



WSG-RR 7/96

**Die Patentaktivitäten der österreichischen Industrie.
Ein Beitrag zur Analyse des technologischen Wandels
in Österreich**

Helmut Gassler

Institut für Wirtschafts-
und Sozialgeographie

**Wirtschaftsuniversität
Wien**

Department of Economic
and Social Geography

**Vienna University of
Economics and Business
Administration**

WSG-RR 7/96

**Die Patentaktivitäten der österreichischen Industrie.
Ein Beitrag zur Analyse des technologischen Wandels
in Österreich**

Helmut Gassler

**Abteilung für Theoretische und Angewandte Wirtschafts- und Sozialgeographie
Institut für Wirtschafts- und Sozialgeographie
Wirtschaftsuniversität Wien**

**Vorstand: o.Univ.Prof. Dr. Manfred M. Fischer
A - 1090 Wien, Augasse 2-6, Tel. (0222) 313 36 - 4836**

Redaktion: Mag. Petra Stauer

WSG-RR 7/96

**Die Patentaktivitäten der österreichischen Industrie.
Ein Beitrag zur Analyse des technologischen Wandels
in Österreich**

Helmut Gassler

WSG-Research Report 7

Jänner 1996

Zusammenfassung

Die vorliegende Studie unternimmt den Versuch, die Patentaktivitäten der österreichischen Industrie zu analysieren und die Determinanten des betrieblichen Patentierverhaltens zu identifizieren. Patente werden als ein Indikator für Inventionen verstanden, das heißt sie spiegeln die Genese neuen technischen Wissens wider. Daher können sie auch als ein allgemeiner Indikator für das innovative Potential interpretiert werden. Die verwendeten Daten beziehen sich auf die betriebliche Ebene und stammen aus zwei unterschiedlichen Datenquellen, die miteinander verknüpft wurden, nämlich Daten über die Patentanmeldungen in den Jahren 1987 bis 1989 des österreichischen Patentamtes und der Betriebs- und Produktdatenbank der Abteilung Technologieforschung des Österreichischen Forschungszentrums Seibersdorf. Mit Hilfe eines konzeptionellen Modells wird versucht die Determinanten des betrieblichen Patentierverhaltens zu identifizieren. Hierfür werden betriebsinterne Faktoren, das lokale/regionale Umfeld, das techno-ökonomische Umfeld und politisch-institutionelle Rahmenbedingungen spezifiziert und mithilfe einer multivariaten Logit-Analyse getestet. Die Modellergebnisse deuten darauf hin, daß vor allem interne Faktoren (insbesondere Betriebsgröße) und Faktoren, die das techno-ökonomische Umfeld (insbesondere Branche) beschreiben, den größten Einfluß auf das Patentierverhalten haben. Regionale Faktoren, die mit Hilfe einer Regionstypisierung operationalisiert wurden, haben dagegen nur einen sehr geringen und insignifikanten Einfluß auf das Setzen von Patentaktivitäten.

Abstract

This paper attempts to analyse patenting activities and their determinants in the Austrian manufacturing sector for the time period 1987 to 1989. It is argued that patents are a proxy for the earlier stages of the innovation process, i.e. inventions. Thus patents are an indicator for the genesis of new technical knowledge. The data are used at the establishment level which are based on a merger of the information provided by two data sources: patent application data for the time period 1987 to 1989 provided by the Austrian Patent Office, and company data from the statistical information system of the Austrian Research Centre Seibersdorf. A conceptual framework for analysing patenting behaviour is developed. Four major types of determinants influencing invention and patenting behaviour are specified: the establishment's internal factors, the locational/regional environment, the techno-economic environment and the political-institutional framework. By using a mixture of simple cross-tabulations and multivariate logit analysis, differences between establishments in patent application behaviour are identified. The results of the logit analysis yield that internal factors and factors belonging to the techno-economic environment play a crucial role in determining patent activities while locational factors play only a minor role.

INHALT

| | |
|--|-----------|
| 1. Einleitung | 1 |
| 2. Technologischer Wandel: Theoretische Konzeptionen und Ansätze zu seiner empirischen Erfassung | 4 |
| 2.1 Neoklassische Betrachtungsweise des technologischen Wandels | 4 |
| 2.2 Schumpeterianische Konzeption des technologischen Wandels: Invention, Innovation und Diffusion | 7 |
| 2.3 Allgemeine Meßproblematik des technologischen Wandels | 13 |
| 2.4 Patente und ihr Stellenwert zur Messung des technologischen Wandels | 18 |
| 2.5 Exkurs: Aspekte der internationalen Positionierung Österreichs im internationalen Technologiewettlauf | 27 |
| 3. Determinanten der betrieblichen Inventions- und Innovationsaktivitäten | 35 |
| 3.1 Ökonomische Bedingungen der betrieblichen Inventions- und Innovations- aktivitäten: Die Schumpeter-Kontroverse und ihre Überwindung | 35 |
| 3.2 Regionale Bedingungen für die betrieblichen Inventions- und Innovationsaktivitäten | 48 |
| 3.3 Ein konzeptionelles Modell zur Analyse der betrieblichen Inventionsaktivitäten unter Verwendung von Patentdaten | 54 |
| 4. Empirische Ergebnisse | 57 |
| 4.1 Empirische Datenbasis | 57 |
| 4.2 Empirische Ergebnisse: Ein erster Überblick | 59 |
| 4.3 Operationalisierung des konzeptionellen Modells | 71 |
| 4.4 Modellergebnisse | 73 |
| 5. Zusammenfassung | 77 |
| Appendices | |
| Appendix A - Abgrenzung von Technologiefeldern nach IPC-Klassen | 80 |
| Appendix B - Abgrenzung der Industriesektoren nach SIC-Vierstellern | 85 |
| Appendix C - Definition der High-tech-Produktgruppen (SIC-4-Stellerniveau) | 86 |
| Literatur | 88 |

1. Einleitung

Die Bedeutung des technologischen Wandels für eine dynamische Wirtschaftsentwicklung ist in der Nationalökonomie seit langem unumstritten und wurde bereits von den Klassikern der Politischen Ökonomie wie Ricardo, Smith, Mill oder Marx erkannt (siehe Haagedorn 1989, Coombs et al. 1987). Im 20. Jahrhundert war es schließlich der in Harvard/USA lehrende österreichische Ökonom Joseph A. Schumpeter, der der Forschung über die ökonomische Bedeutung der technologischen Entwicklung wesentliche Impulse verlieh. Er stellte den technologischen Wandel in den Mittelpunkt seiner Betrachtungen, indem er betont, daß jede Wirtschaft sich in einem kontinuierlichen Veränderungsprozeß befindet, dessen treibende Kraft die Entwicklung und der Einsatz neuer Technologien oder die neue Kombination bereits bestehender Technologien darstellt. Neben seiner "schöpferischen" Komponente beinhaltet der technologische Wandel allerdings auch eine "zerstörerische" indem er kontinuierlich alte Technologien und Verfahren durch neue ersetzt. Schumpeter nennt dies die "schöpferische Zerstörung" ("creative destruction").

In den siebziger Jahren wurde die Frage nach der Bedeutung des technologischen Wandels für die regionale und lokale Ebene vermehrt gestellt (siehe z.B. Thomas und LeHeron 1975, Thwaites 1978, Brugger 1980, Oakey et al. 1982, Malecki 1983). Auch von Seiten der Regionalpolitik wurde Interesse an dieser Fragestellung laut, da - nicht zuletzt ausgelöst durch die wirtschaftlichen Krisenerscheinungen und der damit einhergehenden sich zunehmend verschärfenden Problematik der regionalen Wirtschaftsentwicklung, insbesondere der regionalen Disparitäten - die traditionelle "mobilitätsorientierte" Regionalpolitik in einer grundsätzlichen Krise geriet. Daher wurde verstärkt nach neuen alternativen Möglichkeiten der Regionalpolitik gesucht (vgl. Ewers und Wettmann 1978, Brugger 1980, Rothwell 1982).

Aus wissenschaftlicher Sicht steht insbesondere die Frage im Vordergrund, welche Ursachen hinter den empirisch zu beobachtenden regionalen Unterschieden der betrieblichen Innovationsraten (siehe z.B. Thwaites 1978, Harris 1988, Meyer-Krahmer 1985, Oakey et al. 1980, Oakey et al. 1982, Thwaites 1982, Tödtling 1990, Tödtling 1991, Fischer 1990, Fischer und Menschik 1991, Alderman und Fischer 1991) stehen. Sind diese regionalen Unterschiede verursacht durch regionale/lokale Einflüsse bzw. Standortgegebenheiten oder einfach durch Variationen der Industriestruktur wie Betriebsgröße, Branchenstruktur etc. determiniert: *"If the rate of technological advance can vary between nations, industries, and enterprises, then it seems reasonable to*

suggest that it can also vary between regions, if for no other reason because of spatial variations in industrial structure." (Oakey et al. 1982, 1073).

Das Erkenntnisziel dieser Arbeit ist die Analyse und empirische Testung der Determinanten des betrieblichen Inventions- und Innovationsaktivitäten, wobei diese Aktivitäten mit Hilfe von Patentdaten operationalisiert werden. Insbesondere stehen folgende zwei Fragestellungen im Rahmen dieser Arbeit im Mittelpunkt:

- Sind Firmengröße und Marktstruktur tatsächlich die wesentlichsten Determinanten für betriebliche Inventions- und Innovationstätigkeiten, wie es eine Reihe von Neo-Schumpeterianischen Ansätzen postulieren, und wenn ja, wie ist dieser Zusammenhang beschaffen? Oder sind neben diesen auch andere Determinanten für die betriebliche Innovationstätigkeit verantwortlich bzw. spielen eine wichtigere Rolle als erstere?
- Lassen sich bezüglich der Intensität der Inventions- und Innovationsaktivitäten regionale Disparitäten feststellen und wenn ja welche Ursachen können dafür verantwortlich gemacht werden?

Die erste der beiden Fragen steht bereits seit Jahrzehnten im Mittelpunkt einer in der Industrieökonomie heftig diskutierten Kontroverse (siehe z.B. Kamien und Schwartz 1982, Haagedorn 1989, Cohen und Levin 1991), während die zweite Frage erst - wie bereits erwähnt - seit etwa anderthalb Jahrzehnten wissenschaftliches Interesse fand.

Im Rahmen dieser Analyse wird versucht diese oben skizzierten Fragen zumindest teilweise zu beantworten, wobei ein konzeptionelles Modell, das verschiedene theoretische Erklärungsfaktoren, wie auch Ergebnisse früherer empirischer Arbeiten zu integrieren versucht, anhand der empirischen Datenbasis getestet werden soll.

In Kapitel 2 werden zuerst zwei divergierende Konzeptionen zum Verständnis des technologischen Wandels diskutiert, nämlich die neoklassische Betrachtungsweise des technologischen Wandels zum einen und die Schumpeter'sche bzw. Neo-Schumpeter'sche Konzeption zum anderen. Anschließend werden einige grundlegende Problematiken der Messung des technologischen Wandels behandelt und die verschiedenen Indikatoren, die in der Literatur zu dessen empirischer Erfassung herangezogen werden, kritisch beurteilt und verglichen. Da im Rahmen dieser Arbeit hauptsächlich Patentdaten zur Operationalisierung von betrieblichen Inventionsaktivitäten herangezogen werden, soll der Verwendung von Patentstatistiken

und deren Bedeutung, Vor- bzw. Nachteile für die Operationalisierung des technologischen Wandels ein eigenes Unterkapitel gewidmet werden. Einige der zuvor diskutierten Indikatoren finden dann Anwendung in einem Exkurs über die Stellung Österreichs im internationalen Technologiewettbewerb.

In Kapitel 3 folgt der engere theoretische Rahmen dieser Arbeit, wobei der Diskussion über die Determinanten des Inventions- und Innovationsverhaltens von Industriebetrieben breiten Raum gewidmet wird. Zuerst soll auf die neoschumpeterianische Debatte des Einflusses von Unternehmensgröße, Marktstruktur auf Innovationsaktivitäten, sowie einige neuere industrieökonomische Ansätze zur Erklärung des betrieblichen Inventions- und Innovationsverhalten eingegangen werden. Dann wird in diesem Kapitel ein Überblick über regionalwissenschaftliche Erklärungsansätze bezüglich der regionalen Variation der Inventions- und Innovationsaktivitäten gegeben. Das Kapitel 3 schließt mit einem konzeptionellen Modell zur Analyse des betrieblichen Inventionsverhalten ab, das versucht obige Ansätze zu integrieren und welches den theoretischen Ausgangspunkt für den empirischen Teil dieser Arbeit darstellt.

Kapitel 4 beginnt mit der Beschreibung der dieser Analyse zugrundeliegenden empirischen Datenbasis. Dann folgt eine kurze deskriptive Darstellung der betrieblichen Patentaktivitäten der österreichischen Industrie und eine Analyse potentieller Erklärungsfaktoren für Österreich bzw. für österreichische Regionstypen um etwaige regionale Disparitäten der Inventionsaktivitäten mit Hilfe einer Share-Analyse festzustellen. Anschließend werden die Determinanten des in Kapitel 3 diskutierten konzeptionellen Modells operationalisiert und die verwendete Testmethode - die binomiale Logitanalyse - mathematisch beschrieben. Schließlich werden die Ergebnisse des empirischen Modelltests diskutiert. Im abschließenden Kapitel 5 werden die wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit nochmals kurz zusammengefaßt.

2. Technologischer Wandel: Theoretische Konzeptionen und Ansätze zu seiner empirischen Erfassung

2.1. Neoklassische Betrachtungsweise des technologischen Wandels

Die neoklassische Theorie betrachtet die technische Entwicklung bzw. den technologischen Wandel als "exogen"; damit liefert sie jedoch keine explizite theoretische Fundierung des technologischen Wandels.

Bei der mikroökonomischen Betrachtungsweise innerhalb dieser Theorietradition werden die Beziehungen zwischen den Inputs und Outputs einer produzierenden Einheit (z.B. eines Unternehmens) analysiert, wobei bezüglich des Unternehmens wie auch über das Funktionieren der Märkte mehrere vereinfachende Prämissen getroffen werden. Das heißt eine Theorie der Produktion wird kombiniert mit einer Theorie des Unternehmens und einer Preistheorie. Als vereinfachende Prämissen nennen Coombs et al. (1987, 24):

- das Unternehmen produziert ein homogenes Gut,
- das Unternehmen verfügt über vollständige Information bezüglich der Inputs und der Outputs,
- das Unternehmen hat keinen Einfluß auf die Marktpreise,
- die relevanten Märkte befinden sich in Gleichgewicht,
- das Unternehmen wird vom Eigentümer gemanagt,
- das Unternehmen verhält sich gewinnmaximierend.

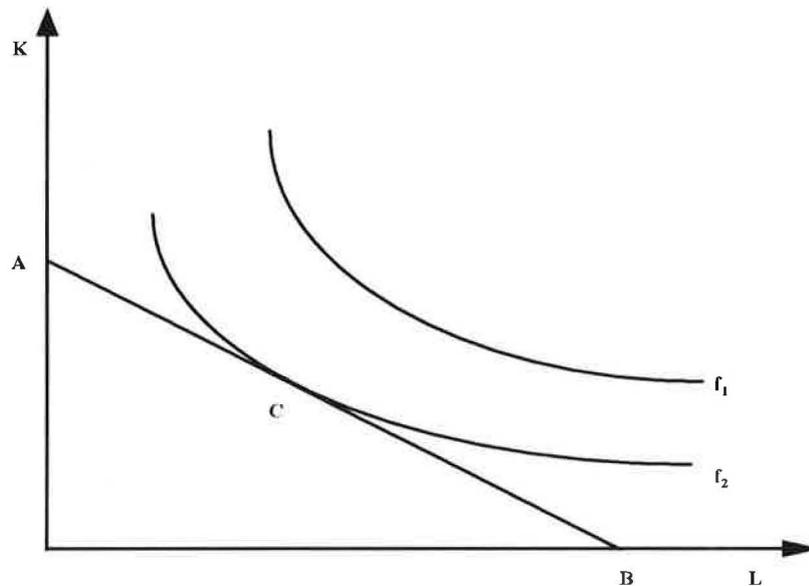
Der Produktionsoutput des Unternehmens zu einem gegebenen Zeitpunkt, zu dem ein gegebenes gesellschaftliche Niveau an Technologie vorhanden ist, das die verfügbaren Techniken repräsentiert, wird definiert durch die Produktionsfunktion:

$$Q = f(K,L)$$

wobei Q für Output, K für Kapital und L für Arbeit steht. In Abb. 1 wird eine graphische Darstellung zweier verschiedener Produktionsfunktion f_1 und f_2 gegeben. Die verschiedenen Produktionsfunktionen können entweder einem Anstieg im Output ($f_1 > f_2$) oder eine erhöhte Effizienz bei konstanten Output ($f_1 = f_2$) repräsentieren, wobei für die folgenden Ausführungen die letztere Variante angenommen wird.

Zu einem gegebenen Zeitpunkt wird der Unternehmer jene Faktorkombination auf der effizientesten Produktionsfunktion wählen (in Abb. 1 also f_2) mit der die Produktionskosten minimiert werden. Um jenen Punkt der Produktionsfunktion f_2 zu eruieren, der die Produktionskosten bei gegebenem Faktorpreisgefüge minimiert, ist es notwendig eine Isokostenlinie der Produktionsfaktoren Kapital und Arbeit zu ermitteln, wie sie in Abb. 1 durch die Isokostenlinie AB repräsentiert wird.

Abb.1: Beispiel zweier unterschiedlicher Produktionsfunktionen



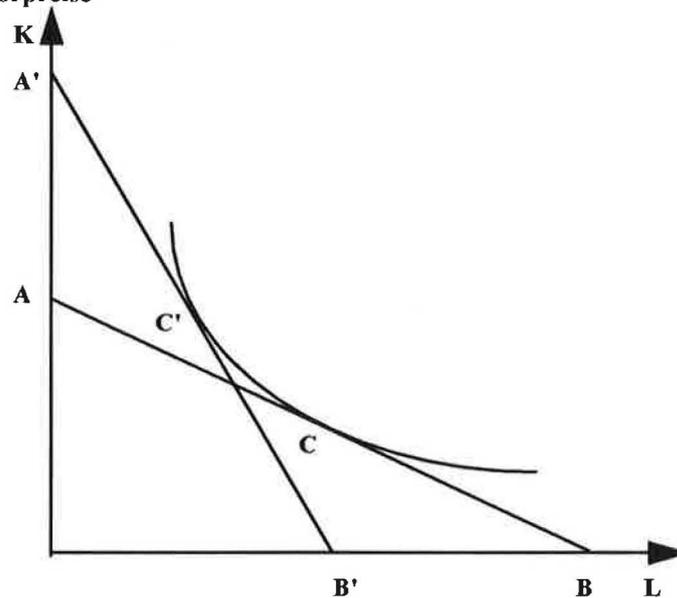
Quelle: Coombs et al. 1987, 26.

Wo diese Isokostenlinie AB die Produktionsfunktion f_2 tangiert, also in C, befindet sich der Punkt der größten ökonomischen Effizienz, d.h. der sparsamste Einsatz der Produktionsfaktoren. Preisänderungen der Produktionsfaktoren führen zu Verschiebungen entlang der Produktionsfunktion derart, daß der relativ teurere Faktor gespart wird.

Graphisch kann eine Veränderung im Faktorpreisgefüge durch eine Änderung des Anstiegs der Isokostenlinie dargestellt werden. In Abb. 2 bewirkt z.B. die Zunahme des Preises für den Produktionsfaktor Arbeit eine Veränderung der Isokostenlinie von AB auf A'B'. Dadurch verschiebt sich die ökonomisch optimale Kombination der Produktionsfaktoren von C auf C', was bedeutet, daß der Faktor Arbeit durch vermehrten Kapitaleinsatz teilweise substituiert wird. Derartige Verschiebungen entlang der Produktionsfunktion stellen jedoch keinen technischen Fortschritt im Sinne der neoklassischen Wirtschaftstheorie dar.

Technischer Fortschritt in der neoklassischen Theorie manifestiert sich durch Verschiebungen der Produktionsfunktionen in Richtung des Ursprungs, wie in Abb. 3 verdeutlicht wird. Diese Verschiebungen können unterschiedliche Pfade verfolgen.

Abb. 2: Änderung der ökonomisch effizientesten Faktorkombination aufgrund von Änderungen der Faktorpreise



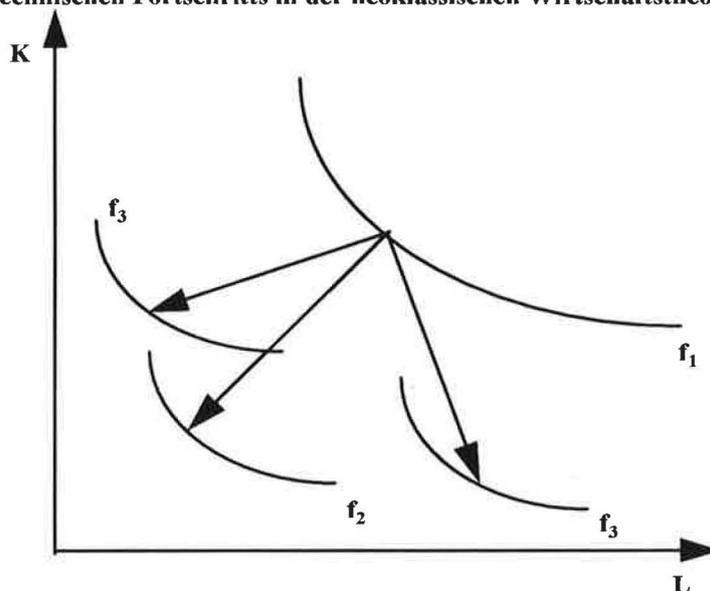
Quelle: Coombs et al. 1987, 28.

Diese Pfade repräsentieren jeweils einen spezifischen "Typus" des technischen Fortschritts. In Abb. 3 sind drei Beispiele unterschiedlicher Pfade dargestellt. Bei konstanten Faktorpreisen verwendet f_2 dieselbe Kombination an Inputs wie f_1 , f_3 verwendet proportionell mehr Kapital, während f_4 proportionell mehr Arbeit einsetzt. f_2 ist ein Beispiel für neutralen technischen Fortschritt, f_3 für arbeitssparenden technischen Fortschritt und f_4 für kapitalsparenden technischen Fortschritt.

Bezüglich der beiden letztgenannten Typen technischen Fortschritts gibt es wiederum jeweils drei Unterscheidungsmöglichkeiten (Ott 1959, 310), nämlich arbeitssparenden technischen Fortschritt bei Kapitalmehraufwand, arbeitssparenden technischen Fortschritt bei konstantem Kapitalaufwand und arbeitssparenden technischen Fortschritt bei ebenfalls geringeren Kapitalaufwand (die Arbeitersparnis ist jedoch größer als die Kapitalersparnis). Die Kapitalintensität definiert als K/A (Kapital durch Arbeit) steigt jedoch in allen drei genannten Fällen. Im Fall des neutralen technischen Fortschritts verändert sich die Kapitalintensität nicht, während beim kapitalsparenden technischen Fortschritt die Kapitalintensität sinkt, wobei die drei oben für den arbeitssparenden technischen Fortschritt unterschiedlichen Fälle in umgekehrter Weise für den

kapitalsparenden technischen Fortschritt ebenso zutreffen (zunehmender Arbeitsaufwand, gleichbleibender Arbeitsaufwand, sinkender Arbeitsaufwand).

Abb. 3: Typen technischen Fortschritts in der neoklassischen Wirtschaftstheorie



Quelle: Coombs et al. 1987, 27.

2.2 Schumpeterianische Konzeption des technologischen Wandels: Invention, Innovation und Diffusion

Wie bereits in der Einleitung erwähnt sieht Schumpeter den technologischen Wandel als wesentlichen Faktor der wirtschaftlichen Entwicklung an und betont im Gegensatz zu herkömmlichen neoklassischen Ansätzen:

"In der kapitalistischen Wirklichkeit jedoch zählt nicht diese Art von Konkurrenz [Preiskonkurrenz, der Verfasser], sondern die Konkurrenz der neuen Ware, der neuen Technik, der neuen Versorgungsquelle, des neuen Organisationstyps ... jene Konkurrenz, die über einen entscheidenden Kosten- oder Qualitätsvorteil gebietet und die bestehenden Firmen nicht an den Profit- und Produktionsgrenzen, sondern in ihren Grundlagen, in ihrem eigentlichen Lebensmark trifft." (Schumpeter 1942, 140)

Schumpeter spricht von einem

"...Prozeß einer industriellen Mutation -... - der unaufhörlich die Wirtschaftsstruktur von innen heraus revolutioniert, unaufhörlich die alte

Struktur zerstört und eine neue schafft. Dieser Prozeß der 'schöpferischen Zerstörung' ist das für den Kapitalismus wesentliche Faktum" (Schumpeter 1942, 137f).

Daraus folgt, daß unter technologischem Wandel die Substitution und Verdrängung älterer Produkte oder Produktionsverfahren- bzw. -fertigungstechniken durch neue bzw. neue Kombinationen derselben verstanden werden kann. Wesentliches Unterscheidungskriterium ist, daß diese Produkt- und Prozeßinnovationen gegenüber den traditionellen auf den Markt vorhandenen Produkte bzw. Prozesse neue oder verbesserte Funktionseigenschaften aufweisen.

Schumpeter unterscheidet drei Phasen des technologischen Wandels: Invention, Innovation und Diffusion. Nach Rothwell und Zegveld (1985) kann Invention folgendermaßen definiert werden:

"A useful definition of invention is: 'the creation of an idea and its reduction to practice'. ... Here 'reduction to practice' implies a rough laboratory test ... in order to prove the principle involved; it does not imply the construction of a well-developed, preproduction prototype in a manufacturing company. Thus invention is an act of technical creativeness involving the description of a novel new concept that would be normally suitable for patenting. It is not, in itself, an act of suggesting movement towards commercial exploitation of the new combination, the latter, in fact is the process of innovation." (Rothwell und Zegveld 1985, 47)

Eine ähnliche Definition liefert auch Freeman (1974), nach ihm ist Invention definiert als:

"... an idea, a sketch for a new or improved device, product, process or system. Such inventions may often (not always) be patented but they do not necessarily lead to technical innovation." (Freeman 1974, 6)

Dagegen versteht man unter Innovation häufig das Endergebnis des gesamten Innovationsprozesses, so z.B. Freeman (1974):

"Industrial Innovation include the technical, design, manufacturing and commercial activities involved in the marketing of a new (or improved) product or the first commercial use of a new (or improved) process or equipment..." (Freeman 1974, 7).

Wichtig ist, daß der Begriff "Innovation" sowohl verwendet wird um den Prozeß zu beschreiben, als auch zur Beschreibung des Endergebnisses des Prozesses. Um Irrtümern vorzubeugen wird im folgenden immer der Begriff "Innovationsprozeß" verwendet um auf den Gesamtprozeß und "Innovation" um auf das Endergebnis hinzuweisen.

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein eingeschränkter Innovationsbegriff (gegenüber den allgemeinen Innovationsbegriff (neue Produkte, neue Produktionsprozesse, neue Formen der industriellen Organisation, wie ihn schon Schumpeter (1942, 137) verstanden hat) verwendet. Den allgemeinen Innovationsbegriff, der auch organisatorische Neuerungen miteinschließt definiert Dosi 1987 folgenderweise: "*...innovation concerns the search for, and the discovery, experimentation, development, imitation, and adoption of new products, new production processes and organisational set-ups.*" (Dosi 1987, 222).

Demgegenüber werden hier jedoch zum einen nur technologische Innovationen im Sinne von Freeman in Betracht gezogen, das heißt organisatorische Neuerungen (z.B. hinsichtlich der Produktionsorganisation, des Managements etc.) werden hier nicht weiter berücksichtigt, und zum anderen wird eine Neuerung nur dann als technologische Innovation akzeptiert, wenn sie eine "absolute" Neuerung darstellt, also weltweit vorher noch nie in Verwendung war. Alle anderen Neuerungen (die z.B. neu für den nationalen oder regionalen Markt sind) werden hier als Adoptionen bezeichnet, also bereits als Bestandteil der Diffusionsphase (siehe weiter unten) verstanden (vgl. für die Unterscheidung zwischen 'objektiven' und 'subjektiven' Innovationsbegriff Fischer und Menschik 1991). Das heißt, daß in dieser Arbeit nur auf Aspekte der Generierung neuen technischen Wissens eingegangen wird, nicht aber auf dessen Verbreitung bzw. Weiterentwicklung. Diese Einschränkung auf den technologischen Innovationsbegriff heißt nicht, daß organisatorische Neuerungen nicht einen ebenso wichtigen Beitrag zum industriellen Strukturwandel liefern, sondern ergibt sich notwendigerweise aufgrund des im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Indikators zur Messung von Inventionen, nämlich Patentanmeldungen (siehe Kapitel 2.3).

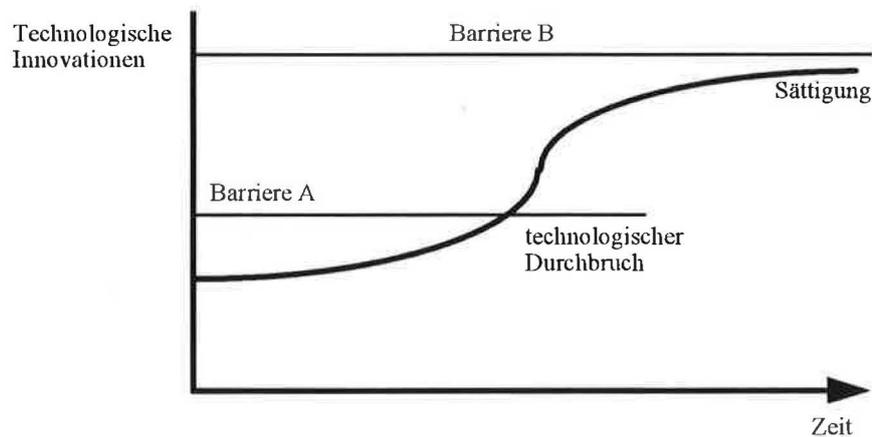
Technische Innovationen können nach mehreren Gesichtspunkten typisiert werden. Eine wichtige Unterscheidung stellt jene zwischen Produkt- und Prozeßinnovationen dar. Produktinnovationen beziehen sich auf die Entwicklung neuer bzw. die Verbesserung bereits bestehender Produkte, während sich Prozeßinnovationen (=Verfahrens- bzw. Fertigungsinnovationen) auf die Entwicklung neuer bzw. Verbesserung bereits bestehender Prozesse (Verfahrens- und Fertigungstechniken) zur Herstellung vorhandener (oder auch neuer) Produkte beziehen. Diese Unterscheidung ist allerdings mehr eine idealtypische, da selbstverständlich eine Produktinnovation der Branche *i* (z.B.

im Maschinenbau) in der Branche j (z.B. Textil- und Bekleidungsindustrie) eine Prozeßinnovation darstellen kann (Rothwell und Zegveld 1985).

Weiters kann auch noch eine Differenzierung von Innovationen nach dem jeweiligen ökonomischen bzw. gesellschaftlichen Stellenwert durchgeführt werden. Innovationen, die in allen Branchen gleichermaßen zum Einsatz kommen und zum Entstehen völlig neuer Industrien und Märkte führen, gelten als radikale oder revolutionäre Innovationen bzw. Basisinnovationen (Freeman 1982). Solche radikalen Innovationen sind äußerst selten und haben weitreichende Einflüsse auf die ökonomische und gesellschaftliche Entwicklung. Dagegen werden Innovationen, die nur der Verbesserung bestehender Produkte bzw. Prozesse dienen oder nur kleine Schritte technologischen Fortschrittes darstellen als inkrementelle Innovationen bezeichnet (vgl. Rothwell und Zegveld 1985, Coombs et al. 1987).

Selbstverständlich stehen beide Typen von Innovation in einem engen Zusammenhang, eine radikale Innovation ermöglicht üblicherweise eine Vielzahl von inkrementellen Innovationen.

Abb. 4: Das "barrier-breakthrough-Modell" des technologischen Wandels



Quelle: Ayres, 1988, 100 (vereinfacht)

Ayres (1988) entwickelt in diesem Zusammenhang ein "barrier-breakthrough-Modell" der technologischen Entwicklung. Eine radikale Innovation ermöglicht den Durchbruch zu neuen Entwicklungs- bzw. Anwendungsfeldern und schafft das Potential für eine kontinuierliche Weiterentwicklung in Form von inkrementellen Innovationen. Sobald dieses Potential ausgeschöpft ist, besteht eine "Barriere" für die weitere technologische Entwicklung, die durch einen neuen Durchbruch ("breakthrough"), also einer neuerlichen radikalen Innovation überwunden werden muß (siehe Abb. 4).

Im Gegensatz zu den einfachen simplifizierten Modellen des Innovationsprozesses der 60er Jahre wird heute der Innovationsprozeß als hochkomplexer interaktiver "*process of coupling between science, technology and the marketplace*" verstanden (Rothwell und Zegveld 1985, 49). Im folgenden werden einige Spezifika des Innovationsprozesses anhand von sogenannten "*stylized facts*" diskutiert (siehe Dosi 1988, 222f):

- Eine fundamentale Eigenschaft des Innovationsprozesses ist die Unsicherheit über den Ausgang des Prozesses: "*... innovation involves a fundamental element of uncertainty, which is not simply lack of all the relevant information about the occurrence of known events but, more fundamentally, entails also (a) the existence of techno-economic problems whose solution procedures are unknown ... and (b) the impossibility of precisely tracing consequences to action ...*" (Dosi 1988, 222).
- In jüngerer Zeit läßt sich eine immer größer werdende Abhängigkeit des Innovationsprozesses von wissenschaftlichen Erkenntnissen beobachten: "*...technological innovation has been able to draw, and increasingly so in this century, from novel opportunities stemming from scientific advances ...*" (Dosi 1988, 222)
- Auch die Art und Weise wie die "Suchprozesse" organisiert werden veränderte sich in den letzten Jahrzehnten deutlich. Durch die Zunahme der Komplexität der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten nahm die Bedeutung der Einzelerfinder (vorherrschend im 19. Jahrhundert) gegenüber formalen Organisationen (private und öffentliche Forschungslabors, Universitäten, etc.) ab: "*... the increasing complexity of research and innovative activities militates in favour of formal organisations (firms' R & D laboratories, government laboratories, universities, etc.) as opposed to individual innovators as the most conducive environment to the production of innovation.*" (Dosi 1988, 223)
- Innovation wird immer mehr als kumulativer ressourcenschaffender Lernprozeß (Fröhlich 1990) verstanden und die Bedeutung des "learnig by doing" und "learning by using" mehr und mehr betont: "*... a significant amount of innovation and improvements are originated through 'learning-by-doing' and 'learning-by-using'. ... That is, people and organisations, primarily firms, can learn how to use/improve/produce things by the very process of solving production problems, meeting specific customers' requirements, overcoming various sorts of 'bottlenecks', etc.*" (Dosi 1988, 223).

- Innovationen können nicht als bloße Reaktionen auf Marktveränderungen (wie z.B. Nachfrageänderungen) oder auf neue wissenschaftlich-technische Entwicklungen verstanden werden. Der Innovationsprozeß muß als iterativer Interaktionsprozeß zwischen technologischer Entwicklung, dem Unternehmen und dem Markt interpretiert werden: *"The overall pattern of the innovation process can be thought of as a complex net of communication paths, both intra-organizational and extra-organizational, linking together the various inhouse functions and linking the firm to the broader scientific and technological community and to the marketplace. In other words the process of innovation represents the confluence of technological capabilities and market needs within the framework of the innovating firm"* (Rothwell und Zegveld 1985, 50).

Im idealtypischen Modell des Innovationsprozesses beginnt mit der Markteinführung eines neuen Produkts oder einer neuen Verfahrens- bzw. Fertigungstechnik die Diffusion, also die Ausbreitung der Neuerung auf dem Markt durch Adoption dieser Neuerung von unbeteiligten Dritten, z.B. anderen Betrieben, Konsumenten etc., wobei es hier durch Adaptionen zu Re-Innovationen kommen kann, die als Rückkopplungen zum ursprünglichen Innovationsprozeß verstanden werden können (Rothwell und Zegveld 1985). Es wird dabei von folgendem idealtypischen Modell des Diffusionsprozesses ausgegangen, das in der Literatur als logistisches Modell bezeichnet wird (siehe Brown 1984, Coombs et al. 1987). Sei $x(t)$ der Anteil der Adoptoren an allen potentiellen Adoptoren zum Zeitpunkt t so ist die Diffusionsrate über die Zeit definiert als $dx(t)/dt$. Es wird postuliert, daß diese Diffusionsrate abhängig ist von $x(t)$ und $(1 - x(t))$:

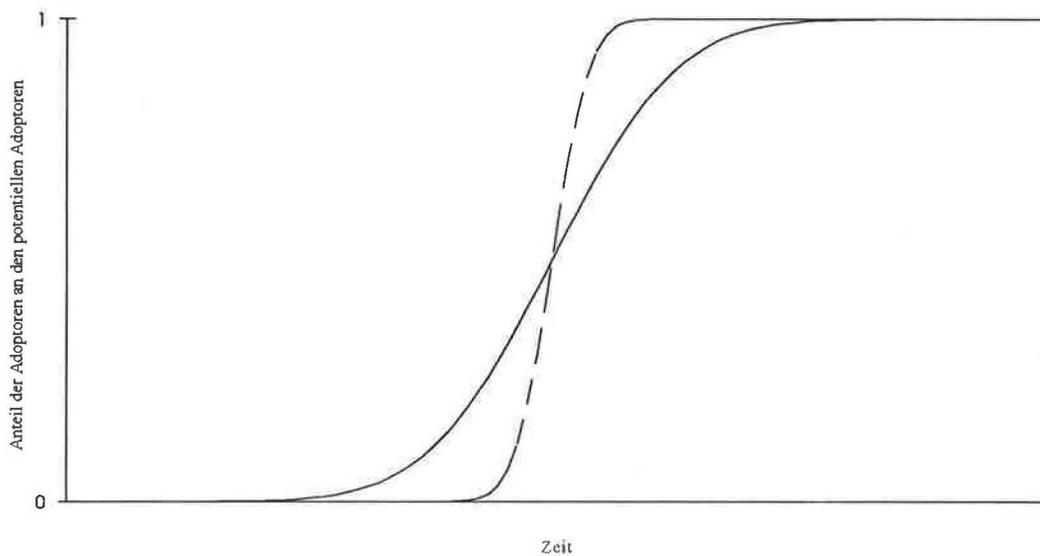
$$dx(t)/dt = \beta x(t) (1 - x(t))$$

wobei β eine Konstante ist. Nach Integration obiger Gleichung erhält man folgende logistische Funktion:

$$x(t) = 1/[1 + \exp(-\alpha - \beta t)]$$

In Abb. 5 ist der theoretische Ablauf eines Diffusionsprozesses nach obiger Gleichung dargestellt, aus der sich der charakteristische S-förmige Verlauf des Diffusionsprozesses in Form einer logistischen Kurve ableiten läßt. Die beiden Parameter α und β bestimmen dabei je nach ihrem Wert den spezifischen Verlauf, wobei der Parameterwert von α den Punkt determiniert an dem die Kurve anzusteigen beginnt und β die Steigung der Kurve festlegt, β wird daher auch die Diffusionsratekonstante genannt (Coombs et al. 1987).

Abb. 5: Theoretischer Verlauf von Diffusionskurven im logistischen Modell



Quelle: Coombs et al. 1987, 123.

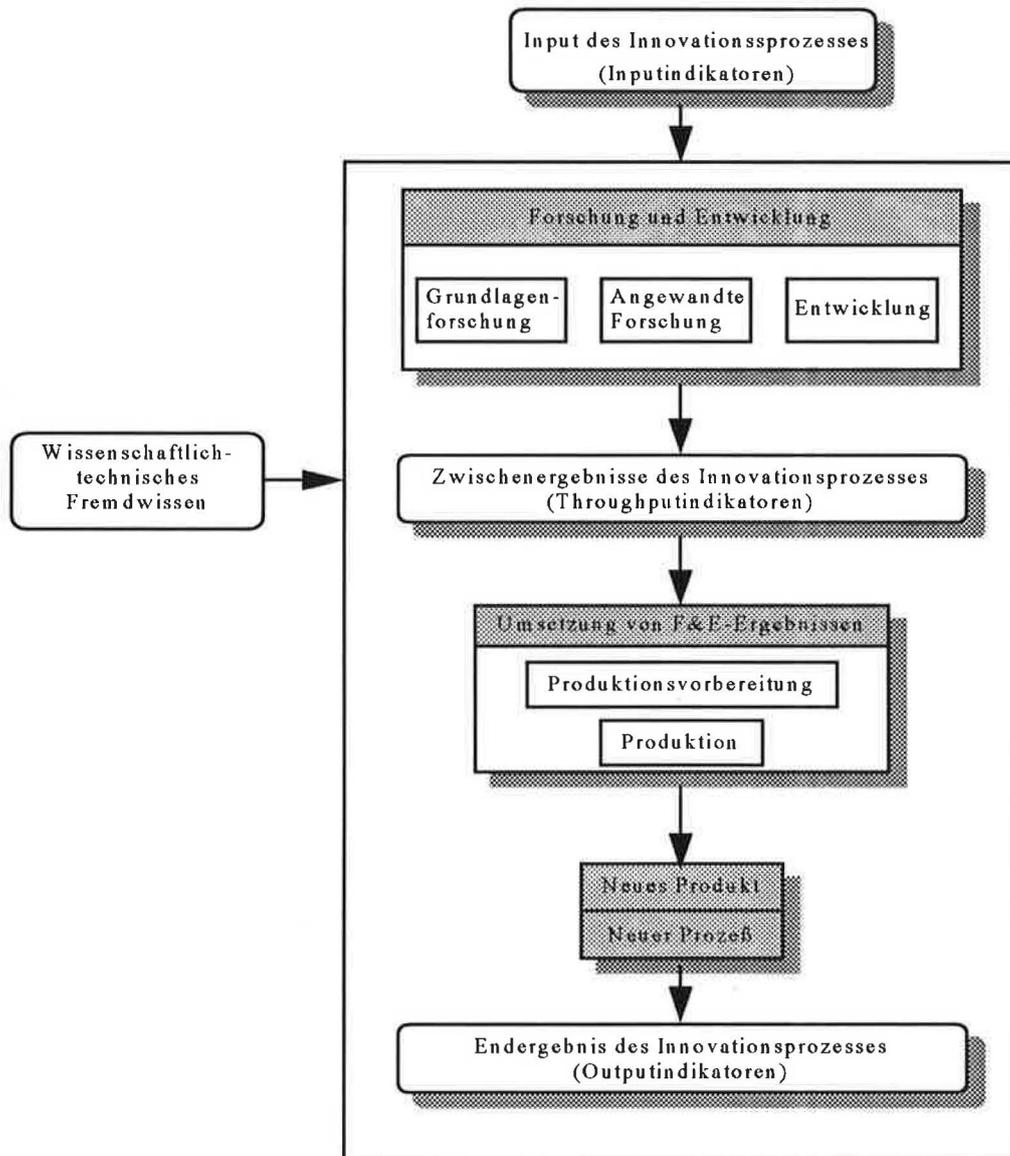
2.3. Allgemeine Meßproblematik des technologischen Wandels

Im folgenden Abschnitt werden die wichtigsten und am häufigsten verwendeten Indikatoren zur Messung des technologischen Wandels diskutiert, deren Aussagekraft bzw. deren jeweiligen Vor- und Nachteile dargestellt und ihre Beziehung zum Innovationsprozeß selbst expliziert. Aufgrund der Komplexität des technologischen Wandels bzw. des Innovationsprozesses ist es bisher nicht gelungen, einen einzelnen Indikator zur Messung des Innovationsprozesses zu entwickeln, der allgemeine Anwendung bzw. Anerkennung finden könnte (Raggi 1993).

Hinsichtlich der empirischen Erfassung betrieblicher Inventions- und Innovationsaktivitäten lassen sich grundsätzlich drei Kategorien von Indikatoren differenzieren, nämlich Inputindikatoren, Throughputindikatoren und Outputindikatoren (vgl. Basberg 1987, Grupp 1991, Fischer und Menschik 1991): Inputindikatoren beschreiben die Quantität und Qualität der eingesetzten Ressourcen, also den Input des Innovationsprozesses (z.B. monetäre F&E-Aufwendungen). Throughputindikatoren erfassen die Zwischenergebnisse des Innovationsprozesses, also Inventionen, gemessen meist in der Zahl der Patente. Outputindikatoren erfassen das Endergebnis des gesamten Innovationsprozesses, also kommerzialisierte neue Produkte bzw. Verfahrens- und Fertigungstechniken, in Form von Produkt- und Prozeßinnovationen. Die

Beziehungen zwischen den Input-, Throughput- und Outputindikatoren mit dem idealtypischen interaktiven Modell des Innovationsprozesses (Rothwell und Zegveld 1985) sind in Abb. 6 nach Fischer und Menschik 1991 dargestellt.

Abb. 6: Input-, Throughput- und Outputindikatoren im idealtypischen Modell des betrieblichen Innovationsprozeß



Quelle: Fischer und Menschik 1991

Als wichtigster Indikator für den Input des Innovationsprozesses gelten die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten (F&E-Aktivitäten), gemessen sowohl in Personen als auch als monetäre Größe in Form von F&E-Ausgaben. Die weit verbreitete Anwendung dieses Indikators läßt sich mit der leichten Verfügbarkeit, sowohl in international vergleichbaren Standards, wie auch für lange Zeitreihen, begründen. Erste Versuche zur

systematischen Sammlung von F&E-Statistiken können bis in die 30er Jahre (in der ehemaligen UdSSR) bzw. in die 40er Jahre (in den USA) zurückverfolgt werden (Raggi 1993). In den frühen sechziger Jahren entwickelte die OECD ein System zur quantitativen Messung der F&E-Ausgaben, das in allen Mitgliedsländern der OECD zur Anwendung kommt. Nach dem sogenannten Frascati-Handbuch, in dem die Definition der F&E-Ausgaben festgelegt ist, beinhalten diese folgendes:

"Research and experimental development (R&D) comprise creative work undertaken on a systematic basis in order to increase the stock of knowledge, including knowledge of man, culture and society and the use of this stock of knowledge to devise new applications.

R&D is a term covering three activities: basic research, applied research and experimental development.

(1) Basic Research is experimental or theoretical work undertaken primarily to acquire new knowledge of the underlying foundations of phenomena and observable facts, without any particular application or use in the view.

(2) Applied Research is also original investigation undertaken in order to recquire new knowledge. It is, however, directed primarily towards a specific practical aim or objective.

(3) Experimental development is systematic work, drawing on existing knowledge gained from practical experience, that is directed to producing new materials, products or devices, to installing new processes, systems and services, and to improving substantially those already produced or installed."(OECD, 1980, 25)

Als grundsätzliches Kriterium, die F&E-Aktivitäten von anderen betrieblichen Tätigkeiten abzugrenzen, gilt: *"The basic criterion for distinguishing R&D from related activities is the presence in R&D of an apreciable element of novelty"* (OECD, 1980, 28).

Quantitativ können die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf zwei Arten bestimmt werden. Zum einen werden Personen, die im Betrieb F&E-bezogene Tätigkeiten durchführen, gezählt (entweder pro Kopf oder in Zeiteinheiten). Zum anderen werden alle betrieblichen Aufwendungen, die in irgendeiner Form F&E-bezogen sind, berechnet und durch eine monetäre Größe erfaßt. Die Verwendung von F&E-Daten als Indikator im Innovationsprozeß ist mit mehreren Problemen verbunden, die die

Aussagekraft dieses Indikators relativieren. Beispielsweise müssen F&E-Aktivitäten nicht notwendigerweise zu Innovationen führen, während umgekehrt Innovationen auch ohne explizite F&E-Anwendungen entstehen können, z.B. durch "learning-by-doing" (Raggi 1993).

Patente und Patentstatistiken zählen zu den wichtigsten und - neben F&E-Statistiken - am häufigsten verwendeten Indikatoren in empirischen Studien bezüglich des technologischen Wandels (Griliches 1990). Oft werden Patente als "Throughput-Indikator" im Innovationsprozeß aufgefaßt (vgl. Basberg 1987). Die Bezeichnung des Patents als "Throughput-Indikator" weist darauf hin, daß Patente den Output der Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen erfassen. Dies führt dazu, daß einige Autoren (vgl. Basberg 1987) Patente auch als "Effizienzmaß" für die F&E-Aufwendungen heranziehen. Besonders in der nordamerikanischen Literatur werden Patente als Output eines "knowledge production process" angesehen: *"It is a particular American view, which finds thinking in terms of a 'production function of knowledge' congenial and useful, and looks for patents in serve as a proxy for the 'output' of this process"*. (Griliches 1990, 1672). Patente bilden demnach den Input für die späteren Phasen des Innovationsprozesses.

Es soll jedoch in diesem Abschnitt nicht näher auf die Aussagekraft und auf die Probleme des Indikators Patente eingegangen werden, da das nächste Kapitel speziell dieser Frage gewidmet ist. In diesem Kapitel werden dann sowohl die Vorteile, die Patentstatistiken bieten, wie auch die Nachteile dieser Daten behandelt und diskutiert.

Die empirische Erfassung des Innovationsoutputs, also das Endergebnis des gesamten Innovationsprozesses in Form von neuen Produkten, Materialien oder Prozeßtechniken ist eines der Hauptprobleme der empirischen Technologieforschung. Es gibt bis heute kein allgemein akzeptiertes Konzept bzw. ein direktes Indikatorset, das widerspruchsfrei verwendet werden könnte. In vielen Staaten (Großbritannien, USA, Frankreich, Norwegen, Italien, Deutschland, Österreich, Europäische Union, etc. siehe Ifo 1983, Piatier 1983, Volk 1987, SPRU 1981, Acs und Audretsch 1988, Leo et al. 1992, European Commission 1994) wird versucht Innovationen durch großangelegte "surveys" (vgl. für einen allgemeinen Überblick über derartige "innovation surveys" Smith 1992) direkt bei den Unternehmen zu erheben. Diese Vorgehensweise ist selbstverständlich mit zahlreichen Problemen verbunden, die die Aussagekraft bzw. die Relevanz dieser sogenannten "innovation counts" mindern. Neben den Schwierigkeiten, eine Innovation als solche zu identifizieren, ergeben sich Probleme hinsichtlich der Vergleichbarkeit der einzelnen Innovationen. Soete und Verspagen (1991) weisen darauf hin, daß

insbesondere die Beurteilung der Signifikanz von Innovationen problematisch ist: so ist beispielsweise die ökonomische Bedeutung einer Innovation nicht zwingend eine Funktion ihres wissenschaftlichen oder technischen Wertes bzw. ihrer Qualität. Weiters ist zu berücksichtigen, daß zahlreiche Innovationen weitreichenden Einfluß auf soziale bzw. gesellschaftliche Verhältnisse haben, ihre meßbare ökonomische Bedeutung jedoch gering ist, oder nur indirekt wirkt: *"... there are many innovations which have very widespread societal effects, but whose measureable economic effects are small or at best indirect in terms of macroeconomic growth and efficiency."* (Soete und Verspagen 1991, 249f). Zusätzlich weisen Soete und Verspagen darauf hin, daß einige Innovationen nur in einem Sektor zur Anwendung kommen, während andere - radikale Innovationen - in allen Wirtschaftsbereichen gleichermaßen von Bedeutung sind. In jüngster Zeit gibt es Bestrebungen von Seiten der OECD diese "innovation surveys" zu vereinheitlichen. Diese Bestrebungen finden Niederschlag im sogenannten "Oslo-Manual" der OECD (1992a).

In Großbritannien wurde vom "Science and Policy Research Unit" (kurz SPRU) eine Datenbank aufgebaut, die alle in Großbritannien in den Jahren 1945 bis 1988 entwickelte Innovationen enthält, die eine signifikante ökonomische Bedeutung aufweisen (siehe Townsend et al 1981). Acs und Audretsch (1990) geben einen Überblick über eine US-amerikanische Datenbank in welcher "direkte" Innovationszählungen für das Jahr 1982 gesammelt sind. Diese Datenbank wurde durch die Beobachtung und Analyse von über hundert Technologie-, Ingenieurs-, und Handelsfachzeitschriften aller produktionsorientierten ökonomischen Bereiche gewonnen. Weiters werden die identifizierten Innovationen nach dem "four-digit" SIC- Code, sowie nach der Größenklasse des innovierenden Betriebes klassifiziert. Als Kriterium für Innovation galt folgende Definition: *"... a process that begins with an invention, proceeds with the development of the invention, and results in introduction of a new product, process or service to the market place"* (Edwards und Gordon 1984, 1). Seit kurzem gibt es auch eine österreichische Arbeit, in der ebenfalls versucht wird durch das Studium von Fachzeitschriften, etc. Innovationen in Österreich "direkt" zu erfassen (siehe Fleissner et al. 1992).

Eine weitere Möglichkeit den Output des Innovationsprozesses indirekt zu erfassen ist die "technologische Zahlungsbilanz" ("technological balance of payment"), die diejenigen Transferzahlungen zwischen Staaten (bzw. zwischen den jeweiligen Betrieben) erfaßt, welche mit dem Kauf und Verkauf von technischem oder wissenschaftlichem Wissen zusammenhängen. Dabei werden hauptsächlich Einnahmen bzw. Ausgaben für den Kauf bzw. Verkauf von Patentrechten, Lizenzen, direkten Know-how-Transfer, Copyrights,

Handelsmarken etc. erfaßt. Auch diese Methode ist mit zahlreichen Nachteilen behaftet. Ein wesentlicher Nachteil dieses Indikators liegt in der Tatsache begründet, daß nur der Transfer von technologischem Wissen gemessen wird, was keine Aussagen über technologische Innovationen zuläßt, die nicht kommerziell transferiert werden (Raggi 1993). Außerdem ist dieser Indikator nur für internationale Vergleiche zulässig. Diese werden jedoch durch unterschiedliche nationale rechtliche Rahmenbedingungen und statistische Erhebungsmethoden erschwert. Nach Raggi ist der "meßbare" internationale Technologietransfer auf einige wenige Unternehmen beschränkt: "...*multinational corporations may greatly affect TBP transactions while operating their global cost or profit strategies. TBP transactions, indeed, are strongly concentrated in a small number of firms.*" (Raggi 1993, 6). Außerdem können technologische Transaktionen, die ihr Ziel in Entwicklungsländern oder in neuindustrialisierten Länder haben, nicht unbedingt als Ausdruck rezenter technologischer Innovationen interpretiert werden, sondern können unter Umständen vielmehr auf ältere Entwicklungen zurückgeführt werden (Raggi 1993).

Zur näherungsweisen Erfassung des Innovationsoutputs wird auch der Außenhandel (bzw. die Handelsbilanz) in hochtechnologischen Produktbereichen herangezogen (vgl. Roobeck 1990), wobei die These zugrunde liegt, daß Exporterfolge in hochtechnologischen Segmenten häufig auf erfolgreiche Innovationen zurückzuführen sind. Die Voraussetzung für die Verwendung dieses Indikators ist allerdings eine Definition von hochtechnologischen Produktgruppen. Die derzeit üblichen Definitionen gehen dabei von der Forschungs- und Entwicklungsintensität aus, wobei diese entweder in Ausgaben für F&E-Aktivitäten oder Zahl der F&E-Beschäftigten bzw. einer Kombination gemessen werden (siehe Glasmayer et al. 1983, Grupp 1991). Der wesentliche Nachteil dieses Indikators begründet sich in der willkürlichen Definition von High-Tech-Produktbereichen, da es keine plausible theoretisch einwandfreie Begründung für die Schwellenbildung zwischen High-Tech und Low-Tech gibt. Einen Überblick über die Verwendung dieses Indikators geben am Beispiel von Österreich Braun und Polt (1988).

2.4 Patente und ihr Stellenwert zur Messung des technologischen Wandels

Bereits im vorigen Kapitel wurde kurz auf die Bedeutung von Patentstatistiken für die Erfassung des technologischen Wandels hingewiesen. Im Rahmen dieses Kapitels soll diese Bedeutung näher analysiert werden, wobei zuerst die Definition eines Patenten gegeben und die Bedeutung nationaler Patentsysteme diskutiert werden. Anschließend

wird auf die Aussagekraft von Patentstatistiken für die "Messung" des technologischen Wandels eingegangen und deren hauptsächliche Anwendungsgebiete in Wirtschaft und Wissenschaft skizziert. Neben den Vorteilen, die das Heranziehen von Patentstatistiken bieten, bestehen jedoch auch zahlreiche Nachteile mit diesen Daten, die am Schluß dieses Kapitels angeführt werden.

Ein Patent ist eine territorial, sachlich und zeitlich begrenzte geschützte technische Erfindung. Für die Erteilung eines Patentrechtes gelten folgende Kriterien, die in allen Industriestaaten gleichermaßen anerkannt sind (siehe Haubert 1991 Oppenländer, 1984, Scholz und Schmalholz 1984, vgl. Evenson 1990, 327 für die englischen Bezeichnungen):

- Neuheit (novel)
- Erfindnerische Tätigkeit (improvement over the prior art)
- Gewerbliche Anwendbarkeit (useful)

"Neuheit"

Patentrechtlich ist eine Erfindung dann neu, wenn sie nicht zum Stand der Technik zählt. Wichtigstes Kriterium für die Neuheit einer Erfindung ist, daß zum Zeitpunkt der Patentanmeldung weltweit keine Veröffentlichung vorliegt, die den Gegenstand der Erfindung bereits vorwegnimmt (sogenannte "neuheitsschädliche Veröffentlichungen") siehe Haubert 1991, 6).

Erfindnerische Tätigkeit

Nach Oppenländer kann erfindnerische Tätigkeit folgendermaßen definiert werden: *"...es muß sich um eine Erfindung handeln, d.h. eine Regel für technisches Handeln darstellen, die technisch schöpferisch, ausführbar und wiederholbar ist"* (Oppenländer 1984, 51f). Der Begriff "Technik" ist in einem umfassenden Sinn zu verstehen: *"Eine Aufgabenstellung ist im patentrechtlichen Sinn immer dann 'technisch', wenn zu ihrer Lösung die Benützung der Naturkräfte notwendig ist, auf deren Beherrschung die Technik im weitesten Sinn abzieht"* (Gräser 1987, 9).

Gewerbliche Anwendbarkeit

Mit gewerblicher Anwendbarkeit ist gefordert, *"daß die Erfindung die Entfaltung einer solchen Tätigkeit (Technik) zulassen muß, welche die äußeren, 'bildhaften' Merkmale berufsmäßiger Beschäftigung erfüllt."* (Gräser 1987, 10).

Ein Patent gewährt dem Erfinder ein zeitlich und räumlich restringiertes Verwertungsmonopol über eine technische Erfindung, es stellt daher ein exklusives Dispositionsrecht für neues technisch-gewerbliches Wissen dar. Im Gegenzug muß der Patentanmelder eine detaillierte Beschreibung seiner Erfindung der Öffentlichkeit zur Verfügung stellen. Dies wird auch deutlich bei der Übersetzung des lateinischen Wortes "patere": es bedeutet nämlich offenlegen und nicht schützen! (siehe Haubert 1991, 4). Damit ergeben sich die zwei Hauptfunktionen von Patenten:

- die Schutzfunktion und
- die Informationsfunktion

Die Schutzfunktion hat die Aufgabe, den Ersterfinder vor einer unerlaubten Nachahmung zu schützen und dadurch zu verhindern, daß ein "Imitator" die - oft sehr hohen - Entwicklungskosten spart und dadurch einen ungerechtfertigten Wettbewerbsvorteil bei der Vermarktung der Erfindung hat. Ohne diese Schutzfunktion verringert sich der Anreiz für Inventions- bzw. Innovationsprojekten, da die Entwicklungskosten nicht requiriert werden können:

"Without this [patent, der Verfasser] protection, imitators could use the invention without incurring these costs and, by implication, would be placed in an advantageous competitive position. The incentive to undertake inventive activity would therefore be seriously reduced in the absence of the patent system and the level of such activity would be sub-optimal from a social welfare point of view" (Bosworth und Wilson 1989, 197).

Durch das zeitlich begrenzte Monopol, das der Patentschutz gewährt, verringert sich also das Verwertungsrisiko. Der Erfinder ist vor potentiellen ungerechtfertigten Nachahmern geschützt und erhält dadurch Anreiz zu Folgeinvestitionen, die unter Umständen notwendig sind, um die Erfindung auf dem Markt auch ökonomisch verwerten zu können, also den Innovationsprozeß im Sinne Freemans (1982) zu beenden.

Die Informationsfunktion ergibt sich aus der Tatsache, daß der Erfinder verpflichtet ist, im Austausch zum erhaltenen Monopol auf seine Erfindung eine detaillierte technische

Beschreibung dieser Erfindung, die vom Patentamt veröffentlicht wird und somit jedem zugänglich ist, zu liefern. Diese Informationsfunktion von Patenten wird für den Wirtschaftsprozess zunehmend wichtig (vgl. Oppenländer 1984, Haubert 1991). Die Bedeutung der Informationsfunktion der Patente wird deutlich an einem Zitat des Frascati-Handbuchs der OECD:

"..they [Patente, der Verfasser] offer a unique store of information on recent technology - some experts believe that about 80 per cent of the information on technology constituted by patents can be found nowhere else, not even in technical reviews or other specialist documentation." (OECD 1980, 134f)

Die Informationsfunktion umfaßt folgende Punkte:

- Sie bietet schnellen Zugriff zu fast allen Bereichen der Technik, was zum einen Anregungen für weiterführende Entwicklungstätigkeiten liefern kann und zum anderen betriebs- wie volkswirtschaftlichen Schaden durch unnötige Doppelentwicklungen verhindert. Das britische Patentamt schätzt die derzeit in der Europäischen Gemeinschaft entstehenden (volkswirtschaftlich unnötigen) Kosten, die aufgrund von Doppelentwicklungen anfallen auf jährlich 20 Milliarden Pfund (Cookson 1991).
- Das Patentsystem ist eine der wichtigsten Säulen des legalen Technologietransfers zwischen Firmen bzw. Staaten durch die Vergabe von Lizenzen und fördert somit die Diffusion neuen technischen Wissens.
- Die Patentliteratur gilt als wichtige Hilfe für die Erfassung von Neuentwicklungen auf weltweiter Ebene bzw. für die Einschätzung der "Richtung" des zukünftigen technischen Wandels.

Die Vorteile des Patentsystems im Vergleich zu anderen Informationsquellen, wie technische und/oder wissenschaftlichen Fachzeitschriften können folgendermaßen skizziert werden (siehe Haubert 1991, 12):

Patentdokumente

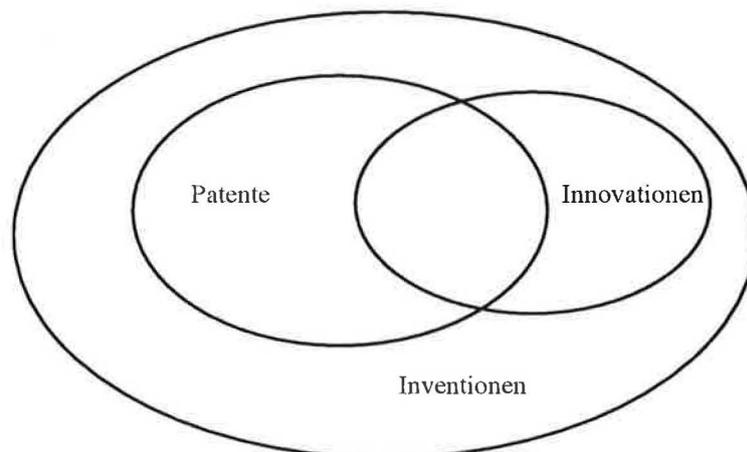
- haben eine einheitliche Struktur,
- enthalten exakte Daten bzw. technische Zeichnungen etc.,
- geben potentielle Ansprechpartner an (Firma, Anmelder, Erfinder),

- sind nach einem genau spezifizierten Klassifizierungsschema unterteilt, so daß sich bestimmte Technikbereiche leicht auffinden lassen,
- stellen meist die erste Veröffentlichung über eine Erfindung dar und da der Schutz mit dem Zeitpunkt der Anmeldung beginnt, setzen erst danach Veröffentlichungen in Fachzeitschriften ein.

Aus der Definition eines Patents (siehe oben) und den damit verbundenen Neuheitsgrad, wird deutlich, daß Patente Inventionen - also die Ergebnisse der früheren Phasen des Innovationsprozesses (Phase der Forschung und Entwicklung) messen, da eine Invention ebenfalls durch Neuheit definiert ist:

"... since patents by definition involve novelty, and since invention is defined as novelty, patents capture and measure the earlier stages of a process that leads from novelty/invention, through development, testing and engineering, to full-scale innovation." (Dosi et al. 1990, 44).

Abbildung 7: Die Beziehung zwischen Inventionen, Patenten und Innovationen



Quelle: Basberg, 1987

Die Unterscheidung zwischen Invention und Innovation ist für das Verständnis der Rolle von Patenten als Indikator im Innovationsprozeß fundamental, da daraus hervorgeht, daß Patente per se nicht Innovationen messen (definiert als der kommerziell verwertbare Output des gesamten Innovationsprozesses), sondern nur Inventionen (Griliches 1990), also das Innovationspotential (vgl. Suarez-Villa 1993, Suarez-Villa 1991, Suarez-Villa und Vela 1990). Patente können daher als Indikator für die Quantität der Generierung neuen technischen Wissens herangezogen werden. Das Verhältnis von Invention und Innovation und die Stellung der Patente in dieser Beziehung ist in Abb. 7 dargestellt.

Nicht alle erfolgreichen Inventionen werden patentiert (auf die Ursache dessen wird weiter unten näher eingegangen) und ebenso führen auch nicht alle patentierten Inventionen zu (auf den Markt) erfolgreichen Innovationen.

Aus der oben angeführten Definition von Patenten erklären sich auch die möglichen Anwendungsbereiche der Patentstatistik bzw. der Patentliteratur, die im folgenden sowohl für die Nutzung auf der Ebene des einzelnen Unternehmens, als auch für die wissenschaftliche bzw. technologiepolitische Ebene diskutiert werden sollen (vgl. z.B. Basberg 1987, Pavitt 1989, Faust und Schedl 1984, Griliches 1990, Haubert 1991, Brockhoff 1992, Archibugi 1992):

a) Auf der Ebene des Unternehmens:

- Patentdokumente bzw. -statistiken liefern Informationen über technische Entwicklungen bzw. den Stand der Technik und über die Dynamik der technischen Entwicklung bzw. deren Richtung. Die Patentstatistik bietet daher eine wertvolle Unterstützung in der strategischen Unternehmensplanung im Bereich der technologieorientierten Produktsuche bzw. Diversifikation. Insbesondere durch die Entwicklung leistungsfähiger Datenbanksysteme, Speichermedien (insbesondere CD-ROMs) und verbesserter Telekommunikationsmedien gewinnen diese Einsatzmöglichkeiten der Patentstatistiken zunehmend an Bedeutung.
- Patentrecherchen bieten ein Hilfsmittel für die Marktbeurteilung bzw. -bewertung, sowie für die Analyse der Marktkonkurrenz und des Wettbewerbes in spezifischen technischen Bereichen. Durch die Offenlegung der Anmeldernamen lassen sich auch die Entwicklungsaktivitäten bzw. -richtungen von Konkurrenten abschätzen.
- Patente können durch gezieltes Monitoring der Patentschriften als Früherkennungsindikator neuer technologischer Entwicklungslinien bzw. Entwicklungstrends herangezogen werden.

b) In der empirischen Technologieforschung

- Aufgrund der langjährigen Verfügbarkeit von Patentstatistiken ermöglichen Zeitreihenanalysen einen Einblick in die Dynamik des technologischen Wandels, insbesondere in Zusammenhang mit ökonomischen Entwicklungstrends.

- Diffusionsstudien neuer Technologien zwischen Staaten bzw. Technologietransferstudien (z.B. in Entwicklungsländer) werden anhand von Patent- und Lizenzbilanzen, sowie anhand von Auslandspatentanmeldungen ermöglicht.
- Studien über die Wettbewerbsfähigkeit einzelner Staaten insgesamt bzw. in gewissen Technologiefeldern und deren zeitliche Dynamik, vor allem durch Zählung der Zahl der Patente bzw. Patentanmeldungen an einem "repräsentativen" Patentamt werden ermöglicht.
- Die Analyse des Zusammenhangs zwischen Inventionen und betriebsstrukturellen Merkmalen, wie Unternehmensgröße sowie Umfelddaten, wie Marktstruktur und technologischen Opportunitäten in gewissen Industriesektoren wird ermöglicht.
- Die Analyse der Effizienz des Innovationsinputs als Relation zwischen Forschungs- und Entwicklungsausgaben und Patenten wird ermöglicht.

Die Nachteile die mit der Verwendung von Patentstatistiken als Indikator im Innovationsprozeß verbunden sind können in zwei Obergruppen geteilt werden (vgl. Frascati-Handbuch 1980, Scholz und Schmalholz 1984, Oppenländer 1984, Basberg 1987, Pavitt 1988, Griliches 1990, Griliches 1991, Evenson 1991, Grupp 1991):

a) *in der Patentstatistik werden nicht alle Erfindungen erfaßt*

- Die Patentneigung variiert in Abhängigkeit vom industriellen Sektor: Die Neigung vorhandene Erfindungen patentrechtlich zu schützen, ist zwischen den Industriesektoren stark unterschiedlich, da in gewissen Industriebereichen Schutz vor Nachahmung durch Geheimhaltung dem Patentschutz vorgezogen wird. Mansfield (1984, S. 462) betont: "*...in some industries, like electronics, there is considerable speculation that the patent system is bypassed to a greater extent than in the past. Some types of technologies are more likely to be patented than others.*". Acs und Audretsch (1990) führen einen Vergleich des Verhältnisses von Patenten und Innovationen, wobei sie auf Daten der in Kapitel 2.2 beschriebenen US-amerikanischen Innovationsdatenbank zugreifen, nach verschiedenen Industriezweigen durch. Dieses Verhältnis variiert von einem Minimum mit 1,79 bei Computern und Büroequipment bis zu einem Maximum von durchschnittlich 25 Patenten pro Innovation bei der Petroleumindustrie (siehe Acs und Audretsch 1990, S. 18ff).

- Die Patentierneigung (definiert als Neigung, eine vorhandene Erfindung zu patentieren) ist abhängig von der Unternehmensgröße: Hierzu finden sich in der Literatur zwei einander widersprechende Thesen: Die eine behauptet, daß die Neigung vorhandene Erfindungen zu patentieren, bei kleineren und mittleren Betrieben höher ist, während die zweite genau das Gegenteil behauptet. Eine empirische Arbeit aus Deutschland zeigt allerdings, daß die Patentierneigung mit der Unternehmensgröße zunimmt und zwar unabhängig von der "Erfindungshöhe" des Innovationsprojektes (Scholz und Schmalholz 1984, vgl. auch die Diskussion über den Zusammenhang von Betriebsgröße und Patentierneigung bei Griliches 1990).
- Die Patentierneigung variiert auch zwischen verschiedenen Staaten durch unterschiedliche patentrechtliche Voraussetzungen in den jeweiligen Staaten: Zwar wurde in den letzten Jahren eine weitgehende Angleichung der patentrechtlichen Voraussetzungen in den Industriestaaten erreicht (siehe Oppenländer 1984, Archibugi und Pianta 1992), einige Besonderheiten sind allerdings noch immer zu verzeichnen. In Japan gilt das Patent als wichtiges Profilierungsinstrument für die Mitarbeiter eines Betriebes, so daß versucht wird, alle Forschungs- und Entwicklungsergebnisse auch zu patentieren. Generell werden dadurch Patentanmeldungen in Japan - trotz einiger patentrechtlicher Änderungen in den letzten Jahren - als im internationalen Vergleich von unterdurchschnittlicher Qualität eingestuft. Zusätzlich ist das Patentsystem in Japan rechtlich derart gestaltet, daß eine komplexere Erfindung mehrerer Patentanmeldungen bedarf, und zwar jeweils eine für jeden Teilaspekt der Erfindung (Archibugi und Pianta 1992).
- Einige Technikbereiche sind gesetzlich vom Patentschutz ausgeschlossen: Der Patentschutz konzentriert sich auf einen sehr engen Erfindungsbegriff, der nur technische Erfindungen zuläßt (Oppenländer 1984). Dadurch werden sowohl die Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Forschung wie auch alle anderen nichttechnischen Erfindungen vom Patentschutz von vornherein ausgeschlossen, obwohl diese durchaus den technischen Wandel beeinflussen. Oppenländer zählt als Beispiele die in der Grundlagenforschung gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse, Innovationen auf betriebswirtschaftlichem Gebiet (wie z.B. neue Methoden der Organisation, des Marketings und des Managements), sowie Computerprogramme auf.
- Die Patentierneigung ist bei Produkten höher als bei Prozessen, dadurch werden die Produktinnovationen überbetont: Neben dem Patentschutz gilt die Geheimhaltung als

alternatives Mittel, potentielle Imitationen zu verhindern. Da bei Prozeßinnovationen die Geheimhaltung leichter realisiert werden kann als bei Produktinnovationen ist die Patentierneigung bei Produktinnovationsprojekten höher und damit sind in der Patentstatistik die Prozeßinnovationen unterrepräsentiert.

b) nicht alle Patente führen zu marktfähigen Innovationen

- Zumindest ein Teil der Patente ist nur von strategischer Bedeutung: Die Verwendung des Patentsystems als Mittel der technologischen Strategiepolitik von Unternehmungen umfaßt zwei Aspekte (siehe Oppenländer 1984). Zum einen werden darunter Vorratspatente verstanden, die zwar prinzipiell anwendungsreife Erfindungen darstellen können, aus marktstrategischen Überlegungen aber von den Unternehmungen noch nicht wirtschaftlich genutzt werden. Zum zweiten fallen darunter auch die sogenannten Sperrpatente, die hauptsächlich eine vom Patentinhaber nicht zu kontrollierende Diffusion bzw. den Eintritt potentieller Konkurrenten in das jeweilige Technologiefeld verhindern soll. Mithilfe des Sperrpatentes wird versucht einen Produktionsbereich zu "umzäunen", um dadurch potentiellen Konkurrenten zumindest eine Zeitlang eine Markteintrittsbarriere aufzubauen. Damit kann unter Umständen ein Know-how Vorsprung entstehen, der von der Konkurrenz nur noch schwer einzuholen ist. Nach einer empirischen Untersuchung in Deutschland (Oppenländer 1984) wird das Sperrpatent als Mittel zur Verhinderung von möglicher Konkurrenz vor allem in der chemischen und in der feinmechanischen Industrie verwendet, und zwar hauptsächlich von Großunternehmungen.
- Ein Patent kann zwar prinzipiell ökonomisch verwertbar sein, trotzdem kann sich jedoch der Patentinhaber zum Abbruch einer eventuellen Weiterentwicklung hin zur konkreten kommerziellen Anwendung entschließen. Ursachen hierfür können z.B. hohe Kosten, geringe Profiterwartung aufgrund zu erwartender geringer Marktnachfrage, zu hohes Risiko, auftretende technische Probleme etc. sein.

Ein weiterer Nachteil der Verwendung von aggregierten Patentstatistiken besteht in der Tatsache, daß keine Information über die Qualität der Patente für die technische und ökonomische Entwicklung zur Verfügung steht (Griliches 1990). Die Mehrzahl der Patente führen nur zu inkrementellen Verbesserungen, während einige wenige (bzw. eine bestimmte Patentfamilie, die aus einem sogenannten "master patent" und "improvements patents" besteht) zu radikalen technischen Innovationen, mit weitreichenden

wirtschaftlichen, wie auch gesellschaftlichen Auswirkungen führen kann (siehe Basberg 1987).

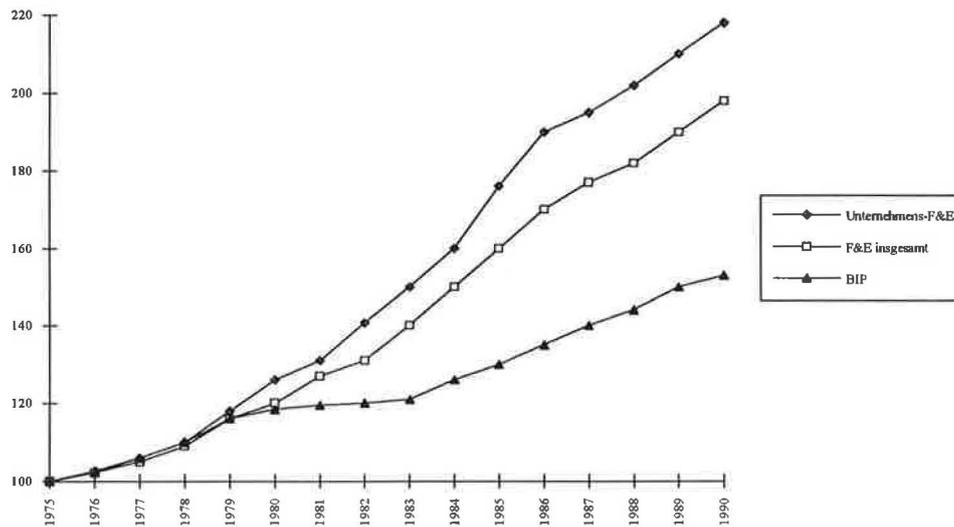
2.5. Exkurs: Aspekte der internationalen Positionierung Österreichs im internationalen Technologiewettlauf

In den letzten Jahren hat die technologische Konkurrenz zwischen den Industrieländern mehr und mehr zugenommen. Es ist Ziel dieses Kapitels anhand einiger empirischer Fakten diesen Technologiewettlauf (Roobeek 1990) zu skizzieren, wobei insbesondere auf die Position Österreichs innerhalb dieses Technologiewettlaufes eingegangen wird. Hierzu sollen auch einige der in Kapitel 2.3 diskutierten Indikatoren herangezogen werden.

In den letzten beiden Jahrzehnten haben in praktisch allen OECD-Mitgliedsstaaten die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung überaus stark zugenommen. In Abb. 8 ist die Indexentwicklung der F&E-Ausgaben im Vergleich mit jener des Bruttoinlandproduktes in allen OECD-Staaten für den Zeitraum von 1975 bis 1990 dargestellt. Hinsichtlich der F&E-Ausgaben wird zwischen dem BERD (business enterprise intramural expenditure on research and development, F&E-Ausgaben der Unternehmen) und dem GERD (gross domestic expenditure on research and development, F&E-Ausgaben insgesamt) unterschieden.

Es zeigt sich, daß bis 1979 die Entwicklung der F&E-Ausgaben (sowohl was das BERD als auch was das GERD betrifft) parallel zum BIP-Wachstum erfolgt ist. In den 80er Jahren begann sich dann eine zunehmende Schere zwischen den F&E-Ausgaben und dem Bruttoinlandproduktes aufzutun. Während das BIP von 1975 bis 1990 nur um ca. 50 % erhöhte, verdoppelten sich die Ausgaben für Forschung und Entwicklung im selben Zeitraum. Die F&E-Ausgaben der Unternehmen (BERD) wiesen dabei ein deutlich stärkeres Wachstum auf als die gesamten F&E-Ausgaben (GERD).

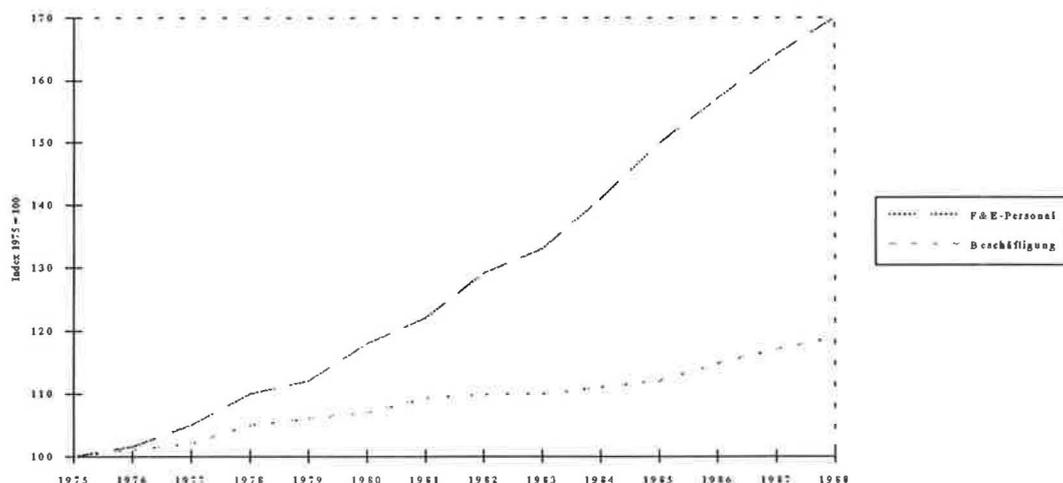
Abb. 8: Entwicklung des Bruttoinlandproduktes und der F&E-Ausgaben (BERD und GERD) in den OECD-Staaten von 1975 bis 1990 (Index 1975 = 100)



Quelle: OECD (1992b)

Ebenso wie die monetären Aufwendungen für F&E wuchs auch die Anzahl des wissenschaftliches Personal im Vergleich zum Wachstum der Gesamtbeschäftigung überproportional. Zwischen 1975 und 1988 betrug das Wachstum von Wissenschaftlern in der OECD etwa um 70 %, während sich dagegen die Gesamtbeschäftigung nur um ca. 20 % erhöhte (Abb. 9).

Abb. 9: Wachstum des wissenschaftlichen Personals und der Gesamtbeschäftigung in den OECD-Staaten 1975 bis 1988

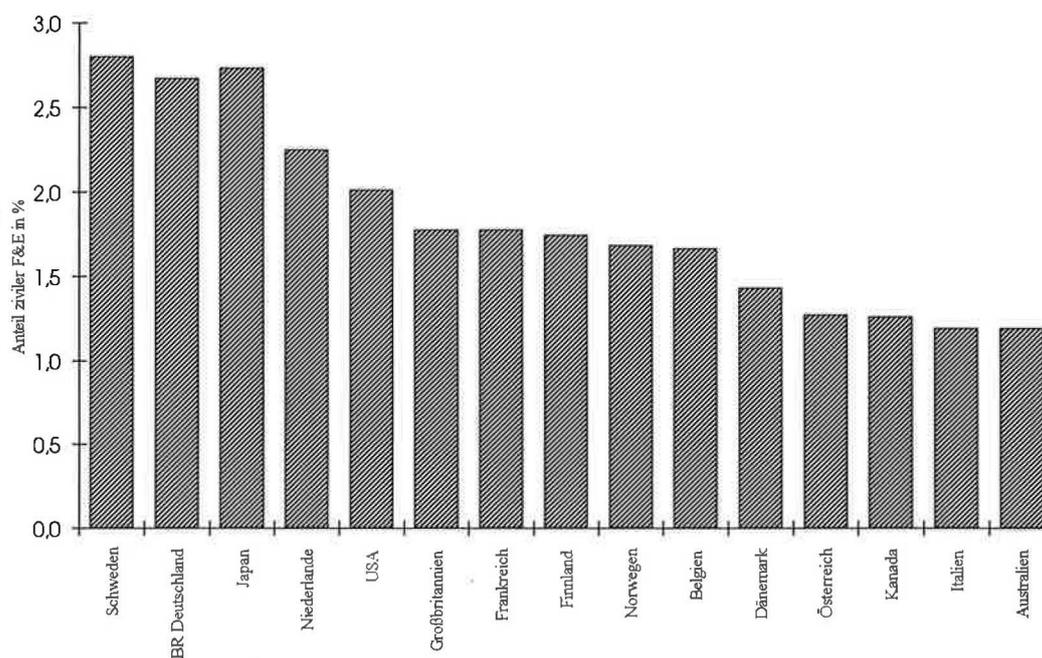


Quelle: OECD (1992b).

Innerhalb der OECD sind die F&E-Ausgaben hoch konzentriert. Auf nur fünf Staaten, nämlich den USA, Japan, Deutschland, Frankreich und Großbritannien entfallen beinahe 90 % der gesamten F&E-Ausgaben der OECD. Zieht man noch fünf weitere Staaten hinzu, und zwar Italien, Kanada, Schweden, Schweiz und die Niederlande, so ergibt sich ein Anteil für diese zehn Länder von 95 %. Auffällig ist, daß diese hohe Konzentration über die Zeit langfristig relativ stabil bleibt. Die OECD (1992b) schätzt, daß die F&E-Ausgaben zu jenen ökonomischen Kennzahlen mit der höchsten Konzentration zu zählen sind und damit im Gegensatz zu anderen Größen stehen, wie z.B. dem BIP oder den ausländischen Direktinvestitionen (OECD 1992b, 109).

Durch das - wie oben erwähnt - raschere Wachstum (im Vergleich zum BIP-Wachstum) der F&E-Aufwendungen, erhöhte sich die sogenannte F&E-Quote (der Anteil der F&E-Ausgaben am BIP) in den letzten Jahren deutlich. In Abb. 10 ist für ausgewählte OECD-Staaten der Anteil der gesamten nationalen F&E-Ausgaben (GERD) am jeweiligen BIP dargestellt, wobei zusätzlich noch zwischen zivilen und militärischen Ausgaben unterschieden wird. Mit einem Anteil von 2,8 % (exklusive der militärischen F&E-Ausgaben) liegt Schweden an erster Stelle, gefolgt von der Bundesrepublik Deutschland und Japan. Die F&E-Quote Österreichs beträgt dagegen nur bescheidene 1,5 % und ist nur halb so hoch wie in den führenden Ländern womit Österreich an zwölfter Stelle hinsichtlich seiner Forschungsquote liegt.

Abb. 10: Der Anteil der zivilen F&E-Ausgaben ausgewählter OECD-Staaten am jeweiligen Bruttoinlandsprodukt im Jahr 1988



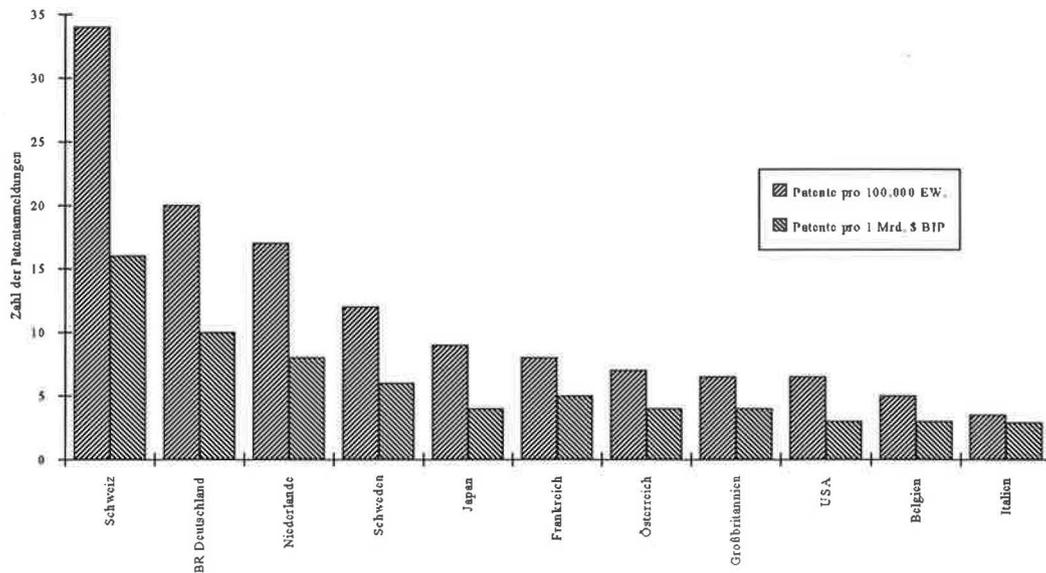
Quelle: OECD (1992b).

Ebenso wie für F&E-Daten gibt es auch zahlreiche Datenressourcen zu Patentdaten auf international vergleichbarer Ebene. In Kapitel 2.3. wurde allerdings bereits darauf hingewiesen, daß die Aussagekraft von Vergleichen verschiedener Länder bezüglich der Patentstatistiken (Anmeldungen oder Erteilungen) insofern nur beschränkt möglich ist, als die rechtlichen Bestimmungen der Patentsysteme in den einzelnen Ländern in unterschiedlichen Ausmaß abweichen (vgl. Raggi 1993, Archibugi und Pianta 1992). Hier muß wieder das Beispiel Japan herangezogen werden, wo aufgrund der unterschiedlichen rechtlichen Voraussetzungen die Zahl der Patentanmeldungen bzw. Patenterteilungen überhöht erscheint (Oppenländer 1984). Zum Zweck des internationalen Vergleiches ist es daher üblich Patentanmeldungen bzw. -erteilungen an einem sogenannten "repräsentativen" Patentamt heranzuziehen. Oft wird hierbei als repräsentatives Patentamt das U.S. Patent Office herangezogen (siehe z.B. Chakrabarti 1991, Roobeck 1990, Engelsman und van Raan 1990, Narin und Olivastro 1988). Für einen Vergleich allerdings, der die Betonung auf Österreich und dessen Stellung im internationalen "Technologiewettlauf" legt, erscheint diese Vorgehensweise als nicht besonders relevant, da nämlich das Außenhandelsvolumen Österreichs zu den USA mit nur 3,3 % (1988) an den Gesamtexporten Österreichs recht bescheiden ist, jedoch ein Zusammenhang zwischen der Patentaktivität an einem ausländischen Patentamt und dem Exportvolumen zu diesem Land besteht. Daher wurden für diese Analyse die Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt in München herangezogen. Das Europäische Patentamt wurde 1978 gegründet und ist gleichsam ein "Gemeinschaftspatentamt" von 14 europäischen Staaten (Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Liechtenstein, Luxemburg, Niederlande, Österreich, Schweden, Schweiz und Spanien). Aufgrund der hohen Kosten (zwischen 7000 und 8000 Mark) werden Erfindungen, die am Europäischen Patentamt angemeldet werden, in ihrer Erfindungshöhe als qualitativ hochwertiger eingeschätzt als solche Erfindungen, die nur an nationalen Patentämtern angemeldet werden.

In Abb. 11 werden für ausgewählte Länder die Zahl der Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt pro 100000 Einwohner bzw. pro einer Mrd. \$ des jeweiligen BIP dargestellt, was Rückschlüsse auf die Inventionsintensität in den einzelnen Ländern ermöglicht. Aus Abb. 11 ist ersichtlich, daß die Schweiz mit Abstand das führende Land hinsichtlich der relativen Patentintensität (zumindest der Aktivitäten am Europäischen Patentamt) ist und zwar sowohl in Bezug auf die Einwohnerzahl als auch in Bezug auf das Bruttoinlandprodukt. Österreich liegt hinsichtlich dieser Indikatoren im Mittelfeld, immerhin noch vor Ländern wie Großbritannien, Belgien und Italien. Die niedrigen Werte für die USA resultieren aus der vergleichsweise niedrigen internationalen

Orientierung der US-amerikanischen Patentanmeldungen, da das US-amerikanische Patentamt selbst ein Patentamt von großer Bedeutung darstellt.

Abb. 11: Inventionsintensitäten (Zahl der Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt pro 100000 Ew. bzw. pro 1 Mrd. \$ BIP) in ausgewählten Ländern, berechnet anhand des Durchschnitts der Patentanmeldungen 1989 und 1990



Quelle: Europäisches Patentamt (1991); Fischer Weltalmanach 1992; eigene Berechnungen

Betrachtet man die zeitliche Entwicklung der Zahl der Patentanmeldungen, lassen sich Aussagen über die Dynamik der Inventionsaktivitäten verschiedener Länder ableiten. In Tab. 1 sind für ausgewählte OECD-Staaten die zeitlichen Entwicklungen in den Jahren 1979 bis 1988 für drei Patentindikatoren (Inländische Patentanmeldungen, Ausländische Patentanmeldungen und Externe Patentanmeldungen) angegeben. Inländische Patentanmeldungen sind Patentanmeldungen von Inländern im jeweiligen Land, Ausländische Patentanmeldungen sind Patentanmeldungen von Ausländern im jeweiligen Land und Externe Patentanmeldungen sind Patentanmeldungen von Einwohnern des jeweiligen Landes im Ausland. Tab. 1 ist zu entnehmen, daß die Wachstumsrate der Inländischen Patentanmeldungen vergleichsweise gering ausfiel, ja in einigen Ländern - darunter auch Österreich - sogar leicht negativ war, während die Ausländischen Patentanmeldungen und die Externen Patentanmeldungen sehr stark anstiegen. Dieser Anstieg der Patentanmeldungen von Ausländern in einem jeweiligen Land sowie von Patentanmeldungen im Ausland weist auf eine deutliche Internationalisierung bzw. Verschärfung des technologischen Wettlaufs hin.

Durch das größere Wachstum der Externen Patentanmeldungen kam es auch im Beobachtungszeitraum zu einem deutlichen Anstieg des Verhältnisses von Externen zu Inländischen Patentanmeldungen. Dieses Verhältnis ist deshalb in allen Staaten deutlich über 1, da ein Patent meist an mehreren ausländischen Patentämtern angemeldet wird und dadurch mehrfach gezählt wird.

Tab. 1: Patentindikatoren für ausgewählte OECD-Staaten

| Staaten | Inländ. Patent- anmeld. | ausl. Patent- anmeld. | Externe Patent- anmeld. | Verhältnis Ext./Inl. Patentanmeld. | |
|-------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------------|------|
| | | | | 1979 | 1989 |
| | jährliche Wachstumsraten | | | | |
| USA | 2,44 | 6,30 | 7,50 | 1,73 | 2,67 |
| Japan | 8,30 | 3,85 | 11,53 | 0,25 | 0,33 |
| BRD | 0,54 | 4,87 | 6,79 | 2,28 | 3,93 |
| Frankreich | 1,16 | 5,95 | 7,64 | 2,41 | 4,22 |
| Niederlande | 2,00 | 10,17 | 6,91 | 5,18 | 7,90 |
| Belgien | -1,05 | 10,15 | 6,38 | 3,65 | 7,00 |
| Dänemark | 3,28 | 7,24 | 13,47 | 2,74 | 6,38 |
| Spanien | -0,31 | 11,77 | 5,06 | 0,92 | 1,48 |
| Schweiz | -2,21 | 9,87 | 3,38 | 4,60 | 7,58 |
| Schweden | -2,21 | 9,87 | 3,38 | 4,60 | 7,58 |
| Österreich | -0,75 | 13,51 | 7,44 | 1,66 | 3,39 |
| Australien | 3,26 | 5,31 | 17,36 | 0,70 | 2,22 |

Quelle: Archibugi und Pianta (1992)

Die Ausnahme Japans ist auf die spezifische rechtliche Situation des japanischen Patentamtes zurückzuführen (vgl. Kapitel 2.3). Das japanische Patentsystem ist derart gestaltet, daß eine Erfindung durch mehrere Patente abgedeckt wird, während es bei den europäischen bzw. amerikanischen Patentämtern möglich ist, eine Erfindung durch ein Patent abzudecken. Zudem wird in Japan von den Unternehmen ihren Erfindern für Patente ein finanzieller Anreiz geboten, was zu einer Erhöhung der Patentierneigung führt. Das Verhältnis von Externen zu Inländischen Patentanmeldungen gilt als ein Indikator für die Neigung Inventionen auch auf fremden Märkten zu schützen (Archibugi und Pianta 1992). Zwei Faktoren können für den rapiden Anstieg dieser Verhältniszahl verantwortlich gemacht werden, deren relative Bedeutung allerdings aufgrund der vorliegenden Daten nicht zu bestimmen ist:

- ein Anstieg der Zahl der Länder, in denen ein existierendes Patent angemeldet wird, und
- ein Anstieg der Zahl der Patentanmeldungen, die überhaupt im Ausland getätigt werden.

Für Österreich gilt, daß das Verhältnis der Externen zu den Inländischen Patentanmeldungen zwar im Beobachtungszeitraum um über 100 % angestiegen ist, aber im Vergleich zu anderen Staaten, darunter Schweden, Schweiz, die Niederlande, Dänemark, Belgien oder Frankreich, noch immer deutlich niedriger ist. Dies ist ein Hinweis auf die geringe internationale Ausrichtung Österreichs bezüglich des Schutzes von Erfindungen durch Patentanmeldungen.

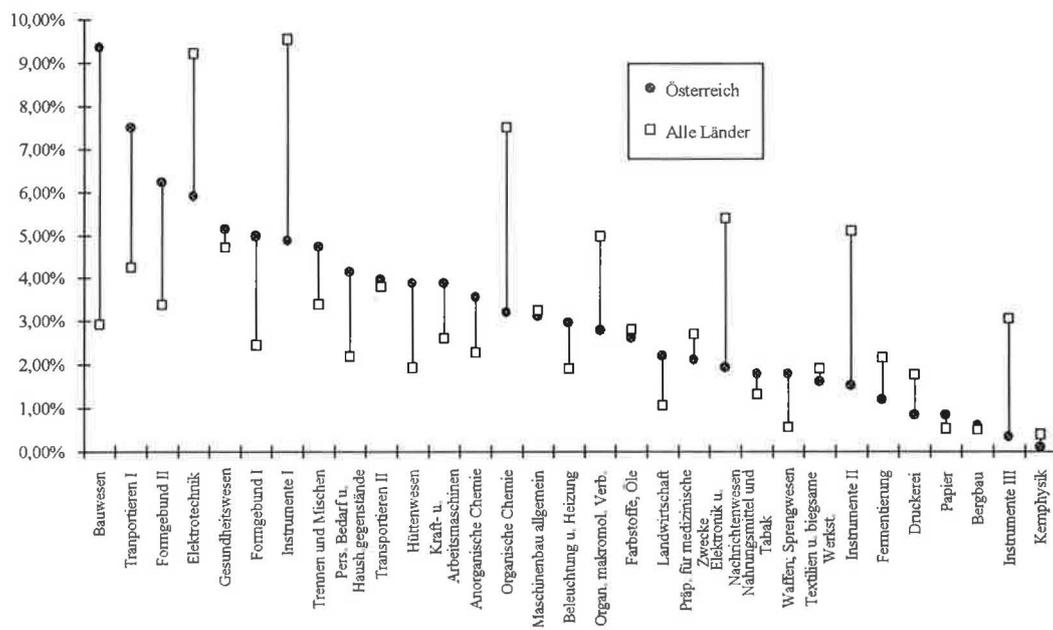
Von Bedeutung für die Stellung eines Landes im internationalen Technologiewettbewerb ist die relative Spezialisierung eines Landes auf verschiedene Technologiefelder. In Abb. 12 wird die prozentuelle Verteilung der Patentanmeldungen Österreichs am Europäischen Patentamt in den Jahren 1989 und 1990 über verschiedene Technologiefelder mit der Verteilung der Patentanmeldungen aller Länder über die jeweiligen Technologiefelder am Europäischen Patentamt verglichen. Die Gliederung wie auch die Bezeichnungen der einzelnen Technologiefelder stammt vom Europäischen Patentamt in München. Sie ergibt sich aus einer Aggregation von einzelnen IPC-Klassen (vgl. Appendix A für die IPC-Klassenzuordnung zu den Technologiefeldern).

Es fällt auf, daß Österreich eine technologische Spezialisierung aufweist, die zum Teil erheblich von dem Verteilungsmuster aller Länder über die Technologiefelder abweicht. Den größten Anteil an Patentanmeldungen hat Österreich im Technologiefeld Bauwesen mit knapp 10 %, während der Anteil aller Länder in diesem Technologiefeld nur knapp unter 3 % beträgt. Weitere Technologiefelder, in denen Österreich im Vergleich zum Gesamtdurchschnitt eine relativ starke Spezialisierung aufweist sind Transportieren I, Formgebung II, Formgebung I, Trennen und Mischen, Persönlicher Bedarf, Hüttenwesen, Kraft- und Arbeitsmaschinen und Anorganische Chemie. Einen höheren Anteil Österreichs als der Gesamtdurchschnitt aller anmeldenden Staaten entfällt auch noch auf die Technologiefelder Beleuchtung und Heizung, Landwirtschaft und Nahrungsmittel. Auffallend ist der weit überdurchschnittliche Anteil im Bereich Waffen/Sprengwesen, wo der Anteil Österreichs deutlich mehr als das Doppelte des Gesamtdurchschnitts beträgt.

Hingegen ist Österreich in folgenden Technologiefeldern relativ unterrepräsentiert: Elektrotechnik, Instrumente I, II und III, Organische Chemie, Organische Makromolekulare Verbindungen, Elektronik/Nachrichtentechnik. Diese Technologiefelder gelten als sogenannte Zukunftstechnologien. Demgegenüber ist der Anteil Österreichs gerade in jenen Technologiefeldern besonders hoch, die als "reife" Technologien gelten. Dies ist vor dem Hintergrund der aktuellen Debatte bezüglich industrieller Strukturschwächen Österreichs zu sehen (vgl. z.B. Aiginger 1987, Braun

und Polt 1988). Demzufolge ist der Anteil Österreichs in "reifen" Industriestrukturen (z.B. Grundstoffindustrien) überdurchschnittlich hoch. Abb. 12 zeigt, daß sich diese spezifische Industriestruktur auch in der Struktur der Patentanmeldungen Österreichs am Europäischen Patentamt widerspiegelt, die von einem - insbesondere im internationalen Vergleich - hohen Anteil "reifer" Technologiefelder geprägt ist.

Abb. 12: Die Struktur der Patentanmeldungen Österreichs und aller Länder am Europäischen Patentamt 1989 und 1990 nach Technologiefeldern



Quelle: Europäisches Patentamt, eigene Berechnungen

3. Determinanten der betrieblichen Inventions- und Innovationsaktivitäten

3.1. Ökonomische Bedingungen der betrieblichen Inventions- und Innovationsaktivitäten: Die Schumpeter-Kontroverse und ihre Überwindung

In der Literatur bezüglich Innovation und technologischer Wandel hat eine Debatte seit Jahrzehnten große Aufmerksamkeit auf sich gezogen: die sog. Schumpeter-Kontroverse bezüglich Marktstruktur, Unternehmensgröße und Innovation. Im folgenden wird auf diese Debatte näher eingegangen, wobei neben den theoretischen Aspekten auch einige wichtige empirische Ergebnisse hierzu kurz dargestellt werden. Diese Debatte fußt auf den Arbeiten des in Österreich geborenen und später in Harvard, USA lehrenden Nationalökonom Joseph A. Schumpeter.

Bevor auf diese Kontroverse näher eingegangen wird, sollen noch die zentralen Fundamente, auf denen das Theorie(n)gebäude Schumpeters, fußt kurz dargelegt werden, da sie für das Verständnis der nachfolgenden Ansätze von wesentlicher Bedeutung sind. Wie bereits im Kapitel 2 angedeutet, geht es Schumpeter um die Erklärung der Entwicklungsdynamik des kapitalistischen Wirtschaftssystems, wobei er, im Gegensatz zur traditionellen neoklassischen "puren" Theorie, Innovation und technologischen Wandel in den Mittelpunkt stellt und als Motoren der Entwicklung ansieht: *"... for Schumpeter innovation, the creation of new combinations, is the perfect motor of economic development creating disequilibrium and imperfect competition in the economy."* (Hagedoorn 1989, 65).

Die Arbeiten Schumpeters werden von vielen Autoren zweigeteilt (siehe Hagedoorn 1989, vgl. auch Thomas 1987). In den früheren Arbeiten bezieht sich Schumpeter noch auf den Kapitalismus des 19. Jahrhunderts, in dem "heroische" Unternehmer (entrepreneurs) durch Innovationen Erfolg haben und Profite bzw. Extraprofite erzielen, da sie durch neue Produkte und/oder Prozesse zumindest kurzfristig eine Monopolstellung erhalten. Diese Unternehmer bzw. Entrepreneurs sind also die führenden Innovatoren dieser Zeit und daher die treibende Kraft des technologischen und ökonomischen Wandels.

In den späteren Arbeiten bezieht sich Schumpeter hingegen auf den "modernen" Kapitalismus des 20. Jahrhunderts, in dem große Unternehmungen und Konzerne durch ihre enorme Marktmacht eine beherrschende Stellung aufweisen. Diese haben interne formalisierte und spezialisierte Forschungs- und Entwicklungsabteilungen. Dadurch

dominieren sie den technologischen Wandel, da mithilfe dieser F&E-Abteilungen der Innovationsprozeß bzw. die Suche nach neuen Produkten und Prozessen routinisiert ist. Kleineren Unternehmen wird hierbei nur in "technologischen Nischen" eine relevante Bedeutung zugewiesen.

Die Unterscheidung zwischen den frühen und späten Arbeiten Schumpeters ist für das Verständnis der Schumpeter-Kontroverse von zentraler Bedeutung. Arbeiten, die beispielsweise einen positiven Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße und Innovationsintensität postulieren, sind in der Tradition des "späten" Schumpeters zu verstehen und vice versa (Hagedoorn 1989), wobei die zentralen Fragestellungen der Schumpeter-Kontroverse folgende sind (vgl. Hagedoorn 1989, Cohen und Levin 1989):

- welche Firmengröße begünstigt am ehesten Innovation?
- welcher Marktkonzentrationsgrad bietet den größten Anreiz zu innovieren?

Diese werden von den "Spät-Schumpeter-inspirierten" Autoren folgendermaßen beantwortet (vgl. die Zusammenstellung bei Kamien und Schwartz (1982, 47):

a) große Unternehmungen sind inventions- und innovationsintensiver als kleinere Unternehmungen

b) Märkte mit hoher Konzentration, also oligopolistische und monopolistische, bieten einen größeren Anreiz für Inventionen und Innovationen als atomistische mit starkem Wettbewerb.

Im folgenden Abschnitt werden beide Hypothesen (a) und (b) näher diskutiert, wobei zuerst jeweils auf die Argumente eingegangen wird, auf denen die jeweilige Hypothese fußt, während zweitens die Gegenargumente skizziert werden. In Anschluß daran wird eine kurze Diskussion wichtiger empirischer Befunde zu den angeführten Hypothesen gegeben. Implizit sind bei den Gegenargumenten natürlich bereits Elemente der Überwindung der Schumpeter-Kontroverse beinhaltet, diese werden allerdings trotzdem - ausführlicher - am Abschluß dieses Unterkapitels behandelt. Vorangestellt sei die Bemerkung, daß für die empirischen Arbeiten zu dieser Diskussion selbstverständlich alle Einschränkungen bezüglich der verwendeten Indikatoren zur Messung von Innovation, die bereits in Kapitel 2.3 behandelt wurden gelten. Dies bewirkt, daß die Ergebnisse der verschiedenen empirischen Arbeiten nur sehr bedingt miteinander

vergleichbar sind und daher generelle Aussagen auf Basis der empirischen Befunde sehr schwierig sind.

ad a) Zusammenhang von Unternehmensgröße und Invention bzw. Innovation

Diese Hypothese betont die dominierende Stellung von großen Unternehmungen innerhalb des technologischen Wandels aufgrund spezifischer komparativer Vorteile. Als wesentliche Vorteile für Großbetriebe hinsichtlich des Inventionsverhaltens werden hauptsächlich das Vorhandensein eines größeren internen Know-how-Potentials, die leichtere Verfügbarkeit von Risikokapital, insbesondere auch die Möglichkeit dieses über ein Portfolio an Projekten zu streuen und dadurch das Risiko zu verringern, die Möglichkeit, die Fixkosten der Innovation (z.B. Laborausstattungen etc.) zu streuen und dadurch höhere Erträge pro F&E-Einheit zu realisieren, eine bessere Kenntnis der Marktstrukturen, insbesondere der Nachfrage (bzw. einer Beeinflussung derselben), die bessere Kenntnis der technologischen Opportunitäten eines Technologiefeldes und ein enges Verhältnis zu externen Quellen technischen Wissens (z.B. staatliche Forschungsinstitute, Universitäten etc.) genannt (Rothwell und Zegveld, 1985). Obwohl zahlreiche empirische Ergebnisse die These der Dominanz großer Firmen im Prozeß des technologischen Wandels zu bestätigen scheinen, wird sie in letzter Zeit von mehreren Autoren in Frage gestellt und komparative Vorteile gerade für kleine und mittlere Betriebe postuliert. Blair (1972, 228-57) betont in seiner Theorie der "*creative backwardness of bigness*" die Nachteile, denen sich große Unternehmungen bezüglich ihrer innovatorischen Fähigkeiten gegenüberstehen, wobei er unter anderen folgende Nachteile hervorstreicht: Großunternehmen

- neigen zur Tendenz einmal getätigte Investitionen in älteren Technologien zu schützen,
- weisen eine Indifferenz gegenüber neuen technologischen Entwicklungen auf,
- haben oft eine falsche Abschätzung der Marktnachfrage nach neuen Produkten,
- vernachlässigen bzw. ignorieren häufig kreative firmeninterne Inventoren,
- besitzen eine falsche strategische Ausrichtung der F&E-Tätigkeiten.

Insbesondere einige beeindruckende Beispiele kleiner auf neue Hochtechnologien spezialisierter Unternehmen hauptsächlich in den USA führten zu einer Umdefinition des Verhältnisses Firmengröße und Innovationsneigung. Freeman (1982, 141) betont industriesektorspezifische Unterschiede der komparativen Vor- bzw. Nachteile von Klein- bzw. Großbetrieben. Einige Sektoren, wie z.B. die Flugzeug-, die Fahrzeug- oder die Chemische Industrie begünstigen eher großbetriebliche Strukturen, während in

anderen Zweigen (wie z.B. wissenschaftliche Instrumente, gewisse Sparten des Werkzeug- und Maschinenbaus etc.) die Vorteile der Klein- und Mittelbetriebe überwiegen. In jüngerer Zeit hat das Interesse an der Bedeutung von Klein- und Mittelbetrieben im Zusammenhang mit der Generierung neuen technologischen Wissens generell zugenommen (vgl. Rothwell und Zegveld 1985). Es werden in der Literatur spezifische komparative Vorteile bezüglich der Innovationsfähigkeit für Klein- und Mittelbetriebe angenommen. Rothwell (1991) führt als Vorteile für die größere Innovationsfähigkeit von Klein- und Mittelbetrieben unter anderem an:

- die Fähigkeit schnell und flexibel auf Marktveränderungen zu reagieren,
- das Fehlen einer ausgeprägten innerbetrieblichen Bürokratie,
- ein effizientes, oft informelles innerbetriebliches Informationsnetzwerk, das nicht durch zahlreiche Hierarchieebenen in seiner Funktionsweise beeinträchtigt wird.

Im folgenden werden die wichtigsten empirischen Ergebnisse von Schumpeter-inspirierten Arbeiten bezüglich des Zusammenhangs von Unternehmensgröße und Innovation diskutiert. Viele Arbeiten, vor allem die älteren, verwenden als Indikator für die Inventions- bzw. Innovationstätigkeit die Forschungs- und Entwicklungsintensität (bezogen entweder auf die Zahl der Beschäftigten oder auf den Umsatz), also einen Inputindikator.

Die Ergebnisse zahlreicher empirischer Arbeiten deuten auf einen nicht-linearen Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße und Inventions- bzw. Innovationstätigkeit hin. Scherer (1965a, 1965b) fand diesen nicht-linearen Zusammenhang in Form eines invers-U-förmigen Zusammenhangs (in der Literatur auch "humpback") genannt vor, wobei er sowohl Input- (F&E Intensität) als auch Throughput-Daten (Patentintensität) als Indikatoren für den Innovationsprozeß heranzog. Nach seinen Ergebnissen steigt die Inventions- und Innovationsaktivität mit zunehmender Unternehmensgröße überproportional an, allerdings nur bis zu einer gewissen Grenze ("threshold") um dann mit steigender Größe wieder abzunehmen. Zahlreiche weitere Studien (wie z.B. Philips 1971, Malecki 1980) bestätigen diese These vom invers-U-förmigen Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße und Innovation, so daß diese weithin akzeptiert wurde und teilweise auch in der Literatur - nach ihren prominentesten Vertreter - "Scherer-variant" genannt wird (Hagedoorn 1989).

Allerdings zeigt eine Reihe anderer Studien einen positiven monotonen (linearen) Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße und Innovation auf (Soete 1979, Link 1980, Loeb 1983, Meisel und Lin 1983) bzw. einen überproportionalen Anteil von

Großbetrieben (in Relation zu ihrem Anteil an den Gesamtbeschäftigten) an den F&E-Aufwendungen. Diese Studien betonen auch, daß es erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Industriesektoren gibt, wobei jedoch betont wird, daß in den meisten Sektoren die Schumpeter'sche Hypothese bezüglich der überproportionalen Dominanz von Großbetrieben zutrifft, während nur in einigen wenigen Sektoren der Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße und Innovation die Form der "Scherer-variant" aufweist.

Neuere Arbeiten führten jedoch - abweichend von obig skizzierten Resultaten - zu einem dritten Ansatz, der das genaue Gegenteil der "Scherer-variant" postuliert. Bound et al. (1984) konnten unter Verwendung von US-amerikanischen Daten zeigen, daß sowohl ganz große Firmen, als auch sehr kleine eine jeweils überproportionale F&E-Intensität aufweisen, es bestünde also ein - im Gegensatz zur "Scherer-variant" - nicht-lineares U-förmiges Verhältnis zwischen Unternehmensgröße und Innovation. Diese Ergebnisse werden in einer Arbeit auf der Basis der britischen SPRU-Datenbank (siehe Kapitel 2.2), die Innovationszählungen erfaßt, also einen Indikator für den Output des Innovationsprozesses heranzieht, von Pavitt et al. (1987) bestätigt. Die Autoren dieser Studie konnten zeigen, daß kleine Unternehmungen, ebenso wie sehr große, jeweils innovationsintensiver sind als mittelgroße Firmen. Allerdings betonen sie, daß dieses Muster des U-förmigen Zusammenhangs bei differenzierterer Betrachtung einzelner Industriesektoren zumindest teilweise verschwindet. Auf der Ebene der jeweiligen industriellen Sektoren lassen sich die verschiedensten Formen des Zusammenhangs zwischen Größe und Innovation finden, wie sie weiter oben bereits beschrieben wurden, sodaß das generelle Muster des U-förmigen Zusammenhangs, das bei einer industriesektorenunspezifischen Betrachtungsweise ermittelt wurde, aus dem Zusammenspiel von Firmengröße, Innovationsaktivitäten und intersektoralen Mustern resultiert (siehe Hagedoorn 1989, 81).

Eine weitere Studie, basierend auf einem österreichischen Sample in drei ausgewählten Branchen, nämlich Maschinen- und Stahlbau-, Elektro- und Elektronikindustrie und Textil- und Bekleidungsindustrie, deutet ebenfalls auf das Vorhandensein eines U-förmigen Zusammenhangs hin (Menschik und Fischer 1991). Rothwell (1991) (siehe auch Pavitt et al. 1987) weist darauf hin, daß die Muster des Größe-Innovationszusammenhangs keineswegs über die Zeit stabil bleiben. Für Großbritannien läßt sich eine deutliche Zunahme des Anteils der Kleinbetriebe (1-199 Beschäftigte) im Zeitraum von 1960 bis 1983 an der Gesamtzahl der Innovationen (basierend auf bereits erwähnter SPRU-Datenbank) feststellen.

ad b) Zusammenhang von Marktkonzentration und Invention bzw. Innovation

Die Effekte der Marktstruktur auf die Inventions- und Innovationsneigung, wobei im Schumpeter'schen Sinn ein positiver Zusammenhang zwischen Marktkonzentration, Marktmacht und Innovation postuliert wird, können in zwei Richtungen interpretiert werden, zwischen denen wieder ein gegenseitiges Wechselspiel besteht (siehe Cohen und Levin 1989, 1074f).

Einerseits kann die Aussicht auf die Erlangung eines (zumindest) vorübergehenden Monopols ein Anreiz zur Aufnahme eines Innovationsprojektes darstellen. Dies ist gerade eines der Grundprinzipien des Patentsystems, da das Patentrecht aufgrund der Erwartung eines ex-post Monopols Anreiz für Erfindungen gibt oder geben soll (vgl. Kap. 2.3). Dieser Anreiz besteht im wesentlichen darin, daß durch dieses ex-post-Monopol zumindest kurzfristig, das heißt solange noch keine anderen Anbieter (Imitatoren) des neuen Produkts oder Prozesses auf dem Markt sind, der Innovator aufgrund von Monopolprofite außerordentliche Gewinne erzielen kann.

Andererseits beinhaltet die Hypothese vom positiven Zusammenhang zwischen Marktkonzentration und Innovation auch ein ex-ante Prinzip. Ein mit großer Marktmacht ausgestattetes Unternehmen in einem hoch konzentrierten Markt hat aufgrund seiner Monopolprofite größere finanzielle Ressourcen um (oft aufwendige) Innovationsprojekte durchzuführen. Weiters ist eine solche Unternehmung eher in der Lage Imitation erfolgreich zu verhindern und kann dadurch einen höheren Profit aus einer Innovation realisieren, womit wieder auch ein größerer Anreiz zu innovieren gegeben ist. Ebenso ist der Wettbewerb auf oligopolistischen Märkten stabiler und übersichtlicher, dadurch eher vorhersehbar als in atomistischen Märkten mit turbulentem Wettbewerb. Deshalb verringert sich die Unsicherheit, die mit Innovationsprojekten zwangsläufig verbunden ist. Ein mit großer bis absoluter Marktmacht ausgestattetes Unternehmen ist zudem in der Lage eine Innovation auch breit auf dem Markt durchzusetzen, so daß sich das Risiko das vielzitierte "Erfinderschicksal" zu erleiden verringert.

In den letzten Jahren war die These vom positiven Zusammenhang zwischen Marktkonzentration und Innovation einer heftigen Kritik ausgesetzt (siehe Acs und Audretsch 1990, Aiginger und Tichy 1987) und im Gegensatz dazu wird gerade das Vorhandensein eines gewissen Ausmaßes an Wettbewerb als innovationsstimulierend angesehen.

Viele empirische Studien (für einen Überblick siehe Kamien und Schwartz 1982, Hagedoorn 1989, Cohen und Levin 1989) bestätigen den postulierten positiven Zusammenhang von Marktkonzentration und Innovation. Allerdings führten einige andere Studien zu dem genau entgegengesetzten Resultat einer negativen Korrelation zwischen dem Grad der Marktkonzentration und der Innovationsintensität (Bozeman und Link 1983, Mukhopadhyay 1985). Scherer (1967) konnte eine nicht lineare Korrelation (ähnlich dem Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße und Innovation) feststellen, nämlich die Form eines invers-U-förmigen Zusammenhangs. Aufgrund der unterschiedlichen Ergebnisse kann allerdings auch diese Hypothese nicht gänzlich bestätigt bzw. verworfen werden.

In den letzten Jahren wurde mehr und mehr deutlich, daß industriesektorspezifische technologische Opportunitäten den Einfluß der Marktstruktur überlagern (vgl. Hagedoorn 1989). So kann beobachtet werden, daß für gewisse Industrien Märkte mit starkem Wettbewerb ein "ideales" Umfeld für Innovation darstellen, während für andere Industriezweige das Gegenteil gilt (Angelmar 1985).

Die oben gegebene Diskussion der zentralen Aussagen der Schumpeter-inspirierten Hypothesen zeigt - insbesondere die divergierenden empirischen Ergebnisse - bereits die Sackgasse auf, in der sich diese Tradition befindet, ohne daß hier jedoch ihre Relevanz und Wichtigkeit angezweifelt werden soll. Es finden sich zu jeder Hypothese nicht nur Pro- und Gegenargumente, die empirischen Ergebnisse bestätigen auch je nach verwendeten Datensatz, Methode, Indikatoren etc. entweder diese oder jene. Es lassen sich alle denkbaren Zusammenhänge finden, positiv lineare wie auch negativ lineare sowie nicht-lineare in verschiedenster Form. Dies führte - in Zusammenhang mit der Erkenntnis, daß auch signifikante Variable (zur Hypothesentestung wurden hauptsächlich regressionsanalytische Verfahren unter Einbeziehung von Dummy-Variablen zur Kontrollierung von Brancheneffekten herangezogen, seltener kamen diskrete Entscheidungsmodelle zum Einsatz) oft nur einen geringen Beitrag zur Erklärung der Signifikanz des jeweiligen Modells liefern (siehe Cohen und Levin 1989). In diesem Sinn fordern daher auch Cohen und Levin (1989, 1078) *"... to move the profession's research agenda beyond the Schumpeterian tradition and to focus attention on more fundamental determinants of technological progress."*

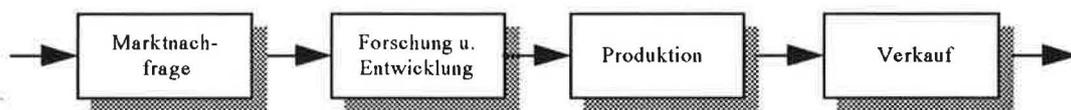
Implizit sind in der obigen Diskussion bereits einige jener Elemente aufgezeigt worden, die in der jüngeren Literatur - zusätzlich zu engeren Schumpeter-inspirierten Ansätzen - als wesentliche Einflußfaktoren für die Inventions- und Innovationsaktivitäten eines Betriebes angeführt werden und damit einen Beitrag zur Überwindung der Schumpeter-

Kontroverse liefern. Auch die empirischen Arbeiten zu dieser Kontroverse deuten auf bedeutende Unterschiede der Inventions- und Innovationsneigung zwischen den einzelnen Industriesektoren hin. Diese branchenspezifischen Unterschiede können nach Cohen und Levin (1989) auf zwei dahinterstehende Determinanten zurückgeführt werden: (a) industriesektorenspezifische Marktnachfragebedingungen und (b) industriesektorenspezifische technologische Opportunitäten.

ad a) Einfluß der Marktnachfrage

Die Betonung der Nachfrage auf den Zielmärkten als Determinante der Innovationsaktivität geht zurück auf die Arbeiten von Schmookler (1962, 1966) und ist in der Literatur als "demand pull hypothesis" bekannt. (siehe Abb. 13)

Abb. 13: Das "market-demand"-Modell des Innovationprozesses



Quelle: Rothwell und Zegveld (1985, 49)

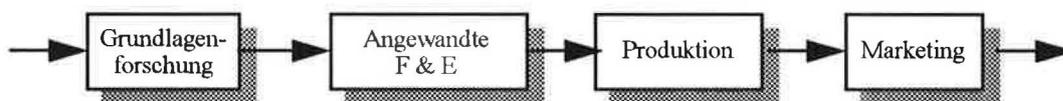
Im Rahmen dieser Hypothese wird postuliert, daß weniger neue technisch-wissenschaftliche Erfindungen bzw. wissenschaftliche Grundlagenerkenntnisse, als hauptsächlich die herrschende Marktnachfrage, die Rate und Richtung der Inventions- und Innovationsaktivitäten determinieren. Schmookler argumentierte, daß das jeweils bestehende technologische und wissenschaftliche Wissen - obwohl unzweifelhaft ebenfalls von Bedeutung für den technologischen Wandel bzw. für den betrieblichen Innovationsprozeß - für alle Industrien gleichermaßen verfügbar und verwertbar ist und somit der eigentliche Anstoß für Inventions- und Innovationsprojekte das Bestehen von großen und wachsenden Märkten ist, durch die entsprechend hohe Erträge aus den jeweiligen Innovationsprojekt zu erwarten sind (siehe Mowery und Rosenberg 1979 für einen detaillierten und kritischen Überblick).

Neben dem Einfluß der absoluten Marktgröße bzw. deren relativer Veränderung ist in diesem Zusammenhang - so wird in der Tradition dieses Ansatzes betont - auch die Preiselastizität der Nachfrage von Bedeutung (siehe Kamien und Schwartz 1970, Spence 1975). Die Erträge bei Verringerung der Produktionskosten, etwa durch Prozeßinnovationen, sind umso größer je elastischer die Nachfrage ist, woraus ein Anreiz für Prozeßinnovationen resultiert. Hier wird impliziert, daß durch

Prozeßinnovationen die Produktionskosten verringert werden und dies sich in eine Reduktion des Marktpreises des Produkts niederschlägt. Durch die preiselastische Nachfrage ergibt sich somit ceteris paribus bei einer Preisreduktion von x % eine Erhöhung der Nachfrage von $\alpha \cdot x$ % , wobei $\alpha > 1$, also ein höherer Profit. Hingegen ist der Ertrag bei Produktinnovationen bzw. Verbesserungen bereits bestehender Produkte dann höher, wenn die Nachfrage preisinelastisch ist.

Im Gegensatz zur "demand-pull-hypothesis" steht die "technological-push-hypothesis", die davon ausgeht, daß der technologische Fortschritt bzw. die Rate und Richtung von Inventionen und Innovationen durch neue Erkenntnisse bzw. Entdeckungen auf wissenschaftlichen und technologischen Gebiet wesentlich vorangetrieben werden (siehe Coombs et al. 1987, Rosenberg und Mowery 1983). Demzufolge führen Erkenntnisse der Grundlagenforschungen zu Anstrengungen im Bereich der angewandten Forschung, der dann neue Produkte und Verfahrens- bzw. Fertigungstechniken folgen (vgl. Abb. 14).

Abb. 14.: Das "technology-push"-Modell des Innovationsprozesses



Quelle: Rothwell und Zegveld (1985, 49)

ad b) Technologische Opportunitäten

Die Betonung des Einflusses von sogenannten technologischen Opportunitäten auf die Inventions- und Innovationsneigung eines Betriebes hat in der letzten Zeit mehr und mehr an Bedeutung gewonnen. Nach Dosi (1984 92f) können technologische Opportunitäten als Ausmaß des wissenschaftlichen Basiswissens, das in einem industriellen Sektor vorhanden ist, definiert werden (vgl. auch Kaplinsky 1983). Nach Cohen et al. (1987) weisen diese technologischen Opporunitäten drei Dimensionen auf:

- Nähe zu Wissenschaft und Forschung,
- externe Ressourcen technologischen Wissens und
- "Reife" des industriellen Sektors.

Pavitt (1984) gibt eine Klassifizierung der Industriesektoren nach ihren technologischen Opportunitäten bzw. nach ihrer Wichtigkeit als Technologieproduzenten bzw. Technologiekonsumenten. Dosi et al. (1990) weisen darauf hin, daß die Inventions- und Innovationstätigkeiten sich auf nur wenige Industriesektoren konzentrieren. Etwa 80% aller F&E Ausgaben in den OECD-Ländern entfallen auf nur fünf Sektoren: Chemische Industrie, Elektroindustrie, Maschinenbau, Instrumente und Fahrzeuge. Ähnliche Muster ergeben sich auch, wenn man Patente heranzieht (siehe Dosi et al. 1990, 90). Unternehmen, die in unterschiedlichen Industriesektoren tätig sind, weisen auch ein jeweils spezifisches Verhalten bezüglich des Innovationsprozesses auf. Oben genannte Autoren unterscheiden diesbezüglich vier Typen von industriellen Wirtschaftssektoren, in denen jeweils verschiedene technologische Opportunitäten gegeben sind, wie auch die Muster des Innovationsverhaltens der Unternehmungen bzw. ihre Handlungsstrategien zwischen diesen Sektortypen divergieren (siehe Dosi et al. 1990, S. 92ff, Dosi 1987, Pavitt 1984):

- *"supplier dominated"*: Die in diesem Sektor produzierten Güter sind keiner großen Innovationsdynamik ausgesetzt. Vielfach werden die Produktspezifika von den Abnehmern bestimmt. Bei den in diesem Bereich tätigen Unternehmungen überwiegen Prozeßinnovationen, die meist in Form von Adoption und eventuell nachfolgender Adaption von Firmen außerhalb dieses Sektors zugekauft werden. Daher ergibt sich ein durchschnittlich sehr geringer Forschungs- und Entwicklungsaufwand in diesem Bereich. Der Wettbewerb erfolgt hauptsächlich über den Preis. Daraus folgt, daß für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmungen das "vintage" des Kapitalstockes, also dessen Alter in bezug auf die durchschnittliche Lebensdauer des eingesetzten Kapitalstocks von besonderer Bedeutung ist, da die durch technologischen Wandel bedingten Produktivitätsfortschritte durch Zukauf von "best practice"-Verfahrens- bzw. Fertigungstechniken realisiert werden. Zu diesem Sektor können die Textil- und Bekleidungs-, die Leder-, die Holz-, die Papierverarbeitungs- und die Druckereiindustrie zugerechnet werden.
- *"scale intensive"*: In diesem Bereich sind die Produkte bzw. Produktionsvorgänge sehr skalenintensiv und teilweise hochspezialisiert. Produkt- bzw. Prozeßinnovationen werden - unter teilweise sehr hohem F&E-Aufwand - größtenteils innerhalb des Unternehmens entwickelt. Großunternehmen dominieren diesen Sektor, da sie die "economies of scale" nützen können. Flugzeug- und Autoindustrie, Konsumelektronikindustrie, Glasindustrie und Teile der chemischen Industrie gehören hierzu.

- *"specialised suppliers"*: Die in diesem Sektor tätigen Unternehmen bieten meist hochspezialisierte Güter als Input für andere Unternehmen an, die meist außerhalb dieses Sektors operieren. Die Firmen sind hier meist relativ klein und stehen oft in engem Kontakt mit ihren Abnehmern. Es dominieren Produktinnovationen, die typischerweise in enger Kooperation bzw. unter Anleitung des Kunden entwickelt werden. Durch die ständig neuen Produktspezifika sind die Aufwendungen für Entwicklung und Konstruktion meist sehr hoch, während reine Forschungsaufwendungen selten getätigt werden. Zu diesem Bereich können die Zulieferungsindustrie für die Autoindustrie, Teile der Eisen- und Metallverarbeitungsindustrie, sowie Bereiche der Instrumentenerzeugung gezählt werden.
- *"science based"*: In diesem Sektor tätige Unternehmen sind oft an der Front der technologischen Entwicklung tätig, das heißt Produkt- und Prozeßinnovationen stehen in einem engen Zusammenhang mit neuen technologischen und wissenschaftlichen Entwicklungen bzw. Entdeckungen. Dies führt zu sehr hohen Forschungs- und Entwicklungsausgaben, allerdings werden diesem Sektor auch die größten technologischen Opportunitäten zugesprochen. Es dominieren in vielen Bereichen Großunternehmen, jedoch haben in einigen hochspezialisierten Bereichen (wie z.B. der Biotechnologie) kleine Unternehmen komparative Vorteile. Die Unternehmen haben eigene formalisierte Forschungs- und Entwicklungsabteilungen und meist auch engen Kontakt zu externen innovationsrelevanten Ressourcen, wie z.B. Universitäten und staatlichen Forschungsstätten etc. Der zunehmende Aufwand für die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten hat dazu geführt, daß es mehr und mehr - auch bei großen einander konkurrierenden Unternehmen - zu Kooperationen auf technisch-wissenschaftlichen Gebiet, sog. strategischen Allianzen kommt. Zum "science-based" Sektor werden die Elektronik- bzw. informationsverarbeitende Industrie und weite Bereiche der chemischen Industrie gezählt.

In den letzten Jahren gewannen Fragen der Bedeutung verschiedener unternehmerischer Wettbewerbsstrategien für die betriebliche Innovation an Bedeutung. Diese Ansätze rücken "determinierende Strukturen" in den Hintergrund und betonen im Gegenzug die strategischen Wahlmöglichkeiten der Unternehmen, wobei insbesondere Fragen der strategischen Unternehmensplanung in Vordergrund stehen. Freeman (1982) unterscheidet zwischen sechs alternativen Idealtypen unternehmerischer Innovationsstrategien (vgl. auch Haagedorn 1989):

- *Offensive Innovationsstrategie*: das Unternehmen versucht hier durch rasche technologische Anpassungen, Ausnützung neuer Kombinationen von Produktionsfaktoren sowohl die Technologie- als auch die Marktführerschaft zu erlangen, eigene quantitativ wie auch qualitativ hochstehende F&E-Abteilungen sind hierzu eine Grundbedingung.
- *Defensive Innovationsstrategie*: Hier verzichtet das Unternehmen auf die - mit hohen Kosten und Risiken versehene - Erstinnovation und versucht nach dem Prinzip des "first followers" vorzugehen. Das beinhaltet zwar einen bestimmten "time lag" gegenüber dem Erstinnovator, dafür kommt das Unternehmen allerdings mit einem verbesserten und differenzierteren Produkt auf den Markt. Diese Strategie setzt neben eigener F&E-Aktivitäten auch laufende Technologie- und Konkurrenzanalysen voraus.
- *Imitationsstrategie*: Diese Unternehmen befinden sich schon in einem größeren Abstand zum technologischen "leader" und versuchen durch spezifische Vorteile bei den Produktionsfaktoren (etwa Lohnkosten) konkurrenzfähig zu sein.
- *Abhängigkeitsstrategie*: Hier begibt sich das Unternehmen bewusst in eine Abhängigkeit von einem technologisch oder marktmäßig stärkeren Unternehmen in Form von regelmäßigen Zulieferkontrakten. Innovation wird - wenn überhaupt - nach den Spezifikationen des Kunden oder gemeinsam mit ihm getätigt.
- *Traditionelle Strategie*: Diese Strategie wird von Unternehmen verfolgt in denen aus gewissen spezifischen Marktgegebenheiten keine Innovation notwendig erscheint, etwa im Bereich des Handwerks bei Konzentration auf den regionalen bzw. lokalen Markt.
- *Nischenstrategie*: Das Unternehmen beschränkt sich hier auf das Aufsuchen und Bearbeiten von spezifischen Marktnischen, die aus gewissen Gründen nicht von anderen Unternehmen bedient werden.

Die gegebenen Marktstrukturen, die technologischen Opportunitäten wie auch die Unternehmensgröße bestimmen das Ausmaß an Wahlmöglichkeiten, die ein Unternehmen zwischen diesen idealtypischen Innovationsstrategien vorfindet (Hagedoorn 1989).

Zahlreiche empirische Studien (vgl. Malecki 1979, 1980, Brugger und Stuckey 1987, Harris 1988, Tödting 1990, Fischer 1991) weisen auf die Bedeutung des organisatorischen Status eines Betriebes als wichtiger Einflußfaktor für die betrieblichen Inventions- und Innovationsaktivitäten hin. Nach Tödting (1990) kann unter dem organisatorischen Status eines Betriebes die Zugehörigkeit und die Stellung des Betriebes in einem größeren Unternehmensverband verstanden werden, wobei diese Stellung folgendermaßen differenziert wird:

- Einbetriebsunternehmen, diese sind Unternehmen die nur einen Standort aufweisen und wo daher alle Unternehmensfunktionen räumlich zusammen auftreten,
- Mehrbetriebsunternehmen, diese sind Unternehmen, die in einem größeren Standortnetz verschiedener Betriebsstätten eingebunden sind, das heißt sie sind Betriebe von multiregionalen oder multinationalen Unternehmen und können funktionell folgendermaßen weiter differenziert werden:
 - * Stammbetriebe, diese repräsentieren den Unternehmenssitz oder das Unternehmenshauptquartier und müssen nicht unbedingt auch Produktionsstandorte sein,
 - * Tochterbetriebe, diese sind rechtlich selbständige Betriebe, die sich jedoch im Eigentum eines größeren Unternehmens befinden,
 - * Zweigbetriebe sind Betriebe, die ein Teil eines größeren Unternehmens sind, wobei der Unternehmenssitz an einem anderen Standort gelegen ist.

Alle diese genannten unterschiedlichen Betriebstypen haben verschiedene Voraussetzungen und Ressourcen bezüglich Inventions- und Innovationsaktivitäten. Einbetriebsunternehmen sind in der Regel Klein- bzw. Mittelbetriebe und haben daher meist eine nur gering ausgeprägte innerbetriebliche Spezialisierung der unterschiedlichen Unternehmensfunktionen (keine eigene F&E-Abteilung, Marktforschung etc.). Die Nachteile bzw. auch die Vorteile, denen Klein- und Mittelbetriebe in Bezug auf Inventions- und Innovationsaktivitäten unterworfen sind, wurden bereits diskutiert. Kleinere Unternehmen weisen zudem eine eher kleinräumigere Ausrichtung ihrer Kontakt- und Informationsnetzwerke auf, so daß sie bezüglich ihres Inventions- und Innovationspotentials eher von den innovationsrelevanten Standortbedingungen ihrer jeweiligen Region abhängig sind (Thwaites 1982, Tödting 1983). Demgegenüber haben Betriebe, die in einem Mehrbetriebsunternehmen eingebunden sind, im allgemeinen

günstigere Innovationsvoraussetzungen, da sie durch die internen Kontakt- und Informationsnetzwerke Zugang zu den größeren Ressourcen des Mutterunternehmens haben (wie etwa zentrale bzw. spezialisierte F&E-Abteilung, Marktforschungs- und Marketingstäbe, Patentabteilungen etc.). Allerdings ist die tatsächliche Inventions- und Innovationsaktivität von Mehrbetriebsunternehmen vom Status und der strategischen Rolle abhängig, die der Betrieb im Rahmen der intraunternehmerischen funktionalen und räumlichen Arbeitsteilung innehat. Im allgemeinen sind am Hauptsitz des Mehrbetriebsunternehmens die innovationsrelevanten Unternehmensfunktionen vollständig ausgeprägt bzw. überhaupt auf diesen Standort konzentriert (vgl. Malecki 1979), so daß erwartet werden kann, daß die Inventions- und Innovationsaktivitäten hier am stärksten ausgeprägt sind, während in Zweigbetrieben operative - oft ausgereifte und standardisierte - Funktionen konzentriert sind. Tochterunternehmen spielen in dieser skizzierten hierarchischen Arbeitsteilung eine Zwischenrolle, die je nach strategischer Konzeption und der organisatorischen Gliederung des Mehrbetriebsunternehmens mit mehr oder weniger der genannten innovationsrelevanten Unternehmensfunktionen ausgestattet sind.

3.2. Regionale Bedingungen für die betrieblichen Inventions- und Innovationsaktivitäten

In den 70er Jahren begann das Interesse an Fragen der Auswirkungen des technologischen Wandels auf die Regionalentwicklung zu steigen: *"In recent years, the regional development implications of technological change have captured the interest of a growing body of researchers in geography, economics, and regional science."* (Oakey et al. 1982, 1073, vgl. auch Thwaites 1978, Oakey et al. 1980, Thwaites 1982, Fischer 1991, Cappelin und Nijkamp 1990). Die wissenschaftliche Behandlung und Aufarbeitung dieses Problems traf auch auf (regional)politisches Interesse, da sich durch strukturelle Änderungen der Weltwirtschaft die traditionelle "mobilitätsorientierte" Regionalpolitik in einer grundsätzlichen Krise befand (siehe Ewers und Wettmann 1978, Brugger 1980, Meyer-Krahmer 1980, Ewers und Wettmann 1980) und nach einer Neuorientierung der Regionalpolitik gesucht wurde.

Gerade einige eindrucksvolle Beispiele aus den USA und Großbritannien, wie z.B. die industrielle Bedeutungsverschiebung von den traditionellen Industriegebieten im Nordosten der USA (manufacturing belt) in den Westen bzw. in eher peripherere Gebiete oder die regionale Konzentration von High-tech-Betrieben in Südostengland fand große Beachtung und schien die Bedeutung regionaler Faktoren bzw. Einflüsse für

betriebliche Innovationsaktivitäten zu unterstreichen (siehe Norton und Rees 1979, Oakey et al. 1980).

Erste empirische Untersuchungen (siehe z.B. Taylor 1977, Thwaites 1978, Oakey et al., 1982, Thwaites 1982, Meyer und Kramer 1985) zeigten, daß signifikante regionale Unterschiede der betrieblichen Innovationstätigkeit bestehen, und es wurde die Frage laut ob die zu beobachtenden regionalen Unterschiede in den Innovationsaktivitäten der Betriebe einfach auf regionale Strukturunterschiede wie etwa der Größen- bzw. Branchenzusammensetzung zurückzuführen sind oder ob diese Unterschiede aufgrund spezifischer lokaler und regionaler Einflußfaktoren (Standortgegebenheiten) etc. auftreten (vgl. Kleinknecht und Poot 1992). Es wurde betont, daß die Voraussetzungen für erfolgreiche Innovationsprojekte regional sehr stark variieren und die Unterschiede in der Ausstattung der Regionen mit innovationsrelevanter Infrastruktur zumindest teilweise die empirisch beobachteten Unterschiede der Innovationsaktivitäten determinieren.

Prinzipiell ist es möglich zwei unterschiedliche und entgegengesetzte theoretische Ansätze zur Erklärung regional differenzierter betrieblicher Innovationsaktivitäten (bzw. die Intensität dieser Aktivitäten) zu identifizieren:

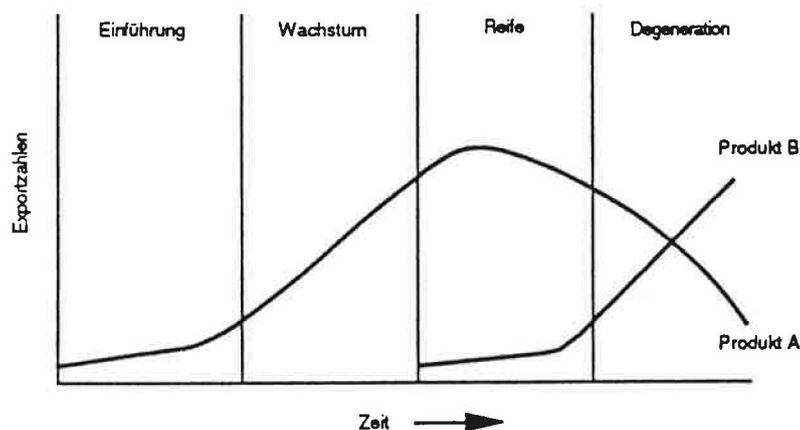
- a) Strukturelle Ansätze, die die - in empirischen Arbeiten immer wieder festzustellenden - regional unterschiedlichen Innovationsaktivitäten auf regional differenzierte betriebliche Strukturen (betriebsstrukturelle Merkmale der Betriebe, wie Größe, Branchenzugehörigkeit etc.) zurückführen. Den Standortfaktoren werden im Rahmen dieses Ansatzes keine direkten determinierenden Einflüsse auf das betriebliche Inventions- bzw. Innovationsverhalten zugesprochen. Dieser Ansatz führt regionale Unterschiede der Innovationsaktivitäten also nicht auf Unterschiede bezüglich der Faktorausstattungen der Regionen zurück, sondern auf regionale Unterschiede der betriebsstrukturellen "Zusammensetzung" der jeweiligen Industrie. Damit ist dieser Ansatz weniger ein regionalwissenschaftlicher, sondern vielmehr als ein industrieökonomischer (Tödtling 1990). Betriebsstrukturelle Merkmale, die als signifikant für betriebliche Innovationsaktivitäten gelten sind insbesondere die Branche, die Betriebsgröße und der organisatorische Status. Für Regionen mit einem hohen Anteil an Betrieben einer Branche mit großen technologischen Gelegenheiten sind demnach überdurchschnittliche Innovationsaktivitäten zu erwarten und vice versa. Selbiges gilt sinngemäß auch für die anderen betriebsstrukturellen Merkmale, gibt es z.B. einen positiven Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und Innovation, so ist für Regionen mit großbetrieblicher Struktur eine hohe Innovationsaktivität zu

erwarten. In Kapitel 4 wurde bereits ein Überblick über die industrieökonomische Diskussion über den Einfluß dieser Merkmale auf den Innovationsprozeß gegeben, sodaß sich hier nähere Bemerkungen erübrigen.

- b) Ansätze, die die unterschiedlichen "Standortfaktoren" für Innovation betonen, also postulieren, daß das Innovationspotential aufgrund verschiedener Standortgegebenheiten regional unterschiedlich ist, woraus sich die räumlich differenzierten Innovationsmuster - zumindest teilweise - erklären lassen.

Im Rahmen des letzteren Ansatzes kommt für die Erklärung regionaler Disparitäten der betrieblichen Inventions- und Innovationsaktivitäten der räumlichen Version der Produktzyklushypothese eine herausragende Rolle zu (Kleinknecht und Poot 1992). Eine wichtige Annahme des Produktzykluskonzeptes (siehe Vernon 1966, Rothwell und Zegveld 1985, Malecki 1991) besteht darin, daß jedes Produkt auf seinen Märkten im Laufe der Zeit einen spezifischen Alterungsprozeß durchläuft. Nach diesem Konzept werden meist vier Phasen oder Zyklen unterschieden: die Einführungsphase, die Wachstumsphase, die Reifephase und die Schrumpfungsphase (vgl. Abb. 15). Nach der Einführung des neuen Produktes (Innovation) auf dem Markt wachsen die Umsätze zuerst nur sehr zögernd und es sind weitere Verbesserungen und Anpassungen an die spezifischen Bedingungen bzw. Bedürfnisse des Marktes notwendig, so daß es durch Re-Innovationen zu Rückkoppelungen mit dem ursprünglichen Innovationsprozeß kommt bzw. kommen kann (Rothwell und Zegveld 1985).

Abb. 15: Idealtypischer Verlauf eines Produktlebenszyklus



Quelle: Rothwell und Zegveld (1985, 18)

Mit der Zeit beginnt sich das Produkt mehr und mehr auf dem Markt durchzusetzen, da zum einen der Bekanntheitsgrad bei den potentiellen Nachfragern laufend und exponentiell steigt (vgl. den logistischen Verlauf der Diffusionskurve wie in Kapitel 2.2 besprochen) und zum anderen durch die zahlreichen Produktverbesserungen bzw. Produktpassungen das Produkt auch mehr und mehr den sich differenzierenden Bedürfnissen des Marktes entspricht. Zudem werden auch laufend weitere potentielle Anwendungsbereiche erschlossen. Durch diese Effekte gelangt das Produkt nun in die Wachstumsphase, in der die Umsätze drastisch zunehmen. In der Reifephase wird die Sättigung erreicht und bei einer eventuellen substituierenden neuen Produktinnovation gerät das alte Produkt in die Schrumpfungphase, die dazu führen kann, daß das Produkt gänzlich vom Markt verdrängt wird.

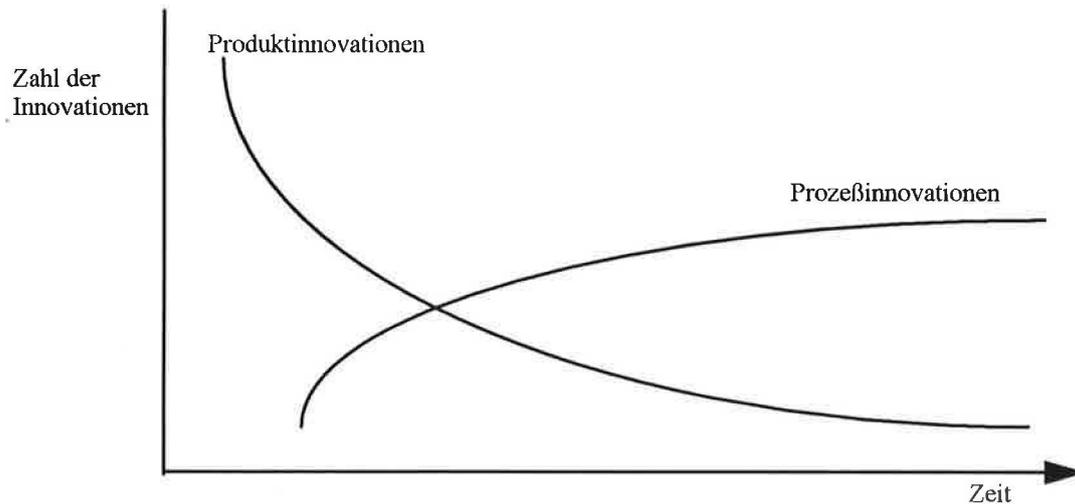
In der Einführungsphase des Produktzyklus dominieren vor allem die Produktinnovationsaktivitäten, da versucht wird, durch ständige Verbesserungen, wie auch durch unterschiedliche Produktversionen die - größtenteils noch unbekannt - Bedürfnisse der potentiellen Nutzer zu erfüllen, wodurch es zu zahlreichen unterschiedlichen Versionen kommt. In dieser Phase herrscht ein Wettbewerb über die Produkteigenschaften und die Produktqualität. Die Produkte sind höchstgradig kundenspezifisch und vielfach maßgeschneidert, so daß sehr enge und intensive Kommunikationsbeziehungen und daher (räumliche) Nähe zu Kunden eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg darstellen. Die Produktionsprozesse sind flexibel, sehr arbeitsintensiv und oft ineffizient, die Produktion wird getragen von Mehrzweck- oder Universalmaschinen. Das Anspruchsniveau bezüglich der Arbeitskräfte ist demnach sehr hoch.

In der Wachstumsphase verlagern sich die Innovationsaktivitäten von Produkt- zu Prozeßinnovationen (Abernathy und Utterback 1975, siehe Abb. 16) und es kommt zur Steigerung des Produktionsvolumens mithilfe von Serienfertigung. Neben dem Volumen erhöht sich auch die Produktivität, gleichzeitig wird die Standardisierung der Produktlinie vorangetrieben.

Durch diesen Übergang zur Serienfertigung verschiebt sich auch die Außenorientierung des Unternehmens von der Kundenorientierung hin zur Betonung der Lieferantenbeziehungen, da diese die zur Serienfertigung benötigten Spezialmaschinen liefern. Durch die wachsende Konkurrenz verringert sich der Spielraum für die Preise, so daß diese - auch bedingt durch die höhere Produktivität - im allgemeinen fallende Tendenzen aufweisen. Die Anforderungen an das Humankapital ändern sich und die Schlüsselposition verschiebt sich nun von der Entwicklungsabteilung zum Management.

Der Bedarf an Arbeitskräften nimmt generell zu, während das Anspruchsniveau auf die Qualität des Faktors Arbeit tendenziell abnimmt.

Abb. 16: Produkt- und Prozeßinnovationen einer Produktlinie im Verlauf des Produktlebenszyklus



Quelle: Abernathy und Utterback (1975)

In der Phase der Reife und Stagnation nimmt der Wettbewerb durch noch neu in den Markt eintretende Imitatoren weiter zu, was zur Strategie des Preiswettbewerbs durch Kostensenkung führt. Die Mechanisierung bzw. Automatisierung wird weiter vorangetrieben, so daß die Kapitalintensität tendenziell steigt, und die Standardisierung der Produktlinie weiter beschleunigt wird. Dadurch kommt es immer mehr zu einem rigiden Produktionssystem, das durch dessen struktureller Inflexibilität den Handlungsfreiraum für Innovationsaktivitäten einengt, in der Folge kommt es nur noch zu inkrementellen und weitgehend unbedeutenden Produkt- und Prozeßinnovationen (siehe Abb. 16). Die Qualifikationsmuster der Arbeitskräfte verschieben sich hin zu einfachen Tätigkeiten, für die Produktion werden hauptsächlich angelernte Arbeitskräfte benötigt.

Die räumliche Version der Produktzyklushypothese integriert nun explizit regionale Standortfaktoren der Innovation. Als wichtige innovationsrelevante regionale Standortvoraussetzungen und regionale Infrastrukturgegebenheiten werden in der regionalwissenschaftlichen Literatur folgende immer wieder genannt (siehe z.B. Ewers et al. 1980, Tödtling 1990, Fischer 1991 sowie den Überblick bei Malecki 1991):

- Vorhandensein hochqualifizierter Arbeitskräfte,
- Technische und wirtschaftliche Universitäten bzw. Forschungseinrichtungen,

- Produzentenorientierte Dienstleistungsbetriebe
- Agglomerationseffekte in Form von Lokalisations- bzw. Urbanisationsvorteilen
- Vorhandensein eines ausreichenden lokalen und regionalen Marktes ("kritische Masse"),
- Anspruchsvolle, qualitativ hochwertige Nachfrage auf den lokalen und regionalen Märkten,
- Zugangsmöglichkeiten zu innovationsrelevanter Information,
- Zugang zu Risikokapital (venture capital),

Die räumliche Version der Produktzyklushypothese geht von einem "Standortpfad" (Palme 1989) aus, dem eine Produkteinheit im Laufe seiner Entwicklung folgt, wobei die Hypothese im Vordergrund steht, daß Agglomerationen bzw. städtisch geprägte Regionen als Inkubationszentren (zur *"urban incubator hypothesis"* vgl. Davelaar und Njikamp 1987, Davelaar 1989) fungieren. Für die Produktion wird im Laufe des Produktzyklus ein "Durchsickern" (*"filtering down"* vgl. Erickson 1976, Norton und Rees 1979) in der regionalen Hierarchie erwartet. Dieser Prozeß des "filtering down" läßt sich folgendermaßen charakterisieren: In der Frühphase der Entwicklung (Innovation, Markteinführung) ist das Vorhandensein hochqualifizierten technisch-wissenschaftlichen Personals sowie der Zugang zu Information und die Quantität und Qualität an Kommunikationsbeziehungen entscheidend. Ebenso ist die Nähe zu den wichtigsten Absatzmärkten von Bedeutung, da durch laufende Produktmodifikationen rasch auf die spezifischen Marktnachfragebedingungen bzw. deren Änderungen reagiert werden muß (siehe oben). Diese Voraussetzungen sind in den Agglomerationen am besten erfüllt. Wird in Folge der Zunahme des Produktionsvolumens in der Wachstumsphase der Faktor Boden in der Agglomeration knapp oder zu teuer, verlagert sich die Produktion an den Rand der Agglomerationen (industrielle Suburbanisierung), während die Entscheidungszentralen wie auch die Standorte der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in den Agglomerationen verbleiben. Durch die steigende Bedeutung der Bezugsmärkte besteht auch die Tendenz, die Produktion an Standorte mit "optimaler" Erreichbarkeit zu verlagern. In der Reifephase wird die Verlagerungstendenz weiter beschleunigt, allerdings ist die dahinterliegende Determinante nun mehr und mehr der Faktor Arbeit. Durch die Ausreizung des Innovationspotentials liegt der Handlungsspielraum für weitere Kostensenkungen, die aufgrund des starken Preiswettbewerbes immer notwendiger werden, zunehmend im Bereich der Reduktion der Kosten des Faktors Arbeit, so daß die Produktion, insbesondere Produktionsbereiche, die durch fehlendes Mechanisierungs- und Automatisierungspotential arbeitsintensiv sind, dorthin ausgelagert werden, wo diese Faktorkosten niedrig sind, also wo ein großes Potential an billigen Arbeitskräften

vorhanden ist. Am Endpunkt der Entwicklung stehen demnach die peripheren Gebiete bzw. die Entwicklungs- und Schwellenländer.

3.3. Ein konzeptionelles Modell zur Analyse der betrieblichen Inventionsaktivitäten unter Verwendung von Patentdaten

Im folgenden sollen die der empirischen Analyse zugrundeliegenden theoretischen Konzeptionen anhand eines konzeptionellen Schemas näher diskutiert werden. Hierbei werden zunächst unterschiedliche "Typen" von Einflußfaktoren analytisch getrennt, von denen behauptet wird, daß sie eine jeweils spezifische Determinante für die Inventions- und Innovationstätigkeit eines Betriebes (hier verstanden als Patentanmeldung) abbilden. Diese können sich auf die Aktivitäten eines Betriebes positiv - im Sinne eines Anreizes - oder negativ - im Sinne einer Barriere - auswirken.

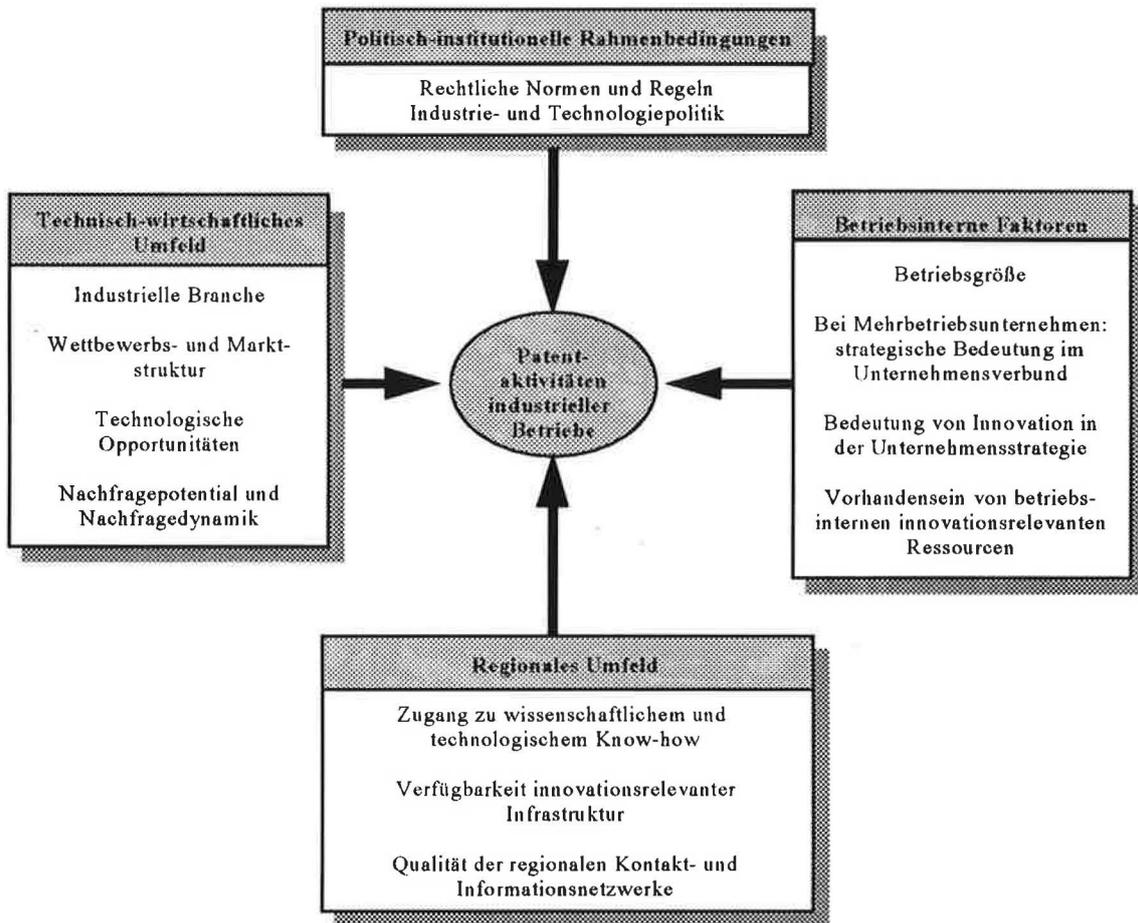
In dieser Analyse werden fünf verschiedene Kategorien von Determinanten für die Patentaktivität identifiziert (siehe Abb. 17):

- Faktoren, die das interne betriebliche Potential für Inventionsprojekte charakterisieren,
- Faktoren, die die Interaktionen des Betriebes mit seinem lokalen bzw. regionalen Umfeld beschreiben,
- Faktoren, die das Marktumfeld in dem der betreffende Betrieb operiert, beschreiben,
- Faktoren, die das "technologische Umfeld" der von einem Betrieb verwendeten Verfahrens- und Fertigungstechniken bzw. der erzeugten Produkte beschreiben,
- Faktoren, die den politisch-institutionellen Kontext unter dem der Betrieb tätig ist beschreiben.

Zu den betriebsinternen Faktoren können die Betriebsgröße, der organisatorische Status, die Qualifikation der Arbeitskräfte, die Ausstattung des Betriebes mit Produktionsmitteln, die Fertigungsorganisation, die unternehmerische Einstellung bzw. Verhaltensmuster gegenüber Innovation, die unternehmerischen Strategien (vgl. hierzu die Diskussion unterschiedlicher Strategietypen in Kapitel 4.1), das Vorhandensein

innovationsrelevanter Unternehmensfunktionen (wie z.B. Forschungs- und Entwicklungsabteilungen, Unternehmensplanung, Marktforschung und Marketing) etc. gerechnet werden.

Abb. 17: Ein konzeptionelles Modell der Determinanten der Inventionsaktivitäten von Industriebetrieben



Quelle: Fischer et al. (1994)

Betriebsexterne Faktoren sind der direkten Einflußnahme durch den Betrieb mehr oder weniger stark entzogen. Diese betriebsexternen Faktoren umfassen drei Kategorien von Determinanten:

- Das lokale/regionale Umfeld eines Betriebes umfaßt die Standortbedingungen bzw. die Faktorausstattung der Region, in der der Betrieb seinen Standort hat, insbesondere das Vorhandensein von innovationsrelevanten Faktoren (wie z.B. die Quantität und Qualität des regionalen Arbeitsmarktes) und Infrastrukturen (z.B. die Ausstattung mit Aus- und Weiterbildungseinrichtungen, Hochschulen und

Universitäten etc.). Daneben bezeichnet das regionale/lokale Umfeld aber auch sozioökonomische und kulturelle Charakteristika der Region.

- Das techno-ökonomische Umfeld umfaßt neben dem industriellen Sektor, dem der Betrieb zugeordnet ist, zum einen die Marktbedingungen bzw. den Wettbewerbsdruck, dem der Betrieb unterworfen ist, und zum anderen den jeweiligen Stand der Technik bzw. dessen zeitliche Entwicklung, wodurch das Vorhandensein bzw. das Ausmaß der technologischen Opportunitäten festgelegt wird.
- Dem politisch-institutionellen Umfeld kommt durch die direkten und indirekten Einflußmöglichkeiten des Staates ebenfalls Bedeutung zu (Rothwell und Zegveld 1985). Das nationale Innovationssystem (Lundvall 1988) bestimmt die Rahmenbedingungen für betriebliche Inventions- und Innovationsprozesse. Durch die nationale und regionale Technologie- und Innovationspolitik wirkt der Staat bzw. die öffentliche Hand z.B. durch Förderungen auch direkt auf Innovationsprozesse ein. Eine direkte Wirkung entsteht auch durch die staatliche Nachfrage, die durch Vorgaben von Standards Innovationen fördern kann. Indirekt spielen auch gesetzliche Normen etc. eine Rolle.

Betriebliche Inventions- und Innovationsprozesse können als das Ergebnis des Zusammenspiels dieser externen und internen Faktoren verstanden werden (Tödtling 1990). Alle genannten Faktoren befinden sich in einer Wechselwirkung, die von unterschiedlicher Intensität sein kann. Zum Beispiel können Klein- und Mittelbetriebe die Marktbedingungen meist nicht beeinflussen, sondern müssen sie als gegeben annehmen, während monopolistische Großbetriebe diese Bedingungen selbst gestalten. Die Marktstellung eines Betriebes determiniert die Bedeutung, die der Innovation im Rahmen der jeweiligen Unternehmensstrategie zukommt. Großbetriebe, insbesondere Mehrbetriebsunternehmen sind zudem unabhängiger von ihrem lokalen bzw. regionalen Umfeld als Klein- und Mittelbetriebe.

4. Empirische Ergebnisse

4.1 Empirische Datenbasis

In der vorliegenden Arbeit werden für die Analyse auf der Mikroebene verschiedene Datenquellen verwendet. Die Hauptdatenquelle stellt die Betriebs- und Produktdatenbank der Hauptabteilung für Technologieforschung des Österreichischen Forschungszentrums Seibersdorf dar. Sie umfaßt alle Betriebsstätten des produzierenden Sektors Österreichs (SIC 1000-1499, 1700-1799 und 2000-3999) mit 20 und mehr Beschäftigten sowie als zusätzliche Variable den Standort mit genauer Adresse, die Beschäftigten- und Umsatzzahl und die vier wichtigsten Produktgruppen auf Basis der SIC-Viersteller. Weiters lassen sich durch die bereits vorhandene Verknüpfung der betriebsbezogenen Daten mit der Welthandelsdatenbank der Vereinten Nationen, auf deren Basis ein System von Technikindikatoren aufgebaut wurde (siehe Gheybi et al. 1990), Aussagen für das technologische Umfeld, in dem der jeweilige Betrieb operiert, tätigen.

Die zweite wesentliche Datenquelle wurde dankenswerterweise vom Österreichischen Patentamt zur Verfügung gestellt und umfaßt alle Patentanmeldungen beim österreichischen Patentamt für den Zeitraum von 1987 bis 1989 sowie einige diese Patentanmeldungen näher charakterisierenden Informationen, wie Patentanmelder, Erfinder, Adresse des Patentanmelders, genauer Patentcode (der auch über das Jahr der Anmeldung Auskunft gibt), Herkunft des Patentanmelders (innerhalb Österreichs Bundesländercodes, außerhalb Österreichs internationale Ländercodes), eine Klassifikation des angemeldeten Patents auf Basis der IPC (International Patent Classification) sowie eine Kurzbeschreibung der Patentanmeldung. Der IPC-Code ist ein internationales standardisiertes System zur Klassifizierung von Patentschriften. Die IPC besitzt eine hierarchische Struktur von Sektionen, Untersektionen, Klassen, Unterklassen, Hauptgruppen und Untergruppen (siehe Abbildung 18).

Insgesamt umfaßt die IPC auf Ebene der Untergruppen gegenwärtig etwa 58.400 Technologiebereiche. In der hier verwendeten Datenbank geht die Information bezüglich der IPC bis zur einzelnen Unterklasse. Zusätzlich ist auch die Information enthalten, ob das Patent bereits erteilt wurde oder sich erst im Prüfungsstadium befindet. Allerdings muß im Rahmen dieser Arbeit auf diese Information verzichtet werden, das heißt es werden nur Patentanmeldungen berücksichtigt. Dies ist aufgrund des vorhandenen "time-

lags" zwischen Anmeldung und Erteilung notwendig. Dieser "time-lag" kann mehrere Jahre umfassen, der Median liegt zwischen zwei und drei Jahre.

Abb. 18: Das hierarchische Klassifikationsschema der International Patent Classification (IPC) anhand eines Beispiels

| Hierarchische Stufe | IPC Symbol | Bezeichnung |
|---------------------|--------------|-------------------------------------|
| Sektion | B | Arbeitsverfahren; Transportieren |
| Klasse | B 64 | Luftfahrzeuge; Flugzeuge; Raumfahrt |
| Unterklasse | B 64 C | Flugzeuge; Hubschrauber |
| Hauptgruppe | B 64 C 25/00 | Start- bzw. Landgestelle |
| Untergruppe | B 64 C 25/02 | Fahrgestelle |

Quelle: Deutsches Patentamt (1979): Internationale Patentklassifikation.

Um zu einem konsistenten Datenset zu gelangen war es nun notwendig, die oben genannten Datenbanken zu verknüpfen und weiters die Möglichkeit offenzuhalten, Daten aus offiziellen Publikationen des Österreichischen Statistischen Zentralamtes einbeziehen zu können. Mithilfe eines Computerprogrammes wurden die Firmennamen und Adressen der Betriebs- und Produktdatenbank mit den Namen und den Adressen der Patentanmelder verglichen. Ergab sich hierbei eine Übereinstimmung wurde in die Patentdatenbank der entsprechende Firmencode der Betriebs- und Produktdatenbank hinzugefügt. Um eventuell vorhandene Fehler bei der Schreibweise der Namen in den zwei verschiedenen Datenbanken (z.B. Maier statt Meier oder Ges.m.b.H. statt G.m.b.H. etc.) von vornherein auszuschalten wurden in das Programm bereits einige Prozeduren eingebaut. Trotzdem war es notwendig, sämtliche durchgeführte matches (wie auch nicht durchgeführte) händisch zu überprüfen. Nach Beendigung dieser Prozeduren war es dann möglich, die relevanten Teile der Patentdatenbank über den gemeinsamen Firmencode in die Betriebs- und Produktdatenbank einzuspielen.

Die nun mit den Patentinformationen erweiterte Betriebs- und Produktdatenbank des Forschungszentrums Seibersdorf enthält schließlich 4559 Firmen des Produktionssektors, wobei davon 374 Firmen zwischen 1987 und 1989 2023 Patente anmeldeten. Durch einfache Aggregation ist es durch diese Datenbank nun möglich nicht nur auf der Firmenebene, sondern auch auf der Branchen- oder Regionalebene Aussagen zu treffen. Allerdings muß in diesem Zusammenhang betont werden, daß durch die hier vorgenommene Methode des "Datenmatching" nur die Generierung neuen technischen Wissens erfaßt wird, im Sinne einer "...'*origin*' classification" (Griliches 1990, 1668). Das "Verwendungspotential" dieses neuen technischen Wissens kann daher im Rahmen dieser Arbeit nicht analysiert werden. Derartige Versuche wurden beispielsweise in den USA unternommen: Das Office of Technology Assesment and Forecast (OTAF) des

Amerikanischen Patentamts hat in den 70er Jahren versucht eine Zuordnung der Patentklassifikation auf Ebene der Unterklasse zu den SIC-3-Stellern vorzunehmen, wobei - unabhängig von der Branche des Patentanmelders - die Patente jenen Branchen zugeordnet wurden, wo ein potientiell Anwendungspotential zu erwarten ist (Griliches 1990).

An dieser Stelle soll auch auf eine wesentliche und schwerwiegende Einschränkung des vorhandenen Datenmaterials hingewiesen werden, nämlich das Fehlen von betrieblichen Forschungs- und Entwicklungsausgaben. Dadurch ist es im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich einen empirischen Beitrag zum Verhältnis zwischen F&E-Aufwendungen und Patentaktivitäten in Österreich zu liefern. Diesem Verhältnis wird in einschlägigen internationalen empirischen Studien breiter Raum gewidmet (z.B. die Frage nach "increasing or diminishing returns to R&D" etc., vgl. für einen Überblick Basberg 1987, Griliches 1990, als Beispiel für eine empirische Arbeit Bound et al. 1984).

4.2. Empirische Ergebnisse: Ein erster Überblick

Im Rahmen dieses Unterkapitels soll eine deskriptive Analyse des Zusammenhangs von betriebsstrukturellen Merkmalen und der Patentaktivitäten in Form einfacher Kreuztabulationen gegeben werden. Hierbei werden insbesondere einige im Rahmen der Neo-Schumpeterianischen Tradition postulierte Zusammenhänge zwischen betriebsstrukturellen Charakteristika und Invention empirisch untersucht. Weiters wird in diesem Unterkapitel versucht, die Ursachen eventuell zu beobachtender regionaler Disparitäten der betrieblichen Inventionsaktivitäten mit Hilfe einer Komponentenanalyse zu erfassen. Hierbei steht die Frage im Vordergrund, ob die Inventionsaktivitäten der Betriebe in unterschiedlichen Regionstypen aufgrund regionaler Variationen der Industriestruktur (Größen- und/oder Brancheneffekte) oder aufgrund von spezifischen regionalen bzw. standörtlichen Gegebenheiten resultieren (vgl. Tödtling 1990).

Für die Analyse betriebsgrößenspezifischer Unterschiede hinsichtlich der Patentaktivitäten wird von folgenden Betriebsgrößenklassen ausgegangen: 20-49 Beschäftigte (Kleinbetriebe), 50-99 (mittlere Kleinbetriebe), 100-199 Beschäftigte (kleinere Mittelbetriebe), 200-499 (größere Mittelbetriebe) und Betriebe mit 500 und mehr Beschäftigte (Großbetriebe). Aufgrund der vorhandenen Daten muß auf die Gruppe der Kleinstbetriebe mit unter 20 Beschäftigten verzichtet werden. Im Gegensatz zu anderen Analysen (z.B. Fischer und Menschik 1994) wurde dagegen die Gruppe der Mittelbetriebe in zwei Klassen geteilt, da einige empirische Analysen zeigen, daß gerade

die Größenklasse der Mittelbetriebe in ihrer 'internen' Größenstruktur bezüglich ihres Inventions- und Innovationsverhaltens sehr heterogen ist (vgl. Rothwell und Zegveld 1982). Für einige spezifische Analysen mußte allerdings - aus Gründen der statistischen Aussagekraft - auf diese genauere Differenzierung der Klasse der Mittelbetriebe verzichtet werden.

Bei Betrachtung des Einflusses der Unternehmensgröße über alle Industriesektoren hinweg (siehe Tab. 2) läßt sich zunächst ein deutlich positiver Zusammenhang zwischen Größe und Patentaktivität feststellen. Der Anteil patentierender Betriebe an der Gesamtzahl aller Betriebe steigt kontinuierlich von nur 3,85 % in der Größenklasse von 20 bis 49 Beschäftigten bis zu 35,22 % bei den Betrieben mit 500 und mehr Beschäftigten an. Die Dominanz der Großbetriebe hinsichtlich der Patentanmeldungen wird auch deutlich beim Vergleich deren Anteils an allen Patenten, der 60,5 % beträgt, mit der generellen Betriebsgrößenstruktur Österreichs. Nur 5,1 % aller österreichischen Industriebetriebe haben 500 und mehr Beschäftigte. Diese Dominanz ergibt sich aus zwei Faktoren:

- wie in Tab. 2 gezeigt wird, steigt der Anteil der Betriebe, die Patentaktivitäten unternehmen, überproportional mit der Betriebsgröße an,
- patentierende Großbetriebe melden durchschnittlich mehr Patente an als patentierende Klein- und Mittelbetriebe.

Tab. 2: Die Patentaktivitäten der österreichischen Industrie 1987 bis 1989 nach Betriebsgrößenklassen

| Betriebs- größenklasse | Betriebe | | Patent- anmeldungen | | patentierende Betriebe | | Patent- anmeldungen je 1000 Beschäftigte |
|---------------------------|----------|-------|------------------------|-------|---------------------------|------|--|
| | abs. | % | abs. | % | abs. | % | |
| 20-49 | 2274 | 49,9 | 187 | 9,2 | 86 | 3,8 | 2,7 |
| 50-99 | 1025 | 22,5 | 119 | 5,9 | 63 | 6,2 | 1,7 |
| 100-199 | 604 | 13,2 | 160 | 7,9 | 59 | 9,8 | 2,0 |
| 200-499 | 422 | 9,3 | 366 | 18,1 | 85 | 20,1 | 2,8 |
| 500 und mehr | 234 | 5,1 | 1196 | 58,9 | 81 | 34,6 | 4,5 |
| Summe | 4559 | 100,0 | 2023 | 100,0 | 374 | 8,2 | 3,3 |

Quelle: Österreichisches Patentamt; Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf; eigene Berechnungen

In Tab. 3 und 4 ist letzterer Faktor näher dargestellt. Während nur zwei Betriebe mit 20 bis 99 Beschäftigten (das sind 1,3 % aller in dieser Beschäftigtengrößenklasse patentierender Betriebe) im Beobachtungszeitraum elf oder mehr Patente anmeldeten, sind es bei den Großbetrieben mit 500 und mehr Beschäftigten 28 Betriebe (34,5 %). 70

% aller Betriebe, die elf oder mehr Patente anmelden sind Großbetriebe mit 500 und mehr Beschäftigte. Umgekehrt ist dieser Zusammenhang bei den Betrieben mit nur einem Patent, wo die Kleinbetriebe mit 20 bis 99 Beschäftigte einen Anteil von 55 % aufweisen. Die Mittelbetriebe (100 bis 499 Beschäftigte) dominieren die Klasse von zwei bis zehn Patentanmeldungen mit einem Anteil von 58,6 % aller Patentanmeldungen in dieser Klasse.

Tab. 3: Die Zahl patentierender Betriebe nach Betriebsgrößenklassen und Zahl der Patente 1987 bis 1989

| Betriebs- größenklasse | Zahl der Patentanmeldungen | | | | Summe |
|---------------------------|------------------------------------|------------|-----------|-----------|------------|
| | Anzahl der patentierenden Betriebe | | | | |
| | 1 | 2-5 | 6-10 | 11- | |
| 20-99 | 89 | 53 | 5 | 2 | 149 |
| 100-499 | 59 | 58 | 17 | 10 | 144 |
| 500 und mehr | 14 | 32 | 7 | 28 | 81 |
| Summe | 162 | 143 | 29 | 40 | 374 |

Quelle: Österreichisches Patentamt; Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf; eigene Berechnungen

Noch eindrucksvoller zeigt sich die überragende Stellung der patentintensiven Großbetriebe bei Betrachtung der Tabelle 4, in der die absolute Anzahl der Patentanmeldungen in Beziehung zu drei Beschäftigtengrößenklassen und den Patentgrößenklassen, die diese Betriebe anmelden, gesetzt wird. Jene 28 Großbetriebe, die elf und mehr Patente anmelden, haben einen österreichweiten Anteil von 52 % aller Patentanmeldungen in den Jahren von 1987 bis 1989. Hingegen haben jene 161 Betriebe, die im Beobachtungszeitraum nur eine Patentanmeldung tätigten, einen Anteil an allen Patentanmeldungen von lediglich 7,8 %.

Die Bestätigung der Neo-Schumpeterianischen Hypothese des überproportional positiven Zusammenhangs zwischen Größe und Patentaktivität muß allerdings verworfen werden, wenn die Zahl der Patente auf die Zahl der Beschäftigten bezogen wird, also der Indikator Patentintensität herangezogen wird (vgl. Tab. 2). Es zeigt sich ein charakteristischer U-förmiger Zusammenhang, wie er auch von Bound et al. (1984) für F&E-Aufwendungen und Pavitt et al. (1987) für den Innovationsoutput, gemessen in Form von "innovation counts" festgestellt wurde (vgl. auch Fischer und Menschik 1991). Allerdings ist diese "U-Kurve" asymmetrisch, die Betriebe mit 500 und mehr Beschäftigten haben mit einer Zahl von 4,54 Patenten pro 1000 Beschäftigte den höchsten Wert, das Minimum weisen die kleineren Mittelbetrieben (50-99 Beschäftigte) mit nur 1.73 Patente pro 1000 Beschäftigte auf.

Tab. 4: Zahl der Patentanmeldungen nach Betriebsgrößenklassen und Patentzahlklassen

| Größenklasse | Zahl der Patentanmeldungen | | | | |
|--------------|----------------------------|-----|------|------|-------|
| | 1 | 2-5 | 6-10 | 11- | Summe |
| 20-99 | 89 | 157 | 38 | 22 | 306 |
| 100-499 | 58 | 154 | 134 | 160 | 506 |
| 500 und mehr | 14 | 105 | 58 | 1068 | 1245 |
| Summe | 161 | 416 | 230 | 1250 | 2057 |

Quelle: Österreichisches Patentamt; Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf; eigene Berechnungen

Bisher wurde der Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und Patentaktivität über alle Industriesektoren hinweg betrachtet. In Kapitel 3.1 wurde jedoch festgestellt, daß aufgrund unterschiedlicher industriesektorenspezifischer technologischer Bedingungen, Marktverhältnisse aber auch unterschiedlicher Neigungen, Inventionen zu patentieren (Mansfield 1984, Acs und Audretsch 1990), das aggregierte Muster der Größe-Patente-Relation sich aus den verschiedenen branchenweisen Mustern dieses Zusammenhangs zusammensetzt. Das aggregierte Ergebnis ist also im wesentlichen eine Funktion der Branchenverteilung im verwendeten Datensatz, also in diesem Fall der österreichischen Branchenverteilung.

In Tab. 5 sind die Patentaktivitäten in Österreich nach 23 verschiedenen Industriesektoren (vgl. Appendix C für die Abgrenzung der Industriesektoren) dargestellt, wobei bezüglich der Darstellung das gleiche Schema angewandt wird wie in Tab. 2. Es zeigen sich beträchtliche Unterschiede zwischen den einzelnen Branchen, sowohl hinsichtlich der Anteile patentierender Betriebe an allen Betrieben als auch bei der Patentintensität. Das Faktum, daß einige wenige Branchen einen Großteil der Inventions- bzw. Innovationsanstrengungen (Dosi et al. 1990) für sich verbuchen, bestätigt sich auch bezüglich der Patentanmeldungen. Allerdings muß bezüglich des interindustriellen Vergleiches berücksichtigt werden, daß es zwischen den Branchen erhebliche Unterschiede in der Neigung zu patentieren gibt (Mansfield 1984, Acs und Audretsch 1990). Die Elektro-, chemische-, die Maschinen- und Stahlbau- sowie die Eisen- und Metallverarbeitende Industrie haben zusammen einen Anteil von 62 % aller Patente, während ihr Anteil an allen Betrieben hingegen nur 24 % und ihr Beschäftigungsanteil 34 % beträgt. Weiters weisen auch die Instrumente- und die Fahrzeugindustrie überdurchschnittliche Patentaktivitäten auf. Die Instrumenteindustrie weist - wird von der Eisenerzeugenden Industrie abgesehen, die aufgrund der starken Aktivitäten der VA-Stahl so hohe Werte aufweist - den höchsten Anteil an

patentierenden Betrieben auf. Beinahe jeder vierte Betrieb in diesem Sektor patentiert. Allerdings ist die Patentintensität nur knapp über dem österreichischen Durchschnitt, das heißt, es wird zwar in vielen Betrieben patentiert, allerdings gibt es jeweils nur wenige Patentanmeldungen pro Betrieb. Ebenso ist die Maschinen- und Stahlbauindustrie hervorzuheben in der ca. 21 % aller Betriebe patentieren. Die Patentintensität beträgt in diesem Sektor ca. das Zweifache des österreichischen Durchschnitts.

Tab. 5: Die Patentaktivitäten der österreichischen Industrie 1987 bis 1989 nach industriellen Sektoren

| Industriesektor | Betriebe | | Patent- anmeldungen | | Patentierende Betriebe | | Patent- anmeldungen je 1000 Besch. |
|------------------------------------|-------------|--------------|------------------------|--------------|---------------------------|------------|--|
| | abs. | % | abs. | % | abs. | % | |
| Bergbau | 125 | 2,7 | 5 | 0,2 | 4 | 3,2 | 0,4 |
| Lederproduzierende Industrie | 16 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| Lederverarbeitende Industrie | 68 | 1,5 | 40 | 2,0 | 12 | 17,7 | 3,3 |
| Gießerei | 35 | 0,8 | 13 | 0,5 | 4 | 11,4 | 3,0 |
| Nicht-Eisenmetallindustrie | 50 | 1,1 | 62 | 2,9 | 4 | 8,0 | 7,1 |
| Stahl- und Maschinenbauindustrie | 374 | 8,2 | 412 | 20,5 | 82 | 21,8 | 6,8 |
| Fahrzeugindustrie | 66 | 1,4 | 94 | 4,4 | 12 | 18,2 | 5,8 |
| Eisen- und Metallwarenindustrie | 386 | 8,5 | 332 | 16,4 | 56 | 14,4 | 6,3 |
| Elektro- und Elektronikindustrie | 185 | 4,1 | 361 | 17,8 | 27 | 14,6 | 5,5 |
| Instrumenteindustrie | 70 | 1,5 | 41 | 2,0 | 16 | 22,9 | 3,9 |
| Textilindustrie | 213 | 4,7 | 9 | 0,4 | 8 | 3,8 | 0,3 |
| Bekleidungsindustrie | 422 | 9,2 | 7 | 0,3 | 6 | 1,4 | 0,2 |
| Eisenerzeugende Industrie | 4 | 0,1 | 98 | 5,1 | 1 | 25,0 | 7,1 |
| Ölindustrie (inkl. Gummiindustrie) | 172 | 3,8 | 132 | 6,1 | 25 | 14,5 | 5,8 |
| Steine- und Keramikindustrie | 222 | 4,9 | 34 | 1,7 | 14 | 6,3 | 1,2 |
| Chemieindustrie | 192 | 4,2 | 146 | 7,5 | 30 | 15,6 | 5,3 |
| Glasindustrie | 46 | 1,0 | 2 | 0,1 | 2 | 4,4 | 0,5 |
| Papierherzeugende Industrie | 62 | 1,4 | 20 | 1,0 | 7 | 11,3 | 1,1 |
| Papierverarbeitende Industrie | 60 | 1,3 | 15 | 0,7 | 8 | 13,3 | 1,7 |
| Holzverarbeitende Industrie | 732 | 16,0 | 41 | 2,0 | 24 | 3,3 | 0,8 |
| Lebensmittelindustrie | 647 | 14,2 | 20 | 1,0 | 13 | 2,0 | 0,3 |
| Druckereien und Verlage | 268 | 5,8 | 5 | 0,3 | 5 | 1,9 | 0,2 |
| Sonstige | 144 | 3,2 | 144 | 7,1 | 18 | 12,5 | 8,6 |
| Summe | 4559 | 100,0 | 2023 | 100,0 | 374 | 8,2 | 3,3 |

Quelle: Österreichisches Patentamt; Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf; eigene Berechnungen

Obwohl die chemische- und die Elektroindustrie wie aus Tab. 5 ersichtlich ist, überdurchschnittliche Werte für die Patentaktivitäten aufweisen, muß die Stellung dieser beiden Sektoren relativiert werden. Studien aus anderen Ländern zeigen nämlich (vgl. Dosi et al. 1990), daß oben genannte Sektoren zu den inventions- und innovationsintensivsten gehören bzw. große technologische Opportunitäten bieten, was sich für Österreich bezüglich der Patentaktivitäten jedoch nicht bestätigen lassen kann. Besonders die chemische Industrie (und hier wiederum der Pharmazweig) gilt als gerade sehr patentintensiv, weil in diesem Sektor durch Patente Imitationen recht erfolgreich verhindert werden können. Zwar sind die Patentaktivitäten in der Chemieindustrie, wie

auch in der Elektroindustrie Österreichs über dem Durchschnitt, nehmen aber nicht - im Gegensatz zu anderen Ländern - eine führende Rolle im Vergleich zu anderen österreichischen Industriesektoren bezüglich der Patentaktivitäten ein. In Österreich patentieren nur 16 % aller chemischen Industriebetriebe, ein Anteil der beispielsweise weit unter denjenigen der Maschinen- und Stahlbauindustrie oder der Fahrzeugindustrie liegt. In der Elektroindustrie beträgt der Anteil patentierender Betriebe knapp 15 %. Dieser relativ niedrige Wert zeigt die - bezüglich der Patentaktivitäten - schlechte Position dieser Industrie an, was zum Teil auf den hohen Anteil von fremdbestimmten Zweigbetrieben in diesem Sektor zurückgeführt werden kann.

Betrachtet man die relative Patentintensität nach Branchen, die hier mit der Zahl der Patente pro 1000 Beschäftigte gemessen wird, so ergeben sich zum beschriebenen Muster bezüglich der Anteile patentierender Betriebe an allen Betrieben einige beträchtliche Verschiebungen. Die höchste Patentintensität weist die Nichteisen-Metallindustrie mit 7,1 Patentanmeldungen pro 1000 Beschäftigte auf, was hauptsächlich durch die beträchtliche Zahl an Patentanmeldungen der AMAG in Ranshofen hervorgerufen wird (von der Eisenerzeugenden Industrie, die ebenfalls einen Wert von 7,1 aufweist, soll hier abgesehen werden, da sich dieser Wert nur aufgrund der Aktivitäten der Voest-Alpine Stahl ergibt). An zweiter Stelle liegt die Maschinen- und Stahlbauindustrie mit einer Patentintensität von 6,8 Patentanmeldungen pro 1000 Beschäftigten. Überdurchschnittliche Werte weisen auch die Eisen- und Metallwaren-Industrie, die Fahrzeugindustrie, die Elektro- und Elektronikindustrie, die Ölindustrie, die Chemieindustrie und die instrumentenerzeugende Industrie auf. Anhand dieser Ergebnisse läßt sich deutlich erkennen, daß in diesen Sektoren besondere technologische Opportunitäten vorliegen.

In Kapitel 3.1 wurde betont, daß Größeneffekte branchendifferenziert auf das Inventions- und Innovationsverhalten wirken, was auf die unterschiedlichen Marktverhältnisse, technologische Opportunitäten, etc. zurückgeführt wird. In Tab. 6 wird das Ausmaß der Patentaktivitäten nach den 23 Industriesektoren und drei Beschäftigtengrößenklassen (20-99 Beschäftigte, 100-499 Beschäftigte, 500 und mehr Beschäftigte) dargestellt.

Es zeigt sich, daß das Muster des Zusammenhangs zwischen Größe und Inventionsaktivität zwischen den Branchen sehr differenziert ist. Bezüglich des Anteils patentierender Betriebe an allen Betrieben in der jeweiligen Branchen finden sich alle bereits in Kapitel 3.1 diskutierten Zusammenhänge zwischen den Größenklassen und den Patentaktivitäten. In der Mehrzahl der Branchen ist dieser Zusammenhang deutlich

positiv, das heißt größere Betriebe setzen eher Patentaktivitäten als kleinere. Allerdings variiert dieser Zusammenhang in seiner Stärke deutlich zwischen den einzelnen Branchen. In einigen industriellen Sektoren finden sich jedoch widersprüchliche Muster zum skizzierten generellen Trend des positiven Zusammenhangs zwischen Größe und Patentaktivitäten. In der Maschinen- und Stahlbauindustrie, in der Fahrzeugindustrie und in der Textilindustrie sind die Mittelbetriebe jene Betriebe, die am ehesten Patentaktivitäten setzen, während in der Gießerei- sowie in der Bekleidungsindustrie in Mittelbetrieben die geringsten Patentaktivitäten zu beobachten sind.

Tab. 6: Anteil patentierender Betriebe nach Betriebsgrößenklassen und industriellen Sektoren in Prozent

| Branche | Betriebsgrößenklassen | | |
|------------------------|-----------------------|---------|--------------|
| | 20-99 | 100-499 | 500 und mehr |
| Bergbau | 2,15 | 4,17 | 14,29 |
| Erdöl | 8,46 | 27,27 | 62,10 |
| Steine und Keramik | 5,06 | 7,55 | 22,22 |
| Glasindustrie | 3,03 | 7,69 | 0,00 |
| Chemische Industrie | 6,87 | 28,89 | 53,33 |
| Papierverz. Industrie | 0,00 | 22,22 | 27,27 |
| Papierverarb. Ind. | 3,13 | 17,39 | 60,00 |
| Holzverarb. Ind. | 1,78 | 14,02 | 16,67 |
| Nahrungsmittelind. | 0,31 | 5,66 | 9,52 |
| Ledererz. Industrie | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Lederverarb. Ind. | 13,89 | 20,00 | 33,33 |
| Gießereiindustrie | 18,54 | 0,00 | 50,00 |
| Nichteisenmetall Ind. | 0,00 | 0,00 | 80,00 |
| Maschinen- u. Stahlbau | 13,70 | 42,67 | 39,29 |
| Fahrzeugindustrie | 11,63 | 41,67 | 40,12 |
| Metallwarenind. | 9,19 | 23,08 | 50,00 |
| Elektroindustrie | 5,66 | 13,16 | 41,03 |
| Textilindustrie | 1,65 | 7,59 | 2,31 |
| Bekleidungsindustrie | 1,29 | 1,00 | 10,00 |
| Eisenerz. Ind. | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| Druckereien | 0,50 | 0,00 | 16,67 |
| Instrumente | 18,75 | 33,33 | 25,00 |
| Sonstige | 6,42 | 17,86 | 100,00 |

Quelle: Österreichisches Patentamt; Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf; eigene Berechnungen

Technologische Gelegenheiten differieren allerdings nicht nur zwischen den einzelnen Branchen, sondern auch innerhalb derselben zwischen den einzelnen Produkt- bzw. Technologiegruppen. Daher erscheint es für die Analyse des Einflusses technologischer Gelegenheiten auf die betrieblichen Inventionsaktivitäten angebracht, nicht nur branchenorientiert, sondern zusätzlich auch produktgruppenorientiert vorzugehen. Der hier verwendete Ansatz basiert auf den Indikator "Technologieintensität", der in den 70er Jahren vom Münchner Ifo-Institut entwickelt wurde (Scholz 1977) und in den 80er

Jahren vom Österreichischen Forschungszentrum Seibersdorf erweitert wurde (Fröhlich 1988, Schiebel und Botek 1990, Essletzichler und Schiebel 1993).

Die Technologieintensität mißt den Anteil der Entwicklungs- und Schwellenländer in einer Produktgruppe (SITC-4- und 5-Steller) am Weltexportwert und ist zwischen 0 und 6 normiert, wobei die Technologieintensität indirekt proportional zum Weltexportmarktanteil der Entwicklungs- und Schwellenländer ist. Eine Technologieintensität von 0 bedeutet daher einen sehr hohen Anteil der Entwicklungs- und Schwellenländer, während eine Technologieintensität von 6 demgemäß einen sehr niedrigen Anteil der Entwicklungs- und Schwellenländer am Weltexportmarkt beinhaltet. Hinter dem Indikator Technologieintensität steht die produktzyklustheoretische Annahme, daß technologisch hochwertige Güter hauptsächlich in den Industrieländern produziert werden bzw. auch von diesen exportiert werden. Je höher nun der Anteil der Entwicklungs- und Schwellenländer am Weltexportmarkt in einer bestimmten Produktgruppe ist, so wird argumentiert, desto niedriger ist der technologische "Gehalt" in dieser Produktgruppe.

In Tab. 7 sind die betrieblichen Patentaktivitäten in Abhängigkeit von sechs Klassen unterschiedlicher "Technologieintensität" dargestellt. Es zeigt sich daß zwischen beiden hier verwendeten Indikatoren der Patentaktivität - Anteil patentierender Betriebe und Zahl der angemeldeten Patente pro tausend Beschäftigte und der Höhe der "Technologieintensität" - ein deutlich positiver Zusammenhang besteht. Der Anteil patentierender Betriebe steigt von 3,8 % bei einer "Technologieintensität" unter 1,0 bis auf 14,7 % bei einer "Technologieintensität" von 5,0 bis 6,0. Ebenso steigt die Patentintensität von 1,3 Patentanmeldungen pro tausend Beschäftigte auf 4,2 an. Dies zeigt, daß große technologische Gelegenheiten eine wichtige Stimulans für betriebliche Inventionsaktivitäten darstellen.

Der eindeutig positive Zusammenhang der Technologieintensität mit den Patentaktivitäten zeigt, daß österreichische Betriebe, die in Produktgruppen operieren, in denen ihre internationalen Mitbewerber eher aus anderen Industrieländern kommen, stärkere Inventionsaktivitäten durchführen, als jene Betriebe, die mit den Entwicklungs- und Schwellenländern konkurrieren. Dies deutet auf einen ausgeprägten technologieorientierten Wettbewerb zwischen Betrieben der ersteren Gruppe hin, wobei Inventionen einen bedeutenden Wettbewerbsfaktor darstellen. Hingegen ist die geringe Inventionstätigkeit bei Betrieben der zweiten Gruppe ein Anzeichen, daß hier alternative Wettbewerbsfaktoren dominierend sind, etwa Preiswettbewerb.

Tab. 7: Die Patentaktivitäten der österreichischen Industrie 1987 bis 1989 nach Technologieintensitätsklassen

| Technologieintensitätsklasse | Betriebe | | Patentanmeldungen | | Patentierende Betriebe | | Patentanmeldungen je 1000 Besch. |
|------------------------------|-------------|--------------|-------------------|--------------|------------------------|------------|----------------------------------|
| | abs. | % | abs. | % | abs. | % | |
| bis unter 1,00 | 640 | 14,1 | 64 | 3,2 | 24 | 3,8 | 1,3 |
| 1,00-1,99 | 671 | 14,7 | 231 | 11,1 | 37 | 5,5 | 1,4 |
| 2,00-2,99 | 1198 | 26,3 | 528 | 26,1 | 100 | 8,4 | 2,1 |
| 3,00-3,99 | 1221 | 26,8 | 535 | 26,4 | 122 | 10,0 | 3,4 |
| 4,00-4,99 | 645 | 14,1 | 513 | 25,4 | 64 | 10,1 | 3,9 |
| 5,00-6,00 | 184 | 4,0 | 152 | 7,5 | 27 | 14,7 | 4,2 |
| Summe | 4559 | 100,0 | 2023 | 100,0 | 374 | 8,2 | 3,3 |

Quelle: Österreichisches Patentamt, Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf, eigene Berechnungen

Für die Analyse der regionalen Variation hinsichtlich der Patentaktivitäten wurden vier unterschiedliche Regionstypen spezifiziert. Die Regionstypisierung lehnt sich im wesentlichen an jener von Palme (1989) an, wurde jedoch etwas verändert bzw. vereinfacht. Die vier Regionstypen sind folgende:

- Agglomeration Wien,
- Alte Industriegebiete,
- Periphere Regionen,
- Zentrale Bezirke.

Diese Regionstypisierung erscheint für die hier gewählte Fragestellung sinnvoll zu sein, da sie teilweise auf Elemente der räumlichen Version der Produktzyklushypothese zurückgreift und gerade dieses heuristische Konzept für die Erklärung des Zusammenhangs von Standortfaktoren und regionaler Inventions- und Innovationsintensität oft herangezogen wird (siehe Kapitel 3.2, Kleinknecht und Poot 1992). Demnach sollte der Agglomeration Wien die Rolle einer Inkubatorregion ("breeding place") mit dem höchsten Ausmaß an Patentaktivitäten zufallen, während für die peripheren Regionen das niedrigste Ausmaß erwartet werden kann. Die beiden anderen Regionstypen - zentrale Bezirke und alte Industriegebiete - sollten in etwa zwischen diesen Extrempositionen liegen.

In Tab. 8 sind wiederum zwei unterschiedliche "proxies" - Anteil patentierender Betriebe an allen Betrieben in einem Regionstyp und Zahl der Patentanmeldungen pro 1.000 Beschäftigte - der betrieblichen Inventionsaktivität in den vier Regionstypen angegeben. Es zeigt sich, daß hinsichtlich beider "proxies" zum Teil erhebliche regionale

Unterschiede festgestellt werden können. Betrachtet man die Zahl der angemeldeten Patente pro 1.000 Beschäftigte - als grobes Maß für die regionale Patentintensität - ergibt sich hinsichtlich der regionalen Disparitäten ein den oben formulierten Hypothesen bestätigendes Muster. Mit 4,2 Patenten pro 1.000 Beschäftigten weist die Agglomeration Wien die mit Abstand höchste Patentintensität auf, während die peripheren Regionen mit nur 2,5 Patenten pro 1.000 Beschäftigten - deutlich unter dem österreichischen Durchschnitt - an letzter Stelle liegen. Die zentralen Bezirke, wie auch die alten Industriegebiete haben mit 3,4 bzw. 3,1 Patentanmeldungen pro 1.000 Beschäftigte eine annähernd dem österreichischen Durchschnitt betragende Patentintensität.

Tab. 8: Die Patentaktivitäten der österreichischen Industrie 1987 bis 1989 nach Regionstypen

| Industriesektor | Betriebe | | Patent- anmeldungen | | Patentierende Betriebe | | Patent- anmeldungen je 1000 Besch. |
|-----------------------|----------|-------|------------------------|-------|---------------------------|------|--|
| | abs. | % | abs. | % | abs. | % | |
| Agglomeration Wien | 1086 | 23,8 | 45 | 31,9 | 93 | 8,6 | 4,2 |
| Zentrale Bezirke | 2297 | 50,4 | 1000 | 49,4 | 196 | 8,5 | 3,4 |
| Periphere Regionen | 1011 | 22,2 | 269 | 13,3 | 64 | 6,3 | 2,5 |
| Alte Industriegebiete | 165 | 3,6 | 109 | 5,4 | 21 | 12,7 | 3,1 |
| Summe | 4559 | 100,0 | 2023 | 100,0 | 374 | 8,2 | 3,3 |

Quelle: Österreichisches Patentamt, Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf, eigene Berechnungen

Für den zweiten Indikator - Anteil patentierender Betriebe - ergibt sich ein etwas abweichendes Bild. Die peripheren Regionen liegen mit einem Anteil von 6,3 % zwar nach wie vor an letzter Stelle bezüglich der Patentaktivitäten, was auch gemäß den a priori-Hypothesen zu erwarten war, überraschenderweise weisen jedoch die alten Industriegebiete mit 12,7 % den höchsten Wert auf. Allerdings kann der hohe Anteil patentierender Betriebe auf die spezifische Industriestruktur der alten Industriegebiete zurückgeführt werden, die durch eine ausgeprägte Dominanz an Großbetrieben charakterisiert ist. So beträgt der Anteil der Betriebe mit 500 und mehr Beschäftigten in den alten Industriegebieten 7 %, während er in den anderen Regionstypen lediglich zwischen 4,5 % und 5 % liegt, und da zwischen dem Anteil patentierender Betriebe und der Betriebsgröße ein positiver Zusammenhang besteht (wie weiter oben gezeigt wurde), führt dies ceteris paribus zu einem überdurchschnittlichen Anteil patentierender Betriebe in den alten Industriegebieten. Noch stärker wird dieser Strukturunterschied hinsichtlich der Betriebsgrößen zwischen den alten Industriegebieten und den anderen Regionstypen zieht man auch die größeren Mittelbetriebe (also jene die eine Beschäftigungszahl von 200 und mehr aufweisen) in Betracht. Ihr Anteil liegt in den

alten Industriegebieten bei 24 % gegenüber etwa 13 bis 14 % in den anderen Regionstypen.

In Kapitel 3.2 wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Ursachen der empirisch zu beobachtenden - und auch im Rahmen dieser Arbeit festgestellten - regionalen Unterschiede der Inventions- und Innovationstätigkeiten derzeit Gegenstand einer aktuellen Diskussion innerhalb der Regionalwissenschaft darstellt, wobei zum einen die Bedeutung der spezifischen standörtlichen Voraussetzungen bzw. Gegebenheiten betont wird und zum anderen die regionalen Unterschiede der Inventions- bzw. Innovationsaktivitäten auf die regional differenzierte Branchen- und Größenstruktur zurückgeführt wird und den standörtlichen Gegebenheiten ein - wenn überhaupt - nur geringfügiger Erklärungsanteil an den regionalen Disparitäten der Inventions- und Innovationstätigkeiten zugesprochen wird.

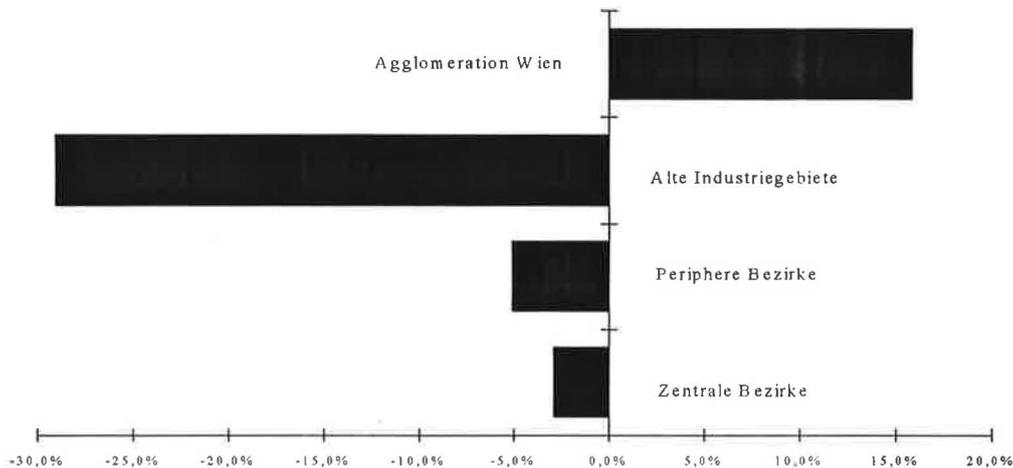
Zur Überprüfung oben genannter Fragestellung empfiehlt sich eine sogenannte Share-Analyse (siehe auch Harris 1988, Tödting 1990), die die zu erwartende regionale Patentaktivität unter der Annahme einer Gleichverteilung (hier nach Branchen und Größenklassen) über das Sample hinweg mit der tatsächlichen empirisch Beobachteten vergleicht. Es wird also im vorliegenden Fall die Anzahl der Patentanmeldungen in der Region i , der Größenklasse j und der Branche k , die unter der Annahme, daß in der Region i die Zahl der Patente pro 1.000 Beschäftigte in der Größenklasse j und der Branche k dem österreichischen Durchschnitt (in dieser Größenklasse und Branche) entspricht, dem tatsächlichen Wert gegenübergestellt. Durch Aufsummieren der erwarteten Patentanmeldungen über die jeweiligen Größenklassen und Branchen wird dann für jeden Regionstyp die Zahl der insgesamt erwarteten Patentanmeldungen ermittelt. Eventuelle Abweichungen können dann auf andere Faktoren als die Größen- und Branchenstruktur zurückgeführt werden, wobei unterstellt wird, daß diese Abweichungen aufgrund regionaler bzw. standörtlicher Faktoren resultieren.

In Abb. 19 sind die Ergebnisse der Share-Analyse für die vier Regionstypen dargestellt, wobei die prozentuelle Abweichung der beobachteten von der erwarteten Zahl der Patentanmeldungen dargestellt ist. Es zeigt sich, daß teilweise erhebliche Abweichungen von der empirisch zu beobachtenden Zahl der Patentanmeldungen zu der Zahl der theoretisch zu erwartenden bestehen.

In der Agglomeration Wien übertrifft der empirische Wert den erwarteten um ca. 16 %, während in den alten Industriegebieten dieser Wert um beinahe 30 % darunter liegt. Nur

sehr geringe Abweichungen hingegen lassen sich für die peripheren Regionen und für die zentralen Bezirke feststellen (ca. -5 % und -3 %).

Abb. 19: Die prozentuelle Abweichung der Zahl der beobachteten von der Zahl der erwarteten Patentanmeldungen nach Regionstypen - Ergebnisse einer Share-Analyse



Quelle: Österreichisches Patentamt, Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf, eigene Berechnungen

Die Ergebnisse der Share-Analyse zeigen also, daß zumindest für zwei Regionstypen, nämlich für die Agglomeration Wien und für die alten Industriegebiete die regionalen Abweichungen vom Österreichdurchschnitt bezüglich der Patentintensität nicht ausschließlich auf Variationen der regionalen Industriestruktur (Branchen- und Größenstruktur) zurückgeführt werden können. Die hohe positive Abweichung in der Agglomeration Wien kann als ein Hinweis auf den Einfluß eines hier vorhandenen stimulierenden "Innovationsklimas" (Standortgegebenheiten etc., siehe oben) interpretiert werden. Umgekehrtes gilt für die alten Industriegebiete, für die gezeigt werden kann, daß die leicht unterdurchschnittliche Patentintensität zumindest nicht ausschließlich durch die Dominanz von wenig patentintensiven Branchen erklärt werden kann, das heißt, daß in diesem Regionstyp innovationshemmende Faktoren vorzufinden sind. Das Beispiel der Alten Industriegebiete zeigt, daß zumindest nicht für alle Regionstypen, der Industriestrukturansatz (vgl. Kapitel 3.2) ausreichenden Erklärungsgehalt besitzt. Denn gerade in diesem Regionstyp sollte aufgrund der relativen Dominanz von Großbetrieben, wie aber auch aufgrund des Vorhandenseins von "patentintensiven" Branchen eine - unter Berücksichtigung durchschnittlichen (Österreichdurchschnitt) Patentierverhaltens - hohe Patentintensität gegeben sein. Daß dem nicht so ist, muß eben an anderen (regionalen) Faktoren liegen. Für das Beispiel der Alten Industriegebiete liegen eine Fülle von Ansätzen vor um dieses abweichende Bild erklären zu können, worauf in dieser Arbeit jedoch nicht näher eingegangen werden kann

(vgl. unter anderen Steiner und Belschan 1991, Hamm und Wienert 1990, Steiner 1985, Steiner und Posch 1985).

4.3. Operationalisierung des konzeptionellen Modells

Um das in Kapitel 3 vorgestellte konzeptionelle Modell empirisch zu überprüfen, wurde als statistisches Analyseverfahren der "logit model approach" (auch "logistic regression" genannt) gewählt. Dieses Verfahren, das zur Familie der diskreten Entscheidungsmodelle zählt (vgl. Fischer und Njikamp 1985, Mayer und Weiss 1990, Wrigley 1985) leistet alle folgenden für die empirische Testung vorausgesetzten Bedingungen (vgl. Fischer 1991, 16ff):

- es testet diskrete Entscheidungen auf der individuellen Ebene (hier ob der Betrieb im gegebenen Zeitraum ein Patent angemeldet hat oder nicht),
- es lassen sich als Determinanten sowohl metrische als auch kategoriale explanatorische Variablen (Nominal- und Ordinalskala) heranziehen,
- diese Determinanten gehen simultan in das Modell ein,
- es lassen sich postulierte Interaktionseffekte dieser Variablen ebenfalls empirisch überprüfen.

Im Rahmen dieser Analyse des betrieblichen Patentierverhaltens hat das binomiale Logit-Modell unter Verwendung einer dichotomen Responsevariable (Patentanmeldung ja: $j=1$, nein: $j=0$) folgende Form:

$$p_i(j=1) = \frac{\exp(z_i' \beta)}{(1 + \exp(z_i' \beta))} \quad i \in I \quad (1)$$

wobei

$$z_i' \beta = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k Z_{ik} \quad i \in I \quad (2)$$

$$z_i = (1, Z_{i1}, Z_{i2}, \dots, Z_{iK}) \quad i \in I \quad (3)$$

$$\beta' = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_K) \quad (4)$$

wobei p_i ($j=1$) die Wahrscheinlichkeit repräsentiert, daß ein Betrieb $i \in I$ (Sample der Unternehmen) ein Patent anmeldet. $Z_{ik} \cdot \beta_k$ ist ein unbekannter Parametervektor, dessen Werte geschätzt werden müssen. Die Schätzung der Parameterwerte erfolgt mithilfe der sog. Maximum-Likelihood-Schätzung (vgl. McFadden 1974).

Für die Analyse der Modellgüte ("Goodness-of-fit") kann ein sog. Pseudo-R² berechnet werden, der Likelihood -Ratio-Index, der folgendermaßen definiert ist:

$$\rho^2 = 1 - \log L(\beta) / \log L(\beta^H)$$

wobei $\log L(\beta)$ den Wert der log-Likelihood-Funktion bei ihrem Maximum bezeichnet und $\log L(\beta^H)$ den Wert der log-Likelihood-Funktion des Modells unter der Nullhypothese. Dieses "Goodness-of-fit"-Maß ist dann gleich Null, wenn gilt $\log L(\beta) = \log L(\beta^H)$ und $\rho^2 = 1$ wenn das Modell alle Entscheidungen korrekt abbildet.

Ein wesentlicher Schwachpunkt dieses Masses ist jedoch in der Tatsache begründet, daß der Wert des ρ^2 bei der Einbeziehung einer zusätzlichen erklärenden Variable immer steigt oder zumindest gleichbleibt. Daher wird der "adjusted rho-squared bar" folgendermaßen definiert:

$$\rho^2 = 1 - (\log L(\beta^H) - (K+1)) / \log L(\beta^H)$$

wobei (K+1) die Zahl der Parameter angibt.

Ein weiteres Gütemaß ist der Prozentanteil der richtigen "ex-post-Voraussagen" (der sogenannte "prediction success"). Dieser gibt jenen Prozentanteil an Beobachtungen an, für die das Modell die gleiche Entscheidung (in diesem Fall also Patentanmeldung ja/nein) voraussagt wie beobachtet wird. Ein weiteres oft verwendetes Goodness-of-Fit-Maß des Modells ist der sogenannte "rho-squared at market shares" der in Gleichung (7) den $\log L(\beta^H)$ durch den $\log L(\beta)$ unter Verwendung der Konstanten ersetzt. In den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften gelten Rho-Squared-Werte ab 0,20 bereits als Indiz für einen äußerst guten "Goodness-of-fit" des Modells.

Um die, den theoretischen Annahmen des konzeptionellen Modell zugrundeliegenden Zusammenhänge zu überprüfen, mußten aufgrund der vorhandenen Datenbasis zum Teil 'indirekte' Variable zur Operationalisierung dieses Modells herangezogen werden. Im folgenden soll die Auswahl der Variable kurz dargestellt bzw. begründet werden. Um die internen Faktoren des jeweiligen Unternehmens bzw. Betriebs abzubilden, mußte als einzige Variable die Unternehmensgröße (und zwar in Form des natürlichen Logarithmus) herangezogen werden. Zur Operationalisierungen anderer wichtiger Aspekte dieser Determinante (z.B. Unternehmensstrategie etc.) wären umfangreiche Primärerhebungen erforderlich gewesen, welche im Rahmen dieser Arbeit nicht geleistet werden konnten. Marktfaktoren werden mit insgesamt 23 'Branchendummies' (zur Definition der jeweiligen Faktoren auf Basis von SIC-Vierstellern vgl Appendix B) abgebildet. Das technologische Umfeld der Betriebe, das - neben der Branche - in einem wesentlichen Ausmaß die technologischen Opportunitäten eines Betriebes determiniert, wurde mit Hilfe von zwei Variablen abgebildet: Mit Hilfe des Indikators

'Technologieintensität', der die produktzyklustheoretische Konkurrenzsituation (Konkurrenz mit Industrie- oder Entwicklungs- und Schwellenländer) auf den internationalen Märkten in den jeweiligen Produktgruppen abbildet sowie mit einer Zuordnung zu High-tech-Betrieben wurde versucht das technologische Umfeld der Betriebe zu erfassen. Die standörtlichen Gegebenheiten wurden mit der bereits beschriebenen Regionstypisierung erfaßt.

4.4. Modellergebnisse

Im folgenden werden die Ergebnisse, die sich aus den diversen Modellrechnungen ergeben, diskutiert, wobei insbesondere die Frage im Vordergrund steht, inwieweit die empirischen Ergebnisse der Modellrechnungen mit den diversen in Kapitel 3 ausführlich diskutierten theoretisch postulierten Zusammenhängen korrespondieren.

Bei der Logit-Analyse wurde explorativ vorgegangen, das heißt es wurden - ausgehend von einem einfachen Basismodell - chronologisch mehrere Modellversionen berechnet. Jene Variablen, die keinen Beitrag zur Verbesserung der "Goodness-of-Fit"-Maße lieferten, wurden für weitere Modellversionen nicht mehr berücksichtigt. Insbesondere für die Auswahl jener Industriebranchen, die den größten Beitrag zur Verbesserung der Modellgüte lieferten, mußten zahlreiche Modellversionen berechnet werden. In Tab. 9 sind die Parameterschätzwerte der "besten" Modellrechnung angegeben.

Die Maße für die Modellgüte liefern einigermaßen akzeptable Werte. Zwar ist der Rho-Squared at Market-Shares (adjusted) mit 0,16 nicht besonders hoch, unter der Berücksichtigung der Verwendung von Individualdaten für sozialwissenschaftliche Sachverhalte reicht er jedoch durchaus für eine Interpretation der Ergebnisse aus. Der überaus hohe Wert für den "Prediction Success" mit knapp 94 % resultiert aus der extrem ungleichen Verteilung über die beiden Alternativen ja/nein.

In der endgültigen Modellrechnung wurden vier industrielle Sektoren explizit berücksichtigt: Maschinen- und Stahlbauindustrie (SIC 3511-3599), Instrumente und verwandte Produkte (SIC 3811-3873), also jene Branchen, die üblicherweise als innovative Branchen angesehen werden und zum "science-based-sector" gerechnet werden können (Pavitt 1984), sowie die "traditionellen" Sektoren mit geringen technologischen Opportunitäten und dadurch zu erwartender geringer Inventions- und Innovationsdynamik Textilien/Bekleidung (SIC 2211-2299 und 2311-2399) und die Nahrungsmittelindustrie (SIC 2011-2141).

Tabelle 9: Modellergebnisse der Logit Analyse (t-Werte in Klammer)

| Variable | Parameterschätzwerte | |
|--|----------------------|------------|
| Betriebsgröße (ln Beschäftigtenzahl) | 0,75 | (14,29)** |
| Technologieintensität | 0,14 | (5,76)** |
| Zentrale Bezirke | 0,21 | (1,56)* |
| High-tech Betriebe in der Agglomeration Wien | 0,56 | (3,43)** |
| Stahl- und Maschinenbau | 0,98 | (6,32)** |
| Instrumentenindustrie | 0,94 | (4,78)** |
| Textil- und Bekleidungssektor | -0,78 | (-5,19)** |
| Lebensmittelindustrie | -1,07 | (-4,43)** |
| Konstante | -6,22 | (-16,85)** |
| <hr/> | | |
| Log - Likelihood at Zero | | 1279,65 |
| Log - Likelihood at Constant | | 1214,45 |
| Log - Likelihood at Convergence | | 1029,16 |
| Rho - Squared at Market Shares (adjusted) | | 0,16 |
| Prediction Success | | 93,99 |
| <hr/> | | |
| Zahl der Beobachtungen | | 4559 |

** signifikant auf dem 0,05-Niveau, * signifikant auf dem 0,10-Niveau

Die Ergebnisse der Tab. 9 zeigen, daß die Betriebsgröße, definiert durch den natürlichen Logarithmus der Beschäftigtenzahl, ein signifikant dominanter Faktor zur Erklärung der Determinanten der Patentaktivitäten sind. Der Parameterschätzwert für die Betriebsgröße zeigt, daß mit zunehmender Betriebsgröße die Wahrscheinlichkeit ein Patent anzumelden stark steigt. Dies ist ein Hinweis darauf, daß die Schumpeterianische Hypothese vom Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und Invention/Innovation insofern gewisse Gültigkeit besitzt, als daß größere Betriebe eher dazu neigen, überhaupt derartige Aktivitäten durchzuführen (hier operationalisiert durch Patentanmeldungen).

Die zweite metrische Variable, die "Technologieintensität", weist ebenfalls einen signifikanten Parameterschätzwert auf. Auch hier ist das Vorzeichen positiv, also je höher die "Technologieintensität", desto höher die Wahrscheinlichkeit der Betriebe, ein Patent anzumelden. Daraus kann geschlossen werden, daß Betriebe, die auf dem Weltexportmarkt vermehrt in Konkurrenz mit Betrieben aus anderen hochentwickelten Industriestaaten treten, eher Inventionsaktivitäten in Form von Patentanmeldungen setzen als Betriebe, die mit Entwicklungs- und Schwellenländern konkurrieren. Dieses Ergebnis deutet auf einen verschärften technologischen Wettbewerb in diesen Produktgruppen hin, der die Unternehmen zu inventiven Aktivitäten zwingt. Dagegen weist die Tatsache, daß Unternehmen, die in Produktgruppen tätig sind, in denen die

Entwicklungs- und Schwellenländer einen relativ hohen Anteil auf dem Weltexportmarkt aufweisen, nur mit einer geringen Wahrscheinlichkeit Patentanmeldungen durchführen, darauf hin, daß der Wettbewerb in diesen Produktgruppen weniger über technologische Innovationen, sondern mehr über Marktpreise bzw. andere Wettbewerbsfaktoren (etwa Einsparungen auf der Produktionskostenseite) geführt wird.

Es zeigt sich, daß die explizit im Modell berücksichtigten Branchen ebenfalls signifikante Erklärungsfaktoren für das betriebliche Patentverhalten darstellen. Betriebe der Maschinen- und Stahlbaubranche sowie der Instrumentenindustrie weisen eine hochsignifikante größere Wahrscheinlichkeit auf, Patente anzumelden. Der Parameterschätzwert für die Maschinen- und Stahlbauindustrie ist mit 0,98 der höchste aller positiven Parameterschätzwerte. Dagegen weisen die Branchen Textilien/Bekleidung und die Nahrungsmittelindustrie negative Parameterschätzwerte auf, was zeigt, daß Betriebe dieser Branchen eine signifikant niedrigere Wahrscheinlichkeit eine Patentanmeldung zu tätigen als Betriebe in den Referenzkategorien. Der signifikante Einfluß der einzelnen Branchen auf die betrieblichen Patentaktivitäten ist zum einen Ausdruck der unterschiedlichen Neigung Inventionen patentrechtlich (Scherer 1984) zu schützen, und zum anderen ein Anzeichen für das äußerst differenzierte Ausmaß technologischer Opportunitäten in den jeweiligen Branchen (Pavitt 1984).

Bezüglich des Einflusses der Regionstypen auf die Wahrscheinlichkeit zu patentieren - operationalisiert durch regionale Dummies - muß festgehalten werden, daß nur die zentralen Bezirke - zumindest auf dem 0,10-Niveau - eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit für Patentaktivitäten aufweisen. Dies ist ein Hinweis, daß die beträchtlichen regionalen Unterschiede bezüglich des Anteils patentierender Betriebe, wie sie in der Darstellung der deskriptiven Ergebnisse in Kapitel 4.2 aufgezeigt wurden, zu einem Großteil nach dem Konstanthalten der regionalen Unterschiede betriebsstruktureller Merkmale (wie Branche, Betriebsgröße, Technologieintensität) verschwinden. Zu einem ähnlichen Ergebnis, unter Verwendung von betrieblichen F&E-Daten in ausgewählten Regionstypen und Branchen Österreichs, kommen auch Fischer und Menschik (1990). Eine empirische Studie aus den Niederlanden (Kleinknecht und Poot 1992) kommt ebenfalls zu einem vergleichbaren Ergebnis. Auch bei dieser Analyse "verschwanden" die regionalen Unterschiede sowohl der F&E-Aufwendungen als auch der Patentaktivitäten nach Konstanthalten der betriebsstrukturellen Merkmale.

Der signifikant positive Einfluß der interaktiven Variable "High-tech-Betriebe in der Agglomeration Wien" auf die Wahrscheinlichkeit zu patentieren läßt darauf schließen,

daß regionale Standortgegebenheiten "selektiv" wirken. Das heißt nur ein gewisser Betriebstyp, nämlich High-tech-Betriebe (das sind nach der hier verwendeten Definition Betriebe in forschungsintensiven Produktgruppen auf dem SIC-4-Stellerniveau nach der Definition von Glasmayer et al. 1983) kann die innovationsrelevante Faktorausstattung, wie sie in Agglomerationen typischerweise zu finden ist (Zugang zu Information, kritische Marktgrößen, Ausbildungsniveau der Arbeitskräfte, Synergieeffekte mit anderen Betrieben etc.) auch in konkrete Inventionen (hier durch Patentanmeldungen operationalisiert) umsetzen. Regionale Einflüsse dürften daher nur "indirekt" wirken: In Regionen mit "schlechter" innovationsrelevanter Faktorausstattung finden sich Betriebe mit strukturellen Merkmalen bezüglich Branche, Betriebsgröße und technologischen Wettbewerbsumfeld (operationalisiert durch die Technologieintensität) die nur eine geringe Wahrscheinlichkeit für die Setzung von Patentaktivitäten aufweisen.

5. Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, einen empirischen Beitrag zu den Inventions- und Innovationsaktivitäten in Österreich zu leisten. Inventions- und Innovationsaktivitäten wurden im Rahmen dieser Arbeit mit Daten über Patentanmeldungen in Österreich im Zeitraum von 1987 bis 1989 gemessen. Dabei wurde unterstellt, daß Patentanmeldungen einen geeigneten Indikator für die Erfassung von Inventionen darstellen und daher als Indikator für das Innovationspotential interpretierbar sind. Die Analyseebenen waren folgender Art:

- In einem Exkurs wurde die Stellung Österreichs im internationalen Technologiewettbewerb anhand von sekundärstatistischen Materials diskutiert, wobei als Datengrundlagen neben den laufend von der OECD publizierten Wissenschafts- und Technologiekenzzahlen auch Daten aus den Jahresberichten des Europäischen Patentamts herangezogen wurden.
- Eine zweite Analyseebene gab einen deskriptiven Überblick über die betrieblichen Inventionsaktivitäten der österreichischen Industrie, wobei diese Aktivitäten durch betriebliche Patentanmeldungen gemessen wurden. Im Mittelpunkt stand hier eine Analyse etwaiger regionaler Disparitäten in der Intensität der Patentaktivitäten und falls regionale Disparitäten bestanden, Ansatzpunkte zur Erklärung solcher zu liefern.
- Die dritte Ebene zielte auf die Determinanten des betrieblichen Inventionsverhaltens ab, wobei wieder Daten über Patentanmeldungen herangezogen wurden. Hierbei ging es um die Klärung der Frage, welche Determinanten für die Wahrscheinlichkeit, daß Betriebe überhaupt Patentaktivitäten setzen, von Bedeutung sind. Ein konzeptionelles Modell der Determinanten des betrieblichen Inventionsverhaltens wurde mit einem binomialen Logit-Modell-Ansatz getestet.

Die Ergebnisse der Analyse der Stellung Österreichs im internationalen Technologiewettbewerb zeigten, daß Österreich mehrere strukturelle Nachteile aufweist. Insbesondere sind im Vergleich zu anderen hochentwickelten Industrieländern die Aufwendungen für Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten relativ bescheiden. Zudem steigen die F&E-Aktivitäten mit einer geringeren durchschnittlichen Wachstumsrate als in vielen anderen OECD-Ländern, so daß sich der Abstand Österreichs noch weiter vergrößert. Auch hinsichtlich der Position bei den Patentanmeldungen (die ein grober Indikator für den Zuwachs an neuem technischen Wissen darstellen) ließen sich für Österreich strukturelle Defizite erkennen. In Österreich findet sich im internationalen

Vergleich eine eher geringere Neigung, im Inland entwickelte und angemeldete Patente, auch international zu verwerten. Weiters konnte gezeigt werden, daß ein hoher Anteil der Patentanmeldungen Österreichs am Europäischen Patentamt auf einige wenige Technologiebereiche entfällt und zwar in einem Ausmaß, wie es für kein anderes der hier betrachteten zehn OECD-Länder beobachtbar ist.

Wie erwähnt, stand bei der zweiten Analyseebene im Rahmen dieser Arbeit die Frage nach den regionalen Disparitäten der betrieblichen Patentaktivitäten im Mittelpunkt, wobei vor allem versucht wurde, die Frage nach den Ursachen dieser regionalen Disparitäten - industriestruktuell oder aufgrund von räumlichen bzw. regionalen Faktoren (Standortgegebenheiten) - zu beantworten. Hierfür wurden zunächst - in deskriptiver Weise - die Unterschiede der Patentaktivitäten nach verschiedenen strukturellen Eigenschaften der Betriebe (vor allem Betriebsgröße und Branche) analysiert. Es konnte gezeigt werden, daß beträchtliche regionale Unterschiede im Ausmaß der betrieblichen Patentaktivitäten bestehen. Mit Hilfe einer einfachen Share-Analyse wurde überprüft, ob sich diese beobachtbaren regionalen Unterschiede hinsichtlich der Patentaktivitäten auf regionale Unterschiede der Industriestruktur (Branchen- und Größenstruktur) zurückführen lassen. Die empirischen Ergebnisse der Share-Analyse zeigen, daß diese regionalen Disparitäten nicht ausschließlich durch regionale Variationen der Industriestruktur erklärt werden können, sondern, daß - zumindest für gewisse Regionstypen - regionale Gegebenheiten einen hemmenden bzw. stimulierenden Einfluß auf die betrieblichen Patentaktivitäten aufweisen.

Die dritte und letzte Analyseebene bezieht sich dann auf das betriebliche Patentierverhalten, und zwar derart, daß die Wahrscheinlichkeit, daß ein Betrieb Patentaktivitäten aufnimmt, mit Hilfe eines binomialen Logit-Modell-Ansatzes untersucht wurde. Als theoretische Grundlage diente ein konzeptionelles Modell des betrieblichen Patentierverhaltens (vgl. Fischer et al. 1994), das auf theoretischen und empirischen Erkenntnissen, welche in Kapitel 3 diskutiert wurden, beruht. Die empirischen Ergebnisse des Logit-Modells zeigen, daß die Betriebsgröße und die Branche, in der der Betrieb tätig ist, signifikante Erklärungsfaktoren für die Wahrscheinlichkeit der Aufnahme von Patentaktivitäten darstellen. Je mehr Beschäftigte ein Betrieb hat, desto wahrscheinlicher ist es, daß er - im gewählten Untersuchungszeitraum - ein Patent angemeldet hat. Ein weiterer signifikanter Faktor ist auch die technologische Wettbewerbssituation der Produktgruppe des Betriebes, die mithilfe des Indikators "Technologieintensität" gemessen wurde. Je höher die "Technologieintensität", desto eher meldet der Betrieb ein Patent an. Ein zentraler Faktor für Inventionsaktivitäten ist auch die Branche, in der der Betrieb tätig ist. Die

Branche determiniert zu einem Gutteil das wirtschaftliche Umfeld (Marktstruktur, Wettbewerbsverhältnisse, Nachfrageentwicklung) wie auch das technologische Umfeld. Die Frage, inwieweit regionale bzw. standörtliche Faktoren ausschlaggebend für die Inventions- und Innovationsaktivitäten eines Betriebes sind, kann mit Hilfe der Logit-Analyse nicht eindeutig geklärt werden. Ein direkter signifikanter Einfluß der vier im Rahmen dieser Arbeit betrachteten Regionstypen (Agglomeration Wien, zentrale Bezirke, alte Industriegebiete und periphere Regionen) auf die Wahrscheinlichkeit Patentaktivitäten durchzuführen, konnte nicht festgestellt werden. Allerdings zeigte sich, daß High-tech-Betriebe in der Agglomeration Wien eine signifikant größere Wahrscheinlichkeit Patentanmeldungen zu tätigen, aufweisen. Dies wird als ein Hinweis interpretiert, daß das regionale Umfeld selektiv wird. Offenbar können nur bestimmte Betriebstypen, nämlich "High-tech-Betriebe" vom überdurchschnittlichen Vorhandensein innovationsrelevanter Standortgegebenheiten profitieren, wie sie typischerweise in Agglomerationen anzutreffen sind.

Appendices

Appendix A - Abgrenzung von Technologiefeldern nach IPC-Klassen (Europäisches Patentamt)

| Titel der Technologiefelder | IPC | Beschreibung der IPC-Klassen |
|--|---|---|
| Landwirtschaft | A01 (ex. A01N) | Landwirtschaft; Forstwirtschaft; Tierzucht; Jagen, Fallenstellen; Fischfang |
| Nahrungsmittel und Tabak | A21 A22 A23 A24 | Backen; eßbare Teigwaren Metzgerei; Fleischverarbeitung; Geflügel- oder Fischverarbeitung Nahrungsmittel; ihre Behandlung, soweit nicht in anderen Klassen vorgesehen Tabak; Zigarren; Zigaretten; Utensilien für Raucher |
| Persönlicher Bedarf und Haushaltsgegenstände | A41 A42 A43 A44 A45 A46 A47 | Bekleidung Kopfbekleidung Schuhwerk Kurzwaren; Schmucksachen Hand- und Reisegeräte Borstenwaren Möbel; Haushaltsgegenstände oder -geräte; Kaffeemühlen; Gewürzmühlen; Staubsauger allgemein |
| Gesundheitsw. u. Vergnügungen | A61 A62 A63 (ex A61K) | Medizin und Tiermedizin; Hygiene Lebensrettung; Feuerbekämpfung Sport; Spiele; Vergnügungen |
| Präparate f. medizinische Zwecke | A61K | Präparate für medizinische, zahnärztliche oder kosmetische Zwecke |
| Trennen und Mischen | B01 B02 B03 B04 B05 B06 B07 B08 B09 | Physikalische o. chem. Verfahren o. Vorrichtungen allgemein Brechen, Pulverisieren o. Zerkleinern; Vorbehandlung von Getreide für die Vermahlung Naßaufbereitung oder Aufbereitung mittels Luftsetzmaschinen oder Luftherden; magnetische oder elektrostatische Scheidung Mit Zentrifugalkräften arbeitende Apparate oder Maschinen zum Durchführen physikalischer oder chemischer Verfahren Versprühen oder Zerstäuben allgemein; Aufbringen von Flüssigkeiten o. anderen fließfähigen Stoffen auf Oberflächen allgemein Erzeugen oder Übertragen mechanischer Schwingungen allgemein Trennen fester Stoffe von festen Stoffen; Sortieren Reinigen Beseitigung von festem Abfall |
| Formgebung I | B21 B22 | Mechanische Metallbearbeitung ohne wesentliches Zerspanen des Werkstoffs; Stanzen von Metall Gießerei; Pulvermetallurgie |

| | | |
|---|--|--|
| | B23 | Werkzeugmaschinen; Metallbearbeitung, soweit nicht anderweitig vorgesehen |
| Formgebung II | B24 B25 B26 B27 B28 B29 B30 B32 | Schleifen; Polieren Handwerkzeuge; tragbare Werkzeuge mit Kraftantrieb; Werkbankeinrichtungen; Manipulatoren Handschnidwerkzeuge; Schneiden; Trennen Bearbeiten oder Konservieren von Holz oder ähnlichem Werkstoff; Nagelmaschinen oder Klammermaschinen allgemein Verarbeiten von Zement, Ton und Stein Verarbeiten von Kunststoffen; Verarbeiten von Stoffen in plastischem Zustand allgemein; Verarbeiten von Stoffen, soweit nicht anders vorgesehen Pressen Schichtkörper |
| Druckerei | B41 B42 B43 B44 | Drucken; Liniermaschinen; Schreibmaschinen; Stempel Buchbinderei; Alben; [Brief-]Ordner; besondere Drucksachen Schreib- und Zeichengeräte; Bitrozubehör Dekorationskunst oder -technik |
| Transportieren I | B60 B61 B62 B63 B64 | Fahrzeuge allgemein Eisenbahnen Gleislose Landfahrzeuge Schiffe und sonstige Wasserfahrzeuge; dazugehörige Ausrüstung Luftfahrzeuge; Flugwesen; Raumfahrt |
| Transportieren II | B65 B66 B67 B68 | Fördern; Packen; Lagern; Handhaben dünner oder fadenförmiger Werkstoffe Heben; Anheben; Schleppen [Hebezeuge] Handhaben von Flüssigkeiten Sattlerei; Polsterei |
| Anorganische Chemie | C01 C02 C03 C04 C05 C30 | Anorganische Chemie Behandlung von Wasser, kommunalen und industriellem Abwasser oder von Abwasserschläm Glas; Mineral- und Schlackenwolle Zemente; keramische Massen usw.; Schall- oder Wärmeschutzmassen Düngemittel; deren Herstellung Züchten von Kristallen |
| Organische Chemie | C07 A01N | Organische Chemie Konservieren von Körpern von Menschen, Tieren, Pflanzen oder deren Teilen; Biozide, z.B. als Desinfektionsmittel, als Pestizide, als Herbizide; Mittel zum Vertreiben oder Anlocken von Schädlingen; Mittel zum Beeinflussen des Pflanzenwachstums |
| Organische makromolekulare Verbindungen | C08 | Organische makromolekulare Verbindungen; deren Herstellung oder chemische Verarbeitung; Massen auf deren Grundlage |

| | | |
|---|-----|---|
| Farbstoffe, Mineralöle, tierische u. pflanzliche Öle | C09 | Farbstoffe; Anstrichstoffe; Polituren; Naturharze; Klebstoffe; verschiedene Zusammensetzungen; verschiedene Anwendungen von Stoffen |
| | C10 | Mineralöl-, Gas- und Koksindustrie; Kohlenmonoxid enthaltende technische Gase; Brennstoffe; Schmiermittel; Torf |
| | C11 | Tierische und pflanzliche Öle, Fette, fettartige Stoffe und Wachse; daraus gewonnene Fettsäuren; Reinigungs- mittel; Kerzen |
| Fermentierung, Zucker, Häute | C12 | Biochemie; Bier; Spirituosen; Wein; Essig; Mikrobiologie; Enzymologie; Mutation und genetische Techniken |
| | C13 | Zucker und Stärkeindustrie |
| | C14 | Häute; Felle; Pelze; Leder |
| Hüttenwesen | C21 | Eisenhüttenwesen |
| | C22 | Metallhüttenwesen; Eisen- oder Nichteisenlegierungen; Behandlung von Legierungen oder von Nichteisen- metallen |
| | C23 | Bearbeiten oder Behandeln von Metallen, ausgenommen Bearbeiten oder Behandeln mit mechanischen Mitteln; Überziehen von Werkstoffen mit Metallen; Inhibieren von Korrosion oder Verkrustung allgemein |
| | C25 | Elektrolytische o. elektrophoretische Verfahren; Vorrichtungen dafür |
| Textilien und biegsame Werkstoffe | D01 | Natürliche oder künstliche Fäden oder Fasern; Spinnen |
| | D02 | Garne; Mechanische Veredlung von Garnen oder Seilen; Schären oder Bäumen |
| | D03 | Weberei |
| | D04 | Flechten; Herstellung von Spitzen; Stricken; Posamenten; Nichtgewebte Stoffe |
| | D05 | Nähen; Sticken; Tuften |
| | D06 | Behandlung von Textilien und dgl.; Waschen; Biegsame Werkstoffe, soweit nicht anderweitig vorgesehen |
| | D07 | Seile; Kabel, außer elektrische Kabel |
| Papier | D21 | Papierherstellung; Gewinnung von Cellulose bzw. Zellstoff |
| | B31 | Herstellen von Gegenständen aus Papier; Papierverarbeitung |
| Bauwesen | E01 | Straßen-, Eisenbahn- oder Brückenbau |
| | E02 | Wasserbau; Grundbau; Bodenbewegung |
| | E03 | Wasserversorgung; Kanalisation |
| | E04 | Hochbau |
| | E05 | Schlösser; Schlüssel; Fenster- und Türbeschläge; Geldschränke |
| | E06 | Türen, Fenster, Fensterläden oder Rolläden allgemein; Leitern |
| Bergbau | E21 | Erd- oder Gesteinsbohren; Bergbau |
| Kraft- und Arbeitsmaschinen | F01 | Kraft- und Arbeitsmaschinen oder Kraftmaschinen allgemein; Kraftanlagen allgemein |
| | F02 | Brennkraftmaschinen; mit Heißgas oder Abgasen betriebene Kraftmaschinenanlagen |

| | | |
|-----------------------------------|-----|---|
| | F03 | Kraft- und Arbeitsmaschinen oder Kraftmaschinen für Flüssigkeiten; Wind-, Feder-, Gewichts- oder sonstige Kraftmaschinen; Erzeugen von mechanischer Energie oder Rückstoßenergie, soweit nicht anderweitig vorgesehen |
| | F04 | Verdrängerkraft- und Arbeitsmaschinen für Flüssigkeiten; Arbeitsmaschinen [insbesondere Pumpen] für Flüssigkeiten oder Gase, Dämpfe |
| Maschinenbau im allgemeinen | F15 | Druckmittelbetriebene Stellorgane; Hydraulik oder Pneumatik allgemein |
| | F16 | Maschinenelemente und -einheiten; allgemeine Maßnahmen für die ordnungsgemäße Arbeitsweise von Maschinen oder Einrichtungen; Wärmeisolierung |
| | F17 | Speichern oder Verteilen von Gasen oder Flüssigkeiten |
| Beleuchtung und Heizung | F21 | Beleuchtung |
| | F22 | Dampferzeugung |
| | F23 | Feuerungen; Verbrennungsverfahren |
| | F24 | Heizung; Herde; Lüftung |
| | F25 | Kälteerzeugung und Kühlung; Herstellung und Lagerung von Eis; Verflüssigung und Verfestigung von Gasen |
| | F26 | Trocknen |
| | F27 | Industrieöfen; Schachtofen; Brennöfen; Retorten |
| | F28 | Wärmetausch allgemein |
| Waffen; Sprengwesen | F41 | Waffen |
| | F42 | Munition; Sprengverfahren |
| | C06 | Sprengstoffe; Zündholzer |
| Instrumente I | G01 | Messen; Prüfen |
| | G02 | Optik |
| | G03 | Photographie; Kinematographie; Elektrographie; Holographie |
| Instrumente II | G04 | Zeitmessung |
| | G05 | Steuern; Regeln |
| | G06 | Berechnen; Rechnen; Zählen |
| | G07 | Kontrollvorrichtungen |
| | G08 | Signalwesen |
| Instrumente III | G09 | Unterricht; Geheimschrift; Anzeige; Reklame; Siegel- und Verschlusmarken |
| | G10 | Musikinstrumente; Akustik |
| | G11 | Informationsspeicherung |
| | G12 | Einzelheiten von Instrumenten |
| Kernphysik | G21 | Kernphysik; Kerntechnik |
| Elektrotechnik | H01 | Grundlegende elektrische Bauteile |
| | H02 | Erzeugung, Umwandlung oder Verteilung elektrischer Energie |
| | H05 | Elektrotechnik, soweit nicht anderweitig vorgesehen |
| Elektronik und Nachrichtentechnik | H03 | Grundlegende elektronische Schaltkreise |

Appendix B - Abgrenzung der Industriesektoren nach SIC-Vierstellern

| Industriesektor | SIC-Viersteller |
|---|-------------------------|
| Bergbau (inkl. Magnesitindustrie) | 1011-1499 |
| Ledererzeugende Industrie | 3111 und 3131 |
| Lederverarbeitende Industrie | 3142-3199 und 3361-3369 |
| Gießereiindustrie | 3321-3325 |
| Nicht-Eisenmetallindustrie | 3331-3357 |
| Stahl- und Maschinenbauindustrie | 3511-3599 |
| Fahrzeugindustrie | 3711-3799 |
| Eisen- und Metallwarenindustrie | 3411-3499 |
| Elektro- und Elektronikindustrie | 3612-3699 |
| Instrumentenindustrie | 3811-3873 |
| Textilindustrie | 2211-2299 |
| Bekleidungsindustrie | 2311-2399 |
| Eisenerzeugende Industrie | 3312 |
| Ölindustrie (inkl. Gummiindustrie) | 2911-3079 |
| Steine- und Keramikindustrie | 3241-3299 |
| Chemieindustrie | 2812-2899 |
| Glasindustrie | 3211-3231 |
| Papiererzeugende Industrie | 2611-2631 |
| Papierverarbeitende Industrie | 2641-2661 |
| Holzverarbeitende Industrie | 2411-2599 |
| Nahrungsmittelindustrie (inkl. Tabakind.) | 2011-2141 |
| Druckereien und Verlage | 2711-2795 |
| Sonstige | 3911-3999 |

Appendix C - Definition der High-tech-Produktgruppen nach Glasmayer, et al. 1983 (SIC-4-Stellerniveau)

| SIC | Bezeichnung der Produktgruppe |
|------|--|
| 2812 | Alkalien u. Chlor |
| 2813 | Industriegase, Trockeneis |
| 2816 | Anorganische Farbstoffe |
| 2819 | Anorg. Industriechemikalien |
| 2821 | Kunststoffe, -harze |
| 2822 | Synthetischer Gummi |
| 2823 | Kunstfasern aus Zellulose |
| 2831 | Biologische Produkte |
| 2833 | Chemische und Pflanzenprodukte |
| 2834 | Pharmazeutische Präparate |
| 2841 | Seife und Waschmittel |
| 2842 | Reinigungsmittel |
| 2843 | Oberflächenaktive Chemikalien |
| 2844 | Kosmetika, Parfums, Toilettartikel |
| 2851 | Farben u. Lacke, usw. |
| 2861 | Chemikalien aus Harz u. Holz |
| 2865 | Organische Farbstoffe |
| 2869 | Organische Industriechemikalien |
| 2873 | Stickstoffdünger |
| 2874 | Phosphatdünger |
| 2875 | Dünger, Abmischung |
| 2879 | Chemikalien f. d. Landwirtschaft, sonst. |
| 2891 | Klebstoffe, Dichtungsmittel |
| 2892 | Sprengstoffe |
| 2893 | Druckfarben |
| 2895 | Carbon Schwarz |
| 2899 | Chemische Produkte, sonst. |
| 2911 | Erdölraffinerien |
| 3031 | Gummirückgewinnung |
| 3482 | Munition (Handfeuerwaffen) |
| 3483 | Munition (außer Handfeuerwaffen) |
| 3484 | Handfeuerwaffen |
| 3489 | Waffen und Zubehör, sonst. |
| 3511 | Turbinen |
| 3519 | Verbrennungsmotoren, sonst. |
| 3531 | Baumaschinen |
| 3532 | Berbaumaschinen (außer Öl) |
| 3533 | Ölbohrmaschinen |
| 3534 | Aufzüge, Rolltreppen |
| 3535 | Fördergeräte |
| 3536 | Hebezeuge, Kräne |
| 3537 | Industriefahrzeuge, Stapler |
| 3541 | Werkzeugmaschinen (Schneiden) |
| 3542 | Werkzeugmaschinen (Formen) |

| | |
|------|--|
| 3544 | Spezialwerkzeuge |
| 3545 | Werkzeugmaschinenzubehör |
| 3546 | Handwerkzeuge (mit Motor) |
| 3547 | Walzwerkmaschinen |
| 3549 | Metallbearbeitungsmaschinen, sonst. |
| 3561 | Pumpen |
| 3562 | Kugellager, Wälzlager |
| 3563 | Kompressoren |
| 3564 | Gebläse und Sauggeräte |
| 3565 | Formenbau für Industrie |
| 3566 | Gangschaltungen, Getriebe |
| 3567 | Industrieöfen |
| 3568 | Mechanische Kraftübertragungsgeräte, sonst. |
| 3569 | Industriemaschinen-Ausrüstung u. Zubehör, sonst. |
| 3573 | Computer |
| 3574 | Rechenmaschinen, außer Computer |
| 3576 | Waagen |
| 3579 | Büromaschinen, sonst. |
| 3612 | Transformatoren |
| 3613 | Schaltanlagen |
| 3621 | Motoren und Generatoren |
| 3622 | Start- und Steuergeräte |
| 3623 | Elektroschweißapparate |
| 3624 | Kohle- und Graphitprodukte |
| 3629 | Elektr. Industrieapparate, sonst. |
| 3651 | Radio und Fernseher |
| 3652 | Schallplatten, Tonbänder |
| 3661 | Telefon, Fernschreiber |
| 3662 | Rundfunkeinrichtungen |
| 3671 | Elektronenröhren für Radio und TV |
| 3674 | Halbleiter |
| 3675 | Elektronische Kondensatoren |
| 3676 | Elektrische Widerstände |
| 3677 | Elektr. Spulen, Transformatoren |
| 3678 | Anschlußteile für Elektrogeräte |
| 3679 | Elektronische Bauteile, sonst. |
| 3721 | Flugzeuge |
| 3724 | Flugzeugmotoren |
| 3728 | Flugzeugteile und Hilfseinrichtungen, sonst. |
| 3743 | Eisenbahn |
| 3761 | Raketen, Raumfahrzeuge |
| 3795 | Panzerfahrzeuge |
| 3811 | Wissenschaftliche Instrumente |
| 3822 | Instrumente für Temperatur und Feuchtigkeit |
| 3823 | Instrumente für industrielle Zwecke |
| 3824 | Flüssigkeitszähler, Zählwerke |
| 3825 | Meßgeräte für Elektrizität |
| 3829 | Meß- und Regelgeräte, sonst. |
| 3832 | Optische Instrumente, Linsen |
| 3841 | Medizinische Instrumente und Apparate |
| 3842 | Orthopädische u. medizinische Hilfsmittel |
| 3843 | Zahn technische Geräte, Materialien |
| 3861 | Fotografische, Ausrüstung, Fotokopiermaschinen |

Literatur

- Abernathy, W.J. und Utterback, J.M. (1975): A dynamic model of product and process innovations, **Omega**, vol. 3, pp. 639-656.
- Acs, Z.J. und Audretsch, D.B. (1990): **Innovation and Small Firms**. Cambridge: The MIT Press.
- Acs, Z.J. und Audretsch, D.B. (1989): Patents as a Measure of Innovative Activity, Discussion Paper FS IV 89 - 5, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung.
- Aiginger, K. (Hrsg.) (1987): Österreichische Strukturberichterstattung 1986: Die internationale Wettbewerbsfähigkeit Österreichs. Wien: WIFO.
- Aiginger, K. und Tichy, G. (1985): **Die Größe der Kleinen. Die überraschenden Erfolge kleiner und mittlerer Unternehmungen in den achtziger Jahren**. Wien: Signum.
- Alderman, N. und Fischer, M.M. (1992): Innovation and technological change: An Austrian-British comparison, **Environment and Planning A**, vol 24, pp. 273-288.
- Angelmar, R. (1985): Market structure and research intensity in high-technology-opportunity industries, **The Journal of Industrial Economics**, vol. 34, pp. 69-79.
- Archibugi, D. (1992): Patenting as an indicator of technological innovation: A review, **Science and Public Policy**, vol. 6, pp. 357-368.
- Archibugi, D. und Pianta, M. (1992): Spezialisierung und Größe technologischer Aktivitäten in industriellen Ländern: Die Analyse von Patentdaten, **Research Policy**, vol. 21, pp. 79-93.
- Basberg, B.L. (1987): Patents and the measurement of technological change: A survey of the literature, **Research Policy**, vol. 16, pp. 131-141.
- Beggs, J.J. (1984): Long-run trends in patenting, in Griliches, Z.(ed.): **R&D, Patents and Productivity**, pp. 154-173. Chicago und London: The University of Chicago Press.
- Blair, J.M. (1972): **Economic Concentration**. London, Harcourt: Brace Jovanovich.

- Boitani, A. und Ciciotti, E. (1990): Patents as indicators of innovative performance at the regional level, in Cappellin, R. und Nijkamp, P. (eds.): **The Spatial Context of Technological Development**, pp.139-163. Aldershot: Gower.
- Bosworth, D.L. und Wilson, R.A. (1989): Infrastructure for technological change: intellectual property rights, in Andersson, A.E., Batten, D.F. und Karlsson C. (eds.): **Knowledge and Industrial Organization**, pp. 197-215. Berlin, Heidelberg, New York und Tokio: Springer.
- Bound, J., Cummins, C., Griliches, Z., Hall, B.H. und Jaffe, A. (1984): Who does R&D and who patents?, in Griliches, Z. (ed.): **R&D, Patents and Productivity**, pp. 21-54. Chicago und London: The University of Chicago Press.
- Braun, E. und Polt, W. (1988): High technology and competitiveness: An Austrian perspective. in Freeman C. und Lundvall, B.-A. (eds.): **Small Countries Facing the Technological Revolution**, pp. 203-225, London und New York: Pinter.
- Brockhoff, K.K. (1993): Instruments for patent data analyses in business firms. **Technovation**, vol. 12, pp. 41-58.
- Brown, L.A. (1984): **Innovation Diffusion**. New York: Methuen.
- Brugger, E.A. (1980): Innovationsorientierte Regionalpolitik. Notizen zu einer neuen Strategie, **Geographische Zeitschrift**, vol. 68, pp. 173-198.
- Brugger E.A. und Stuckey, B. (1987): Regional economic structure and innovative behaviour in Switzerland, **Regional Studies**, vol. 21, pp. 241-254.
- Chakrabarti, A.K. (1991): Competition in high technology: Analysis of patents of U.S., Japan, U.K., France, West Germany, and Canada, **IEEE Transactions on Engineering Management**, vol. 38, pp. 78-84.
- Cohen, W.M. und Levin, R.C. (1989): Empirical studies of innovation and market structure, in Schmalensee, R. und Willig, R.D. (eds.): **Handbook of Industrial Organization**, Vol 2, pp. 1059-1110. Amsterdam, New York, Oxford und Tokio: North Holland.
- Corsten, H. und Lang, O. (1988): Innovation practice in small and medium-sized enterprises: An empirical survey of the Member States of the European Community, **Technovation**, vol. 7, pp. 143-154.

- Cohen, W.M., Levin, R.C. und Mowery, D.C. (1987): Firm size and R&D intensity: A re-examination, **Journal of Industrial Economics**, vol. 35, pp. 543-563.
- Cookson C.(1991): Ignoring patents costs 20 billions pounds, in *Financial Times*, August, 29.
- Coombs, R., Saviotti, P. und Walsh, V. (1987): **Economics and Technological Change**. London: MacMillan.
- Davelaar, E.J. (1989): **Incubation and Innovation. A Spatial Perspective**. Amsterdam: Vrije Universiteit, Interne Huisdrukkerij.
- Davelaar, E.J. und Nijkamp, P. (1989): Innovative behaviour of industrial firms: Results from a Dutch empirical study, in Andersson, A.E., Batten, D.F.und Karlsson C. (eds.): **Knowledge and Industrial Organization**, pp. 177-186. Berlin, Heidelberg, New York und Tokio: Springer.
- Davelaar, E.J. und Nijkamp, P. (1987): The incubator hypothesis: Old wine in new bottles?, in Fischer, M.M. und Sauberer, M. (eds.) **Gesellschaft - Wirtschaft - Raum**, pp. 198-213. AMR: Wien.
- Dieperink, H., Kleinknecht, A. und Nijkamp, P. (1989): Innovative behaviour, location and firm size; the case of the Dutch manufacturing industry, in Giaoutzi, M., Nijkamp, P. und Storey, J. (eds.): **Small and Medium Size Enterprises and Regional Development**, pp. 230-246, London: Routledge.
- Dosi, G. (1987): The nature of the innovation process, in Dosi, G., Freeman, C, Nelson, R., Silverberg, G. und Soete, L. (eds.): **Technical Change and Economic Theory**, pp. 221-237. London and New York: Pinter Publications.
- Dosi, G., Pavitt, K., Soete, L. (1990): **The Economics of Technical Change and International Trade**. New York, London, Toronto, Sydney und Tokyo, Singapore: Harvester Wheatsheaf.
- Engelsman, E.C. und Raan, van A.F.J. (1990): The Netherlands in modern technology. Centre for Science and Technology Studies (CWTS). University of Leiden.
- Erickson, R.A. (1976): The filtering-down process: industrial location in a nonmetropolitan area, **Professional Geographer**, vol. 28, pp. 254-260.
- Europäisches Patentamt (1990): Jahresbericht 1989. München: EPA.

Europäisches Patentamt (1991): Jahresbericht 1990. München: EPA.

Essletzichler, J. und Schiebel, E. (1993): Zeitdynamische Analyse technologiebedingter struktureller Veränderungen im Welthandel, **Klagenfurter Geographische Schriften**, Heft 11, S. 161-172.

European Commission (1994): Innovation. The Community innovation survey. Status and perspectives. Office for Official Publications of the European Communities: Brussels, Luxembourg.

Evenson, R.E. (1984): International invention; Implications for technology market analysis, in Griliches, Z. (ed.): **R&D, Patents and Productivity**, pp. 89-126. Chicago und London: The University of Chicago Press.

Evenson, R.E. (1990): Intellectual property rights, R&D, inventions, technology purchase, and piracy in economic development; An international comparative study, in Evenson, R.E. und Ranis G. (eds.) (1990): **Science and Technology. Lessons for Development Policy**, pp. 325-355. Boulder und San Francisco: Westview Press.

Evenson, R.E. (1991): Patent data by industry: Evidence for invention potential exhaustion?, OECD (Hrsg.) **Technology and Productivity**, pp. 233-248. Paris: OECD.

Ewers, H.J. und Wettmann, R.W. (1978): Innovationsorientierte Regionalpolitik, **Informationen zu Raumentwicklung**, vol. 4, S. 467-483.

Ewers, H.J. und Wettmann, R.W. (1980): Innovation-oriented regional policy, **Regional Studies**, vol. 14, pp. 161-179.

Fischer, M.M. (1989): Innovation, diffusion and regions, in Andersson, A.E., Batten, D.F. und Karlsson C. (eds.): **Knowledge and Industrial Organization**, pp. 470-661. Berlin, Heidelberg, New York und Tokio: Springer.

Fischer, M.M. (1991): Technological change and innovation behaviour in industry: A conceptual model and a methodological framework, **Sistemi Urbani**, vol. 13, pp. 61-80.

Fischer, M.M. und Menschik, G. (1991): Innovation und Technologischer Wandel in Österreich, **Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft**, Bd. 133, S. 43-68.

- Fischer, M.M, Fröhlich, J. und Gassler, H. (1994): An exploration into the determinants of patent activities, **Regional Studies**, vol. 28, pp. 1-12.
- Fischer, M.M. und Menschik, G. (1994): **Innovationsaktivitäten in der österreichischen Industrie. Eine empirische Untersuchung des betrieblichen Innovationsverhaltens in ausgewählten Branchen und Raumtypen.** Wien: Institut für Geographie der Universität Wien.
- Fischer, M.M. und Nijkamp, P. (1985): Developments in explanatory discrete spatial data and choice analysis, **Progress in Human Geography**, vol. 9, pp. 515-551.
- Fleissner, P., Judmaier, P. und Schwartz, L. (1992): Innovationszählung in Österreich, Endbericht der Pilotstudie. Institut für Gestaltungs- und Wirkungsforschung, TU Wien.
- Freeman, C. (1982): **The Economics of Industrial Innovation**, 2nd edition. Cambridge, Mass.:MIT Press.
- Fröhlich, J. (1988): Technikindikatoren und ihre Bedeutung in der strategischen Unternehmensplanung, ÖFZS-A-1167, NT-29/88, Seibersdorf.
- Galbraith, J.K. (1985): **The New Industrial State.** New York: New American Library.
- Gheybi, P., Schiebel, E., Hesina, W., Böck, N. und Landsteiner, K. (1990): Österreichische Betriebs- und Produktdatenbank unter Einbindung von Technikindikatoren. ÖFZS-A-1634, NT-65/90, Seibersdorf.
- Giese, E. und Nipper, J. (1984): Die Bedeutung von Innovation und Diffusion neuer Technologien für die Regionalpolitik, **Erdkunde**, vol. 38, pp. 202-215.
- Glasmayer, A.K., Markusen, A.R., Hall, P.G. (1983): Defining high technology industries. Working Paper No. 407, Institute of Urban and Regional Development, University of California, Berkeley.
- Gräser, P.F. (1987): **Erfindungs- und Lizenzrecht. Einführung in das österreichische Patentrecht.** Wien: Orac.
- Griliches, Z. und Pakes, A. (1986): The value of patents as indicators of inventive activity, Working paper, Centre for Economic Policy, London.

- Griliches, Z. (1990): Patent statistics as economic indicators: A survey, **Journal of Economic Literature**, vol. 28, pp. 1661-1707.
- Griliches, Z. (1991): Productivity and technological change: Some measurement issues, OECD (Hrsg.) **Technology and Productivity**, pp. 229-232. Paris: OECD.
- Grupp, H. (1991): Innovation dynamics in OECD countries: Towards a correlated network of R&D-intensity, trade, patent, and technometric indicators, OECD (Hrsg.) **Technology and Productivity**, pp. 275-297. Paris: OECD.
- Haagedorn, J. (1989): **The Dynamic Analysis of Innovation and Diffusion. A Study in Process Control**, London und New York: Pinter Publishers.
- Hamm, R. und Wienert, H. (1990): **Strukturelle Anpassung altindustrialisierter Regionen im internationalen Vergleich**. Schriftenreihe des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung, Neue Folge Heft 48. Berlin: Duncker und Humblot.
- Harris, R.I.D. (1988): Technological change and regional development in the UK; evidence from the SPRU database on innovations, **Regional Studies**, vol. 22, pp. 361-374.
- Haubert, R. (1991): Die strategische Patentanalyse - ein Weg zur Beobachtung des Wettbewerbsumfeldes von Unternehmen und der Technikentwicklung. OEFZS-Bericht A-2090, Seibersdorf.
- Institut für Wirtschaftsforschung (1983): **The IFO Innovation Survey - Conception and Results**. IFO: München.
- Karmann, D.J.F. und Nijkamp, P. (1990): Technogenesis: incubation and diffusion, in Cappellin, R. und Nijkamp, P. (eds.): **The Spatial Context of Technological Development**, pp.139-163. Aldershot: Gower.
- Kamien, M.I. und Schwartz, N.L. (1970): Market structure, elasticity of demand, and incentive to invent, **Journal of Law and Economics**, vol. 13, pp. 241-252.
- Kamien, M.I. und Schwartz, N.L. (1982): **Market Structure and Innovation**, Cambridge: Cambridge University Press.
- Kleinknecht, A. und Poot, T.P. (1992): Do regions matter for R&D?, **Regional Studies**, vol. 26, pp. 221-232.

- Leo, H., Mayerhofer, P. und Palme, G. (1992): Die Innovationsaktivitäten der österreichischen Industrie 1990. Technologie- und Innovationstest. WIFO-Gutachten. Wien.
- Levin, R.C. und Reiss, P.C. (1984): Tests of a Schumpeterian model of R&D and market structure, in Griliches, Z. (ed.): **R&D, Patents and Productivity**, pp. 175-204. Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Link, A.N. (1980): Firm size and efficient entrepreneurial activity: A reformulation of the Schumpeter hypothesis, **Journal of Political Economy**, vol. 35, pp. 771-782.
- Lundvall, B.A. (1988): Innovation as an interactive process: From user-producer interaction to the national system of innovation, in Dosi, G., Freeman, C, Nelson, R., Silverberg, G. und Soete, L. (eds.): **Technical Change and Economic Theory**, pp. 349-369. London and New York: Pinter Publications.
- Maier, G. und Weiss, P. (1991): **Modelle diskreter Entscheidungen. Theorie und Anwendung in den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften**. Wien und New York: Springer
- Malecki, E.J. (1979): Locational trends in R&D by large US corporations, 1965-77, **Economic Geography** vol.55: pp. 309-323.
- Malecki, E.J. (1983): Technology and regional development: A survey. **International Regional Science Review**, vol.8: pp. 89-125.
- Malecki, E.J. (1991): **Technology and Economic Development: The Dynamics of Local, Regional and National Change**. Essex: Longman.
- Mansfield, E. (1984): Comment on using linked patent and R&D data to measure interindustry flows, in Griliches, Z. (ed.): **R&D, Patents and Productivity**, pp. 175-204. Chicago and London: The University of Chicago Press.
- McFadden, D. (1974): Conditional logit analysis of qualitative choice behaviour, in Zarembka, P. (ed.): **Frontiers in Econometrics**, pp. 105-142. New York: Academic Press.
- Meisel, J.B. und Lin, S.A.Y. (1983): The impact of market structure on the firms allocation of resources to research and development, **Quarterly Review of Economy and Business**, vol. 22, pp. 349-361.

- Meyer-Krahmer F. (1985): Innovation behaviour and regional indigenous potential, **Regional Studies**, vol. 19, pp. 523-534.
- Mowery, D.C. und Rosenberg, N. (1979): The influence of market demand upon innovation: A critical review of some recent empirical studies, **Research Policy**, vol. 8, pp. 102-153.
- Mukhopadhyay, A.K. (1985): Technological progress and change in market concentration in the U.S. 1963-77, **Southern Economic Journal**, vol. 52, pp. 141-149.
- Narin, F. und Olivastro, D. (1988): Technology indicators based on patents and patent citation, in Raan, van, A.F.J.(ed.) **Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology**, pp. 465-507, Amsterdam: North Holland.
- Nelson, R.R. und Winter, S.G. (1982): The Schumpeterian trade-off revisited, **American Economic Review**, vol. 56, pp. 301-310.
- Norton, R.D. und Rees, J. (1979): The product cycle and the spatial decentralization of American manufacturing, **Regional Studies**, vol. 14, pp. 235-253.
- Oakey, R.P., Thwaites, A.T. und Nash, P.A. (1980): The regional distribution of innovative manufacturing establishments in Britain, **Regional Studies**, vol. 14, pp. 235-253.
- Oakey, R.P., Thwaites, A.T. und Nash, P.A. (1982): Technological change and regional development: Some evidence on regional variations in product and process innovation, **Environment and Planning A**, vol. 14, pp. 1073-1086.
- Oakey, R.P. und Rothwell, R. (1986): High technology small firms and regional industrial growth, in Amin, A. und Goddard, J. (eds.): **Technological Change, Industrial Restructuring and Regional Development**, pp. 100-114, London: Unwin Hyman.
- OECD (1980): The Measurement of Scientific and Technical Activities. "Frascati Manual". Paris: OECD.
- OECD (1992a): OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data. "OSLO Manual". Paris: OECD.
- OECD (1992b): **Science and Technology Policy. Review and Outlook 1991**. Paris: OECD.

- Oppenländer, K.H. (1984): Die wirtschaftspolitische Bedeutung des Patentwesens aus der Sicht der empirischen Wirtschaftsforschung, in: Oppenländer, K.H. (ed.): **Patentwesen, technischer Fortschritt und Wettbewerb**, pp. 67-82. Berlin und München: Duncker und Humblot.
- Ott, A. E. (1959): Technischer Fortschritt. In: **Handwörterbuch der Sozialwissenschaft**, vol. 10, pp. 302-316, Stuttgart, Tübingen, Göttingen: G. Fischer.
- Pakes, A. and Griliches Z. (1984): Patents and R&D at the firms level: A first look, in Griliches, Z. (ed.): **R&D, Patents and Productivity**, pp. 55-72. Chicago und London: The University of Chicago Press.
- Palme, G. (1988): Räumliche Entwicklungsmuster der österreichischen Industrie, **WIFO-Monatsberichte**, vol 61, S. 473-490.
- Palme, G. (1989): Entwicklungsstand der Industrieregionen Österreichs, **WIFO-Monatsberichte**, vol. 62, pp. 331-344.
- Pavitt, K. (1984): Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory, **Research Policy**, vol. 13, pp. 323-373.
- Pavitt, K. (1988): Uses and abuses of patent statistics, in Raan, van, A.F.J.(ed.) **Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology**, pp. 509-535. Amsterdam: North Holland.
- Pavitt, K. Robson, M. und Townsend, J. (1987): The size distribution of innovating firms in the UK: 1945-1983, **Journal of Industrial Economics**, vol. 35, pp. 297-316.
- Piatier, A. (1983): The use of surveys for evaluating innovation policies. Workshop on the Evaluation of the Effectiveness of Government Measures for the Stimulation of Innovation. Paris: OECD.
- Philips, A. (1971): **Technology and market structure**. Lexington, Mass.: D.C. Heath.
- Raggi, A. (1993): Technological growth in the Italian economy: Some indicators compared, **Technovation**, vol. 13, pp. 3-15.
- Roobeek, A.J.M. (1990): **Beyond the Technology Race. An Analysis of Technology Policy in Seven Industrial Countries**. Amsterdam, New York, Tokyo: Elsevier.

- Rosenberg, N. und Frischtak, C.R. (1984): Technological innovation and long waves, in Freeman, C. (ed.) **Design, Innovation and Long Cycles in Economic Development**, pp. 5-26, London: Pinter.
- Rothwell, R. (1982): The role of technology in industrial change: Implications for regional policy, **Regional Studies**, vol. 16, pp. 361-369.
- Rothwell, R. (1986); The role of small firms in the emergence of new technologies, in Freeman, C. (ed.): **Design, Innovation and Long Cycles in Economic Development**, pp. 231-248. London: Francis Pinter.
- Rothwell, R.(1991): External Networking and innovation in small and medium-sized manufacturing firms in Europe, **Technovation**, vol. 11, pp. 93-112.
- Rothwell, R. und Zegveld, W. (1985): **Reindustrialization and Technology** London: Longman.
- Rothwell, R. und Zegveld, W. (1982): **Innovation and the Small and Medium Sized Firm**. London: Frances Pinter.
- Scherer, F.M. (1965a): Firm size, market structure, opportunity, and the output of patented inventions, **American Economic Review**, vol. 55, pp. 1097-1125.
- Scherer, F.M. (1965b): Size of firm, oligopoly, and research: A comment, **Canadian Journal of Economics and Political Science**, vol. 31, pp. 256-266.
- Scherer, F.M. (1984): Zusammenhänge zwischen Forschungs- und Entwicklungsausgaben und Patenten, in Oppenländer, K.H. (ed.): **Patentwesen, technischer Fortschritt und Wettbewerb**, pp. 83-98, Berlin und München: Duncker und Humblot
- Scherer, F.M. (1983): The propensity to patent, **International Journal of Industrial Organization**, vol. 1, pp. 221-225.
- Schiebel, E. (1990): Technologieindikatoren und ihre Verwendung zur Messung des Standes der Technik und der technologiebedingten internationalen Wettbewerbssituation, Paper presented at the OECD-Conference "The Consequences of the Technology-Economy Program for the Development of Indicators", Paris.
- Schiebel, E und Botek, G. (1988): Implementierung einer Welthandelsdatenbank mit VAX DATATRIEVE. ÖFZS-A-1206NT-41/88 MI-94/88, Seibersdorf.

- Schmookler, J. (1966): **Invention and Economic Growth**. Cambridge: Harvard University Press.
- Scholz, L. (1977): **Technikindikatoren; Ansätze zur Messung des Standes der Technik in der industriellen Produktion**. Berlin: Duncker und Humblot.
- Scholz, L. und Schmalholz, H. (1984): Patentschutz und Innovation, in: Oppenländer, K.H. (ed.): **Patentwesen, technischer Fortschritt und Wettbewerb**, pp. 189-211. Berlin und München: Duncker und Humblot.
- Schumpeter, J.A. (1942): **Capitalism, Socialism and Democracy**. New York: Harpers and Brothers (dt. Übersetzung, Tübingen: A. Francke, 1950. [6. Auflage UTB, 1987]).
- Smith, K. (1992): Technological innovation indicators: Experience and prospects, **Science and Public Policy**, vol. 6, pp. 383-392.
- SPRU (1981): Science and Technology Indicators for the UK. Innovations in Britain since 1945. Science and Policy Research Unit. Sussex: Falmer.
- Suarez-Villa, L. (1993): The dynamics of regional invention and innovation: Innovative capacity and regional change in the twentieth century, **Geographical Analysis**, vol. 25, pp. 147-164.
- Suarez-Villa, L. (1990): Invention, inventive learning and innovative capacity. Paper presented at the Conference of the North American Regional Science Association at Boston.
- Suarez-Villa, L. und Vela, P. (1990): The dynamics of regional invention and innovation: Decision-making, innovative capacity, and long-term economic change, Paper presented at the North American Meetings of the Regional Science Association, Boston.
- Soete, L. (1979): Firm size and innovative activity: The evidence reconsidered, **European Economic Review**, vol. 12, pp. 319-340.
- Soete, L. (1988): Technical change and international implications for small countries, in Freeman, C. und Lundvall, B.-A. (eds.): **Small Countries Facing the Technological Revolution**, pp. London und New York: Pinter.
- Soete, L. und Verspagen, B. (1991): Recent comparative trends in technology indicators in the OECD area, OECD (Hrsg.) **Technology and Productivity**, pp. 249-274. Paris: OECD.

- Soete, L und Wyatt, S. (1983): The use of foreign patenting as an internationally comparable science and technology output indicator, **Scientometrics**, vol. 5, pp. 31-54-
- Spence, A.M. (1975): Monopoly, quality, and regulation, **Bell Journal of Economics**, vol. 6, pp. 417-429.
- Steiner, M. (1985): Old industrial areas: A theoretical approach, **Urban Studies**, vol. 22, S. 387-398.
- Steiner, M. und Belschan, A. (1991): Technology life cycles and regional types: An evolutionary interpretation and some stylized facts, **Technovation**, vol. 11, pp. 483-498.
- Steiner, M. und Posch, U. (1985): Problems of structural adaptation in old industrial areas: A factor analytical approach, **Environment and Planning A**, vol. 17, pp. 1127-1139.
- Taylor, M.J. (1977): Spatial dimensions of inventiveness in New Zealand: The role of individuals and institutions, **TEESG**, vol. 68, pp. 330-340.
- Thomas, M.D. und Le Heron R.B. (1975): Perspectives on technological change and the process of diffusion in the manufacturing sector, **Economic Geography**, vol. 51, pp. 231-251.
- Thomas, M.D. (1986): Growth and structural change: The role of technical innovation, in Amin, A. und Goddard, J. (eds.): **Technological Change, Industrial Restructuring and Regional Development**, pp. 100-114, London: Unwin Hyman.
- Thomas, M.D. (1987): Schumpeterian perspectives on entrepreneurship in economic development, **Geoforum**, vol. 18, pp. 173-186.
- Thomas, M.D. (1989): Innovation and technology strategy: Competitive new-technology firms and industries, in Giaoutzi, M., Nijkamp, P. und Storey, J. (eds.): **Small and Medium Size Enterprises and Regional Development**, pp. 230-246, London: Routledge.
- Thwaites, A.T. (1978): Technological change, mobile plants and regional development, **Regional Studies**, vol. 12, pp. 445-461.
- Thwaites, A.T. (1982): Some evidence of regional variations in the introduction and diffusion of industrial products and processes within British manufacturing industry, **Regional Studies**, vol. 16, pp. 371-381.

- Tödtling, F. (1990): Regional differences and determinants of entrepreneurial innovation - empirical results of an Austrian case study, in Ciciotti, E., Alderman, N. und Thwaites, A. (eds.): **Technological Change in a Spatial Context**, pp. 260-284. Berlin, Heidelberg, New York und Tokio: Springer.
- Tödtling, F. (1991): **Räumliche Differenzierung betrieblicher Innovationen**. Berlin: Sigma.
- Townsend, J., Henwood, F., Thomas, G. Pavitt, K. und Wyatt, S. (1981): Innovations in Britain since 1945, Occasional Paper no. 16, Science and Policy Research Unit (SPRU), University of Sussex.
- Vernon, R. (1966): International Investment and International Trade in the Product Cycle, **The Quaterly Journal of Economics**, vol. 80, pp. 190-207.
- Volk, E. (1987): Die Innovationsaktivitäten der österreichischen Industrie. Technologie- und Innovationstest 1985. WIFO-Gutachten. Wien.
- Windelberg, J. (1984): Innovationsorientierte Regionalpolitik zur Entwicklung strukturschwacher Periphererräume, **Informationen zur Raumentwicklung**, vol. 10, pp. 63-78.
- Wrigley, N. (1985): **Categorical Data Analysis for Geographers and Environmental Scientists**. London: Longman.