

## Bildung, externe Effekte, technologische Leistungsfähigkeit und Wirtschaftswachstum

Dohmen, Dieter; Fuchs, Kathrin; Himpele, Klemens

Veröffentlichungsversion / Published Version

Monographie / monograph

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

SSG Sozialwissenschaften, USB Köln

### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Dohmen, D., Fuchs, K., & Himpele, K. (2006). *Bildung, externe Effekte, technologische Leistungsfähigkeit und Wirtschaftswachstum*. (FiBS-Forum, 31). Köln: Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie (FiBS). <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-218137>

### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Dieter Dohmen  
Kathrin Fuchs  
Klemens Himpele

Bildung, externe Effekte, technologische  
Leistungsfähigkeit und  
Wirtschaftswachstum

Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 13-2006

im Auftrag des  
Bundesministeriums für Bildung und Forschung

FiBS-Forum Nr. 31

Köln, Mai 2006

ISSN 1610-3548



**© 2006 Forschungsinstitut für Bildungs-  
und Sozialökonomie, Köln**

Nachdruck und Vervielfältigung – auch aus-  
zugsweise – sowie Weitergabe bzw. Verkauf  
sind nur mit ausdrücklicher schriftlicher Ge-  
nehmigung der Verfasser gestattet.



**Forschungsinstitut für  
Bildungs- und Sozialökonomie**

Platenstraße 39 – 50825 Köln  
Tel.: 0221/5509516 – Fax: 0221/550 9518

Marienstr. 29 – 10117 Berlin  
Tel.: 030/28097801

E-mail: [fibs@fibs-koeln.de](mailto:fibs@fibs-koeln.de)

URL: [www.fibs-koeln.de](http://www.fibs-koeln.de)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Vorbemerkung.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Theoretische Einordnung .....</b>	<b>10</b>
2.1 Wachstumstheorie und Neue Wachstumstheorie .....	10
2.2 Die Humankapitaltheorie und deren Kritik .....	16
2.3 Makroökonomische Einordnung der Betrachtung des Humankapitals .....	17
<b>3. Stand und Probleme der Empirie .....</b>	<b>18</b>
3.1 Erfassungsprobleme des Humankapitals .....	19
3.1.1 Erfassung des Humankapitals – Kostenseite als Grundlage .....	19
3.1.2 Erfassung des Humankapitals – Ertragsseite als Grundlage .....	21
3.1.3 Generelle Erfassungsprobleme bei externen Effekten.....	22
3.1.4 Einschub: Die Abschreibung von Humankapital als Investitions herausforderung .....	24
3.2 Transmissionsmechanismen von Bildung auf die technologische Leistungsfähigkeit in der empirischen Literatur.....	25
3.2.1 Innovationsfähigkeit.....	26
3.2.2 Diffusionsfähigkeit .....	28
3.2.3 »Weiche« Transmissionsmechanismen.....	29
3.2.4 Die Rolle der Qualität der Bildung .....	32
<b>4. Die Bundesrepublik Deutschland im internationalen Vergleich.....</b>	<b>33</b>
4.1 Die Betrachtung der Kostenseite, des Bildungsstands und des Bildungsniveaus als Proxy für Humankapital.....	33
4.1.1 Bildungsausgaben in der OECD .....	33
4.1.2 Bildungsstand der Bevölkerung.....	37
4.1.3 Bildungsniveau im internationalen Vergleich .....	40
4.1.4 Die Natur- und Ingenieurwissenschaften .....	42
4.2 Bildungsrenditen als Proxy für Humankapital.....	45
4.2.1 Private monetäre Erträge von Bildung .....	46
4.3 Forschungsstandort Deutschland .....	53
4.4 Produktivitätsentwicklung in Deutschland im internationalen Vergleich.....	56
4.5 Die Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts je Einwohner im internationalen Vergleich.....	58
<b>5. Indikatoren zum Zusammenhang von Bildung und technologischer Leistungsfähigkeit.....</b>	<b>60</b>

5.1	Der Einfluss der Bildung auf die Innovationsfähigkeit.....	65
5.2	Indikatoren für die Diffusion.....	68
5.2.1	Bildung und Diffusion sowie technologische Leistungsfähigkeit .....	68
5.3	Indikatoren für externe Effekte.....	72
5.3.1	Bildung, externe Effekte und Patentintensität.....	73
5.4	Indikatoren für die Bildungsqualität .....	75
5.4.1	Bildungsqualität und technologische Leistungsfähigkeit.....	77
5.4.2	Bildungsqualität und Diffusion.....	77
5.4.3	Bildungsqualität und externe Effekte .....	78
5.4.4	Zusammenfassung des Einflusses der Bildungsqualität.....	79
5.5	Multivariate Analysen.....	79
5.5.1	Hauptkomponentenanalyse mit Indikatoren für Humankapital und FuE.....	80
5.5.2	Darstellung des Regressionsmodells.....	81
5.5.3	Ergebnisse der multiplen Regression .....	82
5.5.3.1	Technologische Leistungsfähigkeit.....	82
5.5.3.2	Diffusionsfähigkeit.....	83
5.5.3.3	Externe Effekte .....	85
5.5.3.4	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	87
5.5.4	Faktoranalyse unter Ausschluss der FuE-Ausgaben .....	87
5.5.5	Faktoranalyse unter Ausschluss der FuE-Ausgaben und des BIP.....	89
<b>6.</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....</b>	<b>91</b>
<b>7.</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>94</b>
<b>8.</b>	<b>Tabellenanhang .....</b>	<b>105</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Produktionsfunktion. Partialbetrachtung zur Darstellung von Innovationen („technischer Fortschritt“)	27
Abbildung 2: Transmissionsmechanismus Humankapital - Innovation - technologische Leistungsfähigkeit	27
Abbildung 3: Transmissionsmechanismus Humankapital - Diffusion - technologische Leistungsfähigkeit	29
Abbildung 4: Transmissionsmechanismus Humankapital - externe Effekte - technologische Leistungsfähigkeit	30
Abbildung 5: Bildungsausgaben je Schüler bzw. Student im Primar-, Sekundär- und Tertiärbereich in der OECD	34
Abbildung 6: Öffentliche und private Bildungsausgaben in Prozent des BIP (2002)	36
Abbildung 7: Bildungsstand der 25-64 Bevölkerung 1995 und 2003 nach Abschlüssen	37
Abbildung 8: Entwicklung des Bildungsstandes der 25-64jährigen Bevölkerung in Deutschland 1991 bis 2003	39
Abbildung 9: Entwicklung der Studierenden und der Studienanfänger in den Fachbereichen Mathematik, Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften 1993-2002	43
Abbildung 10: Frauenanteil an den Natur- und Ingenieurwissenschaften und der Mathematik	44
Abbildung 11: Ausführliche private Renditen für Tertiärbildung 1999-2000	48
Abbildung 12: Qualifikationsspezifische Arbeitslosigkeit in Prozent	52
Abbildung 13: Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen 1994-2002	53
Abbildung 14: FuE-Ausgaben in Prozent des BIP, ausgewählte Länder, 1991-2002	54
Abbildung 15: Patentintensität und Wachstumsrate von Triade-Patenten in ausgewählten Ländern	55
Abbildung 16: Bruttoinlandsprodukt je Arbeitsstunde – Europa, Index 2000 = 100	57
Abbildung 17: Bruttoinlandsprodukt je Arbeitsstunde – diverse Länder, Index 2000 = 100	58
Abbildung 18: Entwicklung des BIP je Einwohner 1995-2003, absolute Zahlen	59
Abbildung 19: Entwicklung des BIP je Einwohner 1995-2003, Veränderungen absolut und in Prozent	60
Abbildung 20: Stilisierte Darstellung der Wirkungsmechanismen	61
Abbildung 21: Zusammenhang Produktivitätsfortschritt und Wirtschaftswachstum	62

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse der PiSA-2003-Studie, sortiert nach dem Durchschnittswert der Fachbereiche .....	41
Tabelle 2: Zusammenhang zwischen Bildungsindikatoren und Triadepatentintensität .....	65
Tabelle 3: Zusammenhang zwischen Bildungs- und Diffusionsindikatoren .....	70
Tabelle 4: Zusammenhang zwischen Bildungsindikatoren Indikatoren für externe Effekt .....	74
Tabelle 5: Rotierte Komponenten-Matrix .....	81
Tabelle 6: Rotierte Komponenten-Matrix ohne FuE .....	88
Tabelle 7: Verwendete Daten Teil 1 .....	106
Tabelle 8: Verwendete Daten Teil 2 .....	107
Tabelle 9: Verwendete Daten Teil 3 .....	108

## Abkürzungsverzeichnis

BIP	Bruttoninlandsprodukt
BLK	Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CPI	Corruption Perceptions Index
DIHK	Deutscher Industrie- und Handelskammertag
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
EU	Europäische Union
FiBS	Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie
HDI	Human Development Index
HDR	Human Development Report
HIS	Hochschul-Informations-System
HWWA	Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv
IAB	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Agentur für Arbeit
IPTS	Institut for Prospective Technological Studies
ISCED	International Standard Classification of Education
KKP	Kaufkraftparität
KMU	Kleine und mittelständische Unternehmen
KOF	Konjunkturforschungsstelle (Swiss Institute for Cycle Research)
NBER	National Bureau of Economic Research
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
o.J.	Ohne Jahresangabe
o.O.	Ohne Ortsangabe
RWI	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
SOEP	Sozio-oekonomisches Panel des DIW
TAB	Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag
UNDP	United Nations Development Programme
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
USA	United States of America
ver.di	Vereinigte Dienstleistungsgewerkschaft
WKÖ	Wirtschaftskammer Österreichs
WSI	Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliches Institut der Hans Böckler Stiftung
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH
ZWS	Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

## 1. Vorbemerkung

Der mögliche Einfluss der Bildung von Humankapital auf die technologische Leistungsfähigkeit ist in dreierlei Hinsicht relevant für politische und wirtschaftliche Entscheidungsträger:

- (1) Lassen sich über das Instrument Bildung eine höhere Produktivität und Innovationsfähigkeit und damit eine höhere technologische Leistungsfähigkeit erreichen?
- (2) Welche externen Effekte sind für den Mechanismus der Steigerung der technologischen Leistungsfähigkeit verantwortlich und welche Folgerungen lassen sich daraus gegebenenfalls für die Finanzierung der Bildungseinrichtungen ableiten?
- (3) Wenn die Bildung von Humankapital Einfluss auf die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes hat: An welcher Stelle im Bildungssystem und durch welche Mechanismen lässt sich besonders produktives Humankapital erzeugen?

Spätestens mit den PISA-Studien der OECD (2001a; 2004d) hat das Thema Bildung und deren Qualität auch in Deutschland wieder eine größere Präsenz bekommen. Angesichts sich verändernder Rahmenbedingungen ist die ökonomische Bedeutung von Bildung in einer sich globalisierenden Welt gestiegen, in der Unternehmen zunehmend international konkurrieren. Während Kapital in den sich öffnenden Märkten mobil ist, wird der Standort verstärkt durch das tendenziell immobilere Humankapital der Bevölkerung bestimmt (vgl. Dohmen/Ammermüller 2004, S. 7, Hofmann 2001, S. 40 und Gries 1995, S. 8; OECD 2004d, S.3). Dabei sind rohstoffarme Länder wie die Bundesrepublik Deutschland auf ein hohes Bildungsniveau angewiesen. Ein hohes Bildungsniveau ist – wie zu zeigen sein wird – ein wichtiger Faktor bei der Frage der Produktivität, die wiederum nötig ist, soll das hohe Lohnniveau gehalten oder in Zukunft – insbesondere in Verbindung mit dem demografischen Wandel – weiter ausgebaut werden. Bildung scheint mithin ein wesentlicher Schlüssel zur technologischen Leistungsfähigkeit und zur ökonomischen Zukunftsfähigkeit Deutschlands zu sein. Die technologische Kompetenz einer Bevölkerung und – damit verbunden – die Möglichkeit der Adaption neuer Entwicklungen spielen eine entscheidende Rolle, wenn es gilt, Innovationen voranzutreiben, neue Entwicklungen breit in Produktionsprozesse zu integrieren (Diffusion von Innovationen) und die Produktivität zu verbessern. Daher ist es eine immer wieder formulierte Forderung der Politik, die Bildungsbereitschaft junger Menschen zu erhöhen und die Studierquote in Deutschland zu steigern. Ein Rückgang der Studierbereitschaft und insbesondere ein Rückgang der Nachfrage nach

technischen Studiengängen, wie er während der 1990er Jahre in Deutschland zu beobachten war (vgl. Becker 2000), birgt Gefahren für die Leistungsfähigkeit der Volkswirtschaft.

Der vorliegende Bericht entwickelt einen theoretischen Hintergrund und Indikatoren zur Beurteilung von externen Effekten von Bildung<sup>1</sup>, die sich auf die technologische Leistungsfähigkeit auswirken. Die Frage ist, inwieweit Investitionen in Bildung über solche Transmissionsmechanismen die technologische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft beeinflussen kann. Die technologische Leistungsfähigkeit wiederum hat Einfluss auf das Wirtschaftswachstum. Die Relevanz des Wirtschaftswachstums für den Wohlstand einer Gesellschaft lässt sich leicht nachvollziehen. Bei einem Wirtschaftswachstum von 1% würde sich das Bruttoinlandsprodukt des Jahres 2004 von 2.216 Milliarden Euro (vgl. Statistisches Bundesamt o.J.c.) in den nächsten 50 Jahren auf 3.644 Milliarden Euro erhöhen, was einem Zuwachs von 1.428 Milliarden Euro oder 64,5 Prozent entspricht. Bei einem Wachstum von zwei Prozent pro Jahr erreicht das BIP im Jahr 2054 einen Wert von 5.937 Milliarden Euro – was einem Zuwachs von 3.748 Milliarden Euro oder 169,2 Prozent entspricht. Auch vergleichsweise geringe Unterschiede in den Steigerungsraten – etwa über die Bereitstellung von Humankapital – können somit mittel- bis langfristig erhebliche Auswirkungen haben.

Der Bericht ist wie folgt gegliedert: Zunächst werden theoretische Überlegungen angestellt und die Bedeutung von Humankapital eingeordnet, anschließend werden vorliegende empirische Ergebnisse analysiert und eigene empirische Berechnungen durchgeführt. Schließlich werden Schlussfolgerungen gezogen und Handlungsempfehlungen gegeben.

---

<sup>1</sup> Das Ausmaß der externen Effekte der Bildung von Humankapital ist umstritten. Der vorliegende Bericht versucht, hier Ansätze zu liefern, diese Unklarheiten weiter einzugrenzen.

## 2. Theoretische Einordnung

Eine Einordnung empirischer Ergebnisse setzt einen fundierten theoretischen Rahmen voraus. Hierzu soll im Folgenden ein kurzer Überblick über die Entwicklung der theoretischen Modelle gegeben werden, wobei eine ausführliche und formale Darstellung nicht Ziel der vorliegenden Studie ist.<sup>2</sup> Vielmehr geht es darum, den Bedeutungswandel von Bildung in der theoretischen Betrachtung nachzuvollziehen und dadurch die verschiedenen Einschätzungen deutlich zu machen. Von diesen Standpunkten aus wird es dann möglich sein, empirische Ergebnisse einzuordnen, den Stand der Debatte nachzuvollziehen und Ansätze für die Effekte von Bildung zu identifizieren. Hierbei ist wichtig, dass sich die Humankapitaltheorie als eine Erklärung der Wachstumsprozesse von Volkswirtschaften entwickelt hat. Zwar finden sich bereits bei den Klassikern Hinweise auf die Notwendigkeit, längerfristige ökonomische Entwicklungen zu erklären, das Wachstum selbst wurde jedoch exogen (etwa über die Zunahme der Arbeitsbevölkerung oder Produktivitätsentwicklungen) erklärt. Die Klassiker befassten sich vor allem mit Akkumulationsprozessen und sich daran anschließenden Verteilungsfragen (vgl. Teichmann 1987, S.71f.). Einen differenzierten Ansatz lieferte Schumpeter (1934) mit seiner „Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung“. Er maß dabei den Innovatoren besondere Bedeutung für wirtschaftliche Entwicklung bei, können diese doch sprunghafte Veränderungen bewirken und einen gleichgewichtigen Zustand in einen neuen überführen. Der schumpetersche Unternehmer erkennt als erster innovative Möglichkeiten und setzt diese um und platziert sie am Markt. Damit öffnet er den Weg auch für Nachahmer, so dass gewinnbringende Innovationen in der Regel schnell und nach dem Motto „folge dem Beispiel des Erfolgreichen“ diffundieren (vgl. Zinn 2002). Schumpeter war es auch, der den Prozess der kreativen Zerstörung und damit der Entwertung von Humankapital im Zuge des technischen Fortschrittes und des damit verbundenen Strukturwandels benannte (vgl. Dehio et al. 2005, S. 85).

### 2.1 Wachstumstheorie und Neue Wachstumstheorie

Dennoch spielten Bildung und Humankapital in der theoretischen Betrachtung lange Zeit nur eine untergeordnete Rolle. Zwar hatte schon Adam Smith auf die Wichtigkeit gut gebildeter Arbeitnehmer verwiesen (vgl. Wöhlbier 2002, S. 5), in der neoklassischen Theorie spielte Bildung für den Wachstumsprozess einer Volkswirtschaft jedoch keine Rolle. Hier

---

<sup>2</sup> Einen guten Überblick bieten Barro/Sala-i-Martin (1995). Formalisiert finden sich verschiedene Modelle (Solow, Ramsey, AK und Schumpeter) bei Wiese (2005).

werden auf Grund der Annahmen der ungehinderten Wirksamkeit des Preismechanismus', der Entlohnung der Produktionsfaktoren nach ihrem Grenzprodukt und der Anwendbarkeit substitutionaler Produktionsfunktionen Wachstumsprozesse lediglich durch die Inputseite erklärt. Damit ist das Wachstum einer Volkswirtschaft durch den Faktoreinsatz, d.h. das Bevölkerungswachstum (zusätzlicher Input des Faktors Arbeit), und den technischen Fortschritt determiniert. Das Bevölkerungswachstum und der technische Fortschritt wiederum sind exogen gegeben und nicht endogen erklärbar, weshalb in der neoklassischen Theorie letztlich die demografische Entwicklung als erklärende Variable für das Wachstum verantwortlich ist. Bekannt ist hier vor allem das Modell von Solow. Dieses strebt auf Grund der Annahmen immer zu einem gleichgewichtigen Zustand. In diesem Gleichgewichtszustand wachsen alle relevanten Größen des Systems mit derselben Rate bei gleich bleibender Kapitalintensität, d.h. bei einem gleich bleibenden Faktoreinsatz Kapital pro Arbeiter. Die Ersparnis pro Kopf sorgt demnach dafür, dass die neue Bevölkerung (das Bevölkerungswachstum ist exogen vorgegeben) die Kapitalausstattung erhält, die der optimalen Kapitalintensität entspricht, welche damit konstant bleibt (vgl. zum Solow-Modell ausführlich: Barro/Sala-i-Martin 1995, S. 14ff.). In einer neoklassischen Denkwelt findet das System im Falle des Verlassens der optimalen Kapitalausstattung immer zurück in den gleichgewichtigen Zustand. Daher wird „im System neoklassischer Prägung der langfristige gleichgewichtige Zustand der Volkswirtschaft von der exogenen Wachstumsrate der (Arbeits-)Bevölkerung bestimmt“ (Teichmann 1987, S. 81, zum Steady State auch Barro/Sala-i-Martin 1995, S. 19ff.). Mit anderen Worten: Das Modell von Solow ist langfristig stabil, d.h. es strebt immer zum optimalen Verhältnis von Arbeit und Kapital. Verlässt das System dieses Optimum, so sorgen Umschichtungsprozesse dafür, dass die optimale Kapitalintensität wieder erreicht wird.

Auch die Weiterentwicklung der Wachstumstheorie durch Solow erklärt wirtschaftliches Wachstum nicht endogen, da auch hier das Bevölkerungswachstum zu einem wirtschaftlichen Wachstum führt, wobei die gleichgewichtige Kapitalintensität, das Verhältnis zwischen Arbeits- und Kapitaleinsatz also, erhalten bleibt.

Mankiw/Romer/Weil (1992, S. 409f.) haben das Solow-Modell mathematisch aufbereitet. Sie setzten eine Solow-Produktionsfunktion in Abhängigkeit der Zeit  $t$ .

$$(1) Y(t) = K(t)^\alpha [A(t)L(t)]^{1-\alpha} \quad 0 < \alpha < 1$$

Y kennzeichnet dabei den Output, K den Kapitaleinsatz, A den Stand der Technik<sup>3</sup> und L den Arbeitseinsatz. Gleichung (1) impliziert positive, aber abnehmende Grenzerträge der Arbeit, was durch eine einfache Ableitung gezeigt werden kann (vgl. Cottrell 2003, S. 1). Mankiw/Romer/Weil (1992, S. 409) gehen nun von konstanten Skalenerträgen aus, benennen jedoch Wachstumsgleichungen für Arbeit (Bevölkerungswachstum) und Produktivität (technischer Fortschritt).

$$(2) L(t) = L(0)e^{nt}$$

$$(3) A(t) = A(0)e^{gt}$$

Die Anzahl der effektiven Arbeitseinheiten ist dann gegeben durch  $A(t)L(t)$ , und diese Anzahl wächst mit der Rate  $n + g$ , wobei  $n$  für das Bevölkerungswachstum und  $g$  für den technischen Fortschritt steht. Über die Definition von  $k \equiv \frac{K}{AL}$  und  $y = \frac{Y}{AL}$  kommen Mankiw/Romer/Weil (1992, S. 410) zu einer Entwicklung von  $k$  in der Zeit<sup>4</sup>:

$$(4) \dot{k}(t) = sy(t) - (n + g + \delta)k(t),$$

wobei  $s$  als konstant unterstellt wird und  $\delta$  die Abschreibungen bezeichnet.

Über die Beziehung  $y = k^\alpha$ , die sich über die Gleichung (1) herleiten lässt, und Auflösen nach  $k$  ergibt sich ein Gleichgewichtszustand für

$$(5) k^* = \left[ \frac{s}{(n + g + \delta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

Damit ist die gleichgewichtige Kapital-Arbeitsrate positiv mit der Sparquote und negativ mit dem Bevölkerungswachstum korreliert, wobei die Faktoren alle exogen gegeben sind. Letztlich dienen Ansparprozesse in der neoklassischen Wachstumstheorie dazu, die Kapitalintensität trotz des Bevölkerungswachstums aufrecht zu erhalten (vgl. Barro/Sala-i-Martin 1995, S. 14ff.). Ein in das Modell integrierter technischer Fortschritt ( $\delta A$ ) hebt das Wachstum zwar auf eine neue Kapitalintensität, erklärt den technischen Fortschritt jedoch nicht, sondern nimmt ihn als exogen gegeben an. Zwar unterscheiden die Theorien einen quasi-kapitalvermehrenden technischen Fortschritt, der von Solow diskutiert wurde, von einem von Harrod formulierten quasi-arbeitsvermehrenden technischen Fortschritt. Damit werden mögliche Produktivitätssteigerungen der Arbeit angesprochen, die Theorien er-

<sup>3</sup> Hierbei ist zu erwähnen, dass der Faktor A über alle Länder und Zeitpunkte gleich ist. Deshalb fassen die neueren Ansätze A als Funktion eines Vektors erklärender Variablen auf (vgl. Graff 2002, S. 4).

<sup>4</sup> Anmerkung: Das folgende  $\dot{k}$  bedeutet eine Ableitung von  $k$  nach der Zeit  $t$ , mithin gilt:  $\dot{k} = \frac{dk(t)}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{K(t)}{A(t)L(t)} \right)$ . Vgl. hierzu auch Cottrell 2003, S. 2

möglichen aber noch keine Erklärung, die sich endogen herleiten ließe. Vielmehr dient der technische Fortschritt in diesen Modellen als ein Platzhalter für alle Wachstumsprozesse, die nicht mit Veränderungen der Mengen der Inputfaktoren Arbeit und Kapital erklärbar sind, d.h. auch, dass von einer Erklärung des Wirtschaftswachstums im engeren Sinne nicht die Rede sein kann (vgl. Teichmann 1987, S. 85ff.; Kamaras 2003, S. 65ff.; Bodenhöfer/Riedel 1997, S. 19). Anders ausgedrückt: Der technische Fortschritt ist das einzig Erklärende der wirtschaftlichen Entwicklung, wird jedoch selbst nicht erklärt, sondern als gegeben angenommen.<sup>5</sup> Erst mit Erklärungsansätzen über Learning-by-Doing-Prozesse durch Arrow<sup>6</sup> gelang es, zumindest einen Teil des technischen Fortschrittes endogen zu modellieren (vgl. Bodenhöfer/Riedel 1997, S. 19; Kamaras 2003, S. 116ff.). Die Wachstumstheorie kam so zu dem Ergebnis, dass Wachstumsprozesse durch steigende Skalenerträge, die sich aus Externalitäten ergeben, zu erklären seien. Diese Spillover-Effekte wiederum lassen sich etwa durch die Nichtrivalität von Wissen erklären, d.h., einmal veröffentlichte Ideen können von vielen genutzt werden.

In den 1980er Jahren griff die neue Wachstumstheorie die Ergebnisse der 1960er Jahre auf und entwickelte diese weiter. So wurde der technische Fortschritt endogenisiert und durch verschiedene Proxies (Einschreibraten, Forschung und Entwicklung etc.) zu erklären versucht. Wichtig ist hierbei die Annahme, dass durch diese Implementierung eines Terms für Humankapital und, damit verbunden, die Entscheidung einer Gesellschaft für sofortigen oder zukünftigen Konsum einen endogenen Erklärungsansatz liefert (vgl. Cesaratto 1999, S. 785). Somit wurde der technische Fortschritt nicht mehr als exogen gegeben und mithin als nicht beeinflussbar angesehen, sondern konnte gezielt durch gesellschaftliche Investitionsentscheidungen gesteigert werden (vgl. Sianesi/van Reenen 2002, S. 8). Zudem stand mit der Humankapitaltheorie von Becker (1964/1993) ein weiterer Erklärungsansatz bereit, der später in die neoklassische Wachstumstheorie von Solow eingearbeitet wurde (vgl. Mankiw/Romer/Weil 1992).

In der Modellwelt der neoklassischen Theorie mit vollständiger Konkurrenz sind steigende Skalenerträge nicht möglich. Romer (1986) entwickelte nun ein Modell, in dem die Skalenerträge der einzelnen Unternehmen zwar konstant, für die gesamte Volkswirtschaft

<sup>5</sup> Zinn (2002, S. 239) stellte zu dieser Frage fest: „Weder die postkeynesianische noch die neoklassische Wachstumstheorie stellte die Ursachenanalyse von Wachstum und technischem Fortschritt in den Mittelpunkt. Vielmehr erschien der technische Fortschritt als eine quasi selbstverständliche Folge des Zusammenspiels von kapitalistischer Konkurrenzwirtschaft, Industrialisierung und wissenschaftlich-technischer Kultur [...]. In den neoklassischen Wachstumsmodellen tritt denn der technische Fortschritt auch »ganz einfach« als eine Funktion der Zeit [...] auf – sozusagen als deus ex machina.“

<sup>6</sup> Cesaratto (1999, S. 780ff.) weist darauf hin, dass Arrow nicht innerhalb der Neoklassik argumentiert.

jedoch steigen. Begründet wird dies durch Spillover-Effekte (vgl. auch Sianesi/Van Reenen, S. 8; Dehio et al. 2005, S. 98f.). Romer geht in seinem Modell davon aus, dass Wissen quasi „nebenbei“ in Learning-by-doing-Prozessen entsteht. Da der Einsatz neuer Maschinen (=Sachkapital) neue Learning-by-doing-Prozesse auslöst, nähert Romer den Erfahrungswert der Arbeitskräfte durch die akkumulierten Investitionsbestände an.

Einem ähnlichen Grundgedanken folgend entwickelte Lucas (1988) ein Modell mit zwei Gütern, wobei die Lernprozesse bei der Produktion dieser Güter unterschiedlich intensiv sind und unterschiedlich schnell ablaufen. Bei diesem Modell hängt der Erwerb weiteren Wissens dann nicht mit der Sachkapitalausstattung (wie bei Romer), sondern mit der Humankapitalintensität der Produktion des entsprechenden Sektors zusammen. Lucas erarbeitet zudem ein Modell,<sup>7</sup> in dem sich Individuen zwischen Schulbildung und Arbeit entscheiden müssen und mithin eine bewusste Entscheidung treffen, die im Falle des Bildungswegs auch zu Kosten – mindestens zu Opportunitätskosten durch Einkommensverzicht – führt. Damit ist die Akkumulation von Wissen jedoch endogenisiert, d.h. individuellen und aggregierten Entscheidungen untergeordnet. Vereinfacht lässt sich diese Wissensproduktion wie folgt darstellen (vgl. Dehio et al. 2005, S. 99), wobei Gleichung (6) der Gleichung (1) entspricht<sup>8</sup>:

$$(6) Y = K^\alpha (AL_Y)^{1-\alpha}$$

$$(7) \frac{\dot{A}}{A} = \partial L_A$$

Dabei bezeichnet Y den Output, K den Inputfaktor Kapital und A den Inputfaktor der Produktivität bzw. das Wissen. Die mit L gekennzeichnete Arbeit lässt sich nun in die Produktion von Output ( $L_Y$ ) und in die Produktion von Wissen ( $L_A$ ) aufteilen. Somit steht die zur Wissensproduktion eingesetzte Arbeit nicht zur Produktion des Outputs Y zur Verfügung, steigert gleichzeitig aber den Inputfaktor A der Produktionsfunktion (1) und kann somit langfristig zu höherem Output beitragen.

Mankiw/Romer/Weil (1992) kommen nun zu dem Ergebnis, dass das „Textbook Solow Model“ die Wachstumsunterschiede zwischen verschiedenen Staaten gut erklären könne, wenn das Humankapital als erklärende Variable in die Betrachtung mit aufgenommen wird. Dazu verwenden sie die Schuleinschreibraten der Sekundarstufe II als Proxy für die

<sup>7</sup> Formalisiert zu finden bei Cesaratto (1999, S. 786). Lucas konnte bei seinen Überlegungen allerdings auf Uzawa (1965) zurückgreifen und dessen Gedanken weiterentwickeln.

<sup>8</sup> Zur besseren Übersicht wurde die Gleichung von Dehio et al. angepasst.

Humankapitalausstattung eines Landes. Daraus folgt dann eine erweiterte Produktionsfunktion (vgl. Mankiw/Romer/Weil 1992, S. 416):

$$(8) \quad Y(t) = K(t)^\alpha H(t)^\beta [A(t)L(t)]^{1-\alpha-\beta}$$

mit H als Humankapitalbestand. Auch hier lassen sich wieder Wachstumsbedingungen, d.h. die Veränderung von k und h in der Zeit, bestimmen:

$$(9) \quad \dot{k}(t) = s_k Y(t) - (n + g + \vartheta)k(t)$$

$$(10) \quad \dot{h}(t) = s_h y(t) - (n + g + \vartheta)h(t)$$

Gleichung (9) bestimmt die Veränderung der Kapitalausstattung, Gleichung (10) die der Humankapitalausstattung, jeweils gerechnet pro effektiver Arbeitseinheit. Die entscheidende Änderung neben der Implementierung des Humankapitals als Inputfaktor der Produktionsfunktion (8) ist das Aufteilen des Sparens in  $s_k$  und  $s_h$ , d.h. in die Verwendung zur Sach- bzw. zur Humankapitalakkumulation. Mankiw/Romer/Weil unterstellen ferner sinkende Erträge, also  $\alpha + \beta < 1$ . Die gleichgewichtige Sachkapital- und Humankapitalausstattung ergibt sich analog zur Berechnung des Solow-Modells und führt zu den Gleichungen (11) und (12) (vgl. Mankiw/Romer/Weil 1992, S. 417):

$$(11) \quad k^* = \left( \frac{s_k^{1-\beta} s_h^\beta}{n + g + \vartheta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}$$

$$(12) \quad h^* = \left( \frac{s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}}{n + g + \vartheta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}$$

Damit hängt das Pro-Kopf-Einkommen neben dem Bevölkerungswachstum auch von der Sach- und Humankapitalausstattung ab. Wichtig ist zudem die Tatsache, dass die Sparentscheidung eine bewusste Entscheidung der Haushalte und somit endogen erklärbar ist, d.h. über den Mechanismus des Sparens kann – mittels Investitionen – Einfluss auf die wirtschaftliche Entwicklung genommen werden.

Im Folgenden ist zu untersuchen, inwieweit Bildung über Transmissionsmechanismen Einfluss auf die technologische Leistungsfähigkeit nimmt. Diese technologische Leistungsfähigkeit ist in den o.g. theoretischen Herleitungen über den Term A in die Gleichungen implementiert. Unterstellt man die Richtigkeit der genannten Wachstumsmodelle (zumindest im Grundsatz), dann wirken die Transmissionsmechanismen über die technologische

Leistungsfähigkeit auf das Wirtschaftswachstum.<sup>9</sup> Daher werden im Folgenden empirische Studien betrachtet und analysiert und im Anschluss ein eigenes empirisches Untersuchungskonzept entwickelt und überprüft.

## 2.2 Die Humankapitaltheorie und deren Kritik

Die Humankapitaltheorie geht davon aus, dass Investitionen in Bildung grundsätzlich mit Investitionen<sup>10</sup> in Sachkapital (Realkapital) vergleichbar sind (vgl. de la Viesca 1999, S.20), da sie die gleiche Funktion erfüllen. Für beide gilt: Ein aktueller Verzicht (bzw. aktuelle Kosten) sollen sich später durch höhere Renditen rechnen. Investitionen in Sachkapital erfordern einen gegenwärtigen Verzicht auf Konsum (Opportunitätskosten des Sparens), eine Investition in Humankapital bedeutet in der Regel einen Verzicht auf Einkommen und/oder Freizeit (Opportunitätskosten der Bildung) und direkte Kosten, wie Gebühren, Lernmaterialien, Lebensunterhaltungskosten usw. (vgl. Dohmen/Hoi 2004). Sowohl Human- als auch Sachkapitalinvestitionen sollen die Produktivität steigern und so in der Zukunft Returns (in Form eines höheren Outputs) erzielen. Diese Umstellung in der Betrachtungsweise hat Auswirkungen auf die gesamte Analyse und das Verständnis von Bildung.

Die Kritik an der Humankapitaltheorie führte zur Entwicklung anderer Theorien, die den Nutzen von Bildung nicht durch eine Steigerung der Produktivität, sondern durch andere Mechanismen erklären. Die Signaling-Theorie beispielsweise geht davon aus, dass Bildung keinerlei Einfluss auf die Produktivität hat. Die von Spence (1973) entwickelte Theorie erklärt den Sinn von (zertifizierter) Bildung anders. Sie geht davon aus, dass jeder Mensch quasi per Geburt „innere“ Fähigkeiten und Produktivität besitzt. Menschen mit hoher Produktivität fällt es dann leichter zu lernen und sie können so schneller Bildungsabschlüsse erreichen. Durch diese Bildungsabschlüsse signalisieren sie dem potenziellen Arbeitgeber ihre angeborene Produktivität (vgl. etwa Dohmen/Ammermüller 2004, S. 14; Klös/Plünnecke 2003, S. 23). Nach dieser Theorie dient das gesamte Bildungssystem also nur und ausschließlich dem Erzeugen von Signalen (und damit der Selektion), um die Informationsschwierigkeiten seitens der Arbeitsnachfrager abzubauen.

Beim Modell des Screenings (vgl. grundsätzlich Stiglitz/Weiss 1981), das in seiner Wirkung dem Modell des Signaling entspricht, sucht der Arbeitsnachfrager nach geeignetem Per-

---

<sup>9</sup> Nicht verschwiegen werden soll, dass die genannten Modelle alle nur die Angebotsseite betrachten und auf die Nachfrage nicht eingehen.

<sup>10</sup> In der Theorie wird bei der Humankapitalbildung zwischen gezielter Humankapitalbildung und ungezielter Humankapitalbildung unterschieden. Gezielte Bildung von Humankapital findet beispielsweise institutionalisiert in Bildungseinrichtungen statt, ungezielte Humankapitalakkumulation findet etwa durch Training-on-the-Job und Learning-by-doing statt. Von Investition im genannten Sinne kann natürlich nur bei gezielter Humankapitalbildung die Rede sein.

sonal und benutzt als Kriterium das Merkmal „Bildungsabschluss“. Das von Thurow (1970) entwickelte Modell ist in der stärksten Ausprägung von der Funktion her identisch mit dem Signaling-Modell, geht doch auch Thurow davon aus, dass Bildung keinerlei Produktivität erzeugt.

Beide Theorien sind starker Kritik ausgesetzt. Zum einen wird bezweifelt, dass ein Bildungssystem ausschließlich zum Zwecke der Selektion mit einem so großen Aufwand aufrechterhalten würde. Zum anderen gibt es empirische Untersuchungen, die zumindest einen Zusammenhang zwischen Bildung und Produktivität (und damit verbunden: dem Wirtschaftswachstum) vermuten lassen. Neuere Texte definieren Wirtschaftswachstum beispielsweise nicht mehr (nur) von der Outputseite her, d.h. von der Frage zunehmenden volkswirtschaftlichen Reichtums. „We define economic growth as a permanent increase in factor efficiency“ schreibt etwa Husz<sup>11</sup> (1998, S. 9) und erklärt weiter, dass die Wachstumsprozesse durch eine Qualitätszunahme des Humankapitals erklärbar sind und dass „the quality of human capital is changed by education [...]“ (ebd., S. 121).

Die Diskussion hat seit den siebziger Jahren diverse Theorien und Annahmen hervorgebracht und teilweise wieder verworfen. „Ein genereller produktivitätserhöhender Effekt von Bildung, wenn es auch nicht der alleinige Effekt ist, konnte bisher nicht widerlegt werden, so dass das Konzept der Bildungsrendite nicht grundsätzlich in Frage gestellt werden muss“ (Dohmen/Ammernüller 2004, S. 14f. vgl. auch Temple 2001, S. 90), zumal nachgewiesen wurde, dass es keinen Zusammenhang zwischen der Anzahl der besuchten Kurse und der Lohnhöhe gibt, was gegen die Signaling-Theorien spricht (vgl. Klös/Plünnecke 2003, S. 23). Gute Zusammenfassungen der Gesamtdiskussion der Humankapitaltheorie finden sich beispielsweise bei Blaug (1976) und Nickel (1986).

### **2.3 Makroökonomische Einordnung der Betrachtung des Humankapitals**

Im Verlauf des Berichts wird auch auf die mikroökonomischen Erträge wie beispielsweise ein höheres Einkommen oder ein geringeres Risiko der Arbeitslosigkeit eingegangen. Dabei muss vorweg angemerkt werden, dass durch Bildung nur der Inputfaktor Humankapital verbessert werden kann. Dies impliziert im Kern eine neoklassische Sichtweise, da hier durch eine Steigerung der Faktoreinsätze der Output erhöht wird und dieser auch tatsäch-

---

<sup>11</sup> Husz weist darauf hin, dass beide Betrachtungen in einem langfristigen Gleichgewicht identisch sind (Husz 1998, S. 9).

lich abgesetzt werden kann (Say'sches Theorem) (vgl. Felderer/Homburg 1999, S. 51ff, bes. S. 84ff.), da eine solche Rendite ohne Absatz makroökonomisch nicht zu erklären ist. Dem hält etwa die Keynesianische Theorie (Neoklassische Synthese) entgegen, dass die Produktionsmenge und damit die Beschäftigung von der Nachfrageseite her determiniert wird (vgl. Felderer/Homburg 1999, S. 97ff.), was impliziert, dass die Steigerung des Humankapitals nur dann sinnvoll ist, wenn über eine makroökonomische Steuerung der Absatz der (mit höherer Produktivität hergestellten) Waren und Dienstleistungen sichergestellt ist. Die genauen Wirkungsmechanismen unterschiedlicher Theorien hier darzustellen würde den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen. Im Zusammenhang mit dem vorliegenden Bericht ist darauf hinzuweisen, dass Bildungsrenditen, die sich in der neoklassischen Theorie durch eine höhere Produktivität der Arbeitskraft erklären lassen, auch durch andere, makroökonomische Faktoren bestimmt werden können. Auf die nachfrageseitigen Mechanismen hat Humankapital jedoch nur bedingt Einfluss – etwa durch höhere Nachfragerkompetenz. Damit kann der Effekt, den Bildung ausüben kann, überwiegend auf die Angebotsseite eingegrenzt werden. Dies impliziert schon die Fragestellung dieses Berichts, da der Einfluss auf die technologische Leistungsfähigkeit nur an der Angebotsseite ansetzen kann, wenngleich Impulse für Innovationen auch von der Nachfrageseite kommen können.

### **3. Stand und Probleme der Empirie**

Dass die Bildung von Humankapital einen Einfluss auf die technologische Leistungsfähigkeit hat, wird kaum noch bestritten, Debatten über die Funktion des Bildungssystems als reines Instrument zur Selektion (Screening- und Signaling-Theorien) spielen in der Wissenschaft, wenn überhaupt, nur noch eine sehr untergeordnete Rolle. Diskutiert wird nicht das Ob eines Einflusses von Bildung auf die technologische und ökonomische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft, sondern das Wie und dessen Größenordnung, da massive Erfassungsprobleme eine erhebliche Erschwernis darstellen. Zum einen ist der Bestand an Humankapital nicht beobacht- und messbar, sondern muss über Indikatoren angenähert werden, wodurch Mess- und Bewertungsprobleme entstehen. Zum anderen sind auch die Transmissionsmechanismen, die zu einer Steigerung der technologischen Leistungsfähigkeit führen, schwer zu erfassen. Drittens wirken viele Externalitäten, die naturgemäß e-

benfalls schwer bis gar nicht erfassbar sind. Viertens schließlich ist unklar, welche Form von Bildung wie auf die technologische Leitungsfähigkeit wirkt.<sup>12</sup>

### 3.1 Erfassungsprobleme des Humankapitals

Um zu einer Aussage über die Wirkungsweisen des Humankapitals zu gelangen, muss eine Quantifizierung desselben gelingen. Hierzu sind verschiedene Proxies wie Bildungsausgaben, Bildungsstand der Bevölkerung, Einschreibraten und – in geringem Maße – Bildungsqualität verwendet worden. Zudem ist es möglich, der Berechnung des Humankapitals über die Kostenseite und über die Ertragsseite näher zu kommen. Ferner kann zwischen individuellen Werten auf der Mikroebene und sozialen bzw. aggregierten Werten auf Makroebene unterschieden werden.

#### 3.1.1 Erfassung des Humankapitals – Kostenseite als Grundlage

Bei der Erfassung des Humankapitals durch die Kostenseite werden die privaten und die öffentlichen Bildungsaufwendungen als Näherungswert für den Bestand an Humankapital genutzt (vgl. etwa Kamaras 2003, S. 55ff). Hierzu gehören die direkten privaten Ausgaben (Gebühren, Lehrmittel, evtl. vermindert durch staatliche Transferleistungen), die direkten öffentlichen Ausgaben (Ausgaben für Bildungspersonal und –räumlichkeiten, Transferleistungen wie das BAföG etc.), die Opportunitätskosten des Staates (entgangene Steuer- und Sozialversicherungseinnahmen, evtl. reduziert um eingesparte Transferleistungen wie Arbeitslosengeld etc.), die individuellen Opportunitätskosten (entgangene Einkommen, evtl. niedrigere Altersrenten etc.) sowie die differentiellen Lebenshaltungskosten, die mit der unmittelbaren Durchführung eines institutionalisierten Bildungsweges verbunden sind, nicht jedoch mit der allgemeinen Lebensführung.

Von Erfassungsproblemen einmal abgesehen würde diese Methode den Bestand oder „Gegenwert“ des Humankapitals aus mehreren Gründen falsch beziffern. Zum einen werden informelle Lernprozesse (Training on the Job, Learning by doing) nicht erfasst,<sup>13</sup> zum anderen wird unterstellt, dass jeder für Bildung eingesetzte Euro den gleichen Wert an Humankapital produziert. Diesem Problem könnte man evtl. durch die Annahme einer

<sup>12</sup> Aghion et al. (2005) etwa untersuchen den Einfluss der Bildung auf das Wirtschaftswachstum in Abhängigkeit von der Frage, wie nah oder fern ein Land der technologischen Grenze ist. Die These ist, dass Länder, die sich in der Nähe der Technological Frontier befinden, eher von Tertiärbildung, die anderen von Sekundarbildung abhängig sind. Dies hängt mit der jeweiligen Rolle als Innovator bzw. Imitator zusammen.

<sup>13</sup> Informelle Lernprozesse sind zudem gänzlich unerfassbar, da diese nicht von anderen Tätigkeiten abgrenzbar, d.h. faktisch nicht als Lernprozesse identifizierbar sind. Zu vermuten ist allerdings, dass sie erhebliche Auswirkungen auf das individuelle Bildungs- und Kompetenzniveau haben.

„Durchschnittsproduktivität“ des Bildungssystems begegnen, allerdings würden bei langen Reihen tatsächliche Fortschritte in der Vermittlung von Bildung unberücksichtigt bleiben.

Kamaras (2003, S. 59) benennt zudem ein Problem, das sich aus einer Bewertung mit einer oben genannten „Durchschnittsproduktivität“ des Bildungssystems ergeben würde: Wenn die direkten Kosten und die Opportunitätskosten als Proxy für den Wert des Humankapitals betrachtet werden, dann wird unterstellt, dass jemand, der sein Studium in acht Semestern absolviert hat, weniger Humankapital akkumuliert hat, als jemand, der für das gleiche Studium zwölf Semester benötigt. Die Annahme gleich bleibender Effektivität der Bildungsausgaben ist selbst dann problematisch, wenn die direkten Bildungskosten als konstant unterstellt werden, denn je weiter eine Person in der Ausbildung voranschreitet, desto höher werden die Opportunitätskosten. Dies ist der Fall, da das Einkommen, auf das verzichtet wird, mit steigendem Bildungsstand höher wird und insofern auf immer mehr Einkommen verzichtet werden muss, wenn der Bildungsweg fortgesetzt wird. Die Humankapitalakkumulation müsste dann jedoch im fortschreitenden Bildungsstadium besser werden, sollten die o.g. Annahmen zutreffen. Zudem sind internationale Vergleiche schwierig, da unterschiedliche Lebenshaltungskosten ebenso wie etwa unterschiedliche Gehaltsniveaus für Lehrpersonal zu unterschiedlichen Bildungsinvestitionen führen würden, wengleich dieses Problem über die Betrachtung relativer Größen umgangen werden kann.

In der Empirie stellt sich zudem die Frage, ob die unterschiedliche Qualität von Bildung rein fiskalisch – d.h. in besserer bzw. schlechterer quantitativer Ausstattung des Bildungssystems – zu erklären ist, oder ob es vielmehr Unterschiede in den Bildungssystemen und der Art der Wissensvermittlung gibt, die für die unterschiedlichen Ergebnisse in den Ländern verantwortlich sind. Bei der PISA-Studie 2003, die Mathematik als Schwerpunkt hatte, konnten nur 15 Prozent der Varianz bei den Durchschnittsergebnissen der Schüler durch höhere Bildungsausgaben erklärt werden (vgl. OECD 2004d, S. 102), für die anderen 85 Prozent müssen andere Erklärungen herangezogen werden. So weist Bos (2005, S. 23) darauf hin, dass die internationalen Vergleichsstudien deutlich gemacht hätten, dass das Hauptproblem des deutschen Bildungssystems das „Kerngeschäft, die pädagogische Teamkultur und der Unterricht“ seien. Interessant ist zudem, dass 28 Prozent der Varianz in den Leistungen im Fach Mathematik durch das Bruttoinlandsprodukt des jeweiligen Landes zu erklären sind. D.h. je höher der Wohlstand eines Landes, desto besser sind in der Regel die Ergebnisse im Fach Mathematik (vgl. OECD 2004d, S. 100).

Auch andere Studien kommen zu dem Ergebnis, dass es zwar einen Zusammenhang zwischen Bildungsinvestitionen und Bildungsergebnissen gebe, dieser jedoch schwächer sei als allgemein angenommen. In einer Übersicht über zahlreiche Studien stellt Betts (1999) fest, dass dieser Zusammenhang in den Entwicklungsländern größer sei als in den entwickelten Staaten. Insgesamt scheinen andere Einflüsse für das Bildungsergebnis verantwortlich zu sein als die finanzielle Ausstattung, wenngleich sich bei den Entwicklungsländern andere Ergebnisse messen lassen, was beispielsweise als Mindestanforderungen an die Ausstattung eines Bildungssystems interpretiert werden kann. Auch Gundlach und Wöbmann kommen zu dem Ergebnis, dass der Einfluss der Ressourceneffekte in den Industrie- und Schwellenländern nicht statistisch signifikant ist. Andere Faktoren, wie etwa die zentrale Prüfungsanforderung, hätten danach einen weitaus größeren Einfluss auf die Bildungsergebnisse als die Ausstattung der Schulen (vgl. Gundlach/Wöbmann 2003, S.26ff. und Betts 1999).

Es lässt sich demnach festhalten, dass es zwar vermutlich einen Zusammenhang zwischen den Ressourcen und dem Bildungserfolg geben dürfte<sup>14</sup>, dieser jedoch vergleichsweise gering ist bzw. die Instrumente zur Identifikation der entsprechenden Wirkungsmechanismen erst eingeschränkt zur Verfügung stehen. Allerdings scheinen zudem andere Faktoren etwa struktureller Art (gute Ausbildung der Lehrer, zentrale Prüfungsanforderungen) einen erheblichen Einfluss zu haben (vgl. Betts 1999, Gundlach/Wöbmann 2003). Auf den Kostenansatz kann auch mangels Alternativen nicht verzichtet werden, die Ergebnisse sind jedoch mit der gebotenen Vorsicht zu betrachten. Hohe Bildungsausgaben eines Staates können als Indiz einer hohen Humankapitalakkumulation gewertet werden, keinesfalls aber als Beweis, zumal der Einfluss der Ausgaben auf das Bildungsniveau umstritten ist. Ergänzt wird diese Betrachtung daher meist durch Einschreibraten und ähnliche Indikatoren.

### 3.1.2 Erfassung des Humankapitals – Ertragsseite als Grundlage

Wird die neoklassische Annahme einer Entlohnung der Produktionsfaktoren nach deren Grenzproduktivität zugrunde gelegt, so kann z.B. das Gehalt eines Erwerbstätigen als Wertbeschreibung des Humankapitals verstanden werden (vgl. zum Folgenden auch: Kamaras 2003, S. 55ff.). Der Wert des Humankapitals einer Volkswirtschaft würde sich demnach aus der Einkommenssumme<sup>15</sup> zusammensetzen. Doch auch diese Bewertung ist

<sup>14</sup> Hanushek (2002,S.13) widerspricht dieser Annahme: „If anything, we found relatively better performance in those countries spending less on their schools.“ Vgl. auch Hanushek 2002a, S.18. Die OECD kommt zum o.g. anderen Ergebnis.

<sup>15</sup> Die Lohn- und Gehaltssumme sowie die Einkünfte aus selbständiger Arbeit

zahlreichen Problemen unterworfen. So ist es bei einem Arbeiter sicherlich möglich den Output (etwa in Stückzahlen) zu messen und danach eine Entlohnung nach der Grenzproduktivität festzulegen. Schwieriger ist dies bei geistiger, nichtproduzierender Arbeit oder Dienstleistungen. Hier ist der effektive Output bisweilen kaum konkret zu erfassen und auf Grund der externen Effekte der Arbeit ist eine Entlohnung nach dem Grenzprodukt schwierig – es könnte allenfalls der individuelle Nutzen der direkten Konsumenten als Produktivitätsmaß herangezogen werden, nicht oder nur eingeschränkt jedoch der gesellschaftliche Nutzen – aber schon bei einfachen Arbeitern können berechtigte Zweifel an dieser Annahme aufkommen.<sup>16</sup> Zudem entstehen methodische Probleme bei internationalen Vergleichen, da neben den Lebenshaltungskosten noch weitere Faktoren erforderlich sind, die das unterschiedliche Entlohnungsniveau vergleichbar machen. Für den Beruf des Lehrers bspw. sind die hohen Verdienstunterschiede dokumentiert (vgl. OECD 2005b, S. 403ff.), die kaum mit Produktivitätsunterschieden begründet werden können, wenn etwa die PISA-Ergebnisse als Proxy für Produktivitätsunterschiede unterstellt werden.<sup>17</sup>

Zu dem praktischen Problem der Bewertung kommt ein weiteres hinzu, nämlich die nur teilweise Erfassung des Humankapitals. Alle nicht im Erwerbsleben eingesetzten – und damit entlohnten – Humankapitalanteile fließen nicht in die Berechnung ein. Die Gründe des Nicht-Einsetzens können vielfältig sein, etwa weil die erlernten Fähigkeiten im entsprechenden Beruf nicht benötigt werden, weil die betreffende Person arbeitslos ist oder weil die Fähigkeiten ehrenamtlich eingesetzt werden. Auch für diese Art der Messung gilt zusammenfassend: Die Erträge können allenfalls als Indizien der Humankapitalausstattung einer Volkswirtschaft dienen, nicht aber als »Beweise«.

### 3.1.3 Generelle Erfassungsprobleme bei externen Effekten

Die Wirkungen von Bildung lassen sich nicht vollständig den Individuen zurechnen, d.h., es liegen externe Effekte vor. Hier lassen sich negative und positive externe Effekte unterscheiden. Bei negativen Externalitäten werden die Kosten, die durch eine Handlung entstehen, nicht vollständig dem Verursacher zugerechnet. Ein klassisches Beispiel ist hier die Verschmutzung der Umwelt bei der Produktion von Gütern. Diese Umweltkosten hat der Produzent i.d.R. nicht bzw. nicht vollständig zu tragen. Bei positiven externen Effekten gilt

---

<sup>16</sup> Die neoklassische Modellwelt der vollständigen Konkurrenz, der vollständigen Mobilität und der vollständigen Information und der daraus resultierenden Nullgewinnbedingung ist in der Realität nicht anzutreffen. Faktisch erwirtschaften die Unternehmen Gewinne, was einer Entlohnung der Arbeitsfaktoren nach deren Grenzproduktivität widerspricht.

<sup>17</sup> Damit soll selbstverständlich nicht gesagt werden, dass den Lehrern die alleinige Verantwortung an den PISA-Ergebnissen deutscher Schüler zu geben ist.

umgekehrt, dass der Nutzen einer Investition (etwa in Bildung) nicht nur dem Investor zu Gute kommt. Zudem können positive Externalitäten anderen Unternehmen zu gute kommen, ohne dass diese hierzu entsprechende Ausgaben tätigen müssten (vgl. van Stel/Nieuwenhuijsen 2002, S.2). Auf Grund dieser Eigenschaft werden Güter bzw. Dienstleistungen nicht im optimalen Maße eingesetzt bzw. produziert oder erbracht.

Bei Bildung werden positive externe Effekte angenommen, da davon ausgegangen wird, dass „der gesamtgesellschaftliche Nutzen einer Bildungsinvestition höher als der individuelle Nutzen ist. Erklärt wird dies damit, dass die Innovationsfähigkeit nicht nur vom individuellen Bildungsstand, sondern vom kollektiven Bildungsstand der Bevölkerung abhängig ist“ (Jaich 2004, S. 117). Da diese Externalitäten nicht individuell zurechenbar und zudem nicht vollständig erfassbar sind, führt das Vorhandensein von externen Effekten immer zu Erfassungsproblemen der individuellen Erträge. Gesamtgesellschaftlich fallen durch diese Effekte Kosten und Nutzen einzelner Handlungen auseinander, was neben ineffizienten Entscheidungen auch auf aggregierter Ebene zu Erfassungsproblemen führen muss, da der Nutzen bzw. die Kosten, die durch Externalitäten entstehen, oft nicht eindeutig zuzuordnen sind.<sup>18</sup> In vielen Fällen können Mess- und Erfassungsprobleme durch Variablen angenähert werden, letztlich bleibt die Erfassung der Externalitäten jedoch schwierig.

Dennoch ist trotz der genannten Probleme neben der eher „assoziativen“ Herangehensweise ein Versuch der Quantifizierung angebracht. Gundlach und Wößmann (2003, S. 12ff.) versuchen dazu über die Mincer-Gleichungen die makroökonomischen Effekte von Humankapitalbildung abzuschätzen. Da die durchschnittliche private Ertragsrate international aus mikroökonomischen Studien bekannt ist und auf rund neun Prozent (angenähert durch die Anzahl der Schuljahre) geschätzt wird, müsste die Differenz zwischen makroökonomischem Befund und diesen neun Prozent durch die externen Effekte der Bildung zu erklären sein (vgl. Gundlach/Wößmann 2003, S.15f.). Ausgehend von mehreren Berechnungen kommen sie (2003, S.16 f.) zu dem Ergebnis, dass unter Einbeziehung verschiedener Faktoren, wie etwa der Qualität der Schulbildung, eine makroökonomische Ertragsrate von 14 Prozent die wahrscheinlichste Variante ist. „Insgesamt betrachtet deuten diese empirischen Ergebnisse darauf hin, dass die soziale Ertragsrate des Humankapitals um rund 50 Prozent über der privaten liegt. Demnach scheint die Produktion von Humankapital in Schule und Universität mit erheblichen positiven Externalitäten einherzuge-

---

<sup>18</sup> Dies gilt nicht immer, kann doch bspw. ein durch die Flussvergiftung einer Chemiefabrik betroffener Fischer seine Kosten (entgangener Fang) genau beziffern und ggf. auf die Tätigkeiten der Fabrik zurückführen. Der externe Effekt der Bildung hingegen ist schwer messbar.

hen, die offenbar nicht vollständig durch die bereits existierende staatliche Subventionierung des Bildungssystems internalisiert werden“ (S.18).

### **3.1.4 Einschub: Die Abschreibung von Humankapital als Investitionsherausforderung**

Ein Punkt wurde in den bisherigen Ausführungen noch nicht berücksichtigt: Die Abschreibung von Humankapital. Dieser Aspekt soll im Folgenden kurz ausgeführt werden, da die Ergebnisse solcher Ausführungen relevant für die Strategie einer Volkswirtschaft sind.

Bildung kann, wie gezeigt, direkten Einfluss auf einen wichtigen Bestandteil des Humankapitals, das Wissen, nehmen. Zudem sind indirekt Effekte auf andere Bestandteile des Humankapitals, etwa die Gesundheit, möglich. Nun entsteht Wissen nicht nur, sondern es vergeht auch. Der drastischste Verlust an Wissen ist hierbei sicherlich der Tod eines Menschen. Aber auch durch die Nicht-Anwendung von Wissen, etwa in Zeiten von Arbeitslosigkeit oder durch ‚normales‘ Vergessen, geht Wissen verloren. Dies bedeutet: Sollte eine Volkswirtschaft überhaupt nichts für die Produktion von Wissen unternehmen, würde der Bestand an Humankapital in dieser Volkswirtschaft sinken. Für die Bundesrepublik hat Ewerhart (2003) entsprechende Berechnungen vorgenommen, indem er Bildungsabschlüsse mit der durchschnittlichen Dauer ihrer Nutzung abschreibt. Er unterscheidet daher in Bruttovermögen an Humankapital und in Nettovermögen, d.h. das um die Nutzungsdauer bereinigte Bruttovermögen der Abschlüsse. Ewerhart kommt zu dem Ergebnis, dass das Nettovermögen in Deutschland langsamer wächst als das Bruttovermögen an Abschlüssen, so dass der Altersgrad der Abschlüsse steigt. Anders formuliert: Der Modernisierungsgrad des bundesdeutschen Bildungsvermögens nimmt ab (vgl. Ewerhart 2003, S. 40f.). Dies ist mit Blick auf die oben genannte Rolle der Innovation kein gutes Zeugnis. Ewerhart benennt damit jedoch ein Problem, das nur durch die entsprechende Ausweitung von Weiterbildungsmaßnahmen und lebenslangem Lernen behoben werden kann.

Die Abschreibungen gelten auch für Forschung und Entwicklung und können so zu erstaunlichen Ergebnissen führen. Osberg/Sharpe (2000) haben den FuE-Bestand in verschiedenen Ländern untersucht und eine Abschreibungsrate von 20 Prozent zu Grunde gelegt. Damit kommen sie - bei allen methodischen Schwierigkeiten – zu folgenden Veränderungen des FuE-Bestandes in den Jahren 1980-1996: Australien +233 Prozent, Norwegen +119 Prozent, USA +91 Prozent, Kanada +27 Prozent, Vereinigtes Königreich +20 Prozent und Deutschland -11 Prozent (Osberg/Sharpe 2000, S. 14f.). Es geht dabei zunächst einmal nicht um die Frage, ob eine Abschreibung von 20 Prozent pro Jahr gerechtfertigt ist, auch wenn diese Zahl möglicherweise nicht unplausibel ist. Entscheidend an der

Feststellung ist, dass der FuE-Bestand in Deutschland bei dieser Annahme trotz Investitionen zurückgegangen ist, und damit die Investitionen nicht ausreichen, die Abschreibung (Wertminderung) zu kompensieren. Ferner gilt unabhängig von der konkreten Größenordnung, dass in jedem Fall die Weiterentwicklungsrate Deutschlands deutlich hinter der aller anderen betrachteten Länder zurückbleibt. Daran wird deutlich, dass FuE-Anstrengungen, die bessere Ergebnisse als die reine Reproduktion des Status quo erzielen sollen, die Abschreibungen mitberücksichtigen müssen. Das Ziel von Osberg/Sharpe war die Berechnung der Wohlstandsveränderung in verschiedenen Ländern. Ein Kriterium war dabei der Bestand an Humankapital (andere Kriterien waren etwa das Pro-Kopf-Wachstum des BIP und der Bestand der Umwelt). Humankapital ist demnach ein Teil des gesellschaftlichen Reichtums und muss sowohl in Bildung als auch in Forschung und Entwicklung ständig reproduziert und ausgeweitet werden, soll der Wohlstand einer Volkswirtschaft erhalten oder gar ausgebaut werden.

### **3.2 Transmissionsmechanismen von Bildung auf die technologische Leistungsfähigkeit in der empirischen Literatur**

Die technologische Leistungsfähigkeit wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Von besonderem Interesse ist neben der Innovations- und Diffusionsfähigkeit einer Volkswirtschaft dabei die Auswirkung auf die Produktivität. Diese wiederum wird sowohl durch den Stand der Ausstattung mit Human- und Sachkapital beeinflusst. Letztlich zielt die Verbesserung der technologischen Leistungsfähigkeit auf die Ausweitung des volkswirtschaftlichen Reichtums. Dass hier die Frage der Humankapitalausstattung nicht unbedeutend ist, kann schon anhand eines intuitiv einleuchtenden Beispiels deutlich gemacht werden, dem so genannten Fachkräftemangel (vgl. allgemein hierzu BMBF 2005, S. 78ff.). Dieser veranlasste die Bundesregierung zum 1. August 2000 eine Regelung in Kraft zu setzen, die es 20.000 IT-Spezialisten aus Nicht-EU-Ländern für eine Dauer von fünf Jahren ermöglichte, eine Arbeit in Deutschland aufzunehmen (Greencard-Regelung). Diese Initiative wurde mit einem Fachkräftemangel begründet und durch eine Ausbildungs Offensive ergänzt. Die Einschätzung damals war, dass Unternehmen wegen des Fachkräftemangels Aufträge nicht annehmen konnten und diese so ins Ausland abwandern (vgl. Müller 2000, S. 199f.). Auch Vertreter der Wirtschaft forderten als Antwort auf den Fachkräftemangel eine Ausweitung der Ausbildung und eine Erleichterung der Einwanderung, wobei dies nicht auf den IT-Bereich beschränkt bleiben sollte (vgl. Stihl 2000, S. 201). Die damalige Debatte drehte sich vor allem um den Nutzen für die Entwicklung der deutschen Wirtschaft (etwa Müller 2000, S. 199ff., vgl. auch Legler/Beise 2000, S. 29). Es wird auch so deutlich, dass das Fehlen geeigneter Arbeitskräfte zu Problemen bei der Produktion führt

und damit das wirtschaftliche Wachstum gedämpft wird. So weist der Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2005 darauf hin, dass ein Fachkräftemangel für ein schwaches Wachstum verantwortlich sein könnte (BMBF 2005, S. 75). Der Zusammenhang von Human- und Realkapital lässt sich hier in limitationaler Weise beschreiben: Ein Realkapitalbestand benötigt zur effizienten Produktion einen bestimmten Humankapitalbestand. Ist dieser nicht vorhanden, dann limitiert das Fehlen des Humankapitals die Produktionsmöglichkeiten der Volkswirtschaft (vgl. Gries 1995, S. 85). Damit wird aber im Umkehrschluss die Bedeutung von Bildung für das Wirtschaftswachstum deutlich, wenn gleich sich derzeit lediglich fünf Prozent (Westdeutschland) bzw. vier Prozent (Ostdeutschland) der Betriebe über das Fehlen ausreichend qualifizierter Arbeitskräfte beklagen (vgl. Kettner/Spitznagel 2005, S. 8). Ziel des vorliegenden Berichts ist jedoch weniger die Frage des Fachkräftemangels, der nur als intuitiv einsichtiges Beispiel für die Wirkung von Humankapital bzw. fehlendem Humankapital auf die technologische Leistungsfähigkeit genutzt wurde, sondern die Frage der Transmissionsmechanismen, die insbesondere aufgrund der externen Effekte von Bildung wirken. Daher sollen im Folgenden der Stand der Literatur referiert und mögliche Transmissionsmechanismen identifiziert werden.

### 3.2.1 Innovationsfähigkeit

Im Folgenden sollen die Mechanismen, die durch die Bildung von Humankapital auf die Innovationsfähigkeit einer Volkswirtschaft Einfluss nehmen, dargestellt werden. Zunächst muss dabei die Wirkung von Innovationen benannt werden, die sich im technischen Fortschritt manifestiert.

Wie Abbildung 1 zu entnehmen ist,<sup>19</sup> ermöglichen Innovationen einen höheren Output (Punkt 3 statt 1) bei gleichem Arbeitseinsatz  $A_0$  oder einem gleichen Output  $Y_0$  bei geringerem Arbeitseinsatz  $A_1$ . Der technische Fortschritt über Innovationen ermöglicht einer Volkswirtschaft mithin einen höheren Output oder den Genuss von mehr Freizeit.<sup>20</sup> Innovationen spielen ohne Zweifel eine erhebliche Rolle bei der Sicherstellung der technologischen Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft (vgl. Legler/Grenzmann 2004, S. 1).

<sup>19</sup> In Abbildung 1 sind die neoklassischen Annahmen steigender, aber abnehmender Grenzproduktivität von Dehio et al. (2005) übernommen worden. Die Richtigkeit dieser Annahmen ist allerdings nicht unumstritten.

<sup>20</sup> Auf das Problem der Arbeitslosigkeit, die teilweise ebenfalls Folge eines technischen Fortschrittes sein kann, wird im Rahmen dieses Berichts nicht eingegangen.

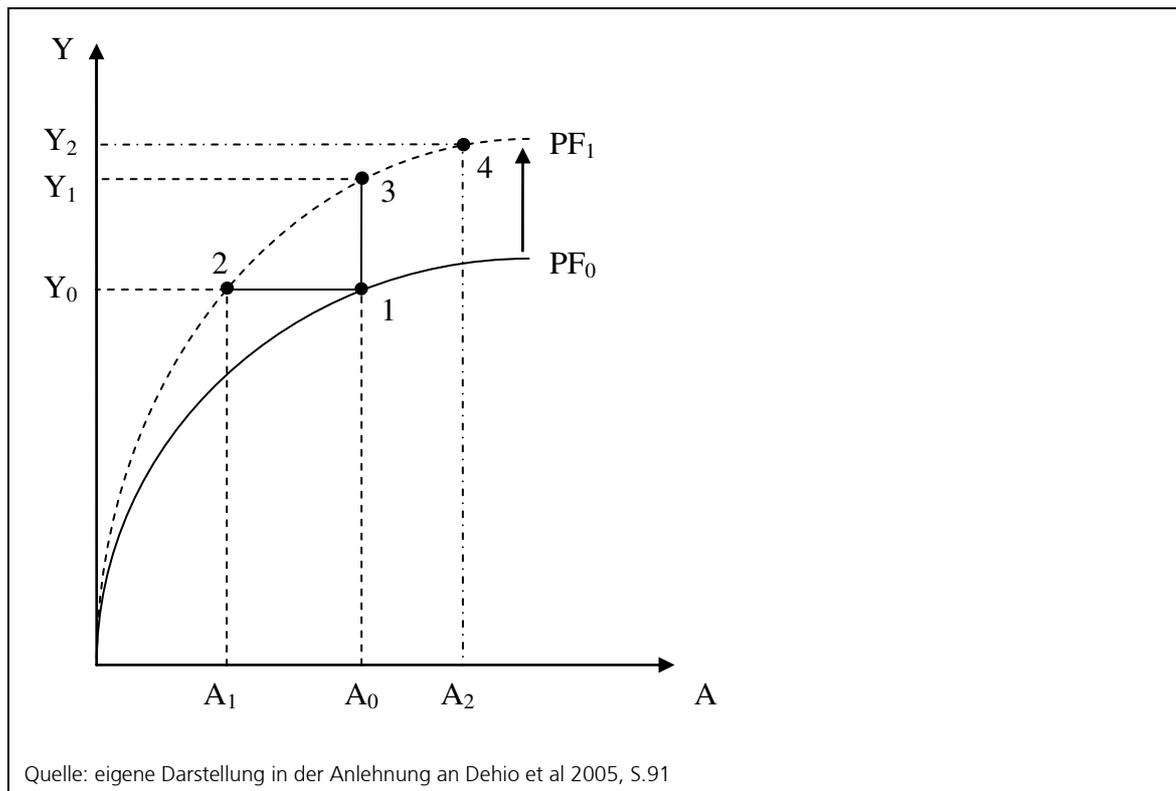


Abbildung 1: Produktionsfunktion. Partialbetrachtung zur Darstellung von Innovationen („technischer Fortschritt“)

Als wesentlicher Mechanismus zur Steigerung der Innovationsfähigkeit wird dabei die Investition in Forschung und Entwicklung gesehen. So heißt es im Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2005 (hrsg. vom BMBF 2005, S. 16): „Angesichts der struktur- und wachstumsprägenden Kraft von Investitionen in neues technisches Wissen kommt es nicht von ungefähr, dass die Hierarchie beim Wirtschaftswachstum im vergangenen Jahrzehnt recht gut mit der Rangfolge der Staaten übereinstimmt, die sich aus der Ausweitung der FuE-Kapazitäten herauskristallisiert hat.“ Der Transmissionsmechanismus ließe sich demnach wie folgt darstellen.

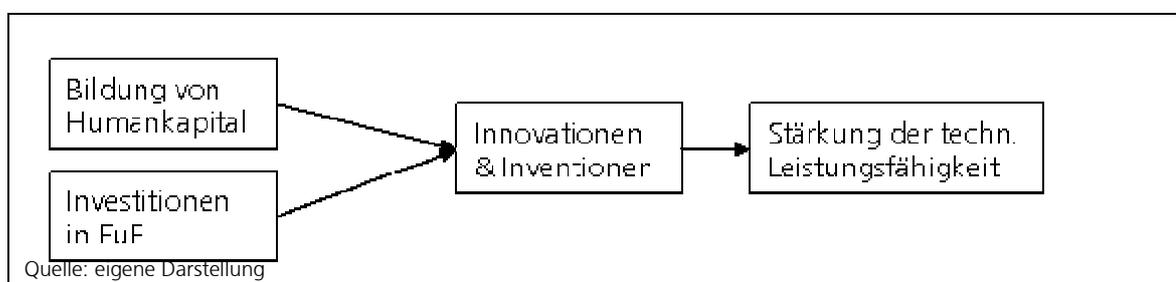


Abbildung 2: Transmissionsmechanismus Humankapital - Innovation - technologische Leistungsfähigkeit

Im empirischen Teil des Berichts gilt es demnach, den Zusammenhang zwischen Humankapitalbildung (angenähert durch verschiedene Proxies) sowie Forschung und Entwicklung auf Innovationen und Wirtschaftswachstum zu untersuchen. Die Vermutung, dass Innovationen auf die Produktivität und damit auf das Wirtschaftswachstum wirken, scheint zumindest nicht unplausibel.

### 3.2.2 Diffusionsfähigkeit

Bildung ist in zweifacher Hinsicht für den Forschungs- und Entwicklungsprozess notwendig: Zum ersten, um ausreichend Personal mit Fähigkeiten zum Forschen und Entwickeln bereitzustellen, zum zweiten, um über die Adaption und Diffusion neuer technischer Entwicklungen die Forschungsergebnisse anderer für die Volkswirtschaft nutzbar zu machen. In diesen Bereich fällt auch die Nachfragerkompetenz, die nach Umfragen unter Unternehmen als eines der größten Innovationshemmnisse angesehen wird (vgl. TAB 2005, S. 9). Bezug nehmend auf die Frage der technologischen Leistungsfähigkeit ist letzteres von besonderer Bedeutung. Arbeitnehmer mit einem hohen Bildungsniveau können neue technische Entwicklungen schneller aufnehmen und in den Produktionsprozess integrieren (vgl. bspw. Barro 2001, S. 16). Unter der Annahme produktivitätssteigernder Effekte von neuen Techniken kann so ein höheres Wirtschaftswachstum generiert werden. Der Zusammenhang zwischen höherer Bildung und der Verbreitung neuer Technologien wurde vor allem im Zusammenhang mit der Computerisierung untersucht und nachgewiesen (vgl. Caselli/Coleman 2001; de la Fuente/Ciccone 2002, S. 14).

Neben den eher angebotsseitigen Effekten des Humankapitals (Produktivitätsverbesserungen) sind auch nachfrageseitige Impulse nicht zu unterschätzen. Durch das Schulen der Verbraucher (Informationskampagnen, Aufnahme neuer Technologien in Lehrpläne etc.) kann die Nachfragekompetenz gestärkt werden. Dieses Humankapital ist zwingend notwendig, um Innovationen erfolgreich werden zu lassen. Hier kommt staatlichen Stellen die besondere Aufgabe zu, durch gezielte Nachfragepolitik (direkte Nachfrage, Steuervorteile auf Innovationen, Humankapitalbildung bei den Nachfragern, Setzen von Standards als großer Nachfrager u.ä.) die Innovation zu stärken und die Diffusion zu ermöglichen (vgl. TAB 2005, S. 8-15, grundsätzlich auch Zinn 2002, S. 252 und 270). Die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes schlägt sich auch in der Nutzung dieser Technologien nieder, was ein nicht unerhebliches Humankapital voraussetzt:

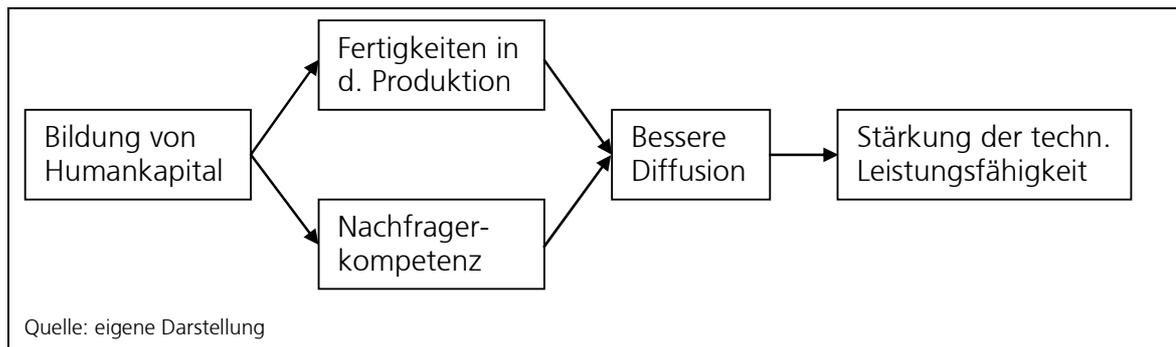


Abbildung 3: Transmissionsmechanismus Humankapital - Diffusion - technologische Leistungsfähigkeit

### 3.2.3 »Weiche« Transmissionsmechanismen

Zahlreiche Studien, zuletzt der OECD (2005b, S. 161ff.), verweisen auf weitere Transmissionsmechanismen, mit denen Bildung indirekt über externe Effekte auf die technologische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft Einfluss nimmt. In diesem Zusammenhang wird der positive Effekt von Bildung

- auf die Gesundheit (vgl. de la Fuente und Ciccone 2002, S. 15; Schäper 2002, S. 167; Weltbank 2000, S. 50; Haveman und Wolfe o.J., S. 7f; Arendt 2005, insb. S.158f. Hanushek 2002a, S.7)
- auf die Lebenserwartung (vgl. Haveman/Wolfe o.J., S. 7; Vila 2000, S. 1f.)
- auf die soziale Beteiligung und soziale Kohäsion und – damit verbunden – z.B. geringerer Korruption (vgl. Weltbank 2000, S. 50f; Temple 2001, S.81ff.)
- sowie negativ auf kriminelles Verhalten (vgl. Yamada/Yamada/Kang 1991; Drewello/Wurzel 2002, S. 10; Schweinhart 2004) erwähnt.

Auch diese Faktoren steigern die technologische Leistungsfähigkeit, da etwa Gesundheit einen großen Einfluss auf die Arbeitsfähigkeit von Erwerbstätigen hat und die soziale Kohäsion (und damit die Vermeidung von Unruhen / Verringerung der Streikintensität und die Verringerung von Kriminalität) eine Grundvoraussetzung für die Akkumulation von Sachkapital darstellen kann.

Als Grund für die externen Effekte kann auch angenommen werden, dass besser gebildete Menschen in der Lage sind, effizientere Entscheidungen zu treffen.

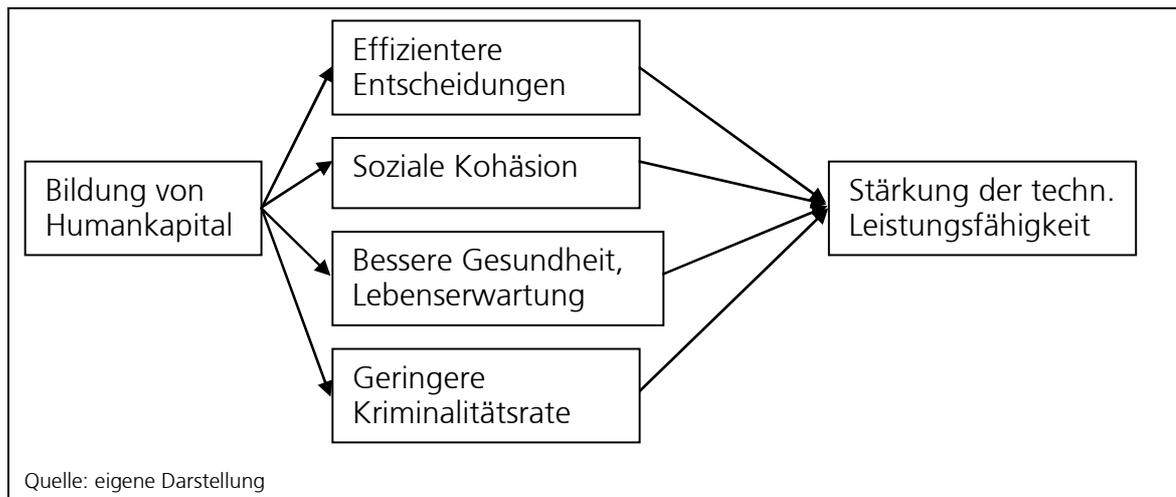


Abbildung 4: Transmissionsmechanismus Humankapital - externe Effekte - technologische Leistungsfähigkeit

Der Frage, warum die genannten »weichen« Faktoren bzw. externe Effekte für die technologische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft relevant sein können, soll im Folgenden sachlogisch nachgegangen werden. Der offensichtlichste Zusammenhang dürfte hier zwischen einem guten Gesundheitsstand und der technologischen Leistungsfähigkeit bestehen. Weniger Krankentage erhöhen zum einen das Arbeitsvolumen der Person. Der Präsident des Statistischen Bundesamtes, Johann Hahlen, hat auf einer Pressekonferenz am 6. Juli 2004 veranschaulicht, was die indirekten Krankenkosten, Kosten also, die nicht durch die Behandlung Kranker anfallen, ausmachen: „Bei der erwerbstätigen Bevölkerung gingen im Jahr 2002 insgesamt 5,1 Mill. Erwerbstätigkeitsjahre durch Arbeitsunfähigkeit, Invalidität und vorzeitigen Tod (unter 65 Jahre) verloren. Der größte Verlust an Erwerbstätigkeitsjahren resultierte aus Verletzungen: 24,6 Prozent aller verlorenen Erwerbstätigkeitsjahre (1,3 Mill.) waren im Jahr 2002 darauf zurückzuführen. Durch Muskel-Skelett- und Bindegewebserkrankungen gingen rund 0,8 Mill. Erwerbstätigkeitsjahre (15,5 Prozent) verloren. Allein bei Rückenleiden summierte sich dabei der Verlust auf 0,4 Mill. Jahre. 3,0 Mill. Jahre (58,1 Prozent) der verlorenen Erwerbstätigkeitsjahre fielen bei Männern und 2,2 Mill. Jahre (41,9 Prozent) bei Frauen an“ (Hahlen 2004). Der Ausfall der Arbeitszeit ist mit Einbußen in der wirtschaftlichen Entwicklung einer Volkswirtschaft verbunden. Darüber hinaus kann es zu einem Verlust an Humankapital und/oder zu einem Verzicht auf Aufbau weiteren Humankapitals etwa durch Training-on-the-Job-Prozesse kommen. Zudem dürften gesunde Menschen signifikant produktiver sein als kranke Menschen. Der zweite genannte Punkt sind die direkten Gesundheitskosten, die Kosten also, die durch die Behandlung der Kranken anfallen. Wenn durch mehr Investition in Bildung die Krankheitswahrscheinlichkeit verringert werden kann, dann kann zumindest ein Teil dieser Investitionskosten durch Einsparungen im Gesundheitswesen refinanziert werden. Und

schließlich kann die unter anderem durch gute Gesundheit determinierte Lebenserwartung zu längeren Lebensarbeitszeiten und längerer Nutzung von Erfahrung führen.

Bildung führt auch zu einer besseren sozialen Kohäsion (vgl. Weltbank 2000, S. 50; Lassinigg/Pechar o.J., S. 3) und damit verbunden zu weniger kriminellem Verhalten (vgl. Yamada/Yamada/Kang 1991; Schweinhart 2004). Die höhere soziale Kohäsion meint auch eine stärkere Beteiligung der besser Gebildeten an gesellschaftlichen Prozessen, was das Risiko der Korruption abschwächt (vgl. Weltbank 2000, S. 51). Wichtig ist zudem, dass ein besserer sozialer Zusammenhalt das Risiko von Unruhen oder Aufständen verringert und damit die öffentliche Sicherheit stärkt. Diese Faktoren sind wichtige Parameter für international tätige Unternehmen, wenn es um Standortentscheidungen geht. Zudem deuten empirische Untersuchungen darauf hin, dass die Frage, wie vertrauenswürdig das Leben in einzelnen Ländern ist, ein Wachstumsindiz ist. Wenn mehr Menschen in Umfragen angeben, dass man den Mitmenschen im Allgemeinen trauen kann, so könnte dies positive Wachstumseffekte haben (vgl. Temple 2001, S.81ff.).<sup>21</sup> Dass Vertrauen wiederum von sozialer Kohäsion beeinflusst wird, ist zumindest zu vermuten und der Zusammenhang zwischen Bildungsbeteiligung und Vertrauen wird in den bei Temple (2001, S. 87f.) genannten Studien angenommen.

Eine sozial befriedete Gesellschaft, ein Minimum an Unruhen und Aufständen sowie eine transparente Verwaltung, die ohne Korruption funktioniert, sind sicherlich positive Effekte. Wenn diese Faktoren durch eine höhere Bildung gestärkt werden können, dann kann die Akkumulation von Humankapital auch hier über Transmissionsmechanismen auf die technologische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft Einfluss nehmen. Bei der Frage des »weichen« Faktors Sicherheit liegt der Zusammenhang zur technologischen Leistungsfähigkeit auf der Hand:

- Eine geringere Kriminalitätsrate senkt die Kontrollkosten und ermöglicht so, diese Ressourcen produktiv zu verwenden.
- Allgemein gilt: Unruhen und Kriege gefährden den Bestand des Eigentums und sind somit abschreckend für Sachkapitalinvestoren. Diese sind für die technologische Leistungsfähigkeit jedoch ein wichtiger Inputfaktor. In den OECD-Staaten spielen eher Faktoren wie die Streikintensität eine Rolle.
- Unruhen und Kriege erschweren ferner die Bildung von Humankapital bzw. vernichten sowohl Sach- als auch Humankapital.

---

<sup>21</sup> Die empirische Basis ist hier sehr dünn, weshalb etwa Temple (2001, S. 87) weitere Untersuchungen in diesem Bereich für lohnenswert hält.

Ein weiterer Punkt ist die Tatsache, dass sich Menschen mit höherer Bildung eher an demokratischen Prozessen beteiligen als Menschen mit einem geringeren Bildungsniveau. Durch solche demokratischen Prozesse kann eine gewisse Kontrolle über die Verteilung des Sozialprodukts ausgeübt werden, etwa indem Steuern und Transferleistungen entsprechend ausgestaltet werden. Neben der sozialen Kohäsion kann dies eine höhere Akzeptanz des geltenden Wirtschaftssystems nach sich ziehen. Wenn die Menschen das Gefühl einer leistungsgerechten Verteilung des Sozialprodukts haben, werden sie ihre Arbeitskraft besser und bereitwilliger zur Verfügung stellen. Ob diese Verteilungsgerechtigkeit in der Bundesrepublik Deutschland noch gegeben ist, ist nicht Gegenstand des vorliegenden Berichts. Entscheidend ist hier die Tatsache, dass eine höhere Bildung über den Transmissionsmechanismus demokratischer Beteiligung auf allen Ebenen (also etwa auch betriebliche Mitbestimmung) zu einer Akzeptanz des Systems und effizienzsteigernden Prozessen führen kann; auch dies kann Auswirkungen auf die technologische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft haben.

### **3.2.4 Die Rolle der Qualität der Bildung**

Eines der größten Probleme der empirischen Erfassung von Humankapital scheint die Qualität der Bildung zu sein. Diese ist mit zahlreichen Erfassungs- und Messproblemen behaftet; zudem ist die Anzahl der internationalen Vergleichsstudien, wie TIMSS und PISA, noch vergleichsweise gering. Es ist jedoch zu vermuten, dass eine hohe Bildungsqualität einen positiven Effekt auf die genannten Transmissionsmechanismen hat. So zählt Hanushek (2002a, S. 6f.) zahlreiche Studien auf, die einen positiven Zusammenhang zwischen den Testergebnissen von Schülern und deren späterem Einkommen nachweisen. Dies kann zum einen durch soziale Ursachen erklärt werden, zum anderen legen die Annahmen der neoklassischen Theorie auch eine höhere Produktivität nahe. Hanushek (2002a, S. 11ff.) hat zudem die Testergebnisse der internationalen Leistungstests zusammengefasst und als Qualitätsproxy verwendet. Dabei kam er zu dem Ergebnis, dass die Naturwissenschaften und die Mathematik einen besonderen Einfluss hätten. Hierzu schreibt Hanushek (2002a, S. 12): „One standard deviation difference on test performance is related to one percent difference in annual growth rates of per capita GDP.“ Dieses Ergebnis würde auf einen enormen Einfluss von Bildungsqualität auf die wirtschaftliche Entwicklung schließen lassen. Selbst bei einer, z.B. wegen statistischer Probleme, geringeren Auswirkung als von Hanushek dargestellt, sprechen die Ergebnisse für eine erhebliche Bedeutung des Faktors Qualität bei der Bildung von Humankapital.

Ähnlich argumentieren auch Erich Gundlach und Ludger Wößmann (2003). Sie stellen fest, dass eine rein quantitative Betrachtung der Humankapitalbildung (etwa über Ein-

schreiberaten) die hohen internationalen Produktivitätsunterschiede nicht erklären könne. „Wenn wir demgegenüber die durchschnittliche Anzahl der Schuljahre mit einem Qualitätsindikator gewichten, der auf den Ergebnissen verschiedener standardisierter internationaler Vergleichstests der Schülerleistungen in Mathematik und den Naturwissenschaften beruht, dann lassen sich, rein statistisch gesehen, rund 50 Prozent der internationalen Produktivitätsunterschiede mit solch einem qualitätsbereinigten Humankapitalkonzept erklären“ (Gundlach/Wößmann 2003, S.2). Die Autoren benutzen hierzu einen Qualitätsindex, um den die Mincer-Gleichung von 1974 ergänzt wird. Das Humankapital wird so durch die Dauer des Schulbesuches und die Qualität determiniert. Diese Idee überprüfen sie an zahlreichen Beispielen und gelangen zu dem o.g. Ergebnis. Für die Gruppe der OECD-Länder, für die erheblich bessere Daten vorliegen, könne sogar die gesamte Variation der Arbeitsproduktivität durch die Variation des Humankapitals erklärt werden.

## **4. Die Bundesrepublik Deutschland im internationalen Vergleich**

Bevor die oben genannten Indikatoren innerhalb der OECD-Staaten untersucht werden, soll auf die Situation in Deutschland eingegangen werden, um die technologische Leistungsfähigkeit und eventuelle Handlungsoptionen für die Bundesrepublik ableiten zu können.

### **4.1 Die Betrachtung der Kostenseite, des Bildungsstands und des Bildungsniveaus als Proxy für Humankapital**

Im Kapitel 3.1.1 ist mit der Kostenseite eine Möglichkeit der Annäherung an den Humankapitalbestand mitsamt ihren Problemen vorgegeben worden. Die folgende Einordnung der Bundesrepublik kann daher nur einige Indizien liefern, da die Bildungsausgaben wenig über die Qualität der Bildung aussagen und der Bildungsstand ebenfalls mit einigen Erfassungsproblemen behaftet ist. Trotz allem werden einige als Proxies für den Stand des Humankapitals genutzt werden.

#### **4.1.1 Bildungsausgaben in der OECD**

Die Bildungsausgaben können nur dann objektiv bewertet werden, wenn sie entweder im Zeitablauf oder im internationalen Vergleich betrachtet werden. Im Folgenden seien daher

die Bildungsausgaben je Schüler im Primär-, Sekundär- und Tertiärbereich<sup>22</sup> in den OECD-Staaten betrachtet, wobei für Kanada und die Türkei keine Zahlen vorlagen.

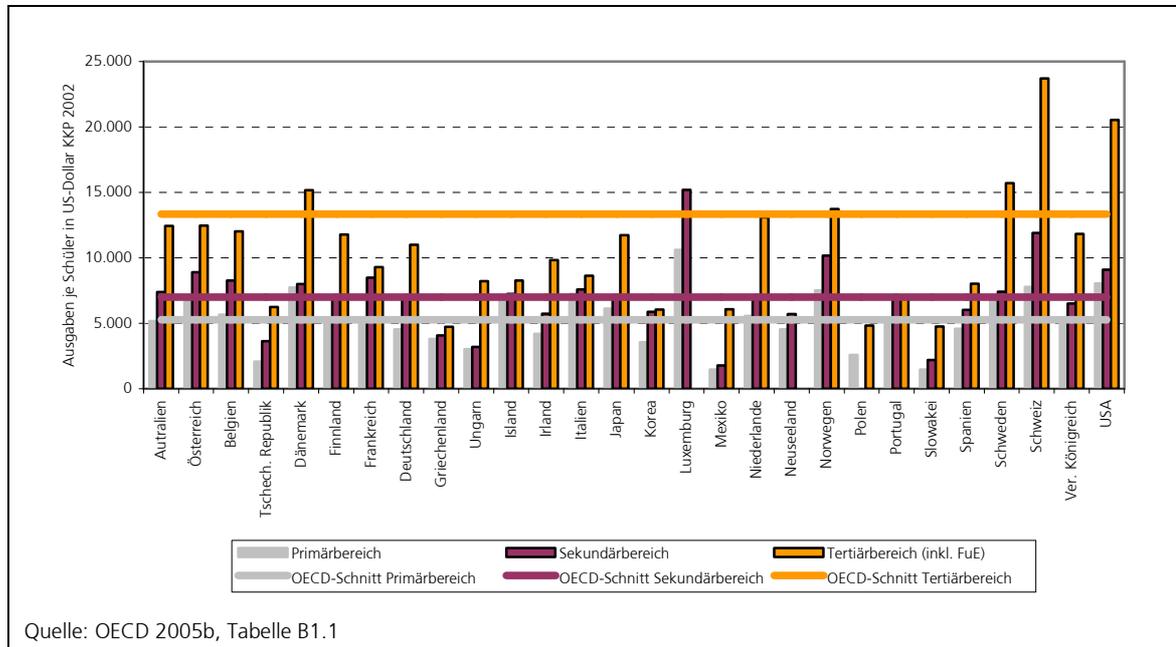


Abbildung 5: Bildungsausgaben je Schüler bzw. Student im Primär-, Sekundär- und Tertiärbereich in der OECD

Die in Abbildung 5 dargestellten Bildungsausgaben je Schüler in US-Dollar Kaufkraftparität beziehen sich mit Ausnahme von Ungarn, Italien, Portugal und der Schweiz auf das Jahr 2002. Von den genannten Ländern liegen die Daten des Jahres 2001 vor.

Die Ausgaben Deutschlands liegen im Mittelfeld der OECD-Staaten und dabei im Sekundärbereich minimal über, im Primärbereich etwas und im Tertiärbereich deutlich unter dem OECD-Durchschnitt, wobei letzterer stark durch einige wenige Länder mit überdurchschnittlichen Ausgaben verzerrt ist.

Bei den Ausgaben im Primärbereich belegt die Bundesrepublik mit € 4.537 den 19. Platz der 28 betrachteten OECD-Staaten. Weniger Ausgaben pro Schüler tätigen hier nur die osteuropäischen Staaten (Slowakei, Tschechien, Polen und Ungarn) sowie Mexiko, Korea

<sup>22</sup> Die Einteilung der Abschlüsse basiert auf der International Standard Classification of Education (ISCED). Dieses von der UNESCO übernommene Einteilungsschema wurde 1997 überarbeitet, so dass es hier einige Schwierigkeiten der intertemporalen Vergleichbarkeit gibt. Im Bereich bis zur Sekundarstufe I sind die Daten trotz der Umstellung vergleichbar. Die größten Änderungen gibt es im (oberen) Sekundärbereich II und im (unteren) Tertiärbereich (Tertiärbereich B). In ISCED-1997 wurde der neue Bereich „Post-secondary, non-tertiary education“ eingeführt, der sich teilweise aus dem alten oberen Sekundärbereich II, teilweise aus dem alten Tertiärbereich (genauer aus der alten Kategorie „Education at the third level, first stage, of the type that leads to an award not equivalent to a first university degree“). Der Bereich „Education not definable by level“ (Sonstiges“) ist in der Version ISCED-1997 komplett entfallen (vgl. OECD 1999a).

und Irland. Zudem gibt Griechenland weniger pro Schüler aus und Neuseeland liegt wenige US-Dollar hinter der Bundesrepublik.

Bei Betrachtung der Rangfolge liegt die Bundesrepublik im Sekundärbereich mit € 7.025 und dem 14. Platz im Mittelfeld der betrachteten 27 OECD-Staaten, da im Sekundärbereich keine Daten für Kanada, die Türkei und Polen vorliegen. Bei diesen Ausgaben ist zu berücksichtigen, dass es unterschiedliche Gewichtungen im Bildungssystem gibt. So zählen in Deutschland die gymnasiale Oberstufe und vergleichbare Schulformen, Berufsfachschulen und Kollegschaften sowie die duale Ausbildung (vgl. OECD 1999a, S. 39ff. sowie S. 84) zum Sekundärbereich II. Gleiches gilt für Österreich, bei der Schweiz wird etwa die Berufsmaturität mitgezählt. Eine weitere Verzerrung im Sekundärbereich könnte sich durch die neu eingeführte Kategorie post-sekundärer, nicht tertiärer Bildung ergeben, da diese nicht in allen Ländern zur Anwendung kommt, in Deutschland aber relativ groß ist.

Im Tertiärbereich, inklusive der hochschulischen FuE-Ausgaben, liegen lediglich die Daten für 25 OECD-Staaten vor, da Luxemburg und Neuseeland diese Werte nicht ausweisen. Von diesen 25 Staaten belegt die Bundesrepublik mit rund € 11.000 den 13. Rang.

Betrachtet man die Bildungsausgaben gemessen am Bruttoinlandsprodukt, so kann dies eine gewisse Auskunft über die finanzielle Ausstattung der Bildung in Bezug auf die ökonomischen Möglichkeiten des jeweiligen Landes geben, ohne dass man daraus automatisch Rückschlüsse auf die Qualität des Bildungssystems ableiten könnte. Abbildung 6 zeigt die öffentlichen und privaten Ausgaben für Bildung im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt (BIP) der OECD-Länder wobei für Kanada und Luxemburg keine Daten vorlagen. Hierbei sind die öffentlichen und die privaten Bildungsausgaben in Prozent des Bruttoinlandsprodukts und die Gesamtausgaben in Prozent des BIP sowie die dazugehörigen Durchschnittswerte der OECD dargestellt. Zudem ist auf einer zweiten Achse der Anteil der öffentlichen Bildungsausgaben an den gesamten Bildungsausgaben dargestellt.

Deutschland erreicht weder bei den öffentlichen noch bei den privaten Ausgaben den Schnitt der OECD-Länder und gibt folglich auch insgesamt einen geringeren Anteil des Bruttoinlandsprodukts für Bildung aus, als es die OECD-Staaten im Durchschnitt tun. Insgesamt gibt die Bundesrepublik 5,3 Prozent des BIP für Bildung aus und liegt damit an der 19. Stelle der betrachteten 28 OECD-Staaten. Geringere Werte weisen hier lediglich die Niederlande, Italien, Spanien, Japan, Tschechien, Irland, die Slowakei, Griechenland und die Türkei auf. Auf der anderen Seite geben mit Island (7,4 Prozent), den USA (7,2 Prozent), Dänemark (7,1 Prozent) und Korea (7,1 Prozent) vier Staaten mehr als sieben Prozent des Bruttoinlandsproduktes für Bildung aus. Der Anteil der Bildungsausgaben am BIP ist dabei nicht mit dem Anteil der öffentlichen bzw. privaten Ausgaben korreliert. So ist

Portugal zwar das Land mit dem höchsten öffentlichen Finanzierungsanteil (98,4 Prozent), liegt aber mit 5,8 Prozent Bildungsausgaben lediglich im Mittelfeld. Beim öffentlichen Finanzierungsanteil folgen die nordischen Länder Finnland (98,2 Prozent), Schweden (97,4 Prozent), Norwegen (96,2 Prozent) und Dänemark (96,1 Prozent) auf den Plätzen zwei bis fünf. Zumindest Dänemark, Norwegen und Schweden nehmen auch beim Gesamtanteil der Bildungsausgaben einen vorderen Platz ein, Finnland folgt im Mittelfeld. Umgekehrt haben die USA (73,8 Prozent) und Korea (59,2 Prozent) die niedrigsten öffentlichen Anteile an den Gesamtausgaben. Diese beiden Länder haben, gemessen am BIP, mit die höchsten Bildungsausgaben. Island als das Land mit dem größten BIP-Anteil liegt mit einem öffentlichen Finanzierungsanteil von 91,9 Prozent im Mittelfeld der betrachteten Staaten. In Deutschland beträgt der öffentliche Finanzierungsanteil 83,3 Prozent und ist damit einer der niedrigeren innerhalb der OECD. Gründe für den damit verbundenen relativ hohen Privatfinanzierungsanteil dürften zum einen im teilweise von den Arbeitgebern finanzierten dualen System und zum anderen in den Gebühren und in der Eltern- und Trägerfinanzierung im Kindergartenbereich liegen.

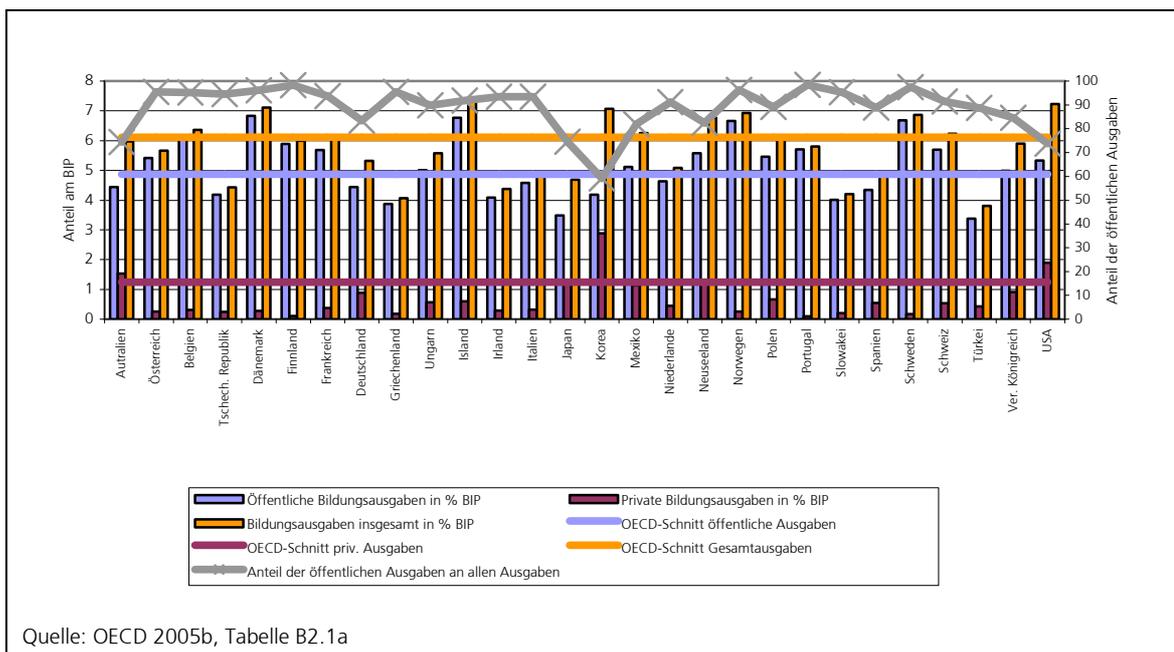


Abbildung 6: Öffentliche und private Bildungsausgaben in Prozent des BIP (2002)

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Bundesrepublik bei der Finanzierung des Bildungssystems im unteren Bereich der OECD-Staaten liegt. Sollten die Ausgaben als Proxy für die Humankapitalakkumulation genutzt werden, dann wäre dieses in Deutschland vergleichsweise gering. Es wurde bereits eingangs erwähnt, dass die Bedeutung der Bildungsausgaben diesbezüglich nicht überbewertet werden sollten und in den Gesamtkontext dieser Untersuchung eingebettet werden müssen.

#### 4.1.2 Bildungsstand der Bevölkerung

Neben den finanziellen Investitionen in Bildung ist der Bildungsstand der Bevölkerung von Bedeutung und kann Hinweise auf die Humankapitalakkumulation in verschiedenen Volkswirtschaften geben. Bei allen Problemen, die internationale Vergleiche hier mit sich bringen, lohnt ein Blick auf die Entwicklung des Bildungsstands der Bevölkerung, angenähert durch die Bildungsabschlüsse. Die Daten sind den laufenden Jahrgängen von „Bildung auf einen Blick“ (bzw. „Education at a Glance“) der OECD entnommen. Die Einteilung der Abschlüsse basiert auf dem International Standard Classification of Education (ISCED), auf die vor allem durch die Umstellung des ISCED verursachten Probleme wurde bereits in Fußnote 22 hingewiesen.

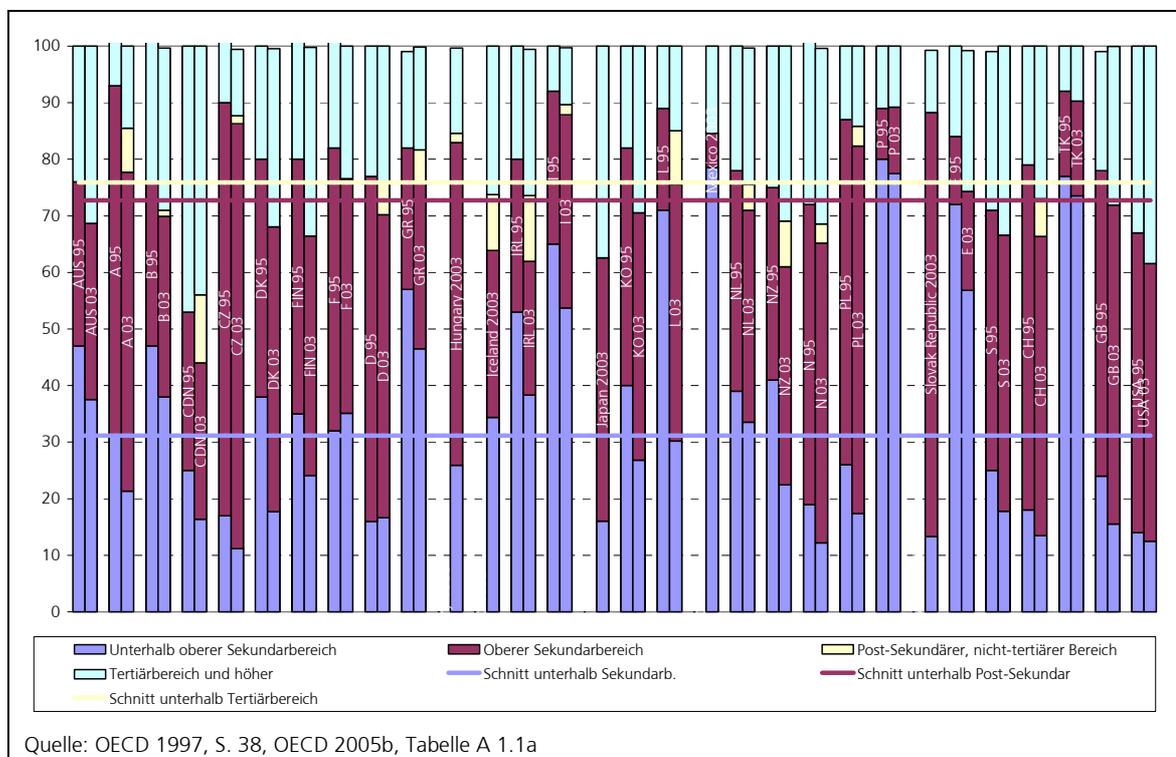


Abbildung 7: Bildungsstand der 25-64 Bevölkerung 1995 und 2003 nach Abschlüssen

In Abbildung 7 zeigt sich ein deutlicher Trend hin zu höheren Bildungsabschlüssen, zumal der neu eingeführte Bereich der post-sekundären, nicht-tertiären Bildung<sup>23</sup> vermutlich auch Abschlüsse umfasst, die früher dem Tertiär- oder dem Sekundärbereich zuzurechnen waren. Für Deutschland lässt sich ein unterdurchschnittlicher Anteil der 25-64jährigen erkennen, die lediglich über einen Abschluss unterhalb des oberen Sekundarbereichs ver-

<sup>23</sup> In Deutschland fallen in diesen Bereich etwa der Abschluss der Fachakademie/Fachhochschulreife, das Abschlusszeugnis für medizinische Assistenten, Krankenschwestern/-pfleger und der Fachschulabschluss, Meister/Techniker, Erzieher.

fügen. Mit Sekundar-II-Abschlüssen ist die Bundesrepublik hingegen überdurchschnittlich vertreten, was auch auf die große Bedeutung des dualen Systems zurückzuführen ist. Im Tertiärbereich ist der Anteilswert hingegen unterdurchschnittlich.

Betrachtet man die Veränderungen zwischen 1995 und 2003 im Bereich unterhalb eines oberen Sekundarabschlusses, so stellt man für die Bundesrepublik eher geringe Veränderungen von 16 auf knapp 17 Prozent fest. Angesichts der Tatsache, dass fast alle der 25 OECD-Länder, für die entsprechende Daten vorlagen, den Bevölkerungsanteil in diesem Bildungsbereich massiv zurückgefahren haben, wird deutlich, dass es sich in Deutschland um eine bedenkliche Entwicklung handelt. Allerdings hat Deutschland auf einem sehr geringen Niveau begonnen und verfügt nach wie vor über einen geringen Bevölkerungsanteil mit einem Bildungsabschluss unterhalb der oberen Sekundarstufe. Im Durchschnitt haben die OECD-Staaten den Anteil der Bevölkerung in diesem Bereich um 9,7 Prozentpunkte gesenkt, allen voran Luxemburg (-40,8 Prozentpunkte), Dänemark (-20,2 Prozentpunkte), Neuseeland (-18,5 Prozentpunkte) und Spanien (-15,2 Prozentpunkte). Mit Finnland, Griechenland, Irland, Italien und Korea haben weitere fünf Staaten ihren Anteil im Bereich unterhalb der oberen Sekundarstufe um zehn bis 15 Prozentpunkte verringert. Diese Staaten sind allerdings von einem sehr hohen Ausgangsniveau aus gestartet.

Im oberen Sekundärbereich hat Deutschland im Jahr 1995 nach Tschechien (73 Prozent) und Österreich (62 Prozent) den dritten Platz (gemeinsam mit der Schweiz und Polen) inne und erreicht einen Wert von 61 Prozent. Dieser sinkt bis zum Jahr 2003 auf 53,6 Prozent, was teilweise auch der Umstellung des ISCED geschuldet sein und durch den Anteil der Bundesrepublik im post-sekundärer, nicht-tertiärer Bereich von 5,8 Prozent teilweise kompensiert werden dürfte. Insgesamt wurde der obere Sekundärbereich innerhalb der OECD leicht gestärkt, im Durchschnitt stieg der Anteil der 25-64jährigen Bevölkerung mit einem solchen Abschluss um 1,5 Prozentpunkte. Dies lässt sich vor allem auf den Zuwachs in Ländern zurückführen, die ihren Anteil im Bereich unterhalb des oberen Sekundärbereichs massiv abgebaut haben. So hat Luxemburg einen Zugewinn von 27,4 Prozentpunkten in diesem Bereich, gefolgt von Dänemark (+8,3 Prozentpunkte) und Italien (+7,1 Prozentpunkte). Die größte Reduktion im Bereich der oberen Sekundarabschlüsse hat Frankreich (-8,6 Prozentpunkte), gefolgt von der Schweiz (-8,2 Prozentpunkte) und Deutschland (-7,4 Prozentpunkte).

Im neu eingeführten Bereich der post-sekundären, nicht-tertiären Bildungsabschlüsse hat Kanada mit fast zwölf Prozent den größten Wert aufzuweisen, gefolgt von Irland (11,6 Prozent) und Luxemburg (9,5 Prozent). Deutschland hat hier einen Wert von 5,8 Prozent.

Im Tertiärbereich haben alle Staaten außer Kanada im Jahr 2003 einen höheren Wert als 1995. Bei Kanada erklärt sich der Rückgang um drei Prozentpunkte auf jetzt 44 Prozent zum einen mit dem hohen Ausgangswert, zum anderen durch den hohen Wert im neuen Bereich post-sekundärer, nicht-tertiärer Bildung. Drei Länder haben ihren Anteil im Tertiärbereich um mehr als zehn Prozentpunkte gesteigert: Finnland (+12,3 Prozentpunkte), Dänemark (+11,5 Prozentpunkte) und Korea (+11,5 Prozentpunkte). Im Durchschnitt haben die OECD-Staaten den Anteil ihrer 25-64jährigen Bevölkerung mit einem Abschluss im Tertiärbereich oder darüber im Zeitraum von 1995 bis 2003 um 4,6 Prozentpunkte gesteigert, in Deutschland betrug die Steigerung lediglich einen Prozentpunkt.

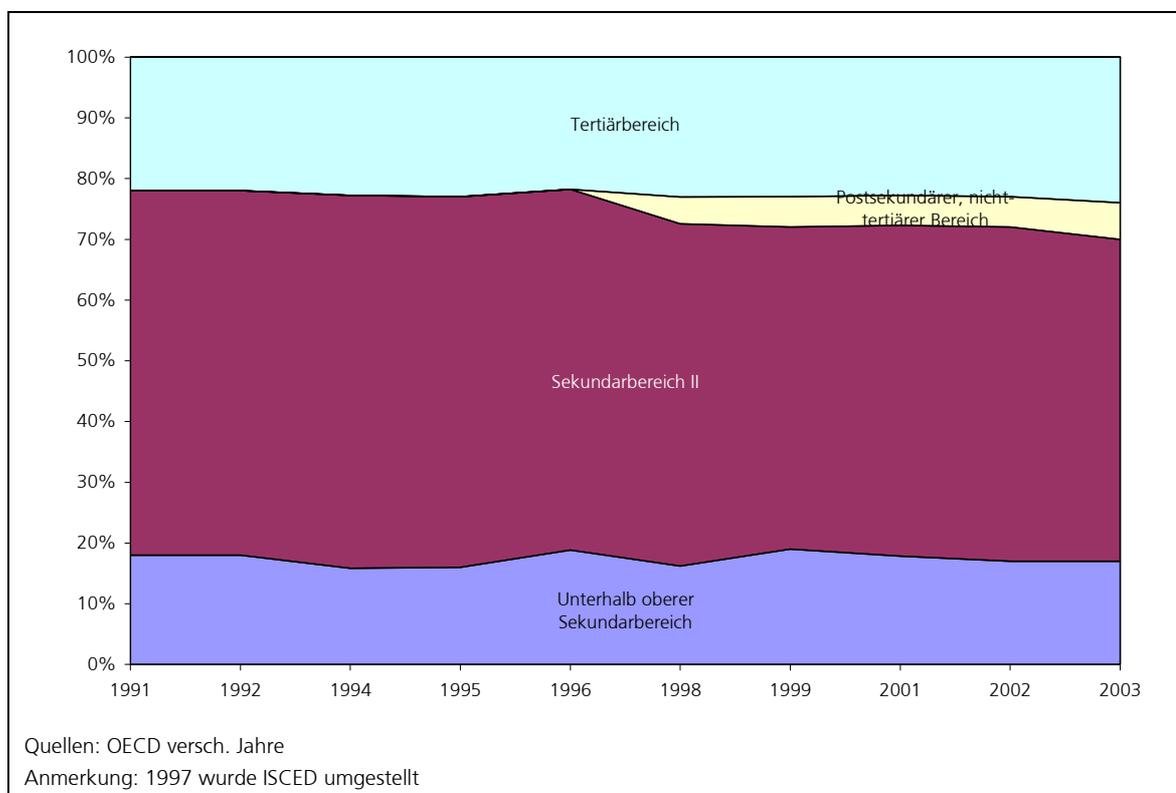


Abbildung 8: Entwicklung des Bildungsstandes der 25-64jährigen Bevölkerung in Deutschland 1991 bis 2003

In der Entwicklung seit 1995 hat die Bundesrepublik nur geringe Fortschritte beim Bildungsstand der Bevölkerung machen können und damit relativ zu den anderen Ländern verloren, da diese teilweise rasante Prozesse bei der Verbesserung des Bildungsstands durchlaufen haben. Betrachtet man die Bundesrepublik noch einmal gesondert, so wird der Stillstand noch deutlicher.

Bei Betrachtung von Abbildung 8 wird deutlich, dass die Entwicklung in Deutschland eher marginal ist und keine wirkliche Dynamik erkennen lässt. Vergleicht man dies mit der oben skizzierten internationalen Entwicklung, dann zeigt sich für die Bundesrepublik beim Bil-

dungsstand als Proxy für den Bestand an Humankapital wiederum kein sonderlich positives Bild, sowohl hinsichtlich der Anteilswerte der entsprechenden Abschlüsse als auch hinsichtlich der Entwicklung in den vergangenen Jahren. Diese Aussage hat auch dann Bestand, wenn die besondere Stärke der Bundesrepublik im Bereich der oberen Sekundarstufe berücksichtigt wird.

#### **4.1.3 Bildungsniveau im internationalen Vergleich**

Neben der Frage des Mitteleinsatzes muss auch die Frage geklärt werden, welches Leistungsniveau die Schülerinnen und Schüler vorweisen können, wenn sie kurz vor dem Ende der Sekundarstufe I stehen (sollten).

Die internationalen Vergleiche in diesem Bereich sind zum einen (noch) vergleichsweise selten und zum andern mit erheblichen methodischen Problemen behaftet. Zudem ist es kaum möglich, eine Skala von Leistungstests zu erstellen und diese Ergebnisse dann in „Humankapital“ umzurechnen. Hinzu kommt noch ein methodisches Problem: Die Ergebnisse von PISA und vergleichbaren Studien werden in der Regel nicht auf metrischen Skalen gemessen, was die Operationalisierung für statistische Testverfahren extrem erschwert. Im Folgenden soll dennoch ein Blick auf die Ergebnisse der PISA 2003-Studie (Vgl. OECD 2004d) geworfen werden, um einen Eindruck von der Leistungsfähigkeit der 15-jährigen Schüler zu bekommen und deren Ergebnisse in der weiteren Betrachtung mit zu berücksichtigen.

In Tabelle 1 sind die bei PISA 2003 erzielten Punktwerte in den drei getesteten Fachbereichen Mathematik, Lesekompetenz und Naturwissenschaften aufgeführt.

Land	Mathematik	Lese-kompetenz	Naturwissen-schaften
Finnland	544	543	548
Korea	542	534	538
Japan	534	498	548
Kanada	532	528	519
Niederlande	538	513	524
Australien	524	525	525
Neuseeland	523	522	521
Belgien	529	507	509
Schweiz	527	499	513
Schweden	509	514	506
Tschech. Republik	516	489	523
Irland	503	515	505
Frankreich	511	496	511
Island	515	492	495
Deutschland	503	491	502
Österreich	506	491	491
Polen	490	497	498
Dänemark	514	492	475
Norwegen	495	500	484
Ungarn	490	482	503
USA	483	495	491
Slowakei	498	469	495
Luxemburg	493	479	483
Spanien	485	481	487
Italien	466	476	486
Portugal	466	478	468
Griechenland	445	472	481
Türkei	423	441	434
Mexiko	385	400	405

Quelle: OECD 2004d, S.281, S. 294, eigene Darstellung

Tabelle 1: Ergebnisse der PISA-2003-Studie, sortiert nach dem Durchschnittswert der Fachbereiche

Die PISA-2003-Ergebnisse sind dabei so konzipiert, dass der OECD-Durchschnitt bei 500 Punkten liegt und sich zwei Drittel der getesteten Schüler im Bereich zwischen 400 und 600 Punkten befinden (vgl. OECD 2004d, S.45). Es ist nicht möglich, diese Punkte in Humankapital umzurechnen. Interessant ist eher der Eindruck der Stärke einzelner Länder, etwa die Konstanz Finnlands in allen drei Fächerguppen und letztlich über die verschiedenen Vergleichsstudien hinweg.

Insbesondere Hanushek (2002a; 2002b, S.9ff.) macht darauf aufmerksam, dass die Qualität der Bildung unter Umständen gar wichtiger ist als die Anzahl der Schüler. Da in den vergangenen Jahren nur wenige international vergleichbare Daten vorlagen, wurde oft auf die Proxies Einschreibrate, Anteil der Akademiker und ähnliches zurückgegriffen. Da dies der einzige Weg einer Vergleichbarkeit war und in weiten Teilen noch ist, bleiben kaum Alternativen, so dass solche Proxies auch im vorliegenden Bericht verwendet werden. Die

damit verbundenen Einwände sind aber nicht von der Hand zu weisen, wie eine einfache Überlegung deutlich macht: Würde ein Land A in acht Schuljahren den Stoff vermitteln, für das Land B zwölf benötigte, so wäre es fragwürdig, Land B zum besseren „Bildungsland“ zu erklären, weil die Schüler einen längeren Bildungsweg nutzen. Hanushek (2002a, S. 6f.) weist etwa darauf hin, dass bessere Testergebnisse in der Schule auch substantiell mit einem höheren individuellen Erwerbseinkommen korrelieren. Mit dieser Feststellung bleibt die eingangs aufgeworfene Frage nach der Funktion der Bildung jedoch unbeantwortet: handelt es sich um eine Produktivitätssteigerung, sagen Noten also etwas über die Qualität des Humankapitals aus, oder dienen diese Noten lediglich als Signaling-Instrument. Hanushek (2002a, S.7) beantwortet diese Frage eindeutig, indem er konstatiert, dass bessere Schüler eine höhere Produktivität aufweisen würden. Er betont mehrfach, dass die Einschreibequote kein geeignetes Messinstrument sei (vgl. Hanushek 2002a, S.10) und versucht daher, eine Ableitung über internationale Vergleichsstudien zu erreichen. Dabei müssen nochmals die Abweichungen bei der Ermittlung der jeweiligen Durchschnittsniveaus betont werden, die sich beispielsweise dadurch ergeben, dass immer unterschiedliche Länder an den betrachteten Studien teilgenommen haben und dass es methodische Probleme bei der Erfassung und Bewertung von Schülerleistungen gibt.

Es bleibt die Frage, ob es ein höheres Wachstum gibt, weil die Schulqualität gut ist, oder ob Staaten mit höherem Wachstum auf Grund ihres höheren Reichtums die Schulen besser finanzieren und somit eine bessere Qualität erzeugen können. Dazu stellt Hanushek fest, dass es keinen direkten Zusammenhang zwischen Bildungsausgaben und Bildungsqualität gibt und mithin die gute Schulbildung für das höhere Wachstum verantwortlich sein müsse und nicht umgekehrt. In der Studie wird jedoch betont, dass die Qualität der Arbeitskräfte nur ein Faktor für Wirtschaftswachstum sei, dass es also keinesfalls einen monokausalen Zusammenhang gäbe.

#### **4.1.4 Die Natur- und Ingenieurwissenschaften**

Im Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands des Jahres 2005 wird wiederholt betont, dass insbesondere die Natur- und Ingenieurwissenschaften zur technologischen Leistungsfähigkeit beitragen (vgl. BMBF 2005, bspw. S. 68). Hierbei wird auf die Nähe dieser Studiengänge zu den hochinnovativen Technologiefeldern hingewiesen. Dies ist nicht nur intuitiv einsichtig, sondern auch durch Zahlen zu belegen: In der forschungsintensiven Industrie ist der Bedarf an Naturwissenschaftlern und Ingenieuren besonders hoch, verfügen dort 8,6 Prozent der Beschäftigten über einen solchen Abschluss, während

in anderen Industriezweigen lediglich zwei Prozent der Beschäftigten einen derartigen Abschluss vorzuweisen haben (vgl. BMBF 2003, S. 29).<sup>24</sup> Insofern ist es im Hinblick auf die Zielsetzung dieses Berichts hilfreich, sich die Entwicklung der Studierendenzahlen in den Bereichen der Naturwissenschaften und der Ingenieurwissenschaften getrennt anzusehen, um von der Entwicklung des Bildungsstands in diesen Bereichen ein Bild zu bekommen.

Betrachtet man nun in Abbildung 9 die Entwicklung der Studierenden in der Mathematik und den Naturwissenschaften in Deutschland, so ist festzustellen, dass einer abnehmenden Studierendenzahl Mitte der neunziger Jahre ein Aufschwung der Studierendenzahlen folgt.

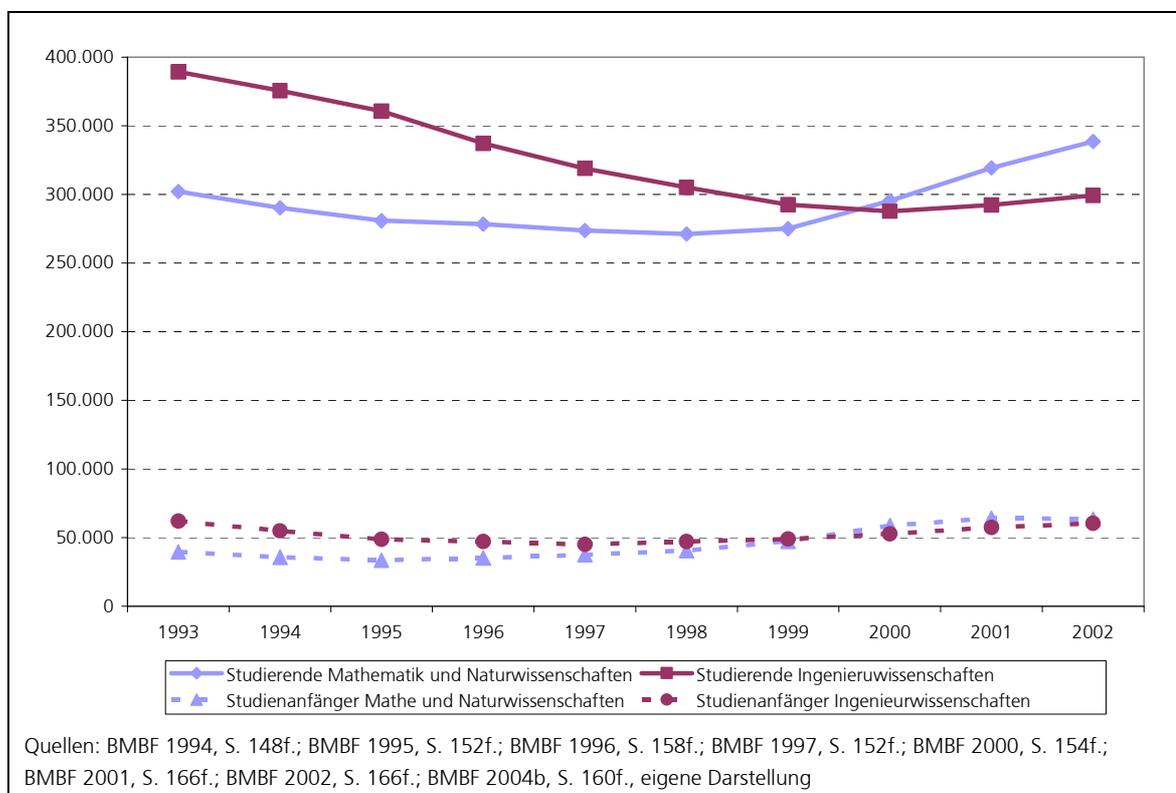


Abbildung 9: Entwicklung der Studierenden und der Studienanfänger in den Fachbereichen Mathematik, Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften 1993-2002

Bei den Ingenieurwissenschaften sieht die Entwicklung anders aus, da die Zahl der Studierenden kontinuierlich abgenommen hat, wie Abbildung 9 zu entnehmen ist. Nimmt man die oben genannten Äußerungen aus dem Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands ernst, dass insbesondere Studierende dieser beiden Fächergruppen relevant für die technologische Leistungsfähigkeit sind, dann ist dies kein gutes Indiz für den Stand

<sup>24</sup> Es lässt sich sicherlich darüber diskutieren, ob nicht andere Studiengänge etwa zur Technikfolgenabschätzung ebenso wichtig für die technologische Leistungsfähigkeit sind. Dies ist jedoch nicht Thema des vorliegenden Berichts.

der Bundesrepublik Deutschland. Wenn das in den Studiengängen der Naturwissenschaften und der Mathematik, sowie der Ingenieurwissenschaften erzeugte Humankapital als besonders produktiv angesehen wird, kann sich eine Volkswirtschaft einen Rückgang auf diesem Gebiet eigentlich nicht erlauben. Die Zeitreihenbetrachtungen der Studienanfänger machen hier bedingt Hoffnung: In Mathematik und Naturwissenschaften beginnen derzeit rund 50 Prozent mehr junge Menschen ein Studium als 1993, in den Ingenieurwissenschaften hat sich die Lage nach einem deutlichen Rückgang der Studienanfänger Mitte der neunziger Jahre stabilisiert: Im Jahr 2002 wurde der Stand von 1993 beinahe wieder erreicht. Diese Stabilisierung findet jedoch auf niedrigem Niveau statt und die Befragung von Studienberechtigten bestätigt diese Tendenz auch für die Zukunft (vgl. Heine/Spangenberg/Sommer 2005, S. 11).

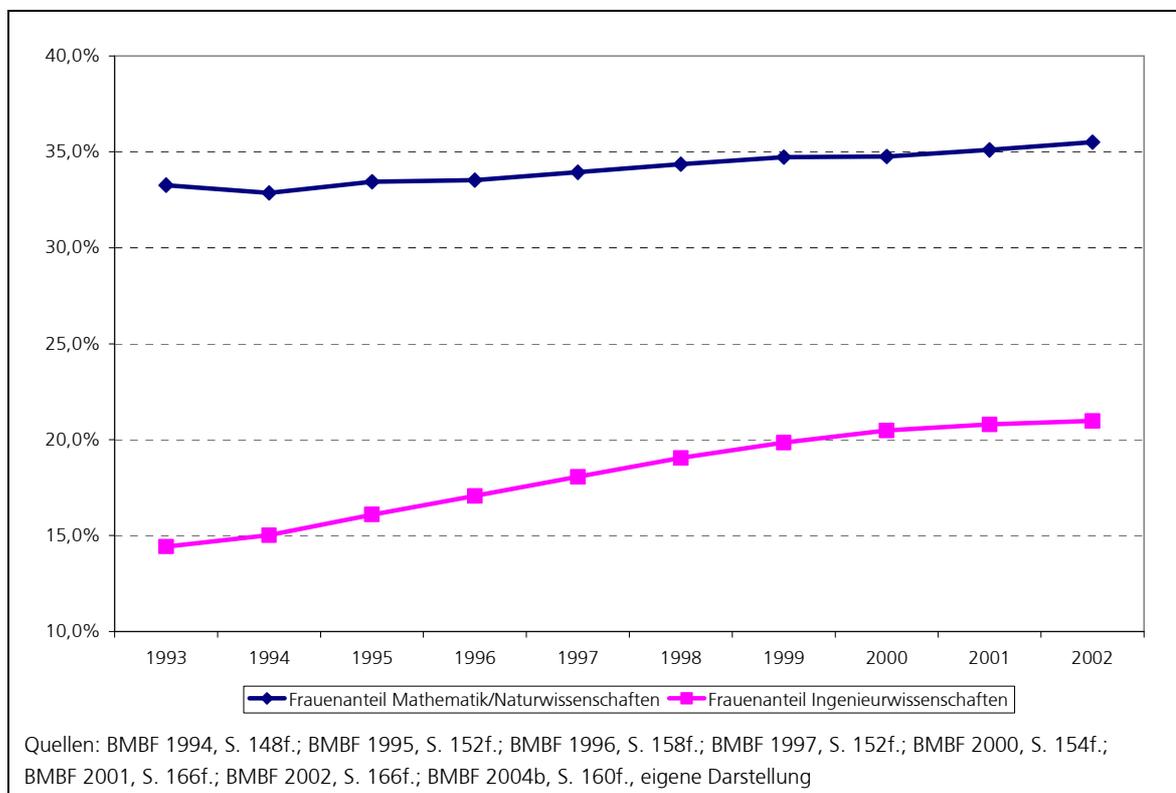


Abbildung 10: Frauenanteil an den Natur- und Ingenieurwissenschaften und der Mathematik

Im internationalen Vergleich zeichnet sich für Deutschland ein uneinheitliches Bild bei der relativen Bedeutung der Ingenieur- und Naturwissenschaften (zum Folgenden vgl. Egel/Heine 2005, S. 75ff.). Zwar hat die Bundesrepublik bei den Absolventen einen vergleichsweise hohen Anteil aus dieser Fächergruppe: 31 Prozent der Absolventen des Jahres 2002 im Tertiärbereich A schlossen in einem ingenieur- oder naturwissenschaftlichen Fach ab – 1998 waren es sogar noch 34,9%. Das OECD-Mittel lag im Jahr 2002 bei lediglich 23,9% und nur Schweden hatte einen so hohen Wert wie die Bundesrepublik. Auf

der anderen Seite relativiert sich dieses Bild, wenn die Absolventen in Bezug zur Erwerbsbevölkerung gesetzt werden und so ein Indikator für die Dichte der Verfügbarkeit von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern gebildet wird. Während die meisten Länder im Zeitraum von 1998 bis 2002 den Anteil der entsprechenden Studierendengruppe zum Teil massiv erhöht haben, stagnierte der Wert für Deutschland auf niedrigem Niveau. So kamen 2002 nur 721 Ingenieure und Naturwissenschaftler auf 100.000 Personen in der Erwerbsbevölkerung im Alter von 25-34 Jahren. Der Durchschnitt der von Egeln und Heine betrachteten Länder<sup>25</sup> lag bei 1.053 Personen – den höchsten Wert weist Finnland mit 1.785 Ingenieuren und Naturwissenschaftler je 100.000 Erwerbstätige zwischen 25-34 Jahren aus.

Stimmt die Annahme, dass Kenntnisse und Fähigkeiten in den Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie in Mathematik für die technologische Leitungsfähigkeit besonders wichtig sind, so müssen die Investitionen in diesem Bereich massiv verstärkt werden. Hier bietet sich eine Förderung von Frauen an, da der Frauenanteil in diesen Fächern auf einem ausgesprochen niedrigen Niveau verharret, wie Abbildung 10 zeigt. Ein Teil des verhältnismäßig besseren Wertes des Frauenanteils in der Fächergruppe Mathematik/Naturwissenschaften ist zudem auf die hohe Frauenquote in der Biologie zurückzuführen. In den Ingenieurwissenschaften dagegen ist nach wie vor nur ein Fünftel der Studierenden weiblich.

## 4.2 Bildungsrenditen als Proxy für Humankapital

Wie in Kapitel 3.1.2 bereits dargestellt, kann der Humankapitalumfang einer Volkswirtschaft auch über die Ertragsseite angenähert werden. Daher sollen im Folgenden die Erträge von Bildung benannt werden, um einen Eindruck von der Humankapitalakkumulation zu erhalten, ohne Werte zu berechnen, da den privaten und sozialen Erträgen von Bildung im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands des Jahres 2004 vom Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie (FiBS) nachgegangen wurde (vgl. Dohmen/Ammermüller 2004). Die Ergebnisse sollen hier aufgegriffen und auf die Fragestellung dieses Berichtes hin zugespitzt werden, ohne eine vollständige Abhandlung vorzunehmen, da diese bereits vorliegt.

Die privaten Erträge von Bildung lassen sich grob in zwei Gruppen einteilen, in monetäre und nicht-monetäre Erträge (vgl. hierzu Billerbeck 1968, S. 82ff.; Holtzmann 1994, S.

---

<sup>25</sup> Betrachtet wurden Australien, Finnland, Frankreich, Deutschland, Italien, Japan, die Niederlande, Spanien, Schweden, das Vereinigte Königreich und die USA. Für Kanada lagen die Daten für 2002 nicht vor.

15ff.; McMahon 1995). Zu den monetären Erträgen gehören in erster Linie bessere Beschäftigungs- und Verdienstmöglichkeiten, nicht-monetäre Erträge beinhalten etwa Status, Prestige, aber auch Gesundheit, Lebenserwartung und Partizipation an demokratischen, gesellschaftlichen Prozessen.

#### 4.2.1 Private monetäre Erträge von Bildung

Den Investitionskosten (Opportunitätskosten, Lebenshaltungskosten, Gebühren etc.) in die Ausbildung stehen monetäre Erträge gegenüber. Die wichtigsten Erträge sind hierbei sicherlich die höheren Löhne, die – so die neoklassische Theorie – durch die Steigerung der eigenen Produktivität erzielt werden und sich auch in höheren Altersrenten widerspiegeln. So wird in der Mikroökonomie die Schulbildung als entscheidende Determinante des Einkommens angesehen (vgl. Schäper 2002, S. 29; Dohmen/Ammermüller 2004, S. 17; Temple 2001, S. 64).<sup>26</sup> In empirischen Untersuchungen wurde der Zusammenhang zwischen dem Ausbildungsniveau und dem späteren Erwerbseinkommen regelmäßig nachgewiesen (vgl. Stanovnik 1997; Grubb 1997; Alba-Ramirez/San Segundo 1995, Psacharopoulos 1994, 1996), wenngleich es immer wieder methodische Kritik an den Arbeiten gab (vgl. die Kritik von Bennel 1996 an Psacharopoulos). Bei allen Schwierigkeiten erscheint ein positiver Zusammenhang zwischen Bildung und persönlichem Einkommen aber wahrscheinlich.

In der Theorie haben die höheren Löhne eine wichtige Funktion. So geht die neoklassische Theorie von der Entlohnung des Faktors Arbeit nach der Grenzproduktivität aus, d.h. höhere Löhne drücken eine höhere Produktivität aus.<sup>27</sup> Gleiches gilt dann theoretisch auch, wenn die Löhne mit der Dauer der Beschäftigung steigen. Hier kann dann ein Training-on-the-Job als empirisch untermauerte theoretische Erklärung dienen (vgl. Kamaras 2003, S. 95f.), die eine weitere Humankapitalakkumulation und mithin eine weitere Produktivitätssteigerung nach sich zieht.

In zahlreichen Studien wurden nun konkrete Berechnungen der Bildungsrendite vorgenommen, wovon hier nur einige erwähnt seien (vgl. zum Folgenden auch Dohmen/Ammermüller 2004). So hat Mincer (1974) in einer Arbeit die Daten des US-Zensus

<sup>26</sup> Hanushek (2002b, S.6) verweist auch auf die höheren Einkommen durch die Hochschulbildung.

<sup>27</sup> Auf die Kritik an der neoklassischen Theorie wurde bereits hingewiesen. Es soll daher noch einmal betont werden, dass der Annahme der Grenzentlohnung in den Wissenschaften widersprochen wird. Sie wird in der Betrachtung beibehalten, da die Theorie des Humankapitals auf ihr fußt. Dennoch sei darauf verwiesen, dass die Entlohnung natürlich auch eine Frage der ökonomisch verwertbaren Produktivität, der Machtverhältnisse und von makroökonomischen Rahmensetzungen (etwa der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage oder der ökonomischen Verwertbarkeit bestimmter Ausbildungen) ist, die individuell wenn überhaupt nur bedingt beeinflussbar sind.

von 1960 genutzt und die Berufserfahrung mit einem Schätzwert angenähert, die sich aus der Differenz des Alters und dem üblichen Berufseintrittsalter ergibt. Damit errechnete er eine private Bildungsrendite von zehn Prozent und eine Rendite auf Berufserfahrung von etwa acht Prozent. Die Mincer-Methode hat den Vorteil, auf einer relativ hohen Zahl von Beobachtungen zu beruhen und durch die Verwendung von Regressionsgleichungen Verzerrungen glätten zu können. Die Daten und die Methodik gaben jedoch auch Anlass zur Kritik. So werden Selbständige und Pensionäre regelmäßig nicht in die Datenbestände aufgenommen und auch die Tatsache, dass die Arbeitslosigkeit in verschiedenen Berufsgruppen unterschiedlich hoch ist, wird nicht berücksichtigt. Da die Arbeitslosigkeit bei besser gebildeten Menschen deutlich geringer ist (vgl. Abbildung 12), wird die Bildungsrendite hier systematisch unterschätzt, wie eine Untersuchung in 14 europäischen Ländern ergab, bei der die Arbeitslosigkeit explizit miteinbezogen wurde (Weber 2001).

Die methodischen Probleme lassen sich auch unabhängig von der konkreten Studie Mincers benennen. So dürfen nur diejenigen höheren Löhne gerechnet werden, die wegen des höheren Ausbildungsniveaus verdient werden und sich somit auf die Bildung zurückführen lassen (vgl. Kuna 1980, S. 82). So gehen de la Fuente und Ciccone (2003) in einem Bericht für die EU-Kommission davon aus, dass ein zusätzliches Schuljahr im EU-Durchschnitt eine Einkommenssteigerung von 6,5 Prozent nach sich zieht. Das Bild verdeutlicht sich, wenn man Akademiker betrachtet: „In Deutschland sieht man sehr deutlich, dass Leute mit einer Hochschulausbildung im Durchschnitt 43 Prozent mehr verdienen als Leute mit abgeschlossener höherer Sekundarbildung und dass Leute ohne diese höhere Sekundarbildung weniger verdienen“ (Wößmann 2004, S. 8).<sup>28</sup>

In einer neueren OECD-Studie (2002a) wird eine ausführlichere Berechnung von privaten Renditen der Tertiärbildung unter Berücksichtigung verschiedener ergänzender Faktoren vorgenommen (vgl. zum Folgenden Dohmen/Ammermüller 2004, S. 62f.). Die in Abbildung 11 wiedergegebenen Renditen berücksichtigen neben den Faktoren Opportunitätskosten und Lebenseinkommen auch die Auswirkungen der Steuersysteme, der Arbeitslosigkeit, der direkten Kosten eines Studiums und der direkten Subvention für Studierende auf die private Bildungsrendite.<sup>29</sup>

---

<sup>28</sup> Es sei darauf hingewiesen, dass diese Zahl nicht über die Bildungsrendite aussagt.

<sup>29</sup> Die genaue Erfassung des Lebenseinkommens in den diversen Modellen ist umstritten, können doch unterschiedliche Positionen wie bspw. Brutto- oder Nettoeinkommen berücksichtigt werden. Für beide Varianten gibt es Gründe, etwa die nicht individuell verwendbaren Steuerabzüge (sprechen für Verwendung des Nettoeinkommens) oder die später in Form höherer Renten und ggf. höheren Arbeitslosengeldes wirksam werdenden Abzüge zur Sozialversicherung (spricht für Bruttogehalt). Ohne diese Diskussion hier im Detail zu führen, sei auf diese Problematik hingewiesen. Eine ausführliche Würdigung findet sich bei Dohmen (1999), S. 77ff.

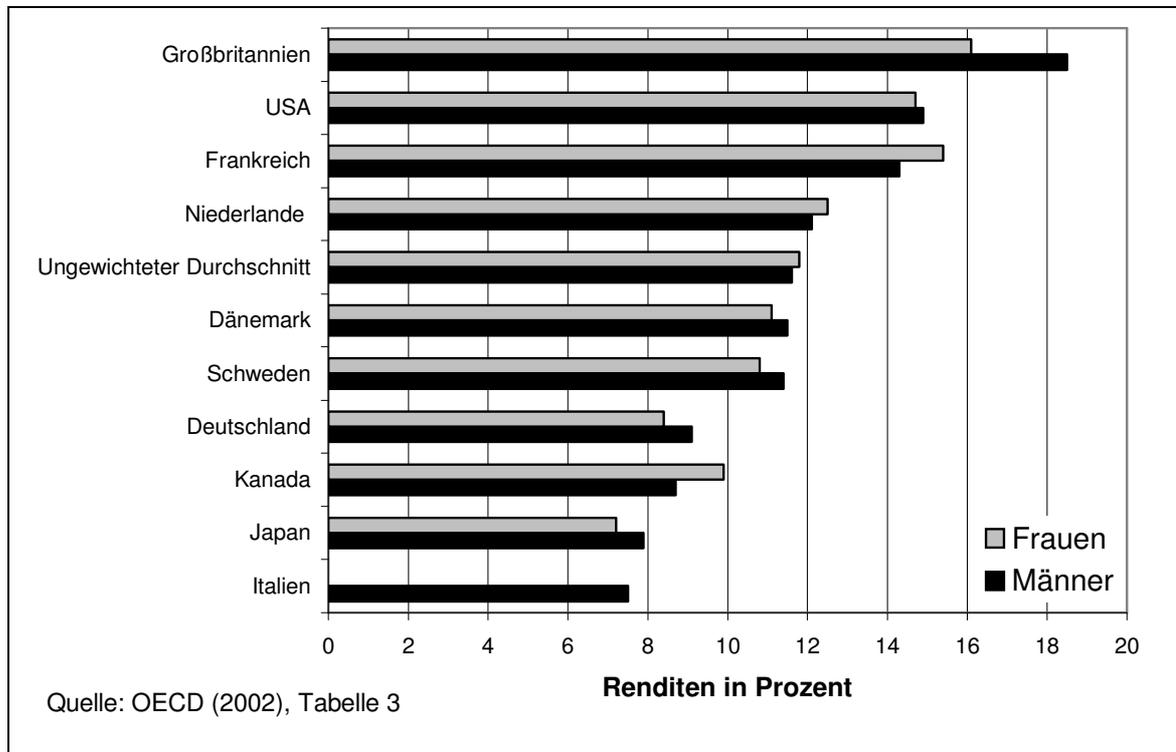


Abbildung 11: Ausführliche private Renditen für Tertiärbildung 1999-2000

Die angegebenen Faktoren werden durchschnittlich für Akademiker und Nicht-Akademiker für jedes Land berechnet. Auf dieser Grundlage wird dann der interne Zinsfuß berechnet, der Kosten und Erträge von Tertiärbildung gleichsetzt.

Ordnet man die Renditen der Männer, dann haben Großbritannien und die USA die höchsten Renditen vorzuweisen, und dies trotz der Tatsache, dass die Studiengebühren berücksichtigt worden sind. In Großbritannien ist die Rendite mit 18,5 Prozent doppelt so hoch wie in Deutschland (9,1 Prozent), wobei Kanada, Japan und Italien von den zehn untersuchten Ländern geringere Renditen als Deutschland aufzuweisen haben (vgl. Dohmen/Ammermüller 2004, S. 62f.).

Die höheren Löhne beschränken sich jedoch nicht nur auf die besser Ausgebildeten, sondern es werden über externe Effekte auch Vorteile für weniger gut Ausgebildete erzielt. So kommt Moretti (2002, S.3) zu dem Ergebnis, dass ein höherer Anteil an Hochschulabsolventen den durchschnittlichen Lohn einer Stadt steigert. Diese Lohnerhöhungen beschränkten sich jedoch nicht nur auf die Absolventen selbst, vielmehr zeigen die Ergebnisse, dass gerade auch schlechter Ausgebildete von einem höheren Akademikeranteil profitieren. Bei Morettis Untersuchungen korrespondiert die Erhöhung des Anteils der Hochschulabsolventen bei den Arbeitskräften um ein Prozent mit der Erhöhung des Anteils des

durchschnittlichen Lohns um 0,6 bis 1,2 Prozent (vgl. Moretti 2002, S. 3). Die theoretische Begründung der neoklassischen Theorie für die Lohnsteigerung auch der weniger gut Ausgebildeten, spräche dann für die Annahme, dass Menschen unterschiedlichen Ausbildungsniveaus keine perfekten Substitute sind und dass somit auch die Produktivität der weniger gut Ausgebildeten steigt, wenn sich der Akademikeranteil an den Arbeitnehmern erhöht. Eine zweite mögliche Begründung können Spillovers des Humankapitals sein. Interessant ist hierbei, dass die weniger gut Ausgebildeten auch dann von einem höheren Akademikeranteil profitieren, wenn es diese Spillovers nicht gibt, was in der genannten fehlenden Substitutionalität begründet liegt. Die Höhe des zusätzlichen Einkommens steigt jedoch mit der Annahme dieser Spillovers (vgl. Moretti 2002, S. 4, 6 und 10). Moretti hat das Modell auch formalisiert und gibt folgende Gleichung an:

$$(13) \quad Y = (\theta_1 N_1)^{\alpha_1} (\theta_2 N_2)^{\alpha_2} K^{1-\alpha_1-\alpha_2}$$

Wobei  $\theta$  die Produktivitäten ausdrückt,  $N_1$  die Anzahl der ausgebildeten und  $N_2$  die Anzahl der ungelerten Arbeitskräfte sowie  $K$  das Kapital. Moretti lässt zudem externe Effekte zu, d.h. die Arbeitsproduktivität ist in Abhängigkeit zum Anteil der ausgebildeten Arbeiter in der betrachteten Stadt zu sehen:

$$(14) \quad \log(\theta_j) = \phi_j + \gamma \left( \frac{N_1}{N_1 + N_2} \right) \quad j=1,2$$

$\phi_j$  ist dabei ein gruppenspezifischer Effekt, der den direkten Effekt des eigenen Humankapitals auf die Produktivität abdeckt. Daher gilt  $\phi_1 > \phi_2$ . Ferner stellt der Term  $\frac{N_1}{N_1 + N_2}$

den Anteil der gelernten Arbeitnehmer an der Gesamtheit der Arbeitnehmer da. Zudem gilt: Wenn  $\gamma = 0$  ist, dann repräsentiert das Modell von Moretti keine externen Effekte und lässt sich auf die normale Mincer-Gleichung zurückführen.

Geht man nun wie Moretti (2002, S. 6) von den Annahmen aus, dass die Löhne der Grenzproduktivität der Arbeit entsprechen und positive Externalitäten für Unternehmen in der Stadt (jedoch internalisiert für die Stadt als ganzes) existieren, so ergibt sich für gelernte und ungelerte Arbeit folgender logarithmierter Lohn:

$$(15) \quad \log(w_1) = \log(\alpha_1) + (\alpha_1 - 1) \log(N_1) + \alpha_1 \log(\theta_1) + \alpha_2 \log(\theta_2 N_2) + (1 - \alpha_1 - \alpha_2) \log(K)$$

$$(16) \quad \log(w_2) = \log(\alpha_2) + \alpha_1 \log(\theta_1 N_1) + (\alpha_2 - 1) \log(N_2) + \alpha_2 \log(\theta_2) + (1 - \alpha_1 - \alpha_2) \log(K)$$

Interessant für die externen Effekte der Bildung ist die Veränderung des Einkommens, wenn sich der Anteil der besser Gebildeten verändert. Dazu werden die Differenziale gebildet (vgl. Moretti 2002, S. 6):

$$(17) \quad \frac{d \log(w_2)}{dN_1} = \alpha_1 \frac{1}{N_1} + \gamma \left[ \frac{(\alpha_1 + \alpha_2)(1-s)}{N_1 + N_2} \right]$$

$$(18) \quad \frac{d \log(w_1)}{dN_1} = -(1 - \alpha_1) \frac{1}{N_1} + \gamma \left[ \frac{(\alpha_1 + \alpha_2)(1-s)}{N_1 + N_2} \right] \text{ mit } s = \frac{N_1}{N_1 + N_2} < 1$$

Dies bedeutet, dass der Lohn der ungelerten,  $w_2$ , zweifach von einer Erhöhung des Anteils der Gelernten profitiert: Zum einen steigert die Veränderung die Produktivität der ungelerten Arbeiter wegen der imperfekten Substitutionsmöglichkeiten, d.h.  $\alpha_1 \frac{1}{N_1} > 0$ .

Zudem steigern die Externalitäten die Produktivität weiter, d.h. es gilt:

$$\gamma \left[ \frac{(\alpha_1 + \alpha_2)(1-s)}{N_1 + N_2} \right] > 0.$$

Für die gelernten Arbeitskräfte bedeutet eine Steigerung des Anteils ihrer Gruppe zunächst einmal ein sinkendes Einkommen, was sich durch den normalen Verlauf der neoklassischen Angebots-Nachfrage-Kurve erklären lässt: Wenn auf einem Markt das Angebot steigt, dann sinkt c.p. der Preis. In Formel (18) ist dies durch  $-(1 - \alpha_1) \frac{1}{N_1} < 0$  ausgedrückt.

Der gegenläufige Effekt ist wie bei den ungelerten Arbeitern die Externalität.

Interessant ist jedoch, dass die Ungelernten auch im Falle der Abwesenheit von externen Effekten von einer Steigerung des Anteils der besser Ausgebildeten profitieren. Diese profitieren selbst jedoch nur, wenn die Externalitäten ausreichend hoch sind, wenn also gilt:

$$\gamma > \frac{(1 - \alpha_1)}{[(\alpha_1 + \alpha_2)s(1-s)]}. \text{ Moretti (2002, S. 7) zeigt weiter, dass eine Steigerung des Anteils}$$

der besser Ausgebildeten auch dann zu einer Steigerung der Einkommen führt, wenn es keine externen Effekte gibt. Grund ist die imperfekte Substitution der Arbeitskräfte, die die sinkenden Löhne der Gelernten (wegen des gestiegenen Angebots) überkompensieren. Neben der Erklärung von positiven monetären Effekten für Menschen, die selbst nicht zu den besser Gebildeten gehören, liefert Moretti hiermit auch ein Modell, das Ausstattungsunterschiede in unterschiedlichen Volkswirtschaften erklären kann.

Ein weiterer (monetärer) Vorteil der Ausbildung liegt darin begründet, dass die Arbeitslosigkeit negativ mit dem Bildungsstand korreliert, d.h., dass Akademiker die niedrigste Arbeitslosenrate haben, gefolgt von Menschen mit beruflicher Ausbildung. Signifikant

schlechtere Beschäftigungswahrscheinlichkeiten haben Menschen ohne Ausbildung. Dies erklärt auch einen Teil der in Abbildung 11 dargestellten Bildungsrenditen<sup>30</sup> für den Tertiärbereich, da die unterschiedlichen Beschäftigungswahrscheinlichkeiten in die Rechnung mit aufgenommen wurden. In der Theorie erklärt man dies durch eine höhere Anpassungsfähigkeit der Akademiker an die Veränderungen des Arbeitsmarktes (Strukturwandel) und durch eine höhere Produktivität. Bei einer beruflichen Ausbildung wird hingegen von einer engeren Bindung an einen bestimmten Beruf ausgegangen (vgl. Holtzmann 1994, S. 19). Es muss bei dieser Annahme jedoch zu Einschränkungen kommen, da ein sehr hoher Spezialisierungsgrad gerade auch von Akademikern die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit massiv einschränken kann. Dohmen (1999, S. 81) weist zudem darauf hin, dass in Zeiten einer relativ schnellen Veralterung von Wissen Weiterbildungsmaßnahmen entscheidender für die Anpassungsfähigkeit an neue Herausforderungen des Arbeitsmarktes (etwa durch technologischen Fortschritt) sind. Allerdings korreliert ein hoher Bildungsabschluss positiv mit der Wahrscheinlichkeit, an Weiterbildungsaktivitäten teilzunehmen (vgl. BMBF 2006, S. 105). Damit kann ein hoher Bildungsstand hinsichtlich der technologischen Leistungsfähigkeit allein schon deshalb von Vorteil sein, als eine höhere Wahrscheinlichkeit der Weiterbildung und damit eine bessere Möglichkeit der Diffusion von Innovationen besteht (vgl. zum Bildungsstand Kapitel 4.1 dieses Berichtes).

Für Deutschland<sup>31</sup> hat das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit (IAB) festgestellt, dass Akademiker über den gesamten Beobachtungszeitraum von 1975 bis 2004 das mit Abstand geringste Risiko der Arbeitslosigkeit trugen (IAB 2005b, S. 1f.). Die in Abbildung 12 dargestellten Zahlen des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit sind dabei eindeutig: Je höher der (formale) Bildungsabschluss, desto geringer das Risiko der Arbeitslosigkeit.<sup>32</sup> Dies lässt

<sup>30</sup> Es ist in der Literatur nicht unumstritten, die geringere Arbeitslosigkeit unter die monetären Erträge der Bildung zu rechnen. Es gibt Autoren, die diese Erträge unter die nicht-monetären fassen, da die Flexibilität auf dem Arbeitsmarkt ein nicht-monetärer Ertrag sei (etwa Weißhuhn 1977, S. 124). Es ist dabei unbestritten, dass eine Beschäftigung zudem auch nicht-monetäre Erträge mit sich bringt (etwa Training-on-the-Job, persönliche Zufriedenheit, gesellschaftlicher Anerkennung etc.). Zweifelsohne generiert eine Beschäftigung aber Lohneinkommen und damit monetäre Erträge, die bei Arbeitslosigkeit zumindest nicht in der gleichen Größenordnung vorliegen.

<sup>31</sup> Dies ist keinesfalls ein deutsches Phänomen sondern gilt auch in anderen Staaten.

<sup>32</sup> Im Einzelnen: Im Jahr 1991 lag die Gesamtarbeitslosenquote in Deutschland bei 6,9%, bei Menschen mit abgeschlossener beruflicher Ausbildung, d.h. mit einer betrieblichen Ausbildung, einer Berufsfachschulausbildung oder mit Fort- und Weiterbildung an Fach-, Techniker- und Meisterschulen betrug die Arbeitslosenquote 5,6%. Akademiker waren lediglich zu 4,0% arbeitssuchend, Menschen ohne Ausbildung jedoch zu 14,5%. Bis zum Jahr 2004 ist die Gesamtarbeitslosenquote auf 11,2% gestiegen, die Akademikerarbeitslosenquote beträgt mit zwischenzeitlichen Schwankungen wieder 4,0% und damit deutlich geringer. Da die gesamte Arbeitslosigkeit im Betrachtungszeitraum gestiegen ist, haben die Akademiker ihre Position relativ betrachtet sogar weiter verbessern können. Menschen mit einer beruflichen Ausbildung waren im Jahr 2004 zu 9,9% und damit deutlich öfter als 1991 arbeitslos. Bei Menschen ohne Ausbildung hat sich die schon 1991 hohe Arbeitslosenquote noch einmal fast verdoppelt. Sie betrug 2004 24,6%, d.h.

sich allerdings nicht mit einem Rückgang der Akademikeranzahl begründen, da immer mehr Menschen über einen Hochschulabschluss verfügen, die jedoch offensichtlich relativ gut vom Arbeitsmarkt absorbiert werden konnten.

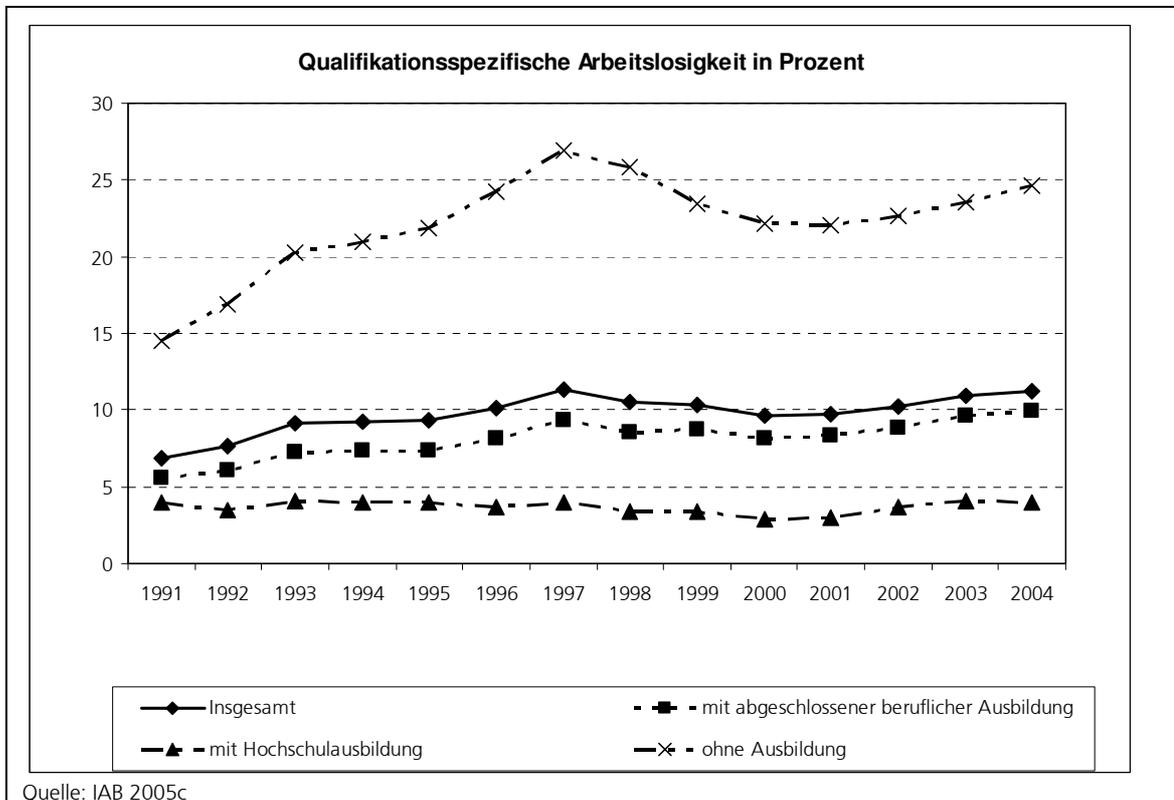


Abbildung 12: Qualifikationsspezifische Arbeitslosigkeit in Prozent

Es ist unbestritten, dass ein individueller Nutzen guter Bildung in einem geringeren Risiko der Arbeitslosigkeit liegt. Die Frage ist jedoch, ob diese besseren Arbeitsmarktchancen lediglich ein Verdrängen von weniger Qualifizierten ist oder ob die Arbeitsplätze andernfalls unbesetzt blieben (die These der Greencard-Debatte). So weist etwa das BMBF auf die besseren Beschäftigungschancen von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren hin (BMBF 2005, S. 73). Zur Beantwortung dieser Frage wird Reinberg/Hummel (2001, S. 7ff.) gefolgt. Sie sehen für die unterschiedliche Arbeitslosigkeit von Menschen mit höheren und niedrigeren Bildungsabschlüssen zwei Erklärungsvarianten. Die eher angebotsorientierte Position erklärt dies über einen Verdrängungswettbewerb von ‚oben‘ nach ‚unten‘. Auf Grund der massiven Arbeitslosigkeit drängen Qualifizierte auf Arbeitsplätze, für die sie

---

fast jeder Vierte ohne Ausbildung war auch ohne Beschäftigung. Dabei ist zu betonen, dass die Arbeitslosigkeit nur Ende der neunziger Jahre leicht gesunken ist. Lediglich bei den Akademikern kam es immer wieder zu einem Sinken der Quote; im Jahr 2000 lag sie, nach Rückgängen in den Jahren 1998 und 2000 sowie einer Stagnation im Jahre 1999, bei lediglich 2,9%.

eigentlich überqualifiziert sind. Teilt man diese Analyse, dann ist eine allgemeine Investition in Bildung unter dem Gesichtspunkt der Arbeitsmarktrelevanz »sinnlos«, da sich der Verdrängungswettbewerb dann lediglich auf die nächst höhere Ebene verschieben würde. Die zweite, eher nachfrageorientierte These stellt auf einen Strukturwandel ab. Durch die technologischen Weiterentwicklungen fallen immer weniger einfache Tätigkeiten an, dafür steigt der Bedarf an qualifizierten Arbeitnehmern. Teilt man diese Analyse, dann ist die Investition in Humankapital in jedem Fall sinnvoll, denn nur so können die geringer Qualifizierten langfristig der, dem Wegfall der Einfacharbeitsplätze geschuldeten, Arbeitslosigkeit entgehen. Diese leiten Reinberg/Hummel auch anhand der Daten her (vgl. Anhang).

### 4.3 Forschungsstandort Deutschland

Von besonderer Bedeutung für die Frage der technologischen Leistungsfähigkeit ist der Forschungsstandort. Daher sollen einige Indikatoren zur Frage des Forschungsstandortes dargestellt werden, um die Situation der BRD einordnen zu können.

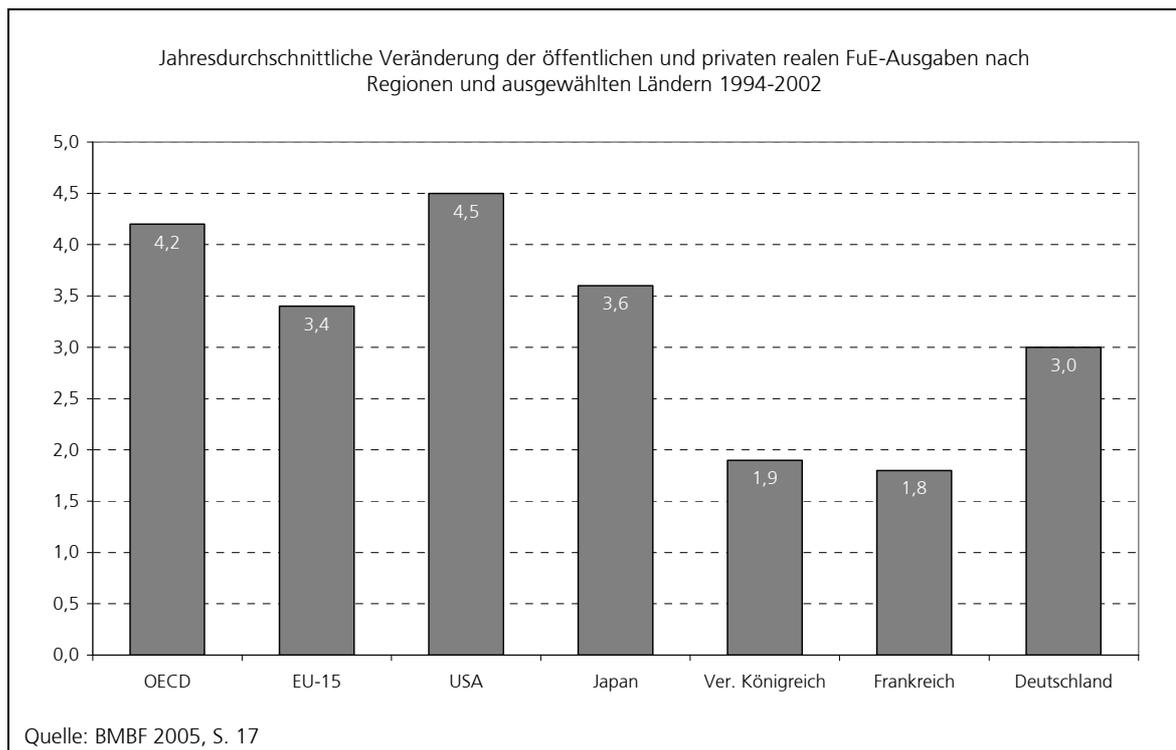


Abbildung 13: Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen 1994-2002

Eine Stärke der bundesdeutschen Forschungslandschaft ist die hohe Beteiligung der kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) am Innovationsprozess und die Tatsache, dass 60 Prozent der Unternehmen in Deutschland innovativ tätig sind und damit nach der Schweiz weltweit einen Spitzenplatz einnehmen (vgl. BMBF 2005, S. ff.). Misst man die

Ausgaben für Forschung und Entwicklung in Prozent des Bruttoinlandsprodukts, so steht Schweden mit 4,3 Prozent an der Spitze der OECD-Staaten, gefolgt von Finnland (3,5 Prozent), Japan (3,1 Prozent), Korea (2,9 Prozent), den USA und der Schweiz (je 2,6 Prozent). Die Bundesrepublik Deutschland und Dänemark folgen mit je 2,5 Prozent vor Frankreich und Belgien, die je 2,2 Prozent ihres Bruttoinlandsprodukts für Forschung und Entwicklung ausgeben (vgl. BMBF 2005, S. 15f.). Betrachtet man die Veränderungen der FuE-Ausgaben zwischen 1994 und 2002 (vgl. Abbildung 13), so steht die Bundesrepublik verglichen mit den anderen großen mitteleuropäischen Volkswirtschaften Großbritannien und Frankreich gut da, allerdings nicht verglichen mit den USA und Japan.

Betrachtet man die dem Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit zu Grunde liegenden Zahlen genauer, so stellt man fest, dass die Bundesrepublik bei den jahresdurchschnittlichen Wachstumszahlen der realen FuE-Ausgaben von 1994-2000 mit 3,6 Prozent noch vor den EU-15 (3,4 Prozent) liegt. In den Jahren von 2000-2002 erreichen die jährlichen Steigerungsraten der realen FuE-Ausgaben in Deutschland jedoch gerade einmal 1,2 Prozent. Lediglich die Steigerungsraten der USA haben sich noch stärker reduziert (1994-2000: 5,9 Prozent, 2000-2002: 0,3 Prozent), so dass Deutschland von den betrachteten Ländern und Regionen den vorletzten Platz bei diesen jährlichen Wachstumsraten belegt.

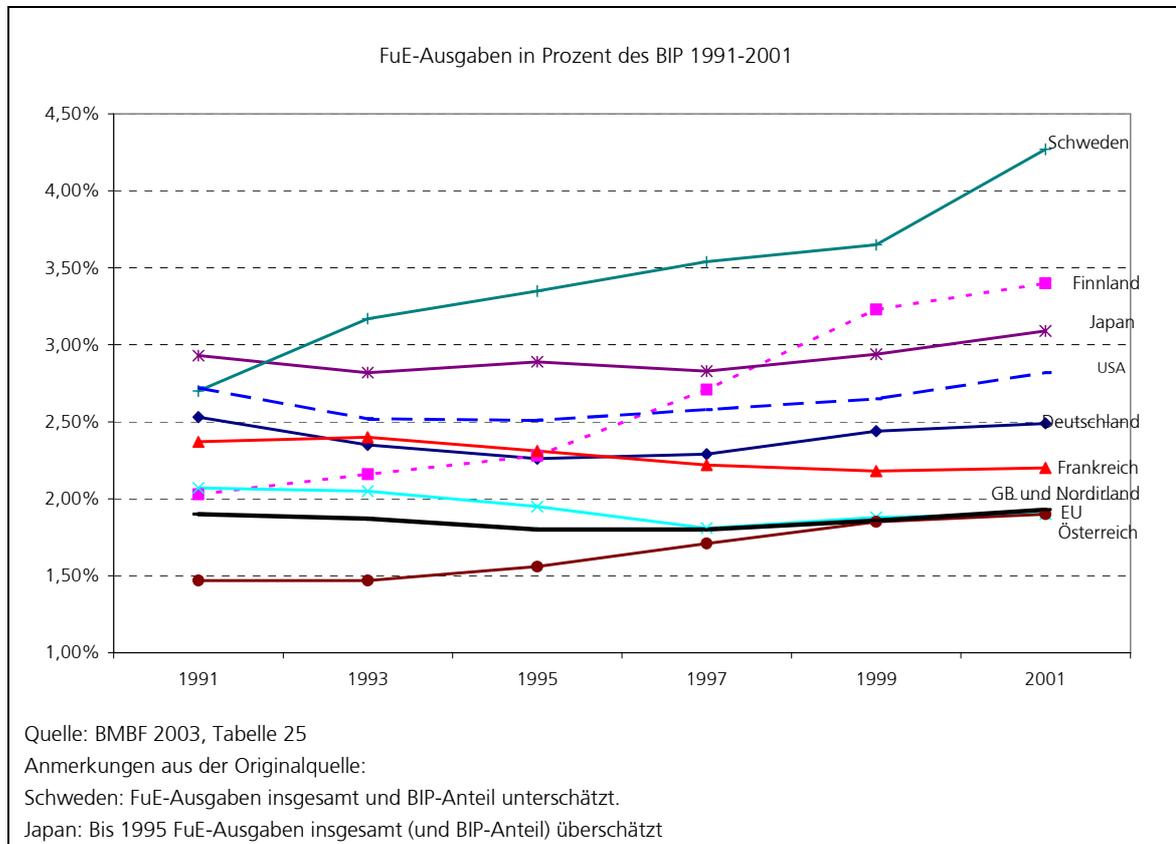


Abbildung 14: FuE-Ausgaben in Prozent des BIP, ausgewählte Länder, 1991-2002

In Abbildung 14 kann die internationale Entwicklung noch genauer betrachtet werden. Hierbei fällt die starke Zunahme der Ausgaben in Schweden und – mit Verspätung – Finnland auf. Die Entwicklung in Deutschland ist durch einen Ausgabenrückgang Anfang der 1990er Jahre und eine Ausgabensteigerung ab Mitte der 1990er Jahre gekennzeichnet. Im Jahr 2001 wurde der Stand von 1991 allerdings noch nicht ganz erreicht. Dennoch liegt die Bundesrepublik über dem Schnitt der gesamten Europäischen Union und auch über anderen großen europäischen Volkswirtschaften, wie Frankreich und Großbritannien (inklusive Nordirland).

Neben der Frage der Höhe ist auch die Frage der Trägerschaft der Finanzierung von nicht unerheblicher Relevanz. Betrachten wir die Bundesrepublik Deutschland: Hier wird ein Großteil der Forschungsausgaben von der privaten Industrie getragen. Im Jahr 2002 gab die Wirtschaft in Deutschland 36 Milliarden Euro für Forschung und Entwicklung aus, die öffentliche Hand (Bund und Länder) dagegen lediglich 16,3 Milliarden Euro (vgl. BMBF 2004c, S. 175).

Die FuE-Ausgaben an sich sind jedoch nur ein Indikator. Zur Messung eines Erfolgs der Forschung, die dann zu Innovationen führt, ist die Frage der Patentanmeldungen ein brauchbarer Indikator. Um ein Bild vom Stand der Bundesrepublik zu erhalten, werden im Folgenden einige Länder mit den Werten aus Deutschland verglichen.

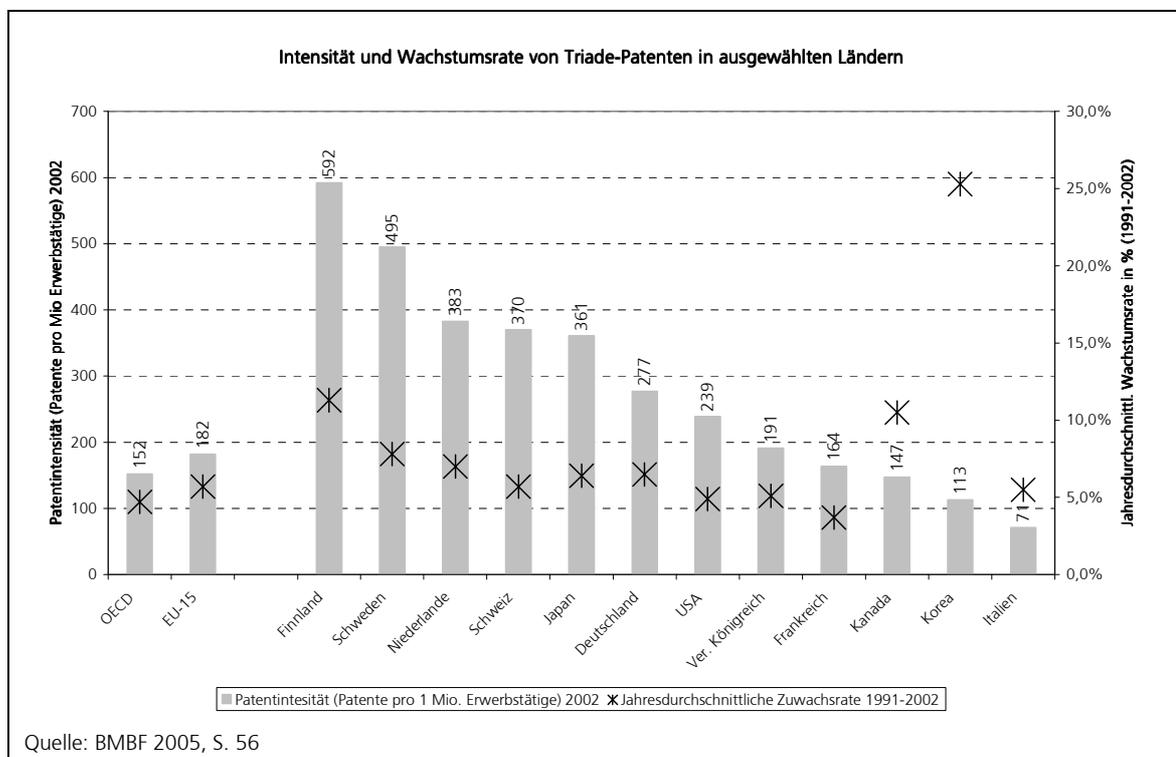


Abbildung 15: Patentintensität und Wachstumsrate von Triade-Patenten in ausgewählten Ländern

In Abbildung 15 ist die Patentintensität (gemessen in Patenten pro einer Million Erwerbstätige) des Jahres 2002 und die jahresdurchschnittlichen Wachstumsraten der Patentintensität von 1991-2002 dargestellt.<sup>33</sup> Dabei werden nur die Triade-Patente berücksichtigt, Patente also, die zugleich beim europäischen, beim amerikanischen und beim japanischen Patentamt angemeldet wurden. Damit ist anzunehmen, dass diese Patente eine Relevanz für den Weltmarkt besitzen.<sup>34</sup> Deutschland liegt bei der Patentintensität derzeit im Mittelfeld der betrachteten Länder, die relativ guten Zuwachsraten deuten darauf hin, dass die Bundesrepublik ihre Stellung in den vergangenen Jahren verbessert hat. Allerdings gab es auch hier – ähnlich wie bei den Forschungsausgaben – einen deutlichen Rückgang, wenn man lediglich die jährlichen Wachstumsraten von 2000-2002 betrachtet; dann liegt das Wachstum bei gerade einmal 0,3 Prozent (zum Vergleich: OECD: 2,4 Prozent, EU-15: -0,1 Prozent, USA: 3,0 Prozent, Japan: 5,8 Prozent).

Das Ergebnis der Forschungsbemühungen der Staaten lässt sich dann vor allem im Welthandelsanteil mit technisch hochwertigen Gütern feststellen. Im Jahr 2002 waren die USA die größten Exporteure von FuE-intensiven Gütern mit einem Welthandelsanteil von 17,7 Prozent, gefolgt von Deutschland mit 15,5 Prozent und Japan mit 12,5 Prozent Welthandelsanteil (vgl. BMBF 2005, S. 55).

#### 4.4 Produktivitätsentwicklung in Deutschland im internationalen Vergleich

In empirischen Untersuchungen und theoretischen Herleitungen wird davon ausgegangen, dass die Bildung von Humankapital einen positiven Einfluss auf die Produktivität hat. Daher sei im Folgenden die Produktivitätsentwicklung (gemessen in BIP pro Arbeitsstunde) dargestellt, um die Entwicklung der Bundesrepublik einordnen zu können.

---

<sup>33</sup> Die Europäische Kommission zählt Patente in Relation zu Einwohnern. Vergleiche hierzu: Commission of the European Communities 2004, S. 65.

<sup>34</sup> Im Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2005 heißt es dazu: „Patente geben als formalisierte Schutzrechte den Unternehmen ein zeitweiliges Verfügungs- bzw. Nutzungsmonopol über Wissen, das für die ökonomische Verwertung von Erfindungen relevant ist. Es ist jedoch schwierig, den ökonomischen Wert von Patenten zu ermitteln. Ein wichtiges Kriterium, die Spreu vom Weizen zu trennen, ist die Weltmarktrelevanz von Patenten. Patente werden vom Ansatz her als weltmarktrelevant definiert, die sowohl beim europäischen, amerikanischen und japanischen Patentamt angemeldet werden. Damit verschwindet einerseits der regionale Einfluss auf das Patentverhalten; zudem wird gleichzeitig eine gewisse „Qualitätskontrolle“ eingeführt: Triade-Patente repräsentieren Erfindungen mit besonders hoher technischer und wirtschaftlicher Bedeutung. Gleichzeitig spiegeln sie die internationale Ausrichtung der anmeldenden Unternehmen wider. Es ist somit in Rechnung zu stellen, dass neben der technologischen Leistungsfähigkeit und den FuE-Aktivitäten vor allem (weltmarkt-)strategische Aspekte der Geschäftspolitik eine Rolle spielen und dass deren Bedeutung zugenommen hat. Rein technisch betrachtet ist der aus Sicht des anmeldenden Landes „kleinste“ Patentmarkt jeweils limitierender Faktor“ (BMBF 2005, S. 20).

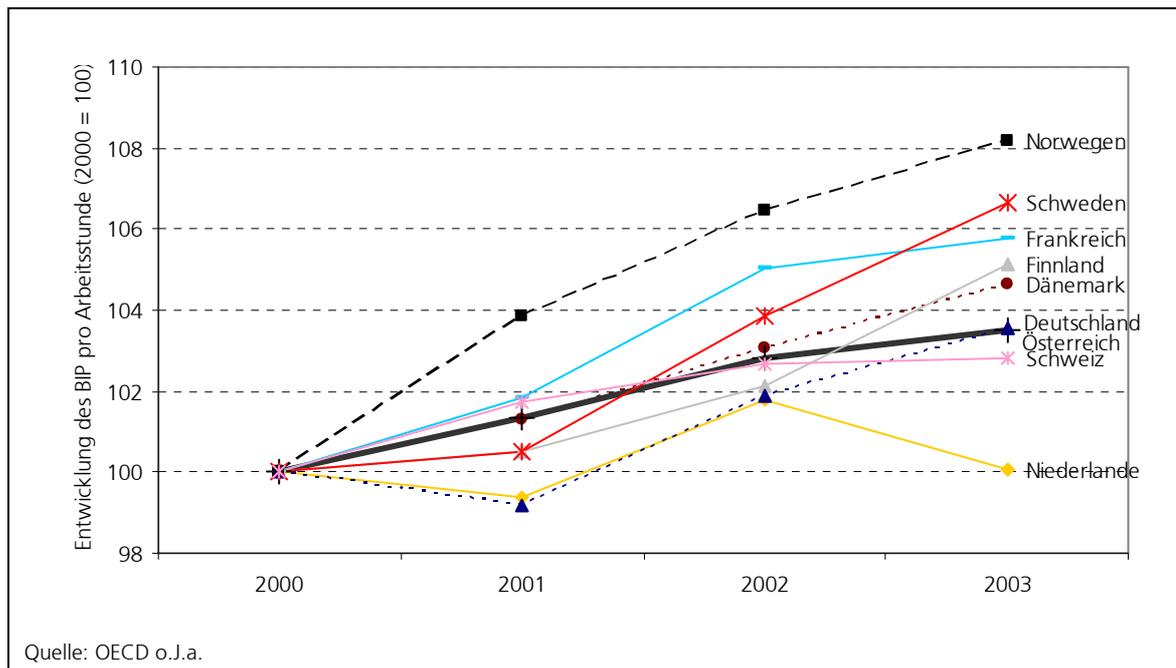


Abbildung 16: Bruttoinlandsprodukt je Arbeitsstunde – Europa, Index 2000 = 100

Schon die grafische Darstellung in Abbildung 16 und Abbildung 17 macht deutlich, dass Deutschland im Vergleich zu den Referenzländern eine schwache Entwicklung hatte. Allerdings ist zu beachten, dass die Staaten von unterschiedlichen Produktivitätsniveaus starteten und die Darstellung lediglich eine relativ kurze Entwicklung skizziert. Zur besseren Übersicht ist die Grafik zweigeteilt: Abbildung 16 zeigt die mitteleuropäischen Länder und Skandinavien, Abbildung 17 die restlichen Referenzländer (aus Europa: Vereinigtes Königreich), sowie erneut Deutschland. Dabei fällt auf, dass Deutschland innerhalb Europa im hinteren Mittelfeld liegt, verglichen mit den anderen Referenzländern jedoch am unteren Ende. Pro Arbeitsstunde ist die Produktivität, gemessen an der Erwirtschaftung des BIP in Deutschland, also verhältnismäßig langsam gestiegen. Lediglich die Niederlande und die Schweiz haben geringere relative Zuwachsraten zu verzeichnen, Österreich liegt in der Entwicklung etwa auf dem gleichen Niveau wie Deutschland.

Auffällig ist die Entwicklung der Arbeitsproduktivität von Korea ab dem Jahr 2001. Hierzu ist die massive Steigerung der Einschreiberaten in Korea zwischen 1990 und 1996 zehn Jahre zuvor anzumerken: Der Anteil der arbeitenden Bevölkerung mit mindestens einem Abschluss im Sekundarbereich (oder höher) ist in dieser Zeit von 27 auf 75 Prozent gestiegen und hat sich mithin fast verdreifacht (vgl. Young 1995, zitiert bei Temple 2001, S.71). Dies könnte ein Grund für die erhebliche Produktivitätssteigerungen in Korea sein.

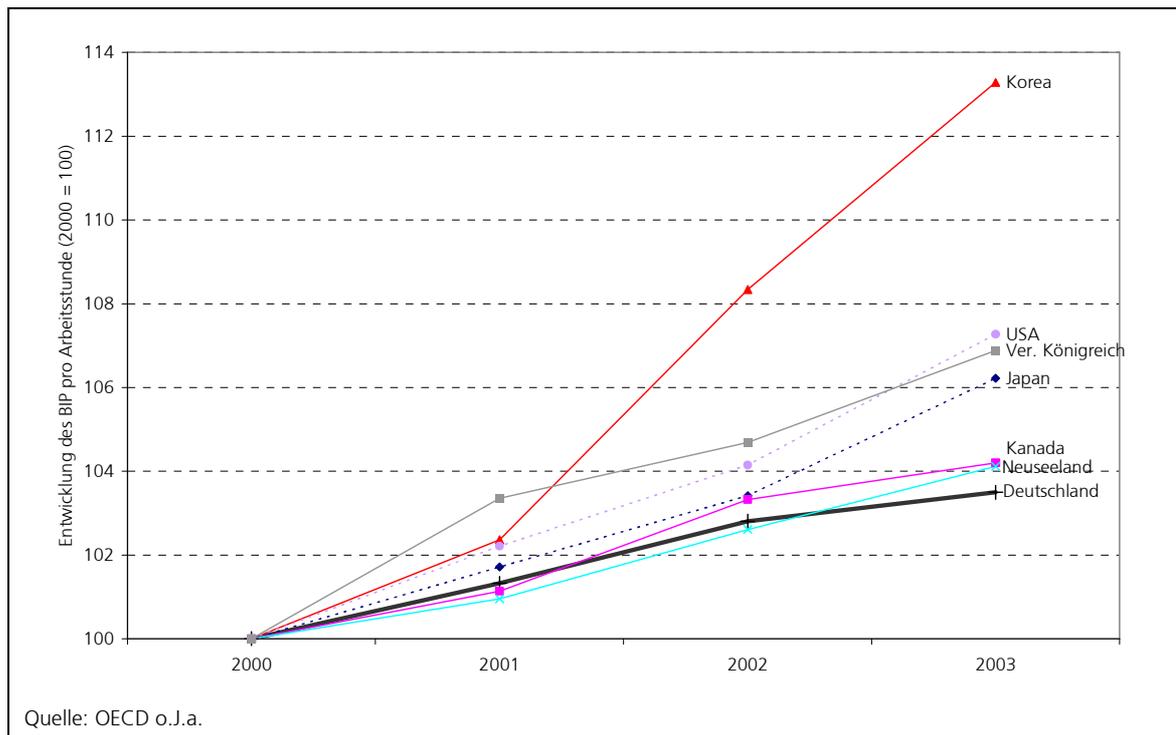


Abbildung 17: Bruttoinlandsprodukt je Arbeitsstunde – diverse Länder, Index 2000 = 100

#### 4.5 Die Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts je Einwohner im internationalen Vergleich

Betrachtet man das Wirtschaftswachstum in ausgewählten Ländern von 1995 und 2003, so stellt man unterschiedlich starke Wachstumsraten fest. In Abbildung 18 wird die Höhe des Bruttoinlandsproduktes in US-Dollar Kaufkraftparität pro Kopf für die Jahre 1995 und 2003 für ausgewählte Länder dargestellt.

Für Deutschland fällt dabei auf, dass es 1995 noch sechs der Referenzländer hinter sich lassen konnte. 2003 hatten von den Referenzländern hingegen nur noch Korea und Neuseeland ein geringeres Bruttoinlandsprodukt pro Kopf als die Bundesrepublik, wobei dies zumindest bei Korea nur an der niedrigen Ausgangsbasis 1995 liegt. Die Bundesrepublik hat demnach in den acht Jahren weniger zusätzlichen volkswirtschaftlichen Wohlstand über ein Wachstum des Bruttoinlandsproduktes erzielen können als andere Staaten, so dass diese nun einen größeren Pro-Kopf-Wohlstand aufweisen als Deutschland. Überholt wurde die Bundesrepublik im betrachteten Zeitraum von Finnland, Schweden, Großbritannien und Australien, Ländern also, die einerseits bei der PISA-Studie vergleichsweise gut abgeschnitten haben und andererseits in den vergangenen Jahren relativ viel Geld in Bildung investiert haben (vgl. grundsätzlich Dohmen 2005b, S. 9f.).

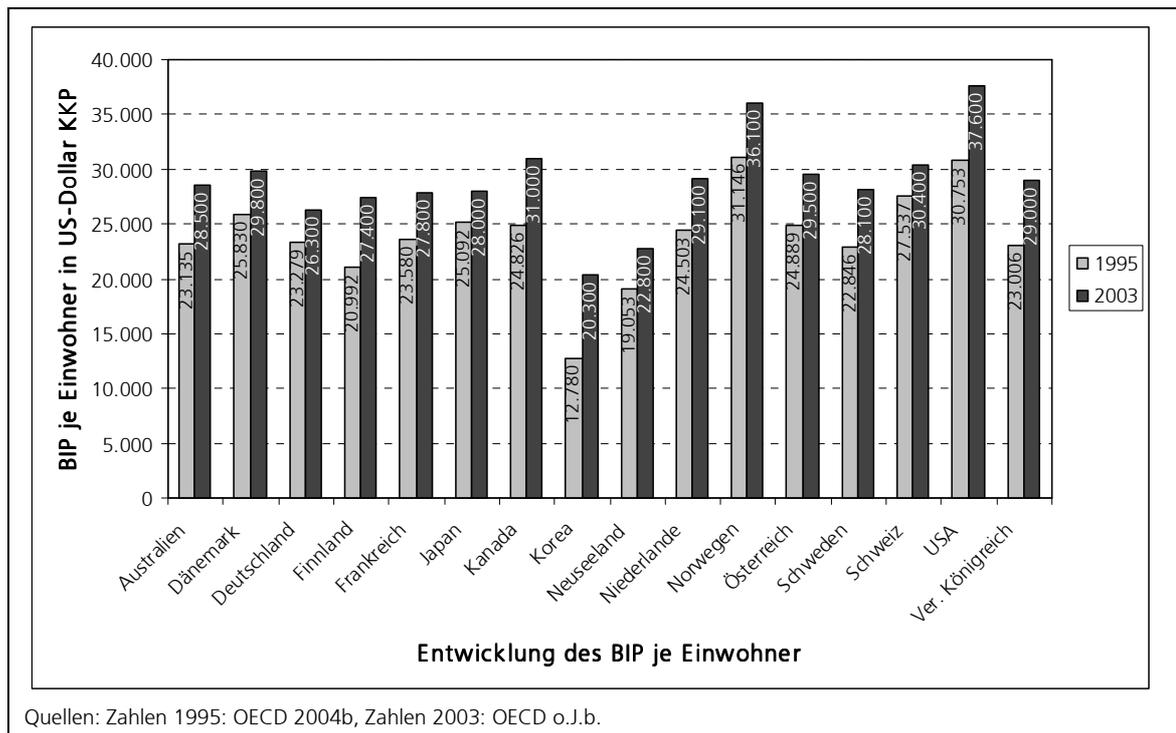


Abbildung 18: Entwicklung des BIP je Einwohner 1995-2003, absolute Zahlen

Um die unterschiedlichen Wachstumsraten des Pro-Kopf-BIP deutlicher zu sehen, können die Veränderungen dargestellt werden. Dabei soll nun nicht nur auf die Staaten geachtet werden, die beim Bruttoinlandsprodukt Deutschland „überholt“ haben, sondern die Entwicklung in den Referenzländern wird generell anschaulicher gemacht.

Die größten prozentualen Zuwächse in Abbildung 19 beim BIP haben von den betrachteten Staaten Korea mit 58,8 Prozent, gefolgt von Finnland mit 30,5 Prozent. Fünf weitere Länder können im Betrachtungszeitraum ihr Pro-Kopf-BIP in US-Dollar Kaufkraftparität um über 20 Prozent steigern: Das Vereinigte Königreich (26,1 Prozent), Kanada (24,9 Prozent), Australien (23,2 Prozent), Schweden (23,0 Prozent) und die Vereinigten Staaten um 22,3 Prozent. Die Bundesrepublik Deutschland kann im Betrachtungszeitraum lediglich ein Wachstum beim Pro-Kopf-BIP um 13,0 Prozent verzeichnen und liegt damit bei den betrachteten Ländern lediglich vor der Schweiz und Japan. Diese Platzierung ändert sich auch nicht, wenn man statt der prozentualen die absoluten Zahlen vergleicht und damit dem Argument begegnet, dass Deutschland es auf Grund seiner hohen Ausgangsbasis schwerer habe, prozentuales Wachstum aufzuweisen.

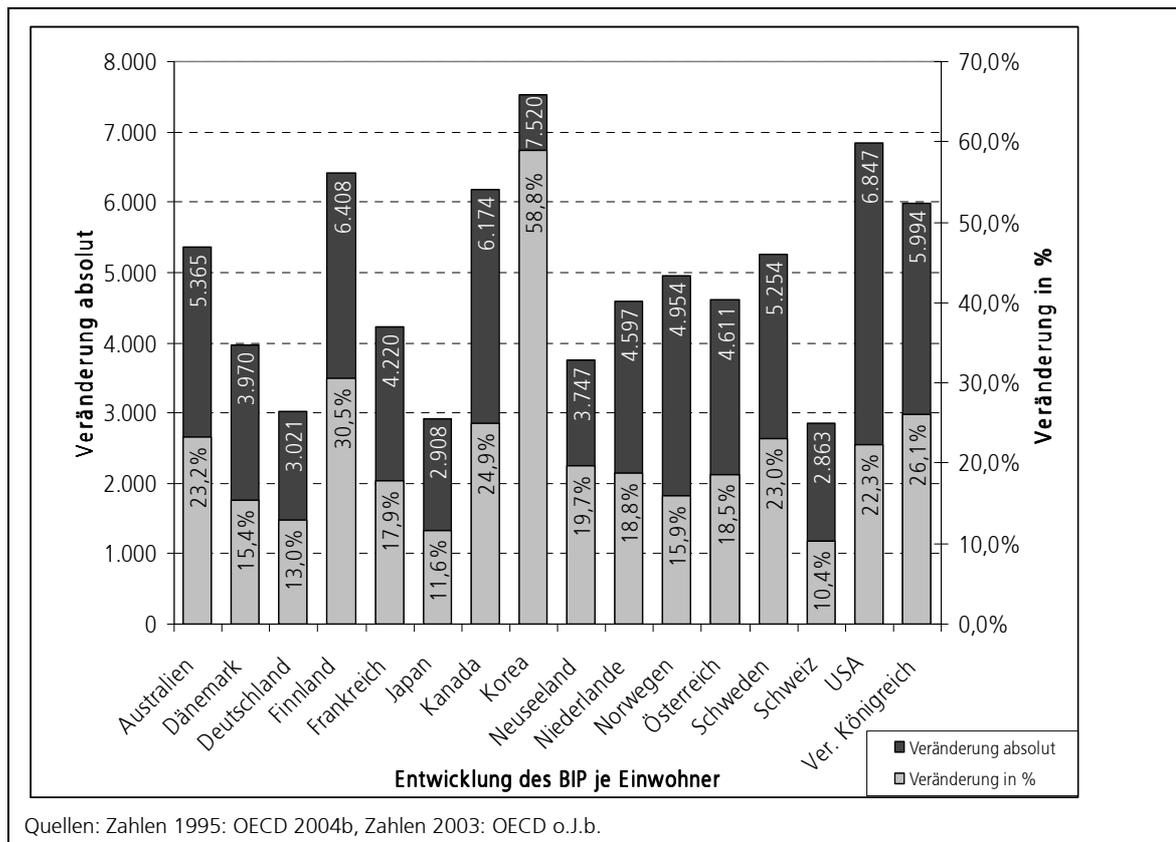


Abbildung 19: Entwicklung des BIP je Einwohner 1995-2003, Veränderungen absolut und in Prozent

## 5. Indikatoren zum Zusammenhang von Bildung und technologischer Leistungsfähigkeit

Die genannten Transmissionsmechanismen lassen sich grob in zwei Gruppen unterteilen: Erstens eine Gruppe von Indikatoren, die direkt auf die Produktivität wirkt. Dazu gehören Innovations- und Diffusionsfähigkeit. Die Indikatoren der zweiten Gruppe, die so genannten externen Effekte, haben einen eher indirekten Einfluss auf Produktivität und Wirtschaftswachstum, etwa durch die Sicherstellung eines begünstigenden Umfelds, z.B. durch soziale Kohäsion oder geringere Kriminalität. Die Wirkungsweisen dieser Indikatoren sollen nun empirisch untersucht werden, wozu ein Modell zu formulieren ist. Die bisherigen, theoretischen Überlegungen lassen sich zunächst wie in Abbildung 20 veranschaulichen.

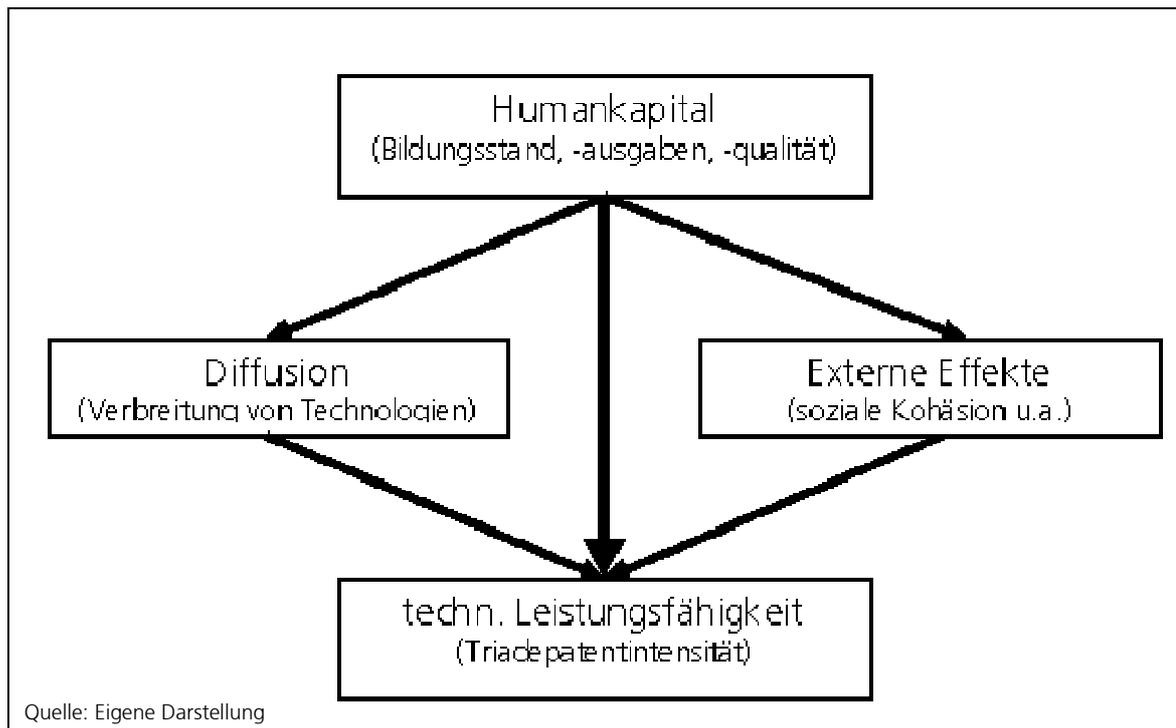


Abbildung 20: Stilisierte Darstellung der Wirkungsmechanismen

Formal ließe sich mithin schreiben:

$$(19) \quad TLF_{t+1} = \alpha_1 H_t + \alpha_2 DIF_t(H_t) + \alpha_3 EXT_t(H_t) + \varepsilon_t$$

Wobei TLF die technologische Leistungsfähigkeit, H den Humankapitalbestand, DIF die Diffusionsfähigkeit und EXT die relevanten externen Effekte darstellt, t den Zeitpunkt und  $\alpha$  ein Gewichtungsfaktor sowie  $\varepsilon$  ein unabhängiger Störterm ist. Formel 19 setzt allerdings voraus, dass die einzelnen Variablen voneinander unabhängig sind. Dies ist – wie zu zeigen sein wird – nur bedingt der Fall. Daher sollen im Folgenden zunächst die Indikatoren einzeln untersucht werden, wobei die Untersuchung auf die OECD-Länder eingegrenzt wird, um eine bessere Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Im Anschluss daran werden die Faktoren untersucht, für die ein indirekter Einfluss auf die technologische Leistungsfähigkeit vermutet wird. Da mittlerweile kaum noch bestritten wird, dass die technologische Leistungsfähigkeit in nicht unerheblichem Maße von der Höhe des BIP je Einwohner beeinflusst wird, wird dabei im Rahmen einer partiellen Korrelationsanalyse versucht, den jeweiligen Zusammenhang vom Einfluss des BIP zu bereinigen. Nur so können die originären und unverzerrten Auswirkungen der Humankapitalindikatoren auf die technologische Leistungsfähigkeit identifiziert werden. In Kapitel 5.5 schließlich soll durch eine Hauptkomponentenanalyse ein Modell mit voneinander unabhängigen Faktoren entwickelt werden, das dort auch formal dargestellt wird.

Bevor mit der Analyse der einzelnen Einflussmöglichkeiten von Humankapitalbildung auf die technologische Leistungsfähigkeit begonnen wird, ist ein grundsätzlicher Test vorwegzunehmen. Im vorliegenden Bericht soll die technologische Leistungsfähigkeit untersucht werden, die definitorisch mit der Produktivität einer Volkswirtschaft korreliert. Die entscheidende ökonomische Größe hierbei ist letztlich jedoch das Wirtschaftswachstum, wobei der Zusammenhang zwischen Produktivitätsfortschritt und Wirtschaftswachstum zum einen theoretisch hergeleitet werden kann (vgl. Kapitel 3.2.1), zum anderen empirisch über eine Regressionsrechnung aufzeigbar ist.

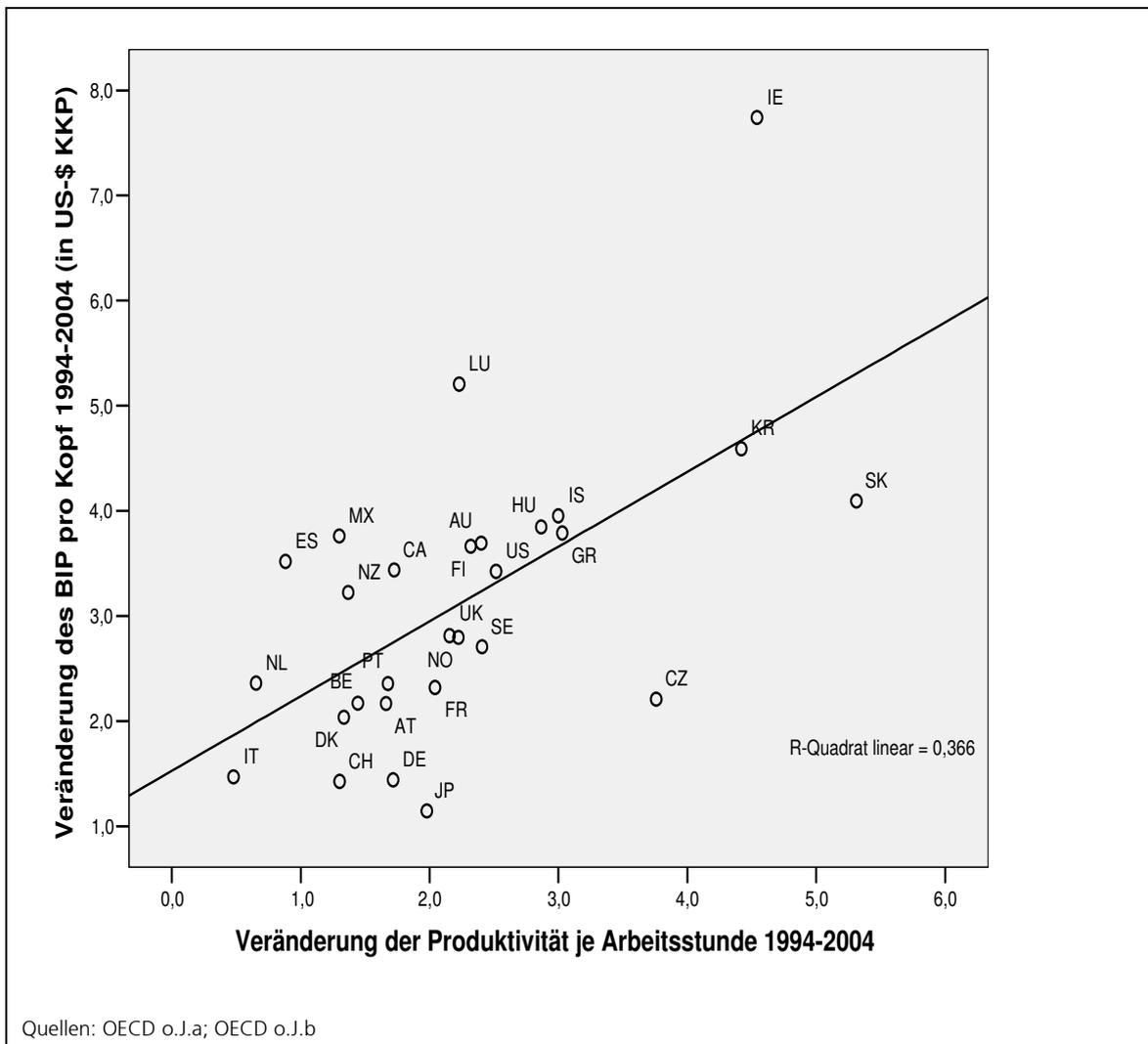


Abbildung 21: Zusammenhang Produktivitätsfortschritt und Wirtschaftswachstum

In Abbildung 21 sind 28 der 30 OECD-Staaten aufgenommen, für Polen und die Türkei liegen die entsprechenden Daten nicht vor. Die Abbildung setzt die durchschnittliche Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes von 1995 bis 2004 in Beziehung zur jahresdurchschnittlichen Produktivitätssteigerung, gemessen in Bruttoinlandsprodukt pro Ar-

beitsstunde des gleichen Zeitraumes. Die Trendlinie im Streudiagramm hat mit  $R^2 = 0,366$  ein ordentliches Bestimmtheitsmaß. Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass über ein Drittel der Varianz des Wachstums durch die unterschiedlichen Produktivitätsfortschrittsraten erklärbar ist. Auch der Wert des korrigierten  $R^2$ , welcher die spezifischen Eigenschaften der betrachteten Stichprobe – etwa deren Größe sowie die Messskalen der Variablen – berücksichtigt, ist mit 0,341 nur unwesentlich geringer. Zudem bestätigen sowohl der F-Test (mit einem Ergebnis von 14,98) als auch der für Stichproben dieser Größenordnung aussagekräftigere t-Test (Ergebnis 3,87) die Signifikanz des beschriebenen Zusammenhangs auf dem Signifikanzniveau  $\alpha = 0,01$ .

Der Zusammenhang zwischen Produktivitätsentwicklung und Wirtschaftswachstum kann demnach als hochsignifikant angesehen werden, wobei die positive Beziehung zwischen den beiden Größen letztlich kaum überraschen kann. Sie ist für den vorliegenden Bericht jedoch von elementarer Bedeutung, da ein Einfluss der Bildung von Humankapital auf die Produktivität vermutet wird.

Im Folgenden muss es nun darum gehen, die oben beschriebenen theoretischen Zusammenhänge zwischen Bildung und technologischer Leistungsfähigkeit statistisch zu überprüfen. Hierzu werden verschiedene Variablen verwendet, um sowohl Bildung als auch die Innovationsfähigkeit eines Landes darzustellen. Der Humankapitalbestand etwa wird durch eine Reihe verschiedener Proxies angenähert, die sich in folgende Kategorien unterteilen lassen:

- Abschlussquoten: Es wurde jeweils der Prozentsatz der Bevölkerung herangezogen, der mindestens einen Abschluss der Sekundarstufe II (ISCED 3 oder höher),<sup>35</sup> bzw. im Tertiärbereich (ISCED 5-6) erreicht hat. Soweit sinnvoll wurden die Abschlüsse des Tertiärbereichs weiter unterteilt in solche des Tertiärbereichs A (ISCED 5A), des Tertiärbereichs B (ISCED 5B) bzw. weiterführender Forschungsprogramme (ISCED 6).<sup>36</sup>
- Bildungsausgaben: Weiterhin wurden die Bildungsausgaben je Schüler im Sekundar- bzw. Studierenden im Tertiärbereich betrachtet.
- Teilnahme an Fortbildung: In der Literatur wird wiederholt auf die zunehmende Bedeutung der kontinuierlichen Weiterbildung für die technologische Leistungsfähigkeit hinge-

<sup>35</sup> Eine gesonderte Betrachtung nur der Abschlussquoten des Sekundarbereichs II scheiterte an der mangelnden Normalverteilung der Daten in der Grundgesamtheit. Auch durch Logarithmieren der Variablen war dieses Problem nicht vollständig zu lösen.

<sup>36</sup> Eine gesonderte Betrachtung der Abschlussquoten von Frauen lieferte keine auswertbaren Ergebnisse.

wiesen. Deshalb wird in der Analyse auch der Anteil der Bevölkerung berücksichtigt, der in einem Land an Fortbildungsmaßnahmen teilnimmt.<sup>37</sup>

– FuE-Ausgaben: Letztlich können auch die Forschungs- und Entwicklungsausgaben eines Landes den Investitionen in Bildung zugerechnet werden. Daher soll auch der Einfluss der FuE-Ausgaben je Einwohner auf die technologische Leistungsfähigkeit untersucht werden. In einem weiteren Schritt werden diese in solche aus öffentlichen Quellen und Investitionen seitens der Industrie unterteilt.

– Forscher: Als letztes Proxy für den Humankapitalbestand soll im vorliegenden Bericht die Zahl der Forscher je 1 Mio. Einwohner herangezogen werden. Die dahinter stehende Überlegung ist, dass ein höherer Anteil an Forschern langfristig positive Auswirkungen auf die Innovationsfähigkeit eines Landes haben sollte.

Es ist äußerst unwahrscheinlich, dass die gewählten Humankapitalproxies zeitlich unmittelbar Auswirkungen auf die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes haben. Vielmehr ist davon auszugehen, dass die Wirkung erst mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung erkennbar ist. Um diesem so genannten Time Lag zwischen Humankapitalbildung und deren möglicher Auswirkungen auf die technologische Leistungsfähigkeit zumindest ansatzweise Rechnung zu tragen, werden für den Humankapitalbestand i.d.R. die Werte des Jahres 1998 zugrunde gelegt, während für die abhängigen Variablen (also die Proxies für Innovations- und Diffusionsfähigkeit sowie die externen Effekte) die Werte des Jahres 2003 herangezogen werden.<sup>38</sup> Ein ergänzender Ansatz wäre die Betrachtung von Veränderungsgrößen.

---

<sup>37</sup> Verwendet wurde hier jeweils der aktuellste Wert der Jahre 1996 bis 2000, vgl. OECD 2002.

<sup>38</sup> Es ist bisher nicht möglich, die genaue Länge des Time Lag zu bestimmen. Ein Zeitraum von fünf Jahren erscheint jedoch zumindest nicht unplausibel. Durch die Wahl des Jahres 1998 als Ausgangsjahr werden zudem methodische Schwierigkeiten umgangen, die sich aus der 1997 erfolgten Umstellung der ISCED-Klassifizierung ergeben könnten. Ferner führt die Berücksichtigung des Time Lag teilweise zu erheblichen Verbesserungen der Ergebnisse. In weiteren Arbeiten wäre zu überprüfen, wie sich die Ergebnisse verändern, wenn von kürzeren oder längeren Time Lags ausgegangen wird.

## 5.1 Der Einfluss der Bildung auf die Innovationsfähigkeit

	Zahl der Triadepatente je 1 Mio. Einwohner	
	ohne BIP-Kontrolle	mit Kontrolle für BIP
Bildungsausgaben Sekundärbereich	0,620***	0.421**
Bildungsausgaben Tertiärbereich	0.572***	0.392*
Anteil der Bevölkerung mit Abschluss mindestens Sekundärbereich II	0.570***	0.400**
Anteil der 25-34 jährigen mit Abschluss mindestens Sekundärbereich II	0.537***	0.362*
Anteil der Bevölkerung mit Tertiärabschluss	0.540***	0.325*
Anteil der 25-34 jährigen mit Tertiärabschluss	0.374**	0,130
Anteil der Bevölkerung mit Abschluss im ISCED-6-Bereich (weiterf. Forschung)	0.736***	0.693***
Teilnahmequoten an Weiterbildung	0.635***	0.542**
FuE-Ausgaben gesamt (Absolutwerte je EW)	0.863***	0.838***
öffentlichen FuE-Ausgaben gesamt (Absolutwerte je EW)	0.679***	0.513***
private FuE-Ausgaben gesamt (Absolutwerte je EW)	0.840***	0.772***
Anzahl der Forscher je 1 Mio. Einwohner	0.659***	0.502***

Quelle: Eigene Berechnungen mit Daten der OECD  
 Anmerkungen zu den Signifikanzniveaus: \* signifikant für  $\alpha=0,1$ , \*\* signifikant für  $\alpha=0,05$ , \*\*\* signifikant für  $\alpha=0,01$

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen Bildungsindikatoren und Triadepatentintensität

Zunächst soll geprüft werden, ob der Bildungsstand der Bevölkerung direkte Auswirkungen auf die Innovationsfähigkeit eines Landes hat. Die bivariaten Korrelationsanalysen dienen hier lediglich die Überprüfung der Hypothesen eines Zusammenhangs, wobei die Problematik bivariater Tests zu beachten ist. Bei den Tests wird für das Bruttoinlandsprodukt kontrolliert.

### Bildungsstand der Bevölkerung und Innovation

Die in Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse der Berechnungen über 28 der 30 OECD-Staaten (für Luxemburg und die Slowakei lagen entsprechende Daten nicht vor) der bivariaten Korrelationsanalyse legen folgende Schlüsse nahe:

- Ein Zusammenhang zwischen dem Anteil der Bevölkerung mit einem Abschluss oberhalb des Sekundarbereichs I und der Patentintensität kann auf Grund der Ergebnisse der Korrelationsanalyse angenommen werden.
- Der Zusammenhang zwischen dem jüngeren Bevölkerungsanteil (25-34 Jahre) mit einem entsprechenden Bildungsabschluss und der Patentintensität ist geringer als der entsprechende Zusammenhang bei Betrachtung der Gesamtbevölkerung. Dies lässt sich erklären, wenn eine gewisse wissenschaftliche Erfahrung vor der Entwicklung der patentreifen Produkte bzw. der Anmeldung der Patente unterstellt wird.
- Der Bevölkerungsanteil mit einem Abschluss im Tertiärbereich korreliert ähnlich stark mit der Triadepatentintensität wie der Anteil der Bevölkerung mit einem Abschluss mindestens auf Sekundarstufe-II-Niveau.
- Einen besonders großen Anteil an dem recht starken positiven Zusammenhang zwischen der Abschlussquote im Tertiärbereich und der Patentintensität hat offenbar die Abschlussquote der weiterführenden Forschungsprogramme (ISCED 6).
- Bei Betrachtung des Zusammenhangs zwischen der Teilnahmequote an Weiterbildungsangeboten und der Patentintensität ergibt sich ein deutlicher und signifikanter Zusammenhang.

Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass der Bildungsstand einer Bevölkerung einen positiven Einfluss auf die Innovationskraft einer Volkswirtschaft hat. Dies gilt auch, wenn auch in etwas schwächeren Ausmaß, wenn der Einfluss des BIP berücksichtigt wird. Die Ergebnisse können demnach wie folgt interpretiert werden: Haben zwei Staaten das gleiche Bruttoinlandsprodukt je Einwohner, so hat der Staat mit einem höheren Bevölkerungsanteil mit höheren Bildungsabschlüssen bzw. einer höheren Teilnahmequote an Weiterbildungsmaßnahmen *ceteris paribus* eine höhere Patentintensität. Hierbei kommt sowohl den Doktoranden als auch der Fortbildung eine stärkere Bedeutung zu. Auch wenn der Einfluss der Tertiärabsolventenquote schwächer ist, stellt dieser eine notwendige Voraussetzung für eine Promotion dar. Auch die Teilnahme an Fortbildungen korreliert in Deutschland stark mit einem Tertiärabschluss. Damit gibt es erhebliche Hinweise für einen positiven Einfluss des Bildungsniveaus auf die technologische Leistungsfähigkeit; dies gilt insbesondere für Promotionen und Fortbildung. Der Einfluss der tertiären Bildung auf die technologische Leistungsfähigkeit ist damit offenbar besonders groß.

Anzumerken ist, dass der in den Berechnungen unterstellte Time Lag (die unabhängigen Variablen stammen aus dem Jahr 1998, die abhängige aus 2003) seine Berechtigung zu

haben scheint. Werden auch für die unabhängigen Variablen die Werte des Jahres 2003 eingesetzt, so wird der Zusammenhang der bivariaten Analysen schwächer.

### **Bildungsausgaben und Innovation**

Der Einfluss der Bildungsausgaben auf die Patentintensität konnte mit 24 der 30 OECD-Staaten überprüft werden<sup>39</sup> und ist deutlich und signifikant. Kontrolliert man bei der Analyse für das BIP, so sinkt der Zusammenhang zwar in der Stärke, bleibt jedoch signifikant. Damit hat nicht nur das BIP je Einwohner einen Einfluss auf die Innovation, sondern auch die Frage, wie stark das BIP für Bildungsausgaben genutzt wird.

### **FuE-Ausgaben und Innovation**

Neben den originären Bildungsausgaben sind die Ausgaben für Forschung und Entwicklung für die vorliegende Betrachtung interessant. Wird der Einfluss der FuE-Ausgaben auf die Patentintensität empirisch untersucht, so ergibt sich erwartungsgemäß ein sehr starker Zusammenhang, der zudem hochsignifikant ist (vgl. Tabelle 2). Werden die FuE-Ausgaben danach differenziert, ob sie öffentlich oder privat finanziert werden, dann zeigt sich für beide ein positiver Zusammenhang mit der Patentintensität, allerdings ist dieser Zusammenhang bei den privaten Ausgaben deutlich stärker ausgeprägt als bei den öffentlichen.

### **Zwischenfazit: Der Einfluss von Humankapital auf die Innovationsfähigkeit**

Die Analysen zeigen, dass sowohl höhere Qualifikationsniveaus, insbesondere in Promotionsprogrammen und Fortbildung, als auch höhere Bildungs- und FuE-Ausgaben als Proxies für den Humankapitalbestand Einfluss auf die Anzahl der Triadepatente je 1 Mio. Einwohner und damit die Innovationsfähigkeit einer Volkswirtschaft haben. Dies ändert sich auch dann nicht grundsätzlich, sondern schwächt sich meist nur leicht ab, wenn der Einfluss des BIP kontrolliert wird. Die Ergebnisse zeigen somit, dass die Bildung bzw. das Bildungsniveau der Bevölkerung einen erheblichen Einfluss auf die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes hat. Insgesamt kann der Zusammenhang zwischen Humankapitalbestand und technologischer Leistungsfähigkeit daher empirisch bestätigt werden.

Betrachtet man vor diesem Hintergrund das stagnierende und mitunter gar rückläufige Qualifikationsniveau der nachwachsenden Generationen (siehe hierzu Dohmen 2005b) sowie die vergleichsweise geringe Beteiligung an Weiterbildungsmaßnahmen, dann dürfte dies zumindest teilweise die doch recht enttäuschende wirtschaftliche Entwicklung der vergangenen Jahre erklären. Gleichzeitig erklärt dies auch, warum viele andere Länder, die

---

39 Keine Daten lagen für Kanada, Island, Luxemburg, Neuseeland, die Slowakei und die Türkei vor.

in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten wesentlich dynamischer in der Erhöhung des Qualifikationsniveaus der nachwachsenden Generationen waren, höhere Wachstumsraten erzielen konnten.

Auf der anderen Seite ist die Absicht der Bundesregierung, die FuE-Ausgaben auf drei Prozent des BIP anzuheben, zu begrüßen.

## 5.2 Indikatoren für die Diffusion

Wie in Kapitel 3.2 ausgeführt, kann sich der Humankapitalbestand nicht nur direkt auf die Innovationsfähigkeit und damit die technologische Leistungsfähigkeit auswirken, sondern auch indirekt über die in den Kapiteln 3.2.2 und 3.2.3 dargestellten Transmissionsmechanismen. In Abbildung 3 sind Überlegungen zum Transmissionsmechanismus Diffusionsfähigkeit dargestellt worden. Für die Diffusion spielt das Humankapital in zweierlei Hinsicht eine wichtige Rolle: Einerseits kann ein hoher Bildungsstand und fundiertes (technisches) Wissen dazu beitragen, dass Innovationen schneller in Produktionsprozesse integriert werden können und somit deren Diffusion beschleunigt wird. Andererseits ist Bildung auch in Form von Nachfragerkompetenz bedeutsam. Denn welchen Nutzen stiften neue, innovative Produkte, wenn die potenziellen Abnehmer bzw. Anwender nicht in der Lage sind, diese anzuwenden? Im Folgenden soll daher der Einfluss des Bildungsniveaus auf die Diffusionsfähigkeit empirisch überprüft werden, wobei die Diffusionsfähigkeit in der vorliegenden Arbeit über folgende Indikatoren angenähert wird:

- Zahl der Internetnutzer je 1.000 Einwohner: Dieser Indikator hat vor allem den Vorteil, dass im Jahre 1990 alle Länder mit einer mehr oder weniger gleichen Ausgangsbasis gestartet sind, nämlich einer geringen Nutzerzahl des Internets. Dieses Bild hat sich seither grundlegend geändert und bereits 1998 wiesen die meisten OECD-Länder bedeutend höhere Internetnutzer-Quoten auf, jedoch auf sehr unterschiedlichem Niveau.
- Zahl der Breitbandnutzer je 1.000 Einwohner: Ein weiterer, in der Literatur häufig verwendeter Indikator für die Diffusionsfähigkeit ist die Verbreitung des Breitbands. Daher soll auch diese in die Betrachtung einbezogen werden.
- Zahl der Telefonanschlüsse: Als letztes Proxy für die Diffusionsfähigkeit wird die Zahl der Festnetz-Telefonanschlüsse je 1.000 Einwohner betrachtet.

### 5.2.1 Bildung und Diffusion sowie technologische Leistungsfähigkeit

Um den in Kapitel 3.2.2 beschriebenen Transmissionsmechanismus empirisch zu überprüfen, sind zwei Schritte notwendig: Zum einen muss der Einfluss von Bildung auf die Pro-

xies für Diffusion, zum anderen der Einfluss der Diffusion auf das Proxy für technologische Leistungsfähigkeit geprüft werden. Um sinnvoll interpretierbare Ergebnisse zu erhalten, wird auch hier der Zusammenhang vom Einfluss des BIP bereinigt. Die gewählten Proxies für die Diffusionsfähigkeit lassen sich in „alte“ und „neue“ Technologien einteilen: Das Telefon gibt es schon recht lange und ist somit eine eher „alte“ Technologie, während Internet und Breitband vergleichsweise „neue“ Technologien sind. Letztere konnten sich also nicht innerhalb einer so langen Zeitspanne verbreiten wie das Telefon. Unterstellt man, dass es einen Zusammenhang zwischen Bildung und den Verbreitungsraten von „neuen“ Technologien gibt, dann wäre zu erwarten, dass sich diese in Ländern mit einem höheren Bildungsniveau schneller verbreiten. Die Ergebnisse der bivariaten Korrelationsanalyse sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

### **Festnetz-Anschlüsse**

Bei Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Bildung und Festnetzanschlüssen ergibt sich ein hoher und signifikanter Korrelationskoeffizient bei den Indikatoren Bildungsausgaben im Sekundarbereich und öffentliche FuE-Ausgaben. Die privaten FuE-Ausgaben liefern hingegen keinen signifikanten Zusammenhang.

Etwas geringere Signifikanzen bei guten Korrelationswerten ergeben sich für den Anteil der Personen mit mindestens einem Abschluss im Sekundarbereich II, die Teilnahmequote an Weiterbildungsmaßnahmen und den Anteil der Bevölkerung mit einem Abschluss im ISCED-6-Bereich.

Betrachtet man den Anteil der jüngeren Bevölkerung mit mindestens einem Sekundarstufe II-Abschluss gesondert, dann ist der Zusammenhang etwas schwächer. Dies lässt darauf schließen, dass die Diffusion vergleichsweise „alter“ Technologien nicht vom Bildungsniveau der jüngeren Bevölkerung, sondern eher von dem der Gesamtbevölkerung abhängig ist, was durchaus plausibel erscheint. Hinzuweisen ist auch darauf, dass alle Indikatoren zur Tertiärbildung für die Verbreitung des Festnetzes insignifikant zu sein scheinen.

c	Zahl der Festnetzanschlüsse je 1000 Einwohner		Internetnutzer je 1000 Einwohner		Breitbandnutzer je 1000 Einwohner	
	ohne BIP-Kontrolle	mit Kontrolle für BIP	ohne BIP-Kontrolle	mit Kontrolle für BIP	ohne BIP-Kontrolle	mit Kontrolle für BIP
Bildungsausgaben Sekundärbereich	0,819***	0,491**	0,57***	0,028	0,407**	0,307
Bildungsausgaben Tertiärbereich	0,725***	0,344	0,603***	0,43**	0,403*	0,282
Anteil der Bevölkerung mit Abschluss mindestens Sekundärbereich II	0,646***	0,367*	0,612***	0,184	0,421**	0,255
Anteil der 25-34 jährigen mit Abschluss mindestens Sekundärbereich II	0,625***	0,346*	0,594***	0,054	0,493***	0,356*
Anteil der Bevölkerung mit Tertiärabschluss	0,644***	0,219	0,673***	0,348*	0,568***	0,44**
Anteil der 25-34 jährigen mit Tertiärabschluss	0,525***	0,116	0,508**	0,153	0,588***	0,479**
Anteil der Bevölkerung mit Abschluss im ISCED-6-Bereich (weiterf. Forschung)	0,514**	0,39*	0,345	0,324	0,150	0,089
Teilnahmequoten an Weiterbildung	0,667***	0,429*	0,789***	0,66***	0,485**	0,294
FuE-Ausgaben gesamt (Absolutwerte je EW)	0,76***	0,307	0,731***	0,42**	0,617***	0,489***
öffentliche FuE-Ausgaben gesamt (Absolutwerte je EW)	0,805***	0,414**	0,778***	0,645***	0,527***	0,333*
private FuE-Ausgaben gesamt (Absolutwerte je EW)	0,507***	-0,024	0,612***	0,339*	0,588***	0,463**
Anzahl der Forscher je 1 Mio. Einwohner	0,688***	0,251	0,757***	0,465**	0,557***	0,423**

Quelle: Eigene Berechnungen mit Daten der OECD und Transparency International  
Anmerkungen zu den Signifikanzniveaus: \* signifikant für  $\alpha=0,1$ , \*\* signifikant für  $\alpha=0,05$ , \*\*\* signifikant für  $\alpha=0,01$

Tabelle 3: Zusammenhang zwischen Bildungs- und Diffusionsindikatoren

Zur vollständigen Erfassung des Transmissionsmechanismus' wurde auch der Zusammenhang zwischen den Festnetzanschlüssen und den Triadepatenten je Einwohner überprüft. Bei Kontrolle für das BIP je Einwohner ergibt sich ein Korrelationskoeffizient von 0,394 bei einem guten Signifikanzniveau von 0,034. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass die Anzahl der Festnetzanschlüsse auch mit anderen Faktoren – etwa der Haushaltsgröße – zusammenhängen dürfte.

### Internetnutzer

Beim Anteil der Internetnutzer ist der Einfluss der Bildungsindikatoren bei Kontrolle des BIP offenbar höher als bei den Telefonanschlüssen, wie Tabelle 3 zu entnehmen ist. Dies gilt insbesondere für öffentliche FuE-Ausgaben sowie für Indikatoren aus dem Weiterbildungs- und Tertiärbereich. Anders als bei den Festnetzanschlüssen sind nunmehr auch die privaten FuE-Ausgaben positiv mit der Internetnutzung korreliert, allerdings mit schwächeren Werten als bei den öffentlichen FuE-Ausgaben. Eine gesonderte Betrachtung der jüngeren Alterskohorte führt wiederum zu keiner relevanten Veränderung der Ergebnisse.

Wird der Einfluss der Internetnutzung auf die Patentintensität betrachtet, so ergibt sich nur ein schwacher Wert von 0,125, der zudem nicht signifikant ist (Signifikanzniveau = 0,517). Damit ist die Internetnutzung als Transmissionsmechanismus für die technologische Leistungsfähigkeit nicht vorhanden oder mit der gewählten Methode nicht operationalisierbar.. Dies ändert sich auch dann nicht, wenn statt der Triadepatente die Patentanmeldungen beim Europäischen Patentamt als Proxy für die Technologische Leistungsfähigkeit verwendet werden<sup>40</sup>, hier beträgt der Korrelationskoeffizient gar nur 0,054.

### **Breitbandnutzung**

Als dritter Indikator für die Diffusionsfähigkeit soll die Breitbandnutzung betrachtet werden. Die in Tabelle 3 ausgewiesenen Werte unterscheiden sich in mehrfacher Hinsicht von den entsprechenden Werten für die Verbreitung von Festnetzanschlüssen bzw. der Nutzung des Internets. Zum einen ist der Einfluss der Bildungsausgaben und der Bildungsbeteiligung im Tertiärbereich deutlich ausgeprägter als der Einfluss der Sekundärbildung. Zum anderen weist die gesonderte Betrachtung des Bildungsniveaus der jüngeren Bevölkerung hier bessere Werte aus als die Betrachtung der gesamten Bevölkerung. Drittens zeigt sich eine deutlich stärkere Korrelation zwischen privaten FuE-Ausgaben und Breitbandnutzung als zwischen öffentlichen FuE-Ausgaben und Breitbandnutzung.

Ähnlich wie bei der Internetnutzung ergibt sich allerdings auch bei der Breitbandnutzung das Problem, dass sich der Transmissionsmechanismus unter Berücksichtigung des Einflusses des BIP je Einwohner nicht vollständig empirisch nachvollziehen lässt. Der Zusammenhang zwischen Breitbandnutzung und Patentintensität jedenfalls ist nicht signifikant (Signifikanzniveau von 0,825) und zudem extrem schwach ausgeprägt (Korrelationskoeffizient nach Pearson = 0,043). Auch hier ergibt sich somit der Eindruck, dass Diffusion via Breitbandtechnologie keinen Transmissionsmechanismus für die Innovationsfähigkeit darstellt bzw. die gewählten Proxies und Methoden diesen Zusammenhang nicht aufzudecken in der Lage sind. Auch hier fällt der Zusammenhang bei Betrachtung der EPA-Patente noch schwächer aus.

---

<sup>40</sup> Interessant wäre in diesem Zusammenhang auch, die nationalen Patente der einzelnen Länder als Proxy für die Technologische Leistungsfähigkeit heranzuziehen. Diese sind jedoch für internationale Vergleiche extrem schlecht operationalisierbar, nicht zuletzt deshalb, weil Patente aus kleineren Ländern wie etwa der Schweiz ob des kleinen Heimatmarktes tendenziell eher in einem größeren Nachbarland angemeldet werden, woraus sich erhebliche Verzerrungen ergeben könnten.

### **Zusammenfassung: Bildung und Diffusion**

Betrachtet man die vorstehenden Ausführungen, so lässt sich der Zusammenhang zwischen der Diffusionsfähigkeit und der technologischen Leistungsfähigkeit zwar vermuten – und die Werte für die Telefonanschlüsse zeigen hier auch einen positiven Zusammenhang – allerdings ist der empirische Nachweis mit zahlreichen Fragezeichen zu versehen. So zeigen insbesondere die Internet- und die Breitbandnutzung keinen Zusammenhang zur Innovationsfähigkeit eines Landes, gemessen an der Patentintensität. Allerdings stellt sich die Frage, inwieweit auf Grund der theoretischen Überlegungen die Diffusionsfähigkeit an sich einen Bestandteil der technologischen Leistungsfähigkeit bildet. Es kann zumindest konstatiert werden, dass die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes auch und gerade von der Verbreitung der Technologie abhängt, und zwar unabhängig davon, ob ein direkt messbarer (Patent-)Erfolg daraus resultiert.

Bedeutsam erscheint jedoch, dass insbesondere die Diffusion neuer Technologien sehr stark mit tertiärer Bildung sowie mit privaten und öffentlichen FuE-Ausgaben korreliert,<sup>41</sup> während bei den „alten“ Technologien mittlere Bildungsabschlüsse einen stärkeren Einfluss ausüben. Die häufig beklagte Diffusionsschwäche Deutschlands dürfte daher in einem erheblichen Umfang durch am internationalen Maßstab gemessen vergleichsweise unterproportionales Bildungsniveau zu erklären sein.

### **5.3 Indikatoren für externe Effekte**

Die so genannten externen Effekte sind solche, die in verschiedener Weise zur Verbesserung des wirtschaftlichen und sozialen Umfelds und somit zur Schaffung günstigerer Rahmenbedingungen für die technologische Leistungsfähigkeit beitragen. Im vorliegenden Bericht wurden stellvertretend für diese weichen Faktoren drei Proxies verwendet:

– Lebenserwartung in gesundem Zustand: Als erstes Proxy wird hier die Lebenserwartung in gesundem Zustand (Healthy Life Expectancy) betrachtet. Die dahinter stehende Überlegung ist, dass eine längere Lebenszeit in gesundem Zustand positive Auswirkungen auf die technologische Leistungsfähigkeit hat, da länger Erfahrung und Wissen gesammelt und in einer längeren Lebensarbeitszeit eingesetzt werden kann. Damit ist die Lebensarbeitszeit in gesundem Zustand für den vorliegenden Bericht von größerer Relevanz als die absolute Lebenserwartung.

---

<sup>41</sup> Auf Grund dieser und weiter unten angeführter Ergebnisse scheint den Autoren eine gezielte Untersuchung der unterschiedlichen Bedeutungsgebiete öffentlicher und privater FuE-Ausgaben sinnvoll zu sein.

- Corruptions Perception Index (CPI): Dieser von der Organisation Transparency International (2005) erhobene Index misst die subjektiv wahrgenommene Korruptionsgefahr und kann – wenn auch nur mit einer gewissen Vorsicht – als Proxy für die soziale Sicherheit eines Landes herangezogen werden. Auch diese stellt eine wichtige Voraussetzung für die Technologische Leistungsfähigkeit dar, da Korruption o.ä. möglicherweise den Innovationsprozess hemmen kann. Aus diesem Grund soll auch der Corruptions Perception Index in die Analyse einbezogen werden. Zur Erfassung des Indexes wurden Umfragen, die die Wahrnehmungen von Geschäftsleuten und Länderanalysten wiedergeben, für 159 Länder ausgewertet.<sup>42</sup>
- Erwerbsquote der Frauen: Zuletzt soll die soziale Gleichstellung und Ausgewogenheit durch die Erwerbsquote der Frauen angenähert werden. Vor dem Hintergrund aktueller Diskussionen erscheint dieser Indikator besonders interessant.

### 5.3.1 Bildung, externe Effekte und Patentintensität

Es wurde zunächst der Frage nachgegangen, wie die Bildungsindikatoren mit der gesunden Lebenserwartung, dem CPI und der Frauenerwerbsquote korreliert sind. Im Anschluss wurde jeweils geprüft, ob die Indikatoren für externe Effekte mit der Triadepatentintensität zusammen hängen.

#### Lebenserwartung

Bei Betrachtung der Korrelationskoeffizienten für den Zusammenhang zwischen den Bildungsindikatoren und der gesunden Lebenserwartung bei gleichzeitiger Kontrolle für das BIP je Einwohner ergibt sich nach Tabelle 4 lediglich für die Bildungsausgaben im Sekundarbereich eine signifikante Korrelation. Da zudem der Korrelationskoeffizient zwischen Lebenserwartung und Patentintensität bei Kontrolle für das BIP insignifikant (Signifikanzwert 0,306) und schwach (Korrelationskoeffizient 0,107) ist, ist dieser Transmissionsmechanismus mit den gewählten Methoden empirisch nicht nachweisbar. Ein Grund hierfür könnte die verhältnismäßig homogene Lebenserwartung innerhalb der OECD sein.

#### Corruption Perceptions Index (CPI)

Der Zusammenhang zwischen den Bildungsindikatoren und dem Corruption Perceptions Index (CPI) ist stärker als der der Lebenserwartung. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass

---

<sup>42</sup> Der Index basiert nach Angaben der Organisation auf 16 Erhebungen von zehn unabhängigen Organisationen. In den Index wurden nur Länder aufgenommen, aus denen mindestens drei Umfragen vorlagen. Insgesamt konnten die Länder maximal zehn Punkte erreichen; je höher die Punktzahl, desto weniger korrupt ist ein Land: vgl. Transparency International 2005.

der CPI nicht metrisch skaliert ist und insofern eine gewisse Vorsicht bei der Interpretation der Ergebnisse angebracht ist.

Ein starker Zusammenhang zwischen Bildung und CPI bei guten Signifikanzwerten lässt sich im Wesentlichen bei Indikatoren der höheren Bildung und bei den öffentlichen FuE-Ausgaben nachweisen, wie Tabelle 4 zeigt. Besonders großen und zudem hochsignifikanten Einfluss – jeweils bereinigt vom Einfluss des BIP – haben die Teilnahmequote an Weiterbildungsmaßnahmen und der Anteil der Bevölkerung mit einem Abschluss im ISCED-6-Bereich. Interessant ist die Tatsache, dass der Zusammenhang zwischen den öffentlichen FuE-Ausgaben und dem CPI signifikant ist, für die privaten FuE-Ausgaben jedoch nicht.

	Gesunde Lebenserwartung		Corruption Perceptions Index <sup>1</sup>		Frauenerwerbsquote	
	ohne BIP-Kontrolle	mit Kontrolle für BIP	ohne BIP-Kontrolle	mit Kontrolle für BIP	ohne BIP-Kontrolle	mit Kontrolle für BIP
Bildungsausgaben Sekundärbereich	0.737***	0.452*	0.728***	0,268	0,669***	0,397*
Bildungsausgaben Tertiärbereich	0.423**	-0,015	0.662***	0,219	0,752***	0,54***
Anteil der Bevölkerung mit Abschluss mindestens Sekundärbereich II	0.345*	-0,245	0.497***	0,091	0,679***	0,476**
Anteil der 25-34 jährigen mit Abschluss mindestens Sekundärbereich II	0.469**	-0,177	0.429**	-0,008	0,604***	0,368*
Anteil der Bevölkerung mit Tertiärabschluss	0.560***	0,026	0.695***	0.378*	0,619***	0,297
Anteil der 25-34 jährigen mit Tertiärabschluss	0.500***	0,025	0.476**	0,061	0,425**	0,054
Anteil der Bevölkerung mit Abschluss im ISCED-6-Bereich (weiterf. Forschung)	0.377**	0,240	0.629***	0.577***	0,651***	0,593***
Teilnahmequoten an Weiterbildung	0,291	0,064	0.756***	0.637***	0,726***	0,66***
FuE-Ausgaben gesamt (Absolutwerte je EW)	0.632***	0,129	0.700***	0,249	0,663***	0,327*
öffentliche FuE-Ausgaben gesamt (Absolutwerte je EW)	0.661***	0,223	0.774***	0.390**	0,74***	0,465**
private FuE-Ausgaben gesamt (Absolutwerte je EW)	0.514***	0,081	0.511***	0,055	0,441**	0,066
Anzahl der Forscher je 1 Mio. Einwohner	0.668***	0,126	0.733***	0.429**	0,738***	0,499***

Quelle: Eigene Berechnungen mit Daten der OECD und Transparency International  
Anmerkungen zu den Signifikanzniveaus: \* signifikant für  $\alpha=0,1$ , \*\* signifikant für  $\alpha=0,05$ , \*\*\* signifikant für  $\alpha=0,01$   
<sup>1</sup> Der CPI ist eine Punkteskala, d.h. höhere Werte bedeuten eine geringere empfundene Korruption

Tabelle 4: Zusammenhang zwischen Bildungsindikatoren Indikatoren für externe Effekt

Wird nun der Zusammenhang zwischen dem CPI und der Patentintensität überprüft, so ergibt sich bei Kontrolle für das BIP je Einwohner für den Korrelationskoeffizienten nach Pearson ein Wert von 0,325, der bei einem Signifikanzniveau von 0,085 einen Zusammenhang wahrscheinlich erscheinen lässt, allerdings nicht höchsten Signifikanzansprüchen

gerecht wird. Interessanterweise führt die Verwendung der EPA-Patente hier zu einem besseren Ergebnis. Der Korrelationskoeffizient steigt auf 0,390, der Zusammenhang ist damit auf dem Niveau 0,036 signifikant.

### **Frauenenerwerbsquote**

Werden schließlich die Humankapitalindikatoren zur Frauenenerwerbsquote in Beziehung gesetzt, so ergeben sich die in Tabelle 4 ausgewiesenen Werte. Interessant ist, dass die Hälfte der Indikatoren, bei Kontrolle für das BIP je Einwohner, einen signifikanten und starken Zusammenhang mit der Frauenenerwerbsquote aufweisen. Dabei scheinen die Indikatoren, die sich auf höhere bzw. weiterführende Bildungsgänge beziehen, einen größeren Einfluss zu haben. Dies gilt insbesondere für die Teilnahme an Weiterbildung und PromoventInnen, die Bildungsausgaben je Teilnehmer im Tertiärbereich und die Anzahl der ForscherInnen je 1 Mio. Einwohner. Ferner fällt auf, dass die öffentlichen, nicht aber die privaten FuE-Ausgaben einen signifikanten Einfluss auszuüben scheinen.

Wie bereits bei einigen anderen Transmissionsmechanismen ergibt sich auch bei der Frauenenerwerbsquote das Problem, dass der Zusammenhang zur Patentintensität nicht signifikant ist (Signifikanzniveau = 0,351). Mit 0,191 ist der Korrelationskoeffizient zwar eher gering, allerdings könnte man ihn angesichts der betrachteten Materie dennoch als erstaunlich hoch ansehen – jedoch insignifikant. Die Verwendung der EPA- statt der Triadepatente bringt hier einmal mehr keine Verbesserung des Ergebnisses.

### **Zwischenfazit**

Ähnlich wie für die Diffusionsindikatoren kann demnach zusammenfassend festgestellt werden, dass es auch bei den weichen Faktoren einige gibt, die einen Zusammenhang zum Bildungsbereich und damit zum Humankapitalbestand aufweisen. Allerdings lässt sich der Transmissionsmechanismus auf die technologische Leistungsfähigkeit nur im Falle des CPI nachvollziehen, wobei der Zusammenhang bei Heranziehung der Anmeldungen beim Europäischen Patentamt stärker ausfällt als bei Betrachtung der Triadepatente.. Für die beiden anderen Faktoren besteht auch hier das Kernproblem, dass sie nicht als Transmissionsmechanismus hinsichtlich der technologischen Leistungsfähigkeit geeignet zu sein scheinen, sofern man als Indikator die Patentintensität heranzieht.

## **5.4 Indikatoren für die Bildungsqualität**

Zuletzt soll versucht werden, den Einfluss der Bildungsqualität auf die technologische Leistungsfähigkeit zu überprüfen. Grundsätzlich ist festzustellen, dass die Messung der Bil-

dungsqualität und deren Integration in die Transmissionsmechanismen methodisch schwierig ist. Dennoch wurde versucht, die Bildungsqualität durch verschiedene Faktoren anzunähern. Die Variable „Prozentsatz der Bevölkerung mit einem Abschluss oberhalb der Sekundarstufe I“ wurde anschließend mit diesen Faktoren gewichtet. Im Folgenden wurde dann überprüft, ob sich das Ergebnis der partiellen Korrelationsanalysen bei Gewichtung gegenüber der Korrelation mit der ungewichteten Abschlussquote signifikant verändert.

Ausgehend von der Literaturanalyse in Kapitel 3.1 sowie eigenen Überlegungen wurde eine Reihe möglicher Indikatoren für die Bildungsqualität identifiziert, wohl wissend, dass in Bezug auf deren Aussagekraft eine gewisse Zurückhaltung angebracht ist und die hier gewählten Indikatoren nicht unumstritten sind.

– PISA-Multiplikatoren: Hier wurde versucht, die Ergebnisse des PISA-2000-Tests in die Betrachtung einfließen zu lassen, auch wenn sich die Autoren des Problems bewusst sind, dass die Ergebnisse von PISA 2000 noch nicht wirksam werden konnten, da die damals 15-jährigen Schüler 2003 größtenteils noch in der Ausbildung waren. Um den Einfluss der Bildungsqualität auf die technologische Leistungsfähigkeit zumindest ansatzweise überprüfen zu können, wurde zunächst ein „allgemeiner PISA-Multiplikator“ gebildet. Dazu wurde aus den Punktzahlen der drei PISA-Kategorien Mathematik, Lesekompetenz und Naturwissenschaften ein ungewichteter Durchschnitt gebildet.<sup>43</sup> Dieser wurde dann mit dem niedrigsten Wert (Mexiko) prozentual verbunden, so dass Mexiko den Wert 1 zugewiesen bekam. Alle anderen Staaten erhielten höhere Werte, die der prozentualen Abweichung von Mexiko +1 entsprechen. Finnland erhielt mit 1,37 den höchsten Wert. Aufgrund der zunehmenden Bedeutung, die insbesondere den Naturwissenschaften in Bezug auf die technologische Leistungsfähigkeit zugeschrieben wird, wurde analog ein weiterer PISA-Multiplikator gebildet, bei dem nur die Punktzahlen im Bereich Naturwissenschaften berücksichtigt wurden.

– Durchschnittliche Dauer der Bildungsteilnahme: Des Weiteren könnte man – mit gewissen Einschränkungen – die durchschnittliche Verweildauer im Bildungssystem als Indikator für die Bildungsqualität ansehen. Dabei wird in der Regel angenommen, dass eine längere Verweildauer im Bildungssystem positive Auswirkungen auf das Niveau der Absolventen hat. Dieser Faktor soll dadurch in die Regressionsrechnungen integriert werden, dass die Abschlussquote oberhalb des Sekundarbereichs I direkt mit der durchschnittlichen Anzahl

---

<sup>43</sup> Mit dieser Gewichtung gehen gewisse methodische Probleme einher, da die PISA-Punktzahlen nicht vorbehaltlos als stetige Variablen interpretiert werden können, was eigentlich Voraussetzung für die Durchführung einer Regressionsanalyse ist. Jedoch sind aufgrund der beschriebenen Erfassungsprobleme der Bildungsqualität Kompromisse nicht zu vermeiden.

der Jahre im Bildungssystem multipliziert und der resultierende Wert durch 100 dividiert wird.<sup>44</sup>

#### 5.4.1 Bildungsqualität und technologische Leistungsfähigkeit

In einem ersten Schritt ist nun der „direkte“ Einfluss der Bildungsqualität auf die Patentintensität als Proxy für die technologische Leistungsfähigkeit zu prüfen. Wie oben beschrieben, wird dazu zunächst nochmals der Zusammenhang zwischen der Abschlussquote oberhalb der Sekundarstufe I (1998) und der Patentintensität (2003) geprüft. Anschließend wird jeweils dieselbe Korrelationsanalyse mit den gewichteten Variablen durchgeführt. Der Vergleich der Ergebnisse ergibt für jede der drei betrachteten Qualitätsindikatoren – jeweils unter Kontrolle des BIP – eine leichte Verbesserung gegenüber der „Ursprungskorrelation“ mit der ungewichteten Abschlussquote. Am deutlichsten fällt diese Verbesserung im Falle der Verweildauer im Bildungssystem aus. Hier verbessert sich der Pearson'sche Korrelationskoeffizient von 0,400 bei der ungewichteten auf 0,446 bei der gewichteten Abschlussquote, d.h. tendenziell führt eine längere Bildungsdauer zu einer höheren technologischen Leistungsfähigkeit.

Wird die Gewichtung mit den PISA-Multiplikatoren vorgenommen, führt dies ebenfalls zu leichten Verbesserungen. Hierbei macht es kaum einen Unterschied, ob der „allgemeine“ PISA-Multiplikator herangezogen wird oder aber nur die Ergebnisse im naturwissenschaftlichen Bereich berücksichtigt werden.

Unter der – nicht unproblematischen – Prämisse, dass die gewählten Multiplikatoren als Proxies für die Bildungsqualität akzeptiert werden, lässt sich zusammenfassend durchaus ein gewisser Zusammenhang zwischen der Innovationsfähigkeit und der Bildungsqualität feststellen. Insgesamt sind die Aussagen jedoch auf Grund der methodischen Probleme mit einer gewissen Zurückhaltung zu interpretieren.

#### 5.4.2 Bildungsqualität und Diffusion

Nachfolgend soll dargestellt werden, inwieweit die Bildungsqualität die Diffusionsfähigkeit eines Landes beeinflusst. Dazu werden wie im vorigen Kapitel die gewichteten Abschluss-

---

<sup>44</sup> Darüber hinaus wurde versucht, die Bildungsqualität durch weitere Indikatoren, etwa die Computer- bzw. Labornutzung oder die Abschlussanforderungen an Lehrer anzunähern. Diese Variablen sind jedoch äußerst schwer zu operationalisieren, zumal häufig nur Daten für eine kleine Anzahl von Ländern vorliegen. Der Versuch, die Abschlussquoten oberhalb der Sekundarstufe I mit entsprechenden Multiplikatoren zu gewichten, scheiterte meist an der fehlenden Normalverteilung der resultierenden Variablen, so dass sie im Rahmen dieser Analyse nicht betrachtet werden konnten. Im Hinblick auf weitere Studien erscheint es jedoch durchaus sinnvoll, diese und ähnliche Indikatoren in die Betrachtung aufzunehmen.

quoten oberhalb der Sekundarstufe I mit der ungewichteten verglichen. Diese werden nun allerdings in Beziehung zu den Proxies für die Diffusionsfähigkeit – also Festnetzanschlüsse, Internet- und Breitbandnutzung – gesetzt. Dies führt zu teilweise sehr interessanten Ergebnissen.

Der deutlichste Einfluss der Qualitätsindikatoren ist im Falle der Internetnutzung zu beobachten. Beträgt der Pearson'sche Korrelationskoeffizient des ungewichteten Zusammenhangs zwischen Abschlussquote oberhalb des Sekundarbereichs I und Internetnutzung – jeweils unter Berücksichtigung des BIP-Einflusses – lediglich 0,184 und ist mit einem Signifikanzniveau von 0,359 als nicht signifikant anzusehen, so steigt der Wert des Korrelationskoeffizienten bei Gewichtung mit dem (allgemeinen) PISA-Multiplikator auf 0,469. Bei einem Signifikanzniveau von 0,032 kann der Zusammenhang nun als statistisch signifikant gelten. Ähnliche Werte ergeben sich für die beiden anderen Indikatoren.

Auch im Falle der Breitbandnutzung führt die Berücksichtigung der Bildungsqualität zu deutlichen Verbesserungen. So steigt der Wert des Pearson'schen Korrelationskoeffizienten von 0,255 bei Betrachtung der ungewichteten Abschlussquoten auf Werte zwischen 0,304 im Falle der Verweildauer im Bildungssystem und 0,310 bei Gewichtung mit dem PISA-Multiplikator.

Wird der Einfluss der Bildungsqualität auf die Zahl der Festnetzanschlüsse je 1.000 Einwohner betrachtet, so führt lediglich die Verweildauer im Bildungssystem zu einer signifikanten Verbesserung gegenüber der Ursprungskorrelation. Hier steigt der Pearson'sche Korrelationskoeffizient von 0,367 auf 0,488. Bei Betrachtung der PISA-Koeffizienten lassen sich hingegen nur marginale Verbesserungen feststellen.

Insgesamt ist festzuhalten, dass der Einfluss der Bildungsqualität auf die Diffusionsfähigkeit – unter Kontrolle des BIP-Einflusses – deutlich stärker zu sein scheint als auf die technologische Leistungsfähigkeit; dies gilt insbesondere hinsichtlich des Einflusses der Bildungsqualität auf die Internetnutzung. Am geringsten ist der Einfluss der Bildungsqualität offenbar auf die Zahl der Festnetzanschlüsse. Auch dies ist inhaltlich nachvollziehbar, wenn man das Telefon als „alte“ Basistechnologie ansieht.

### **5.4.3 Bildungsqualität und externe Effekte**

Abschließend ist noch der Einfluss der Bildungsqualität auf die externen Effekte zu untersuchen. Der Vergleich der entsprechenden gewichteten und ungewichteten Korrelationen ergibt Folgendes:

Keiner der verwendeten Qualitätsindikatoren scheint einen positiven Einfluss auf die Lebenserwartung zu haben. Stattdessen verringert sich die ohnehin schon äußerst schwache Korrelation mit den ungewichteten Abschlussquoten bei Berücksichtigung der Qualitätsindikatoren weiter.

Eine leichte Verbesserung, wenn auch ohne letztlich eine signifikante Beziehung herzustellen, lässt sich hingegen beim CPI feststellen; hier führt die Berücksichtigung der Bildungsdauer zu Anstieg des Pearson'schen Korrelationskoeffizienten von 0,091 auf 0,196, gleichzeitig verbessert sich die Signifikanz vom 0,653 auf 0,337. Insgesamt ist dieser Zusammenhang jedoch nach wie vor als äußerst schwach anzusehen.

Betrachtet man abschließend den Einfluss der Bildungsqualität auf die Frauen-Erwerbsquote, so führt nur die Verweildauer im Bildungssystem zu einer signifikanten Verbesserung. Hier steigt der Pearson'sche Korrelationskoeffizient immerhin von 0,476 auf 0,548, gleichzeitig verbessert sich das Signifikanzniveau von 0,12 auf 0,004. Im Falle der PISA-Multiplikatoren sind hingegen keine positiven Effekte zu beobachten.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Einfluss der Bildungsqualität auf die externen Effekte vergleichsweise gering zu sein scheint.

#### **5.4.4 Zusammenfassung des Einflusses der Bildungsqualität**

Unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Probleme hinsichtlich der Einbeziehung der Bildungsqualität in die hier angestellten Betrachtungen lässt sich ein grundsätzlicher Zusammenhang zwischen der Bildungsqualität und der technologischen Leistungsfähigkeit identifizieren. Hierbei sind die Qualitätseffekte auf die Diffusionsfähigkeit deutlicher als jene auf Innovationsfähigkeit und den Transmissionsmechanismus externen Effekte. Der Einfluss der drei gewählten Indikatoren ist dabei – von wenigen Ausnahmen abgesehen – relativ homogen. Bemerkenswert ist vor allem der starke Einfluss aller drei Indikatoren auf die Internetnutzung. Angesichts der erwähnten Fragen ist allerdings zu betonen, dass diese eher vorsichtig interpretiert werden sollten. Die hier verwendeten Indikatoren sollten daher nur als erste Ansätze verstanden werden, nicht jedoch ein vollständiges oder gar abschließendes Bild von der Bedeutung der Bildungsqualität für die technologische Leistungsfähigkeit zeichnen. Hierzu bedarf es noch weitergehender Analysen.

### **5.5 Multivariate Analysen**

Wie gesehen können der Humankapitalbestand bzw. die Bildungsqualität durch eine Vielzahl von Indikatoren angenähert werden. Ein zentraler Bestandteil der Untersuchung ist nun die Frage, welcher der in der vorliegenden Arbeit betrachteten Komponenten in Be-

zug auf die technologische Leistungsfähigkeit die größte Bedeutung zukommt. Nachfolgend sollen daher die bisher betrachteten Proxies für Humankapitalbestand und Bildungsqualität gleichzeitig im Rahmen einer multiplen Regressionsanalyse in Beziehung zu den Variablen für technologische Leistungsfähigkeit, Diffusion und externe Effekte gesetzt werden, wobei wieder für den Einfluss des BIP kontrolliert wird. Darüber hinaus soll jeweils versucht werden, die linearen Zusammenhänge zwischen Bildung und technologischer Leistungsfähigkeit bzw. zwischen Bildung und den betrachteten Transmissionsmechanismen modellhaft darzustellen.

### 5.5.1 Hauptkomponentenanalyse mit Indikatoren für Humankapital und FuE

Sollen die verwendeten Humankapitalproxies sowie das BIP je Einwohner in eine multiple lineare Regressionsanalyse eingehen, so muss zunächst das Problem der Multikollinearität zwischen den einzelnen Variablen gelöst werden. Daher sollen im Folgenden Faktoren gebildet werden, die nicht miteinander korellieren. Dies geschieht im Rahmen einer Hauptkomponentenanalyse.<sup>45</sup> Dem Vorteil der Unabhängigkeit der Faktoren steht dabei jedoch der Nachteil gegenüber, dass die Faktoren nicht mehr das gesamte Modell erklären können und somit Informationen verloren gehen können. Zudem müssen die gewonnenen Faktoren interpretierbar sein, d.h. die Variablen, auf die der jeweilige Faktor besonders hoch lädt, müssen auch inhaltlich „zusammengehören“.

Tabelle 5 zeigt das Ergebnis einer solchen Hauptkomponentenanalyse für die verwendeten Humankapitalproxies und das BIP pro Kopf. Dargestellt wird die rotierte Komponentenmatrix.

Betrachtet man die erhaltene Matrix, so wird deutlich, dass Faktor 1 hauptsächlich auf die Abschlussquoten im Tertiärbereich sowie auf die FuE-Ausgaben lädt, Faktor 2 hingegen auf die Bildungsqualität und Abschlussquoten in der Sekundarstufe. Das Hauptgewicht des dritten Faktors schließlich liegt auf dem BIP je Einwohner sowie auf den Bildungsausgaben je Teilnehmer im Sekundar- bzw. Tertiärbereich. Inhaltlich kann man diese Faktoren dahingehend deuten, dass der erste Faktor als Indikator für höhere Bildung, Forschung und Entwicklung steht. Er wird daher im Folgenden mit „Faktor höhere Bildung und FuE“ bezeichnet. Der zweite Faktor übernimmt dementsprechend die Funktion eines Indikators für ein „Mindestniveau“ an Bildung und die Bildungsqualität. Bezeichnet wird er mit „Qualität und Quantität des Sekundarbereichs“. Faktor 3 schließlich könnte als „Faktor

---

<sup>45</sup> Um eine höhere Fallzahl zu erhalten wurden im Vorfeld Daten, die für das Jahr 1998 nicht verfügbar waren – soweit möglich - durch die Daten des jeweils nächsten Jahres ersetzt, für das Daten verfügbar waren.

Bildungsausgaben und BIP“ bezeichnet werden. Diese drei Komponenten erklären insgesamt etwa 86 Prozent der Gesamtvarianz.

	Komponente		
	1	2	3
BIP pro Kopf 1998	0,229	0,083	0,912
Ausgaben je Schüler der Sekundarstufe 1998	0,199	0,29	0,806
Ausgaben je Schüler im Tertiärbereich 1998	0,286	0,454	0,725
Prozentsatz der Bevölkerung mit einem Abschluss mindestens der Sekundarstufe 2 1998	0,205	0,954	0,205
Allgemeiner PISA-Multiplikator	0,268	0,927	0,239
PISA-Multiplikator Naturwissenschaften	0,262	0,929	0,236
Durchschnittliche Verweildauer im Bildungssystem	0,324	0,892	0,221
Fortbildungsteilnehmer 1996-2000	0,648	0,432	0,346
Prozentsatz der Bevölkerung mit einem Abschluss im Tertiärbereich 1998	0,548	0,174	0,556
Prozentsatz der Bevölkerung mit einem Abschluss im Bereich der weiterführenden Forschungsprogramme 1998	0,772	0,329	0,089
FuE-Ausgaben je Einwohner 1998 (in EURO)	0,659	0,4	0,566
Anzahl der Forscher je 1 Mio. Einwohner 1998	0,88	0,161	0,35

Quelle: Eigene Berechnungen, Datenbasis: OECD

Tabelle 5: Rotierte Komponenten-Matrix

### 5.5.2 Darstellung des Regressionsmodells

Versucht man, die linearen Zusammenhänge zwischen Bildung und technologischer Leistungsfähigkeit bzw. zwischen Bildung und den Transmissionsproxies in einem Modell zusammen zu fassen und verwendet dabei die soeben extrahierten Faktoren als Grundlage, so ist letztlich eine Gleichung des Typs

$$(20) \quad Y = b + \alpha_1 F_1 + \alpha_2 F_2 + \alpha_3 F_3 + \varepsilon$$

zu lösen.

Y steht hierbei für die jeweils abhängige Variable, also entweder die Patentintensität oder den aktuell betrachteten Transmissionsmechanismus, b bezeichnet die Konstante in der Gleichung. Die Posten  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  stehen für die drei Prädiktorvariablen (Faktoren),  $\alpha$  bezeichnen den Beitrag des jeweiligen Faktors zur Gesamtsteigung der Regressionsgera-

den. Diese werden im Folgenden durch die B-Koeffizienten angenähert. Die Variable  $\varepsilon$  schließlich ist die Residualvariable, d.h. sie symbolisiert die Abweichung der Punkte von der Regressionsgeraden, d.h. den Teil der Varianz, der nicht durch das Modell erklärbar ist. Da die Faktoren statistisch voneinander unabhängig sind, ist eine additive Betrachtung der Einflussvariablen hier zulässig.

### 5.5.3 Ergebnisse der multiplen Regression

Da die im Rahmen der Hauptkomponentenanalyse extrahierten Faktoren nicht mehr miteinander korreliert sind, können sie nun in eine multiple lineare Regressionsanalyse aufgenommen werden, ohne dass sich Verzerrungen durch gegenseitige Abhängigkeiten ergeben. Im Folgenden soll untersucht werden, wie stark der Einfluss der einzelnen Faktoren auf die technologische Leistungsfähigkeit einerseits und die Transmissionsmechanismen andererseits ist. Die entsprechenden Daten für die Faktoranalyse lagen für 20 Länder vor.

#### 5.5.3.1 Technologische Leistungsfähigkeit

Werden im Rahmen einer multiplen linearen Regressionsanalyse die drei extrahierten Faktoren in Beziehung zur Patentintensität gesetzt, so ergibt sich für das gesamte Modell, bei dem alle drei Faktoren mit dem so genannten „Einschlussverfahren“ aufgenommen wurden, ein korrigiertes Bestimmtheitsmaß von 0,631. Dies lässt vermuten, dass knapp zwei Drittel der Varianz der Patentintensität durch diese drei Faktoren erklärbar sind. Werden die Faktoren schrittweise in die Regression aufgenommen, so zeigt sich, dass der bei weitem größte Teil dieses Zusammenhangs dem Einfluss des Faktors „Höhere Bildungsabschlüsse und FuE“ geschuldet ist. Das Bestimmtheitsmaß der entsprechenden Regression beträgt 0,512 (bzw. korrigiert 0,485), bei einem t-Wert von 4,345 und ist statistisch hochsignifikant.

An zweiter Stelle wird der Faktor „Qualität und Quantität der Sekundarstufe“ in das Regressionsmodell aufgenommen. Sein Einfluss auf die Patentintensität ist allerdings bedeutend geringer, das Bestimmtheitsmaß der entsprechenden bivariaten Regression beträgt 0,112. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass auch die Sekundarbildung eine gewisse Rolle für die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes spielt, zumal sich das Bestimmtheitsmaß durch den Ausschluss des Ausreißers Tschechische Republik auf beachtliche 0,266 erhöht. Dagegen scheint der Einfluss des Faktors „Bildungsausgaben und BIP“ vernachlässigbar zu sein, erfüllt dieser Faktor doch die „Aufnahmekriterien“ für das Regressionsmodell nicht. Auch diese Vermutung wird durch die Betrachtung der entsprechenden bivariaten Analyse bestätigt, deren Bestimmtheitsmaß lediglich 0,065 (korrigiert: 0,014) beträgt. Dieser schwache Zusammenhang kann hier auch nicht einem einzelnen

Ausreißer „angelastet“ werden. Der Einfluss der Bildungsausgaben bzw. des BIP je Einwohner auf die Patentintensität scheint also tatsächlich äußerst gering zu sein.

Einen deutlich geringeren Erklärungsanteil liefern die drei Faktoren, wenn anstelle der Triadepatente die Patentanmeldungen beim Europäischen Patentamt herangezogen werden. In diesem Fall erhält man bei Einschluss aller drei Faktoren in das Modell ein vergleichsweise schwaches korrigiertes Bestimmtheitsmaß von 0,310. Bei Verwendung der „Schrittweise“-Methode liefert denn auch lediglich der Faktor „Höhere Bildungsabschlüsse und FuE“ einen statistisch signifikanten Erklärungsbeitrag..

Stellt man den Zusammenhang zwischen der Patentintensität  $P$  und den Faktoren „Höhere Bildung und FuE“ (HB-FuE), „Qualität und Quantität des Sekundarbereichs“ (SEK) und „Bildungsausgaben und BIP“ (Ausg-BIP) als Gleichung dar und nähert die Steigung wie oben beschrieben durch die B-Koeffizienten an, so ergibt sich:

$$(21) \quad P = 37,606 + 25,596 * (HB - FuE) + 11,969 * (SEK) + 6,691 * (Ausg - BIP) + \varepsilon$$

Auch hier wird nochmals die große Bedeutung des Faktors „Höhere Bildung und FuE“ deutlich, ist doch die durch ihn „verursachte“ Steigung mehr als doppelt so groß wie die des Faktors „Qualität und Quantität des Sekundarbereichs“ und knapp vier mal so groß wie der des Faktors „Bildungsausgaben und BIP“.

### 5.5.3.2 Diffusionsfähigkeit

Betrachtet man den Einfluss der Faktoren auf die Diffusion, dann sind vor allem die Unterschiede in der Wirkung der einzelnen Faktoren auf die verschiedenen Diffusionsproxies von Interesse. Tatsächlich variieren sowohl der Anteil der Gesamtvarianz, der durch die drei Faktoren insgesamt erklärbar ist, als auch die jeweiligen Erklärungsanteile der einzelnen Faktoren deutlich von Proxy zu Proxy.

Wie bei der Patentintensität scheinen auch im Falle der Internetnutzung knapp zwei Drittel der Gesamtvarianz (62,5 Prozent) durch die drei extrahierten Faktoren erklärbar zu sein. Mehr als die Hälfte davon ist – wenig überraschend – offenbar auch hier dem Faktor „Höhere Bildung und FuE“ geschuldet, das korrigierte Bestimmtheitsmaß der entsprechenden Regression beträgt 0,337. Deutlich geringeren, jedoch immer noch signifikanten, Einfluss scheint der Faktor „Bildungsausgaben und BIP“ zu haben (korrigiertes Bestimmtheitsmaß: 0,229). Auch monetäre Investitionen in Bildung sowie der Wohlstand der Bevölkerung, ausgedrückt im BIP je Einwohner, haben also offenbar nicht unwesentliche Bedeutung für die Verbreitung des Internets. Sehr gering ist hingegen der Einfluss des Faktors „Qualität

und Quantität des Sekundarbereichs“. Die entsprechende bivariate Regression weist ein korrigiertes Bestimmtheitsmaß von 0,061 auf.

Als Gleichung dargestellt ergäbe sich für den Zusammenhang zwischen der Internetnutzung  $I$  und den drei Faktoren:

$$(22) \quad I = 391,457 + 73,993 * (HB - FuE) + 43,938 * (SEK) + 59,360 * (Ausz - BIP) + \varepsilon$$

Betrachtet man demgegenüber den Einfluss der drei Faktoren auf die Breitbandnutzung so fällt als erstes auf, dass der Erklärungsanteil dieser Faktoren an der Gesamtvarianz deutlich geringer ist als im Falle der Patentintensität bzw. der Internetnutzung. Werden alle drei Faktoren gleichzeitig in die Regressionsanalyse eingeschlossen, so ergibt sich ein korrigiertes Bestimmtheitsmaß von 0,482 – demnach erklären diese Faktoren also etwas weniger als die Hälfte der Gesamtvarianz. Zwar ist dieses Ergebnis nach wie vor beachtlich, gleichzeitig lässt es jedoch vermuten, dass die Breitbandnutzung auch stark von anderen Faktoren außerhalb des Modells beeinflusst wird. Hier böten sich Ansatzpunkte für weitere, vertiefende Untersuchungen.

Interessant ist auch die Tatsache, dass im Falle der Breitbandnutzung offenbar der Faktor „Bildungsausgaben und BIP“ mit einem korrigierten Bestimmtheitsmaß von 0,300 den größten Erklärungsbeitrag leistet. Erst danach folgt mit einigem Abstand der Faktor „Höhe Bildung und FuE“ – dort beträgt das korrigierte Bestimmtheitsmaß 0,118. Dieses Ergebnis überrascht zunächst, ein möglicher Erklärungsansatz wäre jedoch, dass aufgrund der relativen Neuigkeit dieser Technologie bislang nur Länder mit hohem Wohlstand in das Breitbandnetz investiert haben. Eine vernachlässigbare Rolle scheint einmal mehr die Sekundarbildung zu spielen. Der Einfluss des entsprechenden Faktors ist (mit einem korrigierten Bestimmtheitsmaß von lediglich 0,049) so gering, dass er nicht in die Regressionsanalyse nach der „Schrittweise“-Methode eingeschlossen wird.

Die Gleichung für den Zusammenhang zwischen der Breitbandnutzung  $B$  und den Faktoren lautet:

$$(23) \quad B = 64,75 + 18,09 * (HB - FuE) + 14,007 * (SEK) + 24,386 * (Ausz - BIP) + \varepsilon$$

Zuletzt soll der Einfluss der drei Faktoren auf die Zahl der Festnetzanschlüsse geprüft werden. Zusammen liefern die Faktoren – nimmt man das korrigierte Bestimmtheitsmaß als Grundlage – einen beachtlichen Erklärungsbeitrag der Gesamtvarianz von fast 80 Prozent. Den entscheidenden Anteil an diesem Ergebnis hat auch hier der Faktor „Bildungsausgaben und BIP“. Das korrigierte Bestimmtheitsmaß der entsprechenden Regression beträgt 0,570. Die bivariaten Regressionen der beiden anderen Faktoren weisen jeweils korrigierte Bestimmtheitsmaße kleiner 0,1 auf und liefern damit recht geringe Erklärungsbeiträge. Im

Falle des Faktors „Höhere Bildungsabschlüsse und FuE“ ändert sich dies, wenn man den Ausreißer Tschechische Republik aus der Betrachtung ausschließt. Dann erhöht sich das korrigierte Bestimmtheitsmaß auf 0,295. Bei Betrachtung des Faktors „Qualität und Quantität der Sekundarstufe“ sind hingegen keine eindeutigen Ausreißer identifizierbar, welche das Ergebnis verzerren könnten. Es ist also davon auszugehen, dass dieser Faktor auch hier nur eine untergeordnete Rolle spielt. Dies bestätigt sich auch bei Betrachtung der Gleichung für den Zusammenhang zwischen der Zahl der Festnetzanschlüsse  $F$  und den Faktoren. Man erkennt, dass die durch den Faktor „Bildungsausgaben und BIP“ „verursachte“ Steigung mehr als doppelt so groß ist, wie die von jedem der anderen beiden Faktoren verursachte.

$$(24) \quad F = 530,932 + 43,309 * (HB - FuE) + 42,015 * (SEK) + 87,808 * (Ausc - BIP) + \varepsilon$$

Insgesamt kann daher gefolgert werden, dass die Diffusionsfähigkeit einer Volkswirtschaft in hohem Maße von den Bildungsausgaben und der Höhe des BIP je Einwohner, andererseits von der Tertiärbildung und der FuE abhängt. Dies wäre einerseits ein deutlicher Hinweis hinsichtlich der notwendigen Ausdehnung des tertiären Bereichs sowie der FuE, unterstreicht aber auch die Bedeutung monetärer Investitionen in Bildung.

### 5.5.3.3 Externe Effekte

Zuletzt ist zu prüfen, inwieweit die drei Faktoren „Höhere Abschlüsse und FuE“, „Qualität und Quantität des Sekundarbereichs“ und „Bildungsausgaben und BIP“ Einfluss auf die externen Effekte haben. Auch hier lassen sich interessante Ergebnisse festhalten.

Die Lebenserwartung in gesundem Zustand hängt offenbar hauptsächlich von dem Faktor „Bildungsausgaben und BIP“ ab. Das korrigierte Bestimmtheitsmaß von 0,299 legt nahe, dass dieser Faktor etwa 30 Prozent der Gesamtvarianz der gesunden Lebenserwartung erklärt. Der große Einfluss dieses Faktors erscheint nicht zuletzt deshalb plausibel, weil ein größerer Wohlstand in der Regel zu besseren Lebens- und Arbeitsbedingungen führt.

Die beiden anderen Faktoren erfüllen die Signifikanzkriterien des Modells nicht. Da daran auch der Ausschluss von Ausreißern nichts ändert, kann der Einfluss dieser Faktoren auf die Lebenserwartung wohl vernachlässigt werden.

Als Gleichung dargestellt ergäbe sich bei Betrachtung der B-Koeffizienten für die Lebenserwartung  $L$ :

$$(25) \quad L = 70,77 + 0,701 * (HB - FuE) - 0,419 * (SEK) + 1,316 * (Ausc - BIP) + \varepsilon$$

Interessant ist die Tatsache, dass hier die Steigung des Faktors „Qualität und Quantität des Sekundarbereichs“ negativ ist. Dies wäre noch eingehender zu analysieren.

Wird der Einfluss der Faktoren auf den Corruption Perceptions Index geprüft, so halten zwei Faktoren den Signifikanzanforderungen des Modells stand. Sowohl der Faktor „Höhere Bildung und FuE“ als auch der Faktor „Bildungsausgaben und BIP“ haben offenbar signifikanten Einfluss auf diesen Index. Zusammen erklären diese Variablen etwa 78 Prozent der Gesamtvarianz. Dabei ist der Einfluss des Faktors „Höhere Bildung und FuE“ etwas höher (korrigiertes Bestimmtheitsmaß 0,423) als der des Faktors „Bildungsausgaben und BIP“, bei dem die entsprechende bivariate Regression ein Bestimmtheitsmaß von 0,311 aufweist. Dem Faktor „Qualität und Quantität des Sekundärbereichs“ scheint hier einmal mehr keine nennenswerte Bedeutung zuzukommen. Die geringe Steigung des Faktors in der entsprechenden Gleichung bestätigt dies:

$$(26) \quad CPI = 7,315 + 1,301 * (HB - FuE) + 0,274 * (SEK) + 1,138 * (Ausg - BIP) + \varepsilon$$

Ganz anders ist dies im Falle der Erwerbsquote der Frauen. Hier ist es offenbar gerade der Faktor „Qualität und Quantität des Sekundärbereichs“, der den größten Anteil an der ohnehin hohen Erklärungskraft der drei Faktoren (zusammen erklären sie fast 85 Prozent der Gesamtvarianz) hat. Nimmt man wiederum das korrigierte Bestimmtheitsmaß als Grundlage, so sind etwa 35 Prozent der Varianz der Frauenerwerbsquote mit der Varianz der Qualität und Quantität der Sekundarbildung erklärbar. Einen ähnlich hohen Erklärungsanteil liefert mit einem korrigierten Bestimmtheitsmaß von 0,326 der Faktor „Höhere Bildung und FuE“. Letztlich erscheint es plausibel, dass gerade diese beiden Faktoren die Frauenerwerbsquote stark beeinflussen, da beide Faktoren enthalten Angaben zum Bildungsniveau der Bevölkerung und damit natürlich auch dem der Frauen. So lässt z.B. ein hoher Bevölkerungsanteil mit einem Abschluss oberhalb der Sekundarstufe I vermuten, dass auch viele Frauen einen solchen Abschluss erreicht haben. Ein guter Bildungsabschluss wiederum erhöht i.d.R. die Vermittelbarkeit der betreffenden Person auf dem Arbeitsmarkt bzw. erhöht speziell bei den Frauen die Wahrscheinlichkeit, dass diese – möglicherweise trotz oder auch auf Kosten von Familiengründung – eine Karriere verfolgen<sup>46</sup>. Lediglich der Faktor „Bildungsausgaben und BIP“ scheint in diesem Zusammenhang eine untergeordnete Rolle zu spielen.

Die Gleichung für den Zusammenhang zwischen der Frauenerwerbsquote FEQ und den Faktoren lautet:

$$(27) \quad FEQ = 64,81 + 5,178 * (HB - FuE) + 5,509 * (SEK) + 3,338 * (Ausg - BIP) + \varepsilon$$

<sup>46</sup> Die Autoren sind sich bewusst, dass bei einer solchen Entscheidung selbstverständlich auch andere Faktoren, wie etwa ein ausreichendes Kinderbetreuungsangebot eine R spielen und der Bildungsabschluss nur einer von vielen ist.

#### 5.5.3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Fasst man die Ergebnisse der multiplen linearen Regression zusammen so lässt sich feststellen, dass vor allem der Faktor „Höhere Bildungsabschlüsse und FuE“ die technologische Leistungsfähigkeit und die Transmissionsmechanismen zu beeinflussen scheint. Er hat nicht nur entscheidende Auswirkungen auf Patentintensität und Internetnutzung, sondern beeinflusst auch die externen Effekte in nicht unwesentlichem Maße. Für die Verbreitung des Festnetzes, die Breitbandnutzung sowie für die Lebenserwartung ist offenbar der Faktor „Bildungsausgaben und BIP“ bedeutender. Der Faktor „Qualität und Quantität des Sekundärbereichs“ scheint ebenfalls nicht unwesentliche Auswirkungen auf die Patentintensität zu haben, wohingegen sein Einfluss auf die Transmissionsmechanismen „Diffusionsfähigkeit“ und „weiche Faktoren“ i.d.R. vernachlässigbar ist. Interessant ist allerdings der empirisch nachweisbare Einfluss der Sekundarbildung auf die Erwerbsquote der Frauen.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass im Rahmen dieser Arbeit auch versucht wurde, unterschiedliche Aspekte der technologischen Leistungsfähigkeit dadurch zu erfassen, dass ein Faktor aus mehreren Proxies gebildet wurde. Neben den Triadepatenten wurden hierbei u.a. die Produktivität je Arbeitsstunde und der Exportanteil an innovativen Produkten herangezogen. Allerdings führte dies nicht zu sinnvoll interpretierbaren Ergebnissen, da die entstehenden Faktoren entweder an sich nicht eindeutig interpretierbar waren (Faktorladungen) oder aber einen sehr geringen Erklärungsanteil an der Gesamtvarianz lieferten.

Zuletzt ist anzumerken, dass die Ergebnisse dieser multiplen Regression aufgrund der geringen Fallzahl mit einer gewissen Vorsicht interpretiert werden sollten. Zur Ableitung allgemeingültigerer Ergebnisse müsste die Zahl der betrachteten Länder erheblich erhöht werden.

#### 5.5.4 Faktoranalyse unter Ausschluss der FuE-Ausgaben

In den bisherigen Analysen wurden die FuE-Ausgaben als Investitionen in Bildung betrachtet. Bei engerer Definition des Bildungsbegriffes müssten diese allerdings aus der Betrachtung ausgeschlossen werden. Im Rahmen der vorliegenden Analyse wurde daher auch untersucht, wie sich der Ausschluss der FuE-Ausgaben auf die Ergebnisse der multiplen linearen Regressionsanalysen auswirkt, die entsprechende Komponentenmatrix ist in Tabelle 6 dargestellt.

	Ohne BIP pro Kopf			Mit BIP pro Kopf		
	Komponente			Komponente		
	1	2	3	1	2	3
BIP pro Kopf 1998				,083	,910	,245
Ausgaben je Schüler der Sekundarstufe 1998	,231	,260	,865	,300	,808	,177
Ausgaben je Schüler im Tertiärbereich 1998	392	,372	,762	,459	,722	,279
Prozentsatz der Bevölkerung mit einem Abschluss mindestens der Sekundarstufe 2 1998	,947	,211	,231	,955	,203	,198
Allgemeiner PISA-Multiplikator	,920	,285	,246	,928	,237	,265
PISA-Multiplikator Naturwissenschaften	,923	,280	,244	,930	,234	,260
Durchschnittliche Verweildauer im Bildungssystem	,897	,325	,213	,895	,218	,315
Fortbildungsteilnehmer 1996-2000	,439	,705	,250	,433	,345	,666
Prozentsatz der Bevölkerung mit einem Abschluss im Tertiärbereich 1998	,163	,716	,364	,171	,546	,581
Prozentsatz der Bevölkerung mit einem Abschluss im Bereich der weiterführenden Forschungsprogramme 1998	,325	,641	,199	,350	,086	,730
Anzahl der Forscher je 1 Mio. Einwohner 1998	,192	,948	,148	,168	,340	,892

Quelle: Eigene Berechnungen, Datenbasis: OECD

Tabelle 6: Rotierte Komponenten-Matrix ohne FuE

Zunächst lässt sich festhalten, dass der Ausschluss der FuE-Ausgaben aus der Betrachtung die Interpretierbarkeit der Faktoren nicht beeinträchtigt. Weiterhin lädt Faktor 2 besonders stark auf die Bildungsausgaben und das BIP pro Kopf, während Faktor 3 hohe Ladungen auf die Indikatoren zur Qualität und Quantität der Sekundarstufe 1 aufweist. Faktor 1 lädt nach wie vor sehr hoch auf die Indikatoren zu den höheren Bildungsabschlüssen und kann somit als Faktor „Höhere Bildung“ bezeichnet werden. Erstaunlich konstant ist auch der Erklärungsanteil der drei Faktoren an der Gesamtvarianz, dieser nimmt nur minimal auf 85,6 % ab.

Allgemein ist festzustellen, dass sich durch diesen Ausschluss keine Veränderungen in der „Rangfolge“ der Faktoren ergeben, d.h. der Faktor, der bei Berücksichtigung der FuE-Ausgaben den größten Einfluss hatte, hat diesen auch bei Ausschluss derselben. Allerdings lässt sich erwartungsgemäß beobachten, dass die quantitative Stärke des Einflusses des „reinen“ Faktors „Höhere Bildung“ durchweg geringer ist, als die des Faktors, der die FuE-Ausgaben einschließt. Die Höhe dieses Differenzbetrages variiert von Proxy zu Proxy. Relativ deutlich ist er im Falle der Patentintensität. Hier sinkt das korrigierte Bestimmtheitsmaß nach Ausschluss der FuE-Ausgaben von ursprünglich 0,512 auf jetzt 0,448. Auch bei den Proxies für die Diffusionsfähigkeit macht der Ausschluss der FuE-Ausgaben offenbar einen deutlichen Unterschied. So sinkt bspw. das korrigierte Bestimmtheitsmaß des Zusammenhangs zwischen dem Faktor „Höhere Bildung“ mit der Internetnutzung gegenüber dem

Faktor „Höhere Bildung und FuE“ von 0,344 auf 0,276. Ähnliches gilt im Falle der Festnetznutzung. Eine Ausnahme bildet hier die Breitbandnutzung, wo der Faktor schon unter Berücksichtigung der FuE-Ausgaben eine eher geringe Rolle gespielt hat. Hier bleibt das korrigierte Bestimmtheitsmaß bei deren Ausschluss fast unverändert.

Einen recht geringen Unterschied macht der Ausschluss der FuE-Ausgaben aus der Betrachtung offenbar im Falle der weiteren externen Effekte – eine Ausnahme ist hier der CPI, wo der Rückgang des korrigierten Bestimmtheitsmaßes von ursprünglich 0,423 auf 0,374 durchaus deutlich ist. Interessant ist allerdings, dass der Ausschluss der FuE-Ausgaben aus der Betrachtung zu einem leichten Anstieg des Erklärungsanteils des Faktors „Höhere Bildung“ an der Frauenerwerbsquote führt. Das korrigierte Bestimmtheitsmaß steigt hier von ursprünglich 0,326 auf 0,351. Dies deutet darauf hin, dass höhere FuE-Ausgaben die Steigerung der Frauenerwerbsquote eher hemmen als begünstigen. Dies sollte zwar aufgrund der geringen Fallzahl nicht überinterpretiert werden, zumal der Anstieg nicht über die Maßen stark ist, allerdings könnten sich hier durchaus Ansatzpunkte für weitergehende Untersuchungen bieten. Klar scheint jedoch zu sein – und dies kann in Anbetracht der untersuchten Materie kaum überraschen – dass der Einfluss der „reinen“ Bildungsvariablen auf die Frauenerwerbsquote deutlich größer ist als der der FuE-Ausgaben.

Insgesamt zeigen diese Ergebnisse, dass die Tertiärbildung auch per se genommen einen deutlichen Einfluss auf die technologische Leistungsfähigkeit bzw. die Transmissionsmechanismen hat. Gleichzeitig lässt sich feststellen, dass der Einfluss der FuE-Ausgaben auf die Patentintensität und die Diffusionsfähigkeit offenbar stärker ist, als ihr Einfluss auf die externen Effekte, was an sich nicht verwundern kann.

### **5.5.5 Faktoranalyse unter Ausschluss der FuE-Ausgaben und des BIP**

In einem weiteren Schritt wurde neben den FuE-Ausgaben auch das BIP aus der Betrachtung ausgeschlossen (vgl. Tabelle 6), da auch dieses nicht den Bildungsinvestitionen zuzurechnen ist. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass das BIP in der vorliegenden Analyse eine wichtige Kontrollfunktion einnimmt und sich durch dessen Ausschluss eventuell Verzerrungen durch Scheinkorrelationen ergeben könnten.

Auch bei Ausschluss des BIP bleiben die zuvor extrahierten Faktoren erstaunlich stabil, so dass sie weiterhin sehr gut interpretierbar sind. In Tabelle 6 sind die Komponentenmatrizen mit und ohne Aufnahme des BIP gegenübergestellt und dokumentieren diese Stabilität. Die Faktoren „Höhere Bildung“ bzw. „Qualität und Quantität im Sekundarbereich“ bleiben erhalten, aus dem Faktor „Bildungsausgaben und BIP“ wird der neue Faktor „Bil-

dungsausgaben“. Auch hier ändert sich der Erklärungsanteil der drei Faktoren praktisch nicht, es werden weiterhin knapp 86% der Gesamtvarianz durch sie erklärt.

Wird nun der Einfluss der drei Faktoren auf die Technologische Leistungsfähigkeit bzw. die Transmissionsmechanismen untersucht, so kann wiederum festgestellt werden, dass sich an der ursprünglichen „Rangfolge“ der Faktoren hinsichtlich ihres Einflusses auf die einzelnen Proxies nichts ändert. Erwartungsgemäß ist jedoch der Erklärungsanteil des Faktors „Bildungsausgaben“ in den meisten Fällen geringer als der des Faktors, der zusätzlich das BIP berücksichtigt. In Bezug auf die Patentintensität ist die Abnahme sehr gering, was darin begründet liegt, dass der Einfluss dieses Faktors schon unter Berücksichtigung des BIP nicht statistisch signifikant ist.

Besonders deutlich ist der Rückgang des Erklärungsanteils dagegen im Falle der Proxies für die Diffusionsfähigkeit, allen voran der Verbreitung des Breitbandes. Hier führt der Ausschluss des BIP aus der Analyse zu einem Rückgang des korrigierten Bestimmtheitsmaßes der entsprechenden Regression von ursprünglich 0,300 auf 0,183. Ähnliche Ergebnisse erhält man für die Internetnutzung; hier sinkt das korrigierte Bestimmtheitsmaß nach Ausschluss des BIP von 0,229 auf 0,151. Auch der Erklärungsanteil des Faktors an der Zahl der Festnetzanschlüsse verringert sich deutlich, das korrigierte Bestimmtheitsmaß der entsprechenden Regression ist aber mit 0,442 nach wie vor sehr hoch. Die skizzierten Ergebnisse legen nahe, dass der relative Wohlstand eines Landes einen recht starken Einfluss auf die Verbreitung gerade neuerer Technologien hat. Gleichzeitig kann jedoch festgestellt werden, dass die Bildungsausgaben auch für sich betrachtet einen signifikanten Einfluss auf alle drei Proxies für die Diffusionsfähigkeit haben.

Eine eher untergeordnete Rolle scheint das BIP demgegenüber in Bezug auf die externen Effekte zu spielen. Weder bei der Betrachtung der Lebenserwartung in gesundem Zustand noch der Frauenerwerbsquote ist eine nennenswerte Veränderung erkennbar. Interessant ist hingegen, dass der Ausschluss des BIP aus der Betrachtung den Einfluss des Faktors „Bildungsausgaben“ auf den Corruption Perceptions Index offensichtlich verstärkt. Hier steigt das korrigierte Bestimmtheitsmaß der entsprechenden Regression deutlich von 0,311 auf 0,465. Auch wenn dieses Ergebnis aufgrund der oben beschriebenen Skalierungsprobleme dieses Indikators nicht überbewertet werden sollte, deutet doch einiges darauf hin, dass die Bildungsausgaben in Bezug auf den CPI eine wichtigere Rolle spielen als die Höhe des BIP.

Zuletzt ist festzustellen, dass der Ausschluss des BIP aus der Betrachtung und die damit verbundene Abnahme des Erklärungsanteils des Faktors „Bildungsausgaben“ dazu führen, dass der Einfluss des Faktors „Höhere Bildung“ wieder zunimmt. Die Bedeutung des Fak-

tors „Qualität und Quantität des Sekundarbereichs“ bleibt hingegen vom Ausschluss sowohl der FuE-Ausgaben als auch des BIP aus der Betrachtung weitgehend unberührt, es kommt lediglich zu geringen Veränderungen des Bestimmtheitsmaßes der entsprechenden Regressionen.

Die vorstehenden Analysen haben einerseits gezeigt, dass das BIP einen deutlichen Einfluss vor allem auf die Diffusionsfähigkeit eines Landes zu haben scheint. Andererseits lässt sich auch für die „reinen“ Bildungsvariablen in den allermeisten Fällen ein signifikanter Zusammenhang mit der Technologischen Leistungsfähigkeit bzw. den gewählten Transmissionsmechanismen nachweisen. Insgesamt hat sich das Faktorenmodell als sehr robust erwiesen, da sowohl die Faktorladungen selbst als auch deren gemeinsamer Erklärungsanteil an der Gesamtvarianz auch bei Ausschluss der FuE-Ausgaben bzw. des BIP weitgehend konstant bleiben.

## 6. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Ziel dieser Arbeit war es, den Zusammenhang zwischen Bildung und der technologischen Leistungsfähigkeit eines Landes empirisch zu untersuchen und ggf. nachzuweisen. Dabei wurde nicht nur der direkte Einfluss der Bildung auf die Innovationsfähigkeit untersucht, sondern auch eine Reihe möglicher Transmissionsmechanismen betrachtet. Darüber hinaus wurde versucht, die Bildungsqualität über verschiedene Proxies in die Betrachtung aufzunehmen.

Im Rahmen einer zunächst bivariaten Analyse, unter Kontrolle des Einflusses des BIP, konnte ein nicht unwesentlicher Zusammenhang zwischen Bildung, FuE-Ausgaben und der Innovationsfähigkeit eines Landes aufgezeigt werden. Von besonderer Bedeutung scheint dabei der Einfluss der höheren Qualifikationsniveaus ab dem Tertiärbereich, der Teilnahme an Fortbildungen und der FuE-Ausgaben zu sein, der auch dann signifikant bleibt, wenn für das BIP kontrolliert wird. Vor diesem Hintergrund ist die geringe Dynamik Deutschlands in den vergangenen 10 bis 15 Jahren hinsichtlich der Höherqualifizierung nachwachsender Generationen von erheblicher Relevanz. Dies umso mehr, als diese Dynamik in vielen anderen Industriestaaten deutlich angestiegen ist (siehe zusammenfassend Dohmen 2005b). Insgesamt kann der Zusammenhang zwischen Humankapitalbestand und technologischer Leistungsfähigkeit daher empirisch bestätigt werden.

Etwas schwieriger gestaltet sich die Identifikation eines Zusammenhangs zwischen den Transmissionsmechanismen „Diffusionsfähigkeit“ bzw. externe Effekte und der technologischen Leistungsfähigkeit. Zwar lässt sich in den meisten Fällen ein erheblicher, d.h. signi-

fikanter Zusammenhang zwischen Tertiärbildung und FuE und Diffusionsfähigkeit bzw. den externen Effekten nachweisen, nicht aber ein Zusammenhang dieser Größen mit der Patentintensität. Der Transmissionsmechanismus kann hier nur für die Zahl der Festnetzanschlüsse und den Corruptions Perception Index vollständig nachvollzogen werden.

Wichtig ist aber auch hier der deutliche Zusammenhang zwischen Tertiärbildung und der Diffusion neuer, innovativer Technologien, wie etwa dem Breitband. Hier zeigt sich, dass sich diese Technologien in Ländern mit einem höheren Qualifikationsniveau deutlich schneller verbreiten als in anderen Ländern. Dies deutet darauf hin, dass sich die festgestellte Diffusionsschwäche in der vergleichsweise geringen Quote an tertiär Ausgebildeten manifestiert. Dies gilt etwas schwächer auch bezüglich der Verbreitung des Internets. Umgekehrt besteht bei älteren Technologien, wie etwa dem Telefon, ein starker Zusammenhang zur sekundären Bildung.

Bei aller gebotenen Vorsicht hinsichtlich der Operationalisierung der Bildungsqualität für die angestellten Betrachtungen ergeben sich dennoch Hinweise auf einen gewissen Einfluss der Bildungsqualität auf die technologische Leistungsfähigkeit. Dieser fällt im Falle der Diffusionsfähigkeit besonders deutlich aus.

Die anschließende multivariate Analyse zeigte, dass vor allem der Faktor „Höhere Bildungsabschlüsse und FuE“ sowohl die technologische Leistungsfähigkeit als auch die Transmissionsmechanismen Diffusion und „weiche“ Faktoren beeinflusst. Eliminiert man einen Ausreißer, dann spricht – bei der gebotenen Vorsicht aufgrund der Schwierigkeiten bei der sachgerechten Operationalisierung – auch einiges dafür, dass der Faktor „Qualität und Quantität im Sekundarbereich“ einen positiven Einfluss auf die technologische Leistungsfähigkeit haben dürfte, während der Faktor „Bildungsausgaben und BIP“ von untergeordneter Bedeutung zu sein scheint.

Ein vergleichbares Bild ergibt sich auch hinsichtlich der Diffusion. Auch hier kommt dem Faktor „Höhere Bildungsabschlüsse und FuE“ eine große Bedeutung für die Verbreitung neuer Technologien zu. Auch der Faktor „Bildungsausgaben und BIP“ spielt eine nicht unwesentliche Rolle. Der Faktor „Qualität und Quantität des Sekundarbereichs“ scheint hier hingegen eine untergeordnete Bedeutung zu haben.

Bezogen auf die weichen Faktoren (Gesundheit, Korruption) spielt der Faktor „BIP und Bildungsausgaben“ für die Gesundheit und gemeinsam mit dem Faktor „Höhere Bildung und FuE“ auf die Korruption die wesentliche Rolle.

Betrachtet man die Erwerbsquote von Frauen, dann scheint diese in etwa gleichermaßen durch die Faktoren „Höhere Bildung und FuE“ und „Qualität und Quantität im Sekundarbereich“ beeinflusst zu werden, die insgesamt 68 Prozent der Gesamtvarianz erklären.

Dies bedeutet zusammenfassend, dass es einen sehr starken Zusammenhang zwischen höherer Bildung und Forschung und Entwicklung und der technologischen Leistungsfähigkeit und der Diffusion neuer, innovativer Technologien gibt. Dieser Zusammenhang lässt sich – wenn auch in abgeschwächter Form – auch dann noch nachweisen, wenn die FuE-Ausgaben und das BIP aus der Analyse ausgeschlossen und also die „reinen“ Bildungsvariablen betrachtet werden. Die bereits häufiger konstatierte Diffusionsschwäche dürfte demnach erheblich durch die weitgehende Bildungsstagnation sowie die international durchschnittliche Qualität des Bildungssystems, wie sie etwa durch PISA deutlich wurde, bedingt werden.

Aus diesen Ergebnissen leiten sich unmittelbare bildungspolitische Implikationen ab. Einerseits sind verstärkte Investitionen in tertiäre Bildung, und als Voraussetzung dafür, in die Qualität vorgelagerter Bildungsbereiche dringend erforderlich, um die technologische Leistungsfähigkeit und das wirtschaftliche Wachstum, das auch durch die Diffusion neuer Technologien beeinflusst wird, zu begünstigen. Vor diesem Hintergrund ist der Vorsatz der Bundesregierung, die FuE-Ausgaben auf drei Prozent des BIP zu erhöhen, deutlich zu unterstützen. Wichtig sind jedoch ergänzende Investitionen zum Ausbau des Hochschulsystems und zur Steigerung der Akademikerquote. Diese Investitionen werden sich mittelfristig ebenso amortisieren wie die in die vorgelagerten Bildungsbereiche, die eine notwendige, aber keineswegs hinreichende Voraussetzung für die Stärkung des Wirtschafts- und Technologiestandorts Deutschland sind.

## 7. Literatur

- Aghion, Philippe, Leah Boustan, Caroline Hoxby, Jerome Vandenbussche (2005): Exploiting States' Mistakes to Identify the Causal Impact of Higher Education on Growth.
- An, C., R. Haveman, B. Wolfe (1993): Teen Out-of-Wedlock Births and Welfare Receipt. The Role of Childhood Events and Economic Circumstances, in: *Review of Economics and Statistics*, 75(2), S. 195–208.
- Arendt, Jacob Nielsen (2005): Dose education cause better health) A panel adata analysis using scholl reforms for identification, in Elchan Cohn (Hrsg.): *Economics of Education Review*, Volume 24, Number 2 April 2005, Amsterdam, Boston, Jena et al., S. 149-160
- Backhaus, Klaus, Bernd Erichson, Wulff Plinke, Rolf Weiber (2003): *Multivariate Analyse*. 10. Auflage, Berlin usw.
- Barro, Robert J. (1991): Economic Growth in a Cross Section of Countries, in: *The Quarterly Journal of Economic*, Number 2, S. 407-443.
- Barro, Robert J. (2001): Human Capital and Growth, in: *The American Economic Review*, Volume 91, Number 2, Mai, S. 12-17.
- Barro, Robert J. Xavier Sala-i-Martin, (1995): *Economic Growth*, McGraw-Hill, New York et al.
- Becker, Gary (1964/1993): *Human Capital. A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*, Dritte Auflage, University of Chicago Press, Chicago und London.
- Becker, Rolf (2000), *Studierbereitschaft und Wahl von ingenieurwissenschaftlichen Studienfächern*, Discussion Paper FS I 00-210, Technische Universität Dresden.
- Belitz, Heike (2004): *Forschung und Entwicklung multinationaler Unternehmen im internationalen Vergleich*, in: Harald Legler, Christoph Grenzmann (Hrsg.): *Materialien zur Wirtschaftsstatistik 13. Forschung und Entwicklung in der deutschen Wirtschaft. Statistik und Analysen*, Essen, S. 79-88..
- Bender, Dieter et al (1988): *Vahlens Kompendium der Wirtschaftstheorie und Wirtschaftspolitik*, 3. Auflage, München.
- Benhabib, Jess/ Mark M. Spiegel (2003): *Human Capital and Technology Diffusion*. Development Research Institute Working Paper Series No 3, New York.
- Bennel, Paul (1996): Rates of Returns to Education: Does the Conventional Pattern Prevail in Sub-Saharan Africa?, in: *World Development*, Vol 24, S. 183-199.
- Betts, Julian R. (19999): *Returns to Quality of Education*. Economics of Education Theamtik Group. The World Bank. Fundtselle: <http://www.worldbank.org/education/economicsed/research/econseries/betts.htm> (eingesehen am 19.09.2005).
- Billerbeck, Klaus (1968): *Kosten-Ertrags-Analyse*, Berlin.
- Blaug, Mark (1976): The Empirical Status of Human Capital Theory: A Slightly Jaundiced Survey, in: *Journal of Economic Literature*, 14, S. 827-855.

Bodenhöfer, Hans-Joachim, Monika Riedel (1997): Bildung und Wirtschaftswachstum – Alte und neue Ansätze, in: von Robert K. Weizsäcker (Hrsg.): Schriften des Vereins für Socialpolitik, Band 258. Bildung und Wirtschaftswachstum, S. 11-47.

Bomdsdorf, Clemens (2005): Norwegen will Wohlfahrtsstaat ausbauen, in: Netzeitung vom 08.09.2005, Fundstellen <http://www.netzeitung.de/ausland7356750.html>, eingesehen am 12.09.2005

Bos, Wilfried (2005): Qualität schulischer Arbeit, in: Bertelsmann Stiftung (Hrsg.) forum 2/2005, S.23-24.

Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK, 2001): Zukunft von Bildung und Arbeit Perspektiven von Arbeitskräftebedarf und –angebot bis 2015. Bericht der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK) an die Regierungschefs von Bund und Ländern, Bonn.

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF, Hrsg., 1994): Grund- und Strukturdaten 1994/1995, Bonn.

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF, Hrsg., 1995): Grund- und Strukturdaten 1995/1996, Bonn.

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF, Hrsg., 1996): Grund- und Strukturdaten 1996/1997, Bonn.

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF, Hrsg., 1997): Grund- und Strukturdaten 1997/1998, Bonn.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, Hrsg., 2000): Grund- und Strukturdaten 1999/2000, Bonn.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, Hrsg., 2001): Grund- und Strukturdaten 2000/2001, Bonn.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, Hrsg., 2002): Grund- und Strukturdaten 2001/2002, Bonn.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, Hrsg., 2003): Innovationsindikatoren zur Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Bericht im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung zur Verwendung im Bundesforschungsbericht 2004. Vorgelegt durch die Arbeitsgruppe Innovationsindikatoren, Berlin.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, Hrsg., 2004a): Die wirtschaftliche und soziale Lage der Studierenden in der Bundesrepublik Deutschland 2003. 17. Sozialerhebung des Deutschen Studentenwerks durchgeführt durch HIS Hochschul-Informationssystem, Bonn und Berlin.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, Hrsg., 2004b): Grund- und Strukturdaten 2003/2004, Bonn und Berlin.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, Hrsg., 2004c): Bundesbericht Forschung 2004, Bonn und Berlin.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, Hrsg., 2005): Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2005, Bonn und Berlin.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, Hrsg., 2006): Berichtssystem Weiterbildung IX. Integrierter Gesamtbericht zur Weiterbildungssituation in Deutschland, Bonn und Berlin.

Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB, Hrsg., 2005): Brief Nr. 28, Juni, Berlin.

Caselli, Francesco, Wilbur John Coleman: Cross-Country Technology Diffusion: The Case of Computers, in: the American Economic Review, Volume 91, Number 2, Mai, S. 328-335.

Cessaratto, Sergio (1999): Savings and economic growth in neoclassical theory, in: Cambridge Journal of Economics, Vol. 23, S. 771-793.

Commission of the European Communities (2004): Commission Staff Working Document. Benchmarking Enterprise Policy: Results from the 2004 Scoreboard, Brüssel.

Cottrell, Allin (2003): Notes on Mankiw, Romer and Weil, Fundstelle: <http://www.ecn.wfu.edu/~cottrell/ecn297/mrw-note.pdf> (eingesehen am 13.10.2005).

Credit Suisse (Hrsg., 2001): Bildungspolitik als Schlüsselfaktor der Wissensgesellschaft. Economic Briefing Nr. 24, Zürich.

De la Fuente, Ángel, Antonio Ciccone (2002): Human capital in a global and knowledge-based economy. Final Report. European Commission, Directorate-General for Employment and Social Affairs, Brüssel.

De la Viesca, Jaime Rojo (1999): Ein Blick auf die Beziehung zwischen Humankapital und Wirtschaftswachstum, in: The IPTS Report Nr. 37, September 1999, Sevilla, S. 19-26.

Dehio, Jochen, Dirk Engel, Rainer Graskamp, Michael, Rothgang (2005): Beschäftigungswirkungen von Forschung und Innovation. RWI-Projektbericht, Essen.

Dohmen, Dieter (1999): Ausbildungskosten, Ausbildungsförderung und Familienlastenausgleich. Eine ökonomische Analyse unter Berücksichtigung rechtlicher Rahmenbedingungen, Duncker & Humblot, Berlin.

Dohmen, Dieter (2005a): Kosten und Nutzen eines Gütesiegels für Kindertageseinrichtungen. Studie im Auftrag des Deutschen Jugendinstituts, Köln.

Dohmen, Dieter (2005b): Deutschlands Bildungssystem im internationalen Vergleich vor dem Hintergrund der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Auswertung der OECD-Studie „Bildung auf einen Blick 2004“. Studie für den Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2-2005 im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, Köln.

Dohmen, Dieter (2005c): Zum volkswirtschaftlichen Schaden der vorschulischen Förderung in Deutschland oder warum die Frühförderung im demografischen Wandel an Bedeutung gewinnt. Beitrag zum Band „Weißbuch – Wachstum durch Bildung – Chancen für die Zukunft nutzen von Daniel Dettling und Christof Prechtel, Köln.

Dohmen, Dieter, Andreas Ammermüller (2004): Private und soziale Erträge von Bildungsinvestitionen. Studie zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands Nr. 1-2004 im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung, Köln.

Dohmen, Dieter, Michael Hoi (2004): Bildungsausgaben in Deutschland – eine erweiterte Konzeption des Bildungsbudgets, Köln.

Drewello, Hansjörg, Ulrich G. Wurzel (2002): Humankapital und innovative regionale Netzwerke – Theoretischer Hintergrund und empirische Untersuchungsergebnisse, Berlin.

Egel, Jürgen, Christoph Heine (Hrsg., 2005): Indikatoren zur Ausbildung im Hochschulbereich. Studien zum Innovationssystem Deutschlands Nr. 4-2005, Mannheim und Hannover.

- Erikson, R., J. Jonsson, (Hrsg., 1996): Can education be equalized?, Boulder, Westview.
- Ewerhart, Georg (2003): Ausreichende Bildungsinvestitionen in Deutschland? Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit, Nürnberg.
- Felderer, Bernhard, Stefan Homburg (1999): Makroökonomik und neue Makroökonomik, 7. Auflage, Berlin et al.
- Florax, Raymond J.G.M., Henri L. F. de Groot, Reinout Heijungs (2002): The Empirical Economic Groth Literature: Robustness, Significance and Size, Amsterdam.
- Graff, Michael (2002) KOF-Arbeitspapiere/Working Papers. Hochschulbildung und Wirtschaftswachstum: Neue empirische Ergebnisse, Zürich.
- Greenwood, Jeremy, Ananth Seshadri, Guillaume Vandenbroucke (2005): The Baby Boom and Baby Bust, in: The American Economic Review, Volume 95, Number 1, März, S. 183-207.
- Gries, Thomas (1995): Wachstum, Humankapital und die Dynamik der komperativen Vorteile, J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), Tübingen.
- Grömling, Michael (2003): Globalisierungstendenzen der deutschen Wirtschaft – was ist messbar? Vortrag im Rahmen des 12. Wissenschaftlichen Kolloquiums des Statistischen Bundesamtes „Ökonomische Leistungsfähigkeit Deutschlands – Bestandsaufnahme und statistische Messung im internationalen Vergleich“ am 20. und 21. November 2003 in Wiesbaden. Fundstelle: <http://kolloq.destatis.de/2003/groemling.pdf> (eingesehen am 15.07.2005).
- Grubb, W. Norton (1997): The Returns to Education in the Sub-Baccalaureate Labor Market 1984-1990, in: Economics of Education Review, Vol. 16, S. 231-245.
- Gundlach, Erich, Ludger Wößmann (2003): Bildungsressourcen, Bildungsinstitutionen und Bildungsqualität: Makroökonomische Relevanz und mikroökonomische Evidenz, Kiel.
- Hahlen, Johann (2004): Pressekonferenz „Krankheitskosten in Deutschland im Jahr 2002“. Statement von Präsident Johann Hahlen. Fundstelle: [http://www.destatis.de/presse/deutsch/pk/2004/Krankheitskosten\\_stat-hahlen.htm](http://www.destatis.de/presse/deutsch/pk/2004/Krankheitskosten_stat-hahlen.htm) (eingesehen am 19.07.2005).
- Hanushek, Eric A. (2002a): The Long Run Importance of School Quality, Stanford.
- Hanushek, Eric A. (2002b): Publicity Provided Education. NBER Working Paper 8799,
- Hamermesh, D.S. (1986): The Demand for Labor in the Long Run, in: Ashenfelter, Orley/Layard, Richard: Handbook of Labor Economics, North Holland, S. 429-473.
- Haveman, Robert, Barabara Wolfe, (2000), Accounting for the Social and non-Market Benefits of Education, in Helliwell, J. (Hrsg): The Contribution of Human and Social Capital to Sustained Economic Growth and Well-Being: International Symposium Report, OECD and HRDC, 221–250.
- Haveman, Robert, Barbara Wolfe (o.J.): Accounting for the Social and non-Market Benefits of Education, Quelle: <http://www.oecd.org/dataoecd/5/19/1825109.pdf> (eingesehen am 27.06.2005).
- Heine, Christoph, Heike Spangenberg, Dieter Sommer (2005): Studienberechtigte 2004 - Erste Schritte in Studium und Berufsausbildung. Vorauswertung der Befragung der Studienberechtigten 2004 ein halbes Jahr nach Schulabgang im Zeitvergleich, Hochschul-Informationen-System, Hannover.

- Himpele, Klemens (2004): Über Studiengebühren und ihre Erscheinungsformen, in: Forum Recht 2/2004: freie Leere. Bildung für den Wettbewerb, S. 42-44.
- Hofmann, Antje (2001): Humankapital als Standortfaktor – Volkswirtschaftliche Betrachtungsweisen, Shaker Verlag, Aachen.
- Holtzmann, Hans-Dieter (1994): Öffentliche Finanzierung der Hochschulausgaben in der Bundesrepublik Deutschland – Verteilungseffekte, allokativen Folgen und Reformbedarf, in: Karl-Dieter Gröske (Hrsg.): Forum Finanzwissenschaft, Band 5, Nürnberg.
- Homburg, Stefan (1995): Humankapital und endogenes Wachstum, in: Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (ZWS) 115, S. 339-366, Berlin.
- Husz, Martin (1998): Human Capital, Endogenous Growth, and Government Policy, Peter Lang, Frankfurt am Main et al.
- Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit (IAB, 2005b): IAB Kurbericht Nr. 9/13.6.2005: Höhere Bildung schützt auch in der Krise vor Arbeitslosigkeit, Nürnberg.
- Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit (IAB, 2005c): Qualifikationsspezifische Arbeitslosigkeit insgesamt in Prozent, URL: [http://doku.iab.de/kurzber/2005/kb0905\\_anhang.pdf](http://doku.iab.de/kurzber/2005/kb0905_anhang.pdf) (eingesehen am 24.06.2005).
- Jaich, Roman (2004): Tageseinrichtungen für Kinder: Individueller und gesellschaftlicher Nutzen sowie Finanzierungsmodelle, in: Dominik Haubner, Erika Mezger, Hermann Schwengel (Hrsg.): Wissensgesellschaft, Verteilungskonflikte und strategische Akteure, Marburg, S. 113-130.
- Janssen, Jürgen, Wilfried Laatz: Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows, Springer-Verlag, Heidelberg.
- Kamaras, Endre (2003): Humankapital. Grund des Wachstums?, Tectum-Verlag, Marburg.
- Kettner, Anja, Eugen Spitznagel (2005): IAB Kurbericht. Aktuelle Analysen aus dem Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit, Ausgabe Nr. 6 / 2005, Nürnberg.
- Klös, Hans-Peter, Axel Plünnecke, (2003): Bildung in Deutschland: eine bildungsökonomische Einordnung, in: Hans-Peter Klös, Reinhold Weiß (Hrsg.): BildungsBenchmarking Deutschland. Was macht ein effizientes Bildungssystem aus?, Köln, S. 17-42.
- Klös, Hans-Peter, Reinhold Weiß (2003, Hrsg.): Bildungs-Benchmarking Deutschland. Was macht ein effizientes Bildungssystem aus?, Köln.
- Krelle, Wilhelm (1985): Theorie des wirtschaftlichen Wachstums, Springer-Verlag, Berlin et al.
- Kuna, Walter (1980): Hochschulfinanzierung – ein alternatives Modell, Weinheim.
- Legler, Harald, Miriam Beise et al. (2000): Innovationsstandort Deutschland. Chancen und Herausforderungen im internationalen Wettbewerb. Verlag moderne Industrie, Landsberg am Lech.
- Legler, Harald, Christoph Grenzmann (2004): Zusammenfassende Einführung, in: Harald Legler, Christoph Grenzmann (Hrsg.): Materialien zur Wirtschaftsstatistik 13. Forschung und Entwicklung in der deutschen Wirtschaft. Statistik und Analysen, Essen, S. 1-5.
- Lucas, Robert E. (1988): On the mechanics of economic development, in: Journal of Monetary Economics, Vol. 22 (1), S. 3-22.

- Mankiw, N. Gregory, David Romer, David N. Weil (1992): A Contribution to the Empirics of Economic Growth, in: The Quarterly Journal of Economics, Mai 1992, S. 407-437.
- Marshall, Alfred (1890/1922): Principles of Economics. An Introductory Volume, Achte Auflage, Macmillan, London.
- McMahon, Walter W. (1995): Consumption Benefits of Education, in: Carnoy, Martin (Ed.): Internationale Encyclopedia of Economics of Education, 2. Auflage, Oxford.
- McMahon, Walter W. (1999): Education and Development. Measuring the Social Benefits, Oxford University Press.
- Mincer, Jacob (1974): Schooling, Experience, and Earnings, National Bureau of Economic Research, New York.
- Moretti, Enrico (2002): Estimating the Social Return to Higher Education: Evidence from Longitudinal and Repeated Cross-Sectional Data. NBER Working Paper 9108, Cambridge.
- Müller, Werner (2000): Das Sofortprogramm zur Deckung des IT-Fachkräftebedarfs, in: Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv (HWWA, Hrsg.): Wirtschaftsdienst. Zeitschrift für Wirtschaftspolitik, 80. Jahrgang, Heft 4 April 2000, Baden-Baden, S. 199-201.
- Nickel, S.J. (1986): Dynamic Model of Labor Demand, in: Ashenfelter, Orley/Layard, Richard: Handbook of Labor Economics, Volume I, North Holland et al., S. 473-522.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 1992): Education at a Glance. OECD Indicators, Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 1993): Bildung kompakt. OECD-Indikatoren, Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 1995): Bildung kompakt. OECD-Indikatoren, Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 1996): Bildung auf einen Blick, OECD-Indikatoren, Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 1997): Bildung auf einen Blick, OECD-Indikatoren, Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 1998): Bildung auf einen Blick, OECD-Indikatoren, Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 1999a): Classifying Educational Programmes. Manual for ISCED-97 Implementation in OECD Countries. 1999 Edition. Fundstelle: <http://www.oecd.org/dataoecd/41/42/1841854.pdf> (eingesehen am 01.07.2005).
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2000a): Education at a Glance. OECD Indicators. Education and Skills, Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2000b): OECD in Figures – Statistics on the Member Countries, 2000 Edition, 1<sup>st</sup> supplement to the OECD Observer, Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2001a): PISA 2000, Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich, Leske und Budrich, Opladen.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2001b): Bildung auf einen Blick. OECD-Indikatoren. Ausbildung und Kompetenzen, Paris.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2001c): OECD in Figures – Statistics on the Member Countries, 2001 Edition, 1<sup>st</sup> supplement to the OECD Observer, Paris.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2001d): Main Science and Technology Indicators, Volume 2001, Issue 2, 2005, Paris..

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2002a), Investment in Human Capital Through Post-Compulsory Education and Training: Selected Efficiency and Equity Aspects, Economics Department Working Paper No. 333, Paris.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2002b): Bildung auf einen Blick. OECD-Indikatoren, Paris.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2002c): OECD in Figures – Statistics on the Member Countries, 2002 Edition, 1<sup>st</sup> supplement to the OECD Observer, Paris.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2004a): Understanding Economic Growth. A Macro-level, Industry-level, and Firm-level Perspective. Summary in German, Multilingual Summeries, o.O.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2004b): Education at a glance, Tabelle B 1.6, Fundstelle <http://www.oecd.org/dataoecd/50/23/33670844.xls> (eingesehen am 29.06.2005)

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2004c): Bildung auf einen Blick. OECD-Indikatoren, Paris.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2004d): Programme for International Student Assessment. Learning for Tomorrow's World. First Results from PISA 2003, Paris.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2004e): OECD in Figures – Statistics on the Member Countries, 2004 Edition, 1<sup>st</sup> supplement to the OECD Observer, Paris.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2005a): OECD Factbook 2005. Economic, Environmental and Social Statistics, Fundstelle: <http://miranda.sourceoecd.org/vl=1142286/cl=17/nw=1/rpsv/factbook/08-02-01.htm> (eingesehen am 22.06.2005).

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2005b): Bildung auf einen Blick. OECD-Indikatoren, Paris.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2005c): Science and technology - research and development (R&D) - expenditure an R&D, Fundstelle: <http://miranda.sourceoecd.org/v1=559191/c1=51/nw=1/rpsv/factbook/06-01-01t01.xls>

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2005d): OECD in Figures – Statistics on the Member Countries, 2005 Edition, 1<sup>st</sup> supplement to the OECD Observer, Paris.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2005e): Main Science and Technology Indicators, Volume 2005, Issue 2, 2005, Paris..

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, o.J.a): GDP per hour worked, Fundstelle <http://www.oecd.org/dataoecd/30/14/29861140.xls> (eingesehen am 29.06.2005).

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, o.J.b): GDP per Capita, Fundstelle <http://www.oecd.org/dataoecd/55/60/33747039.pdf> (eingesehen am 29.06.2005).

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, o.J.c): Total public expenditure on education, Fundstelle: <http://www.oecd.org/dataoecd/62/19/33671010.xls> (eingesehen am 07.07.2005).

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, o.J.d): Relative proportions of public and private expenditure on educational institutions for all levels of education (1995, 2001), Fundstelle: <http://www.oecd.org/dataoecd/62/20/33670986.xls> (eingesehen am 07.07.2005).

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, o.J.e): Growth of Gross Domestic Product, in per cent, Fundstelle: ''  
<http://www.oecd.org/dataoecd/30/12/29859992.xls> (eingesehen am 26.09.2005).

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, o.J.f):  
[http://www.oecd.org/document/60/0,2340,en\\_2825\\_495656\\_2496764\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html#data2004](http://www.oecd.org/document/60/0,2340,en_2825_495656_2496764_1_1_1_1,00.html#data2004) (eingesehen am 18.10.2005).

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD o.J.g): OECD Broadband Statistics  
[http://www.oecd.org/document/60/0,2340,en\\_2825\\_495656\\_2496764\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html#data2004](http://www.oecd.org/document/60/0,2340,en_2825_495656_2496764_1_1_1_1,00.html#data2004) (eingesehen am 26.04.2006)

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD o.J.h): OECD Estimates for Labour Productivity  
<http://www.oecd.org/dataoecd/28/17/36396820.xls> (eingesehen am 26.04.2006)

Osberg, Lars, Andrew Sharpe (2000): Comparison of Trends in GDP and Economic Well-being – the impact of Social Capital. Paper to be presented at Symposium on the Contribution of Human and Social Capital to Sustained Economic Growth and Well Being, Quebec, March 20, 2000.

Previdoli-Seiler, Pascal (1999): Technischer Fortschritt in einem berechenbaren allgemeinen Gleichgewichtsmodell mit Anwendungen auf den Bildungs- und Elektrizitätsmarkt, Verlag Paul Haupt, Bern, Stuttgart und Wien.

Psacharopoulos, George (1981): Returns to Education. A Further International Update and Implications, in: *Journal of Human Resources*, 20 (4), S. 583-604.

Psacharopoulos, George (1994): Returns on Investments in Education: A Global Update, in: *World Development*, Vol. 22, S. 1325-1343.

Psacharopoulos, George (1996): A Reply to Bennel, in: *World Development*, Vol. 24, S. 201.

Psacharopoulos, George, Harry A.Patrinis (2004): Human Capital and rates of return, in: Geraint Johnes, Jill Johnes (Ed.): *International Handbook on the Economics of Education*, Edward Elgar Publishing Ltd., Cheltenham und Northampton, S. 1-57.

Reinberg, Alexander, Markus Hummel (2001): Die Entwicklung im deutschen Bildungssystem vor dem Hintergrund des qualifikatorischen Strukturwandels auf dem Arbeitsmarkt, in: Alexander Reinberg (Hrsg.) *Arbeitsmarktrelevante Aspekte der Bildungspolitik*. Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit, Nürnberg, S. 1-62.

Romer, Paul (1986): Increasing returns on a long-run growth, in: *Journal of Political Economy*, 94, S. 1002-1037.

Rose, Gabriele, Volker Treier, (2005): *FuE-Verlagerung: Innovationsstandort Deutschland auf dem Prüfstand*. DIHK-Studie auf Basis einer Unternehmensbefragung durch die Industrie- und Handelskammern. Herausgegeben vom Deutschen Industrie- und Handelskammertag (DIHK), Berlin und Brüssel.

Schäper, Christiane (2002): *Einkommensverteilung, Bildungspolitik und Wirtschaftswachstum*. Theoretische und empirische Analysen wechselseitiger Zusammenhänge, Peter Lang, Frankfurt am Main et al.

Schettkat, Ronald (2002): *Bildung und Wirtschaftswachstum*, in: Allmendiger, Jutta/ Buttler, Friedrich et al (Hrsg.): *Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung*, 35. Jahrgang, Stuttgart usw., S. 616-627.

Schulmeister, Stephan (o.J.): Die „ausgeblendeten“ Ursachen der deutschen Wirtschaftskrise – Ein Vergleich der Entwicklungen seit 1991 in den USA, in Deutschland und in der übrigen Eurozone, Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Wien.

Schultz, Theodore W. (1961): *Investment in Human Capital*, in: *The American Economic Review*, 51 (1), S. 1-17.

Schumpeter, Joseph A. (1934): *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung: Eine Untersuchung über Unnehmensgewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus*, Berlin

Schweinhart, L., (2004), *David Weikart's Legacy – The High/Scope Perry Preschool Study to Age 40*, mimeo ([www.highscope.org](http://www.highscope.org)), Ypsilanti.

Sianesi, Barbara, John van Reenen, (2002): *The Returns to Education: A Review of the Empirical Macro-Economic Literature*, London

Smith, Adam (1993): *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, Oxford University Press, Oxford u.a., 1. Auflage von 1776.

Solow, Robert M. (1956): *Contribution to the Theory of Economic Growth*, in: *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70

Spence, M. (1973): *Job Market Signaling*, in: *Quarterly Journal of Economics*, 87, S. 355-374.

Stanovnik, Tine (1997): *The Returns to Education in Slovenia*, in: *Economics of Education Review*, Vol. 16, S. 443-449.

Statistisches Bundesamt (o.J.a): *Bestandene Prüfungen insgesamt in Deutschland*, Fundstelle: <http://www.destatis.de/indicators/d/lrbil11ad.htm> (eingesehen am 05.07.2005).

Statistisches Bundesamt (o.J.b): *Gesamtentwicklung des deutschen Außenhandels*. Fundstelle: <http://www.destatis.de/download/d/aussh/gesamtentwicklung04.pdf> (eingesehen am 15.07.2005).

Statistisches Bundesamt (o.J.c): *Bruttoinlandsprodukt, Bruttonationaleinkommen, Volkseinkommen ab 1950*, Fundstelle: <http://www.destatis.de/download/d/vgr/biplangereihe.xls> (eingesehen am 13.09.2005).

Stanat, Artelt et al. (2002): *PISA 2000: Die Studie im Überblick. Grundlagen, Methoden und Ergebnisse*, 2002 Berlin.

Stiglitz, Joseph E., Andrew Weiss, (1981): *Credit Rationing in Markets with Imperfect Information*, in: *American Economic Review*, 71, S.393-410.

- Stihl, Hans Peter (2000): Wird Deutschland ein Einwanderungsland? , in: Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv (HWWA, Hrsg.): Wirtschaftsdienst. Zeitschrift für Wirtschaftspolitik, 80. Jahrgang, Heft 4 April 2000, Baden-Baden, S. 201-204.
- Stobbe, Alfred (1983): Volkswirtschaftslehre II, Mikroökonomik, Springer-Verlag, Berlin et al.
- Teichmann, Ulrich (1987): Grundlagen der Wachstumspolitik, Verlag Vahlen, München.
- Temple, Jonathan (2001): Growth Effects of Education and Social Capital in the OECD Countries, in: OECD Economic Studies No. 33, 2001/II, S. 57-101.
- Thurow, L. (1970): Investment in Human Capital, Wadsworth, Belmont, California.
- Transparency International (2005): Transparency International Corruption Perceptions Index 2005, Presseerklärung vom 18. Oktober 2005, Berlin.
- Transparency International (o.J.): Daten zum Korruptionsindex für die Jahre 1998 und 2003, Fundstelle: <http://www.transparency.de/> (eingesehen am 26.04.2006).
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD, 2005): World Investment Report 2005. Transnational Corporations and the Internalization of R&D, New York und Genf.
- United Nations Development Programme (2000): Human Development Report 2005, Statistische Daten, Fundstelle: [http://hdr.undp.org/statistics/data/excel/hdr05\\_indicators.zip](http://hdr.undp.org/statistics/data/excel/hdr05_indicators.zip) (eingesehen am 27.09.2005).
- United Nations Development Programme (2005): Human Development Report 2005, Statistische Daten, Fundstelle: [http://hdr.undp.org/statistics/data/excel/hdr05\\_indicators.zip](http://hdr.undp.org/statistics/data/excel/hdr05_indicators.zip) (eingesehen am 27.09.2005).
- Van der Pas (2004): Begrüßung durch die GD Bildung und Kultur der Europäischen Kommission, in: Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): Investitionsgut Bildung, Bonn und Berlin, S. 5-6.
- Van Stel, Andre, Henry Nieuwenhuijsen (2002): Knowledge Spillovers and Economic Growth: an empirical analysis for the Netherlands, Amsterdam.
- Varian, Hal R. (1989): Mikroökonomie, 2. Auflage, Oldenbourg-Verlag, München und Wien.
- Vereinigte Dienstleistungsgewerkschaft (Ver.di, 2005a): Wieder Exportweltmeister. Wirtschaftspolitik aktuell vom 11. April 2005, Berlin.
- Vereinigte Dienstleistungsgewerkschaft (Ver.di, 2005b): Wirtschaftspolitische Informationen 6/2005: Exportweltmeister – keine Basarökonomie, Berlin.
- Vila, Luis E. (2000): The Non-monetary Benefits of Education, in: European Journal of Education, Vol. 35, No. 1, S. 21-32.
- Weber, Axel (1998): Humankapital, Schulbildung und Wirtschaftswachstum: Eine kritische Betrachtung der Literatur, in: von Robert K. Weiszäcker. (Hrsg.): Schriften des Vereins für Socialpolitik, Band 258. Bildung und Wirtschaftswachstum, S. 49-76.
- Weber, B. (2001): The Link between Returns to Education and Unemployment – Evidence for 14 European Countries, University of Berne Working Paper.
- Weißhuhn, Gernot (1977): Sozioökonomische Analyse von Bildungs- und Ausbildungsaktivitäten, Berlin.
- Weltbank (2000): The Quality of Growth, Oxford University Press.

- Wiedenbeck, Michael, Cornelia Züll (2001): Klassifikation mit Clusteranalyse: Grundlegende Techniken hierarchischer und K-means-Verfahren, Mannheim.
- Wiese, Harald (2005): Wachstumstheorie, Berlin et al.
- Wilson, Rob A., Geoff Briscoe (2004): The impact of human capital on economic growth: a review, in: P. Descy, M. Tessarin (Hrsg.): Impact of education and training. Third report on vocational training research in Europe: background report. Office for Official Publications of the European Communities (Cedefop Reference series, 54), Luxemburg, S. 9-70.
- Wirtschaftskammer Österreichs (WKÖ) (o.J): Lohnstückkosten im EU-Vergleich, Tabelle 21, Fundstelle: <http://wko.at/statistik/eu/europa-lohnstueckkosten.pdf> (eingesehen am 15.07.2005).
- Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliches Institut (WSI) der Hans Böckler Stiftung (2005): Reallohnentwicklung: Deutschland hat die rote Laterne. Pressemitteilung vom 13.06.2005.
- Wisemann, Michael (2005): SPSS Special Topics 6/2005: Lineare Regression, Leibniz-Rechenzentrum München. Fundstelle: <http://www.lrz-muenchen.de/services/schulung/unterlagen/regression/>
- World Health Organization (WHO 2000): World Health Report 2000; Health Systems: Improving Performance, Juni 2000, Genf.
- Wöhlbier, Florian (2002): Humankapitalbildung und Beschäftigung. Eine finanzpolitische Analyse, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- Wößmann, Ludger (2004): Was macht die Bildungsökonomik, und warum Human „kapital“?, in: Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): Investitionsgut Bildung, Bonn und Berlin, S. 7-10.
- Yamada, T., T. Yamada, J. Kang. (1991): Crime Rates versus Labour Market Conditions: Theory and Time-Series Evidence, NBER Working Paper 3801, Cambridge.
- Young, A. (1995): The tyranny of numbers: confronting the statistical realities of the East Asian growth experience, in: Quarterly Journal of Economics 110(3), S. 641-680
- Zinn, Karl Georg (1998): Makroökonomie. Einführung in die Einkommens- und Beschäftigungstheorie. Unter Mitarbeit von Norbert Reuter, Aachen.
- Zinn, Karl Georg (2002) Konjunktur und Wachstum, Aachen.

## 8. Tabellenanhang

Im Folgenden sind die verwendeten für die Indikatoren verwendeten Daten samt Quellenangaben dargestellt.

Land	BIP je Einwohner 1998	Produktivität je Arbeitsstunde	Anzahl der Triadepatente 2003	Bildungsausgaben im Sekundarbereich 1998	Bildungsausgaben im Tertiärbereich 1998	Abschlussquote mind. Sekundarstufe 2 1998	Abschlussquote mind. Sekundarstufe 2 1998	Abschlussquote im Tertiärbereich 1998	Abschlussquote im Tertiärbereich 1998	Abschlussquote ISCED 6 1998
	<i>in US-\$ KKP</i>	<i>in US-\$ KKP</i>	<i>je 1 Mio. Einwohner</i>	<i>je Schüler in US-\$ KKP</i>	<i>je Teilnehmer in US-\$ KKP</i>	<i>in % der Gesamtbevölkerung</i>	<i>in % der 25-34jährigen Bev.</i>	<i>in % der Gesamtbevölkerung</i>	<i>in % der 25-34jährigen Bev.</i>	<i>in % der Gesamtbevölkerung</i>
AU	29.632	37,2	18,8	5.830	11.539	56	64	25	47	1,12
AT	30.094	39,2	34,8	8.163	11.279	73	84	11	19	1,63
BE	28.335	51,6	41,8	5.970	6.508	57	73	25	50	0,73
CA	30.677	35,8	20,2	5.981	14.579	80	87	39	68	0,78
CZ	16.357	20,0	1,2	3.182	5.584	85	92	10	21	0,52
DK	31.465	41,0	41,2	7.200	9.562	78	85	25	34	1,10
FI	27.619	38,3	98,0	5.111	7.327	68	84	29	51	2,32
FA	27.677	47,0	41,1	6.605	7.226	61	75	21	44	1,17
DE	27.756	42,5	90,5	6.209	9.481	84	88	23	35	1,81
GR	19.954	28,3	0,6	3.287	4.157	44	66	16	37	0,40
HU	14.584	20,8	2,8	2.140	5.073	63	77	13	28	0,90
IS	31.243	33,7	20,8	6.518	7.994	55	61	21	43	0,10
IE	37.738	48,0	18,7	3.934	8.522	51	67	21	46	0,81
IT	27.119	35,9	14,9	6.458	6.295	41	55	9	18	0,37
JP	27.967	32,4	92,1	5.890	9.871	80	93	30	69	0,51
KR	17.971	18,4	10,5	3.544	6.356	65	92	22	58	0,55
LU	29.632	58,1	46,5	.	.	53	.	18	.	.
MX	9.168	13,6	0,2	1.586	3.800	21	26	13	31	0,10
NL	29.371	46,9	61,2	5.304	10.757	64	74	24	55	1,20
NZ	22.582	27,2	9,2	5.698	.	73	79	27	42	0,69
NO	37.670	59,7	23,7	7.343	10.918	83	93	26	57	1,06
PL	11.379	17,3	0,2	1.438	4.262	54	62	11	24	0,90
PT	18.126	22,2	0,6	4.636	.	20	29	9	20	1,36
SL	13.494	20,8	0,7	2.163	.	85	.	11	.	0,50
ES	22.391	37,1	2,8	4.274	5.038	33	53	20	53	0,95
SE	26.750	41,0	91,2	5.648	13.224	76	87	28	41	2,23
CH	30.552	38,2	117,3	9.348	16.563	81	88	23	41	2,52
TR	6.772	12,7	0,1	.	.	18	24	6	14	0,23
UK	27.147	38,9	35,8	5.230	9.699	60	63	24	43	1,22
US	37.562	46,3	56,6	7.764	19.802	86	88	35	64	1,27

Quellen: OECD 2000a; OECD 2001c; OECD 2005b; OECD o.J.h

Tabelle 7: Verwendete Daten Teil 1

Land	Weiterbildungs- teilnehmer 1996- 2001	FuE-Ausgaben insges. 1998	private FuE- Ausgaben 1998	öffentliche FuE- Ausgaben 1998	Forscher 1998	Forscher 2003	Internetnutzer 1998	Internetnutzer 2003	Breitbandnutzer 2001	Breitbandnutzer 2003
	<i>in % der Gesamtbevölkerung</i>	<i>je Einwohner, in US-\$ KKP</i>	<i>je Einwohner, in US-\$ KKP</i>	<i>je Einwohner, in US-\$ KKP</i>	<i>je 1 Mio. Einwohner</i>	<i>je 1 Mio. Einwohner</i>	<i>je 1.000 Einwohner</i>	<i>je 1.000 Einwohner</i>	<i>je 1.000 Einwohner</i>	<i>je 1.000 Einwohner</i>
AU	43	361	206	173	6,6	7,2	40	567	8	35
AT	24	451	233	177	3,3	6,1	21	462	36	76
BE	14	420	146	105	5,4	7,6	21	386	44	117
CA	22	419	204	131	5,4	6,6	37	.	88	151
CZ	22	167	91	71	2,4	3,1	8	308	1	5
DK	49	521	214	136	6,1	9,0	56	541	44	130
FI	37	707	256	212	9,4	15,9	89	534	13	95
FA	24	460	234	172	6,1	6,9	9	366	10	59
DE	30	563	215	190	6,0	6,7	18	473	23	56
GR	4	69	52	37	2,5	2,7	5	150	0	1
HU	13	76	84	40	3,1	3,6	9	232	3	20
IS	.	496	307	254	9,8	11,5	90	675	37	143
IE	16	296	102	66	4,8	5,1	15	317	0	8
IT	16	231	155	118	3,2	2,9	7	337	7	41
JP	.	733	158	141	9,6	10,1	13	483	22	107
KR	.	366	121	84	4,8	6,6	4	610	172	242
LU	16	.	.	.	.	5,5	18	377	3	35
MX	.	26	21	18	0,5	0,5	1	120	1	4
NL	24	471	200	179	5,0	5,3	40	522	38	118
NZ	38	199	125	104	4,4	6,5	35	526	7	26
NO	44	481	271	206	7,6	8,8	72	346	19	80
PL	11	64	40	37	3,3	3,4	3	232	1	8
PT	11	95	107	65	2,7	3,3	6	.	10	48
SL	27	87	39	39	.	3,7	4	256	0	3
ES	9	164	108	63	3,7	4,9	8	239	12	54
SE	47	774	270	195	8,7	10,2	43	.	54	107
CH	32	685	181	184	5,4	5,9	35	398	20	101
TR	.	31	22	17	0,8	1,0	1	85	0	3
UK	40	396	176	123	5,5	5,2	25	.	6	54
US	35	893	305	261	7,0	8,5	113	556	45	97

Quellen: OECD 2000b; OECD 2001c; OECD 2002b; OECD 2005e; OECD o.J.g; United Nations Development Programme 2000; United Nations Development Programme 2005

<sup>1</sup> jeweils aktuellster verfügbarer Wert

Tabelle 8: Verwendete Daten Teil 2

Land	Festnetz-anschlüsse 1998	Festnetz-anschlüsse 2003	CPI 1998	CPI 2003	Lebenserw. in gesundem Zustand 1999	Lebenserw. in gesundem Zustand 2003	Frauerwerbs- quote 1998	Frauerwerbs- quote 2003	PISA- Ergebnisse 2000	PISA- Ergebnisse NaWi 2000	Bildungsdauer
	je 1.000 Einwohner	je 1.000 Einwohner	in Punkten	in Punkten	in Jahren	in Jahren	in % der weiblichen Bev.	in % der weiblichen Bev.	Gesamtdurchschnitt in Punkten	in Punkten	in Jahren
AU	512	542	8,7	8,8	73,2	80,3	65,0	66,9	529,7	528	14,2
AT	491	481	7,5	8,0	71,2	78,6	61,9	64,7	513,7	519	15,8
BE	500	489	5,4	7,6	71,6	78,1	57,8	59,1	507,7	496	15,4
CA	634	651	9,2	8,7	72,0	79,7	69,4	73,0	532,0	529	15,4
CZ	364	360	4,8	3,9	68,0	75,3	69,2	63,1	500,3	511	14,9
DK	660	669	10,0	9,5	69,4	77,2	75,3	75,1	497,3	481	17,5
FI	554	492	9,6	9,7	70,5	78,5	69,9	72,5	540,0	538	17,9
FA	570	566	6,7	6,9	73,1	79,4	60,2	63,9	507,3	500	16,6
DE	567	657	7,9	7,7	70,4	78,4	63,1	65,0	487,0	487	16,8
GR	522	454	4,9	4,3	72,5	78,1	.	52,0	460,7	461	15,4
HU	336	349	5,0	4,8	64,1	72,4	50,7	53,8	488,0	496	14,4
IS	646	660	9,3	9,6	70,8	80,6	81,2	81,1	505,7	496	16,6
IE	435	491	8,2	7,5	69,4	77,8	52,6	58,2	514,3	513	15,1
IT	451	484	4,6	5,3	72,5	79,9	45,0	48,8	474,0	478	15,5
JP	503	472	5,8	7,0	74,5	81,8	63,9	64,2	543,0	550	.
KR	433	538	4,2	4,3	65,0	76,9	52,1	55,9	541,3	552	15,5
LU	692	797	8,7	8,7	71,1	78,2	.	82,9	443,3	443	14,4
MX	104	160	3,3	3,6	65,0	74,9	42,8	41,9	410,3	422	12,2
NL	593	614	9,0	8,9	72,0	78,6	62,7	67,0			16,4
NZ	479	448	9,4	9,5	69,2	78,7	67,1	68,8	531,3	528	15,3
NO	660	713	9,0	8,8	71,6	79,5	76,3	76,1	501,3	500	16,9
PL	228	307	4,6	3,6	66,2	74,7	59,8	58,1	477,3	483	14,0
PT	413	411	6,5	6,6	69,3	77,3	65,2	69,4	461,0	459	16,9
SL	286	241	3,9	3,7	66,6	73,9	.	63,2			14,9
ES	414	429	6,1	6,9	72,8	80,5	47,8	53,4	484,7	491	16,7
SE	674	.	9,5	9,3	73,0	80,2	72,6	75,4	512,7	512	16,6
CH	675	727	8,9	8,8	72,5	80,4	70,3	78,0	506,3	496	15,9
TR	254	268	3,4	3,1	62,9	68,7	30,9	28,9			9,7
UK	556	.	8,7	8,7	71,7	78,5	67,2	68,7	528,0	532	14,2
US	661	624	7,5	7,5	70,0	77,2	71,3	70,4	510,7	499	14,9

Quellen: United Nations Development Programme 2000; United Nations Development Programme 2005; Transparency International o.J.; WHO 2000; Stanat et al. 2002; OECD 2000b; OECD 2001b; OECD 2005d

Tabelle 9: Verwendete Daten Teil 3