent Office, IFO Institute For Economic Research (1993), Results and Methods of Economic Patent Research. Proceedings of the 1st EPO-IFO-Workshop on March 19/20, 1992 at the European Patent Office. Munich
- Flaherty, M.T. (1980), „Industry Structure and Cost-Reducing Innovation“, Econometrica, 48:1187-1209.
- Fölster, S. (1991), „The Art of Encouraging Invention. A New Approach to Government Innovation Policy“. Stockholm: The Industrial Institute for Economic and Social Research.
- Franke, J.F. (1993), „Die Bedeutung des Patentwesens im Innovationsprozess - Probleme und Verbesserungsmöglichkeiten“, IFO-Studien, Zeitschrift für empirische Wirtschaftsforschung, 39:307-327.
- Freeman, C. (1987), „Technology Policy and Economic Performance“. London: Francis Pinter.
- Freeman, C. (1988), „Japan: A New National System of Innovation?“, in: Technical Change and Economic Theory, eds. G. Dosi et al. London: Pinter Publishers.
- Freeman, C. (1991), „Innovations, Changes of Techno-Economic Paradigm and Biological Analogies in Economics“, Revue Economique, 42: 211-232.
- Friedman, D.D., Landes, W.M., Posner, R.A. (1991), „Some Economics of Trade Secret Law“, Journal of Economic Perspectives, 5:61-72.
- Geigant, F., Sobotka, D., Westphal, H.M. (1987), „Lexikon der Volkswirtschaft“. München: Verlag Moderne Industrie.
- Glazer, A. (1985), „The Advantage of Being First“, American Economic Review, 75:473-480.
- Gomory, R.E., Schmitt, R.W. (1988), „Science and Product“, Policy Forum, 27:1131-1231.
- Gort, M., Wall, R.A. (1986), „The Evolution of Technologies and Investment in Innovation“, Economic Journal, 96:741-757
- Grefermann, K., Oppenländer, K.H. et al. (1974), „Patentwesen und technischer Fortschritt“, Teil I: Die Wirkung des Patentwesens im Innovationsprozess. Göttingen: Verlag Otto Schwarz & Co.
- Grefermann, K., Rothlingshofer (1974), „Patentwesen und technischer Fortschritt, Teil II: Patent- und Lizenzpolitik der Unternehmen. Göttingen: Verlag Otto Schwarz & Co.
- Griliches, Z. (1958), „Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations“, Journal of Political Economy, 76: 419-432.
- Griliches, Z. (ed.) (1971), „Price Indexes and Quality Change“. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Griliches, Z. (1979), „Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth“, Bell Journal of Economics, 10:92-116.
- Griliches, Z. (1991), „The Search for R&D Spillovers“, Working Paper No. 3768, National Bureau of Economic Research. Cambridge Mass.

- Hanusch, H. (ed.) (1988), „Evolutionary Economics: Applications of Schumpeter's Ideas“. Cambridge: Cambridge University Press.
- Harabi, N. (1987), „Technischer Fortschritt in der Schweiz: Empirische Ergebnisse aus volkswirtschaftlicher Sicht“. Dokumentation zur Wirtschaftskunde Nr. 107, Hrsg. Gesellschaft zur Förderung der Schweizerischen Wirtschaft, Zürich.
- Harabi, N. (1992), „Determinants of Technical Change: Empirical Evidence from Switzerland“. *Empirica - Austria Economic Papers*, 19:221-244.
- Heertje, A., Perlman, M. (eds.) (1990), „Evolving Technology and Market Structure. Studies in Schumpeterian Economics“. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Hippel, E. von (1976), „The Dominant Role of the User in the Scientific Instrument Innovation Process“, *Research Policy*, 5:212-239.
- Hippel, E. von (1977), „The Dominant Role of the User in Semiconductor and Electronic Subassembly Process Innovation“, *IEEE Transactions on Engineering Management*, EM-24:60-71.
- Hippel, E. von (1988), „The Sources of Innovations“. Oxford: Oxford University Press.
- Horstmann, I., MacDonald, G.M., Slivinski, A. (1985), „Patents as Information Transfer Mechanisms: To Patent or (Maybe) Not to Patent“, *Journal of Political Economy*, 93: 837-58.
- Hounshell, D.A., Smith, J.K. (1988), „Science and Corporate Strategy: Dupont R+D, 1902-1980“, Cambridge: Cambridge University Press.
- Kaldor, N. (1957), „A Model of Economic Growth“, *Economic Journal*, 67:591-624.
- Kamien, M.I., Schwartz, N.L. (1970), „Market Structure, Elasticity of Demand, and Incentive to Invent“, *Journal of Law and Economics*, 13:241-252.
- Kaufers, E. (1989), „The Economics of the Patent System“. Chur: Harwood Academic Publishers.
- Kennedy, C. (1964), „Induced Bias in Innovation and the Theory of Distribution“, *Economic Journal*, 74:541-7.
- Kern, W., Schröder, H.H. (1977), „Forschung und Entwicklung in der Unternehmung“. Reinbek: Rowohlt.
- Kitch, E.W. (1980), „The Law and Economics of Rights in Valuable Information“, *Journal of Legal Studies*, 9:683-724.
- Klemperer, P. (1987), „Entry Deterrence in Markets with Consumer Switching Costs“, *Economic Journal*, 97: 99-117.
- Kortum, S.S. (1992), „Inventions, R&D and Industry Growth“. PhD Thesis at Yale University, New Haven.
- Lancaster, K.L. (1971), „Consumer Demand: A New Approach“. New York: Columbia University Press.
- Lancaster, K.L. (1979), „Variety, Equity, and Efficiency“. New York: Columbia University Press.
- Landau, R., Rosenberg, N. (eds.) (1986), „The Positive Sum Strategy. Harnessing Technology for Economic Growth“. Washington: National Academy Press.
- Lee, T., Wilde, L.L. (1980), „Market Structure and Innovation: A Reformulation“, *Quarterly Journal of Economics*, 94:429-436.
- Levin, R.C. (1978), „Technical Change, Barriers to Entry and Market Structure“, *Economica*, 45:347-361.
- Levin, R.C. (1986), „A New Look at The Patent System“, *American Economic Association Papers and Proceedings*, 76:199-202.
- Levin, R.C., Klevorick, A.K., Nelson, R.R., Winter, S.G. (1983), „Questionnaire on Industrial Research and Development“. Technical Report, Yale University (zitiert: Yale-Fragebogen).

- Levin, R.C., Klevorick, A.K., Nelson, R.R., Winter, S.G. (1987), „Appropriating the Returns from Industrial Research and Development“, *Brookings Papers on Economic Activity*, 783-821.
- Levin, R.C., Reiss, P.C. (1984), „Tests of a Schumpeterian Model of R&D and Market Structure“, in: *R&D, Patents, and Productivity*, ed. Z. Griliches. Chicago: University of Chicago Press.
- Levin, R.C. and Reiss, P.C. (1988), „Cost-Reducing and Demand-Creating R&D with Spillovers“, *Rand Journal of Economics*, 19:538-556.
- Levy, D., Terleckyj, N. (1983), „The effects of Government R&D on Private R&D and Productivity: A Macroeconomic Analysis“, *Bell Journal of Economics*, 14:551-561.
- Leyden, D.P., Link, A.N. (1992), „Government's Role in Innovation“, Dordrecht/Boston/ London: Kluwer Academic Publishers.
- Lichtenberg, F. (1987), „The Effect of Government Funding on Private Industrial Research and Development: A Reassessment“, *Journal of Industrial Economics*, 36:97-104.
- Lichtenberg, F. (1988), „The Private R&D Investment Response to Federal Design and Technical Competitions“, *American Economic Review*, 78:550-559.
- Link, A.N. (1987), „Technological Change and Productivity Growth“. Chur: Harwood Academic Publishers.
- Loury, G.C. (1979), „Market Structure and Innovation“, *Quarterly Journal of Economics*, 93:395-410.
- Lucas, R.E. (1988), „On the Mechanics of Economic Development“, *Journal of Monetary Economics*, 22:3-42.
- Machlup, F. (1958), „An Economic Review of the Patent System“, Study No. 15 of the Senate Subcommittee on Patents, Trademarks, and Copyrights. Washington, D.C.: Government Printing Office.
- Machlup, F., Penrose, E. (1950), „The Patent Controversy in the Nineteenth Century“. *The Journal of Economic History*, 10:1-29.
- Mansfield, E. (1985), „How Rapidly does New Industrial Technology Leak out?“, *Journal of Industrial Economics*, 34:217-223.
- Mansfield, E. (1986), „Patents and Innovation: An Empirical Study“, *Management Science*, 32:173-181.
- McFadden, D. (1981), „Econometric Models of Probabilistic Choice“, in: *Structural Analysis of Discrete Data with Econometric Applications*, eds. C. Manski and D. McFadden. Cambridge, Mass.: M.I.T Press.
- Mowery, D.C., Rosenberg, N. (1989), „Technology and the Pursuit of Economic Growth“. Cambridge: Cambridge University Press.
- Musgrave, R.A. et al. (1985), „Die öffentlichen Finanzen in Theorie und Praxis“, 3 Bände (Band 1: 6. Aufl., 1994; Band 2: 5. Aufl., 1993; Band 3: 3. Aufl., 1987). Tübingen: Mohr, UTB Nr. 519 und 542.
- Nelson, R.R. (1959a), „The Economics of Invention: A Survey“, *Journal of Business*, 32:101-127.
- Nelson, R.R. (1959b), „The Simple Economics of Basic Scientific Research“, *Journal of Political Economy*, 67:297-306.
- Nelson, R.R. (ed.) (1982), „Government and Technical Progress: A Cross-Industry Analysis“. New York: Pergamon Press.
- Nelson, R.R. (1984), „High Technology Policies: A Five-Nation Comparison“. Washington: American Enterprise Institute.
- Nelson, R.R. (1987), „Understanding Technical Change as an Evolutionary Process“. New York: North-Holland.

- Nelson, R.R. (1989), „Capitalism as an Engine of Progress“, in: *Industrial Dynamics*, ed. Carlsson, B. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Nelson, R.R. (1991), „Recent Writings on Competitiveness: Boxing the Compass“. CCC Working Paper No. 91-18. University of California at Berkeley: Center for Research in Management.
- Nelson, R.R., Winter, S. (1982), „An Evolutionary Theory of Economic Change“. Cambridge: Harvard University Press.
- Nelson, R.R., Rosenberg, N. (1990), „Technical Change and National Systems“, Working Paper (20/9/90), Economics Department, Stanford University.
- Nelson, R.R., Wright, C. (1992), „The Rise and Fall of American Technological Leadership“, *Journal of Economic Literature*, 30:1931-1964.
- North, D.C. (1993), „The New Institutional Economics and Development“, Paper prepared for the Conference on Public Choice and Development: The New Institutional Economics and Third World Development. London, September 16-18, 1993.
- Oppenländer, K.H. (1988), „Wachstumstheorie und Wachstumspolitik“. München: Verlag Franz Vahlen.
- Ordover, J.A. (1991), „A Patent System for Both Diffusion and Exclusion“, *Journal of Economic Perspectives*, 5: 43-60.
- Pakes, A., Schankermann, M. (1984), „An Exploration into the Determinants of Research Intensity“, in: *R&D, Patents and Productivity*, ed. Griliches, Z. Chicago: University of Chicago Press.
- Parker, W.N. (1972), „Agriculture“, in: *American Economic Growth: An Economist's History of the United States*. L.E. Davis, R.A. Easterlin, W.N. Parker (eds.). New York: Harper and Row.
- Pedrazzini, M.M. (1983), „Patent- und Lizenzvertragsrecht“. Bern: Verlag Stämpfli & Cie AG.
- Phillips, A. (1971), „Technology and Market Structure: A Study of the Aircraft Industry“. Lexington (Mass.): D.C. Heath.
- Porter, E.M. (1990), „The Competitive Advantage of Nations“. New York: The Free Press.
- Reinganum, J.F. (1982), „A Dynamic Game of R&D: Patent Protection and Competitive Behavior“, *Econometrica*, 50:671-88.
- Reinganum, J.F. (1989), „The Timing of Innovation: Research, Development and Diffusion“, in: *Handbook of Industrial Organization*, eds. R. Willig and R. Schmalensee. New York: Elsevier Science Publishers.
- Romer, D. (1996), *Advanced Macroeconomics*, Boston, Mass.: McGraw-Hill
- Romer, P.M. (1986), „Increasing Returns and Long-Run Growth“, *Journal of Political Economy*, 94:1002-37.
- Romer, P.M. (1989), „Capital Accumulation in the Theory of Long-Run Growth“, in: *Modern Macroeconomics*, ed. R. Barro. Cambridge (Mass.): Harvard University Press.
- Romer, P.M. (1990), „Endogenous Technical Change“, *Journal of Political Economy*, 98:71-102.
- Rosen, S. (1974), „Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition“. *Journal of Political Economy*, 82: 34-55.
- Rosenberg, N. (1976), „Perspectives on Technology“. Cambridge, Mass: Cambridge University Press.
- Rosenberg, N. (1982), „Inside the Black Box: Technology and Economics“. Cambridge (Mass.): Cambridge University Press.
- Rothwell, R.R., Zegveld, W. (1981), „Industrial Innovation and Public Policy“. London: Frances Pinter.

- Scherer, F.M. (1965), „Firm Size, Market Structure, Opportunity, and the Output of Patented Inventions“, *American Economic Review*, 55:1097-1125.
- Scherer, F.M. (1982), „Demand-Pull and Technological Innovation: Schmookler revisited“, *Journal of Industrial Economics*, 30:225-237.
- Scherer, F.M. (1991), „Changing Perspectives on the Firm Size Problem“, in: *Innovation and Technological Change: An International Comparison*. Z.J. Acs and D.B. Audretsch (eds.). Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Scherer, F.M. (1992b), „Schumpeter and Plausible Capitalism“, *Journal of Economic Literature*, 30:1416-1433.
- Scherer, F.M. (1993), „Research on Patents and the Economy: the State of the Art“, in: *Results and Methods of Economic Patent Research. Proceedings of the 1st EPO-IFO-Workshop on March 19/20, 1992 at the European Patent Office*. European Patent Office, Institute for Economic Research. Munich.
- Scherer, F.M. et al. (1959), „Patents and the Corporation“. Boston: privately published.
- Scherer, F.M., Perlman, M. (eds.) (1992), „Entrepreneurship, Technological Innovation, and Economic Growth: Studies in the Schumpeterian Tradition“. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Scherer, F.M., Ross, D. (1990), „Industrial Market Structure and Economic Performance“ (Third Edition). Boston: Houghton Mifflin.
- Schmalensee, R. (1982), „Product Differentiation Advantages of Pioneering Brands“, *American Economic Review*, 72:349-365.
- Schmoch, U. (1990), „Wettbewerbsvorsprung durch Patentinformation“. *Handbuch für die Recherchenpraxis*. Köln: Verlag TÜV Rheinland GmbH.
- Schmookler, J. (1962), „Economic Sources of Inventive Activity“, *Journal of Economic History*, 22:1-10.
- Schmookler, J. (1966), „Invention and Economic Growth“. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Schumpeter, J.A. (1950), „Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie“. München: A. Francke Verlag. (Original: *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York: Harper & Brothers 1942).
- Scotchmer, S. (1991), „Standing on the Shoulders of Giants: Cumulative Research and the Patent Law“, *Journal of Economic Perspectives*, 5: 29-41.
- Shapiro, C. (1983), „Optimal Pricing of Experience Goods“, *Bell Journal of Economics*, 14: 497-507.
- Shapiro, C. (1985), „Patent Licensing and R&D Rivalry“, *American Economic Review Proceedings*, 75:25-30.
- Siebeck, W.E. (ed.) (1990), „Strengthening Protection of Intellectual Property in Developing Countries: A Survey of the Literature“, *World Bank Discussion Papers No. 112*.
- von Siemens, W. (1901), „Lebenserinnerungen“. Berlin (6. Auflage) und München (17. Auflage 1983).
- Small, K., Rosen, H.S. (1981), „Applied Welfare Economics with Discrete Choice Models“, *Econometrica*, 49:105-130.
- Solow, R.M. (1957), „Technical Change and the Aggregate Production Function“, *Review of Economics and Statistics*, 39:312-320.
- Speiser, A.P. (1993), „Die Grundlagenforschung: Auch in Zukunft eine Quelle der technischen Neuerung“, Vortrag gehalten an der Konferenz der schweizerischen wissenschaftlichen Akademien vom 14. Mai 1993 an der ETH Lausanne.
- Spence, A.M. (1975), „Monopoly, Quality, and Regulation“, *Bell Journal of Economics*, 6:417-429.

- Spence, A.M. (1984), „Cost Reduction, Competition, and Industry Performance“, *Econometrica*, 52:101-21.
- Stern, N. (1991), „The Determinants of Growth“, *Economic Journal*, 101:122-133.
- Stiglitz, J.E., Schonfelder, B. (1980), „Finanzwissenschaft“ (2. Aufl.). München, Wien: Oldenbourg.
- Stolper, W.F. (1994), „Joseph Alois Schumpeter. The Public Life of a Private Man“. Princeton: Princeton University Press.
- Swedborg, R. (1993), „Joseph A. Schumpeter - His Life and Work“. Cambridge: Polity Press.
- Taylor, C.T., Silberston, Z.A. (1973), „The Economic Impact of the Patent System: A Study of the British Experience“. Cambridge: Cambridge University Press.
- Teece, J.D. (1986), „Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy“, *Research Policy*, 15:285-305.
- Thirle, C.G., Ruttan, V.W. (1987), „The Role of Demand and Supply in the Generation and Diffusion of Technical Change“. Chur: Harwood Academic Publishers.
- Tilton, J.E. (1971), „International Diffusion of Technology: The case of Semiconductors“. Washington: Brookings Institution.
- Trajtenberg, M. (1990), „Economic Analysis of Product Innovations - The Case of CT Scanners“. Cambridge: Harvard University Press.
- Trajtenberg, M., Henderson, R., Jaffe, A. (1992), „Quantifying Basicness and Appropriability of Innovations with the Aid of Patent Data: A Comparison of University and Corporate Research“, Paper presented at the INSEE Seminar on Technological Appropriation, Paris, 9-10 June 1992.
- Uphoff, N. (1986), „Local Institutional Development“. West Hartford, CT: Kumarian Press.
- Uzawa, H. (1965), „Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth“, *International Economic Review*, 6:18-31.
- Walsh, V. (1984), „Invention and Innovation in the Chemical Industry: Demand-Pull or Discovery-Push?“, *Research Policy*, 13:211-234.
- Williamson, O.E. (1985), „The Economic Institutions of Capitalism“. New York: The Free Press.