ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Voßkamp, Rainer; Schmidt-Ehmcke, Jens

Research Report

Die Beiträge von Forschung, Entwicklung und Innovation zu Produktivität und Wachstum: Schwerpunktstudie zur "Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands"

DIW Berlin: Politikberatung kompakt, No. 15

Provided in Cooperation with:
German Institute for Economic Research (DIW Berlin)

Suggested Citation: Voßkamp, Rainer; Schmidt-Ehmcke, Jens (2006) : Die Beiträge von Forschung, Entwicklung und Innovation zu Produktivität und Wachstum: Schwerpunktstudie zur "Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands", DIW Berlin: Politikberatung kompakt, No. 15, ISBN 3-938762-04-7, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin, https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-2011011810357

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/129145

Standard-Nutzungsbedingungen:

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

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

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

Terms of use:

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

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

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

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

DIW Berlin

Deutsches Institut
für Wirtschaftsforschung

DIW Berlin: Politikberatung kompakt

15

Die Beiträge von Forschung, Entwicklung und Innovation zu Produktivität und Wachstum – Schwerpunktstudie zur „Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands“

Rainer Voßkamp
Jens Schmidt-Ehmcke

Forschungsprojekt im Auftrag
des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Berlin, 2006

IMPRESSUM

© DIW Berlin, 2006

DIW Berlin
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
Königin-Luise-Str. 5
14195 Berlin
Tel. +49 (30) 897 89-0
Fax +49 (30) 897 89-200
www.diw.de

ISBN 3-938762-04-7
ISSN 1614-6921

Alle Rechte vorbehalten.
Abdruck oder vergleichbare
Verwendung von Arbeiten
des DIW Berlin ist auch in
Auszügen nur mit vorheriger
schriftlicher Genehmigung
gestattet.

DIW Berlin

DIW Berlin: Politikberatung kompakt 15

Rainer Voßkamp (Projektleitung)

Jens Schmidt-Ehmcke

Forschungsassistenz:

Hella Steinke
Kristina Meier
Martin Wersing

Die Beiträge von Forschung, Entwicklung und Innovation zu Produktivität und Wachstum

Schwerpunktstudie zur „Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands“

Forschungsprojekt im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Berlin, Februar 2006

DIW Berlin, Abteilung Innovation, Industrie, Dienstleistung. rvosskamp@diw.de; jschmidtehmcke@diw.de

Inhaltsverzeichnis

Teil I Einführung und Grundlagen ... 1

1 Einführung ... 1

1.1 Motivation ... 1
1.2 Untersuchungsauftrag ... 2
1.3 Fragestellungen und Ansatzpunkte ... 2
1.4 Aufbau der Untersuchung ... 3

2 Grundlagen ... 6

2.1 Überblick ... 6
2.2 Begriffsklärungen ... 6
2.2.1 Bildung ... 6
2.2.2 Forschung und Entwicklung ... 8
2.2.3 Wissen ... 10
2.2.4 Innovation ... 13
2.2.5 Produktivität ... 15
2.2.6 Wirtschaftliches Wachstum ... 19
2.3 Einige empirische Zusammenhänge ... 21
2.3.1 Vorbemerkungen ... 21
2.3.2 Bildung und wirtschaftliche Entwicklung ... 22
2.3.3 FuE und wirtschaftliche Entwicklung ... 23
2.3.4 Wissen und wirtschaftliche Entwicklung ... 23
2.3.5 Produktivität und wirtschaftliche Entwicklung ... 26
2.3.6 Wachstum und Beschäftigung ... 26
2.4 Wozu Innovationen? ... 28
2.4.1 Zwei Perspektiven ... 28
2.4.2 Folgerungen ... 29
2.5 Der methodische Rahmen der Analyse ... 31
2.5.1 Theorie vs. Empirie ... 31
2.5.2 Betrachtungsebenen ... 32
2.5.3 Partialanalyse vs. Totalanalyse ... 35
2.6 Zwischenfazit ... 36

Teil II Theoretische Untersuchungen ... 37

3 Grundlegende Zusammenhänge ... 37

3.1 Überblick ... 37
3.2 Wesentliche Wirkungsketten ... 37
3.2.1 Innovation, Produktivität und Wachstum ... 37
3.2.2 Wissen, Invention, Innovation ... 38

3.2.3 Bildungs- sowie Forschungsausgaben und Wissen ... 39
3.2.4 Zusammenfassung ... 41
3.3 Wichtige Kreislaufzusammenhänge ... 43
3.3.1 Ein einfaches Modell ohne Innovationen ... 43
3.3.2 Ein einfaches Modell mit Bildung, Forschung und Innovation ... 45
3.3.3 Zusammenfassung ... 47
3.4 Bildung und Forschung: Markt oder Staat? ... 47
3.4.1 Was leisten Märkte? ... 47
3.4.2 Marktversagen bei Forschung und Bildung: Wann sollte der Staat fördernd eingreifen? ... 48
3.4.3 Marktversagen bei Forschung und Bildung: Wann sollte der Staat beschränkend eingreifen? ... 49
3.4.4 Institutionelle Voraussetzungen ... 50
3.4.5 Finanzierung und Kosten von Bildungs- und Forschungspolitik ... 51
3.5 Zwischenfazit ... 51
4 Innovationssysteme ... 53
4.1 Überblick ... 53
4.2 Zum Begriff des Innovationssystems ... 53
4.3 Akteure ... 55
4.4 Interaktion und Vernetzung ... 56
4.5 Was macht ein gutes Innovationssystem aus? ... 57
4.6 Stärken und Schwächen des Ansatzes ... 58
4.7 Zwischenfazit ... 59
5 Theorien ... 60
5.1 Überblick ... 60
5.2 Theorien mit makroökonomischem Fokus ... 60
5.2.1 Überblick ... 60
5.2.2 Schumpeters Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung ... 61
5.2.3 Neoklassische Wachstumstheorie ... 62
5.2.4 Neue Wachstumstheorie ... 63
5.2.5 Evolutionsökonomische Ansätze ... 64
5.2.6 Zusammenfassung ... 65
5.3 Theorien mit mesoökonomischem Fokus ... 65
5.3.1 Überblick ... 65
5.3.2 Theorien des sektoralen Strukturwandels ... 66
5.3.3 Theorien der langen Wellen ... 67
5.3.4 General purpose technologies ... 67
5.3.5 Zusammenfassung ... 68
5.4 Theorien mit mikroökonomischem Fokus ... 68
5.4.1 Überblick ... 68
5.4.2 Industrieökonomische Ansätze ... 69

5.4.3 Ressourcenbasierte Ansätze ... 70
5.4.4 Zusammenfassung ... 70
5.5 Zwischenfazit ... 70

Teil III Empirische Untersuchungen ... 72
6 Daten und Methoden ... 72
6.1 Überblick ... 72
6.2 Datensätze ... 72
6.2.1 Überblick ... 72
6.2.2 Mikroökonomische Datensätze ... 72
6.2.3 Mesoökonomische Datensätze ... 77
6.2.4 Makroökonomische Datensätze ... 79
6.2.5 Einschätzung der Datenqualität ... 82
6.2.6 Zusammenfassung ... 82
6.3 Methoden ... 83
6.3.1 Überblick ... 83
6.3.2 Lineare und nichtlineare Modelle ... 83
6.3.3 Modellierung von limitationalen und substitutionalen Beziehungen ... 86
6.3.4 Zusammenfassung ... 89
6.4 Zwischenfazit ... 90
7 Empirische Studien ... 91
7.1 Überblick ... 91
7.2 Makroökonometrische Studien ... 91
7.2.1 Überblick ... 91
7.2.2 Fokus FuE ... 92
7.2.3 Fokus Humankapital ... 94
7.2.4 Fokus FuE und Humankapital ... 97
7.2.5 Zusammenfassung ... 100
7.3 Mesoökonometrische Studien ... 101
7.4 Mikroökonometrische Studien ... 102
7.4.1 Überblick ... 102
7.4.2 Grundlagen ... 102
7.4.3 Fokus FuE-Elastizitäten ... 104
7.4.4 Fokus FuE-Renditen ... 105
7.4.5 Zusammenfassung ... 105
7.5 Komplexe Modellierungen ... 106
7.5.1 Überblick ... 106
7.5.2 Simulationsmodelle ... 106
7.5.3 Empirische Analyse von Innovationssystemen ... 107
7.5.4 Zusammenfassung ... 107
7.6 Zwischenfazit ... 107

Teil IV Zusammenfassung und Schlussfolgerungen 109

8 Zusammenfassung der Ergebnisse 109

8.1 Prolog 109
8.2 Grundlegende Zusammenhänge 110
8.3 Makro-, meso- und mikroökonomische Ergebnisse 111
8.4 Fokus Forschung und Entwicklung 113
8.5 Fokus Bildung 115
8.6 Fokus Marktstruktur und Wirtschaftsstruktur 116
8.7 Fokus Friktionen auf Faktor- und Produktmärkten 119
8.8 Epilog 120

9 Herausforderungen für die Innovationsforschung 124

9.1 Prolog 124
9.2 Theorielücken füllen 124
9.3 Empirie und Theorie stärker verknüpfen 126
9.4 Datengrundlagen erweitern und verbessern 126
9.5 Kontinuierliche Berichtssysteme zur Technologischen Leistungsfähigkeit 128
9.6 Epilog 130

10 Herausforderungen für die deutsche Innovationspolitik 132

10.1 Prolog 132
10.2 Humankapital durch Bildung massiv aufbauen 134
10.3 Forschung und Entwicklung intensivieren 136
10.4 Wissen in Produktivitätszuwächse und neue Produkte umsetzen 138
10.5 Vernetzung stärken 141
10.6 Produkt- und Faktormärkte innovationsfreundlich gestalten 143
10.7 Ein freundliches Klima für Innovation und Wachstum schaffen 144
10.8 Epilog 146

11 Literatur 148

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 2-1 Klassifikation von Modellen hinsichtlich der Berücksichtigung der mikro-, meso- und makroökonomischen Ebene (mit Beispielen) 34

Tabelle 6-1 Mikro-Datensätze (Auswahl) 73

Tabelle 6-2 Meso-Datensätze (Auswahl) 78

Tabelle 6-3 Makro-Datensätze (Auswahl) 80

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 2-1 Ergebnisse der Pisa-Studie: Schülerleistungen auf der Gesamtskala Naturwissenschaften im Jahr 2003 8

Abbildung 2-2 Forschungs- und Entwicklungsausgaben im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt im Jahr 2002 in % 9

Abbildung 2-3 Zahl der beim Europäischen Patentamt angemeldeten Hightech-Patente pro eine Million Einwohner im Jahr 2002 13

Abbildung 2-4 Anteil des Umsatzes der Unternehmen mit neuen Produkten im Jahr 2002 in % 15

Abbildung 2-5 Wachstumsrate der Totalen Faktorproduktivität im Jahr 2004 in % 18

Abbildung 2-6 Bruttoinlandsprodukt pro Einwohner in Kaufkraftparitäten im Jahr 2003 19

Abbildung 2-7 Wachstumsrate des Bruttoinlandsprodukts im Jahr 2004 in % 20

Abbildung 2-8 Arbeitslosenquote für das Jahr 2004 in % 20

Abbildung 2-9 Der Zusammenhang zwischen dem Pro-Kopf-Einkommen (2003) und der Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes in % (2004) 21

Abbildung 2-10 Der Zusammenhang zwischen den Pisa-Ergebnissen für den Bereich Naturwissenschaften (2003) und dem Pro-Kopf-Einkommen (2003) 22

Abbildung 2-11 Der Zusammenhang zwischen den Pisa-Ergebnissen für den Bereich Naturwissenschaften (2003) und der Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes in % (2004) 23

Abbildung 2-12 Der Zusammenhang zwischen der FuE-Intensität in % (2002) und dem Pro-Kopf-Einkommen in % (2003) 24

Abbildung 2-13 Der Zusammenhang zwischen der FuE-Intensität in % (2002) und der Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes in % (2004) 24

Abbildung 2-14 Der Zusammenhang zwischen der Zahl der angemeldeten Hightech-Patente beim Europäischen Patentamt pro eine Million Einwohner (2002) und dem Pro-Kopf-Einkommen in % (2003) 25

Abbildung 2-15 Der Zusammenhang zwischen der Zahl der angemeldeten Hightech-Patente beim Europäischen Patentamt pro eine Million Einwohner (2002) und der Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes in % (2004) 25

Abbildung 2-16 Der Zusammenhang zwischen der Wachstumsrate der Totalen Faktorproduktivität in % (2004) und dem Pro-Kopf-Einkommen (2003) 26

Abbildung 2-17 Der Zusammenhang zwischen der Wachstumsrate der Totalen Faktorproduktivität in % (2004) und der Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes in % (2004) 27

Abbildung 2-18 Der Zusammenhang zwischen der Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes in % (2004) und der Arbeitslosenquote in % (2004) 27

Abbildung 2-19 Der Zusammenhang von Produktionspotential und Wachstum 30

Abbildung 2-20 Zum Zusammenhang mikro-, meso- und makroökonomischer Ansätze 33

Abbildung 3-1 Der Zusammenhang von Innovation, Produktivität und Wachstum 38

Abbildung 3-2 Der Zusammenhang von Wissen, Invention und Innovation 40
Abbildung 3-3 Der Zusammenhang von Bildungs- sowie Forschungsausgaben und Wissen..... 41
Abbildung 3-4 Die wesentlichen Zusammenhänge im Überblick 42
Abbildung 4-1 Akteure und Links im Innovationssystem 54
Abbildung 6-1 Isoquanten für verschiedene Produktionsfunktionen..... 87
Abbildung 6-2 Auswirkungen von Inputerhöhungen bei verschiedenen Produktionsfunktionen 88
Abbildung 8-1 Die wesentlichen Zusammenhänge im Überblick 111

Verzeichnis der Abkürzungen

ANBERD	Analytical Business Expenditures on Research and Development
BIP	Bruttoinlandsprodukt
CD	Cobb-Douglas
c. p.	ceteris paribus
DL	Dienstleistungen
EU	Europäische Union
FuE	Forschung und Entwicklung
FuT	Forschung und Technologie
GGDC	Groningen Growth and Development Center
GPT	general purpose technologies
IfG	Institutionen für Gemeinschaftsforschung
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
ISIC	International Standard Industrial Classification
KQ	Kleinste Quadrate
MFP	multi-factor productivity
MSTI	Main Science and Technology Indicators
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PIM	perpetual inventory method
PMG	pooled mean group
PWT	Penn World Table
STAN	Structural Analysis Database
TFP	Totale Faktorproduktivität
TLF	Technologische Leistungsfähigkeit
VG	Verarbeitendes Gewerbe
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen

Länderkürzel

ARG	Argentinien
AUS	Australien
AUT	Österreich
BEL	Belgien
BGR	Bulgarien
BRA	Brasilien
CAN	Kanada
CHN	China
CYP	Zypern
CZE	Tschechische Republik

DEU	Deutschland
DNK	Dänemark
ESP	Spanien
EST	Estland
FIN	Finnland
FRA	Frankreich
GBR	Großbritannien
GRC	Griechenland
HUN	Ungarn
IDN	Indonesien
IRL	Irland
ISL	Island
ISR	Israel
ITA	Italien
JPN	Japan
KOR	Republik Korea
LIE	Liechtenstein
LTU	Litauen
LUX	Luxemburg
LVA	Lettland
MEX	Mexiko
MLT	Malta
NLD	Niederlande
NOR	Norwegen
NZL	Neuseeland
POL	Polen
PRT	Portugal
ROU	Rumänien
RUS	Russische Föderation
SGP	Singapur
SVK	Slowakische Republik
SVN	Slowenien
SWE	Schweden
THA	Thailand
TUN	Tunesien
TUR	Türkei
URY	Uruguay
USA	Vereinigte Staaten

Teil I Einführung und Grundlagen

1 Einführung

1.1 Motivation

Die wirtschaftliche Situation in Deutschland ist derzeit nicht befriedigend. Im Vergleich zu anderen OECD-Staaten weist Deutschland in den letzten Jahren eine relativ geringere Wachstumsrate des Pro-Kopf-Einkommens auf. Die Produktivitätsentwicklung bleibt gleichfalls hinter der anderer Länder, insbesondere der USA, zurück. Schließlich ist die Arbeitslosenquote in Deutschland weiterhin sehr hoch.[1]

Vor dem Hintergrund dieser Fakten stellt sich die Frage, welche Gründe hierfür verantwortlich zu machen sind. Die Beantwortung der Frage ist schwierig, da komplexe Zusammenhänge das wirtschaftliche Wachstum bestimmen. Eine maßgebliche Determinante des wirtschaftlichen Wachstums einer Volkswirtschaft ist der technische Fortschritt: Prozessinnovationen führen dazu, dass durch Produktivitätssteigerungen bei gegebenen Ressourcen (insbesondere Arbeit, Kapital) ein größerer Output erzielt werden kann. Produktinnovationen führen dazu, dass neue Produkte oder qualitativ verbesserte Produkte angeboten werden.

Innovationen fallen aber nicht wie „Manna vom Himmel“. Innovationen sind Ergebnisse von Forschung und Entwicklung (FuE), durchgeführt bzw. finanziert von Unternehmen, Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen. Diese FuE-Aktivitäten sind vom Erfolg gekrönt, wenn neues Wissen in neue Prozesse und Produkte umgesetzt wird. Hierzu bedarf es Humankapital. Folglich kommt nicht nur dem Forschungssystem der Volkswirtschaft, sondern auch dem Bildungssystem eine elementare Bedeutung zu. Bildung und FuE tragen erheblich zu Innovation, Produktivität und Wachstum bei.[2]

Neben Bildung und Forschung spielen weitere Faktoren eine Rolle. So einfach sich die Wirkungskette Forschung, Entwicklung, Innovation, Produktivität und Wachstum grob benennen lässt, so komplex sind die Zusammenhänge im Detail, wie die in letzter Zeit entstandenen wissenschaftlichen For-

[1] Vgl. z.B. OECD (2003), Sapir et al. (2004), Sachverständigenrat (2002, 2004), McGuckin/van Ark (2005), Arbeitsgemeinschaft deutscher wirtschaftswissenschaftlicher Institute (2005) oder DIW Berlin (2005).

[2] Vor dem Hintergrund der aktuellen Diskussionen um die Qualität des deutschen Bildungssystems (vgl. hierzu z.B. die Ergebnisse der so genannten PISA-Studie OECD (2004b) oder des OECD-Berichts „Education at a Glance“, OECD (2004a)) wird deutlich, dass Deutschland vor großen Herausforderungen steht.

schungsarbeiten zeigen. Theoretische und vor allem empirische Untersuchungen kommen zum Teil zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich der Bedeutung von Bildung und Forschung sowie anderer Faktoren. Begründet ist dies durch unterschiedliche Modellannahmen, die Betrachtung unterschiedlicher Volkswirtschaften und letztendlich durch die Anwendung unterschiedlicher Methoden und Daten.

Die vorliegende Studie soll deshalb zeigen, welche Zusammenhänge zwischen Bildung, FuE, Innovation, Produktivität und Wachstum als gesichert gelten können und wo Forschungslücken bestehen. Gleichwohl bieten die Ausführungen Empfehlungen für die Politik, insbesondere für die Innovationspolitik. Damit knüpft diese Studie auch an die Diskussionen um die deutschen und europäischen Initiativen wie z.B. die Beschlüsse des Europäischen Rates in Lissabon (Lissabon-Strategie) oder die „Agenda für ein wachsendes Europa“ (Sapir et al. (2004)) an. Sie haben das Ziel, durch Innovationen zu Produktivitätszuwächsen und zu einem höheren Wachstum zu gelangen.

1.2 Untersuchungsauftrag

Im Dezember 2003 hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Schwerpunktstudien zur „Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands“ eine Studie zum Thema „Die Beiträge von Forschung, Entwicklung und Innovation zu Produktivität und Wachstum“ ausgeschrieben.

Im Frühjahr 2004 wurde die Studie an das DIW Berlin vergeben. Das Projektteam hat zum 1. Mai 2004 die Arbeit aufgenommen. Eine Präsentation und Diskussion der Ergebnisse zum Abschluss des Projekts fand am 24. Januar 2006 in Berlin beim BMBF im Rahmen eines Workshops statt.

1.3 Fragestellungen und Ansatzpunkte

Der Untersuchungsauftrag impliziert wesentliche Fragestellungen, die in den nachfolgenden Kapiteln bearbeitet werden:

- Welchen Beitrag leisten Bildung sowie Forschung und Entwicklung zu Innovation, Produktivität und Wachstum?
- Gibt es neben diesen Einflussfaktoren (und den traditionellen Faktoren Arbeit und Kapital) weitere wichtige Determinanten?
- Welche Schlussfolgerungen lassen sich im Hinblick auf die Möglichkeiten und Grenzen der Innovationspolitik ziehen, um die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands zu sichern und die Wachstumsschwäche zu überwinden?

Zur Beantwortung dieser Fragen finden sich in der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur zahlreiche Anknüpfungspunkte. Insbesondere haben

- die mikroökonomische Innovationsökonomik,
- die (sektorale) Produktivitätsforschung und
- die (makroökonomische) Wachstumstheorie sowie
- die Analyse zum Ansatz des Innovationssystems

in den letzten Dekaden wesentliche theoretische und empirische Beiträge zum Verständnis der Zusammenhänge geliefert. Sie stellen wichtige Ankerpunkte für die Untersuchung dar.

Die Bearbeitung der Fragestellungen erfordert, dass die Breite der bekannten Ansätze betrachtet wird. Ein einzelner Ansatz (wie z. B. die Produktivitätsforschung) würde zwar den Umfang der zu behandelnden Aspekte begrenzen, der Komplexität der Fragestellungen aber nicht gerecht werden. Die vier genannten Anknüpfungspunkte stellen lediglich eine Auswahl dar. Darüber hinaus sind weitere Ansätze zu betrachten. Dies hat zur Folge, dass aufgrund des begrenzten Umfangs der Analyse einzelne Ansätze nur bis zu einer bestimmten Tiefe dargestellt werden können. Zudem können zwangsläufig nicht alle Beiträge und Studien, die den einzelnen wirtschaftwissenschaftlichen Forschungsrichtungen zuzuordnen sind, dargestellt werden. Diskutiert werden Beiträge, die jeweils grundlegend sind und zum Verständnis der einzelnen Forschungsrichtungen hilfreich sind.

Durch die Diskussion der Beiträge aus verschiedenen Forschungsrichtungen ist eine Methodenvielfalt in dieser Studie angelegt, die in vielen Fällen nicht zu einheitlichen Ergebnissen führt, so dass zum Teil nur Wirkungsrichtungen angegeben werden können.

1.4 Aufbau der Untersuchung

Vier Teile

Die Untersuchung gliedert sich in vier Teile. Der erste Teil umfasst eine Einführung und Grundlagen. Die zentralen theoretischen und empirischen Untersuchungen sind Gegenstand der Teile II und III. Der Teil IV umfasst eine Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für die Innovationsforschung und für die deutsche Innovationspolitik.

Teil I: Einführung und Grundlagen

Neben dieser Einführung (Kapitel 1) findet sich in Teil I ein Kapitel, das die Grundlagen der Untersuchung zusammenstellt (Kapitel 2). Es werden die wesentlichen Begriffe (Bildung, Forschung und Entwicklung, Wissen, Innovation, Produktivität und wirtschaftliches Wachstum) erläutert. Anschließend wird in einer ersten Übersicht gezeigt, dass auf makroökonomischer Ebene keine einfachen

linearen Zusammenhänge zwischen Bildung, FuE, Wissen, Innovation, Produktivität und Wachstum sowie Beschäftigung bestehen. Schließlich wird in einer kurzen Diskussion deutlich gemacht, dass Innovationen aus einer wachstumstheoretischen wie aus einer wettbewerbspolitischen Perspektive bedeutsam sind. Zudem wird in dem Kapitel der methodische Rahmen der Untersuchung abgesteckt.

Teil II: Theoretische Untersuchungen

In Kapitel 3 werden die grundlegenden Zusammenhänge zwischen Bildung, Forschung, Innovation, Produktivität und Wachstum dargestellt. Dies erfolgt zunächst anhand einer zentralen Wirkungskette. Zudem werden kreislauftheoretische Aspekte diskutiert. Es wird in diesem Kapitel erörtert, wann der Staat Bildungs- und Innovationspolitik betreiben und somit in Märkte eingreifen sollte.

Der zentrale Ansatz des Innovationssystems wird in Kapitel 4 präsentiert. Hier wird gezeigt, dass die verschiedenen Akteure bzw. Komponenten des Innovationssystems für den Erfolg einer Volkswirtschaft von großer Bedeutung sind.

In Kapitel 5 werden wichtige theoretische Ansätze präsentiert. Zunächst werden makroökonomische Theorien diskutiert, darunter Schumpeters „Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung“, die neoklassische Wachstumstheorie, die neue Wachstumstheorie sowie evolutionsökonomische Ansätze. Anschließend werden Theorien des sektoralen Strukturwandels, die Theorie der langen Wellen sowie der Ansatz der so genannten „General purpose technologies“ kurz debattiert, die auf die mesoökonomische Ebene fokussiert sind. Schließlich wird ein kurzer Blick auf mikroökonomische Theorien geworfen, die das Innovationsverhalten von Unternehmen erklären. Hier werden mit dem industrieökonomischen Ansatz und dem ressourcenbasierten Ansatz zwei wichtige Strömungen aus der Theorie des strategischen Managements aufgegriffen.

Teil III: Empirische Untersuchungen

Der dritte Teil widmet sich empirischen Untersuchungen. Zu Beginn werden die Datenquellen angesprochen, die üblicherweise den empirischen Untersuchungen zugrunde liegen (Kapitel 6). Dargelegt wird, welche mikroökonomischen, mesoökonomischen und makroökonomischen Datensätze zu Verfügung stehen und wie ihre Datenqualität einzuschätzen ist. Das Kapitel 6 befasst sich zudem mit einigen ausgewählten methodischen Fragen. Insbesondere wird analysiert, was lineare Modelle, die in aller Regel den empirischen Untersuchungen zugrunde liegen, leisten. Gefragt wird, inwieweit Komplementaritäten, die im Kontext von privaten und öffentlichen FuE-Ausgaben von Bedeutung sind, erfasst werden können.

In Kapitel 7 werden ausgewählte empirische Studien präsentiert, die die Bedeutung von Forschung und Entwicklung sowie Bildung und anderen Faktoren für Produktivität und Wachstum abschätzen. Dabei wird, wie auch im Kapitel 5, eine Gliederung nach den verschiedenen Betrachtungsebenen – makroökonomische, mesoökonomische und mikroökonomische Ebene – vorgenommen. Komplexe

Modellierungen sind ebenfalls Gegenstand des Kapitels. Hier wird kurz auf einige Simulationsmodelle eingegangen. Ein weiterer Unterabschnitt beschäftigt sich außerdem mit empirischen Untersuchungen, die einzelne nationale Innovationssysteme oder sektorale Innovationssysteme betrachten.

Teil IV: Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Kapitel 8 stellt die wesentlichen Ergebnisse der Teile I bis III zusammen. Zudem werden ergänzend einige Aspekte betrachtet. Nach einer Darstellung der Grundlagen werden die Ergebnisse zunächst für die drei verschiedenen Ebenen – mikroökonomische, mesoökonomische, makroökonomische – präsentiert. Anschließend werden die Ergebnisse auf wichtige Aspekte fokussiert. In einzelnen Abschnitten wird auf die Bedeutung von Forschung und Entwicklung sowie von Bildung eingegangen. Ferner wird der Einfluss der Marktstruktur sowie der Wirtschaftsstruktur diskutiert. In einem weiteren Abschnitt wird die Rolle von Friktionen auf Faktor- und Produktmärkten für Innovation und Wachstum dargestellt.

Kapitel 9 setzt sich mit den Herausforderungen für die Innovationsforschung auseinander, die sich als Ergebnis der Untersuchung ergeben. Dabei wird kurz auf Theorielücken, die Notwendigkeit einer stärkeren Verbindung von Empirie und Theorie, eine Verbesserung und Erweiterung der Datenbasis sowie Empfehlungen für eine kontinuierliche Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit eingegangen.

Die Herausforderung für die deutsche Innovationspolitik, die sich aus den Ergebnissen der Untersuchungen ableiten lassen, sind Gegenstand des Kapitels 10. Die Empfehlungen beziehen sich auf den Bildungsbereich, auf die Intensivierung von Forschung und Entwicklung, die Umsetzung von Wissen in Produktivitätszuwächse und neue Produkte, die Vernetzung der an Innovationsprozessen beteiligten Akteure auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene, die Notwendigkeit, Produkt- und Faktormärkte innovationsfreundlich zu gestalten sowie auf die Anforderungen an ein innovations- und wachstumsfreundliches Klima.

2 Grundlagen

2.1 Überblick

In diesem Kapitel werden in Abschnitt 2.2 die im Kontext der Untersuchung wichtigen Begriffe erläutert. Dargelegt wird, wie Bildung, Forschung und Entwicklung, Wissen, Innovation, Produktivität und wirtschaftliches Wachstum definiert, operationalisiert und gemessen werden kann. Zudem wird jeweils anhand eines Indikators gezeigt, welche Position Deutschland im Vergleich mit anderen Ländern einnimmt.[3] Anschließend wird in Abschnitt 2.3 in einem ersten Überblick gezeigt, wie sich ad hoc vermutete Zusammenhänge in der Empirie darstellen. So wird auf der Basis von Daten für einige Länder gezeigt, wie FuE-Ausgaben und Wachstum oder Produktivität und Wachstum zusammenhängen. Es zeigt sich, dass keine einfachen Zusammenhänge existieren. Die zwei grundlegenden Perspektiven, die bei der Analyse der Wirkungen von FuE auf Innovation, Produktivität und Wachstum eingenommen werden können, sind Gegenstand des Abschnitts 2.4. Hier werden kurz die wachstumstheoretische und die wettbewerbspolitische Perspektive erläutert. Der Abschnitt 2.5 befasst sich mit dem methodischen Rahmen. Es werden kurze Überlegungen, erstens, zu den Unterschieden zwischen theoretischen und empirischen Untersuchungen, zweitens, zu den verschiedenen Betrachtungsebenen (mikroökonomische, mesoökonomische und makroökonomische Ebene) und damit verbundenen Fragen der Betrachtung von Markt- und Wirtschaftsstruktur und, drittens, zu den Unterschieden von Partial- und Totalanalysen angestellt. Ein Zwischenfazit (Abschnitt 2.6) beschließt das Kapitel.

2.2 Begriffsklärungen

2.2.1 Bildung

Der Begriff der Bildung ist ein schwer zu fassender Begriff. Von Hentig (2004) versteht unter Bildung

> „den notwendigen und wünschenswerten Vorgang, im Laufe dessen wir erstens unsere Anlagen, also unsere Person, entfalten, zweitens taugliche Bürger werden und drittens an unserer historischen Lebensform, also unserer Kultur, teilhaben als deren erfreute Nutznießer und erfreuliche Fortzeuger und Kritiker."

[3] Ausgewählt werden Indikatoren, die üblicherweise zum Einsatz kommen. Eine umfassende Darstellung der Position Deutschlands hinsichtlich wichtiger Indikatoren findet sich in dem Bericht zum „Innovationsindikator Deutschland" (vgl. Werwatz et al. (2005)).

Folgt man dieser Definition, die im Bereich der Pädagogik vielfach Grundlage von Analysen ist, so lassen sich drei Bereiche unterscheiden:

- persönliche Bildung,
- politische Bildung
- und berufliche Bildung.

Ferner verweist von Hentig darauf, dass sich Bildung nur bedingt messen lässt. Da im Wesentlichen nur Tests zur Messung von Bildung geeignet sind, kann nach seiner Auffassung nur der Teil von Bildung bestimmt werden, der hinlänglich als Lernstoff bezeichnet wird.

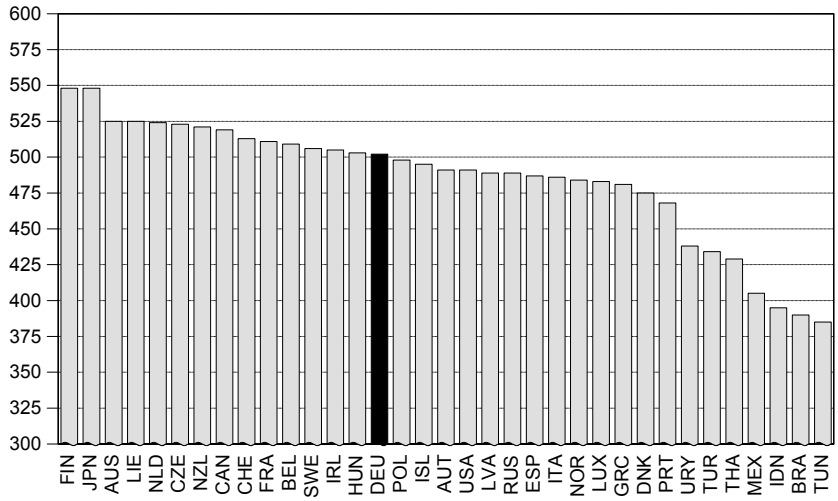
Diese einführenden Bemerkungen zeigen, vor welchen Problemen die ökonomische Theorie bei der Operationalisierung von Bildung steht. Bildung ist keine eindimensionale Variable, auf deren Basis problemlos Vergleiche zwischen Individuen oder auf aggregierter Ebene zwischen Ökonomien vorgenommen werden können. Bildung hat eine qualitative und eine quantitative Komponente.

Aufgrund der Komplexität haben sich Indikatorensysteme herausgebildet, die eine zunehmende Verbreitung finden. Insbesondere in dem Indikatorensystem, das in dem OECD-Bericht „Education at a Glance“ (OECD (2004a)) Verwendung findet, wird der Versuch unternommen, qualitative und quantitative Aspekte von Bildung zu erfassen. Ähnliche Indikatorensysteme sind auch in den Bildungsberichten der Bundesregierung angelegt. Speziell sei auf das Gutachten „Konzeptionelle Grundlagen für einen nationalen Bildungsbericht Berufliche Bildung und Weiterbildung / Lebenslanges Lernen“ verwiesen (BMBF (2004a)).[4] Ein System elementarer Indikatoren ist auch im Rahmen der Berichtserstattung zur Technologischen Leistungsfähigkeit abgebildet (BMBF (2004b, 2005)). Zum Bildungsstand von Schülern bieten sich die im Rahmen der Pisa-Studie gewählten Indikatoren an (OECD 2004b)).

In der ökonomischen Theorie wird Bildung, sofern es sich um theoretische Beiträge handelt, in sehr abstrakter Form modelliert (vgl. hierzu auch die Ausführungen in den nächsten Kapiteln). Die empirischen Beiträge, die Bildung als Determinanten von Innovationen, Produktivität oder Wachstum untersuchen, stehen vor dem Problem, aus der großen Zahl potentiell verfügbarer Variablen und Indikatoren geeignete auszuwählen.

[4] Zur empirischen Erfassung und der Messung des lebenslangen Lernens vgl. Wingerter (2004).

Abbildung 2-1
Ergebnisse der Pisa-Studie: Schülerleistungen auf der Gesamtskala Naturwissenschaften im Jahr 2003



Quelle: OECD.

Exemplarisch sind in Abbildung 2-1 die Ergebnisse der Pisa-Studie (OECD (2004b)) für die Schülerleistungen im Bereich Naturwissenschaften dargelegt.[5] Es zeigt sich, dass Deutschland einen relativ schlechten Rang aufweist. Dies gilt vor allen im Vergleich zu Ländern, mit denen Deutschland im Wettbewerb steht.

2.2.2 Forschung und Entwicklung

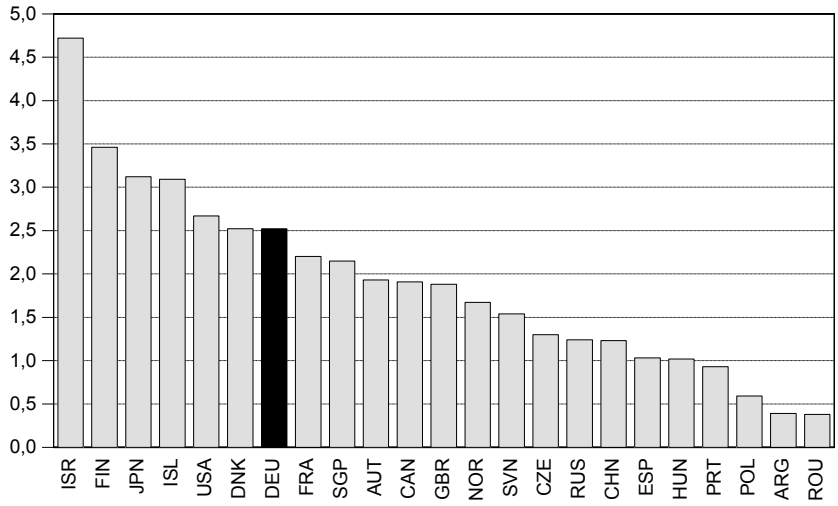
Der Begriff der Forschung und Entwicklung wird in der Regel im Sinne des Frascati-Manuals (OECD (2002a)) verwendet. Dort heißt es (vgl. BMBF (2004b)):

> „Forschung und experimentelle Entwicklung ist die systematische, schöpferische Arbeit zur Erweiterung des vorhandenen Wissens einschließlich des Wissens über den Menschen, die Kultur und die Gesellschaft sowie die Verwendung dieses Wissens mit dem Ziel, neue Anwendungsmöglichkeiten zu finden."

Die Begriffe Forschung und Entwicklung werden in diesem Bericht im Sinne dieser Definitionen verwendet, so dass an dieser Stelle keine längeren Ausführungen hierzu nötig sind (vgl. hierzu auch den Bundesbericht Forschung, BMBF (2004b)).

[5] Neben dem Bereich Naturwissenschaften werden auch der Bereich Mathematik und Lesekompetenz erfasst.

Abbildung 2-2
Forschungs- und Entwicklungsausgaben im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt im Jahr 2002
in %



Quelle: OECD.

In Hinblick auf die nachfolgenden Analysen ist eine sektorale Gliederung von Bedeutung. Prinzipiell kommen

- die Wirtschaft (Wirtschaftssektor)
- die Hochschulen (Hochschulsektor)
- der Staat (ohne Hochschulen)
- die privaten Institutionen ohne Erwerbszweck
- sowie das Ausland

als relevante Sektoren bei

- der Durchführung von Forschung und Entwicklung bzw.
- der Finanzierung von Forschung und Entwicklung

in Frage (vgl. hierzu auch BMBF (2004b)).

Für den Bereich Forschung und Entwicklung stehen in diesen Gliederungen wesentliche Daten zur Verfügung. Damit ist das Berichtswesen zu Forschung und Entwicklung in Deutschland weitaus umfangreicher und besser entwickelt als im Bereich Bildung. Zu nennen sind hier die Berichte im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands sowie des Bundesberichts Forschung (vgl. BMBF (2004b, 2005)). Für internationale Vergleiche stehen verschiedene Datenbanken der OECD zur Verfügung.

Die Abbildung 2-2 zeigt die gesamtwirtschaftlichen Forschungs- und Entwicklungsausgaben im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt. Deutschland liegt hierbei im Mittelfeld wichtiger Industrienationen. Die wichtigen Wettbewerber, insbesondere die USA und Japan, weisen höhere FuE-Intensitäten auf, während Frankreich und Großbritannien etwas bzw. deutlich weniger für Forschung und Entwicklung relativ zum Bruttoinlandsprodukt ausgeben.

2.2.3 Wissen

Mit dem Begriff des Wissens sind unmittelbar die Begriffe Humankapital, Sozialkapital und Wissenskapital verbunden (Mohr (1997)), da sich das Wissen einer Gesellschaft in diesen Kapitalbeständen widerspiegelt. Abgegrenzt werden diese Kapitalbestände wie folgt (Mohr (1997), Clar et al. (1997)):

- Humankapital umfasst das in ausgebildeten und qualifizierten Individuen repräsentierte Leistungspotential einer Gesellschaft.
- Wissenskapital umfasst das nicht an Individuen gebundene Wissen, das kodifiziert (z.B. in Form von Patentschriften oder Publikationen) oder nicht kodifiziert (z.B. in Organisationsstrukturen oder Institutionen im Sinne der Institutionenökonomik) vorliegt.
- Das Sozialkapital einer Gesellschaft ist durch „bewährte und intakte soziale Strukturen, Traditionen, elementare Normen und Sanktionen“ (Mohr (1997)) gekennzeichnet.

Offenbar lassen sich die Kategorien nicht klar voneinander abgrenzen. Dies gilt vor allem für das Wissens- und Sozialkapital. Zudem finden sich in der Literatur andere Klassifikationen. Grupp (1997b) unterscheidet faktorgebundenes Wissen, das dem Begriff des Humankapitals sehr nahe steht, und faktorungebundenes Wissen, das in kodifizierter oder nicht kodifizierter Form vorliegt und somit eher das Wissens- und Sozialkapital einer Gesellschaft bestimmt. Mit dieser Terminologie lässt sich Wissen auch nach dem Grad der Rivalität unterscheiden: Während bei faktorgebundenem Wissen (Humankapital) Rivalität vorliegt (ein Individuum kann z.B. zu einem Zeitpunkt sein Wissen nur einem Unternehmen anbieten), kann faktorungebundenes Wissen (z.B. das Wissen, das in einer wissenschaftlichen Veröffentlichung zu finden ist) von der gesamten Gesellschaft genutzt werden, ohne dass es zu einer Rivalität kommt.

Darüber hinaus kann Wissen nach weiteren Kriterien charakterisiert werden:

- Ausschließbarkeit:

  Wissen kann nach dem Grad der Ausschließbarkeit charakterisiert werden. Akteure können vollständig, teilweise oder nicht von Wissen ausgeschlossen werden. Bei Allgemeinwissen oder veröffentlichtem Wissen besteht keine Möglichkeit des Ausschlusses. Teilweise können Akteure von patentiertem Wissen ausgeschlossen werden. Bei geheim gehaltenem Wissen ist der Ausschluss ande-

rer Akteure vollständig. In Verbindung mit dem Grad der Rivalität kann Wissen dann als privates oder als öffentliches Gut oder als Klubgut angesehen werden. Durch diese Klassifizierung wird unmittelbar deutlich, dass Märkte, auch wenn sie im Sinne der (neoklassischen) Theorie durch vollkommene Konkurrenz gekennzeichnet sind, nicht eine optimale Bereitstellung von Wissen gewährleisten können, da Wissen vielfach den Charakter eines öffentlichen Gutes hat und somit von Unternehmen und auch Haushalten nicht in einem wohlfahrtoptimalen Umfang produziert wird.

- Gründe der Gewinnung von Wissen:

  Wissen ist in aller Regel Ergebnis eines intendierten Wissensgewinnungsprozesses. Durch (private und öffentliche) Bildungsausgaben werden das Humankapital und somit das faktorgebundene Wissen einer Volkswirtschaft gesteigert. Private und öffentliche Forschungs- und Entwicklungsausgaben bewirken primär eine Vergrößerung des faktorungebundenen Wissens. Wissen wird aber auch durch Spillovers erzeugt, die nicht vom originären Wissensproduzenten intendiert sind. Derartige positive externe Effekte entstehen z.B. bei folgenden Aktivitäten (vgl. Bretschger (2004)):

  - Produktion von Waren und Dienstleistungen (learning-by-doing):

    Arrow (1962) folgend sind mit Produktionsaktivitäten Lerneffekte verbunden, die Wissen generieren und sich positiv auf die Volkswirtschaft auswirken, ohne dass die Produktion auf die Generierung von Wissen ausgerichtet ist.

  - (Private und öffentliche) Forschung und Entwicklung:

    Sowohl in den FuE-Abteilungen der Unternehmen als auch den öffentlichen Forschungseinrichtungen (Hochschulen, andere Forschungseinrichtungen) wird Wissen gewonnen, das auch anderen Akteuren zugute kommt, sofern es – wie zuvor erläutert – keinen vollständigen Ausschluss gibt.

  - Produktion öffentlicher Vorleistungen:

    Von dieser Produktion, die je nach Abgrenzung auch die öffentliche Forschung umfassen kann, gehen ebenfalls positive Spillovers aus.

  - Generierung von Humankapital:

    Die Bildung von Humankapital ist zunächst durch das individuelle Streben nach Einkommen motiviert: Individuen bilden sich, um ein möglichst hohes Einkommen erzielen zu können. Durch die Bildung von Humankapital entsteht aber auch ein positiver externer Effekt, da die Bildung des einzelnen Individuums auch der Gesamtgesellschaft zugute kommt, da individuelle Bildung auch das Sozialkapital einer Gesellschaft stärkt.

  Aufgrund der Existenz dieser Spillovers ergibt sich ebenfalls ein Marktversagen: Da die Akteure, die Wissen produzieren, den positiven externen Effekt nicht bei ihren wirtschaftlichen Aktivitäten

berücksichtigen, wird ohne staatliches Handeln zu wenig Wissen produziert, so dass Wohlfahrtsverluste entstehen.[6]

- Ort des Entstehens von Wissen:

  Wissen kann nach seiner regionalen Herkunft charakterisiert werden. Vor allem bei Wissen, das durch Spillovers entsteht, ist von großem Interesse, ob es sich um intra- oder internationales Wissen handelt.

Die Auflistung zeigt, dass es unterschiedliche Quellen für das Wissen einer Gesellschaft gibt. Von zentraler Bedeutung sind das Bildungssystem und das Innovationssystem und damit die Bildungs- und Forschungsausgaben einer Gesellschaft, wobei private sowie öffentliche Ausgaben zu berücksichtigen sind. Wissen kann aber auch importiert werden, sei es durch Migration von Humankapital oder durch den Kauf von Patenten oder Lizenzen. Schließlich entsteht Wissen durch Spillover.

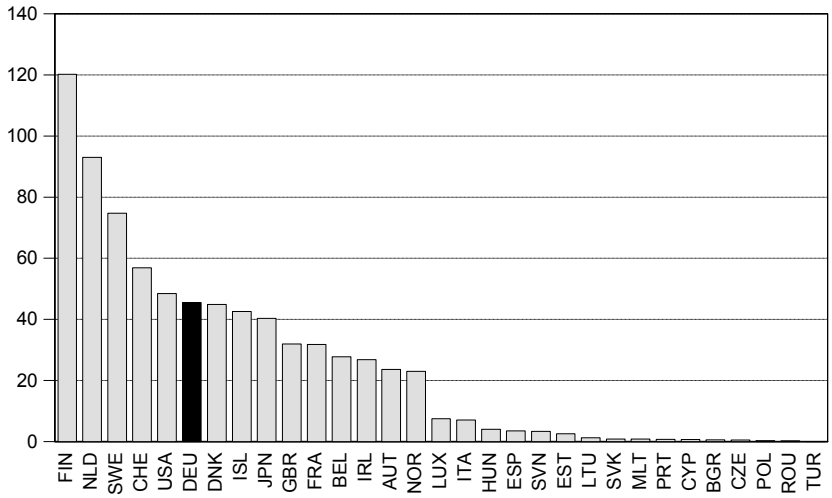
Aufgrund der diffizilen Charakteristika von Wissen ist es nicht verwunderlich, dass Wissen nur sehr schwer operationalisiert und gemessen werden kann. In der innovationsökonomischen Literatur wurden deshalb verschiedene Proxyvariablen entwickelt, die näherungsweise Wissen abbilden können. Dabei kommt der Zahl von Patenten eine besondere Rolle zu. Patente können als Ergebnis der Wissensgenerierung aufgefasst werden, wenngleich sie nur bestimmte Formen von Entwicklungen abdecken können. Hinzu kommt, dass in vielen Fällen am Ende der Wissensgenerierung und Entwicklung kein Patent oder anderes Schutzrecht zum Schutze geistigen Eigentums steht. Die Gründe hierfür sind vielfältig:[7]

- Die Entwicklung kann aufgrund rechtlicher Regelungen nicht patentiert werden.
- Da mit der Erwirkung eines Schutzrechtes die Offenlegung von Informationen in Patentschriften verbunden ist, wird in vielen Fällen von einer Patentierung Abstand genommen. In diesem Falle versucht der Entwickler seine Entwicklung geheim zu halten, um so individuell und exklusiv auf das Wissen, das mit der Entwicklung verbunden ist, zugreifen zu können.
- Auf eine Patentierung oder auf die Erwirkung anderer Schutzrechte wird verzichtet, da dies mit Kosten verbunden und unter Umständen langwierig ist.

[6] Am Rande sei bemerkt, dass die Eigenschaften eines öffentlichen Gutes und die Existenz von (positiven) externen Effekten eng verwandt sind. Deshalb ergeben sich - wie sich später zeigen wird - keine elementaren Unterschiede bei der Begründung staatlichen Handelns, so dass die gleichen Instrumente greifen, die bei Marktversagen angewendet werden sollten (vgl. auch Fritsch et al. (2005)).

[7] Vgl. hierzu z.B. Granstrand (2005) oder Posner (2005).

Abbildung 2-3
Zahl der beim Europäischen Patentamt angemeldeten Hightech-Patente pro eine Million Einwohner im Jahr 2002



Quelle: European Innovation Scoreboard.

Trotz dieser Einschränkungen werden Patente als ein Ansatzpunkt gesehen, den Wissensstand einer Ökonomie abschätzen zu können. Die Abbildung 2-3 zeigt, wie viele Hightech-Patente pro eine Million Einwohner aus verschiedenen Ländern beim Europäischen Patentamt im Jahr 2002 angemeldet wurden. Hier liegt Deutschland vor den anderen großen europäischen Ländern, aber auch vor Japan und nur knapp hinter den USA. Finnland und Schweden, die als innovative Ländern gelten, liegen an der Spitze, zusammen mit den Niederlanden und der Schweiz.

2.2.4 Innovation

Gemäß des Oslo-Handbuchs (OECD (1997)) wird der Begriff der Innovation wie folgt definiert (vgl. BMBF (2004b)):

> „Innovationen sind neue oder merklich verbesserte Produkte oder Dienstleistungen, die auf dem Markt eingeführt worden sind (Produktinnovationen), oder neue oder verbesserte Verfahren, die neu eingesetzt werden (Prozessinnovationen).“

Damit ist der Begriff der Innovationen unbedingt zu unterscheiden von dem Begriff der Invention. Während eine Innovation ein Produkt oder einen Prozess beschreibt, das bzw. der tatsächlich am Markt eingeführt oder in der laufenden Produktion eingesetzt wird, beschreibt eine Invention ein Produkt oder einen Prozess, das bzw. der diesen Status noch nicht erreicht hat.

Insbesondere ist eine Innovation dadurch gekennzeichnet, dass sie sich bereits im Wettbewerb bewährt hat. Die Vorstufe zu einer Innovation ist eine Invention. Eine Invention kann z.B. ein Prototyp sein,

der die Marktreife erreicht hat, allerdings noch nicht in den Markt eingeführt worden ist. Inventionen müssen zudem nicht notwendigerweise zu einer Innovation werden.

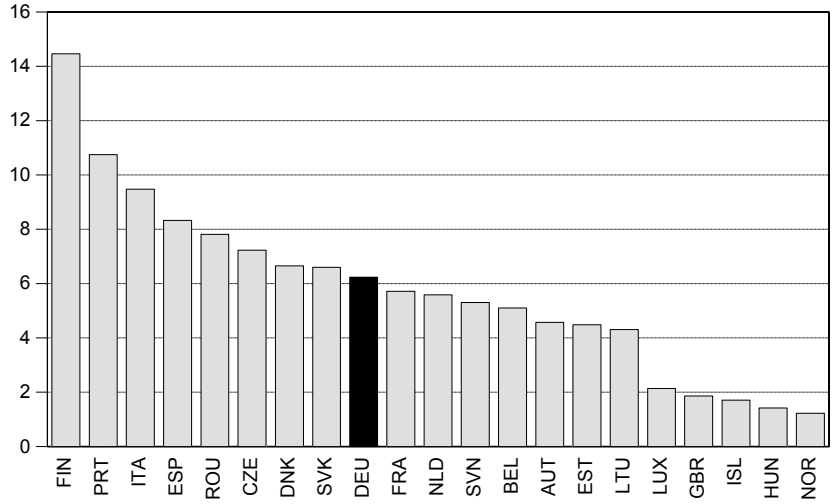
Produktinnovationen und Prozessinnovationen unterscheiden sich deutlich in ihren Wirkungen (Voßkamp (1996)). Prozessinnovationen (oder auch Verfahrensinnovationen genannt) sind durch Veränderungen in Produktionstechnologien gekennzeichnet. Sie bewirken, dass mit gleichem Faktoreinsatz (u.a. Arbeit, Kapital) ein höherer Output erzielt werden kann. Das bedeutet, dass eine Volkswirtschaft kontinuierlich wachsen wird, wenn kontinuierlich Prozessinnovationen zu beobachten sind, auch wenn der Faktorbestand der Volkswirtschaft nicht ausgeweitet werden kann. Aus Sicht eines Unternehmens führt eine Prozessinnovation zu einer Kostenreduktion, die sich in aller Regel in einem niedrigeren Angebotspreis niederschlagen wird. Für die wirtschaftlichen Wirkungen einer Prozessinnovation spielen dann die Marktbedingungen eine Rolle, die den Preiswettbewerb charakterisieren. Wie Prozessinnovationen auf die unternehmerischen Marktergebnisse (z.B. den Gewinn oder den Umsatz) des Innovators wirken, hängt maßgeblich von Preiselastizitäten ab.

Produktinnovationen können in zwei Gruppen eingeteilt werden. Einerseits kann eine Produktinnovation durch ein gänzlich neues Produkt gekennzeichnet sein, das sich einen neuen Markt schafft. Andererseits kann eine Produktinnovation durch eine Qualitätssteigerung gekennzeichnet sein. Für eine Volkswirtschaft bedeutet dies, dass bei gegebenen Ressourcen c. p. die gleiche Quantität an Waren und Dienstleistungen produziert werden kann, allerdings zu einer höheren Qualität. Aus der Sicht eines Unternehmens, das eine Produktinnovation durchsetzt, führt eine Produktinnovation über eine höhere Qualität zu verbesserten Marktbedingungen. Die Art des Qualitätswettbewerbs, dem der Innovator ausgesetzt ist, hat dann einen maßgeblichen Einfluss darauf, wie die Marktergebnisse durch Produktinnovationen beeinflusst werden. Damit spielen hier Qualitätselastizitäten eine Rolle.

In den theoretischen Beiträgen werden inkrementelle und radikale Innovationen unterschieden. Radikale Innovationen sind dadurch gekennzeichnet, dass durch die Innovation über eine Kostenreduktion oder eine Qualitätssteigerung alle Konkurrenten vom relevanten Markt verdrängt werden. Inkrementelle Innovationen haben nicht diese durchgreifenden Wirkungen. Sie führen dazu, dass Konkurrenten Marktanteile verlieren.

Schließlich soll darauf hingewiesen werden, dass in der Literatur Ausgaben für Forschung und Entwicklung und Innovationsausgaben unterschieden werden. Innovationsausgaben umfassen die Ausgaben für Forschung und Entwicklung sowie weitere Ausgaben, die notwendig sind, um eine Invention in eine Innovation umzusetzen. Damit gehören z.B. Lizenzgebühren, Investitionen und Weiterbildungsmaßnahmen zur Umsetzung von FuE-Ergebnissen auch zu den Innovationsausgaben (vgl. hierzu BMBF (2004b)).

Abbildung 2-4
Anteil des Umsatzes der Unternehmen mit neuen Produkten im Jahr 2002 in %



Quelle: European Innovation Scoreboard.

Die Messung des Innovationsgeschehens in einer Volkswirtschaft ist schwierig. Um feststellen zu können, in welchem Umfang die Unternehmen in einer Volkswirtschaft neue Produkte und neue Verfahren in Märkte erfolgreich einführen, bedürfte es sehr präziser Befragungen. Folglich wird in der innovationsökonomischen Literatur eher das Gewicht auf den Input und Output von FuE-Prozessen gelegt. Aus diesem Grund werden vielfach Forschungsintensitäten und Patentanmeldungen herangezogen. Beide Größen treffen aber nicht den Kern von Innovationen. Innovationen zeigen sich auf Märkten, sowohl Forschungs- und Entwicklungsausgaben als auch Patente müssen jedoch nicht in jedem Falle zu marktrelevanten Ergebnissen führen.

Um dennoch näherungsweise die Bedeutung von Innovationen zu einem Zeitpunkt erfassen zu können, wird von verschiedenen Autoren der Umsatzanteil, der mit neu eingeführten Produkten erwirtschaftet wird, als Proxyvariable gewählt. In der Abbildung 2-4 sind die Ergebnisse dargestellt.

Deutschland nimmt hier im Vergleich zu anderen europäischen Ländern einen mittleren Rank ein. An der Spitze ist Finnland zu finden. Andere Länder wie zum Beispiel Portugal, Italien und Spanien oder auch Rumänien, die üblicherweise nicht als innovativ gelten, folgen auf den weiteren Rängen. Frankreich weist einen ähnlichen Wert wie Deutschland auf. Für Großbritannien fällt dieser Wert sehr gering aus.

2.2.5 Produktivität

Das Produktionspotential einer Volkswirtschaft hängt maßgeblich davon ab, ob Produktionsfaktoren (wie z.B. Arbeit und Kapital) effizient eingesetzt werden. Mit Hilfe von Produktivitätsmaßen kann

abgeschätzt werden, ob eine Ökonomie – im Vergleich zu anderen Ökonomien – die zur Verfügung stehenden Ressourcen produktiv verwendet.

Allgemein setzen Produktivitätsmaße eine Outputgröße ins Verhältnis zu einer Inputgröße. Vorrangig werden in der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur Arbeitsproduktivitäten und Totale Faktorproduktivitäten (TFP) untersucht. Im einfachsten Fall wird bei der Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Arbeitsproduktivität A zum Beispiel das Bruttoinlandsprodukt Y ins Verhältnis zum gesamtwirtschaftlichen Arbeitseinsatz L, gemessen z.B. in Arbeitsstunden oder Erwerbspersonen, gesetzt. Veränderungen der Arbeitsproduktivität können dann als Ergebnis des technischen Fortschritts interpretiert werden, sofern bestimmte Annahmen erfüllt sind.[8]

Insbesondere ergeben sich im Fall von abnehmenden Grenzerträgen beim Einsatz des Faktors Arbeit Sachverhalte, die nicht unbedeutend sind. Geht man von der neoklassischen Theorie aus, so ist mit einem zunehmenden Arbeitseinsatz ein höherer Output zu erwarten. Allerdings ist der Zuwachs des Outputs umso geringer, je höher der Arbeitseinsatz ist. So kann z.B. (c. p.) erwartet werden, dass die Arbeitsproduktivität sinkt, wenn die Arbeitslosenquote fällt und zugleich keine Veränderung durch technischen Fortschritt zu verzeichnen ist.

Der zentrale Nachteil von Studien, die Arbeitsproduktivitäten betrachten, ist, dass nur die Produktivität eines Faktors ermittelt wird. Dies ist ein Grund, weshalb sich das Konzept der Totalen Faktorproduktivität verstärkt etabliert hat. Die zentrale Idee bei der Konstruktion von Totalen Faktorproduktivitäten ist die Bestimmung des Anteils des Wachstums einer Outputgröße, der nicht auf das Wachstum eines Produktionsfaktors oder mehrerer Produktionsfaktoren zurückzuführen ist.

Die Grundidee sei an einem einfachen Beispiel demonstriert. Ausgegangen wird von einer neoklassischen Produktionsfunktion.[9] Der Output $Y(t)$ in der Periode t wird durch den Einsatz von Arbeit $L(t)$ und Kapital $K(t)$ produziert:

$$Y(t) = A(t) f(K(t), L(t))$$

Dabei stellt $A(t)$ einen Index dar, der das technologische Niveau beschreibt (Totale Faktorproduktivität, kurz: TFP). Mit Hilfe einiger mathematischer Umformungen kann gezeigt werden, dass die

[8] Einen umfassenden Überblick zur Produktivitätsmessung bietet das entsprechende OECD-Handbuch (OECD (2001)).

[9] Vgl. hierzu z.B. auch Barro/Sala-i-Martin (1995).

Wachstumsrate der technologischen Niveauvariablen $g_A = \dot{A}/A = dA/A$ wie folgt ausgedrückt werden kann:[10]

$$g_A = g_Y - \alpha(t) g_k - (1-\alpha(t)) g_L \tag{2.1}$$

Dabei stellt $\alpha(t)$ zunächst die partielle Produktionselastizität des Faktors Kapital dar. Werden die üblichen Annahmen der neoklassischen Theorie gewählt, so kann gezeigt werden, dass $\alpha(t)$ den nominalen Inputkoeffizienten für Kapital (kurz: Kapitalanteil) darstellt. Die Gleichung zeigt, dass die Wachstumsrate der Totalen Faktorproduktivität als Residuum bestimmt wird. Sie ergibt sich dadurch, dass von der Wachstumsrate des Outputs die Beiträge abgezogen werden, die auf das Wachstum der Faktoren Arbeit und Kapital zurückzuführen sind.

Die vorangegangenen Überlegungen für die Totale Faktorproduktivität gelten zunächst nur für den Fall, dass die Wachstumsraten auf der Basis sehr kurzer Perioden berechnet werden. Üblicherweise werden Wachstumsraten für den Output und den Einsatz der Faktoren nur jährlich erhoben. Aus diesem Grunde müssen Approximationen vorgenommen werden (vgl. z.B. Barro/Sala-i-Martin (1995)). Dies führt dazu, dass in aller Regel mit den Logarithmen der entsprechenden Variablen gearbeitet wird. Zudem werden die Faktoranteile (insbesondere der Kapitalanteil) durch den Mittelwert der entsprechenden Variablen für die beiden relevanten Perioden approximiert. Es ergibt sich hieraus:

$$\log\frac{A(t+1)}{A(t)} = \log\frac{Y(t+1)}{Y(t)} - \beta(t)\log\frac{K(t+1)}{K(t)} - (1-\beta(t))\log\frac{L(t+1)}{L(t)}$$

mit

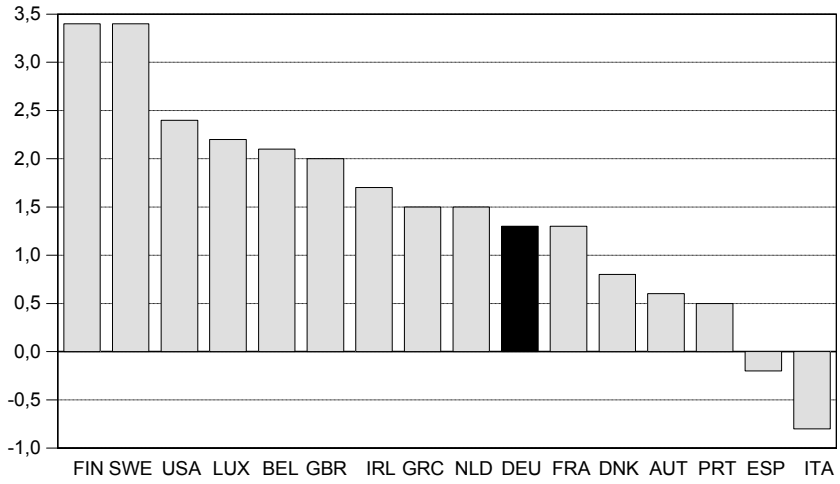
$$\beta(t) = \frac{\alpha(t+1)+\alpha(t)}{2}$$

Der skizzierte Ansatz lässt sich im Prinzip um beliebige Faktoren erweitern. Im Laufe der Untersuchung werden in Teil III Beiträge diskutiert, die diesem Ansatz folgen und unterschiedliche Faktoren in Betracht ziehen.

Darüber hinaus stellt sich bei der Bestimmung von Totalen Faktorproduktivitäten – wie bei der Bestimmung von Arbeitsproduktivitäten – das Problem der Auswahl der Variablen. Als Outputvariablen kommen – bei gesamtwirtschaftlicher Betrachtung – die gesamtwirtschaftliche Produktion, das Bruttoinlandsprodukt oder aber auch die Bruttowertschöpfung in Frage.

[10] Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird auf den Index t verzichtet, sofern dies nicht zu Zweifelsfällen führt. Die Wachstumsrate einer Variablen x wird allgemein durch g_x beschrieben.

Abbildung 2-5
Wachstumsrate der Totalen Faktorproduktivität im Jahr 2004 in %



Quelle: Groningen Growth and Development Center (GGDC).

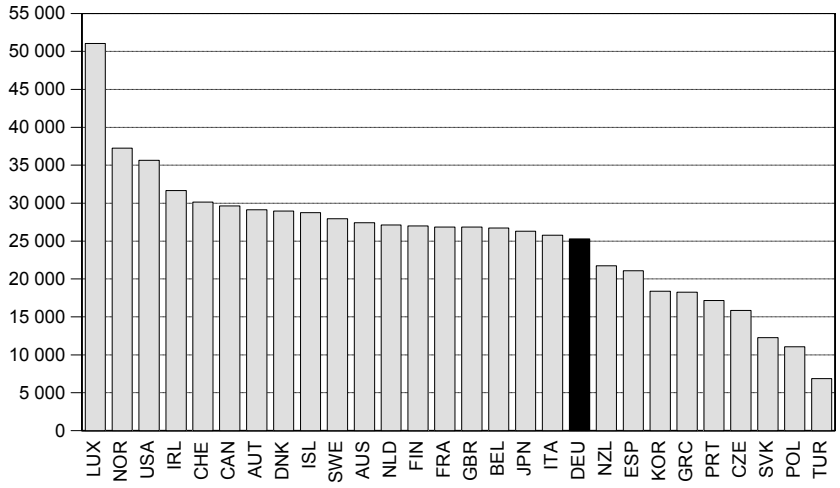
Die Messung des Arbeitseinsatzes kann ebenfalls auf der Basis sehr unterschiedlicher Variablen erfolgen, wie die in Teil III skizzierten Studien zeigen. Insbesondere kommen Variablen in Frage, die sich auf die Zahl der Erwerbstätigen oder Erwerbspersonen beziehen. Vielfach werden aber auch Variablen verwendet, die den Arbeitseinsatz über die Zahl der geleisteten Arbeitsstunden bestimmen. In ähnlicher Form stehen verschiedene Variablen zur Messung des Kapitaleinsatzes zur Verfügung.

Die Produktivitätsforschung wird durch Studien dominiert, die Arbeitsproduktivitäten oder Totale Faktorproduktivitäten untersuchen. Allerdings wurden in den letzten Jahren weitere Konzepte entwickelt, die zum Teil die Nachteile der üblichen Produktivitätsmessung überwinden, zum Teil aber auch neue Probleme aufwerfen. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang nicht-parametrische Verfahren (vgl. z.B. Krüger et al. (2003)) sowie Ansätze, welche die Idee der „general purpose technologies" (GPT)[11] aufgreifen.

In Abbildung 2-5 ist die Wachstumsrate der Totalen Faktorproduktivität für einige OECD-Länder für das Jahr 2004 abgetragen. Deutschland befindet sich im hinteren Mittelfeld, ähnlich wie Frankreich. Die USA und Großbritannien schneiden deutlich besser ab. An der Spitze liegen Finnland und Schweden. Negative Wachstumsraten für die Totale Faktorproduktivität weisen Spanien und Italien auf.

[11] Vgl. hierzu Unterabschnitt 5.3.4.

Abbildung 2-6
Bruttoinlandsprodukt pro Einwohner in Kaufkraftparitäten im Jahr 2003



Quellen: OECD; Berechnungen des DIW Berlin.

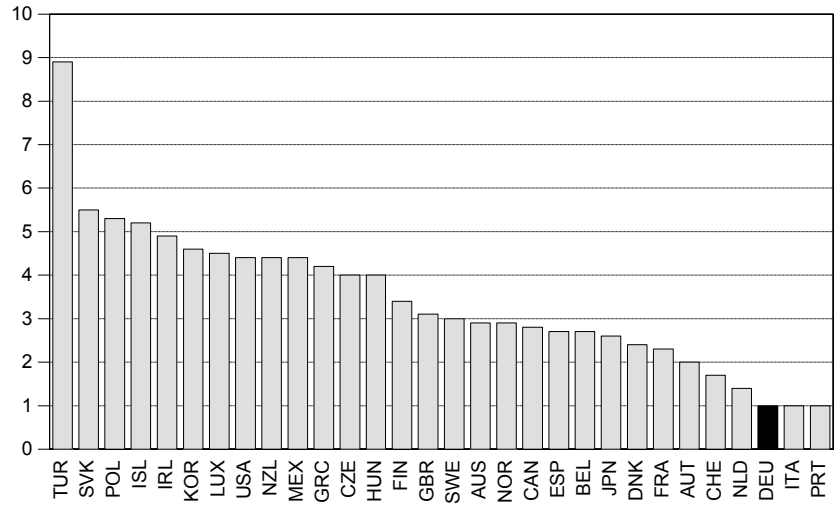
2.2.6 Wirtschaftliches Wachstum

Die zentrale volkswirtschaftliche Leistungsgröße ist das Bruttoinlandsprodukt. Das Bruttoinlandsprodukt gibt den Wert aller Waren und Dienstleistungen an, die in einer Periode in einer Volkswirtschaft produziert wurden. Das Wachstum des Bruttoinlandsprodukts gibt somit den Zuwachs an Waren und Dienstleistungen an, die produziert werden. Neben dem Bruttoinlandsprodukt spielen die Bruttowertschöpfung und das Bruttonationaleinkommen eine untergeordnete Rolle.

Das Bruttoinlandsprodukt kann in vier Verwendungskategorien aufgeteilt werden: privater Konsum, Staatskonsum, Investitionen und Exporte abzüglich Importe. Geht man von üblichen wohlfahrts- und wachstumstheoretischen Überlegungen aus, so bestimmt der gesamtwirtschaftliche Konsum der jetzigen und der folgenden Perioden die Wohlfahrt einer Ökonomie (vgl. dazu die Ausführungen in Kapitel 3). Dennoch sind das Bruttoinlandsprodukt und das Wachstum des Bruttoinlandsprodukts gute Indikatoren für die wirtschaftliche Situation einer Ökonomie, da die anderen Komponenten des Bruttoinlandsproduktes sich mittelbar positiv auf die Wohlfahrt einer Ökonomie auswirken (vgl. hierzu auch Heinemann (2004)).

Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen stehen in angemessener Qualität für sehr viele Staaten zu Verfügung, so dass prinzipiell Wachstumsvergleiche möglich sind. Allerdings sind die Regelungen zur Bestimmung der einzelnen Variablen in den volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen in den verschiedenen Staaten nicht einheitlich (vgl. hierzu Statistisches Bundesamt (2003)).

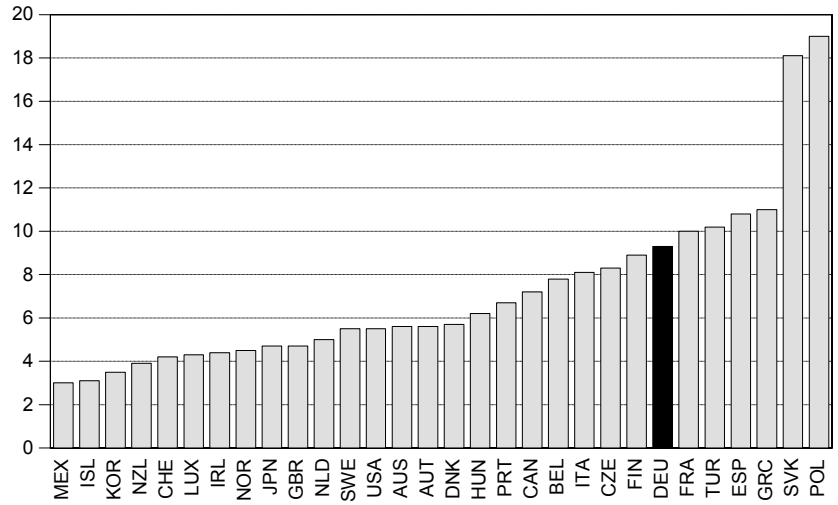
Abbildung 2-7
Wachstumsrate des Bruttoinlandsprodukts im Jahr 2004 in %



Quellen: OECD; Berechnungen des DIW Berlin.

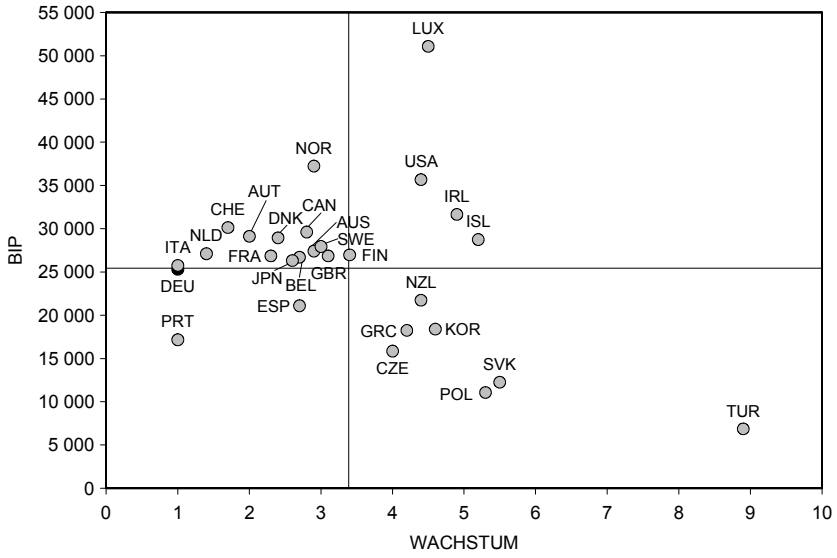
In den Abbildungen 2-6 bis 2-8 sind das Pro-Kopf-Einkommen in Kaufkraftparitäten für das Jahr 2003, die Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes für das Jahr 2004 sowie die Arbeitslosenquote (nach OECD-Berechnungen) für das Jahr 2004 dargestellt. Es zeigen sich die bekannten Ergebnisse: Deutschland weist mittlerweile im Vergleich zu den meisten europäischen Ländern und den USA sowie Japan ein relativ geringeres Pro-Kopf-Einkommen auf. Zudem bleibt die Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes deutlich hinter den Wachstumsraten fast aller OECD-Länder zurück. Die Arbeitslosenquote ist im Vergleich ebenfalls sehr hoch.

Abbildung 2-8
Arbeitslosenquote für das Jahr 2004 in %



Quelle: OECD.

Abbildung 2-9
Der Zusammenhang zwischen dem Pro-Kopf-Einkommen (2003) und der Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes in % (2004)



Quelle: OECD.

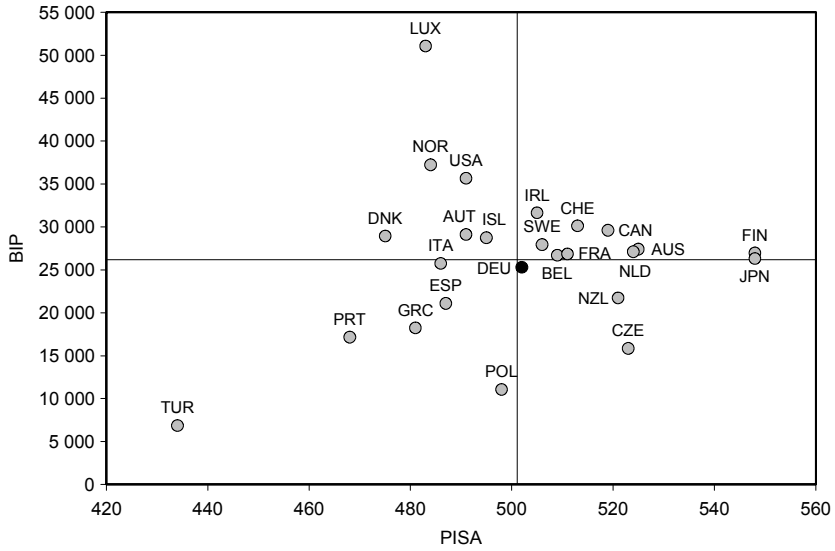
2.3 Einige empirische Zusammenhänge

2.3.1 Vorbemerkungen

In diesem Abschnitt soll durch einfache deskriptive Analysen deutlich gemacht werden, dass die Zusammenhänge zwischen Forschung und Entwicklung, Bildung, Wissen, Innovation, Produktivität und Wachstum sowie Beschäftigung nicht mit einfachen linearen Modellen zu erklären sind. Um dies deutlich zu machen, werden einige Streudiagramme präsentiert. Bezug genommen wird auf die Variablen, die bereits im vorherigen Abschnitt verwendet wurden. Es wurden jeweils die aktuellsten Daten verwendet, die verfügbar sind. Hieraus ergibt sich der Nachteil, dass mehrfach Variablen für verschiedene Jahre verglichen werden.

In der wirtschaftspolitischen Diskussion wird stark auf die Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes abgestellt. Deshalb wird dargestellt, wie verschiedene Variablen und das Wachstum des Bruttoinlandsproduktes korreliert sind. Daneben ist aber auch das Niveau des Bruttoinlandsproduktes eine entscheidende Variable. Deshalb wird in ähnlicher Weise untersucht, wie Forschung und Entwicklung und die anderen Variablen mit dem Pro-Kopf-Einkommen korreliert sind. Niveau- und Wachstumsentwicklungen zu untersuchen erscheint auch vor den Ergebnissen, die sich in der Abbildung 2-9 zeigen, sinnvoll. Deutlich wird in der Abbildung, dass es keinen unmittelbaren linearen Zusammenhang zwischen diesen beiden Variablen gibt.

Abbildung 2-10
Der Zusammenhang zwischen den Pisa-Ergebnissen für den Bereich Naturwissenschaften (2003) und dem Pro-Kopf-Einkommen (2003)



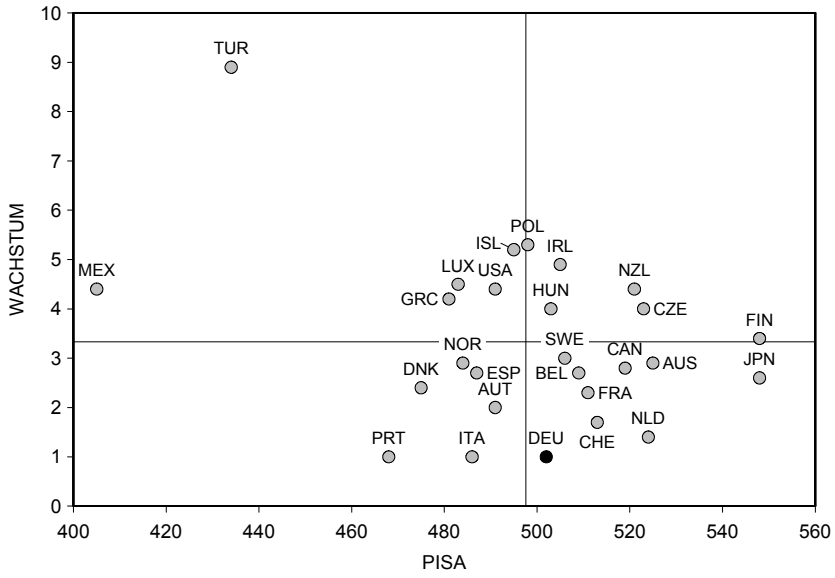
Quelle: OECD.

Grundsätzlich bietet es sich an, einfache Regressionsanalysen durchzuführen oder Korrelationskoeffizienten zu bestimmen. Hierauf wird aus zwei Gründen verzichtet: Zum einen soll an dieser Stelle nur explorativ dargestellt werden, wie sich die Sachverhalte darstellen. Zum anderen wird im hinteren Teil der Arbeit deutlich, dass einfache lineare Beziehungen nicht bestehen.

2.3.2 Bildung und wirtschaftliche Entwicklung

In den Abbildungen 2-10 und 2-11 sind die Ergebnisse der Pisa-Studie für den Bereich Naturwissenschaften und das Wachstum des Bruttoinlandsproduktes bzw. das Pro-Kopf-Einkommen dargestellt. Die beiden Abbildungen zeigen, dass es keinen klaren Zusammenhang zwischen dieser Bildungsvariablen und den Variablen, die die wirtschaftliche Entwicklung repräsentieren, gibt. Dies mag im ersten Moment erstaunen, dürfte aber vor dem Hintergrund, dass hier Bildung der Fünfzehnjährigen betrachtet wird, nicht verwundern. Das Niveau der Bildung dieser Gruppe wird erst in den nächsten Jahren oder gar Jahrzehnten für Innovations- und Wachstumsprozesse relevant werden.

Abbildung 2-11
Der Zusammenhang zwischen den Pisa-Ergebnissen für den Bereich Naturwissenschaften (2003) und der Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes in % (2004)



Quelle: OECD.

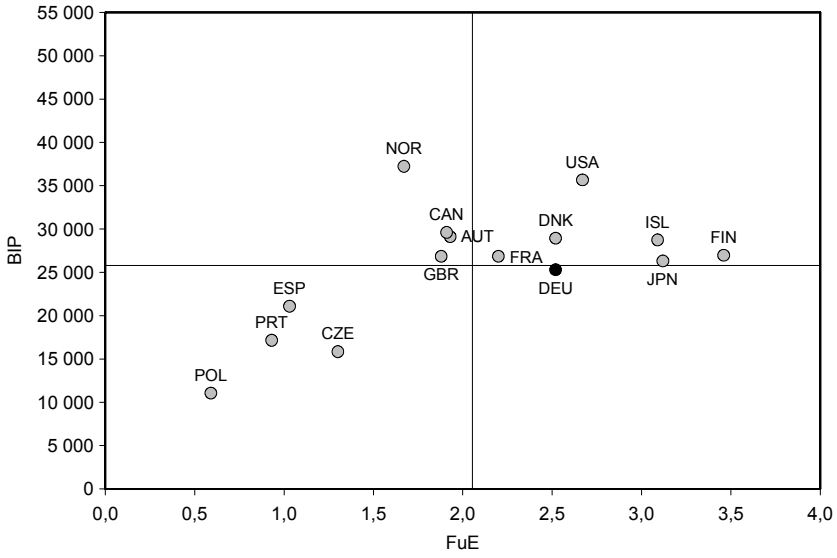
2.3.3 FuE und wirtschaftliche Entwicklung

Ausgaben für Forschung und Entwicklung wirken unmittelbarer auf Einkommen und Wachstum einer Ökonomie. Die Abbildungen 2-12 und 2-13 zeigen im Vergleich zu den vorherigen Abbildungen, in denen die Bildung abgetragen wurde, dass hier positive Korrelationen zu vermuten sind. Insbesondere scheint ein höheres Pro-Kopf-Einkommen mit einer höheren FuE-Intensität korreliert zu sein. Der Zusammenhang von Wachstum und FuE-Intensität ist hingegen schwächer.

2.3.4 Wissen und wirtschaftliche Entwicklung

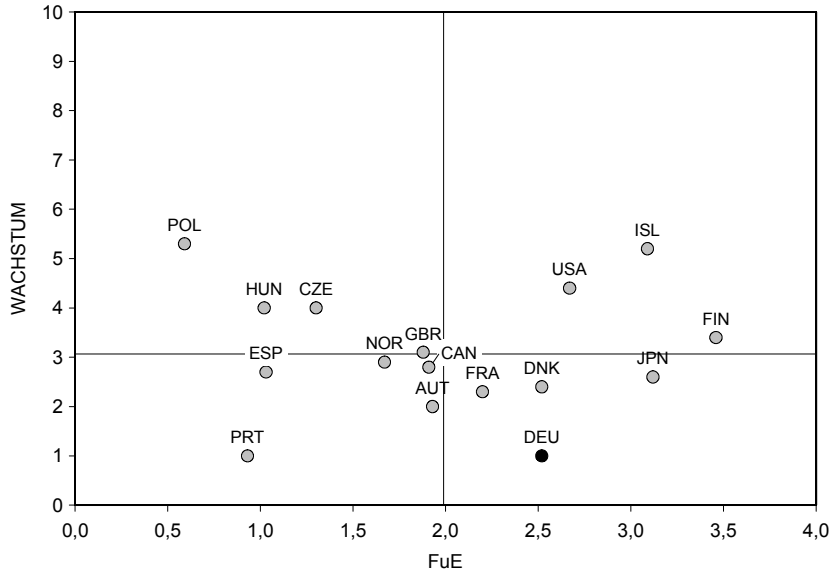
Ähnliche Ergebnisse ergeben sich für das Wissen, das hier durch die Zahl der angemeldeten Hightech-Patente beim Europäischen Patentamt pro eine Million Einwohner gemessen wird (vgl. Abbildungen 2-14 und 2-15). Hier zeigt sich, dass offenbar das Pro-Kopf-Einkommen einer Ökonomie von dessen Wissen positiv beeinflusst wird. Für das Wachstum einer Ökonomie ergeben sich deutlich geringere Effekte.

Abbildung 2-12
Der Zusammenhang zwischen der FuE-Intensität in % (2002) und dem Pro-Kopf-Einkommen in % (2003)



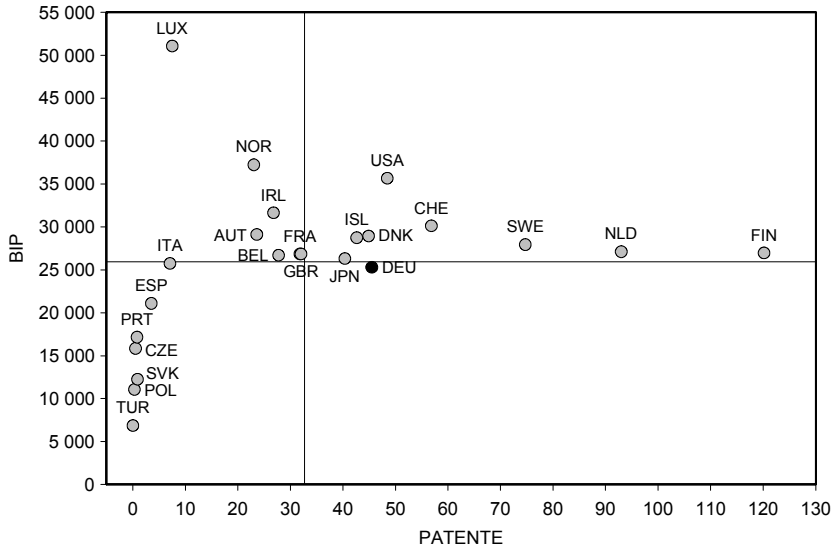
Quelle: OECD.

Abbildung 2-13
Der Zusammenhang zwischen der FuE-Intensität in % (2002) und der Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes in % (2004)



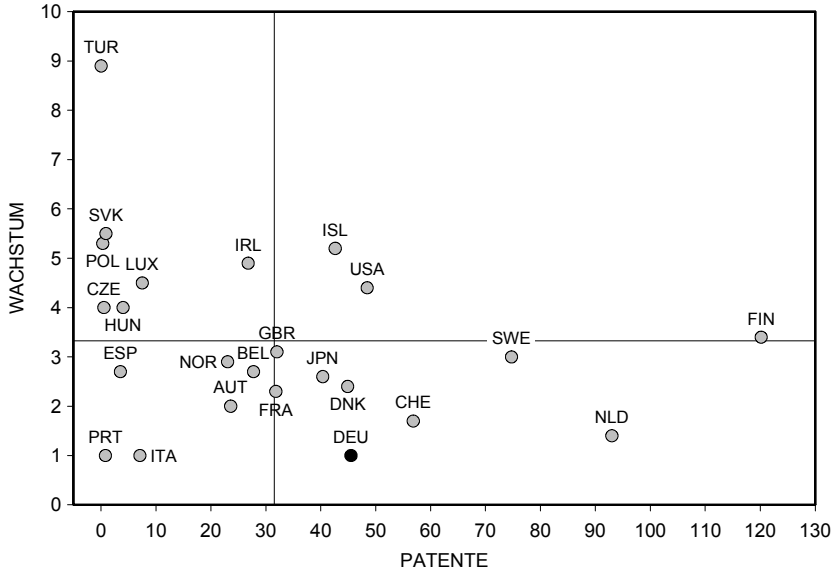
Quelle: OECD.

Abbildung 2-14
Der Zusammenhang zwischen der Zahl der angemeldeten Hightech-Patente beim Europäischen Patentamt pro eine Million Einwohner (2002) und dem Pro-Kopf-Einkommen in % (2003)



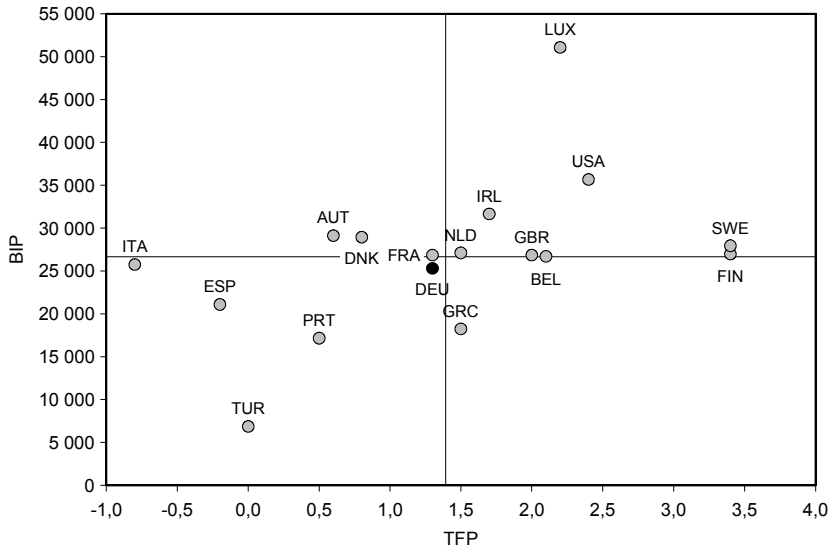
Quellen: European Innovation Scoreboard; OECD.

Abbildung 2-15
Der Zusammenhang zwischen der Zahl der angemeldeten Hightech-Patente beim Europäischen Patentamt pro eine Million Einwohner (2002) und der Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes in % (2004)



Quellen: European Innovation Scoreboard; OECD.

Abbildung 2-16
Der Zusammenhang zwischen der Wachstumsrate der Totalen Faktorproduktivität in % (2004) und dem Pro-Kopf-Einkommen (2003)



Quellen: GGDC; OECD.

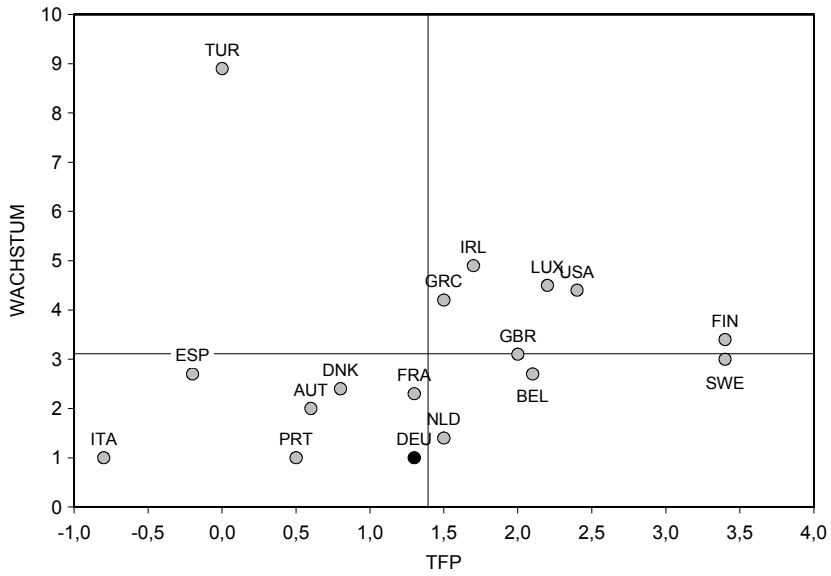
2.3.5 Produktivität und wirtschaftliche Entwicklung

In den Abbildungen 2-16 und 2-17 wird die Wachstumsrate der Totalen Faktorproduktivität betrachtet. Hier zeigt sich, dass das Pro-Kopf-Einkommen in der Tendenz positiv mit der Wachstumsrate der Totalen Faktorproduktivität korreliert ist. Ebenfalls scheint eine positive Korrelation zwischen dem Wachstum des Bruttoinlandsproduktes und dem Wachstum der Totalen Faktorproduktivität zu geben, was nicht überraschend ist.

2.3.6 Wachstum und Beschäftigung

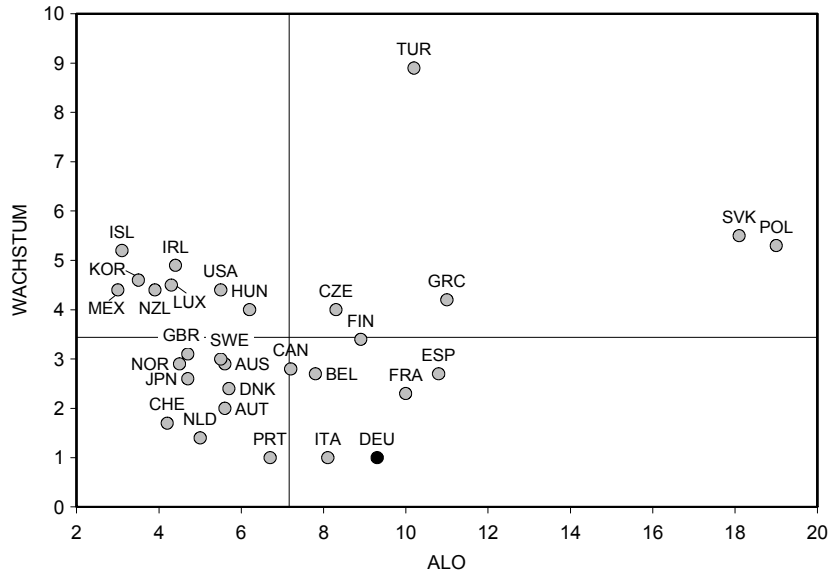
Schließlich soll kurz auf den Zusammenhang zwischen dem Wachstum des Bruttoinlandsproduktes und der Beschäftigung, hier abgebildet durch die Arbeitslosenquote, eingegangen werden (vgl. Abbildung 2-18). Hier zeigt sich offenbar ein negativer Zusammenhang (sofern man von einigen Ausreißern abstrahiert). Dieses Ergebnis, das sich auch an anderer Stelle zeigt (vgl. hierzu z.B. RWI (2005)), bedeutet, dass in aller Regel mit einem höheren Wachstum auch eine höhere Beschäftigung und damit eine geringere Arbeitslosenquote zu erwarten ist.

Abbildung 2-17
Der Zusammenhang zwischen der Wachstumsrate der Totalen Faktorproduktivität in % (2004) und der Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes in % (2004)



Quellen: GGDC; OECD.

Abbildung 2-18
Der Zusammenhang zwischen der Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes in % (2004) und der Arbeitslosenquote in % (2004)



Quelle: OECD.

2.4 Wozu Innovationen?

2.4.1 Zwei Perspektiven

Für die Analyse der Bedeutung von Innovationen können zwei sehr unterschiedliche Perspektiven gewählt werden:

- wachstumstheoretische Perspektive,
- wettbewerbspolitische Perspektive.

Die Perspektiven sollten gedanklich getrennt werden, da mit ihnen, wie sich zeigen wird, zum Teil unterschiedliche Wirkungsmechanismen und letztlich auch unterschiedliche wirtschaftspolitische Empfehlungen verbunden sind.

2.4.1.1 Die wachstumstheoretische Perspektive

Ausgehend von einer wachstumstheoretischen Position werden durch Prozessinnovationen die Produktionspotentiale einer Volkswirtschaft vergrößert. Bei einer gegebenen Ressourcenausstattung (u.a. Arbeit, Kapital) können durch eine Prozessinnovation mehr Waren und Dienstleistungen produziert werden. Durch Produktinnovationen werden neue Produkte oder verbesserte Produkte produziert, die letztlich den Konsumenten (sofern es sich um Konsumgüter handelt), aber auch Produzenten (sofern es sich um Investitions- oder Vorleistungsgüter handelt) einen höheren Nutzen stiften. Diese Aussage ist allerdings nur dann uneingeschränkt richtig, wenn davon ausgegangen wird, dass Faktor- und Gütermärkte geräumt sind. Ist davon auszugehen, dass die Märkte nicht funktionieren, d.h. stellt sich kein Gleichgewicht und somit keine Räumung eines Marktes oder mehrerer Märkte ein, so können Innovationen ganz offenkundig auch zu negativen Wirkungen für die gesamtwirtschaftliche Produktion und somit das volkswirtschaftliche Einkommen und auch die Beschäftigung führen.

2.4.1.2 Die wettbewerbspolitische Perspektive

Die Überlegungen des vorherigen Unterabschnitts führen zu dem zweiten Blickwinkel, aus dem die Bedeutung von Innovationen betrachtet werden kann. Ausgehend von einer eher wettbewerbspolitischen Position können Innovationen im erheblichen Maße die internationale Wettbewerbsfähigkeit steigern. Dies kann, sofern die inländischen Faktormärkte (und insbesondere die Arbeitsmärkte) nicht im Gleichgewicht sind, dazu führen, dass z.B. über eine verstärkte Auslandsnachfrage die inländische Faktornachfrage steigt und somit z.B. das Problem der Arbeitslosigkeit reduziert wird. Implizit wird damit die Tatsache angesprochen, dass das Produktionspotential einer Ökonomie nur unter bestimmten Bedingungen ausgeschöpft wird. Für den Grad der Ausschöpfung sind die Gegebenheiten auf den

nationalen Arbeitsmärkten und Kapitalmärkten ebenso relevant wie die nationale und internationale Nachfrage und insbesondere die internationale Wettbewerbsposition.

2.4.2 Folgerungen

Unabhängig von der gewählten Perspektive wird deutlich, dass die einfache Gleichung „Innovation gleich Wachstum“ nicht ohne Weiteres gilt. Dies lässt sich auch an der nachfolgenden Dekomposition des (realen) Pro-Kopf-Einkommens zeigen.[12]

$$\frac{BIP}{POP} = \frac{BIP}{AS} \times \frac{AS}{ET} \times \frac{ET}{EP} \times \frac{EP}{POP} \tag{2.2}$$

BIP Bruttoinlandsprodukt

POP Bevölkerung

AS Arbeitsstunden

ET Erwerbstätige

EP Erwerbspersonen

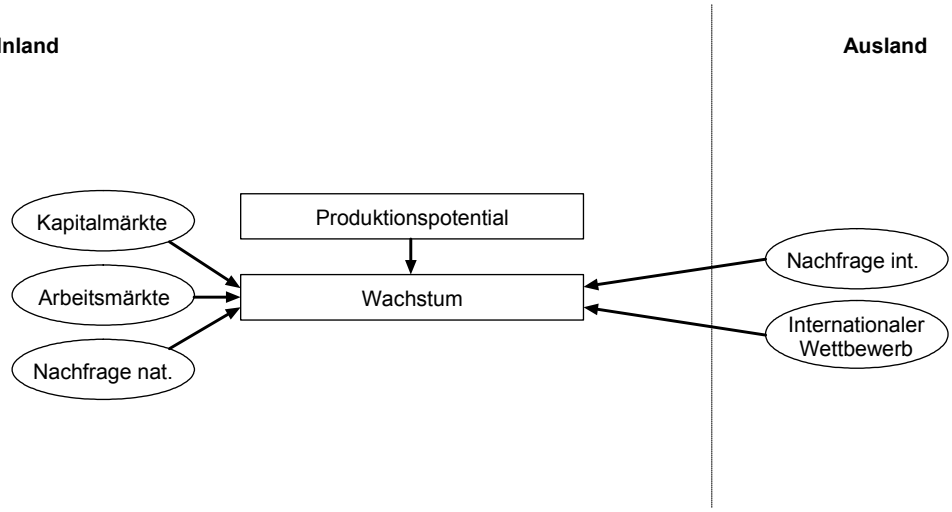
Das Pro-Kopf-Einkommen hängt nicht nur von der Arbeitsproduktivität BIP / AS ab, sondern auch davon, wie der Faktor Arbeit eingesetzt wird. In diesem Fall spielen drei Intensitäten eine Rolle:

1. die Zahl der Arbeitsstunden pro Erwerbstätigen AS / ET;
2. der Anteil der Erwerbstätigen an allen Erwerbspersonen ET / EP;
3. der Anteil der Erwerbspersonen an der Bevölkerung EP / POP.

Dieser einfachen Darstellung folgend führt eine Erhöhung der durchschnittlichen wöchentlichen Arbeitszeit ebenso zu einer Erhöhung des Pro-Kopf-Einkommens wie eine Ausweitung der Partizipation der Bevölkerung am Erwerbsleben, sei es durch eine geringere Arbeitslosigkeit oder durch einen höheren Anteil der Bevölkerung, der prinzipiell seine Arbeitskraft anbietet.

[12] Zur Vereinfachung wird nur der Faktor Arbeit und sein Einsatz betrachtet. Analog kann eine Gleichung bestimmt werden, mit der die Bedeutung des Kapitaleinsatzes klar wird. Verwiesen sei in diesem Zusammenhang auch nochmals auf Gleichung 2.1. Durch Umstellung der Gleichung zeigt sich unter den gewählten Annahmen, dass sich die Wachstumsrate der gesamtwirtschaftlichen Produktion aus der Wachstumsrate des technischen Fortschritte (Wachstumsrate der TFP) sowie den (gewichteten) Wachstumsraten des Einsatzes von Arbeit und Kapital ergibt.

Abbildung 2-19
Der Zusammenhang von Produktionspotential und Wachstum



Dieser Ansatz unterschlägt die Bedeutung von Produktinnovationen. Produktinnovationen erlauben in aller Regel, dass höhere Preise im internationalen Wettbewerb verlangt werden können. Dies führt dazu, dass mit dem verbundenen höheren Einkommen durch Handel mehr Waren und Dienstleistungen gegen die innovativen Produkte getauscht werden können. Folglich geht es auch darum, einen möglichst hohen Preis im internationalen Wettbewerb durchsetzten zu können. Eine Modifikation der Gleichung 2.2 illustriert, dass pro eingesetzter Einheit Arbeit ein möglichst hoher Beitrag zum BIP generiert wird. Wird mit p ein durchschnittlicher Preis verstanden, so gilt:

$$\frac{p \times BIP}{POP} = \frac{p \times BIP}{AS} \times \frac{AS}{ET} \times \frac{ET}{EP} \times \frac{EP}{POP} \tag{2.3}$$

Beide Perspektiven führen dazu, Innovationen als positiv zu beurteilen. Die Wirkungen von Innovationen für eine Volkswirtschaft sind jedoch im erheblichen Umfang von den Gegebenheiten auf den Faktor- und Gütermärkten sowie den internationalen Wettbewerbsbedingungen abhängig. Die Abbildung 2-19 verdeutlicht in einfacher Weise die Zusammenhänge.

Beide Motive für Innovationspolitik – wachstumspolitische wie wettbewerbs- bzw. industriepolitische – finden sich in der deutschen und europäischen Innovationspolitik wieder. Allerdings spielt die wachstumstheoretische Begründung im engeren Sinne in der Debatte um die europäische Innovationspolitik eine wichtigere Rolle als in Deutschland. Hier ist die Innovationsdebatte wesentlich stärker mit der Diskussion um die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Volkswirtschaft verknüpft.

In diesem Bericht wird die Bedeutung von Innovation für Produktivität und Wachstum aus zwei Gründen sehr stark aus der wachstumstheoretischen Perspektive diskutiert: Einerseits wird damit dem ordnungspolitischen Gedanken Rechnung getragen, wirtschaftliche Problemfelder einer Volkswirt-

schaft nicht zu verbinden, soweit dies nicht notwendig ist. Das Problem nicht geräumter Faktormärkte (und insbesondere der Arbeitsmärkte) erfordert andere Instrumente als das Problem der Wachstumsschwäche.

Andererseits wird mit der Fokussierung auf die wachstumstheoretische Perspektive der Weg eingeschlagen, der in der wissenschaftlichen Literatur, die dieser Analyse zugrunde liegen muss, der übliche ist.

An verschiedenen Stellen wird allerdings das Problem von Friktionen auf den Faktor- und Gütermärkten aufzugreifen sein, insbesondere im Kontext der Wachstumstheorie sowie der empirischen Untersuchungen zu den Determinanten von Wachstums- und Produktivitätsunterschieden, da in diesen wirtschaftswissenschaftlichen Forschungsrichtungen aufgrund einer starken Gleichgewichtsorientierung der Einfluss von Friktionen auf den Faktor- und Gütermärkten wenig beleuchtet wird. Diese Thematik wird in Kapitel 8 nochmals aufgegriffen.

2.5 Der methodische Rahmen der Analyse

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit dem methodischen Rahmen der Untersuchung. Zunächst wird auf das Verhältnis von theoretischen und empirischen Untersuchungen eingegangen. Anschließend wird deutlich gemacht, dass die im Rahmen der Untersuchung relevanten Fragestellungen auf drei verschiedenen Ebenen betrachtet werden können. Dabei wird auch auf die Rolle der Markt- und der Wirtschaftsstruktur eingegangen. Die Vor- und Nachteile von Partial- und Totalanalysen sind ebenso Gegenstand des Abschnitts.

2.5.1 Theorie vs. Empirie

Die im Rahmen der Untersuchung zu diskutierenden Zusammenhänge lassen sich grundsätzlich theoretisch und empirisch untersuchen. Die Vor- und Nachteile der beiden Methoden liegen auf der Hand. Theoretische Überlegungen erlauben allgemeine Aussagen zu bestimmten Fragen. Da dies auf der Basis von Modellen geschieht, kommt der Plausibilität von Annahmen eine zentrale Rolle zu. Sie sind bestimmend dafür, welche Aussagen aus einem Modell abgeleitet werden können. Der Wert theoretischer Aussagen hängt somit maßgeblich davon ab, inwieweit die Annahmen der Modelle als realitätsnah angesehen werden können.

Empirische Untersuchungen sind in aller Regel realitätsnäher. Sie beziehen sich auf einen konkreten Gegenstand zu einem bestimmten Zeitpunkt oder in einem bestimmten Zeitraum. Die Ergebnisse empirischer Beiträge hängen in starkem Maße von der Qualität der Daten und von den eingesetzten Methoden ab. Deshalb kann von empirischen Untersuchungen allein keine Allgemeingültigkeit erwartet werden.

Damit sind für eine Untersuchung, die theoretische und empirische Beiträge zusammenfassen soll, große Probleme und vor allem Widersprüche vorprogrammiert. Bedacht werden sollte allerdings, dass theoretische Beiträge oftmals auf grundsätzlichere Fragen abzielen als empirische Beiträge, wenngleich der Gegenstand der Untersuchung derselbe sein kann.

2.5.2 Betrachtungsebenen

2.5.2.1 Mikro-, Meso- und Makroebene

Die zentralen wirtschaftpolitischen Fragen beziehen sich überwiegend auf makroökonomische Variablen. Es wird z.B. gefragt, wodurch die Wachstumsrate des Bruttoinlandsprodukts bestimmt ist, welchen Einfluss hierauf die öffentlichen Bildungs- und Forschungsausgaben haben oder welche gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsunterschiede zwischen Europa und den USA bestehen.

Ausgangspunkt aller ökonomischen Prozesse ist die Entscheidung einzelner Individuen, insbesondere der privaten Haushalte und der Unternehmen. Damit liegt es nahe, von einer mikroökonomischen Perspektive ökonomische Phänomene zu beschreiben und zu erklären.

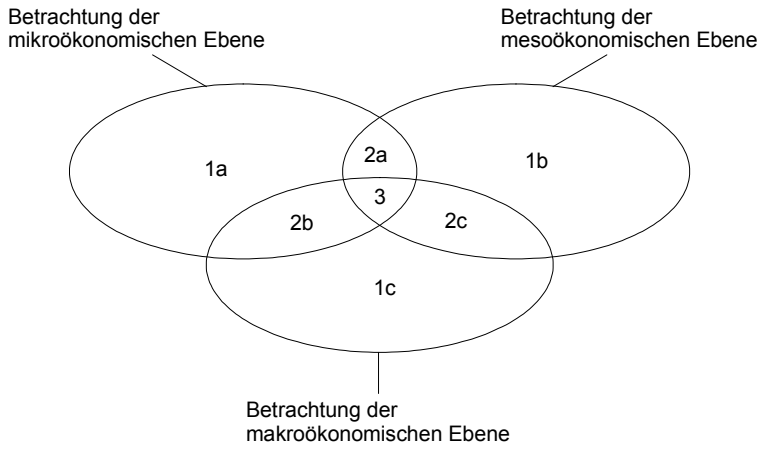
Die Betrachtung der gleichen Phänomene auf diesen beiden Ebenen führt vielfach zu Problemen. Deshalb ist die wirtschaftswissenschaftliche Forschung sehr bemüht, Konzepte zu entwickeln, die Mikro- und Makroebene konsistent zusammenführen.[13]

Ein zentrales Konzept ist die Mikrofundierung der Makroökonomik, das über die Annahme repräsentativer Akteure diesen Zusammenhang herstellt. Das Grundproblem der Modellierung ist, dass jegliche Heterogenität, die zwischen den Unternehmen oder Haushalten, aber auch Märkten und Industrien besteht, nicht erfasst werden kann. Dies ist aber, zunächst aus theoretischer Sicht, sehr problematisch, da „compositional effects“ (Stoker (1993)) von außerordentlicher Bedeutung sind. Deutlich wird dies vor allem im Zusammenhang mit der Marktstruktur und der Wirtschaftsstruktur. Hierauf wird in den beiden nachfolgenden Teilunterabschnitten eingegangen.

Neben der makroökonomischen Ebene spielt in vielen Fällen auch die sektorale Ebene eine Rolle (Mesoebene). Für viele wirtschaftspolitische Fragestellungen sind Aussagen für einzelne Märkte oder Industrien wichtig.

[13] Die Grundprobleme und Lösungsansätze sind im Detail in Voßkamp (1996, 2002) zusammengestellt.

Abbildung 2-20
Zum Zusammenhang mikro-, meso- und makroökonomischer Ansätze



Im Ergebnis folgt daraus, dass eine Betrachtung der Mikro-, Meso- und Makroebene notwendig ist. Zudem ist eine simultane Betrachtung der drei Ebenen wünschenswert, bei der die entsprechenden Heterogenitäten beachtet werden. Dann allerdings entstehen in aller Regel sehr umfangreiche Modelle, die aber in der Lage sind, z.B. die komplexen Wirkungen von Innovationen auf der Mikroebene, Mesoebene sowie der Makroebene abzubilden (vgl. Voßkamp (1996)).

In vielen theoretischen und empirischen Beiträgen werden oftmals aber auch zwei Ebenen angesprochen. Die Abbildung 2-20 deutet an, welche Kombinationen möglich sind. Die Tabelle 2-1 gibt Beispiele für die einzelnen Gruppen von Ansätzen.

2.5.2.2 Die Rolle der Marktstruktur

Der Begriff der Marktstruktur wird in der wirtschaftwissenschaftlichen Literatur sehr unterschiedlich verwendet. Während die moderne Industrieökonomik sehr stark die angebotsseitige Konzentration als die wesentliche Variable ansieht (vgl. z.B. Martin (1993)), wird von anderen Autoren Marktstruktur zum Teil durch umfangreiche Kanons von Variablen verstanden (vgl. z.B. Kortmann (2003), Buchs (1987), Kaufer (1980)). Allen Definitionen gemein ist, dass die Größenverteilung der Unternehmen im Markt (und damit die Marktkonzentration) ein Element der Marktstruktur darstellt.

Am Beispiel einer Erhöhung der durchschnittlichen Produktivität wird die Bedeutung der Marktstruktur deutlich. Eine derartige Erhöhung kann zum einen dadurch erfolgen, dass ein oder mehrere Unternehmen durch erfolgreiche Prozessinnovationen ihre individuellen Produktivitäten erhöhen können. Es kann aber auch sein, dass eine Veränderung der Marktstruktur eine Rolle spielt. So ergibt sich insbesondere auch dann eine erhöhte sektorale Produktivität, wenn ein Unternehmen mit unterdurchschnittlicher Produktivität den Markt verlässt.

Tabelle 2-1
Klassifikation von Modellen hinsichtlich der Berücksichtigung der mikro-, meso- und makroökonomischen Ebene (mit Beispielen)

Kat.	Ebenen	Theorie	Empirie
1a	Mikro	Theorien des unternehmerischen FuE-Verhaltens	Empirische Analysen des FuE-Verhalten von Unternehmen
1b	Meso	Theorien des Strukturwandels	Empirische sektorale Produktivitätsanalysen
1c	Makro	Neoklassische Wachstumstheorie	Empirische makroökonomische Produktivitätsanalysen
2a	Mikro, Meso	Industrieökonomische Ansätze	Marktsimulationsmodelle
2b	Mikro, Makro	Mikro-Makro-Modelle	Microsimulation models
2c	Meso, Makro	Input-Output-Modelle	Disaggregierte ökonometrische Modelle oder CGE-Modelle
3	Mikro, Meso, Makro	Mikro-Meso-Makro-Modelle	–

Ebenso kann es zu einer sektoralen Produktivitätssteigerung kommen, wenn Unternehmen mit überdurchschnittlicher Produktivität wachsen. Auch der Markteintritt eines Imitators, der eine Technologie imitiert, die durch eine überdurchschnittliche (aber nicht unbedingt durch die höchste am Markt zu beobachtende) Produktivität gekennzeichnet ist, wird die durchschnittliche Produktivität erhöhen. Folglich kann eine Veränderung einer sektoralen Produktivität nicht nur in Innovationserfolgen einzelner Unternehmen, sondern auch in der Veränderung der Marktstruktur liegen.

Die empirische Evidenz der Bedeutung der Veränderungen kann an vielen Beispielen gezeigt werden. Die Entwicklung des Einzelhandels in den USA ist ein sehr aktuelles Beispiel. Gordon (2004) berichtet, dass dort durch die Neuerrichtung zahlreicher großer Einkaufszentren, die durch den starken Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) hoch produktiv sind, die durchschnittliche Produktivität im Einzelhandel stark gestiegen ist. Diese Produktivitätssteigerung kann man somit nicht (oder nur bedingt) der erfolgreichen Durchsetzung von Innovationen zuordnen.

2.5.2.3 Die Rolle der Wirtschaftsstruktur

Unter Wirtschaftsstruktur – auch dieser Begriff wird in der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur sehr unterschiedlich verwendet – sei hier die Bedeutung der einzelnen Sektoren in der Volkswirtschaft verstanden. Im einfachsten Fall kann dann die Wirtschaftsstruktur durch die entsprechenden Anteile der sektoralen Bruttowertschöpfung an der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung gemessen werden.

Mit Argumenten, die sehr den Argumenten im vorherigen Unterabschnitt gleichen, kann gezeigt werden, dass eine Veränderung der Wirtschaftsstruktur einen erheblichen Einfluss auf makroökonomische Aggregate haben kann. So ergeben sich z.B. durch Veränderungen der Wirtschaftsstruktur, die durch den Strukturwandel bedingt sein können, u.a. Veränderungen der gesamtwirtschaftlichen Produktivität.

Ferner kann die Einbeziehung der Wirtschaftsstruktur und damit eine sektoral disaggregierte Analyse zeigen, dass z.B. gesamtwirtschaftliche Produktivitätsentwicklungen sich in den Sektoren sehr unterschiedlich darstellen können. So kann die seit Beginn des laufenden Jahrzehnts zunehmende Produktivitätslücke zwischen Europa und den USA nicht dahin gehend interpretiert werden, dass Europa nochmals an Wettbewerbsfähigkeit verloren hat. In diesem konkreten Fall spielt eine Rolle, dass der Einzelhandelssektor in den USA eine deutliche Produktivitätssteigerung verzeichnen konnte, die erheblich das makroökonomische Aggregat beeinflusst hat. Gordon (2004) argumentiert, dass die zu beobachtende Zunahme der Produktivitätslücke zum großen Teil hierdurch erklärt werden kann. Folglich würde eine Wirtschaftspolitik, die die sektoralen Unterschiede nicht in Betracht zieht, falsche Schlussfolgerungen ziehen.

2.5.3 Partialanalyse vs. Totalanalyse

In den Wirtschaftswissenschaften werden traditionell Total- und Partialanalysen unterschieden. Werden in einem Modell im Prinzip alle Akteure und ihre wirtschaftlichen Aktivitäten berücksichtigt, so spricht man von einem Totalmodell. Da aber ein Modell stets nur die wesentlichen Zusammenhänge betrachtet, muss ein Totalmodell natürlich nicht alle Details einer Ökonomie betrachten. Makroökonomische Modelle realer Konjunkturzyklen (Real Business Cycles) und ein großer Teil der Wachstumsmodelle der Neuen Wachstumstheorie sowie das mikroökonomische Modell des Totalen Konkurrenzmarktgleichgewichts sind typische Totalmodelle. Der Vorteil von Totalmodellen ist, dass stets alle Wechselwirkungen berücksichtigt werden. Konkret bedeutet dies, dass z.B. bei der Modellierung öffentlicher FuE-Ausgaben in einem makroökonomischen Totalmodell auch die Finanzierungseffekte und nicht nur die Ausgabeneffekte betrachtet werden.

Dies ist im Fall von Partialanalysen anders. Bei einem Partialmodell wird bewusst nur ein Ausschnitt gewählt, um die Analyse überschaubar zu halten. Wenn zum Beispiel nur ein Markt oder nur eine ökonomische Beziehung betrachtet wird, handelt es sich in aller Regel um eine Partialanalyse.

Die Nachteile von Partialanalysen zeigen sich z.B. bei den bekannten Modellen, die die Wirkungen des technischen Fortschritts abbilden (vgl. z.B. Rose (1991)). Diese Modelle zeigen zwar, welche unmittelbaren Wirkungen z.B. von Innovationen auf die Beschäftigung ausgehen. Sie können allerdings nicht klären, welche gesamtwirtschaftlichen Wirkungen sich insgesamt einstellen.

Trotz der Nachteile bieten oftmals nur Partialanalysen die Möglichkeit, Erkenntnisse zu gewinnen, da Totalanalysen zu umfänglich wären. Beispiele für Partialanalysen sind im Kontext der Mikroökonomik üblicherweise industrieökonomische Ansätze oder im Bereich der Makroökonomik einfache IS-LM-Modelle.

Im Kontext der zu behandelnden Fragestellungen werden Partial- und Totalanalysen betrachtet. Die in den nachfolgenden Kapiteln zu untersuchenden Wachstumsmodelle sind zum überwiegenden Teil totalanalytisch. Der überwiegende Teil der empirischen Analysen hat hingegen partialanalytischen Charakter.

2.6 Zwischenfazit

Die Ausführungen zeigen, dass die Begriffe Bildung, Forschung und Entwicklung, Wissen, Innovation, Produktivität und wirtschaftliches Wachstum sehr fassettenreich sind. Für alle Begriffe gibt es unterschiedliche Definitionen. Dementsprechend ist es nicht verwunderlich, dass in den theoretischen und vor allem empirischen Untersuchungen die entsprechenden Begriffe auch unterschiedlich operationalisiert werden. Dies wird sich vor allem in Teil III zeigen, wenn eine Auswahl theoretischer und empirischer Beiträge zum Zusammenhang von Bildung, Forschung, Innovation, Produktivität und Wachstum referiert werden. Ferner zeigen die ersten empirischen Untersuchungen, dass keinesfalls einfache lineare Beziehungen zwischen Bildung, FuE, Wissen, Innovation, Produktivität sowie Wachstum und Beschäftigung bestehen.

Welche Zusammenhänge zu erwarten sind, kann von der gewählten Perspektive abhängen. Wachstumstheoretische Betrachtungen führen im Einzelfall zu anderen Schlussfolgerungen als wettbewerbstheoretische. Zudem spielt die Wahl der Methode eine Rolle. Theoretische Ansätze sind anders zu bewerten als empirische. Außerdem ist die Betrachtungsebene und damit unter Umständen die Marktstruktur oder Wirtschaftsstruktur von Relevanz. Schließlich ist von Bedeutung, ob partial- oder totalanalytisch vorgegangen wird.

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass ein Vergleich und eine Zusammenführung der relevanten Beiträge sehr schwierig ist, da im Detail sehr unterschiedliche Sachverhalte behandelt werden. Dementsprechend sind in vielen Fällen auch globale Aussagen zur Innovationspolitik schwierig.

Teil II Theoretische Untersuchungen

3 Grundlegende Zusammenhänge

3.1 Überblick

In diesem Kapitel werden die grundlegenden Zusammenhänge zwischen Innovation, Produktivität und Wachstum dargestellt. Vor allem wird aber auch auf die Determinanten von Innovationen eingegangen. Dazu wird in Abschnitt 3.2 im Detail geklärt, wie Humankapital, Forschungskapital und Sozialkapital generiert wird, das verantwortlich für die Schaffung von Inventionen ist und bei erfolgreicher Umsetzung auf Märkten zu Innovationen führt. Im anschließenden Abschnitt 3.3 wird deutlich gemacht, dass der Zusammenhang Innovation, Produktivität und Wachstum möglichst in einem Kreislaufzusammenhang untersucht werden sollte. Hintergrund ist, dass die Ressourcen einer Ökonomie begrenzt sind, so dass nicht unbegrenzt Mittel für Forschung und Entwicklung sowie Bildung aufgebracht werden können. Der Abschnitt 3.4 beschäftigt sich mit der Frage, inwieweit ein marktwirtschaftliches System in der Lage ist, ausreichendes Wissen durch private Ausgaben für Bildung sowie Forschung und Entwicklung zu generieren. Es wird sich zeigen, welche Bedingungen erfüllt sein müssen, damit staatliches Handeln und speziell Bildungs- und Forschungspolitik aus ökonomischer Sicht legitimiert sind. Ein Zwischenfazit beendet das Kapitel (Abschnitt 3.5).

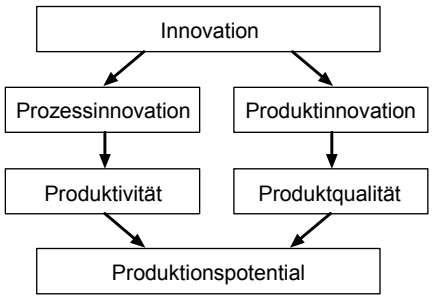
3.2 Wesentliche Wirkungsketten

Der Zusammenhang von Bildung, Forschung, Innovation, Produktivität und Wachstum ist sehr komplex. Um die wesentlichen Zusammenhänge diskutieren zu können, werden in den nächsten Unterabschnitten zunächst einzelne zentrale Beziehungen besprochen. Dabei wird in diesem Abschnitt auf einer makroökonomischen Ebene argumentiert, wenngleich in den nachfolgenden Kapiteln die mikro-, meso- und makroökonomische Ebene betrachtet werden.

3.2.1 Innovation, Produktivität und Wachstum

Der Zusammenhang von Prozessinnovation und Produktivität ist relativ einfach. Wie an anderer Stelle ausgeführt, kann durch eine Prozessinnovation bei gleichem Ressourceneinsatz ein höherer Output erzeugt werden.

Abbildung 3-1
Der Zusammenhang von Innovation, Produktivität und Wachstum



In welchem Umfang dabei die Arbeitsproduktivität und / oder die Totale Faktorproduktivität beeinflusst wird, hängt maßgeblich von der Technologie selbst (formal gesprochen: von der Produktionsfunktion) sowie der Art des technischen Fortschritts ab (vgl. hierzu z.B. Rose (1991)). Folgerichtig führt – unter den zuvor getroffenen Annahmen – eine Prozessinnovation über eine Erhöhung der Produktivität zu einem Wachstum des (quantitativen) Produktionspotentials und zu einem Wachstum des Outputs. Die Abbildung 3-1 illustriert in schematischer Weise die Zusammenhänge. Produktinnovationen führen zu erhöhten Produktqualitäten, so dass sich hierdurch ein positiver Effekt für das qualitative Produktionspotential ergibt.

3.2.2 Wissen, Invention, Innovation

Innovationen fallen nicht „wie Manna vom Himmel“. Eine zentrale Voraussetzung für Inventionen und damit Innovationen ist das Vorhandensein von Wissen. Nur durch die stetige Vermehrung von Wissen können dauerhaft neue Prozesse und Produkte entwickelt werden.[14]

Wissen alleine reicht nicht aus, um neue Prozesse und Produkte zu entwickeln. Hierfür bedarf es auch des Einsatzes von Forschungspersonal und Forschungskapital. Sind Forschungs- und Entwicklungsprozesse erfolgreich, so entstehen Inventionen. Um sie erfolgreich in Märkte einzuführen, bedarf es bestimmter Marktbedingungen. Nicht jede Invention wird zu einer Innovation. Wenn die Präferenzen der potentiellen Nachfrager oder ihre Einkommen nicht adäquat sind, wird eine Invention nicht zu einer Innovation. Zur Markteinführung spielt Wissen wiederum eine wichtige Rolle.

Deutschland steht aber – wie alle Volkswirtschaften – im Wettbewerb mit anderen Volkswirtschaften. Da Wissen eine wesentliche Determinante für Innovation und damit Wachstum und Beschäftigung ist, kommt dem internationalen Wettbewerb um Wissen eine wichtige Rolle zu. Dieser Wettbewerb findet

[14] In der wissenschaftlichen Literatur wird darüber hinaus oftmals zwischen Information und Wissen unterschieden. Diese Thematik soll an dieser Stelle nicht aufgegriffen werden, weil dies den Rahmen der Untersuchung sprengen würde. Es sei auf die einschlägige Literatur verwiesen (vgl. z.B. Samuelson (2004)).

vor allem um faktorgebundenes Wissen und damit um Humankapital statt. Konkret gibt es einen Wettbewerb um Spitzenkräfte in Wirtschaft und Wissenschaft. Verliert eine Volkswirtschaft in diesem Wettbewerb, so wandert Humankapital ab, was sich negativ auf die Innovationsfähigkeit des Landes auswirkt. Wissen, von deren Nutzung andere Akteure nicht ausgeschlossen werden können, ist über alle Ländergrenzen hinweg im Prinzip verfügbar. Deutsche Wissenschaftler können z.B. amerikanische Publikationen genauso lesen wie amerikanische Wissenschaftler. Folglich stellt sich eine Volkswirtschaft besser, wenn sie versucht, im möglichst großen Umfang Wissensspillover zu nutzen. Dies setzt aber wiederum Wissen voraus. Um beim Beispiel zu bleiben: Das Studium amerikanischer Publikationen setzt die Kenntnisse der englischen Sprache voraus. In diesem Zusammenhang wird auch von der absorptiven Kapazität gesprochen, die benötigt wird, um Wissen aufnehmen zu können.

Die deutsche Volkswirtschaft steht aber nicht nur im Wettbewerb um Wissen, sondern auch um gute Ideen. Wissen generiert Inventionen, aus denen Innovationen werden können. Die Vergangenheit hat allerdings auch gezeigt, dass vielfach Inventionen inländischer Unternehmen von ausländischen Unternehmen zur Markteinführung gebracht werden. Umgekehrte Fälle sind in dem Ausmaß nicht bekannt. Die Gründe hierfür sind vielfältiger Natur: Neben mangelndem Wissen über die Einführung neuer Produkte und Prozesse können eine geringe Risikobereitschaft und eine ungünstige Finanzierungssituation für innovative Unternehmen eine Rolle spielen.

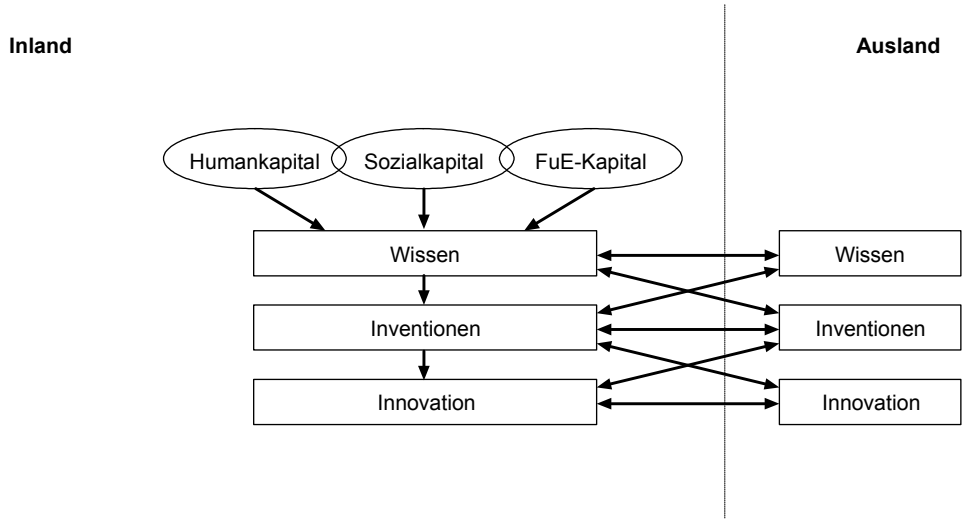
Für eine Volkswirtschaft ist es aber elementar, dass Inventionen auch von inländischen Unternehmen in Innovationen umgesetzt werden. Erst die Innovation verspricht Einkommen in Form von Gewinnen und Löhnen. Werden Inventionen im Ausland „zu Geld gemacht“ bedeutet dies, dass die „Rendite“ der Bildungs- und Forschungsausgaben geringer ausfällt. Wichtig ist also, dass Unternehmen in der Lage sind, sich Gewinne über Innovationen anzueignen.

Die Abbildung 3-2 verdeutlicht die komplexen Zusammenhänge. Insbesondere zeigt die Abbildung noch einmal, dass die Frage des Zusammenhangs von Wissen, Invention und Innovation auch vor dem Hintergrund der wirtschaftlichen Interaktionen mit dem Ausland untersucht werden sollte.

3.2.3 Bildungs- sowie Forschungsausgaben und Wissen

Wie zuvor erläutert, spielt das Bildungssystem für die Generierung von Humankapital und damit von faktorgebundenem Wissen eine wesentliche Rolle. Dabei sind im Kontext der Fragestellung alle Kategorien von Bildung von Interesse, die zu Wissen führen, das als Produktionsfaktor zur Generierung von Inventionen nützlich ist. Primär sind damit die (öffentlichen und privaten) Ausgaben für Bildung als Determinante für das Humankapital anzusehen.

Abbildung 3-2
Der Zusammenhang von Wissen, Invention und Innovation

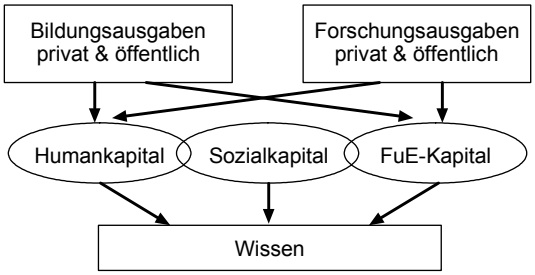


Maßgeblich sind vor allem auch die Aktivitäten, die Eltern oder andere Personen und soziale Gruppen (z.B. Vereine) zur Bildung von Kindern und Erwachsenen beitragen. Über das Problem, diese Kategorien und ihre Bedeutung zu erfassen und zu messen, ist an anderer Stelle bereits gesprochen worden.

Neben dem Bildungssystem spielt das Innovationssystem eine wichtige Rolle. Das Innovationssystem generiert vor allem faktorungebundenes Wissen, das zur Entwicklung von Inventionen notwendig ist. Maßgeblich sind dafür die privaten und öffentlichen Forschungsausgaben.

Ferner ist festzuhalten, dass Bildungs- und Forschungsausgaben in Hinblick auf die Generierung von Wissen nicht unabhängig sind. Das Innovationssystem produziert vornehmlich Wissen, das faktorungebunden ist. So produzieren Wissenschaftler in Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen Wissen, das z.B. in wissenschaftliche Publikationen mündet. Dabei wird natürlich auch Humankapital gebildet, das von einem privaten Unternehmen genutzt werden kann, sofern der Wissenschaftler (z.B. nach einer mehrjährigen Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter und einer Promotion) den öffentlichen Forschungsbereich verlässt. Damit kann im Prinzip von einer Kuppelproduktion gesprochen werden: Im Forschungsbereich ist an die Produktion von faktorungebundenem Wissen stets die Produktion von Humankapital gekoppelt. Somit haben Forschungsausgaben stets auch einen humankapitalbildenden Aspekt. Die Abbildung 3-3 stellt die Zusammenhänge unter Verwendung von Teilen der Abbildung 3-2 nochmals zusammen.

Abbildung 3-3
Der Zusammenhang von Bildungs- sowie Forschungsausgaben und Wissen



3.2.4 Zusammenfassung

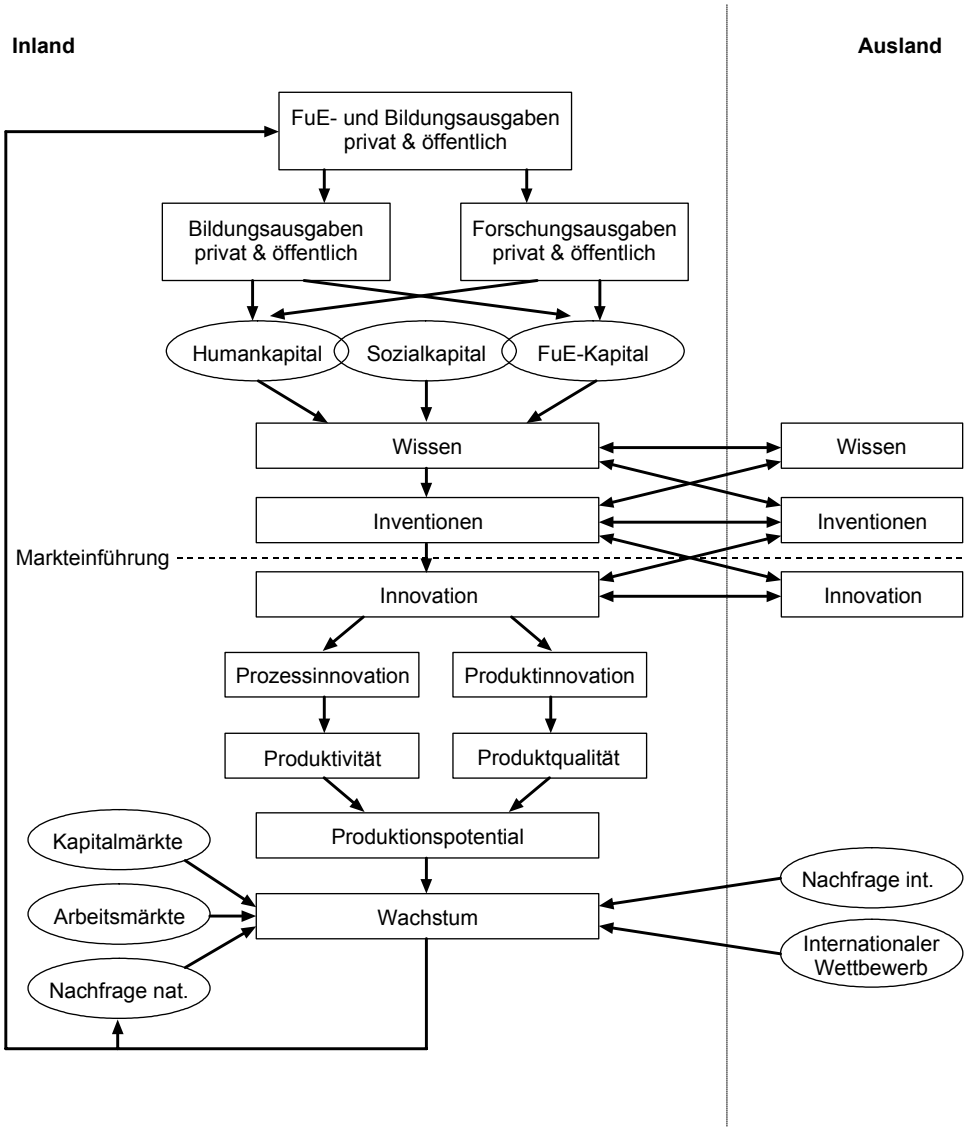
Fasst man die Ergebnisse in den vorherigen Unterabschnitten zusammen, so ist nachvollziehbar, dass der gesamtwirtschaftliche Output einer Volkswirtschaft mit steigenden Ausgaben für Bildung und Forschung über die Wirkungskette Wissen – Invention – Innovation steigt. Daneben spielt natürlich die Höhe des physischen Kapitalstocks und der Einsatz von Arbeit eine Rolle. Die wesentlichen Zusammenhänge, die sich aus den Abbildungen 2-19 sowie 3-1 bis 3-3 ergeben, sind nochmals in der Abbildung 3-4 zusammengefasst.

Als Konsequenz ergibt sich, dass sich ein hohes wirtschaftliches Niveau (und Wachstum) in einer Volkswirtschaft (gemessen z.B. an der gesamtwirtschaftlichen Produktion, der Bruttowertschöpfung oder dem Bruttoinlandsprodukt) einstellen wird, wenn ein hohes Niveau an Bildungs- und Forschungsausgaben sowie ein hoher Arbeits- und Kapitaleinsatz vorliegt.

Da die Ressourcen jeder Volkswirtschaft aber begrenzt sind, ergeben sich Restriktionen. Die (privaten wie öffentlichen) Forschungs- und Bildungsausgaben sind begrenzt, ebenso wie der Einsatz an Arbeit und Kapital. Insbesondere hängen die Forschungs- und Bildungsausgaben auch vom gesamtwirtschaftlichen Aktivitätsniveau ab. Damit werden Budgetrestriktionen sichtbar, die im nächsten Abschnitt in einem kreislauftheoretischen Kontext näher beleuchtet werden.

Zuvor soll aber noch kurz darauf hingewiesen werden, dass die vorgestellten Zusammenhänge durch weitere Faktoren beeinflusst werden. Dies gilt insbesondere für den Einfluss der Konjunktur, der kurz- und mittelfristig über die Höhe der Forschungs- und auch Bildungsausgaben das Innovationsgeschehen und damit die Produktivitäts- und Wachstumsentwicklung beeinflussen kann (vgl. Rammer et al. (2004)).

Abbildung 3-4
Die wesentlichen Zusammenhänge im Überblick



Ähnlich verhält es sich mit Strukturbrüchen. So werden Analysen für Deutschland durch die Wiedervereinigung deutlich erschwert. Der Einfluss dieses Strukturbruchs kann aufgrund fehlender Daten nur durch einfache Modellannahmen erfasst werden (z.B. durch Dummy-Variablen; vgl. z.B. Sachverständigenrat (2002)). Zudem ist zu bedenken, dass die Zusammenhänge nicht deterministisch sind, da stochastische Einflüsse verschiedener Art wirken.

3.3 Wichtige Kreislaufzusammenhänge

3.3.1 Ein einfaches Modell ohne Innovationen

Um die wesentlichen wachstumstheoretischen Zusammenhänge in einem kreislauftheoretischen Kontext darstellen zu können, bietet sich an, mit einigen einfachen modellartigen Überlegungen zu beginnen, die zunächst nicht Aspekte von Innovation einschließen. Diese werden anhand einer sich leicht mathematisch formalisierten Darstellung, die sich an die wachstumstheoretische Literatur anlehnt, skizziert.[15]

Ausgangspunkt der wachstumstheoretischen Überlegungen ist, dass die Wohlfahrt einer Gesellschaft maximal sein sollte. Die Wohlfahrt $W(t)$ einer Gesellschaft bestimmt sich dabei aus dem gesamtwirtschaftlichen Nutzen $U(t)$ der aktuellen Periode t und aller kommenden Perioden $t+1, t+2$ usw., also $U(t+1), U(t+2)$ U(t+1), usw. Folglich gilt:

$$W(t) = W(U(t), U(t+1), U(t+2), ...) \tag{3.1}$$

$U(t)$ Nutzen in Periode t

$W(t)$ Wohlfahrt in Periode t

Es werden bei einer Wohlfahrtsbetrachtung alle kommenden Perioden mit einbezogen, da eine Betrachtung der aktuellen Periode allein dazu führen würde, dass eine Gesellschaft sämtliche ihr zur Verfügung stehenden Ressourcen verbrauchen würde und somit den nachfolgenden Generationen keine Lebensgrundlage hinterlassen würde.

Der Nutzen einer Gesellschaft ist bestimmt durch die Menge der Konsumgüter $C(t)$ sowie auch der Freizeit $N(t)$, die vorhanden ist.

$$U(t) = U(N(t), C(t)) \tag{3.2}$$

$C(t)$ Konsum in Periode t

$N(t)$ Freizeit in Periode t

[15] Verwiesen sei in diesem Zusammenhang auf Darstellungen der Wachstumstheorie (vgl. z.B. Bretschger (2004) oder Barro/Sala-i-Martin (1995)) und auf die Ausführungen im Kapitel 5. Die hier gewählten Annahmen sollen nicht dokumentiert werden, um den Umfang der Analyse nicht zu sprengen. Da sich auch im deutschsprachigen Raum eine mathematische Notation herausgebildet hat, die sich an Begrifflichkeiten der englischen Sprache orientiert, wird hier ebenso verfahren.

Mit steigender Freizeit reduziert sich allerdings die Arbeitszeit $L(t)$, da die gesamte Zeit $\overline{T}$, die einer Gesellschaft zu Verfügung steht, definitorisch begrenzt ist. Die verfügbare Zeit setzt sich aus Freizeit und Arbeitszeit zusammen:

$$\overline{T} = N(t) + L(t) \tag{3.3}$$

$\overline{T}$ Verfügbare Zeit in Periode t

$L(t)$ Arbeitszeit in Periode t

Zwar führt eine Ausweitung der Freizeit c. p. zu einem höheren gesellschaftlichen Nutzen, doch gleichzeitig reduziert sich die Arbeitszeit, was sich negativ auf die gesamtwirtschaftliche Produktion niederschlägt, da Arbeit und Kapital die zentralen Inputs für die Produktion sind:

$$X(t) = X(L(t), K(t)) \tag{3.4}$$

$X(t)$ Produktion von Waren und Dienstleistungen in Periode t

$K(t)$ Kapital in Periode t

Die gesamtwirtschaftliche Produktion kann entweder zum Konsum oder für Investitionen verwendet werden:

$$X(t) = C(t) + I^K(t) \tag{3.5}$$

$I^K(t)$ Investition in Periode t (physisches Kapital)

Beides wirkt sich c. p. positiv auf die Wohlfahrt aus: Der Konsum wirkt unmittelbar auf den gesellschaftlichen Nutzen und somit auf die Wohlfahrt. Investitionen erhöhen den Kapitalstock und führen in der nächsten Periode (unter Berücksichtigung von Abschreibungen) zu einer höheren Produktion, so dass dann mehr konsumiert und damit ein höherer Nutzen verzeichnet werden kann:

$$K(t+1) = (1 - d(t)) + I^K(t) \tag{3.6}$$

$d(t)$ Abschreibungsquote für physisches Kapital in Periode t

Schon für diese sehr simple Grundüberlegung zeigt sich, dass zwei Allokationsentscheidungen elementar sind:

- In welchem Umfang soll eine Gesellschaft die verfügbare Zeit als Arbeitszeit verwenden?
- In welchem Umfang soll eine Gesellschaft das verfügbare Einkommen für Investitionen und den Konsum verwenden?

Die Tragweite dieser Fragen mag man an folgenden Überlegungen erkennen: Eine Gesellschaft, die nur arbeitet, hat keine Freizeit. Dies kann genauso wenig wohlfahrtsoptimal sein wie der Fall, dass nicht gearbeitet wird. In ähnlicher Weise kann der Verzicht auf Investitionen nicht wohlfahrtsoptimal sein, da in diesem Fall kein zur Produktion notwendiger Kapitalstock aufgebaut wird, so dass in den Folgeperioden nicht produziert werden kann. Andererseits ist es auch nicht sinnvoll, komplett auf Konsum zu verzichten, weil dann der Gesellschaft kein Nutzen entstehen würde.

Somit stellt sich für eine Gesellschaft die Frage, welches die optimale Zeitallokation und die optimale Allokation des gesamtwirtschaftlichen Einkommens darstellt.

3.3.2 Ein einfaches Modell mit Bildung, Forschung und Innovation

Wird in das zuvor skizzierte Modell technischer Fortschritt eingeführt, so kann dies durch die Berücksichtigung einer Technologievariablen $A(t)$ geschehen:

$$X(t) = X(A(t), L^X(t), K(t)) \tag{3.7}$$

$A(t)$ Technologievariable in Periode t

Zur Vereinfachung seien hier nur Prozessinnovationen betrachtet, die einen positiven Einfluss auf die Variable $A(t)$ haben.[16] Somit wird die Variable letztlich durch das Wissen $M(t)$ der Ökonomie bestimmt, wobei – wie bereits erläutert – stochastische Einflüsse wirken:

$$A(t) = A(M(t)) \tag{3.8}$$

$M(t)$ Wissen in Periode t

Das Wissen einer Ökonomie soll – an dieser Stelle vereinfachend – sich aus dem Humankapital $H(t)$ und dem Wissenskapital $J(t)$ ergeben:

$$M(t) = M(H(t), J(t)) \tag{3.9}$$

$H(t)$ Humankapital in Periode t

$J(t)$ Wissenskapital in Periode t

Humankapital und Wissenskapital sind maßgeblich bestimmt durch die Aufwendungen für das Bildungs- bzw. Innovationssystem. Es sei ferner unterstellt, dass die (privaten und öffentlichen) Aufwendungen für Bildung und Forschung durch die Beschäftigung von Personen für das Bildungssystem (z.B. Lehrer) und das Innovationssystem (z.B. Forscher) sowie durch die Investition physischen Kapi-

[16] Vgl. hierzu auch die grundlegenden Wachstumsmodelle (Barro/Sala-i-Martin (1995)).

tals für das Bildungssystem (z.B. Schulbücher) und das Innovationssystem (z.B. Hochleistungsrechner) bestimmt werden:[17]

$$E(t) = E(L^E(t), I^E(t)) \tag{3.10}$$

$$R(t) = E(L^R(t), I^R(t)) \tag{3.11}$$

$E(t)$ Aufwendungen für Bildung in Periode t

$R(t)$ Aufwendungen für Forschung und Entwicklung in Periode t

$L^E(t)$ Arbeitseinsatz im Bildungsbereich in Periode t

$L^R(t)$ Arbeitseinsatz im Forschungsbereich in Periode t

$I^E(t)$ Investitionen im Bildungsbereich in Periode t

$I^R(t)$ Investitionen im Forschungsbereich in Periode t

Relevant sind aber nicht nur die Aufwendungen der laufenden Periode t, sondern auch der vorherigen Perioden $t-1, t-2, t-3$ etc.:

$$\begin{aligned} H(t) &= H(E(t), E(t-1), E(t-2), ...) \\ &= H(L^E(t), L^E(t-1), L^E(t-2), ..., I^E(t), I^E(t-1), I^E(t-2), ...) \end{aligned} \tag{3.12}$$

$$\begin{aligned} J(t) &= J(R(t), R(t-1), R(t-2), ...) \\ &= J(L^R(t), L^R(t-1), L^R(t-2), ..., I^R(t), I^R(t-1), I^R(t-2), ...) \end{aligned} \tag{3.13}$$

Mit diesen Prämissen ergeben sich folgende Identitäten:

$$L(t) = L^X(t) + L^E(t) + L^R(t) \tag{3.14}$$

$$I(t) = I^K(t) + I^E(t) + I^R(t) \tag{3.15}$$

Eine Gesellschaft muss folglich nicht nur über die Allokation der verfügbaren Zeit und der Verwendung der produzierten Waren und Dienstleistungen für den Konsum bzw. für Investitionen entscheiden, sondern auch darüber, wie die zur Verfügung stehende Arbeit im Produktions-, im Bildungs- und im Forschungssektor eingesetzt wird. Das damit verbundene Abwägungsproblem ist klar: Eine Gesell-

[17] Um die Darstellung zu vereinfachen, ist in diesem Unterabschnitt von Bildungs- bzw. Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen und nicht von Bildungs- und Forschungsausgaben die Rede. Die angesprochenen Aufwendungen sind als reale Größen zu verstehen. Ausgaben sind üblicherweise monetäre Größen, so dass Preise eine Rolle spielen. Eine Analyse, die sich an dieser Stelle mit der Preisbildung beschäftigt, würde zu weit führen.

schaft, die auf den Einsatz von Arbeit für Bildung und Forschung verzichtet, wird kaum Innovationen und damit Wachstum generieren können. Der andere Extremfall kann aber auch nicht wohlfahrtsoptimal sein: Eine Gesellschaft, die nur Beschäftigte im Forschungs- oder Bildungssektor aufweist, wird keine Waren und Dienstleistungen produzieren können. Folglich kann es dann keinen Konsum geben, was in keinem Fall wohlfahrtsoptimal sein kann.

Ein ähnliches Abwägungsproblem ergibt sich bei der Frage, in welchem Umfang Investitionen im Bildungs-, Forschungs- und Produktionssektor getätigt werden sollten. Investition bedeutet letztlich einen Konsumverzicht, der c. p. das Wohlfahrtsniveau reduziert. Investitionen sind aber offenbar notwendig, damit Kapitalstöcke bzw. Humankapital und Wissenskapital aufgebaut und in folgenden Perioden positiv auf die Produktion von Waren und Dienstleistungen bzw. die Generierung von Inventionen wirken können. Auch hier geht es also um optimale Allokationen.

Die hier skizzierten Überlegungen erscheinen im ersten Moment sehr abstrakt. Sie haben allerdings einen für die Politik sehr konkreten Hintergrund. Sie zeigen, dass (private bzw. öffentliche) Ausgaben für Bildung und Forschung in jedem Fall sinnvoll sind. Die optimale Höhe der entsprechenden Ausgaben und die Verteilung der Ausgaben auf die verschiedenen Kategorien (hier: Ausgaben für Beschäftigte bzw. Investitionsausgaben) hängen allerdings von sehr vielen Faktoren ab. Damit wird die Quantifizierung der entsprechenden Ausgaben zu einem großen Problem. Im Hinblick auf die Beschlüsse des EU-Rates in Lissabon stellt sich die Frage, ob das Ziel, die Forschungsintensität in Europa auf durchschnittlich 3 % zu heben, durch wohlfahrtstheoretische Überlegungen abgesichert werden kann.

3.3.3 Zusammenfassung

Fasst man die vorstehenden Aspekte zusammen, so wird klar, dass jede Volkswirtschaft vor dem Problem steht, simultan seine Ressourcen und produzierten Waren und Dienstleistungen so einzusetzen, dass ein möglichst hohes Wohlfahrtsniveau erreicht wird – und das nicht nur für eine Periode, sondern für einen sehr langen Zeitraum. Der nächste Abschnitt gibt eine Antwort darauf, was ein marktwirtschaftliches System leisten kann und unter welchen Bedingungen der Staat eingreifen sollte.

3.4 Bildung und Forschung: Markt oder Staat?

3.4.1 Was leisten Märkte?

Im vorherigen Abschnitt wurden die komplexen Allokationsprobleme einer Gesellschaft skizziert. Die Frage ist, wie eine Gesellschaft die wohlfahrtsmaximale Allokation finden kann. Grundsätzlich kommen Planungsinstrumente in Betracht, doch ist einer Marktlösung mit dezentralen Entscheidungen der Akteure in jedem Fall der Vorzug zu geben. Märkte sorgen dafür, dass – unter den Bedingungen der

vollständigen Konkurrenz – in einer Volkswirtschaft Ressourcen und produzierte Waren und Dienstleistungen pareto-effizient eingesetzt werden. Formal bedeutet dies, dass sämtliche Variablen der Modelle in Abschnitt 3.3 in einem marktwirtschaftlichen System effizient bestimmt werden, sofern die Bedingungen der vollständigen Konkurrenz gelten.

3.4.2 Marktversagen bei Forschung und Bildung: Wann sollte der Staat fördernd eingreifen?

Mit den Ergebnissen der modernen Wohlfahrtsökonomik kann gezeigt werden, unter welchen Bedingungen der Staat in das privatwirtschaftliche Geschehen eingreifen soll. Dies ist der Fall, wenn die Bedingungen der vollständigen Konkurrenz auf den Märkten nicht gegeben sind. Die Theorie des Marktversagens benennt die Gründe, die allerdings im Kontext der hier zu behandelnden Fragestellungen einen unterschiedlichen Stellenwert aufweisen. Im Wesentlichen sind fünf Gründe zu nennen, weshalb der Staat im Bildungs- und Forschungsbereich unter Umständen eine aktive Rolle spielen sollte:[18]

- Spillovers

  Positive Spillover-Effekte spielen im Kontext der Frage der Bedeutung von Bildung und Forschung eine zentrale Rolle. Geht man von der These aus, dass auf der individuellen Ebene die Nachfrage nach Bildung eine rationale Entscheidung ist, um in zukünftigen Perioden Einkommen zu erzielen, so wird das einzelne Individuum nicht in Betracht ziehen, dass dies auch einen positiven Effekt auf das Sozialkapital einer Gesellschaft hat. Dies führt dazu, dass die gesellschaftliche Bildungsnachfrage zu gering ausfallen wird, wenn nicht der Staat durch geeignete Anreize und Maßnahmen gegensteuert.

  Ähnlich verhält es sich im Forschungsbereich: Private Forschung und Entwicklung generiert Wissen, von deren Nutzung andere nur zum Teil oder überhaupt nicht ausgeschlossen werden können. Somit können auch andere Unternehmen das Wissen nutzten. Auch hier sind dementsprechend positive Spillovers zu verzeichnen. Auch hier gilt, dass Unternehmen die positiven Wirkungen ihrer FuE-Aktivitäten nicht bei ihren Entscheidungen mit in Betracht ziehen. Folglich wird es zu einer Unterausstattung der Volkswirtschaft mit Wissen kommen, wenn der Staat keine Anreize setzt, FuE zu betreiben.[19]

[18] Die Darstellung orientiert sich an Fritsch et al. (2005), sofern es sich um die grundlegenden Ergebnisse der Theorie des Marktversagens handelt. Eine ausführlichere Darstellung zur wohlfahrtstheoretischen Begründung der Forschungs- und Technologiepolitik findet sich in Klodt (1995).

[19] Vgl. zu diesem Punkt auch die Ausführungen im vorherigen Kapitel. Neben den genannten Arten von Spillover-Effekten wird häufiger auch auf Netzwerk-Effekte hingewiesen, die an dieser Stelle aber nicht weiter diskutiert werden sollen (vgl. hierzu nochmals Klodt (1995)).

- Unteilbarkeiten

  Eine Unteilbarkeit liegt dann vor, wenn aufgrund technischer Gegebenheiten ein Produktionsfaktor oder ein Produkt nicht in beliebig kleiner Menge nachgefragt werden kann. Typische Beispiele für Unteilbarkeit sind Großanlagen wie Kraftwerke oder technische Großgeräte, die für Forschung und Entwicklung benötigt werden.

- Informationsmängel

  Unkenntnis, Unsicherheit und Risiko liefern weitere Begründungen für den Eingriff des Staates in Märkte. Insbesondere kommt es zu geringen Ausgaben für Forschung und Entwicklung, wenn Unternehmen Risiko scheuen (vgl. hierzu z.B. Klodt (1995)).

- Meritorische Güter

  Unter einem meritorischen Gut wird ein Gut verstanden, das nach Auffassung der Gesellschaft und insbesondere der staatlichen Entscheidungsträger als in einem von den einzelnen Individuen zu geringen Maß nachgefragten Umfang angesehen wird. Als klassisches und hier wichtiges Beispiel wird die Schulbildung angesehen. Ohne eine Schulpflicht, so die Annahme, würde der Schulbesuch und somit die Nachfrage nach Bildung zu gering ausfallen.

- Wissen als öffentliches Gut

  Wissen ist – wie an anderer Stelle ausgeführt – oftmals ein öffentliches Gut. Da öffentliche Güter aufgrund des Free-Rider-Problems nicht von privaten Unternehmen angeboten werden, kann abgeleitet werden, dass der Staat diese Güter zur Verfügung stellen soll. Da die Eigenschaften eines öffentlichen Gutes unmittelbar mit positiven Spillover-Effekten zu sehen sind, sei an dieser Stelle auf die vorherigen Ausführungen in diesem Abschnitt verwiesen.

Betrachtet man die Begründungen für staatliche Eingriffe im Bereich Bildung und Forschung, so ergibt sich zusammenfassend ein komplexes Bild, das verschiedene Begründungen für Bildungs- und Forschungspolitik und somit auch öffentliche Bildungs- und Forschungsausgaben rechtfertigt.

3.4.3 Marktversagen bei Forschung und Bildung: Wann sollte der Staat beschränkend eingreifen?

Im vorherigen Unterabschnitt wurden Begründungen geliefert, weshalb der Staat Forschung und Bildung fördern sollte. Der Vollständigkeit halber sind aber auch wichtige Gründe zu nennen, die vor allem für eine Beschränkung von privater Forschung sprechen. Zwei Gründe sind von besonderer Bedeutung (vgl. Klodt (1995)).

- Parallelforschung

  Parallelforschung tritt auf, wenn Unternehmen nicht unmittelbar neue Produkte oder neue Verfahren von Innovatoren imitieren können. Ein derartiges Hemmnis tritt zum Beispiel dann auf, wenn ein Innovator neues Wissen geheim hält oder durch Patente schützen lässt. Dann sind Konkurrenten gefordert, selbst Forschung und Entwicklung zu betreiben, um somit mögliche Gewinne zu realisieren. Dies führt dazu, dass Unternehmen Parallelforschung betreiben.

- Patentrennen

  Ausgangspunkt für die Überlegungen ist hier, dass der Ertrag einer Innovation umso größer ist, je eher sie realisiert wird. Gleichzeitig steigen die Kosten, je eher der Innovationserfolg erreicht werden soll. Folglich gibt es einen optimalen Zeitpunkt, zu dem eine Innovation gelingen sollte. Wenn es nur ein Unternehmen gibt, das die Innovation hervorbringen will, so kann angenommen werden, dass der optimale Zeitpunkt tatsächlich eintreten kann. Wenn es allerdings mehrere konkurrierende Unternehmen gibt, so entsteht ein Wettbewerb um die Innovationsrente, die nur das Unternehmen abschöpfen kann, dem die Innovation gelingt und das den technologischen Vorsprung durch ein Patent sichern kann. Dies führt dazu, dass die verschiedenen Wettbewerber versuchen werden, durch verstärkte Forschungsanstrengungen den Innovationszeitpunkt vorzuziehen. Als Konsequenz folgt, dass eine Innovation aus wohlfahrtstheoretischer Sicht zu früh gelingt. Folglich sollte der Staat in derartigen Situationen durch geeignete Instrumente Forschung behindern.

In beiden Fällen könnte der Staat durch geeignete Instrumente (z.B. durch die Einführung einer Forschungssteuer) ein wohlfahrtsoptimales Niveau der Forschung erreichen. Darüber hinaus sind institutionelle Arrangements denkbar, die die negativen Effekte von Parallelforschung und Patentrennen beseitigen oder zumindest reduzieren.

3.4.4 Institutionelle Voraussetzungen

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass ein marktwirtschaftliches System nur dann pareto-effiziente Ergebnisse liefern kann, wenn der Staat mit geeigneten Instrumenten dann eingreift, wenn ein Marktversagen vorliegt. Pareto-Effizienz sagt aber nichts darüber aus, wie die Einkommen einer Gesellschaft auf die Haushalte verteilt sind. Eine Außerachtlassung von Verteilungsfragen ist an dieser Stelle allerdings nicht unproblematisch.

Ausgehend von der These, dass jedes Mitglied einer Gesellschaft Träger von Humankapital sein sollte und somit einen Beitrag zum Sozialkapital leisten kann, stellt sich die Frage, ob, sofern Bildung nicht vollständig öffentlich finanziert wird, gewährleistet ist, dass jeder den Umfang privat nachfragen kann, den sie oder er individuell als optimal ansieht. Aus strikt marktwirtschaftlicher Sicht kann argumen-

tiert werden, dass sich auf einem Kapitalmarkt Financiers finden lassen würden, falls das eigene Einkommen oder Vermögen nicht zur Finanzierung privater Bildungsausgaben reichen sollte.

Zu prüfen ist allerdings, ob – vor allem in Deutschland – entsprechende Kapitalmärkte vorhanden sind oder sich entwickeln würden, die z.B. die Finanzierung einer Hochschulausbildung oder auch einer beruflichen Ausbildung übernehmen würden.

In ähnlicher Weise kann die Notwendigkeit funktionierender Kapitalmärkte für Unternehmen motiviert werden. Forschung und Entwicklung sollten dann privat finanziert werden, wenn das Wissen nur dem Unternehmen zugute kommt. Allerdings ist dann wichtig, dass die Unternehmen – hier sind vor allem KMUs angesprochen – auch in der Lage sind, diese Ausgaben über Eigenkapital oder Fremdkapital zu finanzieren. Letzteres setzt voraus, dass auch hier funktionsfähige Kapitalmärkte vorhanden sind.

Die Rolle der Kapitalmärkte ist nicht explizit Gegenstand dieser Analyse. Im weiteren Verlauf wird aber immer wieder auf die Bedeutung funktionsfähiger Märkte hinzuweisen sein.

3.4.5 Finanzierung und Kosten von Bildungs- und Forschungspolitik

Zuvor wurden Begründungen für staatliches Handeln im Bereich Bildung und Forschung gegeben. Das staatliche Handeln im Bereich der Bildungs- und Forschungspolitik ist zum großen Teil mit dem Einsatz fiskalischer Instrumente gegeben, so dass Bildungs- und Forschungsausgaben zu finanzieren sind. Sofern dies über Steuereinnahmen geschieht, ist zu bedenken, dass Wohlfahrtsverluste durch die Besteuerung zu erwarten sind, da nur unter sehr bestimmten und verteilungspolitisch sehr problematischen Bedingungen ein Steuersystem nicht wohlfahrtsmindernd wirkt (vgl. z.B. Homburg (2003)).

Zudem ist Bildungs- und Forschungspolitik mit administrativen Kosten verbunden, die – insbesondere im Forschungsbereich – aufgrund asymmetrischer Informationsverteilung erheblich sind. Private Unternehmen, Hochschulen und andere Forschungseinrichtungen haben in aller Regel einen erheblichen Wissensvorsprung gegenüber dem Staat, der über die öffentliche Förderung von FuE-Projekten zu entscheiden hat. Um eine rationale Forschungspolitik betreiben zu können, muss der Staat erhebliche Mittel für die Administration (Ministerien, Projektträger etc.) aufwenden. Nur so kann der Staat vermeiden, dass öffentliche Forschungsgelder durch Mitnahmeeffekte o.ä. ineffizient eingesetzt werden.

3.5 Zwischenfazit

Die Ergebnisse des Kapitels zeigen, dass Innovationen für die Produktivität und das Wachstum einer Ökonomie von zentraler Bedeutung sind. Grundlegend für Innovationen ist, dass Wissen in neue

Produkte und neue Verfahren umgesetzt wird, die dann erfolgreich in Märkte eingeführt werden. Die zentralen Determinanten des Bestandes an Wissen sind Bildung und Forschung. Folglich ist prinzipiell ein hohes Bildungs- und Forschungsniveau wünschenswert. Private und öffentliche Bildungs- und Forschungsausgaben sind allerdings nicht unbegrenzt finanzierbar, da elementare Kreislaufzusammenhänge gelten.

In einem perfekten marktwirtschaftlichen System gibt es keine Begründung für öffentliche Bildungs- und Forschungsausgaben. Da Bildung und Forschung aber mit positiven externen Effekten verbunden sind, gibt es aus theoretischer Sicht gute Begründungen für staatliche Bildungs- und Forschungspolitik. Darüber hinaus begründen weitere Marktmängel, die im Zusammenhang mit Bildung und Forschung auftreten, öffentliche Bildungs- und Forschungsausgaben.

4 Innovationssysteme

4.1 Überblick

Nachdem im letzten Kapitel die wesentlichen Wirkungszusammenhänge anhand einer Wirkungskette und in einem kreislauftheoretischen Kontext besprochen wurden, soll nun im Kontext des Ansatzes der Innovationssysteme deutlich gemacht werden, welche Akteure und welche Interaktionen zwischen den Akteure für Innovationsprozesse von Bedeutung sind. Dazu werden in Abschnitt 4.2 zunächst der Begriff des Innovationssystems und die wesentlichen Entwicklungslinien in der Forschung zu Innovationssystemen dargestellt. Anschließend wird in Abschnitt 4.3 kurz auf die Akteure eingegangen, die in Innovationssystemen eine Rolle spielen. Der nachfolgende Abschnitt 4.4 befasst sich mit den Interaktionen zwischen den Akteuren und greift zugleich die Konzepte von Netzwerken und Clustern auf, die im Kontext der Innovationssysteme eine besondere Rolle spielen. Der Abschnitt 4.5 referiert eine Liste von Kriterien, die zur Beurteilung von Innovationssystemen geeignet sind, bevor in Abschnitt 4.6 die Stärken und Schwächen des relativ jungen Ansatzes dargestellt werden. Ein Zwischenfazit beendet das Kapitel (Abschnitt 4.7).

4.2 Zum Begriff des Innovationssystems

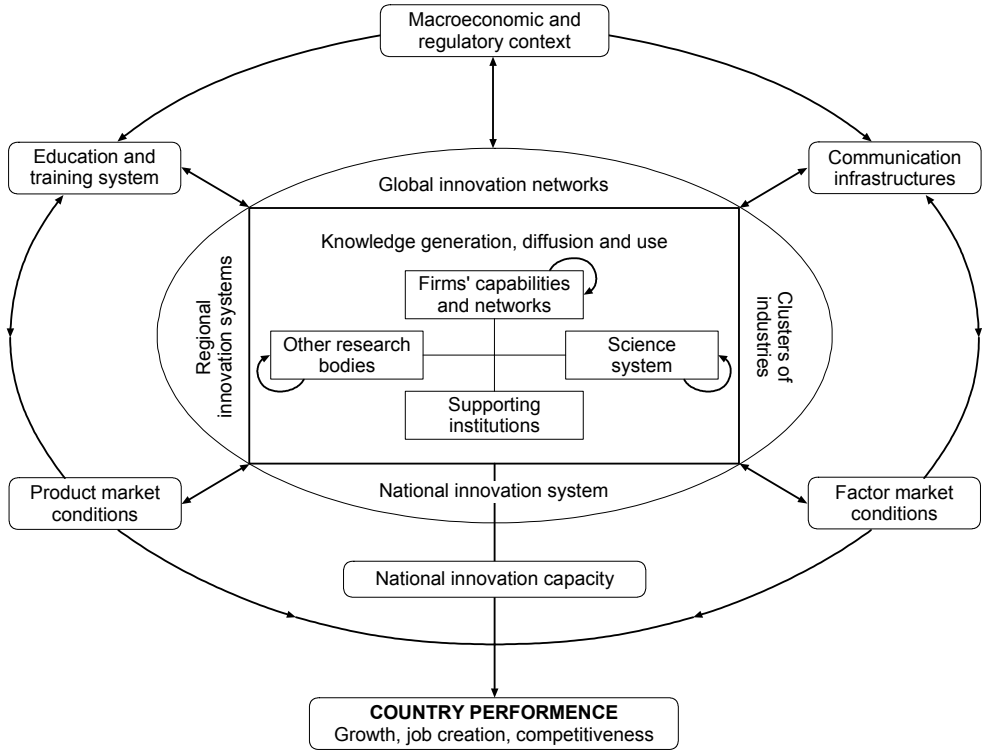
Unternehmen innovieren meist nicht in der Isolation, sondern in Zusammenarbeit und gegenseitiger Abhängigkeit mit anderen Organisationen. Diese Organisationen können sowohl andere Unternehmen (z.B. Zulieferer, Kunden, Wettbewerber etc.) sein als auch Universitäten, Schulen oder andere staatliche Einrichtungen wie Ministerien. Das Zusammenspiel der einzelnen Organisationen wird durch institutionelle Rahmenbedingungen wie z.B. Gesetze, Normen und Routinen geregelt. Diese können sowohl Anreize für Innovationsaktivitäten bieten als auch blockierend wirken (Edquist (2005)).

Grundlage für Innovationen ist also ein kreativer und interaktiver Prozess, der weit über Forschung und Entwicklung hinausgeht und in einem System von institutionellen Regelungen und Organisationen stattfindet. Dieses System wird in der Literatur als „Innovationssystem“ bezeichnet.

Der Begriff des „Nationalen Innovationssystem (NIS)“ wurde von C. Freeman und B. A. Lundvall Anfang der 1980er Jahre geprägt. Freeman (1987) definiert den Begriff als

> „the network of institutions in the public and private sector whose activities and interaction initiate, import, and diffuse new technologies”.

Abbildung 4-1
Akteure und Links im Innovationssystem



Quelle: OECD (1999).

Innerhalb der Literatur, die sich mit Innovationssystemen beschäftigt, sind zwei Richtungen auszumachen. Auf der einen Seite existieren Beiträge, die auf der Basis von Fallstudien versuchen, Innovationssysteme empirisch zu erfassen. Ein Vertreter dieser Richtung ist zum Beispiel R. R. Nelson (Nelson (1993)). Eine eher theorieorientierte Richtung vertritt Lundvall (1992). Beiden Richtungen ist allerdings gemein, dass sie NIS anhand der Determinanten oder Faktoren, die den Innovationsprozess beeinflussen, charakterisieren. Sie sind jedoch unterschiedlicher Auffassung, welches die Hauptfaktoren sind.

Edquist (1997, 2005) vertritt eine etwas weiter gefasste Definition für ein Innovationssystem. Für ihn beinhaltet ein Innovationssystem

> „the determinants of innovation processes = all important economic, social, political, organizational, institutional, and other factors that influence the development, diffusion, and use of innovations."

Neben der Betrachtung von nationalen Innovationssystemen hat sich in den letzten Jahren die Tendenz durchgesetzt, auch regionale (RIS), sektorale (SIS) oder technologische Innovationssysteme (TIS) zu betrachten (vgl. zum Beispiel Carlsson (2004)). Dies ist der Tatsache geschuldet, das nationale Innovationssysteme in vielen Fällen als noch zu undifferenziert angesehen werden, um die zum Teil sehr

spezifischen Innovationsprozesse in einzelnen Regionen oder Sektoren oder für spezifische Technologien darstellen und beurteilen zu können.

Die Erfassung der wesentlichen Elemente eines Innovationssystems kann an den

- wichtigen Akteuren und an den
- wichtigen Links bzw. Interaktionen

ansetzen. Die Abbildung 4-1 zeigt einen Versuch, dies graphisch darzustellen.

4.3 Akteure

Innovationsprozesse sind komplex, so dass in aller Regel ein einzelner Forscher nicht in der Lage ist, eine Erfindung zu machen. Im Rahmen der Analyse von Innovationssystemen werden möglichst alle Akteure betrachtet. Die wichtigsten sind (vgl. zum Beispiel Powell/Grodal (2005) oder auch OECD (1999, 2002b)):

- Unternehmen
  - als Financiers und Durchführende von Forschung und Entwicklung
  - als Produzenten innovativer Produkte
  - als Zulieferer von Vorprodukten
  - als Kunden
  - als Nachfrager von Arbeit
- Staat
  - als Financier und Durchführender von Forschung und Entwicklung in Hochschulen und anderen Forschungsorganisationen
  - als Nachfrager
  - als Gesetzgeber
- Finanzorganisationen
  - als Kreditgeber für Forschung und Entwicklung
  - als VC-Geber
- private Haushalte
  - als Anbieter von Arbeit
  - als Nachfrager innovativer Produkte

Um ein Innovationssystem vollständig zu beschreiben, ist es notwendig, auf die einzelnen Akteure und ihre Aktivitäten einzugehen. Allerdings setzen die verschiedenen Autoren, die sich mit Innovationssystemen beschäftigen, unterschiedliche Schwerpunkte.

4.4 Interaktion und Vernetzung

Die Qualität eines Innovationssysteme ist nicht allein durch das adäquate Vorhandensein von Akteuren der einzelnen Akteursgruppen bestimmt. Vielmehr geht es auch darum, dass die Akteure verschiedener Gruppen gut vernetzt sind. Vernetzung kann sich dabei auf sehr unterschiedliche Formen der Interaktion oder Kooperation beziehen. Bei Innovationssystemen geht es in erster Linie um Interaktionen, die speziell für Innovationsprozesse von Bedeutung sind. Vordergründig handelt es sich dabei um Interaktionen, die unmittelbar mit Forschung und Entwicklung zu tun haben. Zu bedenken ist allerdings, dass vielfach auch mittelbar Interaktionen zwischen Akteuren im Innovationssystem für den Erfolg von Innovationsprozessen und damit für nationale Innovationssysteme von Bedeutung sind.

Unter den vielfältigen Beziehungen der Akteure in einem Innovationssystem spielen bestimmte Beziehungen eine besondere Rolle. Dies gilt vor allem für die Vernetzung zwischen den Unternehmen und den Hochschulen sowie sonstigen Forschungsorganisationen (vgl. z.B. Powell/Grodal (2005)). Durch Intensität und Qualität der Zusammenarbeit zwischen Akteuren dieser beiden Gruppen bestimmt sich, in welchem Umfang Wissen aus der Grundlagenforschung in die angewandte Forschung transferiert wird. Umgekehrt sind Unternehmen dichter als andere und vor allem staatliche Akteure an Märkten, so dass sie einen besseren Überblick darüber haben, welche Prozesse oder Produkte sich durchsetzen könnten und somit Anreize für Forschung und Entwicklung bieten. Unternehmen können deshalb gute Hinweise liefern, welches Wissen aus der Grundlagenforschung für angewandte Forschung wichtig ist, damit auch Grundlagenforschung zur Erzielung marktrelevanter Ergebnisse beiträgt.

Die Idee der Innovationssysteme ist eng mit der Idee von Netzwerken und Clustern verbunden (vgl. hierzu z.B. OECD (2002b)). Beide Konzepte gehen davon aus, dass durch Interaktion und Kooperation Vorteile entstehen, die sich in ökonomischen Größen messen lassen. Während der Ansatz des Innovationssystems in aller Regel auf einer aggregierten Ebene, nämlich der nationalen Ebene, den Versuch unternimmt, Zusammenhänge darzustellen, geht es bei Netzwerken um die Interaktionen zwischen einer begrenzten Zahl von Akteuren, die aber, je nach Struktur des Netzwerkes, unterschiedlichen Akteursgruppen zuzuordnen sind.[20]

[20] Die Theorie und Empirie zu Netzwerken und Clustern kann und soll an dieser Stelle nicht weiter referiert werden. Verwiesen sei z.B. auf Brenner (2004), Cooke/Morgan (1998), Preissl/Solimene (2003), Eickelpasch et al. (2001), Scholl/Wurzel (2002) sowie die dort verwendete Literatur.

Insbesondere gelten Innovationsnetzwerken als gute Organisationsformen, um Innovationsprozesse schneller, mit weniger Ressourceneinsatz und mit größerem Erfolg zu gestalten. Deshalb hat die Innovationspolitik in Deutschland, aber auch auf europäischer Ebene, entsprechende Förderprogramme installiert. Untersuchungen zeigen, dass der Erfolg von geförderten Innovationsnetzwerken allerdings von vielen Bedingungen abhängt.[21] Hinzu kommt, dass die Messung des Erfolgs von Innovationsnetzwerken nicht unproblematisch ist (vgl. z.B. Voßkamp (2004b)).

4.5 Was macht ein gutes Innovationssystem aus?

Die Qualität eines Innovationssystems kann im Prinzip durch eine einfache Formel beschrieben werden: Je besser die einzelnen Akteure mit Kompetenzen ausgestattet sind, die zur erfolgreichen Durchführung von Innovationsprozessen notwendig sind, je vollständiger das Innovationssystem ist und je besser die Akteure vernetzt sind, desto höher ist die Qualität des Innovationssystems einzuschätzen. Diese Formel ist allerdings zu weich, um sie als Maßstab für die Beurteilung von Innovationssystemen in der Praxis anzuwenden. Deshalb haben Autoren Kriterienkataloge aufgestellt, die deutlich machen, wann ein Innovationssystem als gut zu bezeichnen ist.

Edquist (2005) benennt zehn Punkte, die ein gutes Innovationssystem kennzeichnen:

1. Angebot an Forschung und Entwicklung, das zu neuem Wissen führt, hauptsächlich in den Bereichen Medizin, Naturwissenschaft und Ingenieurwesen.
2. Aufbau von innovationsfördernden Kompetenzen bei den Arbeitskräften (z.B. durch individuelle Bildungsangebote etc.).
3. Bildung von neuen Produktmärkten.
4. Formulierung von Qualitätsanforderungen an neue Produkte durch die Nachfrageseite.
5. Schaffung und Veränderung von Organisationen, die für die Entwicklung von neuen Innovationsfeldern nötig sind (z.B. Anreize für neue Unternehmen setzen).
6. Netzwerkbildung durch Märkte oder andere Mechanismen. Hierzu gehört auch das interaktive Lernen zwischen unterschiedlichen, in Innovationsprozessen beteiligten, Organisationen.
7. Schaffung und Veränderung von institutionellen Regelungen, die Einfluss auf den Innovationsprozess haben bzw. Anreize oder Hemmnisse für den Innovationsprozess darstellen (z.B. IPR-Gesetze, Steuergesetze, Regulierungen etc.).

[21] Vergleiche hierzu z.B. Sövell/Lindqvist/Ketels (2003) oder auch Evaluationsstudien zu verschiedenen Förderprogrammen, so zum Beispiel zum Förderprogramm InnoRegio (vgl. Eickelpasch/Pfeiffer (2004) und Eickelpasch et al. (2001)).

8. Förderaktivitäten (z.B. Zugang zu Forschungseinrichtungen, administrative Unterstützung) für neue innovative Firmen.
9. Finanzierung von Innovationsprozessen und anderen Aktivitäten, welche zur Kommerzialisierung und Adaption von Wissen führen.
10. Bereitstellung von Beratungsangeboten, die für Innovationsprozesse relevant sind.

Die von Edquist (2005) genannten Kriterien sind qualitativer Natur. In welchem Ausmaß ein Innovationssystem z.B. Beratungsangebote zur Verfügung stellen sollte, wird nicht gesagt.

4.6 Stärken und Schwächen des Ansatzes

Wie jeder Ansatz oder wie jede Theorie in den Wirtschaftswissenschaften weist der Ansatz der Innovationssysteme Vor- und Nachteile auf. Die zentralen Vorteile sind nach Edquist (2005):

+ Im Mittelpunkt des Ansatzes steht der Innovations- und Lernprozess.
+ Es wird eine ganzheitliche und interdisziplinärer Perspektive eingenommen.
+ Der Ansatz beinhaltet sowohl eine historische als auch eine evolutorische Perspektive.
+ Es gibt keine Optimalitätsbedingung.
+ Der Innovationssystemansatz betont die Interdependenz und Nichtlinearität des Innovationsprozesses.
+ Der Ansatz betrachtet sowohl Produkt- und Prozessinnovationen als auch Subkategorien dieser beiden Innovationstypen.
+ Der Ansatz betont die Rolle von Institutionen.

Den Vorteilen des Ansatzes stehen aber auch einige – zum Teil gewichtige – Nachteile entgegen (vgl. hierzu ebenfalls Edquist (2005)):

- Vielfach gibt es keine einheitliche konzeptionelle Grundlagen. Einzelne Begriffe, wie z.B. der Begriff der „Institution“, werden von verschiedenen Autoren unterschiedlich verwendet.
- Es besteht keine Einigkeit über die Elemente, die ein NIS beinhaltet.
- Es handelt sich bei der Darstellung und Analyse von NIS um keine formale Theorie. Es sollte eher von einem Ansatz als einer Theorie gesprochen werden.
- Es besteht im engeren Sinn keine Möglichkeit der empirischen Überprüfbarkeit.

Die Stärken des Ansatzes des Innovationssystems führen zu der Einschätzung, dass dieser Ansatz geeignet ist, um Innovationsprozesse besser zu verstehen und Hinweise für die Innovationspolitik zu liefern. Eine Analyse eines nationalen Innovationssystems wird aber in keinem Fall ausreichen, um

alle Fragen, die insbesondere für die Innovationspolitik von Interesse sind, zu beantworten. Hierzu fehlt dem Ansatz die theoretische Basis und letztlich auch die Fähigkeit, empirische Überprüfungen vorzunehmen.[22]

4.7 Zwischenfazit

Der Ansatz des Innovationssystems bietet eine gute Ergänzung zu den herkömmlichen Modellen und Theorien, die – wie sich im Einzelnen im nächsten Kapitel noch zeigen wird – in aller Regel mit einfachen Annahmen arbeiten. Der Ansatz des Innovationssystems betont die vielfältigen Interaktionen zwischen den sehr unterschiedlichen Akteure. Damit stellt dieser Ansatz die Heterogenität, die bei Innovationsprozessen von Bedeutung ist, heraus. Der Ansatz bietet deshalb eine gute Grundlage für Feinjustierung innovationspolitischer Maßnahmen. Der Ansatz hat allerdings auch seine Grenzen. Er ist in der Lage, im Detail Innovationsprozesse zu beschreiben, für die Erklärung von Zusammenhängen fehlt allerdings das theoretische Gerüst. Ebenso ist eine empirische Überprüfung im engeren Sinne nicht möglich. Deshalb wird der Ansatz des Innovationssystems nur im Zusammenspiel mit anderen theoretischen und empirischen Ansätzen geeignet sein, innovationspolitische Maßnahmen zu begründen.

[22] Der Ansatz der Innovationssysteme ist – wie zuvor dargestellt wurde – ein recht junger Ansatz. Von daher bleibt sicherlich abzuwarten, wie sich dieser Ansatz in der Innovationsforschung durchsetzt und gegebenenfalls weiterentwickelt wird. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund zu sehen, dass prominente Modelle und Theorien der Innovations- und Wachstumsforschung, insbesondere wenn sie das neoklassische Paradigma zugrunde legen, auf eine sehr lange Tradition und damit auch Reife verweisen können.

5 Theorien

5.1 Überblick

Die Volkswirtschaftstheorie hat, vor allem seit Mitte des letzten Jahrhunderts, sehr viele Theorien entwickelt, die zum Verständnis der Zusammenhänge von Forschung und Entwicklung, Bildung, Innovation, Produktivität und Wachstum beitragen. Im Vordergrund stehen dabei wachstumstheoretische und somit makroökonomische Theorien. Wesentliche Beiträge dieser Theorierichtung werden in Abschnitt 5.2 präsentiert. Daneben spielen mesoökonomische Theorien eine Rolle (Abschnitt 5.3). Schließlich werden theoretische Ansätze präsentiert, die die Zusammenhänge aus mikroökonomischer Sicht und somit aus Sicht der Unternehmen betrachtet (Abschnitt 5.4). In vielen Fällen lassen sich die Theorien nicht eindeutig einem dieser drei Abschnitte zuordnen, da zwei oder sogar alle drei Ebenen betrachtet werden. Die Zuordnung erfolgt dann danach, welches die wesentliche Betrachtungsebene der Theorie darstellt.

5.2 Theorien mit makroökonomischem Fokus

5.2.1 Überblick

Die makroökonomische Wachstumstheorie bietet zahlreiche theoretische Beiträge zur Erklärung des wirtschaftlichen Wachstums. Auch wenn sich die Wachstumstheorie als Disziplin erst im 20. Jahrhundert entwickelt hat, so haben sich praktisch alle Klassiker der Nationalökonomie mit Wachstumsphänomen beschäftigt.[23] Zu Beginn des 20. Jahrhunderts spielten in der Nationalökonomie Wachstumsfragen nur eine untergeordnete Rolle. Dies dürfte ein Grund dafür sein, dass die Werke von J. A. Schumpeter (vor allem seine 1911 erschienene Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung, Schumpeter (1911/1993)), die heute eine zentrale Bedeutung in der Wachstumstheorie haben, zum Zeitpunkt des Erscheinens nur bedingt wahrgenommen wurden. In seiner Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung wird erstmalig umfassend auf die Bedeutung von „neuen Kombinationen“ – Schumpeter verwendet hier noch nicht den Begriff der Innovation – für den technischen Fortschritt und das Wachstum hingewiesen.

In den dreißiger und vierziger Jahren des letzten Jahrhunderts wurden die ersten formalen Wachstumsmodelle entwickelt. Zu nennen sind u.a. die Modelle von R. F. Harrod und E. D. Domar. Sie

[23] Vgl. hierzu Bretschger (2004) oder auch Barro/Sala-i-Martin (1995).

spielen heute keine wesentliche Rolle mehr.[24] Von zentraler Bedeutung waren und sind auch heute noch die Beiträge von Solow (1956, 1957) und Swan (1956) aus den 50er Jahren. Diese relativ einfachen Modelle beziehen Bildung und Innovation zwar noch nicht mit in die Analyse ein, sie bilden aber dennoch für viele empirische Analysen auch heute noch die theoretische Basis. In den Jahren nach der Veröffentlichung der bahnbrechenden Beiträge von R. M. Solow rückte die Erklärung des so genannten Solow-Residuums in den Vordergrund (vgl. Dension (1964), Griliches (1964)). Damit rückten Bildung und Forschung als Determinanten von Produktivität und Wachstum in das Zentrum des Interesses und es dominierten für längere Zeit empirische Analysen.

Mit der Renaissance der Werke Schumpeters in den 1980er Jahren wurde die Wachstumstheorie wesentlich befruchtet. Einerseits entwickelte sich die neue Wachstumstheorie, die in der Tradition der neoklassischen Wachstumstheorie steht, nun aber versucht, den technischen Fortschritt endogen zu modellieren. Andererseits wurde die Wachstumstheorie durch die Evolutionsökonomik inspiriert, so dass heute auch evolutionsökonomische Wachstumsmodelle vorliegen, die ebenfalls verstärkt auf die Rolle von Innovationen für das Wachstum abstellen und oftmals intensiv auf Schumpeters Werke Bezug nehmen.

Nachfolgend werden die wesentlichen Strömungen der Wachstumstheorie kurz referiert, vor allem vor dem Hintergrund, inwieweit Bildung, Forschung und Innovationen für Produktivitäts- und Wachstumsentwicklungen verantwortlich sind.

5.2.2 Schumpeters Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung

Schumpeters „Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung“ (Schumpeter (1911/1993)) kann als erste Theorie bezeichnet werden, in der die Bedeutung von Innovationen für technologischen Wandel und Wachstum herausgearbeitet wurde. Schumpeter geht davon aus, dass dynamische Unternehmer Inventionen aufgreifen und als Innovationen (in Schumpeters Notation: „neue Kombinationen“) in Märkten durchsetzen. Schumpeter unterscheidet explizit zwischen dynamischen „Unternehmern“ und „Wirten“. Wirte sind nach seinem Verständnis lediglich Verwalter, die nur Unternehmen führen, ohne etwas Neues zu wagen oder Neuerungen hervorzubringen. Der technische Fortschritt wird nur von den dynamischen Unternehmern getrieben, die kreativ und innovativ sind. Damit stellt Schumpeter das unternehmerische Handeln, das mit Risiko verbunden ist, in den Vordergrund. Daneben betonte er auch die Rolle der Banken, die die Finanzierung der Innovationen mittragen müssen.

Nach Schumpeter ergibt sich technologischer Wandel dadurch, dass dynamische Unternehmer neue Produkte oder Prozesse in den Markt bringen, die alte Produkte und Prozesse verdrängen. Schumpeter

[24] Vgl. hierzu Bretschger (2004) oder Rose (1991).

spricht in diesem Zusammenhang vom „Prozess der schöpferischen Zerstörung“, ein Prozess der geradezu notwendig ist, damit technologischer Wandel und Fortschritt möglich ist.

Schumpeters Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung wurde lange nicht wahrgenommen, obwohl Schumpeter (in verbaler Form) sehr genau beschreibt, welche Prozesse nach einer Innovation einsetzen, wie andere Produkte verdrängt werden, wie es durch den Aufbau von Kapazitäten und letztendlich Überkapazitäten kommt, somit technologischer Wandel vollzogen wird und wirtschaftliches Wachstum generiert wird. Seine Theorie zeichnet nach, wie Innovatoren zunächst Monopolgewinne erwirtschaften können, die nach und nach durch den Eintritt von Imitatoren im Preiswettbewerb verschwinden.

5.2.3 Neoklassische Wachstumstheorie

Mit dem Begriff der neoklassischen Wachstumstheorie werden üblicherweise die Modelle von Solow (1956) und Swan (1956) sowie Modelle, die in dieser Tradition stehen, verbunden. Ausgegangen wird in der ursprünglichen Version des Modells von einer neoklassischen substitutionalen Produktionsfunktion mit den Faktoren Arbeit und Kapital. Unter Berücksichtigung einfacher Kreislaufzusammenhänge kann die Wachstumsrate der gesamtwirtschaftlichen Produktion bestimmt werden. Das Niveau der Produktion bestimmt sich dabei durch die Sparquote (und somit) letztlich durch das Investitionsverhalten der Unternehmen. In Hinblick auf die empirischen Studien, die auf neoklassischen Wachstumsmodellen basieren, sei schon an dieser Stelle darauf verwiesen, dass eine optimale Sparquote (und damit Investitionsquote) existiert. Das Problem ist allerdings, die Höhe der optimalen Sparquote zu identifizieren.

Auch wenn das Modell in der Grundversion weder Aspekte von Forschung und Entwicklung (die Rate des technischen Fortschritts wird als exogen angenommen) noch Aspekte von Bildung (es gibt nur eine Kategorie von Arbeit, so dass keine Unterscheidung zwischen qualifizierter und unqualifizierter Arbeit vorgenommen wird) betrachtet, spielt dieses Modell weiterhin eine wichtige Rolle als Grundlage zahlreicher empirischer Studien (vgl. z.B. Sachverständigenrat (2002) oder IW (2005) sowie Kapitel 7).

In einigen neueren Studien, in denen das Solow-Modell als theoretische Grundlage gewählt wird, ist eine Modifikation zu finden, die im begrenzten Umfang Bildung über die Betrachtung von Humankapital einbezieht. Diese Modelle werden auch als „augmented“-Solow-Modelle bezeichnet (vgl. hierzu Mankiw et al. (1992)).

5.2.4 Neue Wachstumstheorie

Die neue Wachstumstheorie steht in der Tradition der neoklassischen Wachstumstheorie. Ein wesentliches Anliegen der neuen Wachstumstheorie ist es, die Bedeutung von Forschung und Entwicklung sowie die Bedeutung von Humankapital als Determinanten des Wachstums zu untersuchen. Dabei wird – im Gegensatz zu der neoklassischen Wachstumstheorie – auf eine stringente mikroökonomische Fundierung geachtet. Das hat z.B. zur Folge, dass Ausgangspunkt der Überlegungen insbesondere die individuellen Entscheidungen der Haushalte sind, die in diesen Modellen ihren intertemporalen Nutzen maximieren. Insgesamt basieren die Modelle auf dem in Abschnitt 3.3 gesetzten Rahmen.

Die neue Wachstumstheorie hat in den letzten 20 Jahren eine rasante Entwicklung genommen. Beginnend mit den bahnbrechenden Beiträgen von Romer (1986, 1990), Aghion/Howitt (1992) und Grossman/Helpman (1991) wurden zahlreiche Modelle entwickelt, die verschiedenste Aspekte betonen.[25] Die Modelle im Einzelnen zu referieren, würde den Rahmen des Berichts sprengen. Verwiesen sei deshalb an dieser Stelle auf Bücher und Übersichtsartikel. Hingewiesen sei vor allem auf Barro/Sala-i-Martin (1995) und Aghion/Howitt (1998), die sehr gute Einführungen in die Materie bieten.[26]

Trotz der Vielzahl der Modelle lassen sich einige Charakteristika benennen, die in aller Regel in allen Modellen der neuen Wachstumstheorie zu finden sind:

- Rationale Akteure

  Ausgegangen wird in aller Regel von Haushalten, die ihren intertemporalen Nutzen optimieren (vgl. Abschnitt 3.3) und Unternehmen, die ihren Gewinn maximieren.

- Geräumte Märkte

  Angenommen wird, dass sämtliche Faktor- und Produktmärkte geräumt sind. Probleme der Arbeitslosigkeit werden deshalb in aller Regel nicht behandelt.

- Mikrofundierung der Makroökonomik

  Die Modelle der neuen Wachstumstheorie basieren üblicherweise auf dem Konzept der Mikrofundierung der Makroökonomik. Das bedeutet, dass repräsentative Individuen oder identische Individuen unterstellt werden. Eine Heterogenität der Akteure wird nicht in Betracht gezogen.

- Wissen und Innovation

[25] Diese Beiträge sind insbesondere in Hinblick auf den Strang der neuen Wachstumstheorie wichtig, die Wachstum durch technologischen Fortschritt begründet sehen. Daneben gibt es zahlreiche humankapitaltheoretische Modelle, die das Humankapital als wesentliche Quelle von Wachstum und somit auch die Frage privater und öffentlicher Bildungsentscheidungen untersuchen, insbesondere auf der Basis von overlapping-generation models (OLG), die mehrere Zeiträume und Generationen betrachten. Vgl. hierzu z.B. Ramcharan (2004) oder Chakrabarty/Chanda/Ghate (2005).

[26] Vgl. auch Helpman (1992), Verspagen (1992), Dinopoulos (1996), Jones (1999) und Hornung (2002).

Technisches Wissen wird durch Forschung und Entwicklung in privaten und öffentlichen Einheiten generiert. Es ist in aller Regel ein öffentliches Gut. Durch die Modellierung von Patentrennen können Unternehmen Innovationserfolge zeitlich begrenzt gegenüber Konkurrenten schützen. Insgesamt wird der Innovationsprozess von der Generierung des Wissens bis zur Innovation in aller Regel sehr einfach dargestellt.

- Spillovers

  Sofern Spillovers modelliert sind, ergibt sich in aller Regel eine Begründung für staatliches Handeln (vgl. auch Abschnitt 3.3).

Damit basiert die neue Wachstumstheorie auf relativ strikten Annahmen. Dies ist ein Grund, weshalb die neue Wachstumstheorie, auch in Hinblick auf die Nützlichkeit für empirische Untersuchungen, von einigen Autoren sehr kritisch begutachtet wird (vgl. hierzu z.B. Nelson (1997)).

Nichtsdestotrotz zeigen die Modelle der neuen Wachstumstheorie die Bedeutung von Wissen und somit letztlich von Humankapital und Forschung und Entwicklung für das wirtschaftliche Wachstum. Unter welchen Bedingungen der Staat allerdings Forschungs- und Bildungspolitik betreiben sollte, kann nicht einheitlich gesagt werden. Dies hängt in erheblichem Maße von den teilweise sehr abstrakten Annahmen der entsprechenden Modelle ab.

5.2.5 Evolutionsökonomische Ansätze

Erst in den 1970er und 1980er Jahren wurde Schumpeters Theorie intensiv aufgegriffen. Einerseits haben vor allem R. R. Nelson und S. G. Winter Schumpeters Theorie, in Verbindung mit behavioristischen Theorien, als Basis für Simulationsmodelle gewählt, um das Wachstum der amerikanischen Wirtschaft (Nelson/Winter (1974)) und die Dynamik von Märkten (Nelson/Winter (1982)) nachzuzeichnen. Andererseits haben Schumpeters Ideen maßgeblich die neue Wachstumstheorie inspiriert.

Aufbauend auf den Modellen von Nelson und Winter haben verschiedene Autoren Simulationsmodelle vorgelegt, die in der Tradition der Schumpeterschen Ideen stehen (vgl. hierzu die Hinweise in Voßkamp (2002) und Dawid (2005)). Obgleich diese Modelle Beiträge zum Verständnis des Zusammenhangs von Innovation und Wachstum bieten, sind die Zielsetzungen dieser Modelle sehr unterschiedlich. Ein Manko der überwiegenden Beiträge ist, dass sie in aller Regel den Staat nicht modellieren, so dass auch die Wirkungen von Forschungs- und Technologiepolitik (FuT-Politik) nicht analysiert werden können.

Eine Ausnahme stellt ein Modell von Voßkamp dar (vgl. Voßkamp (2002, 2004a)). Mit dem Modell, das in der Tradition der schumpetrianischen Modelle von Nelson und Winter steht und die wesentlichen Kreislaufzusammenhänge abbildet, können die Auswirkungen von Instrumenten der FuT-Politik untersucht werden. Simulationsrechnungen mit dem Modell zeigen, dass weniger die gesamtwirt-

schaftliche Forschungsintensität eine Rolle spielt als die Ausgestaltung der FuT-Politik. Vor allem zeigt sich anhand des Modells, dass (c. p.) bei gleichem Förderumfang die Förderung vieler kleiner Unternehmen mit relativ kleinen Förderbeträgen mehr Wachstum bringt als die Förderung weniger Unternehmen mit relativ großen Beträgen.

Dieses Modell ist in die Gruppe der Multi-Agenten-Modelle („Agent-based models“) einzuordnen, die zunehmend an Bedeutung gewinnen. Das relativ neue Gebiet der „Agent-based computational economics“ versucht einerseits die Heterogenität der Agenten zu betrachten und ist damit ein originär mikroökonomisch fundierter Ansatz. Allerdings werden durch explizite Aggregation auch makroökonomische Zusammenhänge untersucht. Zudem erlaubt die Methode der Simulation eine sehr genaue Abbildung von ökonomischen Prozessen, was sonst aufgrund der Fokussierung auf explizite Modelllösungen in der Volkswirtschafts- und vor allem der Wachstumstheorie nicht der Fall ist. Einen Überblick über Modelle, die in Hinblick auf Innovation und Wachstum interessant sind, gibt Dawid (2005).

5.2.6 Zusammenfassung

Die wirtschaftstheoretische Literatur bietet unterschiedliche Modelle an, die auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene die Bedeutung von Bildung und Forschung für das Wachstum einer Ökonomie deutlich machen. Zur Zeit dominieren Modelle der neuen Wachstumstheorie, die auf einem sehr hohen Abstraktionsniveau die Wechselwirkungen zwischen Forschung, Bildung und Wachstum herausarbeiten. Zwar wird vielfach auf die Arbeiten von Schumpeter Bezug genommen, eine umfassende Modellierung der Innovationsprozesse findet sich allerdings eher selten.

5.3 Theorien mit mesoökonomischem Fokus

In diesem Abschnitt werden relevante Beiträge untersucht, die den Fokus auf die sektorale Ebene setzen. Es zeigt sich, dass im Kontext dieses Abschnitts sehr unterschiedliche Ansätze von Bedeutung sind. Hieraus ergibt sich eine Vielfalt, die im Rahmen des Berichts nicht dargestellt werden kann.

5.3.1 Überblick

Der Leitgedanke in diesem Abschnitt ist, dass sich wirtschaftliche Entwicklungen und damit auch Produktivitäts- und Wachstumsentwicklungen in den Sektoren einer Volkswirtschaft sehr unterschiedlich darstellen können. Deshalb ist es im Prinzip immer von Vorteil, eine disaggregierte Analyse vorzunehmen, anstatt nur auf makroökonomische Aggregate zu schauen.

In der Wirtschaftstheorie dominiert allerdings die makroökonomische Betrachtungsweise. Dennoch können einige Theorien benannt werden, die sich den Unterschieden in den Sektoren einer Volkswirtschaft und somit der Wirtschaftsstruktur annehmen. Dabei sind zwei Ausrichtungen zu unterscheiden.

Zum einen interessieren an dieser Stelle Theorien, die simultan die Entwicklung in den verschiedenen Sektoren einer Volkswirtschaft betrachten. Zum anderen sind Theorien von Interesse, die die besondere Rolle einzelner Sektoren beziehungsweise eines einzelnen Sektors herausarbeiten.

Bei den Ansätzen, die nachfolgend skizziert werden, handelt es sich nicht um Ansätze, die nur für die Fragestellungen zum Thema Bildung, Forschung, Innovation, Produktivität und Wachstum relevant sind. Sie sind darüber hinaus auch in anderen Zusammenhängen von Bedeutung, bei denen die sektoralen Strukturen eine Rolle spielen.

5.3.2 Theorien des sektoralen Strukturwandels

Theorien des sektoralen Strukturwandels erklären, wie im Zeitablauf bestimmte Sektoren in einer Ökonomie an Bedeutung gewinnen, während andere Sektoren an Bedeutung verlieren.[27] Sie sind im Kontext der Fragestellung des Berichts von Bedeutung, da einerseits alleine der wirtschaftstrukturelle Wandel dazu führen kann, dass Wachstumsprozesse verstärkt oder abgebremst werden. Andererseits sind oftmals Innovationen Auslöser für Veränderungen in der Wirtschaftsstruktur.

Der wirtschaftstrukturelle Wandel kann im Prinzip mit jedem Modell abgebildet werden, das eine Ökonomie sektoral betrachtet. Besonders bieten sich hierfür Input-Output-Modelle an (vgl. Holub/Schnabl (1997)). Sie bieten darüber hinaus den Vorteil, die inter-industrielle Verflechtung abzubilden. Dies ist im Hinblick auf die Frage, wie sich Veränderungen in der Wirtschaftsstruktur ergeben, von großer Bedeutung. Durch Innovationen werden Inputstrukturen verändert, so dass sich insgesamt Veränderungen für die Vorleistungsnachfrage ergeben. Folglich sind insbesondere Modelle mit endogenen Inputkoeffizienten ein guter Ausgangspunkt für empirische Untersuchungen.

Neben Input-Output-Modellen bieten angewandte Gleichgewichtmodelle eine theoretische Basis, um sektorale Strukturen und ihre Veränderungen zu modellieren. Beide Modellansätze, Input-Output-Modelle wie angewandte Gleichgewichtmodelle, wurden und werden für zahlreiche Fragestellungen verwendet.

Modelle, die die interindustrielle Verflechtung abbilden können, sind aus Sicht der Innovationsökonomik von großem Interesse, da sie ein Grundgerüst zur Modellierung von Spillovers zwischen Wirtschaftszweigen bieten (vgl. hierzu z.B. van Pottelsberghe (1997)).

[27] Auf eine Darstellung der verschiedenen Theorien des sektoralen Strukturwandels sei an dieser Stelle verzichtet. In Knottenbauer (2000) sind die wichtigsten Theorien dargestellt.

5.3.3 Theorien der langen Wellen

Im Rahmen der Konjunktur- und Wachstumstheorie spielt die Theorie der langen Wellen eine gewisse Rolle.[28] Grundidee ist, dass durch das Auftreten einer Basisinnovation ein wirtschaftlicher Zyklus entsteht, der sich über mehrere Jahrzehnte erstrecken kann. Da die Theorie nicht unumstritten ist, verwundert es auch nicht, dass über die Zahl der bisherigen Zyklen, die dazugehörigen Zeiträume und die letztendlich zugrunde liegenden Innovationen gestritten wird (Nefiodow (1996)). Von allen Autoren, die die Theorie der langen Wellen als richtig erachten, wird die Informations- und Kommunikationstechnologie als Basisinnovation angesehen, die derzeit den Beginn eines neuen Kondratieff-Zyklus' markieren könnte.

Die Theorie ist allerdings, abgesehen von der empirischen Evidenz, nur bedingt hilfreich, um den Zusammenhang von Forschung, Innovation, Produktivität und Wachstum zu erhellen. Zwei Gründe spielen eine wichtige Rolle: Zum einen werden, wie bereits erwähnt, sehr lange Zeiträume in Betracht gezogen, die insbesondere vor dem Hintergrund wirtschaftspolitischer Entscheidungen als zu lang angesehen werden müssen. Zum anderen wird mit der Theorie der langen Wellen nicht das Auftreten von Basisinnovationen erklärt. Salopp formuliert bedeutet dies, dass man lediglich auf die nächste Basisinnovation warten oder gar hoffen muss. Folglich bietet die Theorie der langen Wellen kaum eine geeignete Grundlage für weitere Untersuchungen an, wenngleich sie insgesamt in der Konjunktur- und Wachstumstheorie eine Rolle spielt.

5.3.4 General purpose technologies

Wie die Theorie der langen Wellen stellt der Ansatz der general purpose technologies (GPT) die Bedeutung einer Technologie heraus. Hier ist allerdings die grundlegende Idee, dass eine Technologie, die den Charakter einer GPT hat, nach und nach in allen anderen Sektoren einer Ökonomie zur Anwendung kommt (vgl. hierzu z.B. Carlaw/Lipsey (2002)). Als klassisches Beispiel werden üblicherweise Informations- und Kommunikationstechnologien angeführt.

Der Ansatz erlaubt zum Beispiel eine Erklärung dafür, dass die Produktivitätsfortschritte, die durch die Anwendung von Computern möglich sind, sich noch nicht in dem Maße zeigen, wie dies vermutet werden könnte.[29] Folgt man der Theorie, so können sich deutliche Produktivitätsfortschritte auf der makroökonomischen Ebene dadurch ergeben, dass entsprechende Technologien möglichst schnell und möglichst umfassend in anderen Sektoren zur Anwendung kommen. Dieses Argument erscheint vor dem Hintergrund der Diskussion um die Einführung von IKT von großer Bedeutung. Die bereits ange-

[28] Verbunden wird diese Theorie vor allem mit dem Ökonomen Nikolai Kondratieff (Kondratieff (1926)).

[29] Verwiesen sei in diesem Zusammenhang auf die von Solow getroffene Aussage, dass Computer überall zu sehen sind, nur nicht in der Produktivitätsstatistik.

sprochene Studie von Gordon 2004 verweist auf die Produktivitätslücke zwischen den Vereinigten Staaten und Europa, die sich in den letzten Jahren dadurch vergrößert hat, dass in Europa IKT in wesentlich geringerem Umfang im Einzelhandel zur Anwendung gekommen ist als in den Vereinigten Staaten. Für die Wirtschaftspolitik ergibt sich daraus die Empfehlung, mit geeigneten Instrumenten die Diffusion derartiger Technologien zu fördern.

5.3.5 Zusammenfassung

Die wirtschaftswissenschaftliche Literatur bietet verschiedene mesoökonomische Ansätze, die für die Analyse des Zusammenhangs von Forschung, Produktivität und Wachstum eine gute Basis bilden. Allerdings kann nicht davon gesprochen werden, dass bereits eine mesoökonomische Theorie vorliegt, die ausgereift wäre, um als Referenztheorie gelten zu können.

5.4 Theorien mit mikroökonomischem Fokus

In diesem Abschnitt werden Beiträge referiert, in denen ein Unternehmen oder mehrere Unternehmen im Vergleich betrachtet werden. Somit geht es hier vor allem um das Unternehmensverhalten und die Auswirkungen auf unternehmerische Ergebnisse.

5.4.1 Überblick

Wenngleich die privaten Haushalte als Nachfrager am Innovationsgeschehen einer Ökonomie beteiligt sind, so stehen doch die Unternehmen im Zentrum des Interesses. Die Entscheidungen der Unternehmen hinsichtlich von Forschung und Entwicklung sind letztlich maßgeblich, wie innovativ eine Ökonomie ist.

Deshalb soll in diesem Unterabschnitt untersucht werden, wodurch das FuE-Verhalten von Unternehmen begründet ist und wie sich das FuE-Verhalten in unternehmerischen Erfolg niederschlägt. Dabei sind Theorien zum strategischen Management von Interesse.[30]

Grundsätzlich gilt auch für die mikroökonomische Ebene, dass die Zahl der relevanten Beiträge sehr groß ist. Dennoch lassen sich zwei wichtige Theorierichtungen ausmachen: industrieökonomische Ansätze und ressourcenbasierte Ansätze. Ansätze der Evolutionsökonomik sowie behavioristische

[30] Vgl. z.B. Welge/Al-Laham (2004). Die Fokussierung auf Theorien des strategischen Managements verdichtet die Analyse auf wichtige Ansätze. Die Bandbreite der innovationsökonomischen Ansätze auf der Mikroebene wird zum Beispiel in Dosi (1988) deutlich.

Modelle, die an dieser Stelle einfließen könnten, werden aus Gründen der Beschränkung nicht präsentiert.[31]

5.4.2 Industrieökonomische Ansätze

Eine wichtige Basis industrieökonomischer Ansätze ist das in den 1950er Jahren entwickelte Marktstruktur-Marktverhalten-Marktergebnis-Paradigma.[32] Die grundlegende Idee ist, dass das Verhalten eines Unternehmens (z.B. Preissetzungsverhalten, FuE-Verhalten etc.) von der Marktstruktur (z.B. Anzahl der Konkurrenten, Marktkonzentration etc.) des Marktes, in dem es aktiv ist, abhängt. Das Marktverhalten wiederum bestimmt, wie die unternehmerischen Marktergebnisse (z.B. Gewinn, Umsatz etc.) ausfallen. Im Rahmen dieses Ansatzes sind zahlreiche theoretische (wie auch empirische) Beiträge entstanden. Vor allem wurden in diesem Kontext Modelle entwickelt, die geeignet sind, die so genannten Schumpeter-Hypothesen zu belegen oder zu widerlegen. Bei den Schumpeter-Hypothesen geht es u.a. um die Frage, ob die angebotsseitige Marktkonzentration die FuE-Ausgaben positiv oder negativ beeinflusst. Eine klare Antwort hierauf gibt es nicht. Schon der grundlegende Artikel von Dasgupta/Stiglitz (1980) zeigt, dass die Antwort von verschiedenen Faktoren abhängt.

Die Beiträge M. E. Porters (vgl. z.B. Porter (1999)) sind ebenfalls durch die Industrieökonomik geprägt. Porter rückt in den Vordergrund, unter welchen Bedingungen ein Unternehmen wettbewerbsfähig ist. Er nennt folgende Faktoren, wobei er von „Bedrohungen„ spricht (vgl. Porter (1999)):

- Verhandlungsstärke der Lieferanten
- Verhandlungsmacht der Abnehmer
- Bedrohung durch neue Konkurrenten
- Bedrohung durch Ersatzprodukte und -dienste

Wenn es den Bedrohungen standhalten kann, so wird das Unternehmen wettbewerbsfähig sein und wachsen können.

Porters Ansatz kann nicht im engeren Sinne als eine Innovationstheorie verstanden werden, da er sich nicht primär mit den Bedingungen für Innovationen beschäftigt. Vielmehr zeigt er, welche Folgen sich einstellen, wenn Unternehmen nicht innovativ sind und sich deshalb nicht mit geeigneten Wettbewerbsstrategien in Märkten bewähren können.

[31] Verwiesen sei in diesem Zusammenhang auf Nelson/Winter (1982).

[32] Vgl. hierzu z.B. Kaufer (1980) oder Martin (1993).

5.4.3 Ressourcenbasierte Ansätze

Eine weitere theoretische Grundlage zur Bestimmung des unternehmerischen Verhaltens bieten ressourcenbasierte Ansätze.[33] Im Gegensatz zu industrieökonomischen Ansätzen wird hier davon ausgegangen, dass die Ressourcen eines Unternehmens für das Verhalten der Unternehmen und ihre Marktergebnisse verantwortlich sind. Betrachtet werden dabei tangible Ressourcen (z.B. physische und finanzielle Ressourcen) wie intangible Ressourcen (z.B. die Kundenbindung, Produktionserfahrung oder Technologieführerschaft). Angenommen wird, dass insbesondere das Vorhandensein von intangiblen Ressourcen bestimmt, ob ein Unternehmen Wettbewerbsvorteile erringen kann oder nicht.

Welche Ressourcen im Einzelnen welchen Beitrag zum Innovationserfolg leisten und letztlich zum Unternehmenserfolg führen, soll an dieser Stelle nicht im Einzelnen diskutiert werden. Hingewiesen sei allerdings auf das Konzept der absorptiven Kapazitäten, das einen direkten Bezug zu ressourcenbasierten Theorien aufweist. Ausgehend von Beiträgen von Cohen/Levinthal (1989, 1990) verweisen verschiedene Autoren (vgl. z.B. Griffith et al. (2003)) auf die Bedeutung der Fähigkeit, externes Wissen aufzugreifen, es zu verarbeiten und in Inventionen und Innovationen umzusetzen.

5.4.4 Zusammenfassung

Die wirtschaftswissenschaftliche Literatur liefert verschiedene theoretische Beiträge auf der Mikroebene, die sich mit der Frage des unternehmerischen FuE- und Innovationsverhaltens und dem daraus resultierenden Unternehmenserfolg beschäftigen. Je nach Sichtweise werden die Marktbedingungen und Marktstrukturen oder die Ressourcen der Unternehmen als zentrale Determinanten angesehen. Von grundsätzlicher Bedeutung für den Innovationserfolg von Unternehmen ist das Vorhandensein von absorptiven Kapazitäten.

5.5 Zwischenfazit

Theorien haben zum Ziel, möglichst in allgemeiner Form Antworten auf Fragen zu geben. Häufig müssen hierfür restriktive Annahmen getroffen werden. Dieses Problem zeigt sich vor allem bei den wachstumstheoretischen Ansätzen, die im Kontext der zu untersuchenden Fragestellungen ein wesentliches Fundament bilden. Die Heterogenität von Subjekten (u.a. Unternehmen) und Objekten (z.B. Wirtschaftszweige), an denen eine Innovationspolitik in aller Regel ansetzen muss, wird in den meisten Modellen nicht abgebildet. Somit bieten die theoretischen Beiträge zwar eine sehr wichtige Grundlage, um ein Verständnis für die Zusammenhänge zwischen Forschung und Entwicklung, Bildung, Innovation, Produktivität und Wachstum zu entwickeln, als unmittelbare Grundlage für wirtschaftspo-

[33] Vgl. hierzu Wernerfelt (1984).

litische Entscheidungen, vor allem im Bereich der Innovationspolitik, sind sie jedoch nur bedingt brauchbar.

Die kurz vorgestellten Theorien stellen – mehr oder weniger – die Grundlage für die empirischen Untersuchungen dar, die im nächsten Teil besprochen werden. Schon an dieser Stelle kann gesagt werden, dass die restriktiven Annahmen, die den Theorien in aller Regel zugrunde liegen, dazu führen, dass die empirische Wirtschaftsforschung vor dem Problem steht, die komplexe Realität mit der doch teilweise sehr vereinfachenden Theorienwelt in Einklang zu bringen.

Teil III Empirische Untersuchungen

6 Daten und Methoden

6.1 Überblick

Als empirische Basis für Untersuchungen zu den Auswirkungen von FuE und Bildung auf die Produktivität und das wirtschaftliche Wachstum kann eine Vielzahl von Datenquellen herangezogen werden. Im Folgenden werden daher verfügbare bzw. häufig in empirischen Arbeiten verwendete Datensätze in einem Überblick vorgestellt (Abschnitt 6.2). Grundsätzlich findet hierbei eine Unterscheidung zwischen Unternehmensdaten, sektoralen Daten und makroökonomischen Daten statt.

Anschließend wird in Abschnitt 6.3 auf einige ausgewählte methodische Fragen eingegangen. Es soll diskutiert werden, was lineare Modelle, die die Grundlage des überwiegenden Teils der empirischen Untersuchungen bilden, leisten können. Speziell wird auf die Frage eingegangen, inwieweit Komplementaritäten (z.B. zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung) abgebildet werden können.

6.2 Datensätze

6.2.1 Überblick

6.2.2 Mikroökonomische Datensätze

In Deutschland existieren eine Reihe von Unternehmensbefragungen, die einerseits Informationen zu der allgemeinen wirtschaftlichen Situation und anderseits die Entwicklung von FuE und Innovation in Unternehmen aufzeigen. Zu diesen zählen insbesondere die Umfragen des Zentrums für europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), des Instituts für Wirtschaftsforschung (ifo-Institut), des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), des Stifterverbands der deutschen Wirtschaft (Stifterverband) und offizielle Erhebungen des Statistischen Bundesamtes. In Tabelle 6-1 sind wichtige Unternehmenspanel und einige weitere Datensätzen zusammengefasst, die im Folgenden näher vorgestellt werden.

Tabelle 6-1
Mikro-Datensätze (Auswahl)

Datenbank	Zeitraum	Merkmalsträger	Informationen
Mannheimer Innovationspanel VG (ZEW)	ab 1993	ca. 2.500 Unternehmen	Innovationsaktivitäten
Mannheimer Innovationspanel DL (ZEW)	ab 1995	ca. 2.500 Unternehmen	Innovationsaktivitäten
Mannheimer Unternehmenspanel (ZEW)	ab 1989	ca. 12.000 Unternehmen	div.
Gründungspanel-West (ZEW)	ab 1989	ca. 1,9 Mill. Neugründungen und etablierte Unternehmen	Gründungen
Gründungspanel-Ost (ZEW)	ab 1991	ca. 1 Mill. Neugründungen	Gründungen
IAB-Betriebspanel	ab 1993	ca. 16.000 Betriebe	betriebliches Arbeitsangebot, Investitionen, Innovationen
ifo-Unternehmenspanel	1980-1992	ca. 2.000 Unternehmen	Innovationstätigkeit
Kostenstrukturerhebung	fortlaufend	ca. 40.000 Unternehmen	Erlös- und Kostenstruktur
Produktionserhebung	fortlaufend	ca. 40.000 Unternehmen	Output
Stifterverband	fortlaufend	ca. 13.000 Unternehmen, ca. 200 IfG	FuE
Community Innovation Survey	ab 1993	Unternehmen in EU-Staaten	Innovationsaktivitäten

Unternehmenspanel des ZEW

Seit Anfang der 90er Jahre führt das Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) drei große Unternehmensbefragungen in Deutschland durch: das Mannheimer Unternehmenspanel (MUP), das ZEW Gründungspanel (GP) und das Mannheimer Innovationspanel (MIP). Alle drei Panel basieren auf der Wirtschaftsauskunftsdatei des Verbandes der Vereine Creditreform, der als größte deutsche Kreditrating-Agentur Informationen über den Großteil des deutschen Unternehmensbestandes sammelt (vgl. Stahl (1991)).

Im MUP wird seit 1989 eine repräsentative Stichprobe von ca. 12.000 westdeutschen Unternehmen jährlich befragt. In enger Verbindung zum MUP stehen das GP-West und GP-Ost. Während das GP-West seit 1990 Informationen zu neugegründeten Unternehmen in West-Deutschland sammelt, werden in dem GP-Ost seit 1991 sowohl etablierte Untenehmen als auch Neugründungen in Ost-Deutschland befragt (vgl. Almus et al. (2000)).

Gegenwärtig umfasst das GP-West etwa 1,9 Millionen Unternehmen und das GP-Ost beinahe 1 Million Unternehmen. Von seiner Konzeption her sind das MUP und das GP insbesondere darauf ausge-

legt, Wachstumsprozesse von Unternehmen sowie die Dynamik von Unternehmensgründungen und Unternehmensstilllegungen zu analysieren. Weitere Informationen zu den Inhalten des MUP und des GP finden sich in Almus et al. (2000).

Als spezifische Datenbank zum Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft wurde das MIP mit dem Erhebungsjahr 1993 für das produzierende Gewerbe und ab 1995 für den distributiven und unternehmensnahen Dienstleistungssektor eingerichtet. In der jährlichen Erhebung werden rechtlich selbstständige Unternehmen mit Hauptsitz in Deutschland und mindestens fünf Beschäftigten zu Kernindikatoren des Innovationsverhaltens befragt. Die Stichprobenziehung erfolgt aus der Grundgesamtheit des MUP und des GP, wobei eine jährliche Bereinigung um Unternehmensschließungen und -Unternehmenszusammenschlüsse stattfindet. Des Weiteren wird die Stichprobe alle zwei Jahre um Unternehmensgründungen aufgestockt. Weitere Informationen zu der Erhebungsmethodik können Janz et al. (2002, 2003) entnommen werden. Insgesamt werden jedes Jahr die Antworten von 4.000 bis 5.000 Unternehmen des produzierenden Gewerbes und des Dienstleistungssektors ausgewertet. Der Erhebungsinhalt umfasst dabei die Innovationstätigkeit (Produkt- und Prozessinnovationen) von Unternehmen, deren Innovationsaufwendungen und -erträge und einige unternehmensrelevante Strukturvariablen.[34] Außerdem werden zweijährlich detaillierte Informationen zu thematischen Schwerpunkten abgefragt. Einen Überblick über diese gibt Janz et al. (2002).

Unternehmensbefragungen des ifo-Instituts

Die Unternehmensbefragungen des ifo-Instituts – namentlich der Konjunktur-, Investitions- und Innovationstest – bilden eine umfangreiche Datenbasis über das verarbeitenden Gewerbe in Deutschland. Mit dem Konjunkturtest werden vierteljährlich ca. 5.000 Unternehmen zu ihrer kurzfristigen Konjunktursituation befragt, wobei die Befragung auf einzelne Erzeugnisbereiche abgestellt ist. Daneben existiert eine jährliche Sonderfrage zum Innovationsverhalten der Unternehmen, die ebenfalls produktbezoge Informationen zu der Innovationstätigkeit der Unternehmen und die von ihnen erwartete Entwicklung einzelner Produktbereiche abfragt. Eine detaillierte Erfassung der Innovationstätigkeit erfolgt seit 1979 mit dem jährlich durchgeführten Innovationstest bei ca. 2.950 Unternehmen[35], die in den Berichtskreis des Konjunkturtests fallen. Für einzelne Erzeugnisbereiche umfasst der Innovationstest Fragen zu den Innovationszielen, -hemmnissen, -impulsen und -aufwendungen der Unternehmen (vgl. Scholz (1989)). Somit kann das Innovationsverhalten quantifiziert und evaluiert werden.

[34] Als methodische Basis der Befragung dienen das Oslo-Manual (OECD (1997)) und das Frascati-Manual (OECD (2002a)).

[35] Die Anzahl entspricht dem Stand von 2002, entnommen aus Penzkofer (2003).

Im Gegensatz zu den ersten beiden Umfragen enthält der Investitionstest unternehmensbezogene, quantitative Informationen zum Investitionsverhalten, zum Umsatz und zur Beschäftigung, aber auch zur Einführung von Produkt- und Prozessinnovationen der befragten Unternehmen.

Durch eine Zusammenführung der Daten aus dem Konjunktur-, Innovations- und Investitionstest kann ein Paneldatensatz für das verarbeitende Gewerbe konstruiert werden. Realisiert wurde diese Verknüpfung bisher mit dem ifo-Unternehmenspanel für den Berichtszeitraum 1980 bis 1992. Dieses erfasst ca. 2.000 westdeutsche Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes mit beinahe 2.500 Produktbereichen. Eine detaillierte Datenbeschreibung des Panels kann z.B. der Studie von Schneeweis/Smolny (1996) entnommen werden.

IAB-Betriebspanel

Bei dem IAB-Betriebspanel handelt es sich um eine seit 1993 jährlich wiederholte Befragung von zunächst westdeutschen Betrieben, die 1996 um Betriebe aus den neuen Bundesländern erweitert wurde. Die Stichprobenziehung erfolgt aus der Betriebsdatei der Beschäftigtenstatistik der Bundesanstalt für Arbeit, in der alle Betriebe mit mindestens einem sozialversicherungspflichtigen Beschäftigen enthalten sind.[36] Erhebungseinheit ist folglich nicht das rechtlich unabhängige Unternehmen, sondern der Betrieb, der als örtliche Einheit der Produktion eines Unternehmens verstanden wird (vgl. Bellmann et al. (2002)).

Im Rahmen des IAB-Betriebspanels werden mehr als 16.000 Betriebe aller Branchen und aller Größen befragt, wobei der Kern des Fragenkatalogs auf betriebliche Einflussfaktoren der Arbeitsnachfrage abzielt. So werden mit der Befragung Niveau und Struktur der Beschäftigung sowie kurz- und mittelfristige Beschäftigungserwartungen, aber auch wirtschaftliche Determinanten wie Umsatz, Erträge, Investitionen, Löhne und organisatorische Änderungen, Arbeitszeitmuster, Aus- und Weiterbildung u.ä. erhoben. Des Weiteren werden in jährlich wechselnden Themenschwerpunkten aktuelle wirtschaftspolitische Fragestellungen berücksichtigt. So sind z.B. 1995 und 1998 Informationen zu den in den vorangegangenen beiden Jahren durchgeführten Innovationen der Betriebe gesammelt worden.

Wissenschaftsstatistik des Stifterverbandes

Mit der Wissenschaftsstatistik erhebt der Stifterverband Daten über das FuE-Verhalten von Unternehmen und Institutionen für Gemeinschaftsforschung (vgl. Grenzmann (2004)). Die Befragung findet alle zwei Jahre statt, wobei beinahe alle rechtlich unabhängigen Unternehmen mit Sitz in Deutschland und mehr als 500 Beschäftigten befragt werden. Kleine und mittlere Unternehmen werden dagegen nur befragt, falls bekannt ist, dass sie FuE ausführen bzw. dies angenommen wird.

[36] Eine ausführliche Darstellung der Betriebsdatei der Beschäftigtenstatistik der Bundesanstalt für Arbeit kann Brixy/Fritsch (2002) entnommen werden.

Der Erhebungsinhalt umfasst Informationen zu der absoluten und der in FuE arbeitenden Beschäftigtenanzahl, den Erlösen, den Investitionen und den FuE-Aufwendungen. Bei den FuE-Aufwendungen wird des Weiteren zwischen den Aufwendungen für FuE-Personal, FuE-Investitionen und anderen Aufwendungen unterschieden.

Aufbereitete Ergebnisse der Wissenschaftsstatistik werden fortlaufend im FuE-Datenreport veröffentlicht.

Erhebungen des Statistischen Bundesamtes

Die vom Statistischen Bundesamt jährlich durchgeführte Kostenstrukturerhebung liefert Informationen zu der Erlös- und Kostenstruktur von Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland.

Grundsätzlich erstreckt sich der Berichtskreis auf rechtlich selbständige Unternehmen mit mehr als 20 Beschäftigten (Statistisches Bundesamt (2000)). Hierbei werden in der Kostenstrukturerhebung beinahe alle Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten erfasst,[37] Unternehmen mit 20 bis 499 Beschäftigten als repräsentative Stichprobe einbezogen und Unternehmen mit weniger als 20 Beschäftigten nicht befragt. Gewöhnlicherweise werden kleinere Unternehmen für vier aufeinanderfolgende Jahre befragt und anschließend durch neue Befragungseinheiten ersetzt. Die Erhebung liegt für ca. 40.000 Unternehmen und für einen Berichtszeitraum von 1992 bis 2000 vor. Die Kostenstrukturerhebung enthält Informationen zu einer Vielzahl von Inputfaktoren wie den Lohnkosten, Sozialkosten, Ausgaben für Rohstoffe und Vorprodukte etc., steuerliche Abschreibungen, Umsatzsteuer, Zinszahlungen etc. und Aufwendungen zur innerbetrieblichen FuE.

Zudem werden die Unternehmen, die an der Kostenstrukturerhebung teilnehmen, im Rahmen der monatlichen und vierteljährlichen Produktionserhebung erfasst. Während bei der monatlichen Erhebung ca. 20.000 Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes befragt werden, sind in der vierteljährlichen Befragung ca. 40.000 Unternehmen enthalten. Gesammelt werden detaillierte Informationen zu Umsätzen und Erlösen, wobei die Angaben nach mehr als 6.000 spezifischen Produktgruppen aufgeschlüsselt sind.

Projektbezogene Erhebungen

Neben den vorgestellten Unternehmensbefragungen werden eine Reihe von Befragungen zur Evaluation von Förderprogrammen durchgeführt. Hier sind von Wirtschaftsforschungsinstituten durchgeführte Befragungen zu nennen, z.B. im Rahmen der Evaluierung von InnoRegio, ProInno, InnoNet. Dabei werden z.B. die Netzwerkaktivitäten, das FuE- und das Kooperationsverhalten von Unternehmen analysiert, die an den genannten Förderprogrammen teilnehmen.

[37] Da die Unternehmen gesetzlich verpflichtet sind alle Fragen zu beantworten, ist ein hoher Rücklauf der Fragebögen garantiert.

Internationale Daten

Um die Vergleichbarkeit mikroökonometrischer Studien zwischen verschiedenen Ländern gewährleisten zu können, ist es wünschenswert, dass Unternehmenspanel nach international standardisierten Kriterien erhoben werden. Für die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union (EU), die EU-Kandidatenstaaten Island und Norwegen wird daher seit 1993 die von Eurostat koordinierte CIS-Befragung (Community Innovation Survey) durchgeführt.[38] Wurde die Befragung zunächst nur unregelmäßig durchgeführt, findet seit 2004 eine jährliche Erhebung statt.[39] In allen Ländern wird die Erhebung mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens durchgeführt, der die Innovationstätigkeit innerhalb von Unternehmen, aber auch die Auswirkung von Innovationen auf den Unternehmenserfolg, Quellen des Wissenszugangs oder das Ausmaß von Innovationsaufwendungen abfragt.

6.2.3 Mesoökonomische Datensätze

Von der OECD und dem Groningen Growth and Development Center (GGDC) werden Datenbanken auf der sektoralen Aggregationsebene veröffentlicht, die im Folgenden näher vorgestellt werden. Des Weiteren kann die (sektorale) volkswirtschaftliche Gesamtrechnung einzelner Staaten als Datenquelle für Wachstums- und Produktivitätsuntersuchungen herangezogen werden. In Tabelle 6-2 wird ein Überblick über wichtige Datenbanken präsentiert.

Sektorale Datenbanken der OECD

Die OECD erhebt mit den Datenbanken „Structural Analysis"(STAN)[40] und „Analytical Business Enterprise Research and Developement" (ANBERD) umfangreiche Informationen auf der sektoralen Ebene, die einerseits die wirtschaftliche und anderseits die Entwicklung von FuE-Aktivitäten im internationalen Vergleich aufzeigen.

Aufgeschlüsselt nach ca. 60 Sektoren des verarbeitenden Gewerbes und dem Dienstleistungssektor werden in der STAN Datenbank Zeitreihen zu der Produktion, den Arbeitskosten, der Beschäftigtenzahl und den geleisteten Arbeitsstunden, den sektoralen Kapitalstöcken, den Ex- und Importen und der Wertschöpfung von 27 OECD-Mitgliedsstaaten publiziert.[41]

---

[38] Mehr Informationen zur CIS unter:
http://europa.eu.int/comm/eurostat/newcronos/reference/sdds/en/innovat/innovat_cis_base.htm.

[39] In den bisherigen Befragungsjahren stellte das MIP den deutschen Beitrag zur CIS dar.

[40] Mehr Informationen zu den Datenbanken der STAN-Familie unter www.sourceoecd.org.

[41] Folgende Länder werden von der STAN Datenbank abgedeckt: Australien, Belgien, Dänemark, Deutschland (bis 1991 Deutschland-West), Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Italien, Japan, Kanada, Korea, Luxemburg, Mexiko, Niederlande, Neuseeland, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Slowakei, Spanien, Schweden. Tschechische Republik, Ungarn, USA.

Tabelle 6-2
Meso-Datensätze (Auswahl)

Datenbank	Zeitraum	Merkmalsträger	Informationen
STAN (OECD)	ab 1970	VG und DL in 27 OECD Staaten	Produktion, Inputs
ANBERD (OECD)	ab 1973	VG und DL in 19 OECD Staaten	FuE-Aufwendungen
60 Industry Database (EU KLEMS)	ab 1979	VG und DL in 15 EU-Staaten, Japan, USA	Arbeitsproduktivität, Wertschöpfung
ICOP Database (EU KLEMS)	ab 1979	VG und DL in ca. 30 Staaten	Wertschöpfung, Lohnkosten
Input Output-Tabellen (Eurostat)	ab 1995	EU Mitgliedsstaaten, EFTA-Mitglieder	disaggregierte VGR

Eine Abgrenzung der einzelnen Sektoren erfolgt gemäß der International Standard Industrial Classification Revision 3 (ISIC Rev. 3).[42] Die Zeitreihen decken einen Berichtszeitraum ab 1970 ab und werden jährlich fortgeschrieben. Bei der Beschaffung der Daten stützt sich die OECD im Wesentlichen auf die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung der einzelnen Staaten, es werden aber auch andere Quellen herangezogen.

Die ANBERD Datenbank erfasst die FuE-Aufwendungen von Unternehmen in den 19 OECD-Mitgliedsstaaten, die über die relativ höchsten FuE-Ausgaben verfügen und der Europäischen Union (EU) als Ganzes.[43] Eine Aufschlüsselung nach etwa 60 Sektoren des verarbeitenden Gewerbes und des Dienstleistungssektors findet wiederum gemäß ISIC Rev. 3 statt. FuE-Ausgaben werden von der OECD gemäß den Richtlinien des Frascati Manuals (OECD (2002a)) von anderen Ausgaben abgegrenzt. Die Zeitreihen liegen ab 1987[44] vor, wobei die FuE-Ausgaben in der jeweiligen nationalen Währung und in Kaufkraftparitäten ausgewiesen werden.

Sektorale Datenbanken des GGDC

Das von dem Groningen Growth and Development Centre[45] koordinierte EU KLEMS Projekt stellt mit der „60-Industry"-Datenbank und der Datenbank „International Comparisons of Output and Productivity" (ICOP) zwei Datenquellen auf der sektoralen Ebene zur Verfügung.

[42] Zur ISIC Klassifikation vgl.: http://unstats.un.org.

[43] Folgende Länder werden von der ANBERD Datenbank abgedeckt: Australien, Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Irland, Italien, Japan, Kanada, Korea, Norwegen, Polen, Schweden, Spanien, Tschechien, USA und Europäische Union.

[44] Für den Berichtszeitraum 1973 bis 1998 liegen die ANBERD in ISIC Rev. 2 vor.

[45] Mehr Informationen unter: http://www.ggdc.net.

Die „60-Industry"-Datenbank enthält Zeitreihen zur Wertschöpfung in konstanten und jeweiligen Preisen, Arbeitskräften und geleisteten Arbeitsstunden und zur Arbeitsproduktivität für ca. 60 Sektoren des verarbeitenden Gewerbes und des Dienstleistungssektors. Erfasst werden hauptsächlich die Daten von den 15 EU-Mitgliedsstaaten, Japan und den USA. Der Berichtszeitraum erstreckt sich von 1979 bis 2001.

Mit der ICOP-Datenbank werden Schätzungen der Arbeitsproduktivität, der Totalen Faktorproduktivität und den Stückkosten von 16 Sektoren des verarbeitenden Gewerbes bereitgestellt. Sie umfasst ca. 30 Länder in Asien, Europa, Nord- und Südamerika. Der Berichtszeitraum erstreckt sich von 1979 bis 2001. Eine grundlegende Eigenschaft der ICOP besteht darin, dass industriespezifische Kaufkraftparitäten verwendet werden, um die nationalen Währungen auf eine allgemein verwendete Währung wie z.B. den US-Dollar umzurechnen. Somit können industriespezifische Unterschiede in relativen Preisen zwischen den Sektoren berücksichtigt werden.

Andere Datenquellen

Eine weitere Datenquelle für sektorale Untersuchungen können die Input-Output-Tabellen aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) sein. Input-Output-Tabellen zeigen die intersektoralen Verflechtungen einer Volkswirtschaft auf. In diesem Sinne eignen sie sich als Basis zur empirischen Analyse von Spillovern (vgl. z.B. van Pottelsberghe 1997). Von Eurostat werden Input-Output-Tabellen der EU-Mitglieds- und Kandidatenstaaten sowie den Mitgliedern der Europäischen Freihandelszone (EFTA) publiziert.[46] Im Rahmen der VGR werden für Deutschland Input-Output-Tabellen auch vom Statistischen Bundesamt veröffentlicht.

6.2.4 Makroökonomische Datensätze

In Tabelle 6-3 sind einige wichtige Datenbanken in einem Überblick zusammengefasst, die Daten auf der aggregierten, gesamtwirtschaftlichen Ebene enthalten und im Folgenden näher vorgestellt werden.

Makrodatenbanken der OECD

Die OECD stellt mit den „Main Science and Technology Indicators" (MSTI) eine Datenbank mit aggregierten Zeitreihen auf der makroökonomische Ebene zur Verfügung, die die FuE-Tätigkeit und die allgemeine volkswirtschaftliche Entwicklung von 37 Ländern aufzeigen.[47] Die Zeitreihen umfassen einen Berichtszeitraum ab 1981 und werden jährlich fortgeschrieben.

[46] Mehr Informationen unter: http://epp.eurostat.cec.eu.int

[47] Folgende Länder werden von der MSTI-Datenbank abgedeckt: Argentinien, Australien, Belgien, China, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Irland, Island, Israel, Italien, Japan, Kanada, Korea, Luxemburg, Mexiko, Neuseeland. Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Russland, Schweden, Schweiz, Singapur, Slowenien, Spanien, Taiwan, Tschechien, Türkei, Ungarn, USA.

Tabelle 6-3
Makro-Datensätze (Auswahl)

Datenbank	Zeitraum	Merkmalsträger	Informationen
MSTI (OECD)	ab 1981	37 Staaten	FuE
Penn World Table	ab 1950	mehr als 168 Staaten	VGR
Eurostat (u.a. VGR)	fortlaufend	EU Staaten	VGR, FuE
Barro und Lee	ab 1960	129 Staaten	Bildung, Humankapital
Education Statistics	div.	28 OECD-Staaten	u.a. Bildung, Bildungsausgaben

In der MSTI-Datenbank werden u.a. Daten zu den FuE-Ausgaben der privaten Wirtschaft, des staatlichen Sektors und des Hochschulwesens, die Anzahl der Beschäftigten in der FuE, Informationen zur Patentmeldung, die technologische Zahlungsbilanz und der internationale Handel in FuE-intensiven Industrien erhoben. Angaben zu den FuE-Ausgaben werden hierbei sowohl anteilig zum BIP als auch in nationaler Währung und in Kaufkraftparitäten ausgewiesen. Während die Daten weiter zurückliegender Jahre aus Umfragen gewonnen werden, liegen für aktuellere Jahrgänge häufig nur Schätzungen bzw. Projektionen der nationalen Statistikagenturen vor (vgl. OECD (2004c)). Neben diesen Variablen finden sich in der MSTI-Datenbank auch Zeitreihen zu allgemeinen volkswirtschaftlichen Kennzahlen, wie dem BIP, der industriellen Wertschöpfung und der Erwerbsbevölkerung. Weitere Informationen zu den MSTI wie zum Variablenumfang und zu der exakten Definition aller Indikatoren finden sich in OECD (2004c).

Von der OECD liegen auch Datenbanken zu vielen anderen Bereichen wie der Produktivität (OECD productivity data base) und der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung für die OECD-Staaten vor. Die Zeitreihen decken einen Berichtszeitraum von 1970 bis heute ab. Daten zum Arbeitsmarkt und zur demographischen Entwicklung stehen für die OECD-Staaten von 1970 bis heute zur Verfügung.

Penn World Table

Die Penn World Table (PWT) des „Center for International Comparisons at the University of Pennsylvania" – der auch als Summers-Heston-Datensatz bezeichnet wird – enthält für 168 Staaten Zeitreihen aus der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung in gegenwärtigen und konstanten Preisen.[48] Die Zeitreihen decken den Zeitraum ab 1950 ab, wobei für einige Länder keine Daten für jedes Jahr geliefert werden können. Daneben liegen auch Informationen zu den relativen Preisen, demographische Daten und Schätzungen der gesamtwirtschaftlichen Kapitalstöcke vor.

[48] Weitere Informationen und einen Datendownload unter der URL: http://www.pwt.econ.upenn.edu.

Die Besonderheit des PWT besteht darin, dass mit Hilfe von eigens geschätzten Kaufkraft- und Preisparitäten alle Größen von nationaler Währung in eine gemeinsame Währungseinheit umgerechnet werden. Somit sind laut Summers/Heston (1991) nicht nur intertemporale Vergleiche von realen Größen innerhalb eines Landes, sondern auch zwischen den Ländern möglich. Eine detaillierte Diskussion des PWT findet sich in Summers/Heston (1991) und in der jüngsten Dokumentation in Heston/Summers (1996).

Datenbanken von Eurostat

Seit 2004 stellt Eurostat alle makroökonomischen und sozioökonomischen Daten, die bisher in der New Cronos Datenbank (NC) enthalten waren, kostenlos im Internet zur Verfügung.[49] Somit liegen bspw. umfangreiche Zeitreihen aus der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung zu FuE- und Bildungsinvestitionen und Arbeitsmarktdaten für die EU-Mitgliedsstaaten vor. In vielen Fällen werden auch Daten für Japan, die USA, die zentraleuropäischen Staaten und die wichtigsten Handelspartner der EU geliefert. Der Berichtszeitraum erstreckt sich von frühestens 1960 bis heute. Ein potentieller Vorteil der Eurostat Datenbanken besteht darin, dass im Idealfall die Daten nicht nur auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene verfügbar sind, sondern für die EU-Staaten auch Angaben auf der regionalen Ebene vorliegen.

Datenbanken zum Bildungsstand

Umfangreiche Daten zum Bildungssystem von 129 Ländern enthält der Datensatz von Barro und Lee (vgl. Barro und Lee (1996)). In diesem werden Zeitreihen zum Bildungsstand der Bevölkerung und der Qualität der Schul- und Hochschulbildung (vgl. Barro/Lee (2001) und Lee/Barro (2001)) in Intervallen von jeweils fünf Jahren zusammengefasst. So werden die durchschnittliche Anzahl an Schuljahren der Bevölkerung vom Alter ab 15 Jahren und der Anteil der Bevölkerung mit Bildungsabschlüssen erfasst. Als Proxies für die Qualität der Bildung dienen z.B. das Schüler-Lehrer-Verhältnis und Ausgaben pro Schüler. Die Zeitreihen liegen für einen Berichtszeitraum ab 1960 vor.

Weitere (primäre) Quellen für Daten zum Bildungsstand sind das „Statistical Yearbook“ der UNESCO, das Demographic Yearbook der UN und die Government Statistics des IWF. Während erstere Angaben zu den absolvierten Schuljahren, Schüler-Lehrer-Verhältnis u.ä. für die meisten Länder der Welt enthalten, werden in letzterem Daten zu den öffentlichen Bildungsausgaben geliefert. Auch die OECD liefert mit ihrer Education Statistics Daten zu den Bildungsausgaben von 28 OECD-Mitgliedsstaaten und den erreichten Bildungsabschlüssen der Bevölkerung in diesen. Der Berichtszeitraum erstreckt sich von 1995 respektive 1996 bis heute.

[49] Der Zugriff zu allen Datenbanken ist unter der Eurostat Website möglich. URL: http://epp.eurostat.cec.eu.int.

6.2.5 Einschätzung der Datenqualität

Um eine präzise Beurteilung der Datenqualität der Datensätze abgeben zu können, bedürfte es einer sehr intensiven und genauen Analyse der einzelnen Datensätze. Diese kann im Rahmen dieser Untersuchung nicht geschehen. Es kann nur darum gehen, wesentliche Tendenzen und Problem aufzuzeigen.

Diese Datensätze weisen im Allgemeinen eine hohe Repräsentativität auf. Mittlerweile stehen aber auch nach und nach register-basierte Datensätze zur Verfügung. Zu nennen sind insbesondere die Produktionserhebung und die Kostenstrukturerhebung. Beide Datensätze bilden im Prinzip weite Teile der kompletten deutschen Volkswirtschaft ab und bieten somit einen unschätzbaren Vorteil gegenüber den üblichen Unternehmensbefragungen. Allerdings enthalten diese Datensätze nur bedingt Informationen zu den Forschungs- und Innovationsaktivitäten der Unternehmen.

Auf der Meso- und Makroebene hat sich ebenfalls die Datensituation in den letzten Jahren deutlich verbessert. Mit den Daten des Stifterverbandes, des MIP und der OECD liegen Daten über die FuE-Aktivitäten der Unternehmen vor. Hinzu kommen verschiedene Berichtssysteme, die im Falle Deutschlands Grundlage der Berichte zur Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands darstellen. Diese Daten ermöglichen es, ein relativ differenziertes Bild zu zeichnen. Im Zusammenspiel mit der Auswertung der theoretischen und empirischen Beiträge in Kapitel 9 wird sich im zweiten Teil des Projektes noch zeigen, inwieweit die bislang erhobenen Indikatoren geeignet sind, eine empirische Grundlage für neuere theoretische Ansätze zu bilden.

Am Rande sei erwähnt, dass die vorgestellten Datensätze, wie alle Datensätze, mit den üblichen Problemen bei der Erstellung konfrontiert sind. Dass vielfach die Daten nur für einige Jahre, nur für einige Regionen oder nicht sektoral disaggregiert vorliegen, soll an dieser Stelle nicht weiter diskutiert werden. Diese Probleme sind stets im Kontext der empirischen Analyse zu sehen, die mit den entsprechenden Daten arbeiten.

6.2.6 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden wichtige Datensätze, die Unternehmensdaten, sektorale Daten oder makroökonomische Daten umfassen, präsentiert. Bezug genommen wurde vor allem auf Datensätze, die im weiteren Sinne Daten zu Forschung und Entwicklung sowie Bildung beinhalten. Darüber hinaus stehen zahlreiche Datensätze zur Verfügung, die die „üblichen“ Daten zum wirtschaftlichen Geschehen abbilden, insbesondere die Daten der amtlichen Statistik und hierbei im Besonderen die Daten der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen.

Es lassen sich weitere Datensätze benennen, die im Rahmen von Teilfragen interessieren. Diese im Einzelnen aufzulisten, würde den Umfang des Kapitels sprengen. Darüber hinaus kann an dieser Stelle

keine intensive Diskussion der Datenqualität erfolgen. Es gilt allerdings im Bereich von Bildung und Forschung, dass hier die Daten den gleichen Beschränkungen unterliegen wie Daten aus anderen Bereichen.

Für die empirische Arbeit stehen somit auf allen drei Ebenen Daten zur Verfügung die, die – nach entsprechender Prüfung – Grundlage für empirische Untersuchungen bieten können. Es wird aber darauf zurückzukommen sein, dass die vorhandenen Daten keineswegs in Qualität und Quantität ausreichen, um, insbesondere vor dem Hintergrund theoretischer Entwicklungen, in jedem Fall angemessene Analysen durchführen zu können (vgl. hierzu auch Kapitel 9).

6.3 Methoden

6.3.1 Überblick

In diesem Abschnitt sollen einige methodische Aspekte untersucht werden, die im Hinblick auf die Grundlagen der empirischen Analysen von größerer Bedeutung sind. In dem Unterabschnitt 6.3.2 wird untersucht, unter welchen Bedingungen lineare Modelle vorliegen oder durch geeignete Verfahren generiert werden können. Dies ist vor dem Hintergrund, dass ein Großteil der empirischen Untersuchungen auf linearen Modellen basiert, von Bedeutung. Anschließend wird im Unterabschnitt 6.3.3 untersucht, welche Implikationen mit linearen Modellen verbunden sind. Insbesondere wird darauf eingegangen, inwieweit Komplementaritäten mit Hilfe linearer Modelle abgebildet werden können.[50]

6.3.2 Lineare und nichtlineare Modelle

Grundlage wirtschaftswissenschaftlicher Untersuchungen sind in aller Regel Modelle. Modelle stellen Systeme von Annahmen dar. Sie können in verbaler, graphischer oder mathematischer Form dargestellt werden. Dieser Unterabschnitt bezieht sich nur auf mathematische Modelle.

In den in Kapitel 7 skizzierten Studien werden i. a. R. ökonometrische Verfahren angewendet, die auf linearen Modellen basieren. Im einfachsten Fall[51] bedeutet dies, dass eine endogene Variable Y linear von einer exogenen Variablen X abhängt:

$$Y = a + bX ,$$

wobei a und b Parameter darstellen. Liegt einer empirischen Untersuchung ein Modell mit linearer Modellstruktur zugrunde, so können zahlreiche ökonometrische Verfahren angewendet werden.

[50] Da in diesem Unterabschnitt mehrere Beispiele präsentiert werden, werden einige Variablenbezeichnungen für unterschiedliche Variablen verwendet.

Die Analyse von linearen Modellen ist somit relativ einfach. Im Falle von Nichtlinearitäten ergeben sich in aller Regel große Probleme. Es sind allerdings zwei Situationen denkbar, in denen dennoch ein lineares Modell eine gute Grundlage bilden kann. Einerseits sind in vielen Fällen nichtlineare Gleichungen in eine lineare Form überführbar. Andererseits lassen sich unter bestimmten Bedingungen nichtlineare Gleichungen durch lineare Gleichungen approximieren.

Für den ersten Fall sei exemplarisch die Wachstumsentwicklung einer Variablen Y betrachtet, die mit einer konstanten Rate g wächst. In $t = 0$ weise die Variable Y den Wert Y_0 auf. Dann gilt:

$$Y_t = Y_0 e^{gt}$$

Durch Umformen erhält man die folgende lineare Gleichung, die dann als Grundlage linearer Regressionsanalysen dienen kann:

$$\ln Y_t = \ln Y_0 + gt$$

Des Weiteren ist es möglich, nichtlineare Funktionen durch lineare Funktionen zu approximieren. Voraussetzung ist allerdings, dass die betrachtete Funktion differenzierbar und somit auch stetig ist.[52] Für eine derartige Funktion $y = f(x)$ existiert die folgende Taylor-Reihe (in einem Punkt a):

$$y = f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} f^n(a) \frac{(x-a)^n}{n!} \tag{6.5}$$

$$= f(a) + f'(a)(x-a) + f''(a)\frac{(x-a)^2}{2!} + f'''(a)\frac{(x-a)^3}{3!} + \ldots \tag{6.6}$$

Werden nur die ersten beiden Terme betrachtet, so ergibt sich offenbar die nachfolgende lineare Approximation:

$$y = f(x) \approx f(a) + f'(a)(x-a)$$

Die Genauigkeit der Approximation hängt davon ab, wie viele Terme betrachtet werden. Je mehr Terme betrachtet werden, desto genauer ist die Approximation. Zudem ist sie umso besser, je dichter der betrachtete Wert x in der Nähe des Wertes a liegt. Lineare Approximationen sind somit nur in einer kleinen Umgebung des Punktes a, indem die Funktion mit Hilfe der Taylor-Reihe entwickelt wurde, hinreichend genau. Um dies zu verdeutlichen, sei auf ein Beispiel verwiesen, das bereits in

[51] Für Verallgemeinerungen vgl. z.B. Sydsaeter et al. (1999).

[52] Die nachfolgenden Überlegungen werden für eine Funktion mit einer Veränderlichen angestellt. Sie sind aber ohne weiteres auf Funktionen mehrerer Veränderlicher anwendbar. Vgl. hierzu z.B. Sydsaeter et al. (1999).

Kapitel 2 bei der Diskussion der Totalen Faktorproduktivität eine Rolle spielte. Offenbar gilt für die lineare Approximation der Logarithmus-Funktion:

$$\ln x \approx \ln a + \frac{1}{a} \times (x - a)$$

Nach Umformungen ergibt sich:

$$\ln \frac{x}{a} \approx \frac{x - a}{a}$$

Mit Hilfe dieser Gleichungen kann sehr elegant die Wachstumsrate einer Variablen $Y(t)$ bestimmt werden. Mit $x = Y(t+1)$ und $a = Y(t)$ folgt für die Wachstumsrate $Y(t+1) - Y(t)) / Y(t)$:

$$\frac{Y(t+1) - Y(t)}{Y(t)} \approx \ln \frac{Y(t+1)}{Y(t)}$$

Approximiert man nun eine Wachstumsrate von 1 %, weicht die durch $\ln Y(t+1) / Y(t)$ approximierte Wachstumsrate lediglich um 0,005 Prozentpunkte ab. Bei einer Wachstumsrate von 10 % liegt die approximierte Wachstumsrate bereits um 0,469 Prozentpunkte unter der tatsächlichen.

Hieraus resultiert, dass bei der Interpretation von geschätzten Koeffizienten sehr sorgsam vorgegangen werden muss. Ist eine geschätzte Gleichung nicht aus einem linearen Modell abgeleitet, so kann mit ihr gearbeitet werden, wenngleich sie nicht exakt die Zusammenhänge eines „korrekten“ Modells trifft. Sie ist mit den hier vorgebrachten Argumenten durchaus vertretbar, sofern beachtet wird, dass der lineare Zusammenhang nur approximativ gilt. Werden mit Hilfe linearer Regressionsanalysen Parameter für Politikparameter geschätzt, so ist deshalb zu beachten, dass die Wirkungen, die durch Veränderungen der Politikparameter hervorgerufen werden, nur dann sinnvoll sind, wenn „kleine“ Veränderungen der Politikparameter analysiert werden.

Am Beispiel des Einflusses der öffentlichen Ausgaben für Forschung und Entwicklung sei das Problem verdeutlicht. Vielfach wird untersucht, wie die entsprechende Intensität, die die öffentlichen Ausgaben für Forschung und Entwicklung ins Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt setzt, auf das Bruttoinlandsprodukt wirkt. Dabei werden die Schätzansätze oftmals so gewählt, dass die geschätzten Koeffizienten Elastizitäten darstellen. Ein derartiger Koeffizient gibt dann zum Beispiel an, um viel Prozent sich das Bruttoinlandsprodukt erhöht, wenn die Forschungsintensität um ein Prozent gesteigert wird. Eine Schätzung kann prinzipiell Anhaltspunkte dafür liefern, wie sich das Bruttoinlandsprodukt verändert. Allerdings sollten dann nur die Wirkungen von kleinen Veränderungen der Forschungsintensität untersucht werden.

6.3.3 Modellierung von limitationalen und substitutionalen Beziehungen

Mit linearen Ansätzen ist ein weiteres Problem verbunden. Hängt eine Variable Y linear von zwei Variablen X_1 und X_2 ab, so kann ein bestimmtes Niveau für Y durch unterschiedliche Kombinationen erreicht werden. Wenn zum Beispiel davon ausgegangen wird, dass das Wissen, das in einer Ökonomie generiert wird, linear von den privaten und den öffentlichen FuE-Ausgaben abhängt, so können private durch öffentliche FuE-Ausgaben substituiert werden, ohne dass sich das Niveau des generierten Wissens ändern müsste.

Derartige Substitutionsbeziehungen sind in jedem linearen Ansatz verankert. Von daher stellt sich die Frage, ob lineare Ansätze generell geeignet sind, auch komplementäre Zusammenhänge zu beschreiben.

Um die Problematik zu verdeutlichen, soll kurz anhand von Beispielen gezeigt werden, welche Implikationen sich ergeben. Dazu wird auf wesentliche Ergebnisse der mikroökonomischen Produktionstheorie[53] zurückgegriffen, da insbesondere auch die zuvor angesprochene Wissensgenerierung als ein Produktionsprozess verstanden werden kann.

Betrachtet seien deshalb zwei verschiedene Produktionsprozesse. In dem einen Fall soll ein Gut X mit den Faktoren Arbeit L und Kapitel K und einer substitutionalen Produktionstechnologie produziert werden. Zur Illustration sei eine Cobb-Douglas-Produktionsfunktion gewählt:[54]

$$x = AK^{\alpha}L^{\beta}$$

Für ein bestimmtes Produktionsniveau (z.B. x_1 oder x_2) lassen sich die möglichen Inputkombinationen bestimmten, die genau dieses Produktionsniveau implizieren. In der Abbildung 6-1 sind die entsprechenden Isoquanten dargestellt. Deutlich wird, dass ein bestimmter Output mit einem hohen Einsatz an Arbeit und einem geringen Einsatz an Kapital ebenso produziert werden kann wie mit einem geringen Arbeitseinsatz und einem hohen Kapitaleinsatz.

Gänzlich anders sieht die Situation im Fall limitationaler Technologien aus, wie anhand des folgenden Beispiels illustriert wird. Produziert wird wiederum mit den Faktoren Arbeit und Kapital. Um eine Einheit des Outputs zu produzieren sind allerdings a Einheiten Arbeit und b Einheiten Kapital notwendig. Dann bestimmt sich die Produktion x durch die folgende Leontief-Produktionsfunktion:

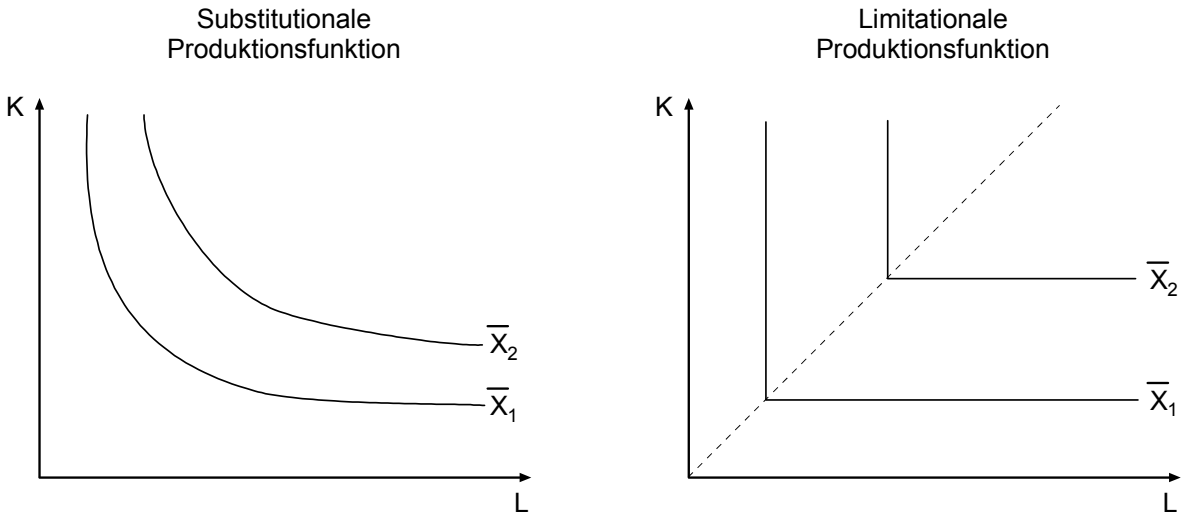
$$x = \min\{K/a, L/b\}$$

---

[53] Vgl. hierzu z.B. Mas-Colell et al. (1995) oder Varian (1985).

[54] A stellt einen Technologieparameter dar.

Abbildung 6-1
Isoquanten für verschiedene Produktionsfunktionen



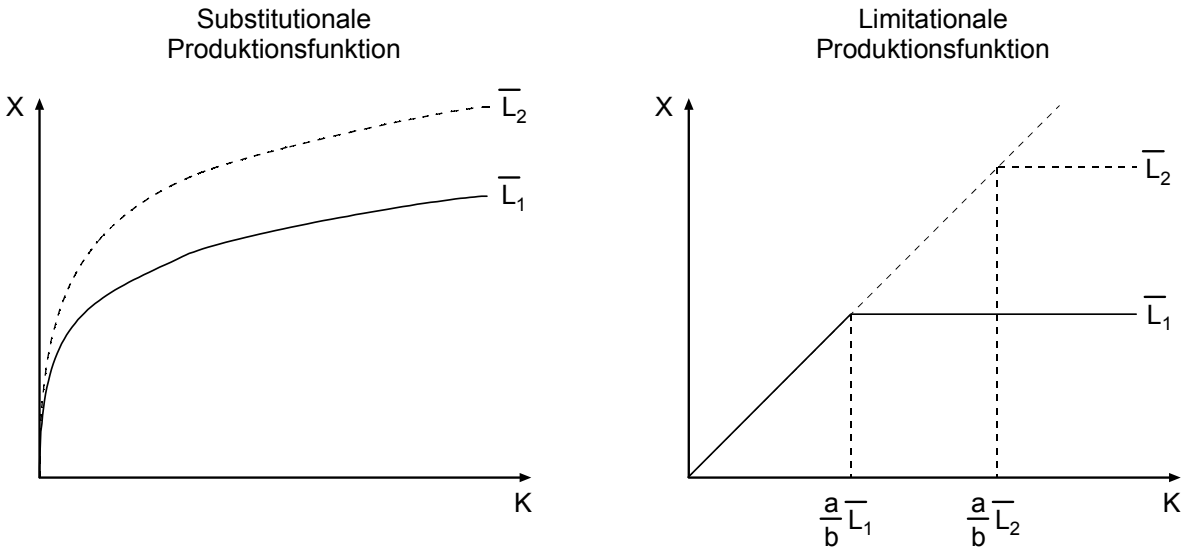
Die entsprechenden Isoquanten sind ebenfalls in Abbildung 6-1 dargestellt. Offenbar ist hier keine Substitution möglich.

Wie nun eine Erhöhung des Kapitaleinsatzes (bei unterschiedlichen Arbeitseinsätzen, hier: $\overline{L_1}$ bzw. $\overline{L_2}$ wirkt, zeigt die Abbildung 6-2.[55] Im Fall der substitutionalen Produktionsfunktion wird der Output mit zunehmendem Kapitaleinsatz steigen, sofern – was bei Cobb-Douglas-Funktionen der Fall ist – eine neoklassische Produktionsfunktion mit positiven, aber abnehmenden Grenzerträgen angenommen wird. Jede zusätzlich eingesetzte Kapitaleinheit erhöht somit den Output.

Dies ist bei limitationalen Produktionsfunktionen nicht in jedem Fall gesichert. Die Abbildung 6-2 zeigt, dass bei einem geringen Kapitaleinsatz jede zusätzliche Kapitaleinheit den Output steigert, allerdings nur bis zu einem kritischen Wert, der durch $a/b\overline{L_1}$, sofern $\overline{L_1}$ die eingesetzte Arbeit darstellt, bestimmt. Wird über diesen Wert hinaus Kapital eingesetzt, so hat dies keine Outputerhöhung zur Folge. Der kritische Wert hängt dabei vom Arbeitseinsatz ab. Der Hintergrund ist offensichtlich: Bis zum kritischen Wert ist der Kapitaleinsatz der knappe Input, Arbeit wird ausreichend eingesetzt und steht bis zum kritischen Wert im zu hohen Umfang zur Verfügung. Ab dem kritischen Wert dreht sich das Bild: Dann ist Arbeit der limitierende Faktor, während der Kapitaleinsatz eine noch höhere Produktion zuließe.

[55] Die Wirkung einer Ausweitung des Arbeitseinsatzes bei gegebenem Kapitaleinsatz kann analog diskutiert werden.

Abbildung 6-2
Auswirkungen von Inputerhöhungen bei verschiedenen Produktionsfunktionen



In der Produktionstheorie sind diese Zusammenhänge sehr wohl bekannt. Sie sind aber auch, wie zuvor angedeutet, im Kontext der Fragestellungen des Gutachtens von großer Bedeutung. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass Wissen u.a. durch Forschungs- und Entwicklungsausgaben im privaten und im öffentlichen Bereich generiert wird. Stellen die beiden Kategorien von Wissen, die durch die zwei Kategorien von Forschungs- und Entwicklungsausgaben generiert werden, Substitute dar, so können letztlich öffentliche durch private Forschungsausgaben substituiert werden, ohne dass sich prinzipiell ein Problem ergeben würde. Umgekehrt gilt natürlich das gleiche.

Wenn nun aber davon ausgegangen werden muss, dass diese Substitutionsmöglichkeit nicht besteht, so kann das Wissen, das durch private Forschungs- und Entwicklungsausgaben generiert wird, ebenso wie das Wissen, das aus öffentliche Forschungs- von Entwicklungsausgaben stammt, zu einem limitationalen Faktor werden. Ist dies der Fall, so liegt in jedem Fall eine ineffiziente Situation vor, da mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit der private oder der öffentliche Sektor zu hohe Forschung- und Entwicklungsausgaben tätigt. Eine Reduktion der entsprechenden Ausgaben könnte zu dem gleichen Ergebnis führen.

Insbesondere auf linearen Modellen basierende ökonometrische Studien können keinen abschließenden Beitrag zur Beantwortung der Frage liefern, ob tatsächlich eine derartige Situation vorliegt. Zwar kann die Berücksichtigung von Interaktionstermen Hinweise liefern, ob möglicherweise Komplementaritäten vorliegen. Interaktionsterme implizieren auch eine Substitutionsmöglichkeit.

Letztlich muss aufgrund theoretischer Überlegungen entschieden werden, ob die Annahme der Substitutionalität gerechtfertigt ist. Im Hinblick auf die beiden skizzierten Kategorien von Wissen ist nicht auszuschließen, dass eine „gewisse" Komplementarität besteht. Die Ausgaben der öffentlichen Hand für Forschung und Entwicklung sind zum großen Teil für Grundlagenforschung vorgesehen. Wird davon ausgegangen, dass Grundlagenforschung eine notwendige Voraussetzung für angewandte Forschung der Unternehmen darstellt, so ist der Gedanke, dass private und öffentliche FuE-Ausgaben Komplemente darstellen, nicht von der Hand zu weisen. Andererseits sind viele Situationen vorstellbar, in denen Unternehmen durch eigene Aktivitäten – gegebenenfalls unter Einsatz sehr großer Ressourcen – das Wissen substituieren könnten, das aus der Grundlagenforschung stammt.

Welche Situation letztendlich vorliegt, kann nur durch umfangreiche Untersuchungen und damit nicht an dieser Stelle geklärt werden. Vor allem ist zu vermuten, dass eine differenzierende Analyse notwendig ist. Anzunehmen ist, dass in manchen Branchen die Umsetzung von Wissen in neue Produkte und neue Prozesse daran scheitert, dass der Beitrag der Grundlagenforschung und damit der öffentlichen Hand nicht ausreichend ist. Genauso wird es vermutlich Bereiche geben, in denen die Aktivitäten der Unternehmen nicht ausreichend sind.

Somit ist die Frage von Limitationalitäten von hoher Relevanz. Wenn derartige Strukturen vorliegen, ist zu befürchten, dass bestimmte Faktoren limitierend wirken und somit quasi als Flaschenhälse (sog. „Bottlenecks") die wirtschaftliche Entwicklung behindern.

6.3.4 Zusammenfassung

In der empirischen Wirtschaftsforschung spielen lineare Modelle eine besondere Rolle. Vor allem sind viele ökonometrische Verfahren auf lineare Modelle ausgerichtet. Liefert das zugrunde gelegte theoretische Modell eine lineare Lösung, so ergibt sich kein Problem. In aller Regel dürfte dies aber nicht der Fall sein. Dennoch gibt es in diesem Fall für lineare Modelle eine gute Berechtigung, da sie in guter Näherung nichtlineare Modelle approximieren können. Dann allerdings ist darauf zu achten, dass Aussagen nur für kleine Veränderungen von Parametern des Modells getroffen werden dürfen.

Bei einigen Fragestellungen, die im Rahmen des Gutachtens untersucht werden, ist von Bedeutung, ob substitutionale oder komplementäre Zusammenhänge vorliegen. Dies gilt zum Beispiel für die Wissensgenerierung, an der maßgeblich der Staat und die Unternehmen beteiligt sind. Muss davon ausgegangen werden, dass der Staat durch Grundlagenforschung Wissen generiert, welches Unternehmen nicht generieren können, so ist anzunehmen, dass eine Komplementarität vorliegt. Diese kann mit linearen Modellen nicht erfasst werden, so dass hier andere Ansätze zum Einsatz kommen müssen.

6.4 Zwischenfazit

Die Ausführungen des Kapitels zeigen, dass die empirische Arbeit im Bereich der Innovations- und Wachstumsforschung durch Restriktionen beschränkt wird, die aber auch in anderen Bereichen der empirischen Wirtschaftsforschung in ähnlicher Form vorliegen. Einerseits liegen zwar zahlreiche Datensätze mit mikroökonomischen, mesoökonomischen und makroökonomischen Informationen vor. Andererseits ergeben sich Probleme der Vergleichbarkeit, der Repräsentativität oder der Aktualität, die die empirische Analyse behindern.

Des Weiteren zeigt sich, dass – neben den bekannten methodischen Problemen bei der empirischen Arbeit – zwei Aspekte von besonderer Bedeutung sind, die die Rolle linearer Modelle und die Frage der Abbildung von Komplementaritäten betreffen. Lineare Modelle können bis zu einem gewissen Grad auch nichtlineare Zusammenhänge abbilden, nicht aber komplementäre.

7 Empirische Studien

7.1 Überblick

In diesem Kapitel sollen Beiträge zum Zusammenhang von Bildung, Forschung, Innovation, Produktivität und Wachstum präsentiert und zusammenfassend dargestellt werden. In Abschnitt 7.2 werden zunächst makroökonomische Ansätze betrachtet, in Abschnitt 7.3 folgen mesoökonomische Ansätze. Mikroökonomische Ansätze sind in Abschnitt 7.4 dargestellt. In diesen drei Abschnitten werden empirische Untersuchungen präsentiert, die auf linearen Modellen basieren. In Abschnitt 7.5 folgt ein kurzer Überblick über weitere empirische Analysen, die mehrere Ebenen oder komplexere Systeme betrachten. Es sei darauf hingewiesen, dass aufgrund der zahlreichen Beiträge, die in den letzten Jahren entstanden sind, eine Auswahl getroffen werden muss. Bei der Auswahl handelt es sich um Beiträge, die in den aktuellen Diskussionen eine wichtige Rolle spielen.[56]

7.2 Makroökonometrische Studien

7.2.1 Überblick

Grundsätzlich gilt, dass theoretische Modelle sich häufig nur schwer empirisch nachweisen lassen. Besonders die Modelle der endogenen Wachstumstheorie betrachten eine Vielzahl von Einflussfaktoren, die sich aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit und schwieriger Operationalisierbarkeit ökonometrisch nicht schätzen lassen.

Die theoretischen Modelle dienen in aller Regel nur als Grundlage für die meist sehr vereinfachten und nicht direkt aus der Theorie abgeleiteten empirischen Schätzgleichungen.

Die zahlreichen Studien, die im Kontext der Fragestellungen des Berichts wichtig sind, lassen sich grob in zwei Gruppen einteilen, wobei das Unterscheidungsmerkmal die primär zu erklärende Variable ist:

- Schätzung von Produktionsfunktionen (Erklärung des Bruttoinlandsprodukts pro Kopf);
- Schätzung von Totalen Faktorproduktivitäten als Solow-Residuum im Rahmen des sog. „Growth Accounting“.

[56] Für umfangreichere Zusammenstellungen vergleiche z. B. Cameron (1998), Ahn (2001) und Kafouros (2004).

Darüber hinaus unterscheiden sich die Untersuchungen nach den erklärenden Variablen: Während ein Teil der Studien auf FuE und Innovation abstellt, untersucht ein anderer Teil Humankapital als Determinante von Produktivität und Wachstum. Dieser Unterscheidung folgend werden in den nachfolgenden Teilunterabschnitten ausgewählte Studien referiert.

7.2.2 Fokus FuE

Die Auswirkungen von FuE-Ausgaben unterschiedlicher Herkunft auf Produktivität und Wachstum werden in einer Vielzahl von empirischen Studien untersucht. Im Folgenden sollen einige dieser Untersuchungen kurz zusammengefasst vorgestellt werden.

Coe/Helpman (1995)

Coe/Helpman (1995) betrachten Auswirkungen von inländischen und ausländischen FuE-Kapitalstöcken auf die Produktivität. Theoretisches Fundament ihrer Studie bilden die Arbeiten von Grossman/Helpman (1991) und Helpman (1992). Ausgegangen wird von einer einfachen Cobb-Douglas-Produktionsfunktion, die bei einem gegebenen Anteil an Zwischenprodukten eine homogene Funktion der eingesetzten Inputfaktoren ist. Es werden hierbei zwei Modifikationen je nach Abhängigkeit von horizontal oder vertikal differenzierten Inputfaktoren unterschieden. Beide theoretischen Modelle implizieren steigende Produktivität bei steigenden kumulierten FuE-Investitionen. Die Produktivität wird als Totale Faktorproduktivität gemessen. Demnach berechnet sie sich aus dem Logarithmus des Bruttoinlandsprodukts, abzüglich eines gewichteten Durchschnitts der logarithmierten Inputfaktoren Kapital und Arbeit, wobei die Gewichte durch den Anteil der beiden Inputfaktoren am BIP bestimmt werden (vgl. hierzu auch Abschnitt 2.2.5).

Im Unterschied zu älteren Studien (vgl. z.B. Griliches (1988)) beziehen Coe und Helpman neben den inländischen FuE-Kapitalstöcken auch die ausländischen FuE-Kapitalstöcke mit in ihre Analyse ein. Hierbei argumentieren sie, dass ein Land in zweifacher Hinsicht von ausländischen FuE-Ausgaben profitieren kann. Zum einen direkt, indem es Wissen über neue Technologien, Materialien, Produktionsprozesse und Organisationsformen erlangt. Zum anderen indirekt dadurch, dass im Ausland entwickelte Güter und Dienstleistungen importiert werden.

Grundlage ihrer Schätzungen ist ein aus 21 OECD-Ländern und Israel bestehender Datensatz, der den Zeitraum 1971 bis 1990 abdeckt. Ausgehend von einer Kointegrationsbeziehung schätzen Coe und Helpman ein gepooltes Fehlerkorrektur-Modell,[57] mit dem sich eine langfristige Gleichgewichtsbeziehung untersuchen lässt.

[57] Auf Kointegration und Fehlerkorrektur-Modelle wird im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter eingegangen. Vgl. hierzu z.B. Davidson/MacKinnon (2004).

Die gewonnenen Schätzresultate belegen die Hypothese eines engen Zusammenhangs zwischen der TFP und den in- und ausländischen FuE-Kapitalstöcken. Insbesondere zeigen Coe und Helpman anhand eines Interaktionsterms, dass der Einfluss der FuE-Kapitalstöcke der Handelspartner umso stärker ausfällt, je offener die jeweils betrachtete Volkswirtschaft für den internationalen Handel ist.

Aufbauend auf Coe und Helpmans Studie existieren eine Reihe von Arbeiten, die sich vor allem mit dem angewandten methodischen Instrumentarium kritisch auseinandersetzen. Hier sind vor allem die Arbeiten von Kao et al. (1999) und von Edmond (2001) zu nennen. Kao et al. (1999) kritisieren sowohl die verwendeten Kointegrationstests als auch die verwendete Schätzmethode und zeigen, dass diese einer Verzerrung unterliegt. Sie stellen in ihrer Untersuchung zwar die Höhe der von Coe und Helpman geschätzten Parameter in Frage, bei den Vorzeichen der geschätzten Parameter zeigen sie jedoch keine Veränderung auf.

Der von Coe und Helpman verwendete Ansatz einer gepoolten Schätzung wird vor allem von Edmond (2001) beanstandet. In seiner Arbeit schätzt er für jedes Land separate Regressionsgleichungen, bildet die Mittelwerte der geschätzten Koeffizienten und vergleicht sie mit den Resultaten von Coe und Helpman. Hier zeigt sich, dass sich die mittleren Schätzungen von den Ergebnissen des gepoolten Modells stark unterscheiden.

Guellec/van Pottelsberghe de la Potterie (2001)

Mit der Arbeit von Guellec/van Pottelsberghe de la Potterie (2001) liegt eine weitere Studie zum Wachstum der Totalen Faktorproduktivität vor, welche in ihrem Aufbau der zuvor vorgestellten Studie von Coe und Helpman ähnelt. Ihr Ziel ist es, die Langzeiteffekte von FuE-Ausgaben aus unterschiedlichen Quellen auf das Produktivitätswachstum zu schätzen. Sie unterscheiden sich hierbei in ihrem Ansatz zu der oben dargestellten Studie von Coe und Helpman in zwei Punkten: Zum einen werden drei potentielle Hauptquellen für das technologische Wachstum simultan betrachtet: der FuE-Kapitalstock des Unternehmenssektors, der FuE-Kapitalstock der öffentlichen Hand und der ausländische FuE-Kapitalstock. Zum anderen wird versucht, den Einfluss der drei FuE-Kapitalstöcke auf die Produktivität genauer zu differenzieren. Theoretisch begründen sie die Unterscheidung in drei Quellen mit unterschiedlichen Wirkungsketten: Die FuE-Arbeit im Unternehmenssektor resultiert direkt in neuen Gütern und Dienstleistungen, in qualitativ hochwertigeren Gütern und Produktionsprozessen. Die FuE-Ausgaben der öffentlichen Hand unterstützen in erster Linie die Grundlagenforschung. Daher können nur indirekt Anstöße für neue Produktentwicklungen entstehen. Die FuE-Ausgaben der öffentlichen Hand wirken sich also unterstützend auf die FuE-Ausgaben im Unternehmenssektor aus. Von den ausländischen FuE-Ausgaben profitiert ein Land in verschiedener Hinsicht, z.B. durch Kooperationen oder durch neue Produkttechnologien (Spillover).

Grundlage des Modells bildet eine einfache Cobb-Douglas-Produktionsfunktion. Die zu erklärende Größe TFP wird durch die oben genannten FuE-Kapitalstöcke, welche mit Hilfe der „perpetual inventory method“ (PIM) aus den FuE-Investitionen berechnet werden, und einigen Kontrollvariablen bestimmt. Die Kontrollvariablen umfassen Größen wie den Konjunkturzyklus (approximiert durch eins minus der Arbeitslosenquote), Länder-Dummies und eine Kontrollgröße für die deutsche Wiedervereinigung. Um kurz- und langfristige Effekte zu differenzieren, wird ein Fehlerkorrekturmodell als zu schätzende Spezifikation gewählt.

Hierbei verwenden Guellec und Pottelsberghe die Schätzmethoden SURE und 3SLS, um auf zeitgleiche Schocks kontrollieren zu können.[58] Datengrundlage bildet wiederum ein OECD-Datensatz (MSTI) mit 16 Ländern über einen Zeitraum von 1980 bis 1998.

Guellec und van Pottelsberghe kommen in ihrer Untersuchung zu folgenden Hauptergebnissen: Unternehmensausgaben im FuE-Bereich haben einen signifikant positiven Einfluss auf das Produktivitätswachstum. Eine einprozentige Änderung der FuE-Ausgaben des Unternehmenssektors führt zu einer 0,13-prozentigen Erhöhung der Produktivität, wobei dieser Effekt in Ländern mit hoher FuE-Intensität größer ausfällt als in Ländern mit kleinem FuE-Bereich. Die Effekte der ausländischen FuE-Ausgaben sind im Vergleich zu den Ergebnissen von Coe und Helpmans überraschend hoch. Ein einprozentiger Anstieg der ausländischen FuE-Investitionen führt laut Guellec und van Pottelsberghe zu einem 0,4-prozentigen Wachstum der Produktivität. In der Studie von Coe und Helpman liegt dieser Wert lediglich bei 0,29 Prozent. Auch dieser Effekt ist positiv und von der FuE-Intensität der im jeweilig anderen Land investierenden Länder abhängig.

Eine Erhöhung der FuE-Ausgaben der öffentlichen Hand resultiert in einer 0,17-prozentigen Erhöhung der Produktivität, wobei dieser Anstieg in Ländern mit einer hohen Dichte an Universitäten und niedrigen Verteidigungsausgaben höher ausfällt.

Die von Guellec und van Pottelsberghe verwendeten Schätzverfahren sind in Verbindung mit dem verwendeten Datensatz kritisch zu beurteilen. Es besteht die Gefahr einer Unterschätzung der Varianzen. Hierdurch werden zu viele Parameter als signifikant ausgewiesen. Die Ergebnisse der Analyse sind hierdurch nicht besonders belastbar.

7.2.3 Fokus Humankapital

Nach den zuvor exemplarisch vorgestellten Studien zum Einfluss verschiedener Arten von FuE-Ausgaben auf das Wachstum wird in diesem Teilunterabschnitt ein Überblick über wichtigste Untersuchungen zum Einfluss des Humankapitals auf das Wachstum gegeben.

Mankiw/Romer/Weil (1992)

Mankiw et al. (1992) untersuchen die internationalen Unterschiede im Pro-Kopf-Wachstum und der Wachstumsraten anhand eines um die Komponente Humankapital erweiterten Solow-Modells (s. Kapitel 5). Das Pro-Kopf-Einkommen hängt dabei annahmegemäß positiv von dem Anteil der physischen Investitionen und dem Humankapital ab. Das Humankapital wird durch den Anteil der Bevölkerung in der Sekundarstufe gemessen.

Als Datengrundlage dient der PWT-Datensatz (vgl. Kapitel 6) mit 98 Ländern. Geschätzt wird mit der Methode der kleinsten Quadrate. Mankiw et al. weisen einen positiven Einfluss von Sparquote und Humankapital und einen negativen Einfluss für das Bevölkerungswachstum nach. Ihr um das Humankapital erweiterte Modell erklärt bis zu 80 Prozent der Varianz zwischen den Ländern.

Grossman/Helpman (1994) kritisieren an dem Ansatz von Mankiw et al. (1992) vor allem die getroffene Annahme einer homogenen Rate des technologischen Fortschritts. Sie verweisen auf eine Studie von Wolff (1992), in der nachgewiesen wird, dass die TFP in den Ländern der OECD deutliche Unterschiede aufweisen.

Benhabib/Spiegel (1994)

Benhabib/Spiegel (1994) schätzen in ihrer Studie zunächst eine einfache Produktionsfunktion, bei der neben den Faktoren Kapital und Arbeit auch der Humankapitalstock als Produktionsfaktor eingeht. Dieser Ansatz steht in der Tradition von Mankiw et al. (1992) und wurde aus dem Solow-Modell abgeleitet. Datengrundlage ihrer Analyse bildet ebenfalls der PWT-Datensatz. In ihren Schätzungen können Benhabib und Spiegel jedoch keinen signifikanten Einfluss des Humankapitalstocks auf das Pro-Kopf-Wachstum nachweisen. In den meisten Spezifikationen ihrer Schätzgleichung hat der Koeffizient sogar ein negatives Vorzeichen. Sie überprüfen zusätzlich ein aus der neuen Wachstumstheorie abgeleitetes Modell von Romer (1990), bei dem Humankapital einen direkten Einfluss auf die Produktivität ausübt. Dieser Ansatz lässt sich wie folgt begründen: Zum einen kann Humankapital die Rate der inländischen technologischen Innovationen beeinflussen, zum anderen können Innovationen aus dem Ausland bei einem hohen Humankapitalstock schneller angeeignet werden (Nelson/Phelps (1966)). Die Schätzung dieses Modells weist einen positiven Einfluss des Humankapitals auf.

Islam (1995)

Grundlage der Studie von Islam (1995) ist das einfache sowie das um Humankapital erweiterte Solow-Modell. Im Gegensatz zu Mankiw et al. (1992) verwendet er jedoch nicht nur einen reinen Querschnittsdatensatz. Statt dessen überträgt er das Modell auch auf einen Paneldatensatz. Der Vorteil von

[58] Beide Schätzverfahren beruhen auf einem Verallgemeinerten Kleinste Quadrate Schätzer (GLS). Näher kann hierauf im Rahmen dieser Studie nicht eingegangen werden. Vgl. hierzu z.B. Davidson/MacKinnon (2004).

Paneldatensätzen gegenüber einer einfachen Querschnittsuntersuchung liegt in der Möglichkeit, Unterschiede der aggregierten Produktionsfunktion in den einzelnen Ländern zu berücksichtigen. Als Datengrundlage seiner Untersuchung dient der PWT-Datensatz mit Daten für eine Vielzahl von Ländern über die Jahre 1960-1985.

Erste Querschnittsschätzungen für das einfache Solow-Modell liefern Resultate, die vergleichbar mit den Ergebnissen von Mankiw et al. (1992) sind. Auch Schätzungen des Paneldatensatzes als gepooltes Modell auf der Basis von Fünf-Jahres-Durchschnitten führen nicht zu großen Abweichungen der geschätzten Koeffizienten. Die empirischen Ergebnisse eines um die Komponente Humankapital erweiterten Solow-Modells zeigen jedoch keine klare Richtung auf. Der Koeffizient der Humankapitalvariable hat je nach Spezifikation des Schätzansatzes unterschiedliche Vorzeichen und ist meist nicht statistisch signifikant. Hierfür führt Islam die Diskrepanz zwischen der Variable Humankapital in der Produktionsfunktion und der tatsächlich in der Regression verwendeten Proxyvariable für Humankapital an. Die verwendete Variable, welche den Anteil der Bevölkerung in der Sekundarstufe angibt, stellt nur unzureichend die Investitionen einer Volkswirtschaft in das Humankapital dar und lässt deshalb keine Aussagen über die Qualität des Humankapitals zu. Ein weiterer Punkt ist die einfache Modellierung des Humankapitals als zusätzlicher Faktor in der Produktionsfunktion. Hier könnten komplexere Spezifikationen, welche mögliche Interaktionen zwischen dem technischen Fortschritt, dem Humankapital und dem Wachstum simultan betrachten, zu besseren Ergebnissen führen.

Wolff (2000)

Wolff (2000) untersucht drei verschiedene Modelle zum Einfluss von Bildung auf ökonomisches Wachstum:

1. ein aus der Humankapitaltheorie abgeleitetes Modell,
2. ein Konvergenzmodell und
3. ein Interaktionsmodell zwischen Bildung und technologischen Aktivitäten.

In dem aus der Humankapitaltheorie hergeleiteten Modell wird die Schulbildung als eine Investition in die Arbeitsproduktivität angesehen. Es wird ein positiver Zusammenhang zwischen der Rate des Produktivitätswachstums und der Veränderungsrate der Schulbildung postuliert. Das zweite Modell sieht die Rolle der Bildung im Kontext eines Konvergenz-Modells. Durch den konstanten Wissensaustausch zwischen Ländern lernen die Länder voneinander über die neusten Technologien, wobei technologisch rückständige Länder mehr von den führenden Ländern lernen können als umgekehrt. Bildung wird in diesem Modell als ein wesentlicher Faktor für die schnelle Absorption neuer Technologien gesehen.

Das dritte Modell geht davon aus, dass es eine Interaktion zwischen dem Bildungsniveau der Arbeitskräfte und der FuE-Intensität eines Landes gibt. Ein höheres Bildungsniveau der Arbeitskräfte erleichtert die Einführung neuer Technologien und führt so zu wachsender Effizienz im Produktionsprozess.

Datengrundlage seiner Untersuchung bilden 24 OECD-Länder mit jährlichen Beobachtungen über einen Zeitraum von 1950-1990. Die für die Schätzung benötigten Variablen werden unter anderem dem PWT-Datensatz entnommen.

Die empirische Überprüfung der drei vorgestellten Modelle ergibt folgende Ergebnisse: Der aus der Humankapitaltheorie abgeleitete Ansatz zeigt sich in der Schätzung als nicht nachweisbar. Weder die Regression der Wachstumsrate der Produktivität auf die Veränderungsrate des Ausbildungsniveaus noch die Regression der Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität auf die Wachstumsrate der mittleren Schulbildung ergeben signifikant positive Werte für die Koeffizienten der Humankapitalvariablen.

Die Schätzungen für das zweite Modell weisen keinen signifikanten Einfluss der unterschiedlich spezifizierten Bildungsvariablen auf, in mehreren Fällen wurden sogar negative Koeffizienten geschätzt.

Auch das dritte Modell, welches von einer Interaktion zwischen dem Grad der technologischen Aktivität, gemessen durch die FuE-Intensität, und dem Bildungsstand der Arbeitskräfte ausgeht, kann von Wolff nicht verifiziert werden.

Wolff nennt verschiedene Gründe für die in fast allen Modellspezifikationen insignifikanten Koeffizienten der Bildungsvariablen. Unter anderem verweist er auf die schlechte Datenqualität, die mangelnde internationale Vergleichbarkeit der Bildungsvariablen und mögliche Fehlspezifikationen seiner Schätzgleichungen, welche aber aufgrund der Vielzahl der getesteten Modelle als unwahrscheinlich erscheint. Als einen weiteren Punkt nennt er eine möglicherweise umgekehrte Kausalitätsbeziehung zwischen Bildung und Produktivitätswachstum. Am wahrscheinlichsten erscheint ihm allerdings, dass die formale Bildung innerhalb hoch industrialisierter Länder bereits auf ähnlich hohem Niveau ist, so dass (relativ geringe) Bildungsunterschiede keine große Relevanz für das Produktivitätswachstum mehr haben.

7.2.4 Fokus FuE und Humankapital

In diesem Teilunterabschnitt sollen schließlich einige Studien besprochen werden, die FuE und Humankapital als Determinanten von Produktivität und Wachstum betrachten.

Bassanini/Scarpetta (2001)

Bassanini/Scarpetta (2001)[59] untersuchen den Einfluss von verschiedenen politikrelevanten Variablen und von Investitionen auf das Pro-Kopf-Wachstum. Ihre Schätzgleichung beruht auf einem Wachstumsmodell mit konstanten Skalenerträgen (vgl. hierzu Mankiw et al. (1992)). Das Wachstum des Bruttoinlandsproduktes ist hier eine Funktion von Kapital- und Arbeitseinsatz und dem Technologielevel. Diese Grundgleichung wird um verschiedene Einflussfaktoren (wie z.B. Humankapital und FuE-Investitionen) erweitert.

Grundlage ihrer Untersuchung bildet ein Panel-Datensatz mit 21 OECD-Ländern, der den Zeitraum von 1971 bis 1998 umfasst. Um die langfristige Gleichgewichtsbeziehung und den Einfluss von kurzfristigen konjunkturellen Einflüssen unterscheiden zu können, wählen Bassanini und Scarpetta eine Fehlerkorrekturdarstellung, welche sie mit Hilfe des Pooled Mean Group-Schätzers (PMG-Schätzer)[60] schätzen. Dieser Schätzansatz lässt zu, dass sich die kurzfristigen Parameter und die Anpassungsparameter für die einzelnen Länder unterscheiden, legt jedoch die Restriktion homogener Parameter für die langfristige Gleichgewichtbeziehung auf.

Erste Schätzresultate für ihre Basisspezifikation mit den erklärenden Variablen Kapital, Bevölkerungswachstum und Konvergenzparameter bzw. ihre um die Variable Humankapital erweiterte Basisspezifikation sprechen für einen Anpassungsprozess an ein langfristiges Gleichgewicht. Die Parameter Kapital (gemessen als Kapitalstock der privaten Haushalte ohne Immobilien im Verhältnis zum privaten realen BIP) und Humankapital (gemessen als durchschnittliche Schulbildung in Jahren) weisen beide ein positives Vorzeichen auf. Allerdings ist die Stärke des Einflusses von der jeweiligen Spezifikation der Schätzgleichung abhängig. Bassanini und Scarpetta erweitern ihre Ursprungsgleichung um eine Reihe von politikrelevanten Variablen wie der Standardabweichung der Wachstumsrate des Konsumdeflators als Maß für Unsicherheit und weitere Variablen, welche die Größe und den Einfluss des Staates widerspiegeln sollen. Die Unsicherheit wirkt sich negativ auf das Pro-Kopf-Wachstum aus.

Als eine alternative Modellspezifikation werden verschiedene Indikatoren für die Entwicklung des Finanzsektors in der Analyse überprüft. Hier zeigt sich, dass der Entwicklungsstand des Finanzsektors einen positiven Einfluss auf das Pro-Kopf-Wachstum ausübt.

Die Auswirkungen der privaten und staatlichen FuE-Ausgaben (jeweils gemessen als Prozentsatz am BIP) werden in einer weiteren Modellspezifikation überprüft. Hierbei finden sie einen positiven Effekt der privaten FuE-Ausgaben, welcher mit anderen Studien konsistent ist. Das Vorzeichen der staatlichen FuE-Ausgaben ist allerdings negativ. Dieses Ergebnis lässt sich auf unterschiedliche Weise in-

[59] Dieser Beitrag ist eine wesentliche Grundlage für den OECD-Bericht „The Sources of Economic Growth" (OECD (2003)).

terpretieren. Zum einen könnte man einen crowding out-Effekt vermuten, d.h. staatliche FuE-Ausgaben verdrängen private Ressourcen. Dies ist jedoch nur eine Interpretation. Ebenso könnte es sein, dass staatliche FuE-Ausgaben gerade in Bereichen getätigt werden, die nicht direkt in neue Technologien münden, sondern eher der Grundlagenforschung dienen. Solche Effekte sind empirisch schwer zu identifizieren.

Die Analyse von Bassanini und Scarpetta bietet einigen Raum für kritische Anmerkungen. Zum einen werden die einzelnen Einflussfaktoren immer nur partial betrachtet. Es gibt kein Modell, welches auf alle Einflussgrößen gemeinsam kontrolliert. Diese Tatsache lässt sich allerdings mit der geringen Anzahl an Beobachtungen erklären. Zum anderen ist unklar, warum der PMG-Schätzer gewählt wurde, da die ausgewiesenen Resultate immer nur gepoolte Modelle widerspiegeln, d.h. es werden keine Aussagen über die unterschiedlichen Konvergenzparameter getroffen.

Sachverständigenrat (2002)

Im Jahresgutachten 2002/03 des Sachverständigenrates (Sachverständigenrat (2002)) wird eine empirische Analyse des Wirtschaftswachstums und seiner potentiellen Einflussfaktoren in den Ländern der OECD durchgeführt. Theoretische Grundlage bildet das neoklassische Wachstumsmodell von Solow sowie das um die Komponente Humankapital erweiterte Solow-Modell von Mankiw et al. (1992). Aufbauend auf diesem theoretische Rahmen wird eine Schätzgleichung hergeleitet, welche als Grundgerüst für die Überprüfung einer Anzahl weiterer erklärender Variablen (über die Determinanten des einfachen Solow-Modells hinaus) in Gestalt separater Regressoren dient.

Die abgeleitete Schätzgleichung wird in ersten Differenzen mit Hilfe des zweistufigen KQ-Verfahren geschätzt. Durch die Schätzung in Differenzen und der damit verbundenen Korrelation der verzögert endogenen Variablen mit dem Fehlerterm muss die endogen verzögerte Variable instrumentalisiert werden. Als Instrumente verwenden die Autoren die um zwei Perioden verzögerten Niveaus.

Datenbasis ist ein Paneldatensatz über einen Zeitraum von 1960 bis 1999. Zusätzliche Daten über das Humankapital wurden dem Barro-Lee-Datensatz (Lee/Barro (2001)) entnommen. Daten über die Altersstruktur der Bevölkerung stammen von Eurostat. Da nicht alle Daten für jedes Land über den gesamten Zeitraum zur Verfügung stehen, handelt es sich bei dem Datensatz um ein unbalanciertes Panel.

Die Schätzung des um die Komponente Humankapital (approximiert durch die durchschnittlichen Schuljahre) erweiterten Solow-Modells liefert einen signifikant positiven Koeffizientenschätzwert. Als weitere Variable wird auch der Einfluss von FuE-Ausgaben (als Approximation für das Wissenskapital) getestet. Diese gehen zum einen als gesamte FuE-Ausgaben in die Schätzgleichung ein, zum ande-

[60] Vgl. hierzu Pesaran et al. (1999).

ren wird eine detaillierte Aufgliederung der FuE-Aktivitäten nach Unternehmensbereich, Bildungsbereich und übrigen staatlichen FuE-Ausgaben getestet.

Die Regressionsergebnisse belegen einen positiven Einfluss der gesamten FuE-Ausgaben auf das Wachstum. Die detaillierte Aufgliederung zeigt, dass für diesen positiven Effekt die FuE-Ausgaben aus dem Unternehmens- und dem Bildungsbereich verantwortlich sind. Der Koeffizient der übrigen staatlichen FuE-Ausgaben weist ein negatives Vorzeichen auf. Dieser negative Einfluss staatlicher FuE-Ausgaben wird zum einen damit begründet, dass diese Ausgaben vor allem im Verteidigungsbereich anfallen und deshalb keine direkten Produktivitätseffekte generieren. Zum anderen wird angemerkt, dass die übrigen staatlichen FuE-Ausgaben auch häufig in Grundlagenforschung eingehen und deshalb erst mit einer hohen Zeitverzögerung produktivitätssteigernd wirken.

Des Weiteren werden der Einfluss verschiedener finanzpolitischer Variablen (z.B. staatliche Investitionen, das staatliche Defizit, die Schuldenstandsquote, indirekte Steuern und die Sozialabgabenquote) getestet.

Eine grundsätzliche Kritik an dem verwendeten Ansatz betrifft vor allem die separate Betrachtung verschiedener Einflussfaktoren auf das Wirtschaftswachstum. Zum einen wird die Auswahl der möglichen Einflussfaktoren nicht modelltheoretisch begründet, zum anderen wird durch den Ansatz der separaten Regressionen nicht auf den Einfluss anderer möglichen Variablen kontrolliert. Die verwendete Analysemethode ist vor allem durch den Mangel an Freiheitsgraden bei simultaner Schätzung zu begründen. Aufgrund dieser Tatsachen sind die gewonnenen Resultate nur mit Vorsicht zu interpretieren. Da es sich um ein Paneldatenmodell handelt, welches die Varianz innerhalb der verwendeten OECD-Länder erklärt, können nicht direkte Schlussfolgerungen für Deutschland gezogen werden.

7.2.5 Zusammenfassung

Die überwiegende Anzahl der empirischen Studien zum Einfluss von FuE auf die Produktivität oder das Wachstum weist einen positiven Zusammenhang auf. Auch wenn sich die Stärke des Einflusses nur sehr schwer verlässlich bestimmen lässt, ist die Wirkungsrichtung doch eindeutig. Zu unterscheiden sind FuE nach ihrer Herkunftsart. Es bestehen unterschiedliche Wirkungsketten zwischen inländischer und ausländischer sowie staatlicher, privater und universitärer FuE. Der Einfluss der staatlichen FuE-Ausgaben ist dabei nicht immer eindeutig.

Die empirischen Studien, die Humankapital als Determinante von Produktivität und Wachstum untersuchen, ergeben ein weniger eindeutiges Bild. Nicht immer kann hier ein Einfluss auf makroökonomischer Ebene nachgewiesen werden. Dies ist auf verschiedene Aspekte zurückzuführen: die Schwierigkeit, die Qualität des Humankapitals eines Landes gut anhand von Daten zu approximieren, die mangelnde Qualität der Daten bzw. ihre schlechte internationale Vergleichbarkeit und eine vielleicht zu

einfache Modellierung des Humankapitals (entweder innerhalb einer Produktionsfunktion oder innerhalb des erweiterten Solow-Modells).

Hier könnten komplexere Spezifikationen, welche mögliche Interaktionen zwischen dem FuE-Kapitalstock (als Größe für den technischen Fortschritt), dem Humankapital und dem Wachstum simultan betrachten, zu besseren Ergebnissen führen.

7.3 Mesoökonometrische Studien

Es gibt eine große Anzahl an Untersuchungen über den Einfluss von FuE auf die Produktivität sowohl auf Makro- als auch auf Mikroebene. Auf der Mesoebene, d.h. auf der Industrieebene, sind empirische Studien hierzu jedoch noch selten.

In einer neueren Studie untersucht Cameron (2000) anhand eines dynamischen Paneldatenmodells den Einfluss von FuE auf die Produktivität. Als Grundlage seiner Untersuchung dient ein Panel mit Informationen über die 19 Sektoren des englischen verarbeitenden Gewerbes. Es wird der Zeitraum von 1972 bis 1992 abgebildet. Mit Hilfe des PMG-Schätzers schätzt Cameron den Einfluss des FuE-Kapitalstocks und weiterer Größen auf die TFP, wobei er von einem einheitlichen Koeffizienten des FuE-Kapitalstocks über alle Sektoren ausgeht. Seine Schätzungen ergeben eine positiv signifikante Elastizität der FuE von 0,24. Durch die Interaktion des FuE-Kapitalstocks mit anderen möglichen Einflussgrößen kommt er zu folgenden weiteren Aussagen: Industrien mit einer hohen FuE Elastizität sind häufig die Industrien mit einem hohen Verhältnis von Kapital zu Arbeit, einer höheren Wahrscheinlichkeit Vorprodukte aus dem Hochtechnologiebereich zu verwenden, einer höherer Offenheit für den Handel und einem geringeren Verhältnis von FuE-Kapital zu physischem Kapital.

Einen anderen Ansatz wählen Scarpetta/Tressel (2002). Sie untersuchen den Einfluss von Innovationsaktivitäten auf die Produktivität. Ihre Schätzgleichung beruht auf einem theoretischen Modell, bei dem die MFP von industrie- und länderspezifischen Faktoren und einem Anpassungsterm abhängt. Der Anpassungsterm misst den Abstand der jeweiligen Industrie von der so genannten „technologischen Grenze“, beispielsweise dem produktivsten Land. Scarpetta und Tressel approximieren diesen Term als Differenz zwischen dem MFP-Level in einer speziellen Industrie und dem höchsten MFP-Level der anderen Länder in dieser Industrie.

Datengrundlage ihrer Schätzung bildet ein Paneldatensatz mit 23 Industrien auf Basis der zweistelligen ISIC-Klassifikation (Rev. 3) für 18 Länder. Die Daten beruhen unter anderem auf dem STAN-Datensatz der OECD. Die Industrien teilen sich in 17 Industrien des verarbeitenden Gewerbes und 6 Industrien des Dienstleistungssektors auf.

Die empirische Untersuchung zeigt einen Anpassungsprozess der Produktivität in den meisten Industrien. Länder, welche weit von der „technologischen Grenze“ entfernt sind, weisen demnach höhere Raten des Produktivitätswachstums auf. Der Anpassungsprozess vollzieht sich insgesamt in den Dienstleistungsindustrien stärker als in den Industrien des verarbeitenden Gewerbes. Als Begründung hierfür ist die stärkere Standardisierung des Dienstleistungssektors zu nennen, welche eine schnellere Konvergenz der Produktivitäten vereinfacht. Die um Politikindikatoren erweiterten Schätzgleichungen bestätigen einen starken Zusammenhang zwischen Regulierungen auf dem Güter- und Arbeitsmarkt und der Produktivität der Industrien. So wirken sich vor allem die Regulierungen auf dem Gütermarkt negativ aus.

Besonders die Schätzungen mit FuE als zusätzliche Einflussgröße ergeben interessante Resultate. Insgesamt gibt es einen positiven Effekt von FuE auf die Produktivität. Es wird jedoch deutlich, dass die Einflüsse der FuE-Aktivitäten stark variieren. FuE wirkt sich besonders stark in hoch konzentrierten Industrien aus, zeigt aber keinen Effekt in schwach konzentrierten Industrien.

7.4 Mikroökonometrische Studien

7.4.1 Überblick

Das Produktivitätswachstum einer Volkswirtschaft ist das Ergebnis zweier separater Prozesse. Es wird zum einen durch die Veränderung der Produktivität von einzelnen Unternehmen gegebener Größe innerhalb einer Volkswirtschaft beeinflusst, zum anderen spielt die Marktstruktur eine bedeutende Rolle. Die Marktstruktur wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst: Vor allem Marktein- und Marktaustritte von Unternehmen sind hier zu nennen sowie die zum Teil ebenfalls durch Ein- und Austritte beeinflussten Expansionen und Verkleinerungen von Unternehmen. In diesem Abschnitt wird der zweite Aspekt nicht betrachtet. Der Schwerpunkt der nachfolgenden Unterabschnitte liegt auf Studien über den Zusammenhang von FuE, Produktivität und Unternehmenswachstum, unabhängig von Veränderungen der Marktstruktur.

7.4.2 Grundlagen

Die meisten bisher vorgestellten Studien auf Makro-Ebene, die den Einfluss von FuE-Ausgaben auf das Wachstum untersuchen, weisen eine stark positive Korrelation zwischen FuE-Investitionen und Produktivitätswachstum bzw. zwischen FuE-Investitionen und Pro-Kopf-Wachstum des BIP auf. Dieser Zusammenhang fällt bei Studien zum Produktivitätswachstum auf Unternehmensebene weit weniger stark aus.

Bei empirischen Studien auf Unternehmensebene lassen sich im Groben zwei Schätzansätze unterscheiden. Zum einen liegen Ansätze vor, die FuE-Elastizitäten in den Vordergrund rücken. Zum anderen werden Studien durchgeführt, die FuE-Renditen betrachten.

Theoretisches Grundgerüst der meisten Studien, die der ersten Gruppe zuzuordnen sind, ist wiederum eine Cobb-Douglas-Produktionsfunktion in logarithmierter Form:

$$\log Y = A + \lambda t + \alpha \log K + b \log L + g \log S) + \varepsilon$$

Dabei stellt Y die Outputvariable (Produktion oder Absatz), L den Arbeitseinsatz und t einen Zeittrend dar. Die Variablen S und K stehen für den FuE-Kapitalstock sowie für den physischen Kapitalstock (z.B. Maschinen etc.). Der geschätzte Parameter g kann dann als Elastizität des Outputs bezüglich der FuE interpretiert werden. $\lambda, \alpha . b$ und g sind die zu schätzenden Parameter. ε stellt den Fehlerterm dar.

Da meist keine Informationen für die tatsächlichen FuE-Kapitalstöcke vorliegen, werden diese häufig als eine gewichtete Summe aus heutigen und vergangenen FuE-Investitionen approximiert.

Eine ganze Reihe von empirischen Studien beruht auf diesem einfachen Modell mit einer Produktionsfunktion als Schätzgleichung. Überblicksartig seien hier Griliches (1980), Schankerman (1981), Griliches/Mairesse (1984, 1990), Jaffe (1986), Cuneo/Mairesse (1984), Griliches (1986, 1995), Hall/Mairesse (1995), Husso (1997), Bartelsman et al. (1996) und Dillingen-Hansen et al. (2000) genannt. Die geschätzten Elastizitäten des Outputs bezüglich des FuE-Kapitals liegen in den meisten Studien zwischen 0,05 und 0,2. Jedoch nicht alle Untersuchungen weisen einen signifikanten Einfluss des FuE-Kapitals auf.

Eine der Schwierigkeiten des oben genannten Ansatzes besteht in den mangelnden Informationen über den FuE-Kapitalstock. Dieser muss, meist anhand der jährlichen FuE-Investitionen, für jedes Unternehmen geschätzt werden. Um die Schätzung des FuE-Kapitalstocks zu vermeiden, wird von vielen Autoren ein alternativer Ansatz folgender Form verfolgt:

$$d \log Y = \lambda + \alpha d \log K + b d \log L + \rho R / Y + \mu$$

Die Größen in Niveaus aus der Cobb-Douglas-Produktionsfunktion (siehe oben) werden durch die Wachstumsraten der Form $(d \log X = (dX / dt) / X)$ ersetzt. Die Variable R gibt die jährlichen FuE-Ausgaben an, die um Abschreibungen am FuE-Kapitalstock bereinigt sind. Y stellt den Umsatz dar.

Der Parameter ρ kann so als Rendite der FuE-Investitionen interpretiert werden. Einer der Vorteile dieses Ansatzes liegt darin, dass die Wachstumsrate der Produktivität direkt mit einem Maß für die FuE-Intensität in Verbindung gebracht werden kann. Die in dem Ansatz benötigte Schätzung des FuE-

Kapitalstocks entfällt hierdurch. Jedoch tritt jetzt die Schwierigkeit auf, einen Wert für die Abschreibungen festzulegen, um so die Netto-FuE-Investitionen berechnen zu können.

Dieser zweite Ansatz wird unter anderem von Mansfield (1965), Link (1981), Clark/Griliches (1984), Odagiri/Iwata (1986), Griliches (1986), Griliches/Mairesse (1990), Hall/Mairesse (1995), Harhoff (1998) und Wakelin (2001) verwendet.

Im Folgenden sollen einige Studien zu beiden Ansätzen, kurz zusammengefasst, vorgestellt werden. Einen guten tabellierten Überblick mit den geschätzten Koeffizienten bieten Kafouros (2004) oder auch Ahn (2001).

7.4.3 Fokus FuE-Elastizitäten

Griliches (1986) untersucht anhand eines US-Datensatzes mit Informationen von bis zu 1.000 Unternehmen aus dem verarbeitenden Gewerbe für die Jahre 1957 bis 1977 den Einfluss von FuE auf die Produktivität. Er zerlegt den FuE-Kapitalstock dabei in einen öffentlich und einen privat finanzierten Teil, wobei die Variable des öffentlich finanzierten Teils als Anteil am gesamten FuE-Stock mit in die Schätzgleichung eingeht.

In seiner Studie gelangt er zu drei wesentlichen Ergebnissen: Erstens weist er einen positiven Einfluss von FuE auf das Produktivitätswachstum nach. Zweitens zeigen seine Schätzergebnisse einen größeren Einfluss der Grundlagenforschung im Vergleich zu anderen FuE-Aktivitäten auf. Zudem zeigt die Zerlegung des FuE-Kapitalstocks, dass die privat finanzierte FuE effektiver als die öffentlich finanzierte FuE ist. Die Ergebnisse stehen im Einklang mit früheren Studien (vgl. z.B. Griliches (1980), Mansfield (1980)).

Hall/Mairesse (1995) replizieren und erweitern bisher bestehende Untersuchungen über den Zusammenhang von FuE-Investitionen und Produktivität in Frankreich. Datengrundlage ihrer Untersuchung bildet ein Datensatz mit Informationen zu 351 Unternehmen in Form eines unbalancierten Panels für das französische verarbeitende Gewerbe für die Jahre 1980 bis 1987. Das theoretische Gerüst ihrer Schätzungen bildet wiederum, wie auch bei Griliches (1986), eine einfache Cobb-Douglas-Produktionsfunktion mit den Produktionsfaktoren Kapital, Arbeit und dem FuE-Kapitalstock. Als Maß für den Output verwenden sie die Wertschöpfung der Unternehmen. Die geschätzten Koeffizienten des FuE-Kapitalstocks weisen, unabhängig von verschiedenen Schätzverfahren, einen signifikant positiven Einfluss aus. Hall und Mairesse geben dabei zu bedenken, dass die Qualität der geschätzten Koeffizienten stark von der Länge der verwendeten Zeitreihen abhängig ist.

Auch Dillingen-Hansen et al. (2000) verwenden den Ansatz einer Produktionsfunktion, um die Auswirkungen des FuE-Kapitalstocks auf die Produktivität zu schätzen. Sie erweitern die Produktionsfunktion um verschiedene weitere Einflussgrößen wie die Finanzierungsquelle der FuE-Ausgaben (wie

auch bei Griliches (1986)), die Eigentumsverhältnisse, innovative Charakteristika der Unternehmen und Industrieeffekte. Ihre Schätzungen basieren auf einem dänischen Datensatz, der unter anderem auf Buchhaltungsdaten aufbaut und Informationen zu 226 Unternehmen aus dem verarbeitenden Gewerbe für die Jahre 1993 und 1995 enthält. Die geschätzten Koeffizienten zeigen eine Outputelastizität des FuE-Kapitalstocks zwischen 9 und 12 % auf, welche in ihrer Höhe mit anderen Studien in unterschiedlichen Ländern vergleichbar sind. Im Gegensatz zu Griliches (1986) finden Dillingen-Hansen et al. (2000) jedoch keine unterschiedlichen Auswirkungen öffentlicher und privater FuE-Finanzierung auf Produktivitätssteigerungen.

7.4.4 Fokus FuE-Renditen

Zu den Studien, die anstelle der Elastizitäten die Rendite von FuE untersuchen, die also den zweiten in Unterabschnitt 7.4.2 dargestellten Ansatz verfolgen, gehört unter anderem der Beitrag von Lichtenberg/Siegel (1991). Sie untersuchen den Zusammenhang von FuE und Produktivitätswachstum anhand eines Datensatzes mit Informationen zu ca. 2.000 Unternehmen aus den USA. Dieser Datensatz ermöglicht es ihnen, die FuE-Aktivitäten zum einen nach der Finanzierungsseite (staatliche vs. private) und nach der Art der FuE-Aktivität (Grundlagenforschung vs. angewandte FuE) zu unterscheiden. Ihre Resultate bestätigen die Ergebnisse älterer Studien, die eine positive Rendite von FuE-Investitionen nachweisen. Eine besondere Bedeutung kommt hierbei den FuE-Investitionen in die Grundlagenforschung zu. Die Untersuchung zeigt weiter, dass privat finanzierte FuE-Aktivitäten zu einer höheren Rendite als staatlich finanzierte FuE-Aktivitäten führen.

Odagiri/Iwata (1986) verwenden für ihre Studie Informationen aus Jahresabschlussberichten von 311 an der Börse in Tokio gelisteten Unternehmen. Anhand der Daten für die Jahre 1966 bis 1983 zeigen sie, dass sich die durchschnittliche Rendite von FuE zwischen dem Zeitraum 1966 bis 1973 von 20 % auf 17 % für den Zeitraum 1974 bis 1982 verringert. Wie auch in anderen Studien, reduzieren sich die geschätzten Renditen jedoch deutlich, wenn zum Beispiel Dummy-Variablen für die einzelnen Industrien mit in die Regression als erklärende Variablen aufgenommen werden.

7.4.5 Zusammenfassung

Alle dargestellten Studien auf Unternehmensebene weisen einen positiven Einfluss von FuE auf die Produktion oder Wertschöpfung auf. Dieser Einfluss wurde anhand von unterschiedlichen Unternehmensdatensätzen für verschiedene Länder getestet. Hierbei bestehen bei beiden Untersuchungsansätzen, Elastizitätsansatz und Renditeansatz, keine Unterschiede der Wirkungsrichtung. Die geschätzten Koeffizienten sind allerdings bei Studien, welche die Rendite untersuchen, meist leicht höher. Bei der Trennung der FuE nach den Finanzierungsarten (staatlich vs. privat) kann keine eindeutige Unterscheidung der Einflussstärke getroffen werden.

7.5 Komplexe Modellierungen

7.5.1 Überblick

In diesem Abschnitt werden kurz einige empirische Beiträge vorgestellt, die über die Schätzung einer Gleichung oder einiger weniger Gleichungen hinausgehen. Nachfolgend werden Simulationsstudien sowie Studien angesprochen, die einzelne Innovationssysteme untersuchen.

7.5.2 Simulationsmodelle

Grundsätzlich können drei Kategorien von Modellen unterschieden werden, die im Rahmen der Fragestellungen relevant sind:

- angewandte Gleichgewichtsmodelle;
- ökonometrische Modelle ohne Input-Output-Verflechtung;
- ökonometrische Modelle mit Input-Output-Verflechtung.

Auf der Basis eines angewandten Gleichgewichtsmodells hat das „Institute for Prospective Technological Studies“ (IPTS) im Jahr 2002 Simulationsrechnungen vorgestellt, die Aussagen über die Produktivitäts- und Beschäftigungsentwicklung in Europa für den Zeitraum 2000 bis 2002 erlauben.[61]

Ein wichtiges Beispiel für eine Simulationsstudie, die auf einem ökonometrischen Modell ohne Input-Output-Verflechtung basiert, ist die Erasmus-Studie, die im Jahr 2004 erschienen ist (vgl. Brécard et al. (2004)). Die Studie basiert auf Simulationen, die mit dem Modell NEMESIS („New Econometric Model for Environment and Sustainable Development Implementation Strategies“) durchgeführt wurden. Das Modell betrachtet 16 Staaten, 30 Sektoren und 27 Konsumgüter. Zentrale Annahme ist, dass eine Wissensvariable, die für jeden Sektor in jedem Land bestimmt wird, deterministisch Prozess- und Produktinnovationen schafft. Entscheidend ist, dass durch die Annahmen des Modells ein einfacher Zusammenhang zwischen Produktions- und Produktivitätsentwicklung besteht. So ist es möglich, die Wirkungen einer Umsetzung der Ziele von Barcelona und Lissabon, die durch den EU-Rat beschlossen worden sind, zu modellieren. Für die komplexen Ergebnisse sei auf die Studie verwiesen.[62]

Des Weiteren bieten ökonometrische Modelle mit Input-Output-Verflechtung eine Möglichkeit, den Zusammenhang von technischem Fortschritt, Produktivität und Wachstum zu untersuchen. Ein Bei-

[61] Vgl. Christidis et al. (2002). Es sei darauf hingewiesen, dass in dieser Studie nicht nur ein Angewandtes Gleichgewichtsmodell verwendet wurde. Im Rahmen der Studie wird auch ein „systems dynamics“-Ansatz verfolgt. Maßgeblichen Einfluss auf die Simulationsergebnisse hatten Ergebnisse aus der Analyse von drei wichtigen GPT (IKT, Biotechnologie und Nanotechnologie). Zudem flossen Einschätzungen von Experten in die Formulierung der Szenarien ein.

[62] Kritische Anmerkungen zu dem Modell finden sich in Voßkamp (2004c).

spiel für ein Modell, das diese Richtung einschlägt, ist das Modell INFORGE (vgl. Meyer et al. (1999)). Allerdings wird in den vorliegenden Modellversionen technischer Fortschritt durch die Modellierung zeitabhängiger Inputkoeffizienten zwar berücksichtigt, aber eine explizite Modellierung der Forschungs- und Entwicklungsausgaben ist in dem Modell bisher noch nicht vorgenommen worden.[63]

7.5.3 Empirische Analyse von Innovationssystemen

Der Vollständigkeit halber sei darauf verwiesen, dass Studien existieren, die sich mit der Frage von Innovation, Produktivität und Wachstum für ein spezielles nationales Innovationssystem oder einen spezifischen Sektor befassen. Derartige Fallstudien werden oftmals vor dem Hintergrund der Beschreibung regionaler oder sektoraler Innovationssysteme erstellt. Beispiele hierfür sind zum z.B. die Analyse der Umweltwirtschaft von Legler et al. (2002) oder die Analyse zur Automobilwirtschaft von Legler/Schmidt (2000), die im Rahmen der Berichterstattung zur Technologischen Leistungsfähigkeit entstanden sind, oder eine Studie zur Chemischen Industrie von Rammer/Legler (2005).

Die Ergebnisse dieser und ähnlicher Studien kann im Einzelnen nicht referiert werden. Wichtig ist, dass diese Form der empirischen Analyse einen tiefen Einblick in die spezifischen Eigenheiten einzelner Wirtschaftszweige erlaubt. Diese Studien sind aber nicht geeignet, grundlegende Zusammenhänge zu klären.

7.5.4 Zusammenfassung

Die kurzen Ausführungen zeigen, dass jenseits der „üblichen“ ökonometrischen Analysen Studien existieren, die die komplexen wirtschaftlichen Zusammenhänge in einer Ökonomie durch die Formulierung Simulationsmodelle zu erfassen versuchen oder die sich im Detail mit einem einzelnen (nationalen oder sektoralen) Innovationssystem befassen. Die Zielsetzung dieser Studien ist etwas anders gelagert. Während die in diesem Abschnitt angesprochenen Beiträge die Erkundung eines Innovationssystems in den Vordergrund rücken, ging es zuvor um einzelne Zusammenhänge.

7.6 Zwischenfazit

In diesem Kapitel wurden ausgewählte empirische Studien zum Zusammenhang von Bildung, Forschung, Produktivität und Wachstum überblicksartig vorgestellt. Unterschieden wurden Makro-, Meso- und Mikro-Studien sowie FuE- und bildungszentrierte Studien. Die positiven Einflüsse von FuE auf die Produktivität und / oder das Wachstum werden ebenenübergreifend in aller Regel bestätigt. Über die Stärke des Einflusses kann jedoch keine belastbare Aussage getroffen werden. Die Höhe der

[63] Wie dies in Zukunft geschehen kann, wird in Meyer (2002) und Lutz et al. (2004) ersichtlich.

geschätzten Parameter hängt im hohen Maße von den zugrunde liegenden Datensätzen sowie dem verwendeten ökonometrischen Schätzansatz ab. Die Einflüsse von Bildung auf die Produktivität und / oder das Wachstum sind weniger eindeutig. Die Wahl der verwendeten Analysemethode spielt auch hier eine entscheidende Rolle. Studien, die die zeitgleiche Variation zwischen den Ländern erklären, weisen meist einen positiven Einfluss der Bildung auf das Wachstum aus, wohin Studien, welche die Erklärung der zeitlichen Variation mit in die Analyse aufnehmen, zu keinen eindeutigen Ergebnissen führen. Es ist zu beachten, dass besonders die adäquate Abbildung der Bildung in empirischen Modellen eine große Herausforderung darstellt. Hier ist noch einiger Forschungsaufwand nötig um bessere Messkonzepte für Bildung und aber auch für FuE und Innovationen zu entwickeln. Neben den ökonomometrischen Studien, die eine Gleichung oder wenige Gleichungen betrachten, wurden Simulationsstudien und empirische Analysen zu Innovationssystemen vorgestellt.

Teil IV Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

8 Zusammenfassung der Ergebnisse

8.1 Prolog

Die Beiträge von Forschung, Entwicklung und Innovation zu Produktivität und Wachstum lassen sich nicht in wenigen Sätzen beschreiben. Die Ausführungen in den drei ersten Teilen der Untersuchung haben gezeigt, dass die wirtschaftswissenschaftliche Literatur zahlreiche theoretische Beiträge und empirische Studien anbietet, die eine gute Grundlage zur Ermittlung der zu bestimmenden Beiträge bieten. Dementsprechend wurde in Teil II eine Vielfalt von Theorien und in Teil III eine große Zahl von empirischen Studien vorgestellt, die mit sehr unterschiedlichen Methoden arbeiten, auf sehr unterschiedlichen Datensätzen aufbauen und sehr unterschiedliche theoretische Fundamente wählen. Durch diese Vielfalt ist es sehr schwer, ein klares und einheitliches Bild zu schaffen. Dennoch können einige Aussagen getroffen werden, die als belastbar angesehen werden können und in diesem Kapitel präsentiert werden.

Da sich das methodische Vorgehen auf der Mikro-, Meso- und Makroebene erheblich unterscheidet, wurden in den ersten drei Teilen zunächst die makroökonomischen, dann die mesoökonomischen und anschließend die mikroökonomischen Ansätze besprochen. In diesem Kapitel soll es nun darum gehen, die Resultate auch nach sachlichen Gesichtspunkten über die Ebenen hinweg zusammenzufassen, und zwar theoretische wie empirische Ergebnisse.

Zuvor wird in Abschnitt 8.2 der innovationsökonomische Rahmen dargestellt, vor dem die Analysen und Aussagen zu sehen sind. Dazu werden die grundlegenden Wirkungszusammenhänge zwischen Forschung und Entwicklung, Innovation, Produktivität und Wachstum aufgegriffen. Zudem wird zusammenfassend auf die Rolle des Innovationssystems eingegangen.

In Abschnitt 8.3 werden die Ergebnisse – dem Aufbau der ersten drei Teile folgend – nach mikro-, meso- und makroökonomischen Ergebnissen dargestellt. Anschließend werden in Abschnitt 8.4 die Ergebnisse fokussiert diskutiert, die sich mit Forschung und Entwicklung als Determinanten von Produktivität und Wachstum auseinandersetzen. Ein besonderer Schwerpunkt in diesem Abschnitt wird die Diskussion des R&D-crowding out bilden, da die Frage, ob öffentliche FuE-Ausgaben auf private FuE-Ausgaben komplementär oder substitutiv wirken, von elementarer wirtschaftspolitischer Bedeutung ist. In Abschnitt 8.5 wird auf die Rolle der Bildung eingegangen, bevor im nachfolgenden

Unterabschnitt 8.6 kurz Aspekte angesprochen werden, die die Markt- und Wirtschaftsstruktur betreffen. Die besondere Bedeutung von Friktionen auf Faktor- und Produktmärkten wird in Abschnitt 8.7 hervorgehoben, bevor ein kurzes Fazit (Abschnitt 8.8) das Kapitel beendet.

8.2 Grundlegende Zusammenhänge

Wesentliche Wirkungsketten

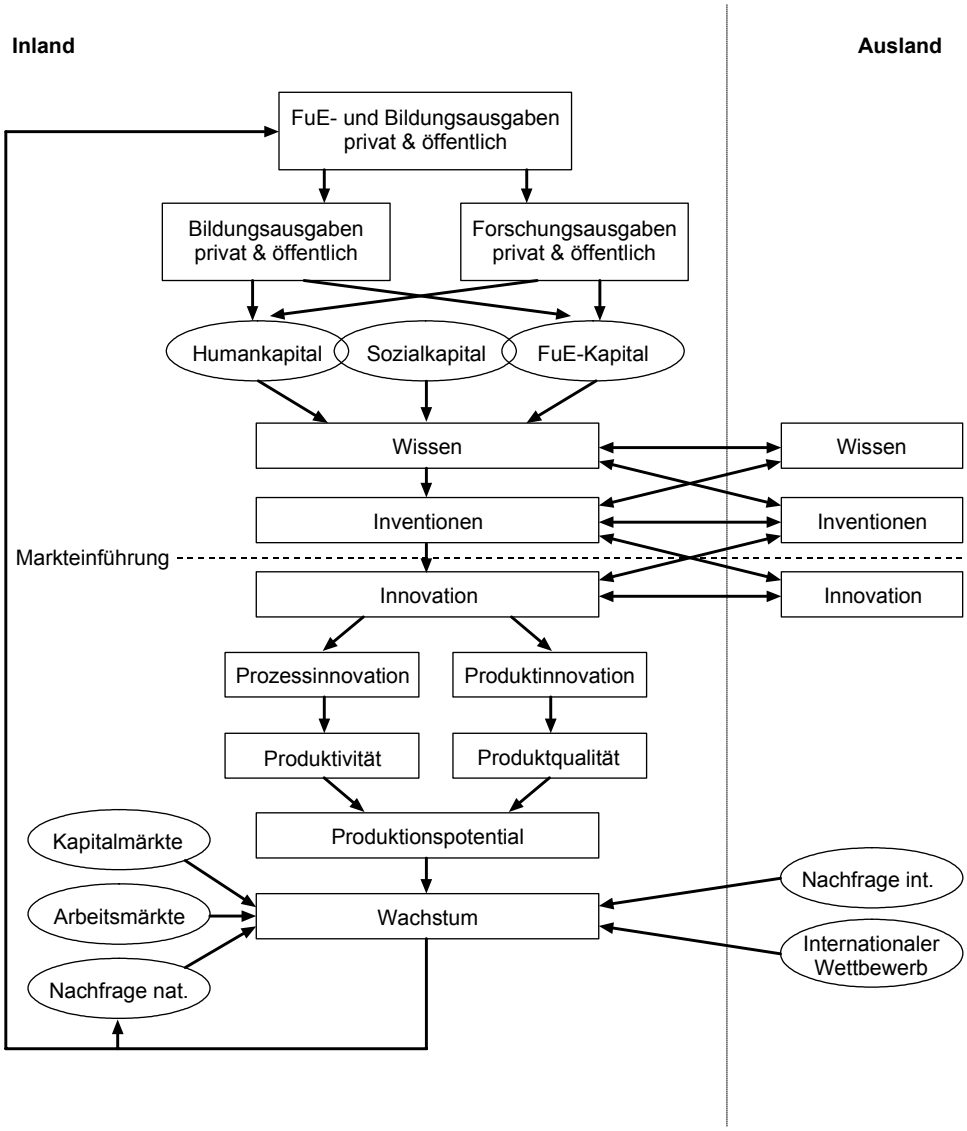
Die Ausführungen in den ersten drei Teilen haben gezeigt, dass keine simple Wirkungskette „Forschung und Entwicklung – Innovation – Produktivität – Wachstum“ existiert. Innovationsprozesse werden durch viele Faktoren beeinflusst, so dass letztendlich die Wirkungen von Bildung und Forschung nur differenziert zu betrachten sind. Ferner zeigt sich, dass der technologische Fortschritt nur einen Teil des Wachstums erklärt. Daneben stellen der Arbeits- sowie Kapitaleinsatz gleichfalls zwei wichtige Determinanten des Wachstums einer Volkswirtschaft dar. Das Grundgerüst der Zusammenhänge ist in Abbildung 8-1 dargestellt und wurde in Kapitel 3 ausführlich besprochen.

Ferner zeigen kreislauftheoretische Überlegungen, dass es eine optimale Höhe der gesamtwirtschaftlichen Ausgaben für Forschung und Entwicklung bzw. Bildung gibt, die allerdings kaum quantifiziert werden kann. Hieraus folgt, dass nicht jede Ausweitung der Forschungs- und Entwicklungsausgaben bzw. der Bildungsausgaben wachstums- bzw. wohlfahrtsoptimal sein kann. Zudem zeigen theoretische Überlegungen, die vor allem aus der Theorie der Wirtschaftspolitik und im Speziellen aus der Theorie des Marktversagens gezogen werden können, dass es verschiedene Begründungen für staatliche Eingriffe in innovationsrelevante Märkte gibt. Im Kontext von Forschung und Entwicklung sowie Bildung spielen Spillovers eine Rolle, die positive Wirkungen aufweisen, aber bei den Entscheidungen der Haushalte oder Unternehmen nicht angemessen bewertet werden, so dass die privaten Ausgaben für Forschung und Entwicklung bzw. Bildung zu gering ausfallen.

Innovationssysteme

Innovationsprozesse sind sehr komplex, da in aller Regel sehr viele Akteure in unterschiedlicher Weise beteiligt sind. In erster Linie sind es die Unternehmen, die durch Forschung und Entwicklung Wissen generieren, das sich bei Erfolg in neue Produkte und Prozesse niederschlägt, die dann am Markt eingeführt werden. An diesem Prozess sind aber auch der Staat (insbesondere Hochschulen und andere Forschungsorganisationen), die Haushalte, Finanzorganisationen und andere Organisationen beteiligt. Sie alle – und vor allem ihre Interaktion – tragen zum Erfolg von Innovationsprozessen bei. Somit kommt dem Innovationssystem als Ganzes eine wesentliche Bedeutung zu. Der Fall, dass ein einzelner Unternehmer eine Erfindung hervorbringt und am Markt durchsetzt, ist eher selten.

Abbildung 8-1
Die wesentlichen Zusammenhänge im Überblick



Innovationssysteme sind sehr unterschiedlich gestaltet – und sie sollten es auch sein. Unterschiedliche Wirtschaftsstrukturen oder unterschiedliche gesellschaftliche Präferenzen, aber auch Unterschiede im politischen oder juristischen System führen dazu, dass unterschiedliche Anforderungen an Innovationssysteme gestellt werden müssen. Es gibt nicht „das“ optimale Innovationssystem, sondern nur ein für ein bestimmtes Land optimales Innovationssystem.

8.3 Makro-, meso- und mikroökonomische Ergebnisse

Würdigung makroökonomischer Studien

Die neue Wachstumstheorie bietet zahlreiche Modelle an, die in der wachstumstheoretischen und wachstumspolitischen Diskussion von großer Bedeutung sind. Sie sind gut geeignet, qualitative Aus-

sagen über die Bedeutung von Forschung und Entwicklung sowie Bildung für das Wachstum einer Ökonomie zu treffen. Allerdings sind diese Modelle sehr abstrakt. Sie enthalten oftmals Variablen, die nur schwer operationalisierbar sind. Dies hat zur Folge, dass diese theoretische Ausrichtung in der empirischen Wachstumsforschung kaum als unmittelbare Grundlage Anwendung findet.

Die empirische Wachstumsforschung und insbesondere auch die makroökonomische Produktivitätsforschung beziehen sich deshalb auch weiterhin im umfangreichen Maße auf einfache oder erweiterte neoklassische Wachstumsmodelle. Die aus diesen Modellen ableitbaren ökonometrischen Schätzgleichungen werden aber oftmals ohne theoretische Fundierung um zusätzliche Determinanten erweitert. Folglich gibt es vor allem in dem Gebiet der makroökonomischen Wachstumsforschung eine große Lücke zwischen theoretischen und empirischen Beiträgen.

Insgesamt zeigt sich, dass die Bedeutung von Bildung und Forschung mit Hilfe von theoretischen Modellen wesentlich unzweifelhafter begründet werden kann. In empirischen Studien dagegen kann eine positive Wirkung von Forschung und Bildung auf Produktivität und Wachstum nicht immer nachgewiesen werden. Die Darstellungen zeigen aber auch, dass die Wahl der Datensätze, die Auswahl der Methoden, die Operationalisierung der Variablen und die oftmals unzureichende theoretische Fundierung der empirischen Untersuchungen Probleme mit sich bringen. Die empirischen Untersuchungen zeigen ferner, dass nicht nur Bildung und Forschung verantwortlich sind für Produktivität und Wachstum. Es spielen auch eine Vielzahl anderer Variablen eine Rolle.

Würdigung mesoökonomischer Studien

Grundsätzlich erlauben mesoökonomische Studien die Darstellung der unterschiedlichen Entwicklungen in den Sektoren einer Ökonomie. Somit kann die Rolle der Wirtschaftsstruktur berücksichtigt werden. Im Hinblick auf die Fragestellungen des Projekts zeigt sich allerdings, dass es keine geschlossene mesoökonomische Theorie gibt, die eine zentrale Grundlage bilden könnte. Vielmehr liegen verschiedene theoretische Beiträge vor, die wichtige Aspekte behandeln. Ähnliches gilt für die empirische Seite. Empirische Studien, die die Unterschiedlichkeit von Sektoren in Betracht ziehen, sind entweder sehr stark an die übliche makroökonomische Produktivitäts- und Wachstumsliteratur angelehnt oder es handelt sich bei den Analysen um komplexe Simulationsmodelle. Darüber hinaus bieten prinzipiell Branchenanalysen im Kontext von Fallstudien eine Basis, um hier interessierende Fragestellungen zu beantworten.

Würdigung mikroökonomischer Studien

Es wurden theoretische und empirische Studien skizziert, die auf der mikroökonomischen Ebene einen Beitrag zur Klärung der Zusammenhänge von Bildung, Forschung, Innovation, Produktivität und Wachstum bieten. Aufgrund der Fülle der theoretischen und empirischen Beiträge konnte nur ein Ausschnitt präsentiert werden.

Ungeachtet dieser Einschränkung zeigt sich auch auf der Mikroebene, dass Bildung und Forschung für den unternehmerischen Erfolg, gemessen am Gewinn oder auch am Umsatzwachstum, von zentraler Bedeutung sind. Um Innovationen durchsetzen zu können, müssen Unternehmen Wissen aufgreifen und in Inventionen umsetzen. Dazu benötigen sie absorptive Kapazitäten, die nur dann vorhanden sein können, wenn gut ausgebildetes Personal vorhanden ist. Die empirischen Studien, die hier präsentiert wurden, bestätigen dieses Bild.

8.4 Fokus Forschung und Entwicklung

Private und öffentliche Forschung

Vor dem Hintergrund der vielfältigen Studien kann kein klares Urteil abgegeben werden, welche Beiträge Forschung und Entwicklung zu Produktivität und Wachstum leisten. Die theoretischen Beiträge begründen sehr gut, weshalb Forschung einen positiven Beitrag leisten kann. Dies gilt für die makro, meso und mikroökonomische Theorieansätze.

Die empirischen Studien zeigen in aller Regel einen positiven Einfluss von Forschung und Entwicklung. Je nach Differenzierung der FuE, der Wahl der Daten und der Methoden finden sich Studien, die sich skeptisch mit der Bedeutung von Forschung und Entwicklung auseinander setzen. Vor allem zeigen einige Studien, dass öffentliche FuE-Ausgaben nicht in dem Maße positiv wirken wie private Forschungs- und Entwicklungsausgaben.

Allerdings sind die empirischen Ergebnisse vor dem Hintergrund methodischer Fragen zu sehen. In Kapitel 6 wurde ausgeführt, dass die Wissenproduktion durch Staat und Wirtschaft erfolgt. Geht man davon aus, dass Grundlagenforschung die Voraussetzung für angewandte Forschung ist, so besteht ein komplementäres Verhältnis zwischen den FuE-Ausgaben des Staates, die eine zentrale Bedeutung für die Grundlagenforschung haben, und den FuE-Ausgaben der Unternehmen, die in der Tendenz angewandte Forschung und Entwicklung betreiben. In diesem Fall sind empirische Untersuchungen, die von einer im Prinzip linearen Modellstruktur ausgehen, mit einer gewissen Vorsicht zu behandeln, da derartige Modelle komplementäre Beziehungen nicht abbilden können.

Crowding out

Eine – vor allem für die wirtschaftspolitische Diskussion wichtige – Fragestellung betrifft den Zusammenhang von öffentlichen und privaten FuE-Ausgaben. Staatliche FuE-Fördermaßnahmen werden vor allem durch Marktversagen begründet (vgl. Kapitel 3.4.2). So ist es möglich, dass gewinnmaximierende Unternehmen aus gesellschaftlicher Sicht zu wenig in Innovationsaktivitäten investieren. Oftmals sind gesellschaftliche Erträge von Innovationen höher als die privaten. So verursachen Innovationsprojekte positive externe Effekte, die unter Umständen privatwirtschaftlich nicht profitabel

sind. Eine rationale Wirtschaftspolitik fördert Innovationsprojekte mit hohen gesellschaftlichen Erträgen. Jedoch ist es für den Staat sehr schwer, diese Projekte bei privatwirtschaftlichen Akteuren zu identifizieren und gezielt zu unterstützen.

Zahlreiche Studien, die sowohl auf der Makro- als auch auf der Mikroebene angesiedelt sind, befassen sich mit dem Zusammenhang zwischen öffentlichen und privaten FuE-Ausgaben. Die grundsätzliche Frage lautet, ob öffentliche FuE-Ausgaben in einer komplementären oder in einer substitutiven Beziehung stehen. Im ersten Fall erhöhen die Unternehmen ihre privaten FuE-Ausgaben, im anderen Fall werden öffentliche FuE-Ausgaben anstelle der privaten FuE gesetzt. Damit stellt sich die konkrete Frage: Kommt es zu einem „crowding out"-Effekt, bei dem private durch öffentliche FuE-Ausgaben verdrängt werden?

David et al. (2000) zeigen in einem Überblicksartikel ein recht gegensätzliches Bild der empirischen Untersuchungen auf. Sie gehen dabei insbesondere auf die Unterschiede der Studien je nach Aggregationsniveau ein. Es gibt eine Anzahl von Studien, sowohl auf mikro- als auch auf makroökonomischer Ebene, die tendenziell von einem komplementären Zusammenhang von öffentlichen und privaten FuE-Ausgaben ausgehen. Andere Studien hingegen zeigen, dass öffentliche FuE-Ausgaben private FuE-Ausgaben verdrängen.

Der typische ökonometrische Untersuchungsansatz besteht darin, ein Maß für private FuE auf öffentliche FuE und einige Kontrollvariablen zu regressieren. Wenn der Koeffizient für die öffentlichen FuE-Ausgaben ein positives Vorzeichen aufweist, wird dieses als Zeichen für die Komplementarität öffentlicher und privater FuE interpretiert. Weist der Koeffizient ein negatives Vorzeichen auf, werden private und öffentliche FuE als Substitute gesehen. Die Höhe des Koeffizienten wird häufig als Stärke des Einflusses interpretiert. Dann werden Aussagen getroffen wie: „Eine Erhöhung der öffentlichen FuE-Ausgaben um einen Euro führt zu einer Erhöhung (Reduzierung) der privaten FuE-Ausgaben um x Euro". Die Koeffizienten lassen sich in den einzelnen Studien jedoch sehr schwer vergleichen und fallen auch sehr häufig unterschiedlich aus.

Die in David et al. (2000) präsentierten Tabellen zeigen auf allen drei Ebenen das bereits skizzierte Bild. Da David et al. (2000) keine Studien für Deutschland mit einbezieht, seien nachfolgend noch zwei Studien skizziert, die aufbauend auf sog. Matching-Verfahren erstellt worden sind.

Czarnitzki (2001) – Ostdeutschland-Untersuchung

Czarnitzki (2001) betrachtet in seiner Studie die Auswirkungen der FuT-Politik auf das Innovationsverhalten ostdeutscher Unternehmen. Sie untersuchen, ob durch öffentliche Gelder geförderte Unternehmen eine höhere Innovationsintensität aufweisen als nicht geförderte Unternehmen. Hierbei ist zu beachten, dass sie keine Informationen über die Höhe und Art der Fördermaßnahme haben. Berücksichtigt werden mit Hilfe einer Dummy-Variablen, ob ein Unternehmen gefördert worden ist oder

nicht. Datenbasis für ihre Untersuchung ist das Mannheimer Innovationspanel (MIP) des ZEW (vgl. hierzu auch Abschnitt 6.2). Für die empirische Analyse werden Daten aus den Jahren 1997 und 1999 verwendet.

Die Analyse ergibt, dass die durchschnittliche Innovationsintensität der geförderten Unternehmen bei 10 % liegt. Mit Hilfe eines Matching-Ansatzes zeigt Czarnitzki (2001), dass Teilnehmer an Maßnahmen der FuT-Politik im Durchschnitt nur eine Innovationsintensität von 5 % aufgewiesen hätten, wenn sie nicht gefördert worden wären. Ihre Untersuchung weist somit eine komplementäre Beziehung zwischen öffentlichen Mitteln und privaten FuE-Ausgaben auf.

Czarnitzki/Fier (2002) – Dienstleistungssektoren

In einer weiteren Studie untersuchen Czarnitzki/Fier (2002), inwieweit sich öffentliche Innovationsprogramme im Dienstleistungssektor positiv auf die privaten FuE-Aktivitäten auswirken. Sie betrachten dabei besonders die Frage, wie viel ein Unternehmen, welches an einem Innovations-Förderprogramm teilgenommen hat, in FuE investiert hätte, wenn es nicht gefördert worden wäre. Die Datenbasis bilden 1.084 Unternehmen des Servicesektors aus dem Mannheimer Innovationspanel. Czarnitzki/Fier (2002) verwenden einen nicht-parametrischen Matching-Ansatz als Analysemethode. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass die Innovationsintensität von geförderten Unternehmen im Dienstleistungssektor bis zu sechs Prozentpunkte höher liegt als bei Unternehmen, die an keinem staatlichen Förderprogramm teilnehmen.

8.5 Fokus Bildung

Die theoretischen Überlegungen zeigen, dass Bildung einen wichtigen Faktor für Produktivität und Wachstum darstellt. Bildung führt zum Aufbau von Humankapital, das wesentlich zur Generierung und Nutzung von Wissen zur Entwicklung neuer Produkte und Prozesse benötigt wird. Individuelle Bildung führt darüber hinaus zum Aufbau von Sozialkapital, das gleichfalls als eine wichtige Determinante des Wissens einer Gesellschaft anzusehen ist.

Ferner kann aus theoretischen Überlegungen abgeleitet werden, dass der Staat Bildung fördern und somit Bildungsausgaben tätigen sollte. Aus individueller Sicht ist Bildung durch den Anreiz, durch Bildungsinvestitionen zukünftig höhere Einkommen erzielen zu können, motiviert. Bei den individuellen Bildungsentscheidungen werden aber nur die individuellen Renditen betrachtet, nicht aber positive externe Effekte, die der Gesellschaft zukommen. Dieses ist eine wesentliche Begründung dafür, dass der Staat Bildungspolitik betreiben sollte. Darüber hinaus, ebenfalls abgeleitet aus der Theorie des Marktversagens, kann argumentiert werden, dass Individuen die Bedeutung von Bildung unterschätzen. Folglich sollte der Staat, wie immer im Fall von meritorischen Gütern, fördernd eingreifen.

In Gegensatz zu den theoretischen Studien zeigen die empirischen Studien kein einheitliches Bild. Vor allem auf der makroökonomischen Ebene zeigen einige empirische Studien, dass Bildung keinen signifikanten Einfluss auf das Wachstum von Ökonomien hat. Es stellt sich allerdings die Frage, ob in diesen Studien Bildung angemessen operationalisiert wird. Vielfach wird Bildung durch die durchschnittliche Zahl an Schuljahren gemessen, da keine anderen Daten vorliegen. Ob diese Variable geeignet ist, ist zweifelhaft. Damit geht ein statistisches Problem einher. Werden in einem Vergleich Länder betrachtet, die ähnliche Bildungsniveaus aufweisen, so ist die Varianz, die erklärt werden kann, relativ gering. Dies führt dazu, dass geschätzte Koeffizienten, die den Einfluss der Bildung repräsentieren, nicht signifikant sind. Daraus kann aber nicht unbedingt geschlossen werden, dass Bildung keinen Einfluss hat.

Insgesamt ist es schwierig, auf der Basis theoretischer und empirischer Studien die Bedeutung von Bildung nachzuweisen. Zu vermuten ist, dass Bildung sehr fassettenreich ist und dementsprechend schwer erfasst werden kann (vgl. hierzu nochmals Unterabschnitt 2.2.1). Dies führt dazu, dass bei theoretischen, vor allem aber bei empirischen Untersuchungen die Gefahr besteht, die Dimensionen von Bildung zu unterschätzen. Folglich besteht hier noch deutlicher Forschungsbedarf.

8.6 Fokus Marktstruktur und Wirtschaftsstruktur

Grundlagen

Jede gesamtwirtschaftliche oder sektorale Veränderung der Produktivität oder des Wachstums ist durch Veränderungen auf der mikroökonomischen Ebene begründet. Letztlich sind es Veränderungen bei einem Unternehmen oder bei mehreren Unternehmen, die zu sektoralen oder gesamtwirtschaftlichen Veränderungen führen. Eine Prozessinnovation in einem Unternehmen führt zum Beispiel zu einer Erhöhung der sektoralen Produktivität, die durch einen (gewichteten) Durchschnitt gebildet wird, sowie zu einer Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Produktivität, da diese sich wiederum als (gewichteter) Durchschnitt der sektoralen Produktivitäten ergibt.[64]

Eine Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen oder einer sektoralen Produktivität muss aber nicht zwangsläufig durch eine Prozessinnovation bedingt sein. Durch Veränderungen der Marktstruktur bzw. der Wirtschaftsstruktur können sich Produktivitätszuwächse aber auch Produktivitätsrückgänge ergeben, ohne dass sich die Produktivität einer einzigen Unternehmung geändert hat. Diese Effekte, die nur bei einer disaggregierten Betrachtung analysiert werden können, sollen im Folgenden kurz vor dem Hintergrund der Ergebnisse der ersten drei Teile der Untersuchung diskutiert werden.

[64] Zu den Wirkungen von Innovationen, die von der Mikroebene ausgehen und auf der Mesoebene sowie auf der Makroebene zu sehen sind, vgl. Voßkamp (1994).

Die Rolle der Marktstruktur

Aus einer mikroökonomischen Sicht kann ein Produktivitätswachstum in einem Sektor durch vier Effekte begründet sein (vgl. OECD (2003)):

1. Produktivitätswachstum der etablierten Unternehmen;
2. Produktivitätswachstum durch Verschiebung der Marktanteile der etablierten Unternehmen;
3. Produktivitätswachstum durch Markteintritt;
4. Produktivitätswachstum durch Marktaustritt.

Ohne Zweifel ergibt sich ein Produktivitätswachstum auf der sektoralen Ebene, wenn einzelne Unternehmen durch Prozessinnovationen eine höhere Produktivität erreichen können. Die sektorale Produktivität erhöht sich aber auch dann, wenn (c. p.) ein Unternehmen mit einer überdurchschnittlichen Produktivität schneller wächst als ein Unternehmen mit einer unterdurchschnittlichen Produktivität.

Außerdem verändern Markteintritte die sektorale Produktivität. Wenn neue Unternehmen eine überdurchschnittliche Produktivität aufweisen, so wird auch die sektorale Produktivität höher ausfallen. Schließlich können Marktaustritte zu Produktivitätszuwächsen auf der sektoralen Ebene führen. Sind Unternehmen vom Marktaustritt betroffen, die im Vergleich zu den anderen Unternehmen im Markt geringe Produktivität aufweisen, so wird die sektoralen Produktivität steigen.

Liegen Mikrodaten vor, so kann mit einer geeigneten Dekomposition untersucht werden, welchen Beitrag diese vier Effekte zum Wachstum der totalen Faktorproduktivität beitragen. In einer Studie der OECD wird für einige Länder gezeigt, wie sich die Situation im verarbeitenden Gewerbe darstellt (vgl. OECD (2003)). Deutlich wird, dass die vier Effekte in den betrachteten Ländern einen sehr unterschiedlichen Einfluss haben.

Die Produktivitätszuwächse der etablierten Unternehmen spielen in aller Regel die wichtigste Rolle. Zudem zeigt sich, dass der Markteintritt und der Marktaustritt meistens einen positiven Beitrag zum Wachstum der Totalen Faktorproduktivität liefern. Allerdings ist es auffallend, dass die beiden Effekte in einigen Fällen einen negativen Beitrag leisten (Frankreich und USA bzw. Niederlande). Folglich weisen neu eintretende Unternehmen eine unterdurchschnittliche Produktivität bzw. die aus dem Markt tretenden Unternehmen eine überdurchschnittliche Produktivität auf.

Dieses Phänomen mag im ersten Moment Erstaunen hervorrufen. Der Grund hierfür liegt aber auf der Hand: Die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen ist offensichtlich nicht nur durch die Produktivität bestimmt. Vielmehr spielen auch andere Parameter des Wettbewerbs eine Rolle.

Aufgrund von Datenrestriktionen kann die Dekomposition für das deutsche verarbeitende Gewerbe nicht durchgeführt werden. Eine Analyse auf der Basis von Arbeitsproduktivitäten zeigt aber, dass in

Deutschland im Zeitraum von 1992 bis 1997 nur die Produktivitätszuwächse der etablierten Unternehmen zu einem Produktivitätswachstum auf sektoraler Ebene geführt haben. Die Verschiebung von Marktanteilen und der Austritt von Unternehmen liefern jeweils einen negativen Beitrag. Daraus sollte, wie vorhin schon implizit angesprochen, nicht gefolgert werden, dass in Deutschland in der Tendenz wettbewerbsfähige Unternehmen Marktanteile verlieren bzw. gänzlich den Markt verlassen müssen. Offensichtlich spielen andere Faktoren eine Rolle, die es den Unternehmen ermöglichen im Markt zu verbleiben bzw. zu wachsen. Hinzuweisen ist nochmals darauf, dass Produktinnovationen und somit der Qualitätswettbewerb hier eine Rolle spielen können.

In der Studie der OECD (2003) werden darüber hinaus verschiedene Dienstleistungssektoren betrachtet. Bei den durchgeführten Dekompositionen für die Arbeitsproduktivität zeigt sich, dass die Produktivitätszuwächse der etablierten Unternehmen im Großen und Ganzen die treibende Kraft für Zuwächse der Arbeitsproduktivität auf der sektoralen Ebene sind. Allerdings liegt in den betrachteten Ländern und Dienstleistungssektoren keine einheitliche Entwicklung vor.

Demnach können Produktivitätszuwächse sehr unterschiedlich begründet werden. Es zeigt sich ferner, dass neue Unternehmen eine wichtige Rolle spielen können, dies aber nicht uneingeschränkt der Fall ist. Dieses Ergebnis wird zum Beispiel auch durch eine Studie von Wong (2005) bestätigt. Gesamtwirtschaftliches Wachstum ist durch Existenzgründungen nur dann zu erwarten, wenn es sich um Unternehmen mit bestimmten Charakteristika handelt. Ebenfalls sehr differenziert wird in Fritsch/Mueller 2004 der Effekt von Neugründungen diskutiert.

Die Rolle der Wirtschaftsstruktur

Zu Beginn des neuen Jahrtausends hat sich eine deutliche Produktivitätslücke zwischen den USA und Europa aufgetan (vgl. z.B. McGuckin/van Ark (2005)). Eine nach Wirtschaftszweigen disaggregierte Analyse zeigt, dass die Produktivitätsentwicklungen in einigen wenigen Wirtschaftszweigen der Wirtschaft hierfür verantwortlich sind und nicht die gesamte Volkswirtschaft. McGuckin/Spiegelman/van Ark (2005) stellen fest, dass vor allem die Entwicklung im Einzelhandel bedeutsam ist.[65] Den Hintergrund für diese Entwicklung sehen die Autoren darin, dass in den USA in dem genannten Zeitraum eine starke Entwicklung hin zu größeren Einheiten zu verzeichnen ist. In dem Zeitraum wurden sehr große Einkaufszentren errichtet, was nach Meinung von McGuckin/Spiegelman/van Ark (2005) die drastischen Entwicklungsunterschiede in den USA und Europa erklären könnte. Zudem wird von den Autoren die zunehmend intensive Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien als weiterer Grund angeführt.

[65] Vgl. auch Gordon (2004).

Sollte eine derartige Entwicklung in Europa – aus welchen Gründen auch immer – nicht einsetzen, so wird sich die Produktivitätslücke, die alleine durch den Einzelhandel generiert wird, nicht schließen lassen.

Was exemplarisch für die Rolle des Wirtschaftszweiges Einzelhandel gilt, kann in einem umfassenderen Kontext gesehen werden. Volkswirtschaften und insbesondere Wirtschaftsstrukturen unterscheiden sich aus unterschiedlichen Gründen. Dabei sind historische, politische, kulturelle, geographische und andere Faktoren relevant. Einige Volkswirtschaften weisen z.B. stärkere low-tech-Wirtschaftsbereiche auf als andere. Folglich werden für Länder mit unterschiedlichen Wirtschaftsstrukturen in aller Regel nicht die gleichen innovationspolitischen Forderungen zu stellen sein.

Diffusion von Innovationen

Eine disaggregierte Analyse erlaubt darüber hinaus eine Diskussion der Wirkungen von „general purpose technologies". Viele neue Technologien finden – sofern sie nicht nur dem Konsum dienen – nur in einem Wirtschaftszweig Verwendung. Dies ist bei GPTs nicht der Fall. Hier wird davon ausgegangen, dass nach einem Diffusionsprozess, der allerdings viel Zeit in Anspruch nehmen kann, alle Wirtschaftszweige diese Technologie anwenden. Die Informations- und Kommunikationstechnologien sind ein Beispiel hierfür.

Die Besonderheiten, die derartige Technologien mit sich bringen, diskutieren Carlaw/Lipsey (2002). Insbesondere stellen sie die Frage, inwieweit Totale Faktorproduktivitäten geeignet sind, dass Innovationsgeschehen in Ökonomien zu messen, wenn davon ausgegangen werden muss, dass GPT sich (noch) ausbreiten.

8.7 Fokus Friktionen auf Faktor- und Produktmärkten

In Kapitel 3 wurde gezeigt, dass die Wirkung von Innovationen erheblich davon abhängt, ob von geräumten Faktormärkten und Produktmärkten ausgegangen werden kann. Eine Wirkungskette ist in diesem Fall relativ einfach auszumachen, da sich dann Prozessinnovationen unmittelbar in Produktivitätsfortschritte niederschlagen, die zu einem Wachstum der gesamtwirtschaftlichen Produktion führen. Erläutert wurde, dass vor dem Hintergrund dieser Argumentation nicht mit positiven Beschäftigungswirkungen durch Innovationen zu rechnen ist, da bei geräumten Arbeitsmärkten eine Innovation zwar strukturelle Beschäftigungseffekte zur Folge hat, nicht aber einen Niveaueffekt, da per definitionem bei geräumten Arbeitsmärkten Vollbeschäftigung herrscht.

Diese Sicht der Dinge ist in der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur weit verbreitet. Insbesondere geht die Wachstumstheorie von geräumten Faktormärkten aus. Situationen der Unterbeschäftigung werden üblicherweise nicht betrachtet. Die Begründung hierfür liegt auf der Hand: Da wachstumsthe-

oretische Modelle auf langfristige Entwicklungen und langfristige Gleichgewichte ausgerichtet sind, wird davon ausgegangen, dass Friktionen auf dem Arbeitsmarkt nur von kurzer Dauer sind.

Die Realität zeigt allerdings, dass Arbeitslosigkeit in den meisten Industriestaaten kein temporäres Problem darstellt. Von daher ist zu erwarten, dass Innovationen Produktivitätsfortschritte generieren, die die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen stärken und somit Wachstum und Beschäftigung schaffen können. Wie bereits ausgeführt, hängen die Wachstumseffekte sowie die Beschäftigungseffekte erheblich von den Bedingungen auf den nationalen und internationalen Produktmärkten ab. Vor allem spielen dann – im Falle von Prozessinnovationen – Preiselastizitäten sowie – im Falle von Produktinnovationen – Qualitätselastizitäten eine wichtige Rolle.

Eine Diskussion der Wirkungen von Bildung und Forschung auf Innovation, Produktivität und Wachstum verstärkt unter diesen Prämissen nochmals die Komplexität der Untersuchung. Eine Studie, die diese Aspekte berücksichtigt, wäre wünschenswert, da – wie erläutert – die Wirkung von Bildung und Forschung erheblich davon abhängt, wie Faktormärkte und Produktmärkte organisiert sind. Eine derartige Analyse dürfte aber vor allem deshalb sehr schwierig werden, weil es keine wegweisenden theoretischen Modelle gibt, die als Ausgangspunkt gewählt werden können.[66]

8.8 Epilog

Grundsätzliche Bemerkungen

Die Beiträge von Forschung und Entwicklung zu Innovation, Produktivität und Wachstum sind vielfältig und komplex. Die Darlegungen in den ersten drei Teilen der Untersuchung sowie in Abschnitt 8.2 zeigen, dass zwar eine wesentliche Wirkungskette existiert, allerdings viele andere Faktoren und Rückwirkungen gleichfalls eine wichtige Rolle spielen. Zudem offenbart der Ansatz der Innovationssysteme, dass sehr unterschiedliche Akteure und Akteursgruppen an Innovationsprozessen und ihrem Erfolg beteiligt sind. Insbesondere spielt ihre Vernetzung untereinander eine wesentliche Rolle.

Das zentrale Fundament für den Erfolg von Innovationsprozessen und damit auch für Wirkung auf Produktivität und Wachstum ist das Humankapital. Die zweite wesentliche Säule ist Forschung und Entwicklung in den Unternehmen, aber auch im öffentlichen Sektor, also in Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen.

In einem marktwirtschaftlichen System kann unter bestimmten Bedingungen davon ausgegangen werden, dass sich durch Angebot und Nachfrage sowie die Preisbildung Marktergebnisse einstellen,

[66] Dies zeigt sich z.B. auch in dem sehr umfassenden Lehrbuch zur Arbeitsmarktökonomik von Wolfgang Franz (Franz (2003)). Zwar existiert ein Abschnitt zum Thema technischer Fortschritt und Beschäftigung, doch werden im engeren Sinne keine theoretischen Grundlagen präsentiert.

die aus wohlfahrtstheoretischer Sicht optimal sind. Bei Bildung und Forschung sind allerdings auch Spillovers sowie bestimmte Formen des Marktversagens im Spiel, so dass in jedem Fall Begründungen für Eingriffe des Staates vorhanden sind.

Das Wachstum einer Ökonomie hängt aber nicht nur davon ab, inwieweit Innovationen durch Forschung und Entwicklung generiert werden. Vielmehr spielt eine Rolle, wie durch Investitionen und einem vermehrten Einsatz von Arbeit Wachstum geschaffen werden kann.

In dieser Untersuchung wurde sehr stark auf die grundlegenden Zusammenhänge, auf die Bedeutung von Bildung und Forschung und Entwicklung sowie auf die Rolle der Markt- und Wirtschaftsstruktur fokussiert. Darüber hinaus spielen auch andere Aspekte eine wichtige Rolle, die hier nur kurz genannt sein sollen.

Finanzierung von Innovationen

Schumpeter (1911/1993) hat bereits auf die Bedeutung des Bankensystems für die Durchsetzung „neuer Kombinationen“ hingewiesen. Viele weitere der zuvor zitierten Studien verweisen ebenfalls auf die Bedeutung des Finanzsektors. Zudem wird im Rahmen der Wachstumstheorie die Bedeutung von Venture Capital (VC) diskutiert (vgl. Keuschnigg (2004)).

Für die Finanzierung von FuE-Projekten sowie für die Markteinführung neuer Produkte und Prozesse benötigen die Unternehmen Finanzierungsquellen. Für Großunternehmen ist dies in aller Regel kein größeres Problem, da sie im größeren Umfang FuE-Aktivitäten intern finanzieren. Hingegen ist für KMU die Erschließung von Finanzierungsquellen schwieriger (vgl. z.B. O'Sullivan (2005)). Mit theoretischen Modellen, bestätigt durch Befragungen, kann gezeigt werden, dass KMU bei Banken in aller Regel ungünstige Konditionen erhalten. Ebenfalls spielt ein zweiter Aspekt eine Rolle: In einigen Ländern existiert eine sehr lange Traditionen des Trennbankensystems. Dies ist in Deutschland nicht der Fall. Die Frage ist, welche Bedeutung VC-Gesellschaften für Innovationsprozesse haben.

Informations- und Kommunikationstechnologien

Nachdem vor einigen Jahren noch gefragt wurde, wo sich die Produktivitätsfortschritte durch die Einführung von neuen Informations- und Kommunikationstechnologien zeigen, wird zunehmend die Bedeutung dieser Technologien für Produktivität und Wachstum gesehen. Sie sind deshalb von besonderer Bedeutung, da diese GPT nicht nur in einem Wirtschaftszweig relevant sind, sondern letztlich in allen Wirtschaftszweigen einer Ökonomie. Deshalb sollte diese Technologie in stärkerem Interesse stehen als andere, da sie – wie im Abschnitt 8.6 angesprochen – nachhaltig Wirtschaftsstrukturen

verändert hat oder unter Umständen noch verändern wird und einen Produktivitätsschub auslösen kann.[67]

Weitere Aspekte

Darüber hinaus konnten im Rahmen der Untersuchung einige Aspekte nur am Rande berücksichtigt werden:

- Demographischer Wandel:

  In einigen Modellen, vor allem in den Modellen der Wachstumstheorie, wird das Bevölkerungswachstum berücksichtigt. Dies ist eine wichtige Dimension des demographischen Wandels. Bedeutsam ist aber auch die Altersstruktur, die bei Veränderungen nachhaltig auf das Innovationsgeschehen und somit auf das Wachstum einer Volkswirtschaft wirken kann.

- Außenwirtschaftliche Einflüsse:

  Im Rahmen dieser Untersuchung wurden nur am Rande die Auswirkungen der Veränderungen der außenwirtschaftlichen Rahmenbedingungen und der Globalisierung betrachtet. Der Erfolg von Innovationsaktivitäten hängt aber vor dem Hintergrund der wettbewerbspolitischen Perspektive stark von den Strukturen des internationalen Wettbewerbs ab.

- Konjunkturelle Einflüsse:

  Die dargestellten Zusammenhänge sind auch vor dem Hintergrund konjunktureller Entwicklungen zu sehen. Sie können den Erfolg oder Misserfolg von Innovationsaktivitäten durchaus überlagern. Andererseits geht es aber auch darum, Innovationsaktivitäten im konjunkturellen Verlauf zu analysieren.[68]

- Soziale, kulturelle und politische Faktoren:

  An verschiedenen Stellen, insbesondere im Kontext der Darstellung des Ansatzes der Innovationssysteme, wurde angedeutet, dass die sozialen, kulturellen und politischen Faktoren eine große Bedeutung haben. Auch auf diese Aspekte wurde im Rahmen der Untersuchung nur am Rande eingegangen, da sie sich einerseits einer formalen theoretischen Analyse und andererseits der empirischen Untersuchung oftmals entziehen.

Jeder dieser Aspekte rechtfertigt eine eigene umfangreiche Analyse, die an dieser Stelle nicht geleistet werden kann und soll.

[67] Vgl. hierzu nochmals McGuckin/Spiegelman/van Ark (2005) und Gordon (2004).

[68] Vgl. hierzu auch Rammer et al. (2004).

Fazit

Die Innovations- und Wachstumsforschung hat sehr umfangreiche, aber auch sehr heterogene Erkenntnisse geliefert. Insgesamt kommt man zum Ergebnis, dass viele Prozesse differenziert zu betrachten sind, so dass auch keine globalen und allgemein gültigen Aussagen getroffen werden können. Die vorliegende Untersuchung offenbart deshalb die Bandbreite der verschiedenen Ansätze, kann aber nicht im Einzelnen alle Ergebnisse dieser Forschungsrichtung dokumentieren. Trotz der Fülle an Ergebnissen bleiben einzelne offene Fragen, deren sich die Innovationsforschung annehmen sollte (vgl. hierzu das nächste Kapitel 9). Trotz einiger widersprüchlicher Ergebnissen lassen sich innovationspolitische Empfehlungen abgeleiten. Die Aussagen, die vor dem Hintergrund des Wissens über Innovation und Wachstum getroffen werden können, sind in Kapitel 10 dargestellt.

9 Herausforderungen für die Innovationsforschung

9.1 Prolog

Die nationale und internationale Innovationsforschung hat, insbesondere in den zwei letzten Jahrzehnten, dazu beigetragen, dass heute die Zusammenhänge zwischen Forschung und Entwicklung, Produktivität und Wachstum zum Teil gut verstanden werden. Die zusammenfassenden Ergebnisse des vorherigen Kapitels 8 zeigen, dass ein Fundament in der Innovationsökonomik vorliegt, auf dem aufbauend innovationspolitische Empfehlungen abgeleitet werden können. Diese sind Gegenstand des Kapitels 8.

Dennoch ist die Innovationsökonomik kein abgeschlossenes Forschungsfeld. Grund hierfür ist, dass entweder die theoretischen Grundlagen, die heute vorliegen, nicht ausreichen oder für empirische Untersuchungen die notwendigen Daten nur unvollständig oder unzureichend erhoben werden können. Zudem klafft häufig, wie in den drei ersten Teilen der Untersuchung ausgeführt, eine Lücke zwischen Theorie und Empirie.

Theoretische wie empirische Beiträge zur Innovationsforschung sind die Grundlagen zum Verständnis von Innovationsprozessen und gesamtwirtschaftlichen Wachstumsprozessen. Zur Beurteilung konkreter Innovationssysteme bedarf es aber auch eines ausgefeilten Systems von Indikatoren, das zuverlässig über den Stand der Innovationsfähigkeit, die vermutliche Entwicklung des Innovationssystems und damit mögliche Gefahren durch eine nachlassende Innovationskraft für die wirtschaftliche Entwicklung informiert. Die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit hat in dieser Hinsicht in den letzten Jahren sehr gute Dienste geleistet. Wie sie, auch vor dem Hintergrund aktueller theoretischer Entwicklungen, weiterentwickelt werden kann, gilt es zu diskutieren.

Schließlich muss unterstrichen werden, dass eine tragfähige nationale Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit voraussetzt, dass wissenschaftliche Organisationen intensiv Informationen zum Innovationssystem zusammentragen und auswerten. Nützliche Empfehlungen für die Politik sind aus einer technologischen Berichterstattung nur dann zu generieren, wenn ein starkes Fundament in der nationalen Innovationsforschung vorhanden ist.

9.2 Theorielücken füllen

Die Ausführungen in den ersten drei Teilen der Untersuchung zeigen, dass die Zusammenhänge zwischen Bildung, Forschung, Innovationen, Produktivität und Wachstum sehr komplex sind. Trotz der

zahlreichen theoretischen und empirischen Studien ergibt sich (noch) kein geschlossenes Bild, das in jedem Fall abschließende und uneingeschränkt belastbare Aussagen erlaubt.

Es muss festgehalten werden, dass

- auf der makroökonomischen Ebene abstrakte Modelle dominieren, die im Hinblick auf die Modellierung von Faktor- und Produktmärkten durchaus als realitätsfern angesehen werden können,
- für die mesoökonomische Ebene keine geschlossenen theoretischen Beiträge vorliegen, obwohl die Mesoebene eine günstigere Ausgangsebene darstellt als die Makroebene und
- für die mikroökonomische Ebene viele Theorien zu finden sind, die den begrenzten Rahmen der Unternehmung nicht verlassen.

Folglich wäre es wünschenswert, wenn weitere theoretische Modelle entwickelt werden würden. Insbesondere wären Modelle hilfreich, die auch die Beschäftigungswirkungen von Innovationen umfassend abbilden können. Zudem erscheint eine engere Verzahnung von Mikro-, Meso- und Makrostudien angebracht.

Zudem dominieren in der Theorie weiterhin Ansätze, die Prozessinnovationen betrachten. Produktinnovationen spielen nicht die Rolle, die ihnen eingeräumt werden sollte. Vor allem vor dem Hintergrund, dass die zunehmende Bedeutung des Qualitätswettbewerbs relativ zum Preiswettbewerb gesehen wird, wäre eine stärkere Fokussierung auf die Frage, wie durch Forschung und Entwicklung Produktinnovationen geschaffen werden können, von großem Interesse. Gleiches gilt für die Frage, welche spezifischen Wirkungen Produktinnovationen auf das qualitative und quantitative Wachstum sowie die Beschäftigung haben. Insbesondere stellt sich die Frage, wie der Ansatz des „growth accounting“ vor dem Hintergrund von Produktinnovationen weiterentwickelt werden kann.

Des Weiteren ist die relevante theoretische Literatur stark durch neoklassische Annahmen geprägt. Somit wird in weiten Teilen der Literatur von geräumten Märkten ausgegangen, so dass in der Folge keine Marktungleichgewichte existieren. Es wird in aller Regel auch auf die Modellierung von Marktmacht verzichtet. Beide Annahmen sind in wachstumstheoretischen Modellen, die sehr lange Fristen im Blickwinkel haben, unter Umständen begründbar. In der kurzen Frist erscheinen sie aber wenig gerechtfertigt. Folglich wäre wünschenswert, wenn theoretische Grundlagen geschaffen werden würden, die diese strikten Annahmen abmildern.

Die Innovations- und Wachstumsforschung arbeitet sehr stark mit kleinen und überschaubaren Modellen. Dies bietet vielfach die Möglichkeit, mit den Methoden der Mathematik allgemeingültige Lösungen zu bestimmen. wofür allerdings restriktive Annahmen in Kauf genommen werden müssen. In anderen Bereichen der Ökonomik haben komplexe empirisch fundierte Modellierungsansätze Einzug gehalten, so zum Beispiel im Bereich der Umweltökonomik. Speziell in diesem Bereich werden die

Wirkungen von umweltpolitischen Maßnahmen auf die Wirtschaft und die Umwelt relativ detailliert modelliert und analysiert. Grundlage derartiger Untersuchungen sind u.a. angewandte Gleichgewichtsmodelle oder auch disaggregierte ökonometrische Modelle. Im Bereich der Innovations- und Wachstumsforschung haben derartige Modelle bislang keinen großen Einfluss. Zu vermuten ist allerdings, dass auch in diesem Bereich komplexere Modellierungen zur Analyse der Zusammenhänge zwischen Innovation und Wachstum sowie zur Analyse innovationspolitischer Maßnahmen hilfreich sein können.

9.3 Empirie und Theorie stärker verknüpfen

Ein großer Teil der empirischen Untersuchungen leidet unter der unzureichenden theoretischen Fundierung. Dies liegt vor allem daran, dass die theoretischen Grundlagen insgesamt für empirische Untersuchungen ungünstig sind. Hinzu kommt, dass in vielen Fällen die Datenqualität begrenzt ist. Zudem hängen die Ergebnisse durchaus von den verwendeten ökonometrischen Methoden ab.

9.4 Datengrundlagen erweitern und verbessern

Grundlage empirischer Untersuchungen sind Daten. Für innovationsökonomische Untersuchungen stellt die Beschaffung allerdings vielfach ein großes Problem dar. Wie die Ausführungen in den ersten drei Teilen der Untersuchung gezeigt haben, sind Innovationsprozesse sehr komplex. Innovationsprozesse müssen deshalb teilweise als eine „black box“ verstanden werden. Um aber dennoch Innovationsprozesse beschreiben zu können, werden Input- und Outputvariablen bestimmt, die als Proxy-Variablen anzusehen sind. Aus diesem Grund kommen sehr viele Variablen potentiell für innovationsökonomische Untersuchungen in Frage.

Die Erhebung der entsprechenden Daten stellt in aller Regel ein größeres Problem dar. Für Unternehmen ist es zum Beispiel wesentlich einfacher, ihren Umsatz oder ihre Zahl der Beschäftigten anzugeben als die Ausgaben für Forschung und Entwicklung oder den Anteil des Umsatzes, der auf neu eingeführte Produkte fällt. Der Stifterverband erhebt seit Jahrzehnten Daten für weite Bereiche des produzierenden Gewerbes. Mit dem Mannheimer Innovationspanel, das vom Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) aufgebaut wurde und betrieben wird, sowie Datensammlungen anderer Institute stehen für Deutschland Datenquellen zur Verfügung, die – mehr oder weniger – zugänglich sind. Mikro-Datensätze dieser Art sind für die – zunehmend bedeutsam werdenden – mikroökonometrischen Untersuchungen eine zentrale Grundlage und sollten gepflegt und fortgeführt werden.

Das Mannheimer Innovationspanel ist in ein System von europäischen Paneldatensätzen eingebunden. Wünschenswert ist, dass derartige Datensätze möglichst bald für eine größere Zahl von Staaten zur

Verfügung stehen, damit auf der Basis von Mikrodaten umfangreichere und intensivere Vergleiche zwischen wichtigen Industriestaaten vorgenommen werden können.

Des Weiteren bilden auf der sektoralen und auf der makroökonomischen Ebene verschiedene Quellen die Grundlage für empirische Untersuchungen. Für internationale Vergleiche sind vor allem Eurostat- und OECD-Statistiken von großer Bedeutung. Dies wird sich in Zukunft auch voraussichtlich nicht ändern. Allerdings dürften auch von anderen Organisationen entwickelte Datenbanken an Bedeutung gewinnen. Zu nennen ist in diesem Zusammenhang die Datenbank, die im Rahmen des Projektes EU KLEMS entwickelt wird und als Grundlage für internationale Innovations-, Produktivitäts- und Wachstumsvergleiche dienen soll.[69] Anstrengungen, die zur Verbreiterung der Datenbasis und insbesondere zu einer besseren Vergleichbarkeit führen, sind zu begrüßen.

Eine positive Entwicklung ergibt sich in Deutschland durch den zunehmend einfacheren Zugang zu Mikrodaten. Durch die Schaffung von Forschungsdatenzentren besteht zunehmend die Möglichkeit, kurzfristig und kostengünstig auf umfangreiche Mikro-Datensätze zurückzugreifen. Für die Innovationsforschung bieten die hierdurch zugänglichen Datensätze für einige Fragestellungen interessante Perspektiven. Da aber innovationsökonomisch relevante Tatbestände im engeren Sinne nur in einigen Statistiken (z.B. Kostenstrukturstatistik) berücksichtigt werden, wird sich die Innovationsforschung auch in Zukunft auf anderweitig erhobene Daten oder spezielle Erhebungen im Rahmen von Evaluierungen von Förderprogrammen stützen.

Insgesamt zeichnet sich ab, dass in absehbarer Zeit zunehmend mehr Datenquellen zur Verfügung stehen werden. Allerdings ist die Innovationsforschung auch darauf angewiesen, dass die Qualität der Datensätze steigt und sich andere Rahmenbedingungen verbessern. Zu nennen sind die folgenden Punkte:

- Um aktuelle Entwicklungen analysieren und Prognosen abgeben zu können, ist es notwendig, dass Daten möglichst frühzeitig verfügbar sind.
- Klassifikationen spielen bei allen Datensätzen eine wichtige Rolle. In aller Regel sind in größeren Zeitabständen Revisionen der Klassifikationen aus inhaltlichen Gründen heraus notwendig. Dies führt allerdings allzu oft dazu, dass Analysen über lange Zeiträume nicht möglich sind. Von daher ist es wünschenswert, dass bei Veränderungen von Klassifikationen stets Rückrechnungen vorgenommen werden.
- In quasi allen Bereichen der amtlichen Statistik sind auf internationaler und vor allem europäischer Ebene Harmonisierungen vorgenommen worden oder sie werden angestrebt (z.B. durch das Europäische System der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen, aber auch durch die Festlegungen in

[69] Vgl. www.euklems.net.

den OECD-Handbüchern zur Messung von FuE-Aktivitäten (Frascati-Handbuch, vgl. OECD (2002a)), von Innovationsaktivitäten (Oslo-Handbuch, vgl. OECD (1997)) oder von Produktivität (vgl. OECD (2001)). Diese Entwicklung ist sehr zu begrüßen. Allerdings ist dieser Prozess noch lange nicht abgeschlossen.

- Daten sollten wissenschaftlichen Einrichtungen möglichst kostenlos zur Verfügung stehen.
- Die Schaffung einer leicht zugänglichen Datenbank, die alle innovationsökonomisch relevanten Daten umfasst, wäre wünschenswert.

9.5 Kontinuierliche Berichtssysteme zur Technologischen Leistungsfähigkeit

Um eine rationale Innovationspolitik betreiben zu können, sind zwei Voraussetzungen notwendig. Zum einen wird ein theoretisches und empirisches Fundament benötigt. Anmerkungen dazu erfolgten im vorherigen Abschnitt. Zum anderen bedarf es einer kontinuierlichen Berichterstattung, die deutlich macht, in welchem Umfang und in welchen Bereichen Stärken und Schwächen vorliegen.

Ein Berichtswesen wie die Berichterstattung zur Technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands stellt einen mehrstufigen Prozess dar, der folgende Punkte umfasst:

- Indikatoren sammeln

  Die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes kann nicht an einem einzigen Indikator festgemacht werden.[70] Die Facetten eines Innovationssystems können dann erfasst werden, wenn eine Vielzahl von Indikatoren bestimmt werden. Folglich geht es nicht darum, nur die unmittelbar als wichtig erachteten Indikatoren wie zum Beispiel die Forschungsintensität oder die Zahl der Patente zu bestimmen. Es geht auch darum, Indikatoren zusammenzustellen, die mittelbar Aussagen über das Innovationssystem geben.

  Es sollte versucht werden, die Indikatoren zu bestimmen, die vor dem Hintergrund theoretischer Ansätze von Bedeutung sein könnten. Insbesondere die neue Wachstumstheorie liefert Evidenz für bestimmte Einflüsse (z.B. die Zeitpräferenzrate), für die der Versuch einer Erfassung unternommen werden sollte.

[70] Den Umfang kann man schon an der großen Zahl der Indikatoren abschätzen, die im Rahmen der Berichterstattung zur Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands betrachtet werden.

- Auswählen wichtiger Indikatoren

  Da es nicht „den“ Indikator gibt, der die technologische Leistungsfähigkeit in ihrer Gänze erfasst, müssen aus der großen Zahl der zuvor gesammelten Indikatoren die wesentlichen Indikatoren ausgewählt werden. Gegebenenfalls müssen einzelne Indikatoren zu Subindikatoren zusammengefasst werden. Dazu bieten sich verschiedene statistische Verfahren an.

- Stärken- und Schwächen-Analyse und Bestimmung von bottlenecks

  Ein umfangreiches Indikatorensystem erlaubt die Bestimmung von Stärken sowie Schwächen des Innovationssystems, insbesondere wenn die Indikatoren für mehrere Länder vorliegen, die im Wettbewerb mit Deutschland stehen.

  Eine Betrachtung einer großen Zahl von Indikatoren erlaubt zudem sog. „Flaschenhälse“ („bottlenecks“) ausfindig zu machen. Rankings werden häufig als Basis für den Vergleich von Innovationssystemen gewählt. Zu Grunde gelegt werden dann meistens durch eine Durchschnittsbildung bestimmte Rangfolgen. Zur Anwendung kommen dabei oftmals (gewichtete) Durchschnitte über eine größere Zahl von Sub-Indikatoren. Ein derartiges Ranking kann hilfreich sein, möglicherweise aber auch falsche Signale aussenden. Die theoretischen Untersuchungen zeigen, dass unter Umständen bestimmte Faktoren grundlegend sind und damit nicht durch andere kompensiert werden können. Ein Flaschenhals kann dazu führen, dass ein Innovationssystem bei einem klassischen Ranking in weiten Bereichen als sehr gut eingeschätzt wird, aber aufgrund eines Indikators, der allerdings grundlegend ist, eigentlich als mangelhaft einzustufen ist. Beispiel: Ein Land, das über ein hervorragendes Bildungs- und Forschungssystems verfügt, nicht aber über Unternehmergeist und Unternehmertum, wird trotz der vielen positiven Seiten nicht als innovativ zu bezeichnen sein.

- Frühwarnsystem

  Die zahlreichen Indikatoren, die für die verschiedenen Bereiche ermittelt werden, können danach sortiert werden, zu welchem Zeitpunkt sie im Innovationsprozess relevant werden. Wenn die vorliegende Studie zu dem Ergebnis kommt, dass – anknüpfend an die Ergebnisse der PISA-Studie – die schulischen Leistungen deutscher Schüler ungünstig ausfallen, dann ist zu erwarten, dass sich dieser Tatbestand erst mit einer gewissen Verzögerung auf die Innovationsergebnisse der deutschen Volkswirtschaft auswirkt. Andere Indikatoren, wie zum Beispiel der Marktanteil, der mit innovativen Produkten realisiert wird, zeigen auf, welche Probleme unmittelbar vorliegen. Somit kann und sollte ein Indikatorensystem wie die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit in

der Art aufgebaut werden, dass es als Frühwarnsystem dient, welches aktuelle Strukturen und die Dynamik darstellt.[71]

- Benchmarking

  Schließlich sollte die Gestaltung des Indikatorensystems ein internationales Benchmarking zulassen. Dies ist allerdings vor dem Hintergrund der Verfügbarkeit von Daten ein schwieriges Unterfangen. Zudem sind Best-practise-Analysen als Fortführung denkbar.

Die Berichterstattung zur „Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands" verfolgt diese Ziele. Sie kann damit als eine wesentliche Grundlage für innovationspolitische Entscheidungen dienen. In Zukunft wird es darum gehen, die Berichterstattung vor dem Hintergrund neuer theoretischer Entwicklungen zu erweitern und aufgrund der zunehmend verfügbaren Daten zu ergänzen.

9.6 Epilog

Die Innovationsforschung in Deutschland hat in den letzten Jahrzehnten gute Dienste geleistet. Es ist ein tragfähiges Fundament für das Verständnis von Innovation und Wachstumsprozessen entstanden. Damit werden wertvolle Diskussionsbeiträge zur Formulierung von Innovationspolitik geboten. Gleichwohl sind in der theoretischen und empirischen Innovationsforschung Weiterentwicklungen wünschenswert, auch im Hinblick auf die Fragen, mit denen sich die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit auseinander setzen muss. Wünschenswert ist, dass sich die eher theoretische Innovationsforschung an den deutschen Hochschulen und Forschungsinstitutionen stärker empirischen Problem widmet. Umgekehrt ist sicherlich auch eine stärkere Befruchtung der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit durch die theorieorientierte Wissenschaft nicht von Nachteil.

Die deutsche Innovationsökonomik ist – im Vergleich zu anderen Teilbereichen der Wirtschaftswissenschaften – im internationalen Vergleich gut aufgestellt. Dabei ist die Innovationsforschung in Deutschland eher dezentral organisiert. Innovationsökonomik wird an verschiedenen Universitäten (z.B. LMU München, Universität Jena, Universität Wuppertal, Universität Mannheim) intensiv betrieben, ebenso wie an verschiedenen Wirtschaftsforschungsinstituten (z.B. ZEW, NIW, DIW) und anderen Forschungsinstituten (z.B. ISI Karlsruhe, MPI Jena). Einerseits fördert dies den Wettbewerb, andererseits sind damit die Kompetenzen in Deutschland nicht so stark gebündelt wie in anderen Ländern. Das MERIT in den Niederlanden, SPRU in Großbritannien oder auch DRUID in Dänemark

[71] Methodische Analogien zur Formulierung von Konjunkturindikatoren (vgl. hierzu z.B. Oppenländer et al. (1996)) können Anregungen für eine entsprechende Systematik von innovationssystemrelevanten Indikatoren bieten.

sind Institute, die in der Tendenz auf nationaler aber auch internationaler Ebene stärker wahrgenommen werden als die deutschen Organisationen, die in der Innovationsforschung tätig sind.

10 Herausforderungen für die deutsche Innovationspolitik

10.1 Prolog

Kernbotschaften

In letzter Zeit sind mehrere Studien vorgelegt worden, die sich mit einzelnen Facetten der Bedeutung von Bildung, Forschung und Entwicklung für Innovation, Produktivität und Wachstum beschäftigen und Empfehlungen für die (deutsche bzw. europäische) Wirtschaftspolitik im Allgemeinen und Innovationspolitik im Speziellen abgeben.[72] Das Anliegen des vorliegenden Gutachtens ist es, anknüpfend an theoretische wie empirische Beiträge der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur, ein möglichst umfassendes Bild zu zeichnen, wie durch staatliche Intervention Forschung und Entwicklung einen größeren Beitrag zu Produktivität, Wachstum und Wohlstand leisten kann. Von daher werden nachfolgend, nach sechs zentralen Themenbereichen geordnet, wirtschafts- und vor allem innovationspolitische Empfehlungen zusammengetragen, die sich unmittelbar aus den vorherigen Überlegungen der Kapitel I bis III ergeben. Diese Bereiche von Empfehlungen lassen sich durch die folgenden Kernbotschaften überschreiben:

1. Humankapital durch Bildung massiv aufbauen
2. Forschung und Entwicklung intensivieren
3. Wissen in Produktivitätszuwächse und neue Produkte umsetzen
4. Regionale, nationale und internationale Vernetzung stärken
5. Faktor- und Produktmärkte innovationsfreundlich gestalten
6. Ein innovations- und wachstumsfreundliches Klima schaffen

Begründungen für staatliches Handeln

Hinter den Kernbotschaften verbergen sich zum Teil umfangreiche Kataloge von Handlungsempfehlungen. Trotz ihrer Unterschiedlichkeit liegt allen Empfehlungen ein Kalkül der rationalen Wirt-

[72] Vgl. z.B. das Gutachten des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Lage (Sachverständigenrat (2002)), die „Agenda for a Growing Europe“ (der sog. Sapir-Report, vgl. Sapir et al. (2004)), das im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit vom Rheinisch-Westfälischen Institut für Wirtschaftsforschung erstellte Gutachten zu den Beschäftigungswirkungen von Forschung und Innovation (RWI (2005)), die Empfehlungen der Deutsch-Französischen Gruppe der Sachverständigen (German-French Council of Economic Advisors (2004)), das Gutachten des DIW Berlin und des ZEW zu Innovationsbarrieren und zur internationalen Standortmobilität im Auftrag der IG BCE, der Chemieverbände Rheinland-Pfalz und der BASF Aktiengesellschaft DIW Berlin/ZEW (2004)), das Gutachten „Vision Deutschland“ des Instituts der deutschen Wirtschaft (IW (2005)) und die Empfehlungen im Rahmen des Berichts zur Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschland (BMBF (2005)).

schaftspolitik zugrunde (vgl. Abschnitt 3.4). Der überwiegende Teil der nachfolgenden Politikempfehlungen lässt sich insbesondere mit Hilfe der Theorie des Marktversagens begründen, sei es, dass positive externe Effekte (bzw. Spillover) oder Marktunvollkommenheiten vorliegen oder der Fall öffentlicher Güter relevant ist.

Grenzen der Innovationspolitik

Gleichwohl sind der Innovationspolitik wie der Wirtschaftspolitik Grenzen gesetzt. Insbesondere spielen im Kontext der Innovationspolitik Informationsdefizite und Informationsasymmetrien eine Rolle. Schon Unternehmen oder auch Hochschulen und andere Forschungseinrichtungen, die durch Forschung und Entwicklung neue Produkte und Verfahren entwickeln wollen, sind zum Teil mit größter technologischer Unsicherheit konfrontiert. Innovationsprozesse sind in aller Regel dadurch gekennzeichnet, dass das Ergebnis der FuE-Aktivitäten nicht klar definiert werden kann, die Dauer der Entwicklung und der Einsatz der Ressourcen nicht exakt abzuschätzen ist, so dass Nutzen und Kosten ex ante nicht bestimmt werden können.

Vor diesem Hintergrund hat der Staat Innovationspolitik zu betreiben. Neben den benannten Unsicherheiten stellen Informationsasymmetrien und Informationsdefizite ein Problem dar, da der Staat diese nur zum Teil, und dann nur unter Aufwendung erheblicher Ressourcen (z.B. für Projektträger) oder überhaupt nicht beseitigen kann.

Ziele der Innovationspolitik

Innovationen stellen keinen Selbstzweck dar. Sie sollen letztlich zu wirtschaftlichem Wachstum und Wohlstand einer Gesellschaft beitragen. Innovationen sind aber nur eine Quelle für wirtschaftliches Wachstum. Aus dem Blickwinkel darf nicht verschwinden, dass die gesamtwirtschaftliche Produktion und damit letztlich auch das Bruttoinlandsprodukt vom Einsatz von Arbeit und Kapitel abhängt. Je mehr Arbeitsstunden geleistet werden und je größer der Kapitalstock, desto größer ist auch die gesamtwirtschaftliche Produktion und das Einkommen einer Gesellschaft.

Innovationspolitik und andere Politikbereiche

Folglich ist die Innovationspolitik unmittelbar mit anderen Politikfeldern verbunden. Die Wachstumspolitik umfasst Innovationspolitik als auch Investitions- sowie Arbeitsmarkt- und Beschäftigungspolitik.

Allerdings sollte klar deutlich gemacht werden, dass Innovationspolitik Innovationsaktivitäten unterstützt und somit über Produktivitätszuwächse und neue (oder zumindest qualitativ verbesserte) Produkte zum quantitativen und qualitativen Wachstums beiträgt. Innovationspolitik sollte aber nicht als beschäftigungsfördernde Politik verstanden werden. Innovationspolitik kann zum Aufbau von Be-

schäftigung beitragen. Notwendigerweise muss aber die Arbeitsmarktpolitik in zweierlei Hinsicht die Voraussetzungen hierfür schaffen.

Einerseits müssen Arbeitsmärkte so organisiert sein, dass sie in der Lage sind, insbesondere durch Prozessinnovationen induzierte Rationalisierungsentlassungen aufzufangen. Andererseits erfordern Innovationsprozesse zunehmend den Einsatz hochqualifizierter Arbeitnehmer, so dass eine Arbeitsmarktpolitik ggf. Anreize zur Weiter- und Fortbildung sowie Umschulung schaffen sollte, so dass innovative Unternehmen nicht durch fehlende Fachkräfte in ihrem Wachstum behindert werden.

Heterogenität der Wirtschaftsstrukturen und gesellschaftlichen Präferenzen

Jedes entwickelte Land betreibt – mehr oder weniger intensiv – Innovationspolitik. Von daher bietet sich ein Benchmarking nicht nur für Innovationssysteme an, sondern auch für die Innovationspolitiken. Allerdings ist eine gewisse Vorsicht geboten. Eine Politikmaßnahme, die in Land A als erfolgreich angesehen werden kann, wird möglicherweise in Land B scheitern.

Vernünftig erscheint ein Vergleich nur dann, wenn davon ausgegangen werden kann, dass die Wirtschaftsstrukturen und gesellschaftlichen Präferenzen ähnlich geartet sind. Ist in einem Land die Präferenz für bestimmte Produkte (z.B. private Dienstleistungen) nicht so stark ausgeprägt wie in einem anderen Land, sind Politiken, die Dienstleistungsinnovationen fördern, gänzlich unterschiedlich zu bewerten, da sich dann auch die Wirtschaftsstrukturen unterscheiden. Ebenso müssen sich z.B. unterschiedliche Bewertungen ergeben, wenn Länder unterschiedliche Präferenzen für Freizeit oder unterschiedliche Konsumgewohnheiten aufweisen.

Folglich kann es – wie zuvor ausgeführt – nicht „die“ optimale Innovationspolitik geben. Sie wird sich von Land zu Land unterscheiden, da eben vor dem Hintergrund der genannten Heterogenitäten unterschiedliche Anforderungen an nationale Innovationssysteme zu stellen sind.[73] Dennoch lassen sich Aussagen treffen, die im Wesentlichen unabhängig von den sozio-ökonomischen, kulturellen, rechtlichen und politischen Gegebenheiten zu sehen sind oder die vor dem Hintergrund der Rahmenbedingungen in Deutschland getroffen werden können.

10.2 Humankapital durch Bildung massiv aufbauen

Als theoretisch gesichert kann angesehen werden, dass Humankapital und damit private und öffentliche Bildungsausgaben von großer positiver Bedeutung für Innovationen, Produktivität und Wachstum sind. Empirische Studien finden vielfach keine Evidenz für die Bedeutung von Humankapital. Hier

[73] Dass sich die Unterschiede tatsächlich auch in länderspezifischen Unterschieden in den Innovationspolitiken niederschlagen, zeigt ein Vergleich der Innovationspolitik in verschiedenen Ländern. Vgl. hierzu z.B. OECD (1999).

sind allerdings Zweifel angebracht, ob die Messung von Bildung adäquat vorgenommen wird bzw. vorgenommen werden kann.

Humankapital ist somit das zentrale Fundament für Innovation und Wachstum. Vor dem Hintergrund der zunehmenden Anforderungen, die Innovationsprozesse an die Qualifikationen der Beschäftigten stellen, gilt es das Bildungssystem so zu gestalten, dass es in der Lage ist, den Anforderungen einer Wissensgesellschaft gerecht zu werden. Hieraus resultieren für die Politik zahlreiche Aufgaben:[74]

- Ziel muss es sein, dass das quantitative Humankapitalangebot ausgeweitet wird. Die Bildungspolitik muss bemüht sein, dass insbesondere der Anteil der Bevölkerung mit einem tertiären Bildungsabschluss deutlich erhöht wird.
- Ziel muss es sein, dass sich der Anteil der Bevölkerung mit tertiärem Bildungsabschluss erhöht. Es ist nicht ausreichend, dass, durch wie auch immer geartete Maßnahmen, der Anteil der tertiären Bildungsabschlüsse erhöht wird, wenn dies nicht mit einem deutlichen erhöhten Bildungsniveau einher geht. Es geht also vielmehr auch darum, dass die Qualität der Schulausbildung gesteigert wird.
- Ein großes Potential zur Steigerung des Anteils junger Menschen mit tertiärem Bildungsabschluss besteht darin, Kinder und Jugendliche aus so genannten bildungsfernen Schichten stärker dazu zu bewegen, einen Hochschulabschluss anzustreben.
- Um aktiv an der Gestaltung von Innovationsprozessen mittelbar oder in der Forschung und Entwicklung unmittelbar teilhaben zu können, werden gute Kenntnisse in mathematischen, naturwissenschaftlichen, und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen benötigt. Somit sind Maßnahmen, die die relevanten Schulfächer attraktiver machen und in ihrer Bedeutung heben und die Anreize zur Aufnahme eines entsprechenden Studiums schaffen, zu begrüßen.
- Der Anteil der Frauen, die in naturwissenschaftlich-technische Studiengänge eingeschrieben sind bzw. ein derartiges Studium abgeschlossen haben, ist in Deutschland im Vergleich zu den meisten anderen europäischen Staaten gering. Somit besteht auch hier ein hohes Potential zur Verbreiterung des Humankapitals im Hinblick auf Innovation.
- In Deutschland werden die Vorteile eines Hochschulstudiums in der Tendenz unterschätzt. Zwar sind die Bildungsrenditen in Deutschland geringer als in anderen Ländern, doch ist auch in Deutschland ein Hochschulstudium weiterhin die vermutlich beste Arbeitslosenversicherung. Diesen Zusammenhang gilt es zu kommunizieren.

[74] Vgl. speziell zu den bildungspolitischen Empfehlungen auch Brenke/Zimmermann (2005) und Schmaljohann/Thießen (2005).

- Jede Form der Beteiligung von Bildungsnehmern an den Kosten des Bildungssystems birgt die Gefahr, dass auf Bildungsangebote verzichtet wird und somit eine gesellschaftlich betrachtet zu geringe Bildungsnachfrage entsteht. Somit ist insbesondere die Gefahr zu sehen, dass durch die Einführung von Studiengebühren ein Teil der Schülerinnen und Schüler mit Hochschulreife auf ein Studium verzichten. Andererseits ist anzunehmen, dass die Qualität der Bildungsangebote, insbesondere im Hochschulbereich, deutlich steigt, wenn eine Beteiligung der Bildungsnehmer an den Kosten eingeführt wird. Studiengebühren können dazu beitragen, dass Studierende den Wert einer Hochschulausbildung höher schätzen, angemessene Gegenleistungen für ihre Studiengebühren einfordern und somit insgesamt zur Erhöhung der Qualität der Lehre an Hochschulen beitragen. Allerdings ist zu gewährleisten, dass die Einführung von Studiengebühren nicht zu einer Verringerung der Studienanfängerquote führt. Hier sind in jedem Falle Instrumente zu schaffen, die dieses verhindern. Bildungskredite können hierfür ein Instrument sein.
- Nicht nur vor dem Hintergrund der zunehmenden Komplexität und Schnelligkeit von Innovationsprozessen, sondern vor dem Hintergrund des demographischen Wandels wird lebenslanges Lernen in Zukunft eine wesentliche Rolle spielen. Hier sind Angebote der Hochschulen zu schaffen, die auf diese Zielgruppe ausgelegt sind. Diese Form des lebenslangen Lernens wird aber nur dann zum Tragen kommen, wenn Unternehmen ihren Beschäftigten die Teilnahme an derartigen Angeboten ermöglichen. Modifikationen im Arbeitsrecht können unter Umständen sinnvoll sein.
- Das deutsche duale Berufsbildungssystem leistet gute Dienste. Durch Learning-by-doing bei parallelem Berufschulunterricht werden gute Grundlagen gebildet. Zudem ist anzunehmen, dass durch das klassische Berufsausbildungssystem vielen Jugendlichen ein über die Schulzeit hinausgehender Rahmen gegeben wird, der zur Förderung sozialer Kompetenzen und somit zur Sozialkapitalbildung beiträgt.
- In Hinblick auf die Anforderungen einer wissensorientierten Gesellschaft erscheint das duale System nicht flexibel genug. Wünschenswert ist eine schnelle Reaktion auf technologische Veränderungen in den Lehrplänen für die Berufsschulen und vor allem durch Schaffung adäquater Ausbildungsberufe. Als zukunftsfähiges Modell, das eine Lücke zwischen nicht-akademischer und akademischer Ausbildung schließt, ist das Modell der Berufsakademie zu sehen.

10.3 Forschung und Entwicklung intensivieren

Forschung und Entwicklungsaktivitäten sind die zentrale Voraussetzung für das Hervorbringen von Innovationen und somit für Produktivitätsfortschritte und neue Produkte sowie quantitatives und qualitatives Wachstum. Durch die spezifischen Eigenschaften des Faktors Wissen, der bei Forschung und Entwicklung produziert wird, ergeben sich Begründungen dafür, dass der Staat die FuE-Aktivitäten

der Unternehmen fördert und öffentliche Hochschulen und andere Forschungsorganisationen finanziert. Aus den theoretischen und empirischen Beiträgen, die in den ersten drei Teilen der Untersuchung präsentiert worden sind, lassen sich die folgenden zentralen Empfehlungen für die Forschungs-, Wissenschaft- und Innovationspolitik ableiten:

- Die FuE-Aktivitäten der Unternehmen stellen das zentrale Fundament dar. Wünschenswert ist, dass Unternehmen in einem möglichst hohen Umfang Forschung und Entwicklung durchführen und auch finanzieren. Unternehmen verfügen über die umfangreichsten Informationen über Märkte und können deshalb am besten abschätzen, welche FuE-Projekte wirtschaftlichen Erfolg versprechen.
- Für einen großen Teil von FuE-Projekten, insbesondere Projekte im Rahmen der Grundlagenforschung, bestehen seitens der Unternehmen keine oder nur begrenzt Anreize, diese durchzuführen. Hier ist die öffentliche Hand gefordert, Grundlagenforschung durchzuführen und/oder zu finanzieren.
- Mit den bekannten Methoden der Wirtschaftswissenschaften kann keine optimale gesamtwirtschaftliche FuE-Quote quantifiziert werden, wenngleich aus theoretischen Überlegungen heraus klar ist, dass eine derartige Quote existiert. Allerdings ist eine Orientierung an dem 3 %-Ziel, das bei den Beratungen des EU-Rates in Lissabon und Barcelona formuliert worden ist, eine zu unterstützende Strategie, obwohl andere erfolgreiche Länder eine geringere FuE-Intensität aufweisen. Die für Deutschland relevanten Wettbewerber weisen eine höhere Quote auf, so dass Deutschland seine FuE-Ausgaben ausweiten sollte. Die Forschungspolitik sollte dabei stets so ausgerichtet sein, dass für Unternehmen Anreize geschaffen werden, ihre Ausgaben zu steigern.
- Grundlagenforschung entfaltet vor allem dann eine Wirkung, wenn von ihr über die Generierung von Wissen Spillovers entstehen, die für andere Akteure und insbesondere Unternehmen nützlich sind. Somit ist eine Fokussierung auf die Bereiche der Grundlagenforschung wünschenswert, die im umfangreichen Maße Spillovers generiert.
- Die positive Wirkung von Grundlagenforschung stellt sich dann ein, wenn Unternehmen in der Lage sind, deren Ergebnisse aufzunehmen. Folglich sind Maßnahmen, die zur Vernetzung von Grundlagenforschung und angewandter Forschung beitragen, zu unterstützen. Eine FuE-Förderpolitik, die dies durch die Fokussierung auf Verbundvorhabenförderung, bei der Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen kooperieren, abstellt, kann hierzu ein guter Weg sein.
- Öffentliche FuE-Förderung sollte grundsätzlich so angelegt werden, dass eine Aktivierung privater Mittel zu erwarten ist. Dies setzt voraus, dass durch geeignete Instrumente und Organisationen (wie zum Beispiel die Projektträger) Mitnahmeeffekte begrenzt werden und das Problem des crowding out auf ein Mindestmaß reduziert wird.

- KMU wie Großunternehmen bringen Innovationen hervor und tragen somit zum technologischen Wandel bei. Im Vergleich zu den Großunternehmen sind KMU im Innovationswettbewerb mit einigen Nachteilen konfrontiert. KMU verfügen oftmals nicht über die notwendigen Informationen, um sich zum Beispiel an Förderprogrammen beteiligen zu können. Oftmals fehlen darüber hinaus die Managementerfahrungen, um optimal Innovationsprojekte durchführen zu können. Die Förderung von Innovationsnetzwerken, in denen sich KMU zusammenschließen, kann hier ein geeignetes Instrument sein, um die spezifischen Größennachteile der KMU zu reduzieren.
- Kleine Unternehmen – und speziell junge Unternehmen – aus dem Hightech-Bereich, tragen erheblich zum technologischen Wandel bei. Wirtschaftliche Dynamik wird zudem von Spinoffs getragen. Diese Gruppe von Unternehmen sollte im speziellen Interesse der Innovationspolitik stehen. Wünschenswert wäre, wenn dieser Gruppe von Unternehmen durchgängig in den ersten Jahren oder bei den ersten Forschungsprojekten bei öffentlicher Förderung eine geringere Eigenbeteiligung abverlangt würde. Es muss allerdings strikt geprüft werden, ob eine Existenzgründung durch eine individuelle Arbeitslosigkeit oder durch eine tragfähige Forschungsidee begründet wird.
- KMU – und damit vor allem auch in aller Regel junge Unternehmen – haben im Vergleich zu Großunternehmen Nachteile bei der Beschaffung von Kapital, die sich theoretisch begründen und empirisch nachweisen lassen. Deshalb wird es auch in Zukunft eine Aufgabe des Staates sein, diese Nachteile durch geeignete Instrumente abzumildern.

  Zudem kann vermutet werden, dass eine (partielle) Entwicklung des deutschen Bankensystems hin zu einem Trennbankensystem die Versorgung von KMU mit Kapital im Prinzip begünstigen würde. Ob der Staat hier einen Einfluss ausüben kann, ist allerdings zweifelhaft.
- Bislang werden im deutschen Steuerrecht kaum Möglichkeiten geboten, private FuE-Ausgaben geltend zu machen. Mittelfristig sollte, nach Evaluation der Erfahrungen in anderen Ländern, geprüft werden, ob hier ein Systemwechsel vollzogen werden sollte.
- Schließlich sollten alle Potentiale zur Entbürokratisierung und Beschleunigung von FuE-Förderprozessen genutzt werden.

10.4 Wissen in Produktivitätszuwächse und neue Produkte umsetzen

Neues Wissen wird vor allem durch Forschung und Entwicklung generiert. Neues Wissen ist die wesentliche Quelle für Inventionen. Inventionen gilt es in marktfähige Produkte und Prozesse umzusetzen. Für den wirtschaftlichen Erfolg einer Ökonomie ist dabei entscheidend, nicht nur im Inland erzeugtes Wissen und im Inland entwickelte Inventionen als Quelle für Produktivitätszuwächse und neue Produkte anzusehen. Vielmehr muss, insbesondere vor dem Hintergrund einer zunehmenden Globalisierung, eine Ökonomie in der Lage sein, verfügbares Wissen aus anderen Ländern zu nutzen

und gegebenenfalls auch Inventionen, die im Ausland entwickelt wurden, aufzugreifen, um im Inland neue Prozesse und Produkte in nationale und internationale Märkte einzuführen.

Zudem geht es nicht nur darum, stets neue Produkte und neue Prozesse zu entwickeln, sondern es ist auch von Bedeutung, bereits vorhandene Technologien und Produkte zu verwenden. Dies gilt vor allem für die bereits angesprochenen „general purpose technologies", insbesondere für die Informations- und Kommunikationstechnologien.

Vor dem Hintergrund dieser allgemeinen Aussagen und den Erkenntnissen aus den vorherigen Teilen der Untersuchung lassen sich folgende Aussagen treffen, die für die Politik von Bedeutung sind:

- Damit Unternehmen und Ökonomien erfolgreich Inventionen entwickeln, müssen absorptive Kapazitäten vorhanden sein. Dies setzt voraus, dass die an den Innovationsprozessen beteiligten Akteure in der Lage sind, Wissen aufzugreifen und es entsprechend zu verarbeiten. Dies impliziert, dass die entsprechenden Humanressourcen in einer Gesellschaft vorhanden sind. Verwiesen sei deshalb an dieser Stelle nochmals auf die Bedeutung des Humankapitals (vgl. Abschnitt 10.2).
- Wissen muss bewahrt werden. Sofern es sich um formales Wissen handelt, so kann dies in Bibliotheken, Patentinformationszentren etc. geleistet werden. Schwieriger ist es, Wissen zu bewahren, das nicht formalisiert vorliegt. Wenn Wissen in Personen oder Organisationen inkorporiert ist, kann Wissen verloren gehen. Bei zunehmender Dynamik in Märkten, die mit Markteintritten und vor allem aber auch Marktaustritten verbunden ist, besteht die Gefahr, dass sich Organisationen, insbesondere Unternehmen, verändern oder gar auflösen und somit Wissen verschwindet. Ähnliches gilt für Arbeitnehmer. Durch eine zunehmende Mobilität und Flexibilität wechseln Arbeitnehmer häufiger ihre Arbeitsstelle oder sind von Arbeitslosigkeit betroffen. Dem positiven Effekt, dass Wissen durch Mobilität und Flexibilität weitergetragen wird und diffundiert, steht der negative Effekt entgegen, dass Wissen, insbesondere im Fall längerer Arbeitslosigkeit vernichtet wird.

  Von daher sind Instrumente zu schaffen, die in der Lage sind, das Wissen, das bei derartigen Veränderungen potentiell verloren gehen kann, zu sichern. Folglich ist die Schaffung bzw. die Nutzung von Wissensbörsen oder die Nutzung des Internets als Wissensspeicher bedeutsam. Zum anderen muss eine Arbeitsmarktpolitik darauf bedacht sein, dass im Falle von Arbeitslosigkeit möglichst schnell und vor allem gemäß den Wissensanforderungen von Arbeitsnachfragern und dem Wissenstand der Arbeitsanbieter vermittelt wird, da es sonst zur Vernichtung von Wissen kommen kann.
- Einerseits besteht ein gesellschaftliches Interesse daran, dass das Wissen uneingeschränkt in einer Gesellschaft zur Verfügung steht. Andererseits würde dies dazu führen, dass Unternehmen nur bedingt in Forschung und Entwicklung investieren würden, weil sie dann das Wissen, das dabei entsteht, nicht als privates Gut betrachten können und sich somit keine Gewinne aneignen können, die

die Ausgaben refinanzieren. Von daher sind Schutzrechte, die das geistige Eigentum schützen, sinnvoll. Auf welche Bereiche sich Schutzrechte beziehen und wie sie ausgestaltet sein sollten, muss im Einzelfall geklärt werden. Wichtig ist, dass KMU Schutzrechte einfach, schnell und günstig erwirken können.

- Wissen und auch Patente entstehen oftmals in Organisationen, die selber nicht in der Lage oder willens sind, dieses Wissen oder diese Patente für Umsetzung in marktfähige Produkte zu nutzen. Damit dieses brachliegende Potential genutzt werden kann, sind Institutionen wünschenswert, die in einer derartigen Situation Wissen und Patente weitergeben. Deshalb sind Entwicklungen hin zu Märkten und Börsen für Wissen und Patente begrüßenswert. Gefragt sind dabei in erster Linie unternehmerische Initiativen. Der Staat sollte hier, wenn überhaupt, in Startphasen als Förderer auftreten, nicht aber als Betreiber derartiger Institutionen.

- Technologischer Fortschritt vollzieht sich nicht nur durch Innovation. Vielmehr tragen auch Diffusionsprozesse dazu bei, dass Produkte und Prozesse kontinuierlich verbessert werden. Adaption oder auch Lizenzierung von Produkten und Prozessen, die von anderen Unternehmen entwickelt worden sind, können in vielen Fällen für ein Unternehmen günstiger sein als selbst Ressourcen für Forschung und Entwicklung aufzuwenden, um neue Produkte oder Prozesse zu entwickeln.

  Deutlich wird damit, dass es auch bei Forschung und Entwicklung eine Arbeitsteilung geben sollte. Wünschenswert ist, dass viele Unternehmen Forschung und Entwicklung betreiben, doch sollten sicher nicht alle Unternehmen versuchen, neue Produkte und Prozesse zu entwickeln. Jedoch sollten alle Unternehmen versuchen, über den Bezug von Vorprodukten und Investitionsgütern ihre technologische Basis zu verbessern.

- Deshalb kommt insbesondere dem Technologietransfer eine besondere Rolle zu. Unternehmen sind zu motivieren und, sofern möglich, durch eine Förderung zu bestärken, neue Technologien anzuwenden.

- Dies gilt im Allgemeinen für „general purpose technologies“ und im speziellen für Informations- und Kommunikationstechnologien. Alleine die Diffusion dieser Technologien kann einen erheblichen Produktivitätsfortschritt bewirken. Geprüft werden muss, inwieweit die öffentliche Hand Diffusionsprozesse beschleunigen oder verstärken kann.

- Produkt- und Prozessinnovationen wirken sehr unterschiedlich. Qualitatives Wachstum ist vor allem durch Prozessinnovationen möglich, wenngleich dies nicht unbedingt mit einer positiven Beschäftigungsentwicklung einhergehen muss, da Prozessinnovationen oftmals auch Rationalisierungsinnovationen darstellen. Ist die Wirtschaftspolitik auf Produktivitätsfortschritte fokussiert, sollten im Rahmen der Förderung von Innovationsprojekten die Projekte bevorzugt werden, die sich zum Ziel setzen, neue Prozesse zu entwickeln.

Das Hervorbringen von Produktinnovationen geht vielfach mit der Schaffung neuer Märkte einher. Insbesondere können Unternehmen durch Produktinnovationen aber ihre Wettbewerbsfähigkeit, vor allem im internationalen Wettbewerb, steigern. Produktinnovationen tragen in aller Regel zum qualitativen Wachstum bei. Durch Produktinnovationen wird der Wettbewerb intensiviert. Als Konsequenz von Markteintritten sind oftmals Marktaustritte zu beobachten, so dass die quantitativen gesamtwirtschaftlichen Effekte schwer abzuschätzen sind. Stellt die Wirtschaftspolitik die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen in den Vordergrund, so sollte die Förderpolitik so ausgerichtet sein, dass Innovationsprojekte bevorzugt werden, die die Entwicklung neuer Produkte anstreben.

- Vor dem Hintergrund der wachsenden Bedeutung von Dienstleistungen stellt sich die Frage, ob die deutsche Wirtschaft aufgrund ihrer historischen Entwicklung dadurch einen Nachteil hat, dass sie sehr stark industrieorientiert war und im Vergleich zu anderen wichtigen Ländern immer noch ist. Allerdings besteht hier auch eine Chance. Insbesondere bieten unternehmensnahe Dienstleistungen und speziell Betreibermodelle (vgl. z.B. Hornschild/Kinkel/Lay (2003)) eine Chance für die deutsche Wirtschaft, um die zur Zeit ungünstige Situation beim Handeln mit Dienstleistungen zu verbessern. Zwar gilt auch hier, dass die Politik nur bedingt Prozesse steuern kann. Allerdings sollten Förderprogramme daraufhin abgestimmt oder geprüft werden, ob die Entwicklung derartiger Produkte nicht stärker Gegenstand öffentlicher Förderung sein kann.

10.5 Vernetzung stärken

Innovationsprozesse werden zunehmend komplexer. Das Wissen, das benötigt wird, um erfolgreich neue Prozesse und neue Produkte zu entwickeln, ist in aller Regel so umfangreich, dass unterschiedliche Akteure zusammenkommen müssen, damit Forschung und Entwicklung von Erfolg gekrönt sind. Dem Gedanken des Innovationssystems folgend ist eine Ökonomie um so innovativer, je besser sie vernetzt ist. Die Innovationspolitik im Speziellen und die Wirtschaftspolitik im Allgemeinen können positive Beiträge leisten, damit die Vernetzung auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene intensiviert wird. Die Vernetzung sollte sich dabei aber in aller Regel nur auf den vorwettbewerblichen Bereich beziehen. Vernetzung ist wünschenswert, damit Innovationsprozesse schneller oder kostengünstiger erfolgen oder von größerem Erfolg gekennzeichnet sind, nicht aber, damit Gruppen von Akteuren den Wettbewerb beschränken.[75]

[75] Nicht übersehen werden darf allerdings, dass in vielen Fällen erst durch Kooperation auf dem Gebiet von FuE und Innovation Unternehmen und insbesondere KMU in die Lage versetzt werden, als Wettbewerber aufzutreten.

- Damit ein Innovationssystem erfolgreich ist, reicht es nicht aus, dass die einzelnen Komponenten des Innovationssystems gut ausgebildet sind. Vielmehr kommt es darauf an, dass die Komponenten untereinander gut vernetzt sind. Das bedeutet, dass die Akteure in angemessener Weise kooperieren. Dies gilt insbesondere für die Unternehmen auf der einen und die Hochschulen sowie sonstigen Forschungsorganisationen auf der anderen Seite.
- Die erste wichtige Möglichkeit, wie der Staat positiv auf die Vernetzung einwirken kann, besteht darin, dass er die Forschungsorganisationen, die in seinem Verantwortungsbereich liegen, anhält, eng mit der Wirtschaft zu kooperieren. Diese kann durch die eine entsprechende Rahmensetzung geschehen.
- Eine weitere Möglichkeit der Intensivierung der Vernetzung zwischen den Akteuren des Innovationssystems besteht darin, dass der Staat seine Förderpolitik stärker auf die Förderung der Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft ausrichtet. Dies impliziert, dass entsprechende Förderprogramme formuliert, modifiziert bzw. weitergeführt werden.
- Für Vernetzungsprozesse spielt die regionale Ebene eine wichtige Rolle. Besteht eine gewisse Kenntnis über regionale potentielle Partner und ist darüber hinaus die regionale Distanz so gering, dass insbesondere face-to-face-Kontakte möglich sind, so besteht ein gutes Potential für die Zusammenarbeit in Innovationsnetzwerken.

  Innovationsnetzwerke haben sich in großer Zahl ohne Einfluss des Staates gebildet. Die Förderung von Innovationsnetzwerken kann aber auch ein adäquates innovationspolitisches Mittel sein, um insbesondere Akteure, die bislang nicht an Innovationsprozessen beteiligt waren (vor allem kleine und mittlere Unternehmen) für die Mitarbeit in Innovationsprojekten zu motivieren. Es ist allerdings darauf zu achten, dass eine derartige Förderung nicht reine „Beutegemeinschaften“ anzieht, die über die Einwerbung der Fördermittel hinaus kein wirkliches Interesse an einer weiteren Zusammenarbeit haben. Die Erfahrungen mit dem Förderprogramm InnoRegio zeigen Möglichkeiten und Grenzen der Förderung regionaler Innovationsnetzwerke auf.
- Bei Förderung von Innovationsnetzwerken muss austariert werden, in welchem Umfang eine Heterogenität der Akteure möglich und sinnvoll ist. Einerseits bieten Innovationsnetzwerke die Möglichkeit, dass Kompetenzen und Wissen aus sehr unterschiedlichen Unternehmen und Organisationen zusammenkommen, so dass gänzlich neue Produkte entwickelt werden können. Andererseits kann eine zu große Heterogenität der Akteure behindernd wirken.

Eine Erörterung dieses Aspektes und weitergehender wettbewerbspolitischer Empfehlungen soll und kann an dieser Stelle nicht erfolgen.

- Werden Innovationsnetzwerke gefördert, so sollten in erster Linie Innovationsvorhaben gefördert werden, die sich zum Ziel setzen, neue Produkte zu entwickeln. Studien zeigen, dass bei Entwicklung von Prozessinnovationen oft Konkurrenten zusammenarbeiten müssen, die oftmals die Gefahr sehen, dass sie ohne Gegenleistung eigenes Wissen an Konkurrenten preisgeben und deshalb eher zurückhaltend mitarbeiten.
- Die Förderung von Innovationsforen bietet die Möglichkeit, dass sich Akteure aus einer Region zusammensetzen und überlegen, ob sie gemeinsam Innovationsprozesse in Gang bringen können. Das Förderprogramm Innovationsforen ist ein kostengünstiges Instrument, das dazu beiträgt, dass regionale Innovationspotentiale aufgespürt werden.
- Neben der regionalen und der nationalen Vernetzung spielt die internationale Vernetzung eine zunehmend wichtigere Rolle. Maßnahmen, die zur internationalen Vernetzung beitragen, sind von daher wünschenswert.
- Deshalb ist, wie auch schon in anderen Zusammenhängen dargelegt, der internationale Austausch von Studierenden, Wissenschaftlern und Fachkräften wünschenswert. Dabei sind beide Richtungen des Austausches von Bedeutung. Maßnahmen, die dazu führen, dass Studierende, Wissenschaftler und Fachkräfte für eine bestimmte Zeit ins Ausland gehen, sind ebenso wünschenswert wie Maßnahmen, die Deutschland als Ziel für ausländische Studierende, Wissenschaftler und Fachkräfte attraktiver macht.
- In ähnlicher Form kann eine Gesellschaft von den kulturellen Kenntnissen der Mitbürger profitieren, die oder deren Familienangehörige einen Migrationshintergrund aufweisen und somit sehr spezifische Kenntnisse über andere Länder und Märkte aufweisen.

10.6 Produkt- und Faktormärkte innovationsfreundlich gestalten

Produkt- und Prozessinnovationen haben nur dann einen durchschlagenden Erfolg, wenn Faktor- und Produktmärkte funktionieren. Die nachfolgenden Empfehlungen gehen somit weit über das Feld der Innovationspolitik hinaus. Sie sind, um es aber an dieser Stelle zu unterstreichen, aus Sicht der Innovationspolitik formuliert, können damit unter Umständen aus Sicht anderer Politikfelder anders bewertet werden.

Im Fall von Produktinnovationen spielt vor allem die Funktionstüchtigkeit der Produktmärkte eine zentrale Rolle:

- Die Einführung eines neuen Produktes ist vielfach mit einem Markteintritt verbunden. Von daher ist es notwendig, dass Produktmärkte funktionieren. Insbesondere darf die Marktmacht etablierter Unternehmen nicht die Durchsetzung verbesserter oder neuer Produkte behindern. Aber auch in

dem Fall, dass etablierte Unternehmen verbesserte oder neue Produkte in Märkte einführen, muss der Marktzugang möglich sein.

- Was für den Markteintritt gilt, gilt ähnlich für den Marktaustritt. Unternehmen, die nicht wettbewerbsfähig sind, sollten nicht durch staatliche Interventionen begünstigt werden. Verbleiben nichtwettbewerbsfähige Unternehmen am Markt, so hat dies in aller Regel einen negativen Einfluss auf die Produktivität einer Volkswirtschaft. Zudem führen staatliche Interventionen unter Umständen dazu, dass produktivere Unternehmen oder Unternehmen mit besseren Produkten den unternehmerischen Erfolg ihrer Innovationen nur in Teilen einfahren können.
- Was auf der mikroökonomischen Ebene gilt, gilt ähnlich auf der mesoökonomischen Ebene. Mit einer Subventionierung „alter" Branchen werden Strukturen konserviert, die mittelbar die Entwicklung neuer Branchen hemmt. Neue Branchen entwickeln sich durch neue Produkte oder neue Verfahren, die nach und nach an Bedeutung gewinnen. Diese Entwicklung zu unterstützen, ist, wie zuvor dargelegt, sinnvoll und notwendig. Ob allerdings die betonte Förderung einzelner neuer Technologien zielführend ist, muss im Einzelfall entschieden werden.

Ähnlich zu den Produktmärkten ist ebenfalls eine Funktionsfähigkeit der Faktormärkte für Innovationsprozesse notwendig. Dies gilt vor allem für den Arbeitsmarkt:

- Prozessinnovationen führen in aller Regel dazu, dass mit gegebenen Ressourcen mehr Output produziert werden kann. Dies kann Rationalisierungspotentiale implizieren, die mit einem Rückgang der Beschäftigung in den Unternehmen verbunden sein können. Damit dies nicht zu vermehrter Arbeitslosigkeit führt, müssen die Arbeitsmärkte die gegebenenfalls entlassenen Arbeitnehmer an anderer Stelle aufnehmen können. Funktionieren Arbeitsmärkte nicht, so ist zu befürchten, dass Prozessinnovationen zwar Produktivitätsforschritte und auch einen Beitrag zum Wachstum bringen, aber negative Beschäftigungseffekte generieren.
- Wie an anderer Stelle ausgeführt, nimmt die Wissensintensität und die Komplexität von Innovationsprozessen zu. Damit erhöhen sich die Anforderungen an die Akteure, die an Innovationsprozessen beteiligt sind. Insbesondere werden zunehmend Qualifikationen benötigt, die üblicherweise nur in akademischen Ausbildungen vermittelt werden. Folglich kommen auch von dieser Seite neue Anforderungen an die Arbeitsmärkte durch Innovationen zu. Die Arbeitsmarktpolitik muss so orientiert sein, dass ein ausreichendes Potential an qualifizierten Beschäftigten zur Verfügung steht.

10.7 Ein freundliches Klima für Innovation und Wachstum schaffen

Die zuvor genannten Empfehlungen haben klare Ansatzpunkte, um sie in praktische Politik umzusetzen. Darüber hinaus spielen, wie auch in den ersten drei Teilen der Untersuchung dargelegt, Bedin-

gungen für den Zusammenhang von Forschung und Entwicklung, Innovation, Produktivität und Wachstum eine Rolle, die nicht im Sinne einer Analyse „harter" Fakten zu greifen sind. Wie Innovationen zu Wachstum und Wohlstand führen, hängt auch vom „Innovationsklima" ab. Wenngleich hier die Ansatzpunkte für konkrete Innovationspolitik undeutlicher sind, kann die Politik aber auch hier durch geeignete Maßnahmen unterstützend wirken.

- Die Präsenz des Themas Innovation in den Medien und öffentlichen Diskussionen ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Diese Entwicklung ist zu begrüßen und kann nachhaltig durch die Politik befördert werden.
- Eine glaubwürdige Innovationspolitik setzt voraus, dass die Politik und damit der Staat eine Vorreiterrolle übernimmt. Durch Investitionsentscheidungen und durch die Struktur der Ausgaben des Staates kann der Staat deutlich machen, dass er Innovationen eine wichtige Rolle beimisst. Gleichzeitig können Budgetentscheidungen auch die Verbreitung innovativer Produkte positiv beeinflussen.
- Innovationsprozesse generieren Neues, zugleich ist mit ihnen ein Prozess der „schöpferischen Zerstörung" (Schumpeter (1911, 1993)) verbunden. Neues wird durch Altes ersetzt. Eine Gesellschaft, die nicht bereit ist, bestimmte Dinge aufzugeben, wird nicht von den Früchten neuer Entwicklungen profitieren können. Grundhaltungen ändern sich nicht kurzfristig, allerdings kann der Staat durch eine Vorbild- und Vorreiterfunktion zu Veränderungen motivieren.
- Die „Durchsetzung neuer Kombinationen" (Schumpeter (1911, 1993)) in Form von Produktinnovationen und Prozessinnovationen geschieht dann, wenn Menschen mit Unternehmergeist Visionen verwirklichen wollen. Grundlage für eine innovative Ökonomie ist damit das Unternehmertum. Unternehmertum kann nicht per Dekret erlassen werden. Unternehmertum kann aber befördert werden, indem in Schule und Beruf Kompetenzen gefördert werden, die konstituierend für das Unternehmertum sind und indem auf die Vorzüge des Unternehmertums hingewiesen wird. Zudem scheint es wichtig, dass Unternehmer im Falle eines Scheiterns prinzipiell weitere Chancen für unternehmerische Aktivitäten bekommen.
- Forschung und Entwicklung werden nur dann zu einer positiven ökonomischen Entwicklung führen, wenn nicht nur die Unternehmen, sondern auch die privaten Haushalte gegenüber neuen Produkten aufgeschlossen sind. Individuen sind nur bedingt zu Veränderungen bereit. Innovationen bergen allerdings Risiken der Veränderungen in sich. Von daher wird die Innovationsfreundlichkeit der Haushalte davon abhängen, inwieweit eine Grundsicherung gegeben ist. Darüber hinaus ergibt sich die Notwendigkeit, Veränderungen zu akzeptieren und sich Wissen über Produkte anzueignen, damit der Nutzen und die Wirkungen von Innovationen realistisch eingeschätzt werden können.

- Neben den genannten Punkten sind einige weitere Aspekte zu nennen, die andere Politikfelder betreffen, aber die mittelbar von Bedeutung sind. Ein Bürokratieabbau und eine Föderalismusreform, der Subventionsabbau, die Senkung der Lohnnebenkosten sowie die Reform der Arbeitsmarktpolitik dürften nachhaltig die Ziele der Innovationspolitik unterstützen.

10.8 Epilog

Die vorgelegte Agenda innovationspolitischer Empfehlungen ist lang. Eine umfassende Innovationspolitik muss an vielen Punkten ansetzen. Ferner ist sie vielfach nicht von anderen Politikbereichen trennbar.

Der überwiegende Teil der Empfehlungen ist im Hinblick auf die theoretischen und empirischen Beiträge, aus denen die Empfehlung abgeleitet worden sind, unstrittig. Doch zeigt sich, dass der Teufel vielfach im Detail steckt. Klare Antworten können sich dann nur durch detailliertere Untersuchungen ergeben. Dies liegt letztendlich aber auch in der Natur des Gegenstandes. Innovationen sind mit Unsicherheiten behaftet. Diese Unsicherheit führt dazu, dass ex ante nicht klar ist, welche innovationspolitische Maßnahme optimal ist.

Viele der Empfehlungen wurden bzw. werden seit längerer oder kürzerer Zeit in der deutschen Innovationspolitik umgesetzt. Die deutsche Innovationspolitik ist Bestandteil des deutschen Innovationssystems und somit anteilig an seinem Erfolg und Misserfolg beteiligt.

Aktuell steht Deutschland im Vergleich mit anderen Ländern relativ gut dar. Dies lässt sich an zahlreichen Indikatoren ablesen. Deutschland ist z.B. in der Lage einen Außenhandelsüberschuss zu erwirtschaften, insbesondere auch im Bereich der Hochtechnologie. Allerdings weisen einige Indikatoren auch auf mittel- und langfristige Gefahren hin. Die Bedeutung von Spitzentechnologie ist in den letzten Jahren in der Außenhandelsbilanz zurückgegangen. Deutschland weist eine weniger günstige Position im Dienstleistungshandel auf, ganz im Gegensatz zum klassischen Warenhandel. Außerdem deuten einige Bildungsindikatoren darauf hin, dass Deutschlands Fundament für Forschung und Entwicklung in quantitativer und qualitativer Hinsicht bröckelt. Einerseits zeigen die Pisa-Ergebnisse, dass die klassischen Kompetenzen von Schülern im internationalen Vergleich für Deutschland relativ ungünstig ausfallen. Andererseits gilt, dass durch den demographischen Wandel nach und nach der Anteil der Bevölkerung, der nicht mehr im Erwerbsleben steht, steigt, so dass damit auch ein großer Teil des Humankapitals nicht mehr unmittelbar zur Verfügung steht.

Somit steht Deutschland – und nicht nur die deutsche Innovationspolitik – vor großen Herausforderungen. Vor dem Hintergrund des Wissens über die Zusammenhänge von Bildung, Forschung, Produktivität, Innovation und Wachstum sowie Beschäftigung und einer kontinuierlichen Berichterstattung zum Innovationssystem Deutschland können negative Tendenzen erkannt werden. Umsteuern ist

möglich. Dazu müssen aber alle – Wirtschaft wie Wissenschaft, Bevölkerung wie Staat – alle Kräfte mobilisieren, um insbesondere durch Forschung und Bildung sowie Unternehmergeist und Unternehmertum Innovationen zum Durchbruch zu verhelfen.

11 Literatur

Aghion, P., Howitt, P. (1992) A Model of Growth through Creative Destruction. Econometrica 60 (2), S. 323-351.

Aghion, P., Howitt, P. (1998) Endogenous Growth Theory. MIT Press, Cambridge, Mass.

Ahn, S. (2001) Firm Dynamics and Productivity Growth: A Review of Micro Evidence from OECD Countries. OECD Working Papers 297.

Almus, M., Engel, D., Prantl, S. (2000) The ZEW Foundation Panels and the Mannheim Enterprise Panel (MUP) of the Centre for European Research. Schmollers Jahrbuch (Journal of Applied Social Science Studies) 120, S. 301-308.

Arbeitsgemeinschaft deutscher wirtschaftswissenschaftlicher Forschungsinstitute (2004) Die Lage der Weltwirtschaft und der deutschen Wirtschaf im Herbst 2004. DIW Wochenbericht 71 (43), S. 629-682.

Arbeitsgemeinschaft deutscher wirtschaftswissenschaftlicher Forschungsinstitute (2005) Die Lage der Weltwirtschaft und der deutschen Wirtschaft im Frühjahr 2005. DIW Wochenbericht 72 (17), S. 259-317.

Arellano, M., Bond, S. (1991) Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. Review of Economic Studies 58, S. 277-297.

Arrow, K. J. (1962) The Economic Implications of Learning by Doing. Review of Economic Studies 29 (June), S. 155-173.

Barro, R. J., Lee, J.-W. (2001) International Data on Educational Attainment: Updates and Implications. Oxford Economic Papers 53 (3), S. 541-563.

Barro, R. J., Sala-i-Martin, X. (1995) Economic growth. McGraw-Hill, New York, London and Montreal.

Bartelsman, E., van Leuwen, G., Nieuwenhuijsen, H., Zeelenberg, K. (1996) R&D and Productivity Growth: Evidence from Firm-Level Data for the Netherlands. Department of Statistics, Conference Paper.

Bassanini, A., Scarpetta, S. (2001) The Driving Forces of Economic Growth: Panel Data Evidence for the OECD Countries. OECD Economic Studies 33, S. 9-56.

Bellmann, L., Kohaut, S., Lautner, M. (2002) Das IAB-Betriebspanel – Ansatz und Analysepotentiale. In: Kleinhenz, G. (Hrsg.) IAB-Kompendium Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.

Benhabib, J., Spiegel, M. M. (1994) The Role of Human Capital in Economic Development: Evidence from Aggregate Cross-Country Data. Journal of Monetary Economics 34 (2), S. 143-173.

BMBF (2004a) Konzeptionelle Grundlagen für einen nationalen Bildungsbericht Berufliche Bildung und Weiterbildung – Lebenslanges Lernen. BMBF, Berlin.

BMBF (2004b) Bundesbericht Forschung 2004. BMBF, Berlin.

BMBF (2005) Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2005. BMBF, Berlin.

Brécard, D., Chevallier, C., Fougeyrollas, A., Le Mouell, P., Leminal, L., Zagamé, P. (2004) A 3 % R&D Effort in Europe in 2010: An Analysis of the Consequences, Using the Nemesis Model.

Brenke, K., Zimmermann, K. F. (2005) Demographischer Wandel erfordert Bildungsreformen und lebenslanges Lernen. DIW Wochenbericht 72 (19), S. 329-335.

Brenner, T. (2004) Local Industrial Clusters. Existence, Emergence and Evolution. Studies In Global Competition Series, Routledge, London, New York.

Bretschger, L. (2004) Wachstumstheorie. Oldenbourg, München.

Brixy, U., Fritsch, M. (Hrsg.) (2002) Die Betriebsdatei der Beschäftigtenstatistik der Bundesanstalt für Arbeit. Physika-Verlag, Heidelberg.

Buchs, M. (1987) Zur Methodik von Marktuntersuchungen. Haupt, Bern.

Cameron, G., Proudman, J., Redding, S. (2005) Technological convergence, R&D, trade and productivity growth. European Economic Review 49, S. 775-807.

Cameron, G. (1998) Innovation and Growth: A Survey of the Empirical Evidence. Mimeo. Nuffield.

Cameron, G. (2000) R&D and Growth at the Industry Level. University of Oxford Economics Working Papers No. 2000-W4.

Carlaw, K. I., Lipsey, R. G. (2002) Externalities, Technological Complementarities and Sustained Economic Growth. Research Policy 31 (8-9), S. 1305-1315.

Carlsson, B. (2004) Innovation Systems: A Survey of the Literature from a Schumpeterian Perspective. Paper for the International J. A. Schumpeter Society conference, Milan, Italy, June 9-12, 2004.

Chakrabarty, D., Chanda, A., Ghate, C. (2005) Education and Growth in the Presence of Capital Flight. DIW Discussion Papers 477.

Christidis, P., Hernandez, H., Lievonen, J. (Hrsg.) (2002) Impact of Technological and Structural Change on Employement: Prospective Analysis 2020.

Clar, G., Doré, J., Mohr, H. (Hrsg.) (1997) Humankapital und Wissen. Grundlagen einer nachhaltigen Entwicklung. Springer, Berlin.

Clark, K. B., Griliches, Z. (1984) Productivity Growth and R&D at the Business Level: Results from the PIMS Data Base. In: Griliches, Z. (Hrsg.) R&D, Patents and Productivty. Chicago University Press, Chicago, S. 393-416.

Coe, D. T., Helpman, E. (1995) International R&D Spillovers. European Economic Review 39 (5), S. 859-887.

Cohen, W. M., Levinthal, D. A. (1989) Innovation and Learning: The Two Faces of R&D. Economic Journal 99 (397), S. 569-596.

Cohen, W. M., Levinthal, D. A. (1990) Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. Adminstraive Science Quarterly 35 (1), S. 128-152.

Cooke, P., Morgan, K. (1998) The Associational Economy. Firms, Regions, and Innovation. Oxford University Press, Oxford, New York.

Cuneo, P., Mairesse, J. (1984) Productivity and R&D at the Firm Level in French Manufacturing. In: Griliches, Z. (Hrsg.) R&D, Patents and Productivity. Chicago University Press, Chicago, S. 375-392.

Czarnitzki, D. (2001) Die Auswirkungen der Forschungs- und Technologiepolitik auf die Innovatoinsaktivitaten ostdeutscher Unternehmen. Schmollers Jahrbuch (Journal of Applied Social Science Studies) 121 (4), S. 539-560.

Czarnitzki, D., Fier, A. (2002) Do Innovation Subsidies Crowd Out Private Investment? Evidence from the German Service Sector. Konjunkturpolitik 48 (1), S. 1-25.

Dasgupta, J., Stiglitz, J. E. (1980) Industrial Structure and the Nature of Innovative Activity. Economic Journal 90, S. 266-293.

David, P. A., Hall, B. H., Toole, A. A. (2000) Is Public R&D a Complement or Substitute for Private R&D? A Review of the Econometric Evidence. Research Policy 29 (4-5), S. 497-529.

Davidson, R., MacKinnon, J. G. (2004) Econometric Theory and Methods. Oxford University Press, New York.

Dawid, H. (2005) Agent-Based Models of Innovation and Technological Change. In: Judd, K., Tesfatsion, L. (Hrsg.) Handbook of Computational Economics, Vol. 2: Agent-Based Computational Economics. North Holland, Amsterdam. In Druck.

Dension, E. F. (1964) Measuring the Contribution of Education. In: OECD (Hrsg.) The Residual Factor and Economic Growth. OECD, Paris.

DIW Berlin (2005) Tendenzen der Wirtschaftsentwicklung 2005/2006. DIW Wochenbericht (72) 26-27, S. 403-427.

DIW Berlin, ZEW (2004) Innovationsbarrieren und internationale Standortmobilität. Studie im Auftrag der IG BCE, Chemieverbände Rheinland-Pfalz und der BASF Aktiengesellschaft, Mannheim, Berlin.

Dillingen-Hansen, M., Eriksson, T., Madsen, E. S., Smith, V. (2000) The Impact of R&D on Productivity: Evidence from Danish Firm-Level Data. International Advances in Economic Research 6 (2).

Dinopoulos, E. (1996) Schumpeterian Growth Theory: An Overview. In: Helmstädter, E., Perlman, M. (Hrsg.) Behavioral Norms, Technological Progress and Economic Dynamics. Studies in Schumpeterian Economics. University of Michigan Press, Ann Arbor, S. 371-391.

Dosi, G. (1988) Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. Journal of Economic Literature 26 (3), S. 1120-1171.

Edmond, C. (2001) Some Panel Cointegration Models of International R&D Spillovers. Journal of Macroeconomics 23 (2), S. 241-260.

Edquist, C. (1997) (Hrsg.) Systems of Innovation Technologies, Institutions and Organizations. Pinter, London, Washington.

Edquist, C. (2005) Systems of Innovation. Perspectives and Challenges. In: Fagerberg, J., Mowery, D.C., Nelson, R.R. (Hrsg.) The Oxford Handbook of Innovation. Oxford University Press, New York, S. 181-208.

Eickelpasch, A., Kauffeld-Monz, M., Pfeiffer, I., Wurzel, U. G., Bachmann, T. (2001) Die Förderinitiative InnoRegio – Konzeption und erste Erkenntnisse der wissenschaftlichen Begleitung. DIW Wochenbericht 68 (34), S. 525-535.

Eickelpasch, A., Pfeiffer, I., Hornschild, K. (2003) Das InnoRegio-Programm – eine Zwischenbilanz. DIW Wochenbericht 70 (50), S. 331-337.

Eickelpasch, A., Pfeiffer, I. (2004) InnoRegio: Unternehmen beurteilen die Wirkung des Förderprogramms insgesamt positiv. DIW Wochenbericht 71 (23), S. 525-535.

Franz, W. (2003) Arbeitsökonomik. Springer, Berlin.

Freeman, C. (1987) Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan. Pinter, London.

Fritsch, M., Mueller, P. (2004) Effects of New Business Formation on Regional Development over Time. Regional Studies 38, S. 961-975.

Fritsch, M., Wein, T., Ewers, H.-J. (2005) Marktversagen und Wirtschaftspolitik. Vahlen, München, 6. Auflage.

German-French Council of Economic Advisors (2004) Regaining the Reform Initiative- A German-French Proposal for Economic Policy in Europe. Mimeo. Berlin, Paris.

Gordon, R. J. (2004) Five Puzzles in the Behaviour of Productivity, Investment, and Innovation. In: Sala-i-Martin, X. (Hrsg.) The Global Competiveness Report 2003-2004. Oxford University Press, New York, S. 117-135.

Granger, C. W. J., Newbold, P. (1974) Spurious Regressions in Econometrics. Journal of Econometrics, 2, S. 111-120.

Granstrand, O. (2005) Innovation and Intellectual Property Rights. In: Fagerberg, J., Mowery, D.C., Nelson, R.R. (Hrsg.) The Oxford Handbook of Innovation. Oxford University Press, New York, S. 266-291.

Grenzmann, C. (2004) Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft. Die FuE-Statistik des Wirtschaftssektors. In: Legler, H., Grenzmann, C. (2004) Forschung und Entwicklung in der deutschen Wirtschaft. Wissenschaftsstatistik, Essen.

Griffith, R., Redding, S., Van Reenen, J. (2003) R&D and Absorptive Capacity: Theory and Empirical Evidence. Scandinavian Journal of Economics 105 (1), S. 99-118.

Griliches, Z. (1964) Research Expenditures, Education and the Aggregate Agriculture Production Function. American Economic Review 54, S. 961-974.

Griliches, Z. (1980): Returns to Research and Developement Expenditures in the Private Sector. In: Kendrick, J. W., Vaccara, B. (Hrsg.) New Developements in Productivity Measurement. Chicago University Press, Chicago, S. 419-454.

Griliches, Z. (1986) Productivity, R&D and Basic Research at the Firm Level in the 1970s'. American Economic Review 76 (19), S. 141-154.

Griliches, Z. (1988) Productivity Puzzles and R&D: Another Nonexplanation. Journal of Economic Perspectives 2 (4), S. 9-21.

Griliches, Z. (1995) R&D and Productivity: Econometric Results and Measurement Issues. In: Stoneman, P. (Hrsg.) Handbook of the Economics Innovation and Technological Change. Blackwell, Oxford, S. 52-89.

Griliches, Z., Mairesse, J. (1984) Productivity and R&D at the Firm Level. In: Griliches, Z. (Hrsg.) R&D, Patents and Productivity. Chicago University Press, Chicago, S. 339-374.

Griliches, Z., Mairesse, J. (1990) R&D and Productivity Growth: Comparing Japanese and U.S. Manufacturing Firms. In: Hulten, C. (Hrsg.) Productivity Growth in Japan and the United States. Chicago University Press, Chicago, S. 317-348.

Grossman, G. M., Helpman, E. (1991) Innovation and Growth in the Global Economy. MIT Press, Cambridge, Mass.

Grossman, G. M., Helpman, E. (1994) Endogenous Innovation in the Theory of Growth. Journal of Economic Perspectives 8 (1), S. 23-44.

Grupp, H. (1997a) External Effects as a Microeconomic Determinant of Innovation Efficiency. International Journal of the Economics of Business 4 (2), S. 173-187.

Grupp, H. (1997b) Messung und Erklärung des Technischen Wandels. Springer, Berlin.

Guellec, D., van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2001) R&D and Productivity Growth: Panel Data Analysis of 16 OECD Countries. OECD Economic Studies 33, S. 103-125.

Hall, H. H., Mairesse, J. (1995) Exploring the Relationship between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms. Journal of Econometrics 65, S. 263-293.

Harhoff, D. (1998) R&D and Productivity in German Manufacturing Firms. Economics of Innovation and New Technology 6 (1), S. 29-49.

Heinemann, F. (2004) Bruttoinlandsprodukt: Der falsche Kompass? ZEW Konjunkturreport Oktober 2004 S. 6-7.

Helpman, E. (1992) Endogenous Macroeconomic Growth Theory. European Economic Review 36 (2-3), S. 237-267.

Heston, A., Summers, R. (1996) International Price and Quantity Comparisons: Potentials and Pitfalls. American Economic Review 86 (2), S. 20-24.

Holub, H.-W., Schnabl, H. (1997) Input-Output-Rechnung, Input-Output-Analyse. Oldenbourg, München.

Homburg, S. (2003) Allgemeine Steuerlehre. Vahlen, München.

Hornschild, K., Kinkel, S., Lay, G. (2003) Höhere Wettbewerbsfähigkeit durch produktbegleitende Dienstleistungen: Betreibermodelle im deutschen Maschinenbau. DIW Wochenbericht 70 (49), S. 775-779.

Hornung, D. (2002) Investment, R&D, and Long-Run Growth. Springer, Berlin.

Husso, K. (1997) The Impact of R&D on Productivty: Evidence from Firm-Level Panel Data for Finland. In: Laaksonen, S. (Hrsg.) The Evolution of Firms and Industries. S. 311-339.

Institut der Deutschen Wirtschaft (2005) Vision Deutschland. Der Wohlstand hat Zukunft. IDW, Köln.

Islam, N. (1995) Growth Empirics: A Panel Data Approach. The Quarterly Journal of Economics 110 (4), S. 1127-1170.

Jaffe, A. (1986) Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits and Market Value. American Economic Review 75 (6), S. 984-1002.

Janz, N., Ebling, G., Gottschalk, S., Peters, B., Schmidt, T. (2002) Die Mannheimer Innovationspanel. Allgemeines Statistisches Archiv (Journal of the German Statistical Society) 86, S. 189-201.

Janz, N., Ebling, G., Gottschalk, S., Peters, B., Schmidt, T. (2003) Die Mannheimer Innovationspanel: Datenerhebung und -nutzung. In: Janz, N., Licht, G. (Hrsg.) Innovationsforschung heute. ZEW Wirtschaftsanalysen. Band 63, S. 9-16.

Jones, C. I. (1999) Growth: With or Without Scale Effects? American Economic Review 89, S. 139-144.

Kafouros, M. I. (2004) R&D and Productivity Growth at the Firm Level: A Survey of the Literatur. Kent Business School Working Paper 57.

Kao, C., Chiang, M.-H., Chen, B. (1999) International R&D Spillovers: An Application of Estimation and Inference in Panel Cointegration. Oxford Bulletin of Economics and Statistics 61 S. 691-708.

Kaufer, E. (1980) Industrieökonomik. Vahlen, München.

Keuschnigg, C. (2004) Venture Capital Backed Growth. Journal of Economic Growth 9, S. 239-261.

Klodt, H. (1995) Grundlagen der Forschungs- und Technologiepolitik. Vahlen, München.

Knottenbauer, K. (2000) Theorie des Strukturwandels. Metropolis, Marburg.

Kondratieff, N. D. (1926) Die langen Wellen der Konjunktur. Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik 56, S. 573-609.

Kortmann, W. (2003) Eine neue Methode für systematische Markt-, Branchen- und Wettbewerbsanalysen. Duncker und Humboldt, Berlin.

Krüger, J. J., Cantner, U., Hanusch, H. (2003) Explaining International Productivity Differences. Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik 223, S. 659-679.

Lee, J.-W., Barro, R. J. (2001) Schooling Quality in a Cross-Section of Countries. Economica 68 (272), S. 465-488.

Legler, H., Schmidt, J. (2000) Innovationsindikatoren zur deutschen Automobilindustrie. NIW, Hannover.

Legler, H. et al. (2002) Innovationsindikatoren zur Umweltwirtschaft. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 2-2003, Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.

Lichtenberg, F., Siegel, D. (1991) The Impact of R&D investment on Productivtity – New Evidence using linked R&D-LRD Data. Economic Inquiry 29 (2), S. 203-229.

Link, A. (1981) Basic Research Productivity Increase in Manufacturing: Additional Evidence. American Economic Review 71 (5), S. 1111-1112.

Lundvall, B. (1992) (Hrsg.) National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. Pinter, London, New York.

Lutz, C., Meyer, B., Nathani, C., Schleich, J. (2004) Endogenous Technological Change and Emissions. The Case of the German Steel Industry. Energy Policy.

Mankiw, N. G., Romer, D., Weil, D. N. (1992) A Contribution to the Empirics of Economic Growth. Quarterly Journal of Economics 107 (2), S. 407-37.

Mansfield, E. (1965) Rates of Return from Industrial Research and Delepoment. American Economic Review 55, S. 310-322.

Mansfield, E. (1980) Basic research and productivity increase in manufcturing. The American Economic Review 70 (5), S. 863-873.

Martin, S. (1993) Advanced Industrial Economics. Blackwell, Oxford.

Mas-Colell, A. et al. (1995) Microeconomic Theory. Oxford University Press, New York, Oxford.

McGuckin, R. H., van Ark, B. (2005) EU Labor Productivity and Employment Improve in 2004 – but U.S. Still Leads. Executive Action Report, The Conference Board.

McGuckin, R. H., Spiegelman, M., van Ark, B. (2005) The Retail Revolution. Can Europe Match U.S. Productivity Performance? Perspectives on a Global Economy, The Conference Board.

Meyer, B. (2002) Die Modellierung von Umweltinnovationen in quantitativen Modellen. :[riw]-Newsletter No. 3.

Meyer, B. et al. (1999) Marktkonforme Umweltpolitik. Wirkungen auf Luftschadstoffemissionen, Wachstum und Struktur der Wirtschaft. Physica-Verlag, Heidelberg.

Mohr, H. (1997) Begründung für die Studie. Clar, G., Doré, J.,Mohr, H. (Hrsg.) (1997) In: Humankapital und Wissen. Grundlagen einer nachhaltigen Entwicklung. Springer, Berlin. S. 5-10.

Nefiodow, L. A. (1996) Der sechste Kondratieff. Rhein-Sieg, Bonn.

Nelson, R. R.(1993) (Hrsg.) National Innovation Systems: A Comparative Analysis, Oxford University Press, New York.

Nelson, R. (1997) How New Is New Growth Theory? Challenge 40 (5), S. 29-58.

Nelson, R. R., Phelps, E. S. (1966) Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth. The American Economic Review 56(1/2), S. 69-75.

Nelson, R. R., Winter, S. G. (1974) Neoclassical vs. Evolutionary Theories of Economic Growth: Critique and Prospectus. Economic Journal 84 (336), S. 886-905.

Nelson, R. R., Winter, S. G. (1982) An Evolutionary Theory of Economic Change. Belknap Press of Harvard University, Cambridge, Mass.

Odagiri, H., Iwata, H. (1986) The Impact of R&D on Productivity Increase in Japanese Manufacturing Companies. Research Policy 15 S. 13-19.

OECD (1997) Oslo Manual. OECD Publications, Paris.

OECD (1999) Managing National Innovation Systems. OECD Publications, Paris.

OECD (2001) Measuring Productivity. OECD Publications, Paris.

OECD (2002a) Frascati Manual.The Measurement of Scientific and Technological Activities. OECD Publications, Paris.

OECD (2002b) Dynamising National Innovation Systems. OECD Publications, Paris.

OECD (2003) The Sources of Economic Growth. OECD Publications, Paris.

OECD (2004a) Education at a Glance. OECD Publications, Paris.

OECD (2004b) Lernen für das Leben. Erste Ergebnisse der ersten internationale Schulleistungsstudie PISA 2003. OECD Publications, Paris.

OECD (2004c) Main Science and Technology Indicators. OECD Publications, Paris.

Oppenländer, K. H., Köhler, A.G. (1996) Konjunkturindikatoren. Fakten, Analysen, Verwendung. Oldenbourg, München, Wien.

Penzkofer, H. (2003) Innovationsaktivität in der Industrie: Leichter Rückgang auf hohem Niveau. ifo-Schnelldienst 56 (2).

Pesaran, H., Shin, Y., Smith, R. (1999) Pooled Mean Group Estimation of Dynamic Heterogeneous Panels. Journal of the American Statistical Association 94, S. 621-634.

Porter, M. E. (1999) Wettbewerbstrategie. Frankfurt. Campus. 10. Auflage.

Posner, R. A. (2005) Intellectual Property: The Law and Economics Approach. Journal of Economic Perspectives 9 (2), S. 57-73.

Powell, W. W., Grodal, S. (2005) Network of Innovators. In: Fagerberg, J., Mowery, D.C., Nelson, R. R. (Hrsg.) The Oxford Handbook of Innovation. Oxford University Press, New York, S. 56-86.

Preissl, B., Solimene, L. (2003) The Dynamics of Clusters and Innovation. Physica-Verlag, Heidelberg, New York.

Ramcharan, R. (2004) Higher or Basic Education? The Composition of Human Capital and Economic Development. IMF Staff Papers Vol. 51, No. 2.

Rammer, C., Legler, H. (2005) Innovationsmotor Chemie 2005. Leistungen und Herausforderungen. Studie im Auftrag des Verbands der Chemischen Industrie e.V.

Rammer, C., Penzkofer, H., Stephan, A., Grenzmann, C. (2004) FuE- und Innovationsverhalten von KMU und Großunternehmen unter dem Einfluss der Konjuktur. Studien zum Innovationssystem Deutschlands Nr. 22-2004.

Romer, D. (1986) Increasing Returns and Long-run Growth. Journal of Political Economy 94, S. 1002-1037.

Romer, P. M. (1990) Endogenous Technological Change. Journal of Political Economy 98 (5), S. 71-102.

Rose, K. (1991) Grundlagen der Wachstumstheorie. Vandenhoeck und Ruprecht, Göttingen.

RWI (2005) Beschäftigungswirkungen von Forschung und Innovation, Endbericht. RWI, Essen.

Sachverständigenrat (2002) Eine Politik für Wachstum und Beschäftigung. Jahresgutachten 2002/03. Wiesbaden.

Sachverständigenrat (2004) Erfolge im Ausland – Herausforderungen im Inland. Jahresgutachten 2004/05. Wiesbaden.

Samuelson, L. (2004) Modeling Knowledge in Economic Analysis. Journal of Economic Literature 42 (2), S. 367-403.

Sapir, A., Aghion, P., Bertola, G., Hellwig, M., Pisani-Ferry, J., Rosati, D., Vinals, J., Wallace, H. (2004) An Agenda for a Growing Europe – The Sapir Report. Oxford University Press, Oxford.

Scarpetta, S., Tressel, T. (2002) Productivity and Convergence in a Panel of OECD Industries: Do Regulations and Institutions Matter? OECD Working Papers 342.

Schankerman, M. (1981) The Effects of Double-Counting and Expensing on the Measured Returns to R&D. Review of Economics and Statistics 63, S. 454-458.

Schneeweis, T., Smolny, W. (1996) Das ifo-Unternehmenspanel 1980-1992. Einige Ergebnisse einer Verknüpfung der Umfragen des ifo-Instituts. Center for International Labor Economics Discussion Paper 32.

Scholl, W., Wurzel, U. G. (2002) Erfolgsbedingungen regionaler Innovationsnetzwerke – Ein organisationstheoretisches Kausalmodell. DIW-Materialien Nr. 23, Berlin.

Scholz, L. (Hrsg.) (1989) Innovationstest. München.

Schumpeter, J. (1911/1993) Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Duncker und Humboldt, Berlin. 8. Auflage.

Sölvell, Ö., Lindqvist, G., Ketels, C. (2003) The Cluster Initiative Greenbook. Ivory Tower AB.

Solow, R. M. (1956) A Contribution to the Theory of Economic Growth. Quarterly Journal of Economics 70 (1), S. 65-94.

Solow, R. M. (1957) Technical Change and the Aggregate Production Function. Review of Economics and Statistics 39, S. 312-320.

Stahl, K. (1991) Das Mannheimer Unternehmenspanel: Konzept und Entwicklung. Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung 24, S. 735-738.

Statistisches Bundesamt (2000) Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland und für das Ausland.

Statistisches Bundesamt (2003) Unterlagen zur Sitzung des Fachausschusses „Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (VGR)“ am 26. November 2003, Wiesbaden.

Stoker, T. M. (1993) Empirical Approaches to the Problem of Aggregation over Individuals. Journal of Economic Literature 31, S. 1827-1874.

Summers, R., Heston, A. (1991) The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950-1988. Quarterly Journal of Economics 106 (2), S. 327-68.

Swan, T. W. (1956) Economic Growth and Capital Accumulation. Economic Record 32, S. 334-361.

Sydsaeter, K. et al. (1999) Economists' Mathematical Manual. Springer, Berlin.

van Pottelsberghe de la Potterie, B. (1997) Issues in Assessing the Effect of Interindustry R&D Spillovers. Economic Systems Research 9, S. 331-356.

van Reenen, J. (1997) Why Has Britain Had Slower R&D Growth? Research Policy, 26, S. 493-507.

Varian, H. R. (1985) Mikroökonomie. Oldenbourg, München, Wien.

Verspagen, B. (1992) Endogenous Innovation in Neo-classical Growth Models: A Survey. Journal of Macroeconomics 14, S. 631-662.

Von Hentig, H. (2004) Die überschätzte Schule. Frankfurter Rundschau, 11.5.2004.

Voßkamp, R. (1996) Innovation, Heterogenität und Struktur in Mikro-Makro-Modellen. Duncker & Humboldt, Berlin.

Voßkamp, R. (2002) Schumpeterscher Wettbewerb, Produktvielfalt und Wachstum. Habilitationsschrift, Chemnitz.

Voßkamp, R. (2004a) Schumpeterscher Wettbewerb und Produktvielfalt: Ein evolutorisches Wachstumsmodell und ausgewählte Simulationen zur FuT-Politik. In: Kerber, W. (2004) Studien zur Evolutorischen Ökonomik IX, S. 87-134.

Voßkamp, R. (2004b) Beschäftigungswirkung von Forschung und Innovation. Workshop „Beschäftigungswirkungen von Forschung und Innovation“ des BMWA. 22. Oktober 2004, Berlin.

Voßkamp, R. (2004b) Regionale Innovationsnetzwerke und Unternehmensverhalten: Das Beispiel InnoRegio. DIW Wochenbericht 71 (23), S. 338-342.

Voßkamp, R. (2004c) Comments on: A 3 % R&D effort in Europe in 2010. An analysis of the consequences, using the NEMESIS model by D. Brécard et al. (2004). Mimeo. Berlin.

Wakelin, K. (2001) Productivity Growth and R&D Expenditure in U.K. firms. Research Policy 30, S. 1079-1090.

Welge, M. K., Al-Laham, A. (2003) Strategisches Management. 4. Auflage, Wiesbaden.

Wernerfelt, B. (1984) A Resource-based View of the Firm. Strategic Management Journal 5, S. 171-180.

Werwatz, A., Belitz, H., Kirn, T., Schmidt-Ehmcke, J., Vosskamp, R. (2005) Innovationsindikator Deutschland. Bericht 2005. DIW Berlin: Politikberatung kompakt 11.

Wingerter, C. (2004) Die empirische Erfassung des Lebenslangen Lernens. Statistisches Bundesamt, Wirtschaft und Statistik 10, S. 1156-1166.

Wolff, E. N. (1992) Productivity Growth and Capital Intensity on the Sector and Industry Level: Specialisation among OECD Countries, 1970-1988.

Wolff, E. N. (2000) Human Capital Investment and Economic Growth: Exploring the Cross-Country Evidence. Structural Change and Economic Dynamics 11 (4), S. 433-72.

Wong, P. K., Ho, Y. P., Autio, E. (2005) Entrepreneurship, Innovation and Economic Growth: Evidence from GEM data. Small Business Economics, S. 335-350.