

# **Wirtschaftsstrukturen, Produktivität und Außenhandel im internationalen Vergleich**

Heike Belitz, Marius Clemens, Martin Gornig, Alexander Schiersch  
und Dieter Schumacher

---

**Studien zum deutschen Innovationssystem**  
**Nr. 5-2010**

---

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin

Februar 2010

Diese Studie wurde im Auftrag der Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) erstellt. Die Ergebnisse und Interpretationen liegen in der alleinigen Verantwortung der durchführenden Institute. Die EFI hat auf die Abfassung des Berichts keinen Einfluss genommen.

## **Studien zum deutschen Innovationssystem**

**Nr. 5-2010**

ISSN 1613-4338

Herausgeber:

Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)

Geschäftsstelle: Technische Universität Berlin, VWS 2, Müller-Breslau-Str. (Schleuseninsel), 10623 Berlin

[www.e-fi.de](http://www.e-fi.de)

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie die Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der EFI oder der Institute reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

### **Ansprechpartnerin:**

Dr. Heike Belitz

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin (DIW)

Mohrenstrasse 58

10117 Berlin

Tel: +49-30-89789-664

Fax: +49-30-89789-104

Email: [hbelitz@diw.de](mailto:hbelitz@diw.de)

## **Inhalt**

<b>Kurzfassung .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Untersuchungsansatz und Ausgangssituation.....</b>	<b>8</b>
<b>2 Bedeutung forschungs- und wissensintensiver Wirtschaftszweige .....</b>	<b>11</b>
2.1 Entwicklung von Arbeitseinsatz und Wertschöpfung .....	11
2.2 Spezialisierungsmuster der Produktion .....	14
2.3 Exkurs: Wertschöpfung und Spezialisierung in West- und Ostdeutschland .....	15
2.4 Zwischenfazit .....	17
<b>3 Effizienzforschungs- und wissensintensiver Wirtschaftszweige .....</b>	<b>18</b>
3.1 Analysekonzept .....	18
3.2 Effizienzniveaus und ihre Veränderung .....	18
3.3 Komponenten der Produktivitätsentwicklung .....	21
3.4 Zwischenfazit .....	24
3.5 Zur Methode .....	25
<b>4 Einbindung der FuE-intensiven Industrie in die Weltwirtschaft.....</b>	<b>31</b>
4.1 Export- und Importquoten nach der FuE-intensität der Waren .....	32
4.2 Weltweite Trends .....	34
4.3 Exporte, Importe und Außenhandelssalden.....	37
4.4 Spezialisierungsmuster I: Um den gesamten Außenhandel bereinigte Indikatoren .....	39
4.5 Spezialisierungsmuster II: Um den gesamten Außenhandel und die Größe der Sektoren bereinigte Indikatoren .....	43
4.6 Beurteilung der Spezialisierungsmuster und ihrer Veränderung.....	45
4.7 Bestimmungsgründe komparativer Vorteile bei FuE-intensiven Waren.....	47
4.8 Zwischenfazit .....	48
4.9 Zur Methode .....	50
4.10 Anhangtabellen.....	53
<b>5 Literatur.....</b>	<b>57</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 0.1: Veränderung der Wertschöpfungsanteile in Prozentpunkten 1995-2007 und Produktivitätsentwicklung in Prozent 1995-2005 .....	7
Abb. 1.1: Reales Bruttoinlandsprodukt in ausgewählten Ländern und Regionen 1995 bis 2009 – Index 1995 = 100 – .....	10
Abb. 2.1: Arbeitseinsatz in Stunden nach Wirtschaftsbereichen in Deutschland 1995 bis 2007 – Index 1995 = 100 – .....	11
Abb. 2.2: Arbeitseinsatz nach Wirtschaftsbereichen in ausgewählten Ländern und Regionen 1995 bis 2007 – Index 1995 = 100 – .....	12
Abb. 2.3: Anteil von FuE-intensiven Industrien und wissensintensiven Dienstleistungen an Arbeitseinsatz und Wertschöpfung 1995 und 2007 (in %) .....	13
Abb. 2.4: Relative Anteile an der nominalen Wertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen 1995 bis 2007 in ausgewählten Ländern und Regionen (RWA-Werte) .....	14
Abb. 2.5: Anteil von FuE-intensiven Industrien und wissensintensiven Dienstleistungen an der Wertschöpfung 1995 und 2006 (in %) unter Einbeziehung von West- und Ostdeutsch- land .....	16
Abb. 2.6: Relative Anteile an der nominalen Wertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen 1995 bis 2006 in ausgewählten Ländern und Regionen (RWA-Werte) unter Einbeziehung von West- und Ostdeutschland .....	16
Abb. 3.1: Effizienzniveaus 1995 und 2005 .....	20
Abb. 3.2: TFP-Wachstum und seine Komponenten zwischen 1995 und 2005 In Prozent.....	23
Abb. 3.3: Outputorientierter Malmquist-Index der Totalen Faktorproduktivität .....	26
Abb. 3.4: Produktionsfunktion und Produktionsmöglichkeitenmenge .....	27
Abb. 4.1: Weltweiter Handel mit FuE-intensiven Waren 2007 (Werte in Mrd. US-\$)* .....	36
Abb. 4.2: Außenhandelsposition Deutschlands bei FuE-intensiven Waren im Vergleich zu den Euro- und anderen OECD-Ländern 1995 bis 2006 .....	46
Abb. 4.3 Indikatoren der Außenhandelsspezialisierung für FuE-intensive Waren in Deutschland 1995bis 2007 .....	49

## Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Spezialisierung (RWA-Werte) nach Sektoren im internationalen Vergleich 1995 und 2007 – gemessen an der Wertschöpfung – .....	15
Tab. 3.1: Effizienz ausgewählter Länder und Regionen 1995 und 2005 .....	28
Tab. 3.2: Veränderung der Produktivität in ausgewählten Ländern und Regionen 1995 und 2005 .....	29
Tab. 4.1: Produktions-, Nachfrage- und Außenhandelsstrukturen, Export- und Importquoten 2007 im verarbeitenden Gewerbe (in %) .....	33
Tab. 4.2: Außenhandel ausgewählter Länder und Regionen mit FuE-intensiven Waren 2007 .....	37

Tab. 4.3:	Export - Import - Salden ausgewählter Länder und Regionen 1995 bis 2007 (in Mrd. US-\$) .....	39
Tab. 4.4:	Indikatoren zur Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen bei FuE-intensiven Waren 2007 - additive Indikatoren - .....	41
Tab. 4.5:	Veränderung des Nettobeitrags FuE-intensiver Waren zum Außenhandel ausgewählter Länder und Regionen 1995 bis 2007 .....	42
Tab. 4.6:	Indikatoren zur Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen bei FuE-intensiven Waren 2007 - multiplikative Indikatoren - .....	44
Tab. 4.7:	Veränderungen der Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen auf FuE-intensive Waren insgesamt 1995 bis 2007 - multiplikative Indikatoren - .....	45
Tab. A 4.1:	Elastizitäten des Pro-Kopf-Einkommens, des Bruttoinlandsprodukts und der Entfernung 2004-2006.....	53
Tab. A 4.2:	Indikatoren zur Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen bei FuE-intensiven Waren nach Warengruppen 2007 - additive Indikatoren - .....	54
Tab. A 4.3:	Indikatoren zur Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen bei FuE-intensiven Waren nach Warengruppen 2007 - multiplikative Indikatoren - .....	55
Tab. A 4.4:	Außenhandelsindikatoren ausgewählter OECD-Länder bei FuE-intensiven Waren 2007 .....	56

## **Kurzfassung**

Bei forschungsintensiven Waren ist Deutschland seit 2004 größter Exporteur noch vor den USA und zweitgrößter Nettoexporteur nach Japan. Die komparativen Vorteile Deutschlands bei forschungsintensiven Waren sind allerdings im Durchschnitt gegenüber der ersten Hälfte der 1990er Jahre zurückgegangen. Grund dafür sind nicht Veränderungen in der Exportspezialisierung, sondern die kräftig gestiegenen Importe, in denen sich das Vordringen der Aufhol-Länder mit forschungsintensiven Waren vor allem im mittleren und niedrigen Preissegment widerspiegelt.

Deutschland hat sein Produktionsportfolio im Vergleich zu seinen wichtigsten Wettbewerbern immer mehr zugunsten forschungsintensiver Güter ausgerichtet (Abbildung 0.1). In den USA, Japan und den Ländern der alten EU gingen dagegen die Produktionsanteile der forschungsintensiven Industrien teilweise stark zurück. Deutschland ist in diesem Bereich besonders breit aufgestellt. Es besitzt Spezialisierungsvorteile nicht nur im Straßenfahrzeugbau, sondern auch in der Chemie, dem Maschinenbau, der Elektrotechnik, in der Medizin- und der Messtechnik.

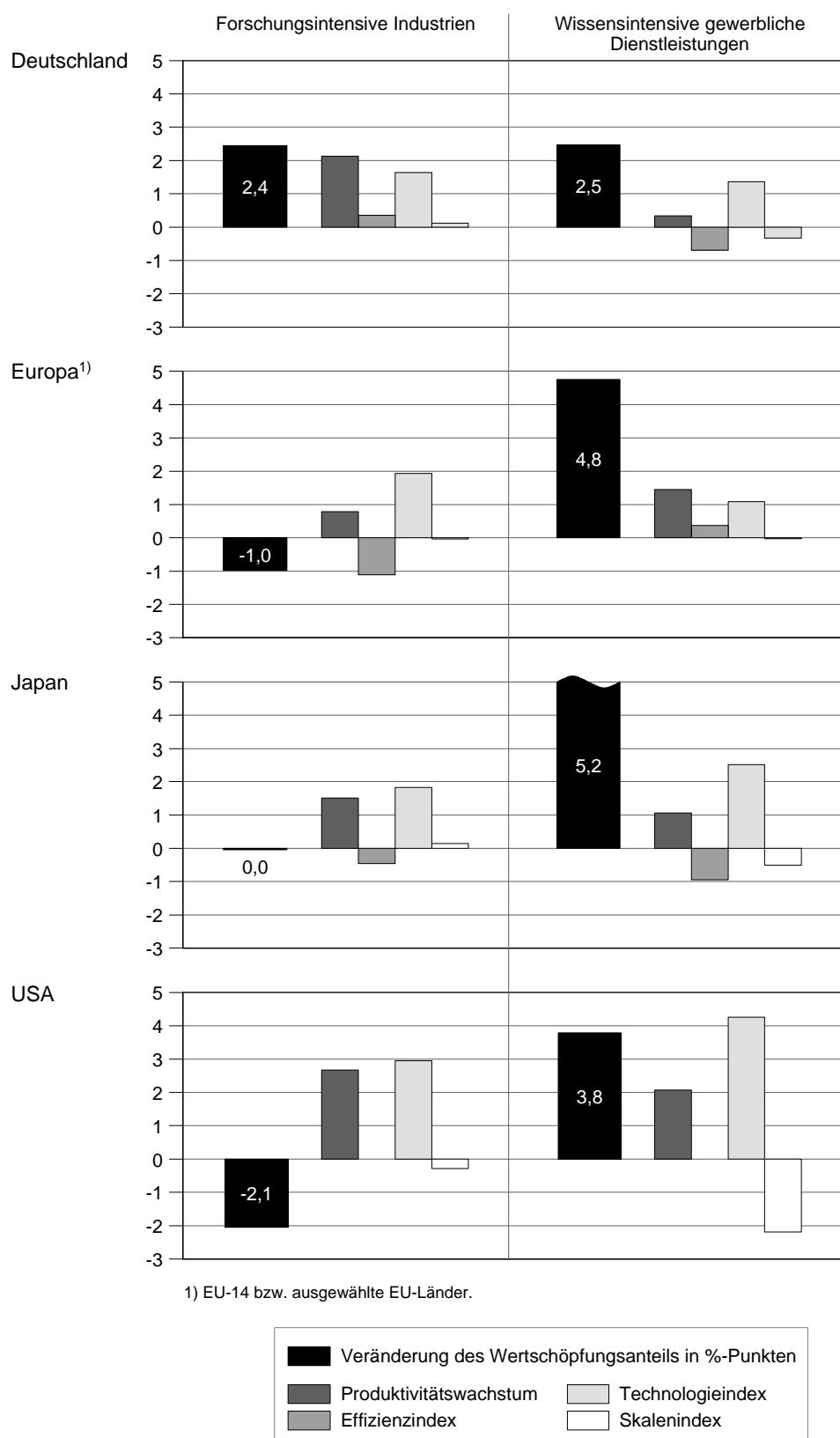
Bei den forschungsintensiven Industrien konnte Deutschland auch ein hohes Wachstum der Produktivität realisieren. Der Beitrag der technologischen Komponente dazu ist im internationalen Vergleich relativ gering. Dies konnte durch Effizienzsteigerungen und das Ausnutzen von Skaleneffekten kompensiert werden. Deutschland erwies sich hierbei wesentlich erfolgreicher als Japan und viele andere europäische Länder. Besonders hohe Effizienzwerte erzielen die drei großen deutschen Sektoren: Straßenfahrzeugbau, Maschinenbau und Elektrotechnik.

Es ist aber zu bedenken, dass die Beiträge aus Effizienzsteigerungen nicht dauerhaft den im internationalen Vergleich geringen Beitrag der Technologie zum Wachstum kompensieren können. Deshalb sind zusätzliche Anstrengungen notwendig, um künftig stärker mit Hilfe der technologischen Komponente höhere Wachstumsraten der Produktivität zu erzielen. Dies wiederum kann nur durch gesteigerte Bildungs-, Weiterbildungs- und Forschungsaktivitäten auf betrieblicher und staatlicher Ebene erreicht werden.

Deutlich problematischer sieht es aus deutscher Sicht im Bereich der wissensintensiven Dienstleistungen aus. Deutschland besitzt hier kaum Spezialisierungsvorteile. Daran hat sich auch in den letzten Jahren nichts geändert. Zwar nahm hierzulande der Anteil wissensintensiver Dienstleistungen an der Wertschöpfung um gut 2,5%-Punkte zu, in allen Vergleichsländern und -regionen war es aber deutlich mehr (Abbildung, 0.1).

Deutschland ist bei wissensintensiven Dienstleistungen durch eine im internationalen Vergleich geringe Wachstumsrate der Totalen Faktorproduktivität geprägt. Auch hier sind, zumindest im Vergleich zu Japan und den USA, die technologischen Wachstumsimpulse gering. Hinzu kommt, dass Deutschland anders als bei den forschungsintensiven Industrien keine günstigere Entwicklung der Effizienzwerte aufweist. Im Gegenteil: die Effizienz wissensintensiver Dienstleistungen fällt in Deutschland sogar relativ zurück. Die Potentiale der EU-Dienstleistungsrichtlinie, über mehr Wettbewerb auch mehr Effizienz zu erzielen, sollten daher gerade in Deutschland konsequent genutzt werden.

Abb. 0.1: Veränderung der Wertschöpfungsanteile in Prozentpunkten 1995-2007 und Produktivitätsentwicklung in Prozent 1995-2005



Quelle : EUKLEMS-Datenbasis 11/2009, OECD STAN 2009. – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

# 1 Untersuchungsansatz und Ausgangssituation

## *Untersuchungsansatz*

Den Analysen liegen drei Ansätze zum ökonomischen Verständnis der technologischen Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft zugrunde:

Erstens geht es um die Marktergebnisse der Innovationsanstrengungen, die vor allem in die Produktion von forschungsintensiven Waren und wissensintensiven Dienstleistungen eingehen. Sie werden anhand der gesamten Produktion dieser Güter und Leistungen untersucht. Die technologische Leistungsfähigkeit ist umso höher, je mehr ein Land FuE-intensive Produkte und wissensintensive Dienstleistungen erzeugt. In unserem Beitrag wird deshalb zunächst die Entwicklung der Produktionsstrukturen innerhalb Deutschlands im Vergleich zu wichtigen Wettbewerbsländern und -regionen (USA, Japan, EU-14<sup>1</sup> und EU-10<sup>2</sup>) untersucht und beurteilt.

Zweitens kommt es unter ökonomischen Gesichtspunkten nicht nur auf die Größe und Struktur der Produktion an, sondern auch auf die Effizienz. Als Maßstab bietet sich die Wertschöpfung je Arbeitsstunde (Arbeitsproduktivität) an. Als Indikator für die technologische Leistungsfähigkeit greift diese Größe zu kurz, weshalb in den letzten beiden Jahren bereits ergänzende Analysen zum Produktionswachstum vorgenommen wurden. In diesem Sinne wird auch in der diesjährigen Untersuchung die sektorale Produktion mittels eines alternativen Ansatzes betrachtet. Im Mittelpunkt steht dabei zum einen die quantitative Abschätzung der Effizienz von Produktionsweisen. Zum anderen wird die Entwicklung der Totalen Faktorproduktivität im internationalen Vergleich und unter Berücksichtigung von Effizienzänderungen näher untersucht. Im Fokus der Analyse stehen dabei die forschungsintensiven Industrien sowie die wissensintensiven Dienstleistungen.

Drittens bildet der Außenhandel einen weiteren Schwerpunkt der Studie. Ziel der vergleichenden Analyse ist es, die Position der verschiedenen Länder bei Angebot und Nachfrage FuE-intensiver Waren anhand der Im- und Exporte zu untersuchen. Die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes wird anhand seiner Position im Außenhandel mit forschungsintensiven Waren bewertet.

Die forschungsintensive verarbeitende Industrie setzt sich hierbei aus zwei Bereichen zusammen:

- In der Spitzentechnologie werden Güter produziert, bei denen der Anteil der internen FuE-Aufwendungen am Umsatz im OECD-Durchschnitt über 7 % liegt.
- Die hochwertige Technologie (Hochtechnologie) umfasst Güter mit einem Anteil der internen FuE-Aufwendungen am Umsatz zwischen 2,5 % und 7 %.

Diese Differenzierung geht also auf die FuE-Intensität zurück und ist keine Wertung etwa im Sinne dass Spitzentechnik „moderner“ und „wertvoller“ ist. Güter der Spitzentechnologie unterliegen aber häufiger staatlicher Einflussnahme durch Subventionen, Staatsnachfrage und nicht-tarifäre Handelshemmnisse. Mit ihrer besonderen Förderung verfolgt die Politik nicht nur technologische, sondern z.T. auch staatliche Ziele wie Sicherheit, Gesundheit, Raumfahrt (Legler, Frietsch 2006).

Grundlage für die Abgrenzung FuE-intensiver Industrien und wissensintensiver Dienstleistungen sind die NIW/Fraunhofer ISI-Listen 2006. Für einzelne Analysen im internationalen Vergleich werden dabei zum Teil geringfügige Modifikationen der Sektorklassifizierung vorgenommen, wenn Daten nicht in der erforderlichen Detailliertheit vorliegen.

Bei der Analyse der Wirtschaftsstrukturen und der Produktivitätsentwicklung im internationalen Vergleich wird die Datenbasis EUKLEMS (Growth and Productivity Account) eines europäischen For-

---

<sup>1</sup> EU-14: „alte“ EU-Länder ohne Deutschland: Österreich, Belgien, Dänemark, Spanien, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Griechenland, Irland, Italien, Luxemburg, Niederlande, Portugal, Schweden.

<sup>2</sup> EU-10: neue EU-Mitglieder seit Mai 2004: Zypern, Tschechien, Estland, Ungarn, Litauen, Lettland, Malta, Polen, Slowenien, Slowakei.

schungskonsortiums genutzt, an dem das DIW Berlin beteiligt ist. Sie enthält u.a. Daten zum Arbeits- und Kapitaleinsatz sowie zur nominalen und realen Wertschöpfung für die untersuchten Länder und Regionen nach Sektoren. In der Version vom März 2008 sind die Daten in einer detaillierten Sektor-Klassifikation (72 Branchen) bis zum Jahr 2005 ausgewiesen. Die aktuellste Version vom November 2009 umfasst Kennzahlen bis zum Jahr 2007 für 32 Branchen.<sup>3</sup> Die detaillierten Daten für die Jahre 2006 und 2007 wurden deshalb mit Hilfe der OECD-Wirtschaftsstrukturdatenbank STAN geschätzt.

Für alle europäischen und ausgewählte weitere Länder liegen diese Daten in der Wirtschaftszweig-Klassifikation ISIC Rev.3 vor. Sie umfassen nicht nur das verarbeitende Gewerbe, sondern auch den Dienstleistungsbereich. Die Abgrenzung der FuE-intensiven Industrien umfasst hier die Chemie und die im wesentlichen Investitionsgüter produzierenden Industrien (Maschinenbau, Büromaschinen/EDV-Einrichtungen, Elektrotechnik, Radio/TV/Nachrichtentechnik, Medizin-/Mess- und Regeltechnik/Optik, Automobilbau sowie Übriger Fahrzeugbau/Bahnindustrie).<sup>4</sup> Sie ist damit sehr weit gefasst und bietet nur begrenzt die Möglichkeit, nach Spitzentechnologie und Hochwertiger Technologie zu unterscheiden. Zur Spitzentechnologie werden hier die Pharmazeutische Industrie, Büromaschinen/EDV-Einrichtungen, Radio/TV/Nachrichtentechnik, Medizin-/MSR-Technik/Optik sowie der Luft- und Raumfahrzeugbau gezählt.

Zu den wissensintensiven gewerblichen Dienstleistungen zählt auch das Verlags-, Druckgewerbe, Vervielfältigung (WZ 22), das ansonsten Teil des verarbeitenden Gewerbes ist (vgl. auch Tabelle 2.1). Des Weiteren werden hierin Post und Telekommunikation, Finanzdienstleistungen, Datenverarbeitung, Forschung und Entwicklung, Unternehmensorientierte Dienstleistungen, Gesundheit und Soziales sowie Kultur, Sport und Unterhaltung zusammengefasst.

Die Angaben zum Grundstücks- und Wohnungswesen (Wohnungsvermietung, ISIC 70) umfassen in der Wertschöpfung vor allem auch die fiktiven Mieten für selbst genutztes Wohneigentum, denen keine Beschäftigten entsprechen. Der Sektor spielt in den hier untersuchten Ländern eine erhebliche Rolle und verzerrt Struktur- und Produktivitätsvergleiche. Alle Indikatoren werden deshalb ohne Wohnungsvermietung ausgewiesen.

#### *Ausgangssituation*

Die betrachteten Länder und Ländergruppen wiesen nach 1995 eine sehr unterschiedliche wirtschaftliche Dynamik auf. So lag das Bruttoinlandsprodukt (BIP) in den USA im Jahr 2007 knapp 44% über dem Niveau von 1995, während der Zuwachs in demselben Zeitraum in der EU-14 rund 34% und in Deutschland nur 21% betrug. In Japan fiel der Anstieg mit knapp 17% noch geringer aus. Lediglich die neuen EU-Mitgliedsländer haben in ihrem Aufholprozess einen deutlich höheren Zuwachs des BIP von gut 60% erreicht. Am Beginn des neuen Jahrtausends gab es in allen Regionen einen Wachstumsdämpfer. Deutschland hat sich – später als andere Regionen – nach einer Stagnationsphase ab dem Jahr 2004 wieder auf einen Wachstumspfad begeben, der 2005 noch mal an Fahrt gewonnen hat. Allerdings schließt es sich damit nur dem in der EU-14 und in den USA beobachteten Trend an. Die 2006 und 2007 in Deutschland erzielte gesamtwirtschaftliche Dynamik reichte aus, um im internationalen Vergleich wieder mitzuhalten, jedoch nicht, um den Rückstand aufzuholen.

Mit dem Ausbruch der Finanzmarktkrise in den Jahren 2007/2008 und dem damit einhergehenden weltweiten Nachfragerückgang sind alle Regionen in eine gesamtwirtschaftliche Rezessions- bzw. Stagnationsphase eingetreten. Entsprechend verhalten sind die internationalen Wachstumserwartungen (Europäische Kommission 22.10.2009, AMECO).<sup>5</sup> Insbesondere in Deutschland wird aufgrund der hohen Exportabhängigkeit mit starken Produktionsrückgängen gerechnet (vgl. Abbildung 1.1).

---

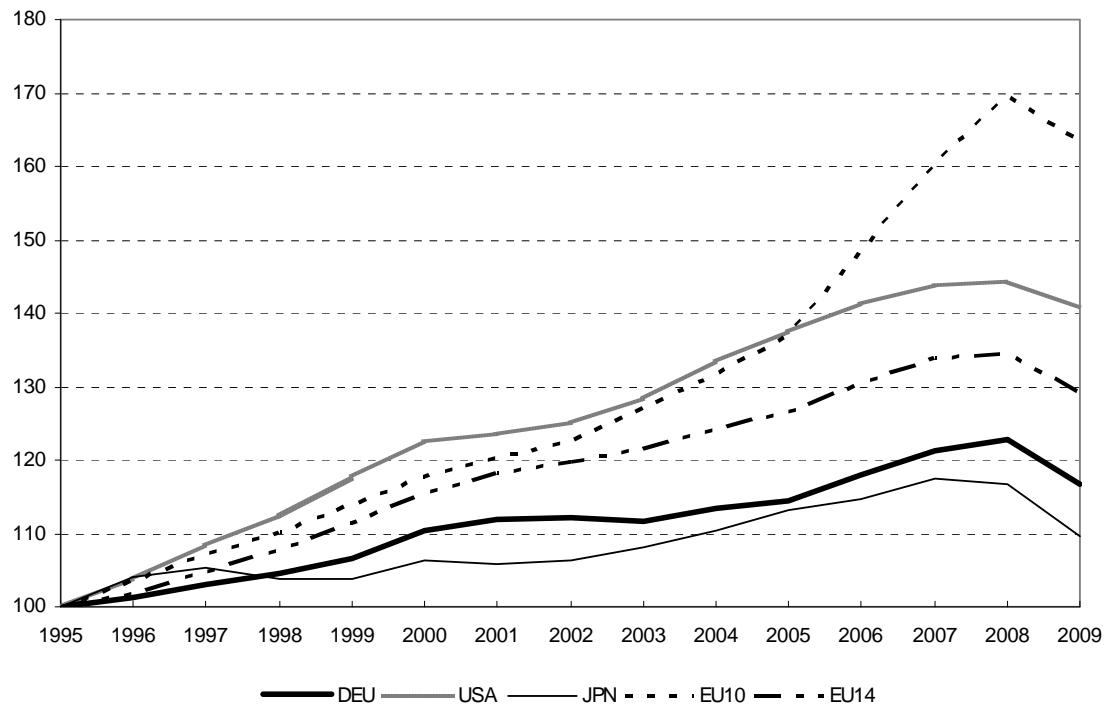
<sup>3</sup> Die detaillierten Wertschöpfungszahlen für die Jahr 2006 und 2007 wurden mit Hilfe der OECD-Wirtschaftsstrukturdatenbank STAN geschätzt.

<sup>4</sup> Vgl. Legler, Frietsch (2006).

<sup>5</sup> AMECO ist die makroökonomische Datenbasis der Europäischen Kommission.

Die hier präsentierten internationalen Analysen der Wirtschaftsstruktur und der Produktivitätsentwicklung reichen auf der Basis der Daten von EUKLEMS (Version 11/2009) und STAN (Stand Dezember 2009) bis 2007. Die Außenhandelsdaten der OECD (Stand 2010) wurden vom SITC Rev.3 Format auf die Sektorklassifikation ISIC Rev. 3 umcodiert und liegen ebenfalls bis 2007 vor. Inwiefern die derzeitigen Entwicklungen zu signifikanten Veränderungen der Wertschöpfungs- und Außenhandelsstrukturen insbesondere im hochwertigen Technologiegüterbereich der einzelnen Länder führen, kann jedoch damit noch nicht beantwortet werden.

*Abb. 1.1: Reales Bruttoinlandsprodukt in ausgewählten Ländern und Regionen 1995 bis 2009  
– Index 1995 = 100 –*



Quellen: EUKLEMS, Europäische Kommission 10/2009. – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

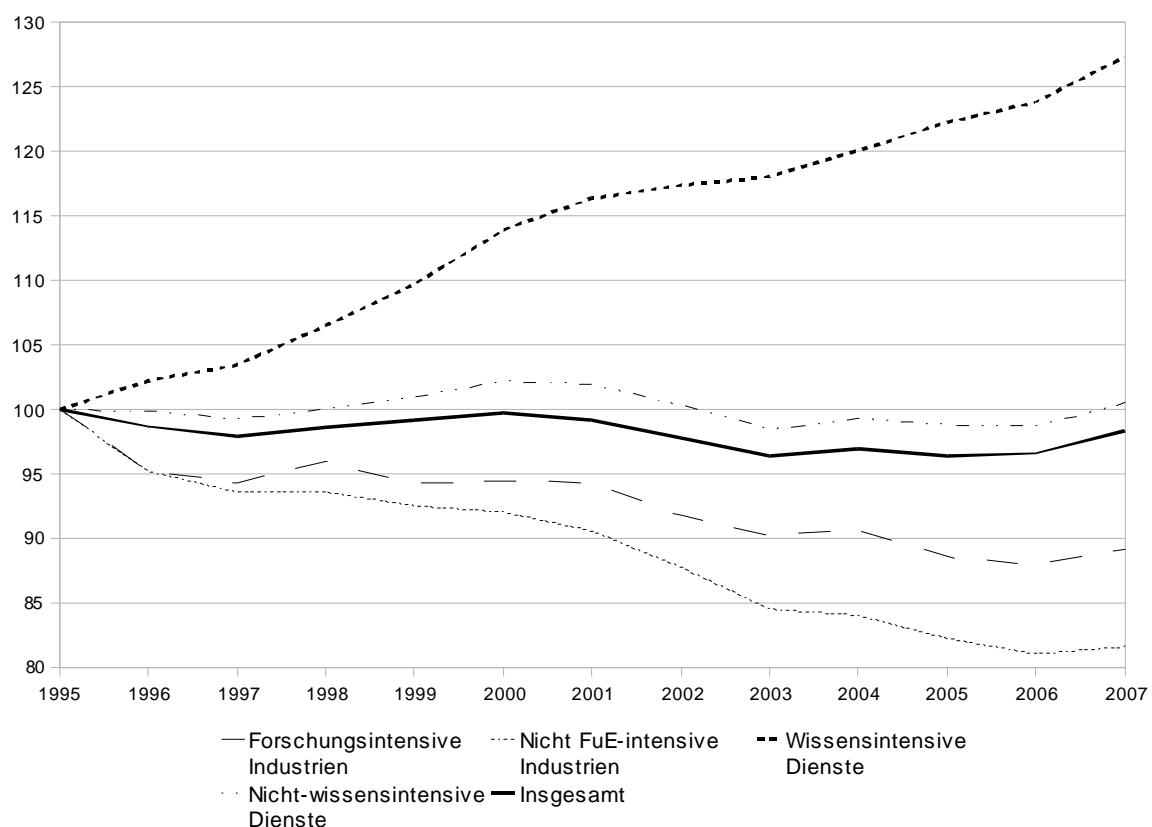
## 2 Bedeutung forschungs- und wissensintensiver Wirtschaftszweige

### 2.1 Entwicklung von Arbeitseinsatz und Wertschöpfung

Bei der Analyse der sektoralen Produktionsstrukturen Deutschlands im internationalen Vergleich ist es entscheidend, geeignete Bewertungsindikatoren zu finden. Wir verwenden hier sowohl Input- als auch Output-Indikatoren. Zunächst wird die Produktionsstruktur anhand des Arbeitseinsatzes inputorientiert gemessen. Die Länder unterscheiden sich zum Teil erheblich nach der Anzahl der jährlich geleisteten Arbeitsstunden je Erwerbstätigen. Deshalb wird die Gesamtzahl der jährlichen Arbeitsstunden verwendet. Als Outputindikator für den Vergleich der sektoralen Strukturen wird die nominale Wertschöpfung mit den aktuellen Preisrelationen des jeweiligen Landes zugrunde gelegt. Damit werden die international unterschiedlichen Preisrelationen zwischen den Gütern berücksichtigt.

In Deutschland geht der Arbeitseinsatz in Stunden im verarbeitenden Gewerbe zurück, in den forschungsintensiven Branchen jedoch langsamer als in den nicht forschungsintensiven Branchen. Er steigt seit langem nur im Bereich der wissensintensiven gewerblichen Dienstleistungen, während er bei den nicht-wissensintensiven gewerblichen Dienstleistungen stagniert (Abbildung 2.1).

*Abb. 2.1: Arbeitseinsatz in Stunden nach Wirtschaftsbereichen in Deutschland 1995 bis 2007  
– Index 1995 = 100 –*

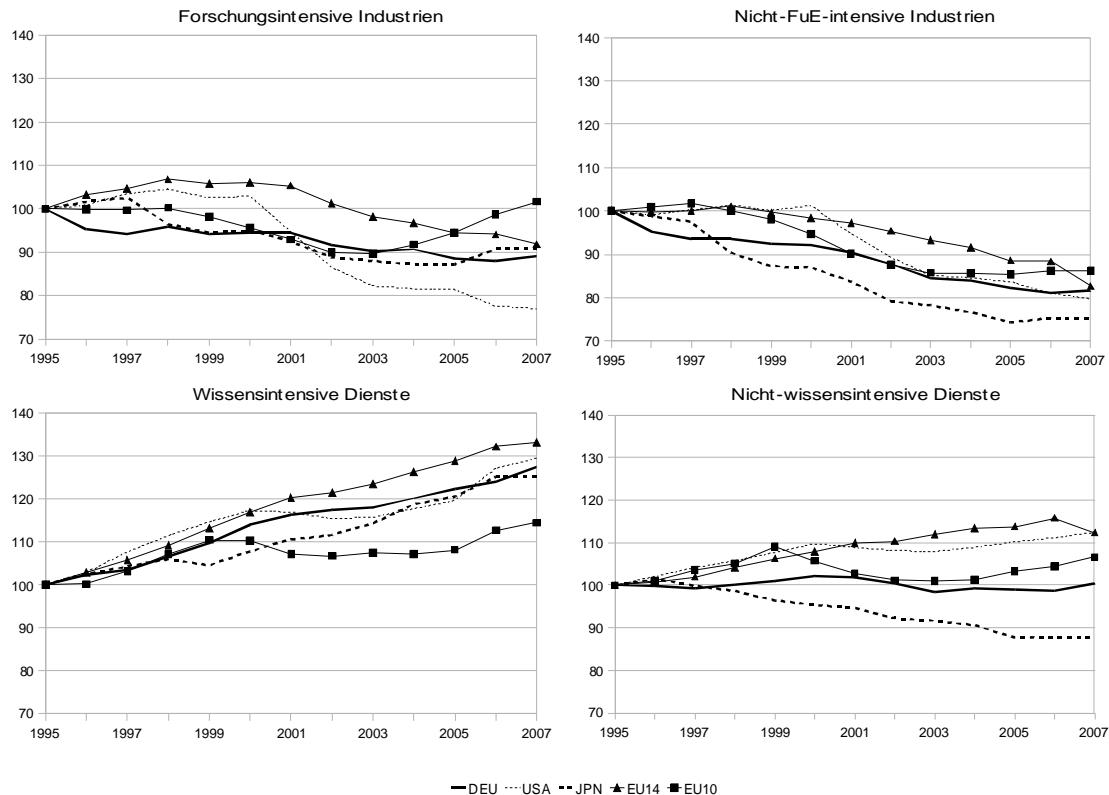


Quellen: EUKLEMS-Datenbasis 11/2009, OECD STAN 2009. – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin

Im internationalen Vergleich verläuft die Entwicklung in den „westlichen“ Industrieländern und Japan ähnlich: In der verarbeitenden Industrie ist der Arbeitseinsatz gegenüber 1995 deutlich zurückgegangen, mit Ausnahme der USA etwas weniger in den forschungsintensiven Industrien als in den nicht forschungsintensiven Industrien. Nur die neuen EU Mitgliedsländer konnten den Arbeitseinsatz in den forschungsintensiven Industrien zuletzt geringfügig ausweiten, in der restlichen Industrie ist er auch

bei ihnen gesunken. Im Vergleich zu Japan und den USA musste Deutschland im betrachteten Zeitraum die geringsten Verluste beim Arbeitseinsatz in den Spitzentechnikbereichen hinnehmen. Im gewerblichen wissensintensiven Dienstleistungssektor ist der Arbeitseinsatz dagegen überall gestiegen. Am stärksten war der Zuwachs in den EU-14. Deutschland ist an diesem Trend beteiligt. In Japan und den EU-10 war der Beschäftigungsgewinn in diesem Bereich am geringsten. Bei den nicht wissensintensiven gewerblichen Diensten konnten die USA, die EU-14 und die EU-10 Zuwächse erzielen, Deutschland gelang dies jedoch nicht (Abbildung 2.2).

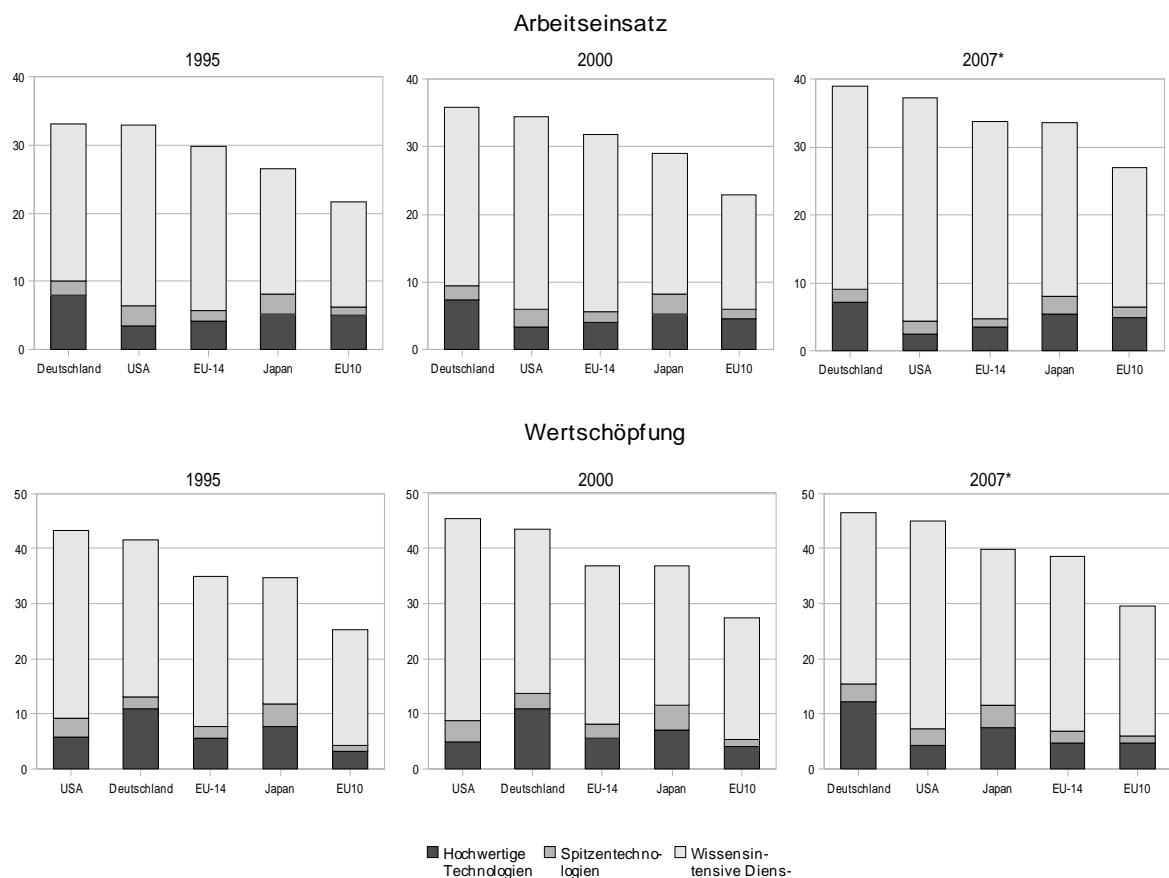
*Abb. 2.2: Arbeitseinsatz nach Wirtschaftsbereichen in ausgewählten Ländern und Regionen 1995 bis 2007  
– Index 1995 = 100 –*



Quellen: EUKLEMS-Datenbasis 11/2009, OECD STAN 2009, – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Fasst man die Anteile der FuE-intensiven Industrien und der wissensintensiven Dienstleistungen am Input gemessen in Arbeitsstunden und am Output gemessen in nominaler Wertschöpfung zusammen, dann liegt Deutschland im aktuellen Vergleich der hier ausgewiesenen Länder und Regionen an der Spitze (Abbildung 2.3). Es hat inzwischen sogar die USA überholt, die 1995 und 2000 noch die Spitzenposition einnahmen. Dazu trägt vor allem der in Deutschland besonders hohe Anteil FuE-intensiver Industrien und insbesondere der hochwertigen Technologien bei. Mit 12% haben die hochwertigen Technologien den mit Abstand größten Anteil an der Wertschöpfung in allen untersuchten Ländern und Regionen. In Deutschland ist aber auch der Anteil der wissensintensiven Dienstleistungen von 1995 bis 2007 stark gestiegen. Er ist bei der Wertschöpfung mit inzwischen gut 31% etwa so groß wie im Durchschnitt der EU-14, aber noch deutlich kleiner als in den USA, wo er bei ca. 37% liegt.

Abb. 2.3: Anteil von FuE-intensiven Industrien und wissensintensiven Dienstleistungen an Arbeitseinsatz und Wertschöpfung 1995 und 2007 (in %)



\* Japan: Daten für 2006.

Quellen: EUKLEMS Datenbasis 11/2009, OECD STAN 2009. – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Ein ganz anderes Strukturprofil als in der EU und den USA findet sich in Japan, das gemessen an Input und Output den höchsten Anteil der Spitzentechnologie hat, aber einen sehr geringen Gewicht der wissensintensiven Dienstleistungen. Japan hat sich zuletzt zwar dem Durchschnitt der immer mehr durch Dienstleistungen geprägten „Industrie“länder angenähert, der Abstand vor allem zu Deutschland und den USA ist aber immer noch erheblich.

Insgesamt zeigt sich im untersuchten Zeitraum in allen Regionen die zunehmende Forschungs- und Wissensintensivierung der Wirtschaft. Gemessen am Input Arbeitseinsatz verlor allerdings die forschungsintensive Industrie überall etwas an Bedeutung. Betrachtet man die Outputstruktur (nominale Wertschöpfung) so stieg ihr Anteil zwischen 1995 und 2007 in Deutschland und den EU-10, in Japan blieb er nahezu unverändert und in den USA und der alten EU ging er zurück. Den größten Bedeutungszuwachs hatten die Spitzentechnologien in Deutschland zu verzeichnen, wo sie nun nach Japan den zweithöchsten Anteil an der Wertschöpfung haben. In den USA ist der Anteil der Spitzentechnologien am Output im betrachteten Zeitraum dagegen deutlich zurückgegangen.

Generell hat sich der Anteil der wissensintensiven Dienstleistungen am gesamtwirtschaftlichen Arbeitseinsatz und an der nominalen Wertschöpfung erhöht. Die Gewichte haben sich innerhalb des immer wichtiger werdenden Dienstleistungssektors zum wissensintensiven Teil verschoben. Im schrumpfenden verarbeitenden Gewerbe hat der FuE-intensive Teil – mit Ausnahme der USA – weiter zugelegt. Insgesamt resultiert daraus eine erhebliche Humankapitalintensivierung der Wirtschaft: „knowledge-based economy“.

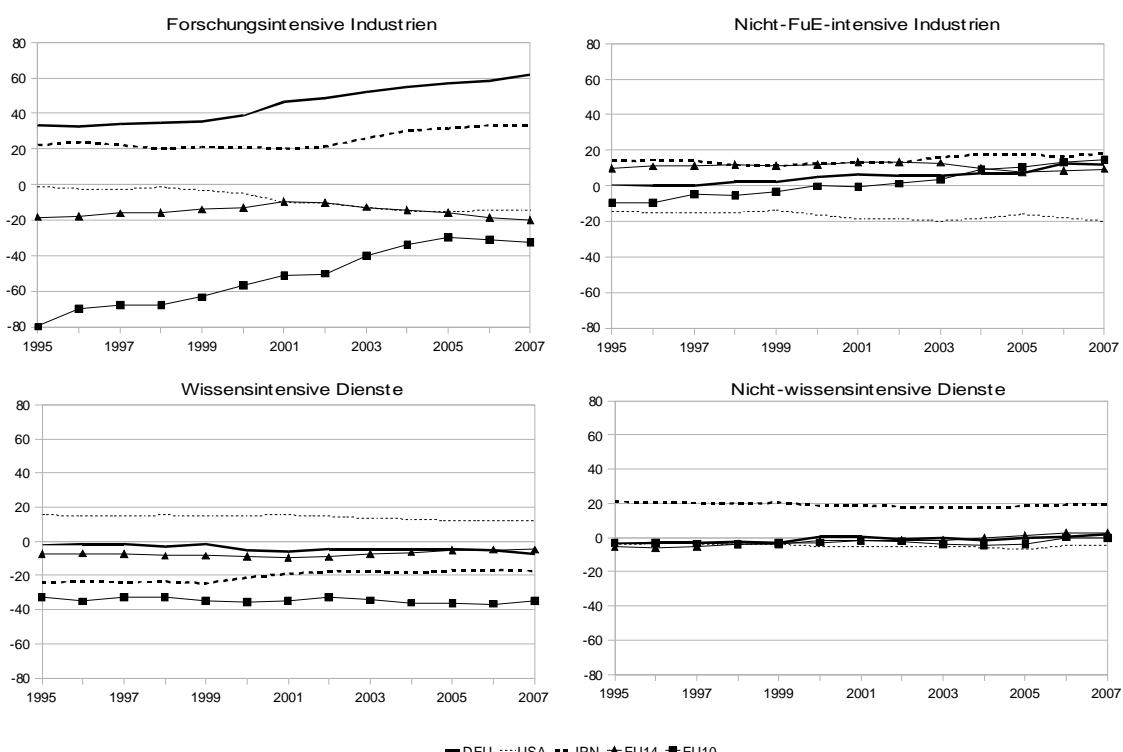
## 2.2 Spezialisierungsmuster der Produktion

Die Strukturunterschiede zwischen den Ländern lassen sich in den relativen Sektoranteilen gemessen an der nominalen Wertschöpfung (RWA-Werte) quantifizieren, wie sie in der Außenhandelsanalyse verwendet werden.<sup>6</sup> Als Vergleichsbasis wurde die mit den jeweiligen Kaufkraftparitäten gewichtete Summe aus den USA, Japan, und der EU-25 gewählt.

Im internationalen Vergleich wird die starke und weiter steigende Spezialisierung Deutschlands auf forschungsintensive Industrien und besonders die hochwertigen Technologien deutlich (Abbildung 2.4 und Tab.2.1). Dabei besitzt Deutschland ein besonders breit gefächertes Spezialisierungsmuster: sieben von zehn FuE-intensiven Branchen haben positive RWA-Werte und damit mehr als die Vergleichsregionen. Zudem liegt die anfangs noch negative Spezialisierung bei Spitzentechnologien inzwischen über dem Durchschnittswert aller betrachteten Regionen (vgl. Tab.2.1). Auf diesen Bereich ist inzwischen nur noch Japan stark spezialisiert, das seine Stärken in der Computerindustrie und der Medientechnik hat. Deutschland ist auf die Medizin- und Messtechnik spezialisiert. Zudem hat Deutschland Wertschöpfungsanteile in der Luft- und Raumfahrzeugindustrie gewonnen. Dieses Spezialisierungsmuster hat dazu beigetragen, dass Deutschland nach 2001 einen geringeren Rückgang der Beschäftigung im Spitzentechnikbereich verzeichnete als die USA, die – ebenso wie Japan – stärker von der Krise des IuK-Sektors betroffen waren.

Auf den Bereich der wissensintensiven Dienste sind nur die USA stark spezialisiert. Deutschland hat hier, wie die EU-14, keine Spezialisierungsvorteile. Ausnahmen sind lediglich die unternehmensorientierten Dienstleistungen und das Verlagswesen.

*Abb. 2.4: Relative Anteile an der nominalen Wertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen 1995 bis 2007 in ausgewählten Ländern und Regionen (RWA-Werte)*



Quellen: EUKLEMS-Datenbasis 11/2009, OECD STAN 2009. – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

<sup>6</sup> Die RWA-Werte werden hier als natürlicher Logarithmus multipliziert mit 100 angegeben. Wenn die Werte für alle Sektoren 0 sind, sind die Strukturen identisch. Ein positiver Wert bedeutet einen überdurchschnittlichen Anteil, ein negativer Wert einen unterdurchschnittlichen Anteil. Je größer der Betrag ist, desto größer ist der (relative) Anteilsunterschied.

*Tab. 2.1: Spezialisierung (RWA-Werte) nach Sektoren im internationalen Vergleich 1995 und 2007  
– gemessen an der Wertschöpfung –*

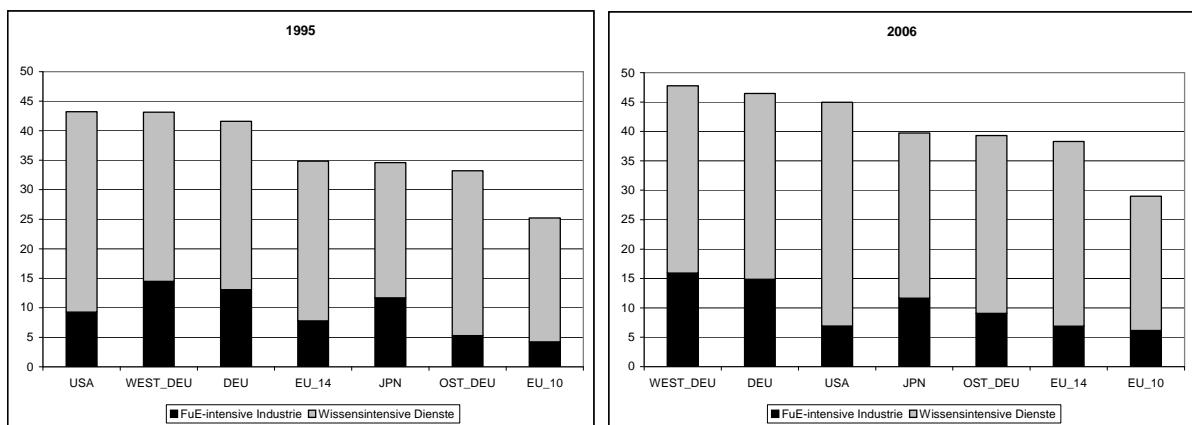
WZ	<b>Deutschland</b>		<b>USA</b>		<b>JPN</b>		<b>EU-14</b>		<b>EU-10</b>	
	1995	2007	1995	2007	1995	2006	1995	2007	1995	2007
<b>FuE-intensive Industrien</b>	33	62	-1	-15	22	33	-18	-20	-80	-32
<b>Hochwertige Technologie</b>	53	79	-12	-28	18	31	-13	-15	-66	-15
Chemische Erzeugnisse	<b>24ex2423</b>	25	36	5	14	-9	-25	-7	-18	-45
Maschinenbau	<b>29</b>	58	81	-30	-47	20	25	2	6	-49
Elektrogeräte	<b>31</b>	78	92	-36	-49	36	32	-16	-13	-58
Kraftfahrzeugbau	<b>34</b>	59	102	0	-52	32	74	-43	-49	-142
Sonstiger Fahrzeugbau	<b>352, 359</b>	10	55	9	-17	-7	-25	-6	13	-77
<b>Spitzentechnologie</b>	-30	15	18	9	30	37	-31	-33	-117	-81
Pharma	<b>2423</b>	-22	-1	-12	1	4	-8	19	8	-32
Büromaschinen, EDV	<b>30</b>	-16	18	-10	-14	76	93	-35	-58	-214
Nachrichtentechnik	<b>32</b>	-75	-10	19	-11	64	98	-61	-63	-155
Medizin- u. Messtechnik	<b>33</b>	14	56	28	19	-9	-33	-41	-33	-111
Luft-u. Raumfahrzeugbau	<b>353</b>	-63	-5	55	49	-154	-118	-36	-53	-288
<b>Wissensintensive gewerbliche Dienstleistungen</b>	-2	-7	15	12	-24	-17	-7	-5	-33	-35
Verlage und Druck	<b>22</b>	9	9	10	7	0	5	-10	-10	-83
Nachrichtenübermittlung	<b>64</b>	-10	-30	25	12	-41	-21	-9	7	-110
Kreditgewerbe	<b>65</b>	-13	-52	-4	2	8	11	7	6	-31
Versicherungsgewerbe	<b>66</b>	-63	-57	40	35	8	0	-58	-46	-119
Sonst. Finanzaktivitäten	<b>67</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Datenverarbeitung	<b>72</b>	-26	-21	3	5	37	12	-13	0	-115
Forschung und Entwicklung	<b>73</b>	-32	-11	6	17	-19	-2	5	-19	35
Unternehmensorientierte Dienste	<b>74</b>	26	21	18	12	-60	-58	-8	0	-49
Gesundheit und Soziales	<b>N</b>	-4	0	15	14	-48	-13	-2	-13	16
Kultur, Sport, Unterhaltung	<b>92</b>	9	-2	-1	3	21	12	-13	-8	-13
<b>Anzahl Wirtschaftszweige mit positiver Spezialisierung</b>										
<b>FuE-intensive Industrien</b>	6	7	5	3	6	5	2	3	0	1
<b>Wissensintensive gewerbliche Dienstleistungen</b>	3	2	7	9	4	4	2	2	1	0

Quellen: EUKLEMS-Datenbasis 11/2009, OECD STAN 2009. – Berechnungen des DIW Berlin.

### 2.3 Exkurs: Wertschöpfung und Spezialisierung in West- und Ostdeutschland

Durch die Wiedervereinigung wurde die ostdeutsche Industrie, die sich bis 1989 weitgehend abgeschottet im System der mittel- und osteuropäischen Planwirtschaften entwickelt hatte, dem Wettbewerb auf den Weltmärkten und damit einem hohen strukturellen Anpassungsdruck ausgesetzt. Ähnliche Bedingungen hatten die anderen mittel- und osteuropäischen Länder unter den neuen EU-Ländern (EU-10). Lag der Anteil der FuE-intensiven Industrie an der Wertschöpfung in Ostdeutschland (5,3 %) und den EU-10 (4,2 %) im Jahr 1995 noch etwa auf gleichem, im internationalen Vergleich niedrigen Niveau, so hat er sich in Ostdeutschland bis 2006 am stärksten erhöht (um 3,7 Prozentpunkte) und liegt nun mit 9 % sogar über den Anteilen in den alten EU-Ländern ohne Deutschland (EU-14) und in den USA. Der Anteil der wissensintensiven Dienstleistungen an der Wertschöpfung ist in diesem Zeitraum in Ostdeutschland ebenfalls leicht gestiegen und erreicht mit einem Abstand von nur gut einen Prozentpunkt fast den entsprechenden Anteil in Westdeutschland und in den alten EU-Ländern.

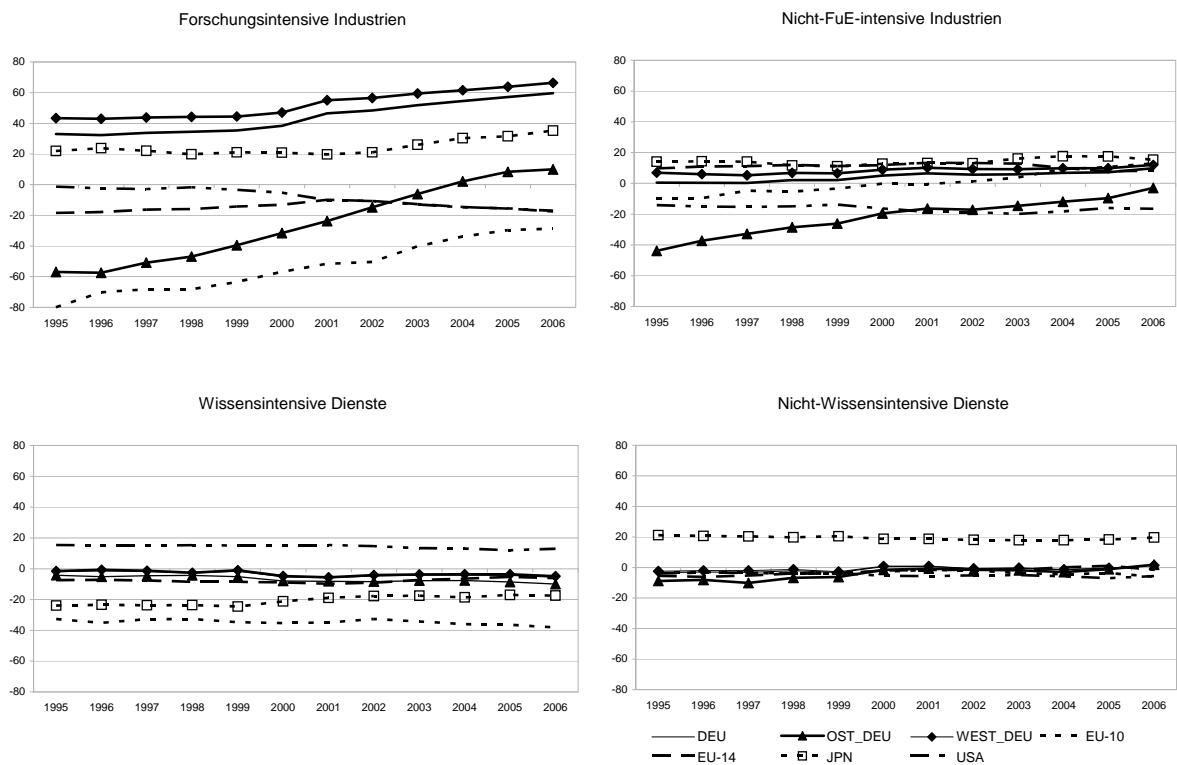
*Abb. 2.5: Anteil von FuE-intensiven Industrien und wissensintensiven Dienstleistungen an der Wertschöpfung 1995 und 2006 (in %) unter Einbeziehung von West- und Ostdeutschland*



Quellen: EUKLEMS-Datenbasis 3/2008, OECD STAN 2008, VGR der Länder. – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Im internationalen Vergleich wird die stark steigende Spezialisierung Ostdeutschlands auf forschungsintensive Industrien deutlich, die inzwischen leicht positiv ist (Abbildung 2.6). Die Bedeutung der forschungsintensiven Industrien ist etwas schneller gewachsen und bereits weiter fortgeschritten als in den neuen EU-Ländern, die ebenfalls einen Aufholprozess durchlaufen. Die im Jahr 1995 noch deutlichen Nachteile (negative Spezialisierung) Ostdeutschlands bei nicht-FuE-intensiven Industrien sind inzwischen fast überwunden (Abbildung 2.6). Im Bereich der wissensintensiven Dienste hat Ostdeutschland etwas stärkere Spezialisierungsnachteile als Westdeutschland. Ein Trend zur Verbesserung ist allerdings weder in Ost- noch in Westdeutschland erkennbar.

*Abb. 2.6: Relative Anteile an der nominalen Wertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen 1995 bis 2006 in ausgewählten Ländern und Regionen (RWA-Werte) unter Einbeziehung von West- und Ostdeutschland*



Quellen: EUKLEMS-Datenbasis 3/2008, OECD STAN 2008, VGR der Länder. – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

## **2.4 Zwischenfazit**

Im internationalen Vergleich ist der Arbeitseinsatz in der verarbeitenden Industrie in nahezu allen Regionen gesunken. Die forschungsintensiven Industrien waren davon weniger betroffen, in den neuen EU-Ländern stieg der Arbeitseinsatz im Spitzentechnikbereich sogar an. Im gewerblichen wissensintensiven Dienstleistungssektor nahm der Arbeitseinsatz dagegen überall zu. Am stärksten war der Zuwachs in den alten EU-Ländern. Deutschland ist an diesem positiven Trend beteiligt.

Deutschland hat sich im Verlaufe des letzten Jahrzehnts immer stärker auf forschungs- und wissensintensive Wirtschaftsbereiche spezialisiert. Der Anteil dieses Bereiches liegt in Deutschland - gemessen sowohl am Arbeitseinsatz als auch an der nominalen Wertschöpfung - inzwischen deutlich über dem Durchschnitt der alten EU-Länder und vor den USA. Dazu trägt vor allem der traditionell sehr hohe Anteil der hochwertigen Technologien bei.

Mit der zunehmenden Spezialisierung auf die hochwertigen Technologien und dem Abbau der Defizite bei Spitzentechnologien und deren Integration ist Deutschland auf dem richtigen Weg. Es hat jedoch keine Spezialisierungsvorteile bei wissensintensiven Dienstleistungen. Der unterdurchschnittliche Besatz mit IuK-Produktion hat sich dabei hinsichtlich einer stabilen Entwicklung nicht als Nachteil erwiesen. Ungeachtet dessen ist der Einsatz von IuK-Technologien für die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit in den forschungsintensiven Industrien und im wissensintensiven Dienstleistungssektor unverzichtbar. Die Nachfrage nach Gütern der hochwertigen Technologien war robuster als die mancher Spitzentechnikprodukte und deutsche Unternehmen sind auf diesen Märkten besonders erfolgreich. Eine Überbetonung der Bedeutung der Spitzentechnik in der Bewertung der technologischen Leistungsfähigkeit scheint somit nicht gerechtfertigt (Weder di Mauro, 2005).

Für eine positive Beschäftigungsentwicklung hat die Expansion wissensintensiver Dienste jedoch die weitaus größere Bedeutung. Diese speist sich sowohl aus dem internen Wachstum als auch aus den indirekten Wachstumsimpulsen, die von den forschungsintensiven Industrien auf den Dienstleistungsbereich ausgehen.

Um die unterschiedliche Ausgangssituation in West- und Ostdeutschland am Beginn der 90er Jahre zu berücksichtigen, wurden auch die beiden Regionen getrennt in den internationalen Vergleich gestellt. Dann wird in Westdeutschland im Untersuchungszeitraum eine noch stärkere Konzentration auf FuE-intensive Industrien sichtbar. Ostdeutschland hat einen Aufholprozess vollzogen, in dessen Verlauf die ursprünglichen Spezialisierungsnachteile bei FuE-intensiven Industrien beseitigt wurden. Der Strukturwandel verlief dabei schneller als in den mittel- und osteuropäischen Aufholländern.

### **3 Effizienz forschungs- und wissensintensiver Wirtschaftszweige**

#### **3.1 Analysekonzept**

Bei der Bewertung der Marktergebnisse der Innovationsanstrengungen kommt es unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht nur auf die Größe und Struktur der Produktion an, sondern auch auf deren Effizienz. Ein wichtiger Indikator für die Einschätzung der Entwicklung der wirtschaftlichen Effizienz ist traditionell die Veränderung der Arbeitsproduktivität. Die Arbeitsproduktivität gibt an, wie viel Arbeitseinsatz notwendig ist, um eine reale Produktionsmenge zu erstellen. Die Entwicklung der realen Produktion sollte dabei durch die Verwendung hedonischer Preisindizes sowohl Veränderungen der Produktmengen als auch Variationen der Produktqualitäten berücksichtigen. Für intersektorale und internationale Vergleiche ist es zudem entscheidend den Arbeitseinsatz nicht in Köpfen, sondern das Arbeitsvolumen in Arbeitsstunden zu erfassen.

Die vorliegenden Daten zeigen, dass sich im langfristigen Vergleich das Produktivitätswachstum in Deutschland spürbar abgeschwächt hat (Gornig, Görzig 2007). Der Produktivitätszuwachs 1995 bis 2005 bei den forschungsintensiven Industrien wie den wissensintensiven Diensten war dabei deutlich geringer als in den USA und den europäischen Vergleichsländern. Zahlen zur aktuellen Entwicklung der Arbeitsproduktivität im internationalen Vergleich liegen auf Volumenbasis nicht vor.

Als Indikator für die technologische Leistungsfähigkeit greift die Größe Arbeitsproduktivität allerdings zu kurz, weil sie einseitig auf den Mengeneinsatz eines Produktionsfaktors abzielt. Die spezifische produktivitätserhöhende Wirkung der Verbesserung des technischen Wissens im engeren Sinne, wie auch des Humankapitals, des Anlagevermögens oder der Infrastruktur, bleibt unberücksichtigt. Entsprechend sind im Indikatorenbericht zur Technologischen Leistungsfähigkeit in den letzten beiden Jahren ergänzende Analysen zur Zerlegung des Produktivitätswachstums (Growth Accounting<sup>7</sup>) vorgelegt worden.

Die Ergebnisse des Growth Accounting für den Zeitraum 1995 bis 2005 zeigen beispielsweise, dass bei forschungsintensiven Industrien in Deutschland technologische Neuerungen relativ weniger als in anderen Ländern in steigende Produktionsmengen umgesetzt wurden. Gleichzeitig musste insbesondere im Vergleich zu den USA eine geringe Intensivierung des Humankapitals sowohl für die forschungsintensiven Industrien als auch die wissensorientierten Dienstleistungen konstatiert werden (Belitz u.a. 2009).

Im vorliegenden Bericht sind die Produktivitätsanalysen weiter vertieft und ausgeweitet worden. Im Mittelpunkt steht dabei die explizite Einbeziehung und quantitative Abschätzung von ineffizienten Produktionsweisen. Im internationalen Vergleich wird hier bewertet, inwieweit die technologischen Produktionsmöglichkeiten der Sektoren in den jeweiligen Ländern ausgeschöpft werden. Die Ergebnisse zum Effizienzniveau sind im Abschnitt 3.2 dargestellt. Durch die Berücksichtigung von Ineffizienzen lässt sich auch die Entwicklung der Totalen Faktorproduktivität besser interpretieren. Die Ergebnisse zu dieser Fragestellung finden sich im Abschnitt 3.3.

#### **3.2 Effizienzniveaus und ihre Veränderung**

Betrachtet werden zunächst die Effizienzniveaus der Sektorbereiche und die ausgewählter Einzelsektoren im internationalen Vergleich. Gemessen wurde die outputorientierte Effizienz, wobei ein Wert von 1 anzeigt, dass die Branche im internationalen Vergleich effizient arbeitet. Es wird demnach bei gegebener Produktionsfunktion und Inputmenge der maximale Output produziert. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von einer frontierdefinierenden Einheit, d.h. also der Beobachtung, die al-

---

<sup>7</sup> Zur Methode und zu den Daten des Growth Accounting siehe.: Jorgenson 2005 und Timmer et.al. 2007

alleine oder mit anderen zusammen den Verlauf der Produktionsfunktion bestimmt. Übertragen auf den Vergleich eines Sektors in unterschiedlichen Ländern heißt dies, dass ein als effizient bewerteter Sektor eines Landes alleine oder mit Sektoren in weiteren Ländern die Benchmark für die in diesem Sektor ineffizienten Länder darstellt. Als Inputfaktoren in der Analyse dienen, entsprechend dem Wachstumsmodell von Solow (1957), Kapital (capital consumption) und Arbeit (hours worked) sowie die Wertschöpfung als Output entsprechend der EUKLEMS Datenbank. Für die eigentliche Berechnung wurde das nichtparametrische Schätzverfahren der Data Envelopment Analysis verwendet (siehe Abschnitt 3.5).

Wie aus der Abbildung 3.1 hervorgeht, kommt Deutschland im Jahre 1995 im Bereich der forschungsintensiven Industrien auf einen Wert von 0,90. Es ist demnach in diesem Bereich leicht ineffizient, weist jedoch signifikant bessere Werte als das Europaaggregat<sup>8</sup> oder Japan auf. Die USA hingegen werden – mit einem Wert von 1 – als effizient eingeschätzt. Betrachtet man die einzelnen Sektoren (siehe Tab.3.1), so fällt auf, dass Deutschland insbesondere im Bereich der Hochtechnologie gute bis sehr gute Werte erzielt. So wird etwa der Fahrzeugbau als effizient bewertet. Aber auch ein Effizienzwert von 0,93 für den Maschinenbau ist am oberen Ende aller Beobachtungen in diesem Sektor. In zwei anderen wichtigen Sektoren, der Chemie und der Elektrotechnik, sind dagegen niedrigere Effizienzwerte von 0,89 und 0,79 zu konstatieren.

Blickt man auf die der Spitzentechnologie zugeordneten Branchen, so fällt auf, dass insbesondere bei der Nachrichtentechnik sowie der Medizin- u. Messtechnik niedrige Effizienzwerte von 0,77 bzw. 0,78 beobachtet wurden. Auch in aggregierter Form muss festgehalten werden, dass die Spitzentechnologie gegenüber der Hochtechnologie eine signifikant geringere Effizienz von 0,82 zu 0,92 aufweist.

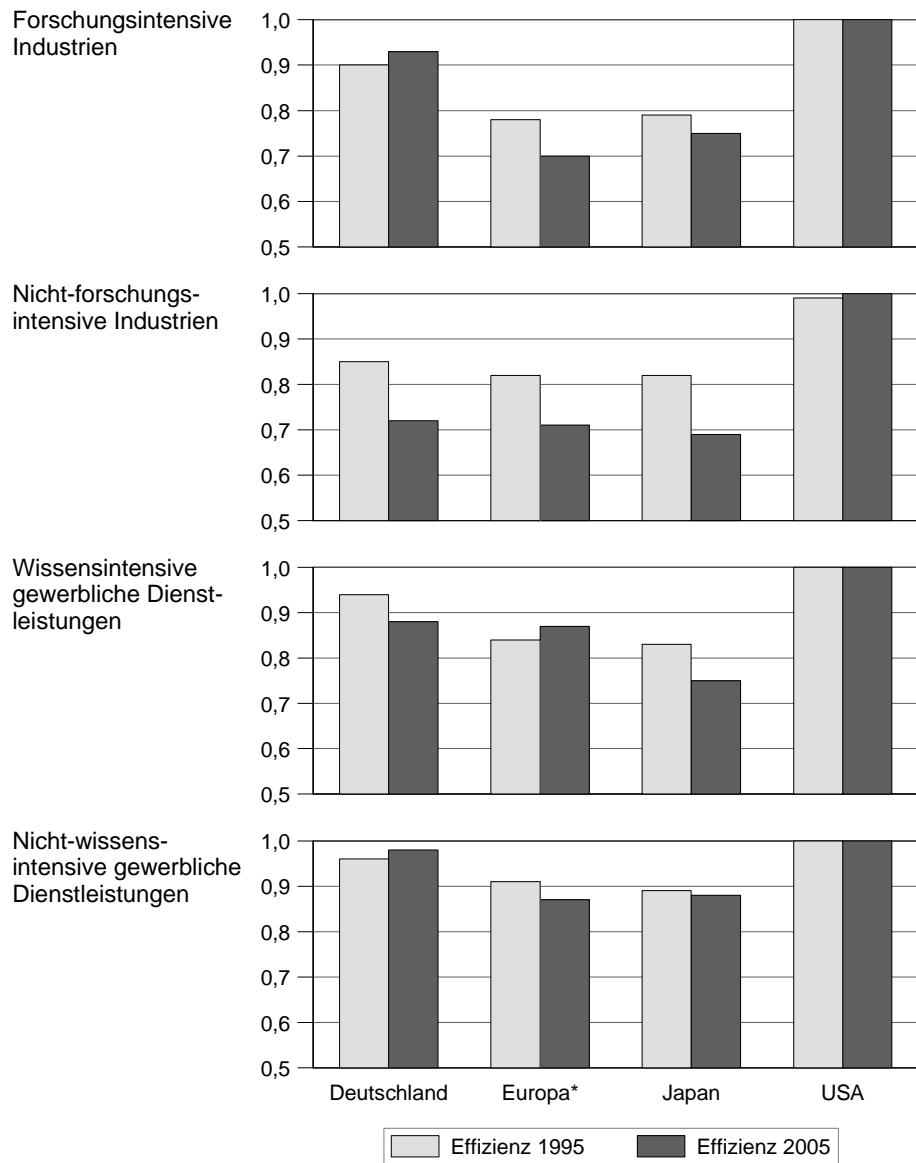
Wie aus der Abbildung 3.1 hervorgeht, hat sich die Position Deutschlands im Jahre 2005, verglichen mit 1995, im Bereich der forschungsintensiven Industrien jedoch verbessert. Die Effizienz des Europaaggregats und Japans ist im gleichen Zeitraum gesunken, während die USA ihre Stellung halten konnten. Dies ist sowohl Effizienzsteigerungen in den Sektoren der Hochtechnologie als auch in denen der Spitzentechnologien geschuldet, wie Tab.3.1 zeigt. So konnte zum einen der Kraftfahrzeugsektor seine hohe Effizienz halten. Zum zweiten werden nun auch der Maschinenbaus sektor und die Elektrotechnik als effizient bewertet. Damit weisen drei der vier großen deutschen Industriesektoren im Jahre 2005 hinsichtlich ihrer Effizienz das bestmögliche Ergebnis auf. Die chemische Industrie kann hier leider nicht mithalten.

Im Bereich der Spitzentechnologie konnte insbesondere bei der Medizin- und Messtechnik ein Effizienzsprung von zuvor 0,78 auf 1 beobachtet werden. Im internationalen Vergleich definiert diese Branche nunmehr 2005 selbst die Produktionsfunktion und arbeitet daher effizient. Daneben war auch bei der Nachrichtentechnik eine signifikante Effizienzsteigerung zu beobachten. Leichte Verbesserungen der Effizienz sind für den Luft- und Raumfahrtsektor sowie für den sonstigen Fahrzeugbau zu konstatieren.

---

<sup>8</sup> Das Europaaggregat bezeichnet die Gruppe aller europäischen Länder für die Kapitaldaten vorliegen und die daher in der Analyse berücksichtigt werden konnten. Es handelt sich dabei um Österreich, Tschechien, Slowenien, Finnland, die Niederlande, Dänemark, Schweden, Italien, Portugal und Großbritannien. Die Werte der einzelnen Länder wurden, gewichtet mit ihrer jeweiligen Wertschöpfung, in den einzelnen Sektoren aggregiert.

Abb. 3.1: Effizienzniveaus 1995 und 2005



\* Ausgewählte Länder, siehe Fußnote 8.

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der EUKLEMS - Datenbank

Eine negative Entwicklung hat es dagegen im Pharma- und Chemiesektor (ex Pharma) gegeben. Eine eingehendere Analyse zeigt, dass dies im Wesentlichen auf die Entwicklung der USA und deren Berücksichtigung in der Bewertung zurückzuführen ist. Eine Sonderauswertung unter Vernachlässigung der amerikanischen Beobachtungen ordnet Deutschland deutlich bessere Ergebnisse zu. Dennoch zeigt sich auch dann, dass die Effizienz eher stagnierte. Ferner gilt es zu berücksichtigen, dass in den zuvor genannten Branchen die USA ebenfalls Teil der Analyse war, die Ergebnisse sich dort jedoch anders darstellen. Darüber hinaus ist auch unter Annahme konstanter Skalenerträge festzustellen, dass der amerikanische Sektor, insbesondere im Pharmabereich, der Innovator war, welcher den Verlauf der Produktionsfunktion seit 1999 determinierte.

Dennoch ist festzuhalten, dass Deutschland es im betrachteten Zeitraum 1995 bis 2005 geschafft hat, sowohl in der Spitzentechnologie als auch bei der Hochtechnologie Effizienzverbesserungen zu erzielen. In vielen der relevanten Sektoren konnten Spitzenplätze gehalten oder wieder besetzt werden.

Wie aus Abbildung 3.1 zudem hervorgeht, wies Deutschland im Bereich der wissensintensiven Dienstleistungen im Jahre 1995 ebenfalls einen relativ hohen Effizienzwert von 0,94 auf. Es war demnach auch in diesem Bereich nur leicht ineffizient und weist wiederum signifikant bessere Werte als das Europaaggregat oder Japan auf. Wie schon bei den forschungsintensiven Industrien stützt sich auch hier der Wert auf eine Vielzahl von Branchen. Hervorzuheben sind dabei zum einen das Verlags- und Druckwesen, aber auch die Nachrichtenübermittlung und die unternehmensorientierten Dienste. In allen drei Sektoren definierte Deutschland mit anderen Ländern die Produktionsfunktion und stellte daher die Benchmark.

Anders als noch bei den forschungsintensiven Industrien hat sich bei den wissensintensiven Dienstleistungen im Zeitablauf keine Verbesserung Deutschlands ergeben. Vielmehr muss ein Rückgang des Effizienzwertes auf 0,88 konstatiert werden. Diese leicht negative Entwicklung ist nicht auf einzelne Sektoren zurückzuführen. Dem negativen Trend liegt eine sektorenübergreifende Entwicklung zugrunde. Positiv fällt hierbei jedoch die Nachrichtenübermittlung aus dem Trend, welche auch 2005 wieder einen Effizienzwert von 1 aufweist.

Für die wissensintensiven Dienstleistungen insgesamt bleibt aber festzuhalten, dass Deutschland im betrachteten Zeitraum seine Effizienz nicht halten oder gar steigern konnte, sondern einen Rückgang aufweist. Im internationalen Vergleich liegt das Land damit 2005 zwar immer noch vor Japan, jedoch nicht mehr signifikant vor Europa. Im Gegensatz zu Deutschland konnten die Länder des hier verwendeten Europaaggregats im betrachteten Zeitraum die zuvor festgestellte Ineffizienz reduzieren. Dies liegt vor allem an der positiven Entwicklung in Großbritannien und den Niederlanden. Die USA stellen wiederum die effizienten Sektoren in diesem Bereich. Dies gilt unabhängig von der Annahme konstanter oder, wie bei dieser Analyse zugrunde gelegt, variabler Skalenerträge.

Mit Blick auf die nicht-forschungsintensiven Industrien ist zu konstatieren, dass selbige im Jahre 1995 mit 0,85 den zweithöchsten Effizienzwert aufweisen. Im Zeitablauf zeigt sich ein etwa gleichmäßiger Rückgang der Effizienz für Deutschland, für die ausgewählten Europäischen Länder und für Japan. Keinem Land ist es daher gelungen, die moderaten Effizienzwerte von etwa 0,82 bis 0,85 zu halten. Vielmehr sanken sie auf 0,69 bis 0,72. Diese Entwicklung beschränkt sich im Falle Deutschlands zudem nicht auf wenige Sektoren, sondern ist in fast allen Sektoren der nichtforschungsintensiven Industrien zu beobachten.

Demgegenüber ist bei den nicht-wissensintensiven Dienstleistungen zunächst festzuhalten, dass Deutschland hier bereits im Jahre 1995 einen relativ guten Effizienzwert von 0,96 aufwies und damit der USA unmittelbar folgte. Im Laufe der Zeit konnte dieser Wert sogar noch leicht auf 0,98 gesteigert werden. Diese Verbesserungen stützen sich vor allem auf Effizienzsteigerungen im Logistikgewerbe. Verglichen mit Japan, aber auch im europäischen Vergleich steht Deutschland in diesen Sektoren hinsichtlich seiner Effizienz sehr gut da.

### **3.3 Komponenten der Produktivitätsentwicklung**

Ergänzend zur Analyse der sektoralen Effizienz werden nachfolgend die Ergebnisse der Produktivitätsanalyse vorgestellt. Sie beruhen auf der Verwendung des generalisierten Malmquist Indexes (Griffell-Tatje und Lovell, 1999), welcher die Veränderung in der Totalen Faktorproduktivität misst. Für dessen Berechnung wiederum ist, wie schon bei der Beurteilung der Effizienz, die Ermittlung einer Reihe von Distanzfunktionen nach Shephard (1970) notwendig. Eine direkte Vergleichbarkeit der so gewonnenen Werte mit klassischen Formen der TFP-Berechnung ist nur bedingt gegeben. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass im Rahmen des hier verfolgten Ansatzes auf die diesen klassischen Ansätzen zugrunde liegenden Annahmen bewusst verzichtet wurde (siehe Abschnitt 3.5).

Die Veränderung der Produktivität wird ferner zerlegt in ihre Komponenten Effizienz-, Technologie- und Skalenänderung. So kann entsprechend dem vorliegenden Modellrahmen ein Produktivitätszuwachs nicht nur durch eine Verbesserung der Effizienz erzielt worden sein, sondern auch durch tech-

nologischen Fortschritt. Der technologische Fortschritt ergibt sich dabei entsprechend des hier verwendeten Ansatzes aus einer Verschiebung bzw. Verlagerung der Produktionsfunktion. Von Fortschritt spricht man in diesem Zusammenhang, wenn die Verlagerung der Funktion zur Folge hat, dass nach der neueren Produktionsfunktion mit dem gleichen Input mehr Output erzeugt werden könnte als nach der alten Produktionsfunktion. Schließlich beeinflusst auch der Skaleneffekt, d.h. die relative Größenänderung in der Produktion, als dritte Komponente die Veränderung der TFP.

Mit Blick auf Abbildung 3.2 fällt zunächst die überraschend positive Entwicklung der Totalen Faktorproduktivität für Deutschland im Fall der forschungsintensiven Industrien ins Auge. Mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von etwa 2,1 Prozent liegt sie zwar noch hinter den USA, aber vor Japan und dem Europaaggregat. Die Gründe hierfür zeigen die einzelnen Komponenten der TFP-Änderung auf. So liegt Deutschland im internationalen Vergleich hinsichtlich der technologischen Verbesserung hinter den USA und Japan. Auch das hier verwendete Europaaggregat weist einen besseren Wert auf. Obschon also Deutschland von einem technologischen Schub profitieren konnte, fiel dieser vergleichsweise klein aus.

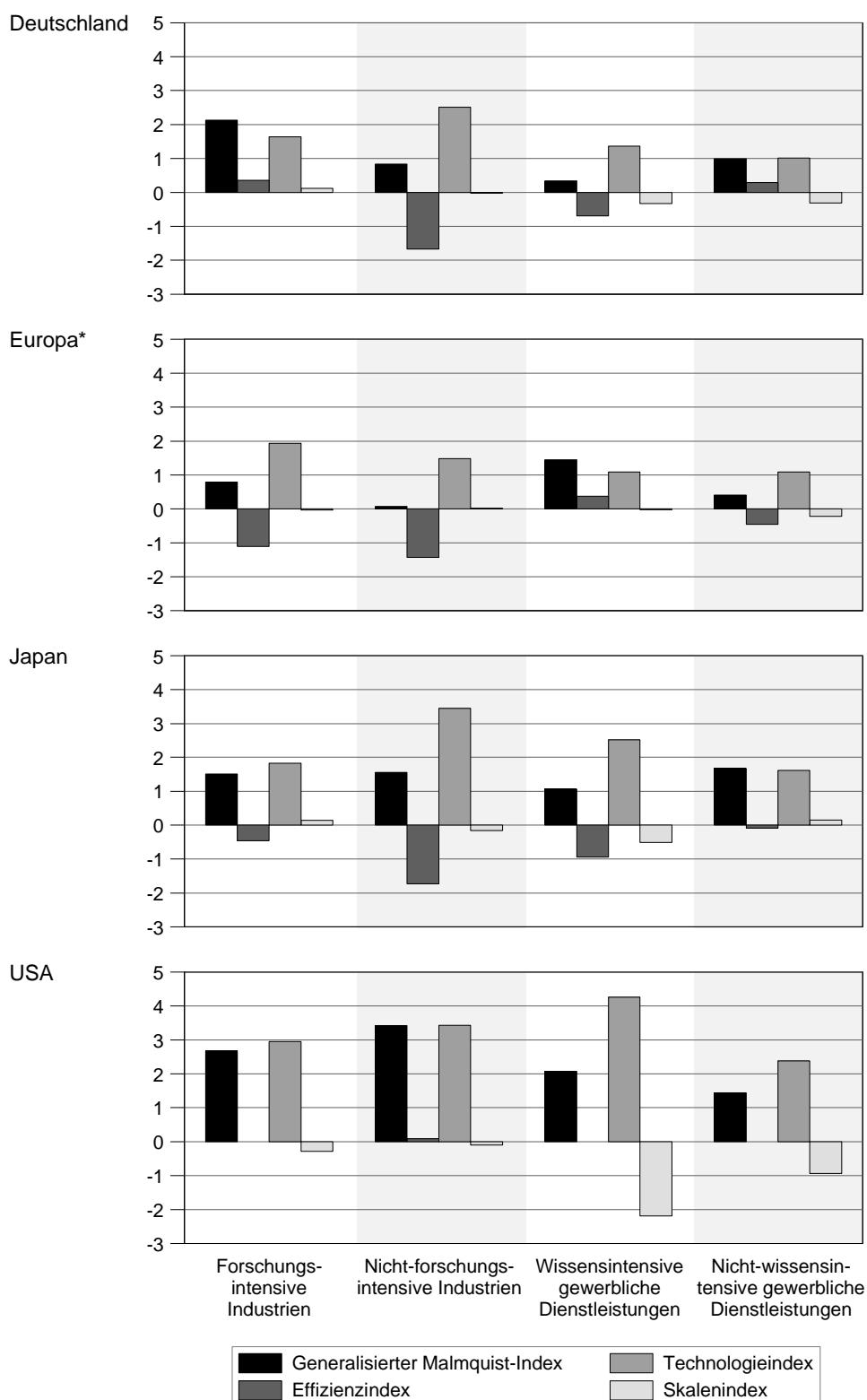
Dass die Wachstumsrate der Totalen Faktorproduktivität dennoch mit zu den höchsten zählt, ist dem Umstand geschuldet, dass es Deutschland zusätzlich auch gelungen ist, seine Effizienz in diesem Bereich zu steigern. Hier finden somit die bereits zuvor diskutierten Effizienzsteigerungen ihren Niederschlag. Ganz anders stellt sich die Situation in Europa und Japan dar, welche die möglichen Produktivitätssteigerungen aufgrund des technologischen Fortschritts nicht in gleichem Maße umsetzen konnten, da ihre Effizienz im betrachteten Zeitraum gesunken ist.

Einen letzten positiven, wenn auch nur marginalen Effekt, zeigt der Skalenindex. Dies ist im Wesentlichen auf die positiven Entwicklungen in den Sektoren Nachrichtentechnik und Medizin- und Messtechnik zurück zu führen. Beide Sektoren bewegen sich hin in Richtung auf die Größe mit der höchsten Skalenproduktivität (Most Productive Scale Size). Schlussendlich ist in diesem Zusammenhang auch die Chemieindustrie zu nennen, welche sich jedoch aus dem Bereich der abnehmenden in den Bereich der ansteigenden Skalenerträge bewegt hat. Dies wird durch aktuelle Forschungsergebnisse (Badunenko, 2009) bestätigt, welche im betrachteten Zeitraum eine „Gesundschrumpfung“ der Branche aus Gründen der Skaleneffizienz konstatieren.

Insgesamt bleibt daher für die forschungsintensiven Industrien festzuhalten, dass Deutschland den vergleichsweise kleineren Beitrag des technologischen Fortschritts durch zusätzliche Effizienzsteigerungen und das Ausnutzen von Skaleneffekten in ein vergleichsweise hohes Wachstum der Totalen Faktorproduktivität umsetzen konnte. In diesem Sinne zeigte es sich wesentlich erfolgreicher als Japan oder die im Europaaggregat zusammengefassten Länder. Es muss jedoch auch festgehalten werden, dass diese Beiträge nicht dauerhaft die niedrige technologische Wachstumsrate kompensieren können. Wie die vorhergehenden Ausführungen zur Effizienz in den einzelnen Sektoren gezeigt haben, ist Deutschland hier bereits sehr gut positioniert und zusätzlicher Spielraum nach oben somit begrenzt. Es sind daher zusätzliche Anstrengungen notwendig, um künftig auch hinsichtlich des technologischen Fortschritts höhere Wachstumsraten der Produktivität zu erzielen. Dies wiederum kann letztlich nur durch gesteigerte Bildungs-, Weiterbildungs- und Forschungsaktivitäten auf betrieblicher und staatlicher Ebene erreicht werden.

Blickt man auf die wissensintensiven Dienstleistungen, so stellt sich die Situation etwas anders dar als bei den forschungsintensiven Industrien. Die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der Totalen Faktorproduktivität beträgt nur etwa 0,3 Prozent. Sie liegt damit weit unterhalb der Wachstumsraten Japans, Europas oder gar der USA. Die Gründe hierfür sind vielfältig.

*Abb. 3.2: TFP-Wachstum und seine Komponenten zwischen 1995 und 2005  
In Prozent*



\* Ausgewählte Länder, siehe Fußnote 7.

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der EUKLEMS – Datenbank.

Zunächst muss festgehalten werden, dass der durch den technologischen Fortschritt verursachte Wachstumsimpuls kleiner ausfiel als beispielsweise in Japan oder den USA. Insbesondere letztere weisen in

diesem Bereich eine hohe Wachstumsrate auf. Gleichzeitig lag jedoch der aggregierte technologische Fortschritt der verfügbaren europäischen Länder unter dem Deutschlands. Anders als in diesen Ländern ist es Deutschland jedoch nicht gelungen, den technischen Fortschritt in effizienter Weise umzusetzen. Vielmehr ist, wie bereits zuvor ausführlich geschildert, die Effizienz in diesem Segment der deutschen Wirtschaft gefallen. Diese gegenläufige Entwicklung wirkt sich negativ auf das Wachstum der Totalen Faktorproduktivität aus. Ähnliches ist auch in Japan zu beobachten. Das hier verwendete Europaaggregat profitiert demgegenüber von einem effizienteren Ressourceneinsatz und damit in ähnlicher Form wie Deutschland in den forschungsintensiven Industrien. Wie bereits ausgeführt, ist dies der positiven Entwicklung in den Niederlanden und in Großbritannien geschuldet.

Schlussendlich kommt auch ein leicht negativer Skaleneffekt zum Tragen. Deutschland ist es im Zeitablauf nicht gelungen, seine Position auf den Produktionsfunktionen in Richtung der Most Productive Scale Size zu verbessern. Es zeigt sich, dass diese Entwicklung über die einzelnen Sektoren hinweg auf ein zu geringes Wachstum, verglichen mit anderen Ländern auf der Produktionsfunktion, zurückzuführen ist. Dies gilt insbesondere für die USA, die ihre Wertschöpfung im betrachteten Zeitraum noch einmal erheblich ausweiten konnte. Hinsichtlich der Totalen Faktorproduktivität hat dies jedoch auch negative Effekte, wie ein Blick auf den Skalenindex der USA zeigt. Sie bewegt sich langsam in den Bereich der abnehmenden Skalenerträge. Insgesamt war sie jedoch in vielen der Sektoren der wissensintensiven gewerblichen Dienstleistungen der Innovator, der die technologische Entwicklung trieb. Zudem konnte sie auf ihrem großen Inlandsmarkt zunächst noch voll vom Größeneffekt profitieren.

Mit Blick auf die geringe Wachstumsrate der Totalen Faktorproduktivität bei den wissensintensiven gewerblichen Dienstleistungen sind zwei Ergebnisse festzuhalten. Zum einen sind, trotz des im europäischen Vergleich akzeptablen technologischen Fortschritts, auch hier zusätzliche Anstrengungen von Nötien und damit höhere Investitionen in Bildung, Weiterbildung und in Forschung. Zum zweiten muss auch der Effizienzrückgang gestoppt werden. Richtungweisend sind hier sicherlich die Verhältnisse in den USA. Der Markt für wissensintensive Dienstleistungen ist dort viel einheitlicher als in Europa und viel größer als selbst in Deutschland. Entsprechend besteht in den USA auch bei gleicher Spezialisierungstiefe ein viel stärkerer Wettbewerb, der die Unternehmen zu höchster Effizienz zwingt. In Deutschland und vielen anderen Ländern Europas haben sich traditionell häufig kleine Marktnischen mit nur gering ausgeprägtem Wettbewerb etabliert. In wettbewerbsintensiven Märkten wie in Großbritannien zeigen sich hingegen bei den wissensintensiven Dienstleistungen die stärksten Effizienzsteigerungen. Durch die Vereinheitlichung des europäischen Dienstleistungsmarktes mittels EU-Dienstleistungsrichtlinie dürfte auch im übrigen Europa die Wettbewerbsintensität zunehmen (Deutsch u.a. 2006). Da sich zudem mit dem EU-Markt ähnliche Größeneffekte erwarten lassen wie sie in den USA beobachtet werden konnten, sollten die US-Effizienzwerte auch in absehbarer Zeit in Europa möglich sein.

### **3.4 Zwischenfazit**

Ein wichtiger Indikator für die Einschätzung der Entwicklung der wirtschaftlichen Effizienz ist traditionell die Veränderung der Arbeitsproduktivität. Die vorliegenden Daten zeigen, dass sich im langfristigen Vergleich das Produktivitätswachstum in Deutschland spürbar abgeschwächt hat. Der Produktivitätszuwachs bei den forschungsintensiven Industrien wie den wissensintensiven Diensten war dabei deutlich geringer als in den USA und den europäischen Vergleichsländern.

Als Indikator für die technologische Leistungsfähigkeit greift die Große Arbeitsproduktivität allerdings zu kurz, weil sie einseitig auf den Mengeneinsatz eines Produktionsfaktors abzielt. Die hier dargestellten Analysen gehen daher von dem breiteren Ansatz der Totalen Faktorproduktivität aus und werden zudem um Abschätzung zum Umfang von ineffizienten Produktionsweisen erweitert.

Bei den forschungsintensiven Industrien konnte Deutschland ein im internationalen Vergleich hohes Wachstum der Totalen Faktorproduktivität realisieren. Dabei ist es gelungen den vor allem im Vergleich mit den USA vergleichsweise kleineren Beitrag des technologischen Fortschritts durch zusätzliche Effizienzsteigerungen und das Ausnutzen von Skaleneffekten zu kompensieren. Hierbei zeigte sich Deutschland wesentlich erfolgreicher als Japan und viele andere europäische Länder. Besonders hohe Effizienzwerte erzielen dabei die drei großen deutschen Sektoren: Straßenfahrzeugbau, Maschinenbau und Elektrotechnik.

Es muss aber auch festgehalten werden, dass die Beiträge aus Effizienzsteigerungen nicht dauerhaft die niedrige technologische Wachstumsrate kompensieren können. Es sind daher zusätzliche Anstrengungen notwendig, um künftig auch hinsichtlich des technologischen Fortschritts höhere Wachstumsraten der Produktivität zu erzielen. Dies wiederum kann letztlich nur durch gesteigerte Bildungs-, Weiterbildungs- und Forschungsaktivitäten auf betrieblicher und staatlicher Ebene erreicht werden.

Bei den wissensintensiven gewerblichen Dienstleistungen ist die Entwicklung in Deutschland durch eine im internationalen Vergleich geringe Wachstumsrate der Totalen Faktorproduktivität geprägt. Auch hier sind zumindest im Vergleich zu Japan und den USA die technologischen Wachstumsimpulse gering. Hinzu kommt, dass anders als bei den forschungsintensiven Industrien Deutschland keine günstige Entwicklung der Effizienzwerte aufweisen kann. Im Gegenteil: die Effizienz wissensintensiver Dienstleistungen fällt in Deutschland sogar relativ zurück. Die Chancen der Vereinheitlichung des europäischen Dienstleistungsmarktes durch die EU-Dienstleistungsrichtlinie müssen daher konsequent für mehr Wettbewerb und mehr Effizienz genutzt werden.

### **3.5 Zur Methode**

Die Idee eines Produktionsmöglichkeitenraumes und einer denselben abgrenzenden Produktionsfunktion ist die Grundlage der klassischen Produktivitätsmessung (siehe Abbildung 3.4). Bei deren Berechnung wird zudem angenommen, dass die (a) funktionale Form der Produktionsfunktion bekannt ist, dass (b) die unterstellte Produktionsfunktion konstante Skalenerträge aufweist, dass (c) alle betrachteten Einheiten immer effizient operieren und dass (d) die technischen Veränderungen Hicks-neutral sind (Arcelus und Arocena, 2000). Hierauf aufbauend wird die Änderung der Totalen Faktorproduktivität (TFP) mittels des auf dem Wachstums-Modell von Solow (1957) basierenden Growth Accountings oder auf Basis des Törnqvist Indexes ermittelt.

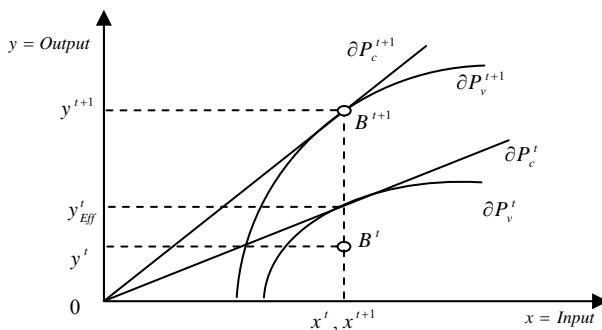
Alternativ kann die TFP-Änderung auch mit Hilfe des generalisierten Malmquist Indexes (GMI) berechnet werden (Grifell-Tatje und Lovell, 1999; 1997; 1995). Die Verwendung desselben im Rahmen der Produktivitätsmessung geht auf den Nachweis der theoretischen Identität von Törnqvists Produktivitätsindizes und dem Malmquist Index durch Caves et al. (1982) zurück. Er zeichnet sich zum einen dadurch aus, dass für seine Berechnung keine Preisdaten benötigt werden. Zum zweiten erfolgt die Berechnung der Produktivitätsänderungen unter weniger restriktiven Annahmen. Ein wesentlicher Punkt und fundamentaler Bruch zur bisherigen Effizienzmessung ist dabei die Frage, inwieweit eine effiziente Nutzung der verwendeten Ressourcen vorliegt und in welchem Maße eine Verbesserung (Rückgang) derselben zur Produktivitätsänderung beigetragen hat. Zusätzlich erlaubt die Zerlegung der TFP-Änderung Aussagen über den Beitrag des technologischen Fortschritts. Da auch die Annahme konstanter Skalenerträge fallen gelassen wird, wird zudem untersucht, ob die entsprechenden Einheiten (Sektoren einzelner Länder) unter ansteigenden, abfallenden oder konstanten Skalenerträgen agieren und in welchen der genannten Bereiche sie sich im Laufe der Zeit bewegen. Die notwendige Aggregation der Einzelsektoren in die vier Sektorguppen basiert auf der von Zelenyuk (2006) vorgeschlagenen Methodik.

Für die Ermittlung der erforderlichen fünf Distanzfunktionen zur eigentlichen Berechnung des GMI wird auf die Data Envelopement Analysis (DEA) zurückgegriffen. Die Data Envelopement Analysis stellt hierbei einen nicht-parametrischen Ansatz der Effizienzmessung dar und geht in ihrer prakti-

schen Umsetzung auf Charnes et al. (1978) zurück. Die Grundidee ist dabei weiterhin die Existenz eines Technologieraumes und einer Produktionsfunktion. Dabei wird jedoch zum einen keinerlei Produktionsfunktion ex ante definiert, sondern die Daten definieren dieselbe. Zum Zweiten wird zugelassen, dass nicht alle untersuchten Einheiten effizient sind. Das Vorhandensein von Beobachtungen, die nicht auf der geschätzten Produktionsfunktion liegen, stellt daher keine Messfehler dar, sondern geht auf eine ineffiziente Nutzung der Inputs zurück.

Die Abbildung 3.3 veranschaulicht die Methodik für den vereinfachten Fall eines Inputs und eines Outputs. Der Sektor B ist zum Zeitpunkt  $t$  nicht effizient, da seine Input-Output-Kombination nicht auf der Produktionsfunktion  $\partial P_c^t (\partial P_v^t)$  bei konstanten (variablen) Skalenerträgen liegt. Bei outputorientierter Betrachtungsweise könnte es mit dem gleichen Input ( $x^t$ ) nicht nur  $y^t$ , sondern  $y_{Eff}^t$  produzieren. Das Ausmaß der Ineffizienz ergibt sich aus der Entfernung der tatsächlichen Input-Output-Kombination zur möglichen Input-Output-Kombination auf der geschätzten Produktionsfunktion, wobei eine radiale Messung vorgenommen wird. Im vorliegenden Fall demnach aus  $D^t(x^t, y^t) = \theta^t = 0y^t / 0y_{Eff}^t < 1$ . Der Wert kleiner 1 zeigt hierbei an, dass, gegeben  $x^t$ , der Sektor B das  $1/\theta^t$  fache des Outputs hätte erwirtschaften können. Dies macht auch deutlich, dass bei outputorientierter Berechnung nach Shephard (1970) die Effizienzkennzahl nur den Wert 1 – im Falle von Effizienz – oder Werte kleiner 1 – im Falle von Ineffizienz – annehmen kann.

Abb. 3.3: Outputorientierter Malmquist-Index der Totalen Faktorproduktivität



Die mittels des generalisierten Malmquist-Indexes durchgeführte Analyse der TFP-Änderungen bezieht Effizienzänderungen über die Zeit in Form des Effizienzindexes (TEF) mit ein. Der GMI setzt sich daneben aus dem Technologieindex (TCH) und dem Skalenindex (RES) zusammen. Der TEF nimmt einen Wert größer (gleich, kleiner) 1 an, wenn die betreffende Einheit ihre Effizienz im Zeitablauf verbessert (unverändert gelassen, verschlechtert) hat. Im vorliegenden Beispiel ist dies der Fall, da Sektor B zum Zeitpunkt  $t+1$  mit  $(x^{t+1}, y^{t+1})$  auf der Produktionsfunktion liegt  $(\partial P_c^{t+1}, \partial P_v^{t+1} \rightarrow \theta^{t+1} > \theta^t)$ .

Der Technologieindex seinerseits nimmt einen Wert größer (gleich, kleiner) 1 an, wenn es technologischen Fortschritt (Stagnation, Rückgang) gegeben hat. Der technologische Fortschritt im hier verwendeten Sinn bezieht sich auf die Verschiebung der Produktionsfunktion zwischen  $t$  und  $t+1$  und zeigt auf, um wie viel höher (niedriger) die Produktivität nur aufgrund des Verlaufs der neuen Produktionsfunktion ausfallen kann. Im vorliegenden Beispiel ist auch dies augenfällig der Fall, da der Anstieg von  $\partial P_c^{t+1}$  größer als der von  $\partial P_c^t$  ist, womit auch  $TCH > 1$ .

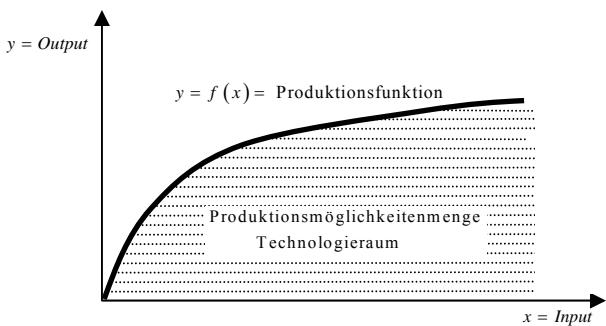
Schlussendlich gilt für den Skalenindex, dass er Werte größer (kleiner) 1 annimmt, wenn es zu einer Reduktion (Erhöhung) des Produktionsumfangs im Bereich der abnehmenden Skalenerträge gekommen ist, bzw. wenn es zu einer Erhöhung (Reduktion) des Produktionsumfangs im Bereich der ansteigenden Skalenerträge gekommen ist. Der Skalenindex nimmt einen Wert von 1 an, wenn sich keine Bewegung in die eine oder andere Richtung ergeben hat. Im Beispiel ist dies der Fall. Der Sektor produziert auch unter Annahme variabler Skalenerträge  $(\partial P_v^t, \partial P_v^{t+1})$  zu jedem Zeitpunkt im Bereich der

„most productive scale size“ (MPSS), dort also, wo die ansteigenden Skalenerträge in konstante übergehen, bevor eine weitere Ausstoßerhöhung in den Bereich der abnehmenden Skalenerträge führt.

Die Methodik ist jedoch nicht ohne Nachteile. Diese sind zum einen der Tatsache geschuldet, dass es sich um ein deterministisches Verfahren handelt. Fehler in den Daten oder Ausreißer können hierdurch einen stärkeren (verzerrenden) Einfluss auf das Ergebnis haben als in herkömmlichen Ansätzen. Zum Zweiten hängt die Aussagekraft der Ergebnisse eng mit der Anzahl der Beobachtungen zusammen. Dies gilt umso mehr an den Rändern der geschätzten Produktionsfunktion. Liegen hier nicht genügend Beobachtungen vor, wird die Effizienz der betreffenden Einheiten in der Regel überschätzt.

Darüber hinaus ist festzuhalten, dass insbesondere die Effizienzmessung ein relatives Konzept ist. Jede Einheit wird mit Bezug zu anderen Einheiten bewertet. Gemessen wird die Entfernung zu einer Produktionsfunktion, welche durch die „besten“ Beobachtungen definiert ist. Es gibt daher keinen deterministischen Wert, den eine Einheit unabhängig von anderen Einheiten erreichen muss, um als effizient zu gelten. In diesem Sinne kann man auch von einem Benchmarking-Verfahren sprechen.

*Abb. 3.4: Produktionsfunktion und Produktionsmöglichkeitenmenge*



*Tab. 3.1: Effizienz ausgewählter Länder und Regionen 1995 und 2005*

	WZ	Deutschland		Europa*		Japan		USA	
		1995	2005	1995	2005	1995	2005	1995	2005
Pharma	244	0,86	0,71	0,76	0,63	0,94	0,92	1,00	1,00
Büromaschinen, EDV	30	1,00	1,00	0,93	0,84	0,90	0,89	1,00	1,00
Nachrichtentechnik	32	0,77	0,89	0,78	0,68	0,74	0,97	1,00	1,00
Medizin- u. Messtechnik	33	0,78	1,00	0,75	0,79	0,54	0,39	1,00	1,00
Luft- u. Raumfahrt	353	0,73	0,77	0,70	0,78			1,00	1,00
<b>Spitzentechnologie</b>		0,82	0,89	0,78	0,71	0,76	0,88	1,00	1,00
Chemische Erzeugnisse	24x2423	0,89	0,70	0,75	0,64	0,93	0,52	1,00	1,00
Maschinenbau	29	0,93	1,00	0,81	0,71	0,70	0,52	1,00	1,00
Elektrotechnik	31	0,79	1,00	0,78	0,71	0,67	0,53	1,00	1,00
Kraftfahrzeugbau	34	1,00	1,00	0,78	0,70	0,90	0,94	1,00	1,00
Sonstiger Fahrzeugbau	35x	0,73	0,76	0,69	0,75			1,00	1,00
<b>Hochtechnologie</b>		0,92	0,94	0,78	0,69	0,80	0,68	1,00	1,00
<b>Forschungsintensive Industrien</b>		0,90	0,93	0,78	0,70	0,79	0,75	1,00	1,00
Verlag und Druck	22	0,99	0,73	0,90	0,74	0,74	0,47	1,00	1,00
Nachrichtenübermittlung	64	1,00	1,00	0,77	0,77	0,91	0,78	1,00	1,00
Kreditgewerbe	65	0,82	0,95	0,87	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
Versicherungsgewerbe	66	0,96	0,92	0,84	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00
Sonstige Finanzaktivitäten	67	1,00	1,00	0,93	0,82				
Datenverarbeitung	72	0,95	0,73	0,63	0,81	0,86	0,68	1,00	1,00
Forschung und Entwicklung	73	0,75	0,70	0,95	0,93	0,83	0,75	1,00	1,00
Unternehmensorientierte Dienste	74	1,00	0,95	0,73	0,85	0,51	0,52	1,00	1,00
Gesundheit und Soziales	N	0,88	0,77	0,95	0,95	0,73	0,63	1,00	1,00
Kultur, Sport, Unterhaltung	92	1,00	0,89	0,80	0,82	0,99	1,00	1,00	1,00
<b>Wissensintensive gewerbliche Dienstleistungen</b>		0,94	0,88	0,84	0,87	0,83	0,75	1,00	1,00
<b>Nicht-forschungsintensive Industrien</b>		0,85	0,72	0,82	0,71	0,82	0,69	0,99	1,00
<b>Nicht-wissensintensive gewerbliche Dienstleistungen</b>		0,96	0,98	0,91	0,87	0,89	0,88	1,00	1,00

\* Ausgewählte Länder, siehe Fußnote 7.

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der EUKLEMS – Datenbank.

*Tab. 3.2: Veränderung der Produktivität in ausgewählten Ländern und Regionen 1995 und 2005*

	WZ	Deutschland				Europa*			
		Δ TFP	Δ TEF	Δ TCH	Δ RES	Δ TFP	Δ TEF	Δ TCH	Δ RES
Pharma	244	0,65	-1,92	2,69	-0,11	2,13	-1,92	4,03	0,03
Büromaschinen, EDV	30	2,21	0,00	2,24	-0,03	-0,32	-1,09	-0,19	0,96
Nachrichtentechnik	32	3,13	1,55	-0,27	1,85	2,40	-1,40	4,20	-0,40
Medizin- u. Messtechnik	33	2,03	2,45	-1,21	0,79	-0,01	0,42	-0,55	0,13
Luft- u. Raumfahrt	353	3,63	0,52	3,12	-0,01	0,60	1,04	-0,44	0,00
<b>Spitzentechnologie</b>		2,09	0,81	0,58	0,70	1,43	-0,95	2,28	0,10
Chemische Erzeugnisse	24x2423	1,50	-2,34	2,99	0,86	0,73	-1,56	2,74	-0,45
Maschinenbau	29	2,37	0,72	1,67	-0,02	0,83	-1,22	2,02	0,04
Elektrotechnik	31	2,43	2,31	0,58	-0,46	-0,34	-0,97	0,40	0,23
Kraftfahrzeugbau	34	2,08	0,00	2,31	-0,23	0,22	-1,07	1,21	0,08
Sonstiger Fahrzeugbau	35x	0,61	0,43	0,32	-0,13	2,85	0,82	0,35	1,68
<b>Hochtechnologie</b>		2,22	0,31	1,89	0,02	0,51	-1,18	1,76	-0,08
<b>Forschungsintensive Industrien</b>		2,13	0,36	1,64	0,12	0,79	-1,11	1,93	-0,03
Verlag und Druck	22	0,81	-2,96	3,79	-0,02	1,19	-1,97	3,14	0,02
Nachrichtenübermittlung	64	2,18	0,00	2,21	-0,03	1,90	-0,01	1,48	0,43
Kreditgewerbe	65	2,94	1,43	1,40	0,11	2,88	0,31	2,88	-0,31
Versicherungsgewerbe	66	2,34	-0,41	1,94	0,81	4,24	0,18	3,60	0,45
Sonstige Finanzaktivitäten	67	3,83	0,00	4,38	-0,55	3,81	-1,27	4,60	0,48
Datenverarbeitung	72	-1,22	-2,54	1,29	0,03	2,25	2,48	-0,35	0,12
Forschung und Entwicklung	73	0,23	-0,72	2,77	-1,81	0,41	-0,24	0,87	-0,22
Unternehmensorientierte Dienste	74	-1,76	-0,56	-0,04	-1,16	0,18	1,57	-1,58	0,19
Gesundheit und Soziales	N	0,69	-1,37	2,05	0,01	1,33	0,00	1,42	-0,10
Kultur, Sport, Unterhaltung	92	-0,37	-1,19	1,19	-0,38	1,56	0,22	1,47	-0,13
<b>Wissensintensive gewerbliche Dienstleistungen</b>		0,34	-0,69	1,36	-0,33	1,45	0,37	1,09	-0,02
<b>Nicht-forschungsintensive Industrien</b>		0,83	-1,67	2,51	-0,02	0,07	-1,43	1,48	0,02
<b>Nicht-wissensintensive gewerbliche Dienstleistungen</b>		0,99	0,29	1,01	-0,31	0,41	-0,46	1,09	-0,22

*noch Tab. 3.2: Produktivität ausgewählter Länder und Regionen 1995 und 2005*

	WZ	Japan				USA			
		Δ TFP	Δ TEF	Δ TCH	Δ RES	Δ TFP	Δ TEF	Δ TCH	Δ RES
Pharma	244	3,62	-0,26	3,86	0,02	2,93	0,00	3,02	-0,09
Büromaschinen, EDV	30	-0,90	-0,10	-0,08	-0,71	-0,55	0,00	0,57	-1,12
Nachrichtentechnik	32	3,67	2,82	-1,41	2,26	1,26	0,00	1,27	-0,01
Medizin- u. Messtechnik	33	-1,48	-3,24	1,69	0,07	2,49	0,00	2,49	-0,01
Luft- u. Raumfahrt	353					3,12	0,00	3,12	0,00
<b>Spitzentechnologie</b>		2,51	1,48	0,15	0,87	2,35	0,00	2,49	-0,14
Chemische Erzeugnisse	24x2423	-0,69	-5,79	4,65	0,45	4,58	0,00	4,96	-0,39
Maschinenbau	29	0,79	-3,04	3,84	-0,01	3,82	0,00	3,85	-0,02
Elektrotechnik	31	-1,37	-2,43	3,07	-2,01	1,63	0,00	3,10	-1,47
Kraftfahrzeugbau	34	2,14	0,44	1,83	-0,13	0,83	0,00	1,25	-0,42
Sonstiger Fahrzeugbau	35x					1,06	0,00	1,06	0,00
<b>Hochtechnologie</b>		1,07	-1,62	2,85	-0,17	2,98	0,00	3,42	-0,44
<b>Forschungsintensive Industrien</b>		1,51	-0,46	1,83	0,14	2,67	0,00	2,95	-0,28
Verlag und Druck	22	-0,57	-4,60	3,76	0,27	3,74	0,00	3,74	-0,01
Nachrichtenübermittlung	64	1,13	-1,48	2,62	-0,02	3,31	0,00	3,69	-0,37
Kreditgewerbe	65	3,05	0,00	3,80	-0,75	2,44	0,00	4,24	-1,80
Versicherungsgewerbe	66	0,78	0,00	2,10	-1,32	2,40	0,00	2,81	-0,41
Sonstige Finanzaktivitäten	67								
Datenverarbeitung	72	-1,10	-2,41	1,36	-0,05	1,31	0,00	7,16	-5,85
Forschung und Entwicklung	73	2,20	-1,03	3,31	-0,08	-0,07	0,00	5,80	-5,87
Unternehmensorientierte Dienste	74	0,53	0,19	0,73	-0,39	0,28	0,00	4,29	-4,02
Gesundheit und Soziales	N	0,72	-1,51	2,22	0,02	2,22	0,00	3,80	-1,57
Kultur, Sport, Unterhaltung	92	1,87	0,13	2,26	-0,53	1,99	0,00	4,43	-2,44
<b>Wissensintensive gewerbliche Dienstleistungen</b>		1,06	-0,94	2,51	-0,51	2,07	0,00	4,26	-2,19
<b>Nicht-forschungsintensive Industrien</b>		1,55	-1,73	3,45	-0,16	3,42	0,09	3,43	-0,10
<b>Nicht- wissensintensive gewerbliche Dienstleistungen</b>		1,67	-0,09	1,61	0,15	1,44	0,00	2,38	-0,94

\* Ausgewählte Länder, siehe Fußnote 7.

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der EUKLEMS – Datenbank.

## 4 Einbindung der FuE-intensiven Industrie in die Weltwirtschaft

In diesem Kapitel wird die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes anhand der Position bei forschungsintensiven Waren im Außenhandel bewertet. Nach den Erkenntnissen der Außenhandelstheorie profitiert jedes Land von internationaler Arbeitsteilung, weil es durch Ausnutzung komparativer Vorteile mit einer besseren Allokation der Ressourcen eine höhere Produktivität und damit ein höheres Realeinkommen erreicht. Exporte sind in dieser Sichtweise eine Umwegproduktion mit dem Ziel, die Nachfrage durch Importe kostengünstiger zu decken als unmittelbar durch inländische Produktion. Entscheidend für die Höhe des Einkommens im internationalen Vergleich ist die technologische Leistungsfähigkeit. Ein Land, das infolge besserer Technologie seine Produktionsfaktoren effizienter einsetzt und innovative Produkte herstellt, erzielt auch ein höheres Einkommensniveau. Dazu gehört, dass ein solches Land komparative Vorteile bei Waren hat, deren Produktion anspruchsvolle Technologien erfordert und dementsprechend eine gute Ausstattung mit Humankapital sowie hohe Aufwendungen für Forschung und Entwicklung voraussetzt.

Hier steht der internationale Vergleich im Vordergrund, während sich das NIW in seinem Beitrag auf die Außenhandelsergebnisse für Deutschland konzentriert.<sup>9</sup> Ziel der vergleichenden Analyse ist es, die Position der verschiedenen Länder bei Angebot und Nachfrage FuE-intensiver Waren anhand der über die Grenze gehenden Umsätze zu untersuchen und zu beurteilen. Nach diesem Ansatz wird die technologische Leistungsfähigkeit umso höher eingestuft, je mehr ein Land FuE-intensive Produkte exportiert. Die Außenhandelsanalyse ergänzt die gesamtwirtschaftliche Untersuchung in Kapitel 2.

Im Abschnitt 4.1 wird die Integration Deutschlands in die Weltwirtschaft anhand von Export- und Importquoten für die Waren nach ihrer FuE-Intensität dargestellt, in den Abschnitten 4.3 bis 4.6 werden der Umfang des Außenhandels mit FuE-intensiven Waren, die Salden von Exporten und Importen und die Spezialisierungsmuster analysiert.<sup>10</sup> Um den Vergleich über einen längeren Zeitraum zu gewährleisten, werden unter „OECD“ nur die traditionellen Mitgliedsländer ohne die nach 1993 aufgenommenen Länder verstanden. Wie im gesamtwirtschaftlichen Teil wird die Position für Deutschland, die USA, Japan, die Gruppe der 14 „alten“ EU-Länder (ohne Deutschland) und die Gruppe der 2004 beigetretenen 10 EU-Länder<sup>11</sup> untersucht. Im Anhang sind die Ergebnisse auch für ausgewählte einzelne Länder und detaillierter nach forschungsintensiven Warengruppen ausgewiesen. Im Abschnitt 4.7 wird nach Bestimmungsgründen für die Spezialisierungsmuster im Außenhandel gefragt. Dabei werden neben der Faktorausstattung auch die ökonomische Größe der Länder und die Entfernung zwischen den Produktionsstandorten und den Exportmärkten berücksichtigt.

---

<sup>9</sup> Zu den aktuellen Ergebnissen für Deutschland vgl. die Studie des NIW

<sup>10</sup> Die Untersuchung schließt grundsätzlich an die letzte Außenhandelsanalyse des DIW im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit an (Schumacher 2007).

<sup>11</sup> Aus Gründen der Datenverfügbarkeit wird die EU-10 durch Tschechien, Polen, Ungarn und die Slowakei repräsentiert, die zusammen 88% der Wertschöpfung aller EU-10-Staaten erwirtschaften (berechnet nach OECD STAN 2009, EUKLEMS 11/2009).

#### 4.1 Export- und Importquoten nach der FuE-intensität der Waren

Das Ausmaß der Integration einer Volkswirtschaft in die Weltwirtschaft lässt sich einmal anhand des Anteils der Exporte am Bruttoproduktionswert (Exportquoten) und zum anderen anhand des Anteils der Importe an der gesamten inländischen Nachfrage in Höhe der Bruttoproduktion minus Exporte plus Importe (Importquoten) messen. Für den internationalen Vergleich muss man sich zurzeit auf das verarbeitende Gewerbe beschränken, für den Handel mit Dienstleistungen fehlen für die meisten Länder noch die entsprechend untergliederten Angaben.

In Tab. 4.1 sind die Export- und Importquoten ebenso wie Angaben zur Struktur der Produktion, der Inlandsnachfrage und des Außenhandels zusammengestellt. Der Offenheitsgrad einer Volkswirtschaft bei den Gütern des verarbeitenden Gewerbes hängt vor allem vom Entwicklungsstand und der Größe des Landes ab. Er ist tendenziell umso größer, je höher das Pro-Kopf-Einkommen und je kleiner das Land ist. Im Zuge der Globalisierung sind die Export- und Importquoten in den letzten Jahrzehnten kräftig gestiegen. In Deutschland war der Anstieg seit Mitte der neunziger Jahre besonders stark und hängt auch mit der Abwertung der D-Mark gegenüber dem US-Dollar zusammen. Eine Abwertung befähigt die Exporte infolge höherer preislicher Wettbewerbsfähigkeit und verteuert umgekehrt die Importe im Vergleich zur inländischen Produktion.

Die FuE-intensiven Industrien sind auf beiden Seiten besonders eng in die Weltwirtschaft eingebunden. In Deutschland kommen sie 2007 auf eine Export- und Importquote von 72 bzw. 60 %, bei den nicht FuE-intensiven Gütern sind es lediglich 45 bzw. 41 %.<sup>12</sup> Die höchsten Export- und Importquoten weisen Sektoren der Spitzentechnik wie Büromaschinen/EDV-Geräte, Radio/TV/Nachrichtentechnik und der sonstige Fahrzeugbau (Flugzeuge) auf. Die Spitzentechnologie ist im Hinblick auf den Handel also noch stärker internationalisiert als die Hochwertige Technologie. Der deutliche Anstieg des Internationalisierungsgrades mit der FuE-Intensität findet sich grundsätzlich in allen hier untersuchten Ländern und Regionen.

Dies gilt auch für die EU-14. Bezieht man für die (alten) 14 EU-Länder insgesamt<sup>13</sup> die Exporte auf den Bruttoproduktionswert, dann ergeben sich vergleichbare Exportquoten wie für Deutschland. Bei den FuE-intensiven Gütern werden 2007 von der EU 80 % der Bruttoproduktion exportiert, bei der Spitzentechnologie sind es sogar 90 % und bei den Hochwertigen Technologien 75 %. Die Importquoten liegen in EU-14 und Deutschland bei der Spitzentechnologie ebenfalls ähnlich hoch (75 % für den Anteil der Importe an der Inlandsnachfrage in den EU-14 und 85 % in Deutschland), während sie in der Hochwertigen Technologie mit 58 % in den EU-14 erheblich größer ausfallen als in Deutschland mit 40 %.

Die besonders hohen Export- und Importquoten bei den FuE-intensiven Gütern implizieren, dass ihr Anteil am Außenhandel größer ist als an der Produktion und der inländischen Nachfrage.<sup>14</sup> Da die Exportquote der FuE-intensiven Waren in Japan, aber auch in den USA mehr als in den anderen Län-

---

<sup>12</sup> Die Verbindung von Angaben über die Exporte und Importe in der Außenhandelsstatistik mit den Angaben über die Bruttoproduktionswerte in der VGR führt zu einer Reihe von Unschärfen wegen unterschiedlicher Definitionen (Gütergruppen- versus Wirtschaftszweigkonzept, unterschiedliche Preiskonzepte, Problem der Re-Exporte). Insbesondere enthalten die hier verwendeten Exportwerte auch inländische Handels- und Transportleistungen. Dadurch ergeben sich tendenziell höhere Exportquoten als in einer konsistenten Abgrenzung etwa im Rahmen einer Input-Output-Tabelle. So errechnet sich aus den Angaben des Statistischen Bundesamtes in der funktional abgegrenzten Input-Output-Tabelle für 2000 in Deutschland für FuE-intensive Waren eine Exportquote von 49 % gegenüber 60 % nach den hier zugrunde gelegten Statistiken; die Abstufung nach der FuE-Intensität der Sektoren wird kleiner, bleibt aber in der Tendenz erhalten. Auf der Importseite sind die Unterschiede zwischen den verschiedenen Berechnungsarten im Durchschnitt nicht so groß wie auf der Exportseite.

<sup>13</sup> Bei der Produktion fehlen mangels Daten Irland und Luxemburg.

<sup>14</sup> Der Anteil an den Exporten ergibt sich rechnerisch als Anteil am Bruttoproduktionswert multipliziert mit der relativen Exportquote (Exportquote insgesamt gleich 1 gesetzt), der Anteil an den Importen ergibt sich als Anteil an der inländischen Nachfrage multipliziert mit der relativen Importquote (Importquote insgesamt gleich 1 gesetzt).

dern über der Exportquote bei den nicht FuE-intensiven Gütern liegt, ist der Unterschied zwischen Export- und Produktionsstruktur in diesen Ländern besonders groß. So entfällt von der Produktion des verarbeitenden Gewerbes – gemessen am Bruttoproduktionswert ebenso wie an der Wertschöpfung –

*Tab. 4.1: Produktions-, Nachfrage- und Außenhandelsstrukturen, Export- und Importquoten 2007 im verarbeitenden Gewerbe (in %)*

	DEU	USA	JPN	EU-14 <sup>1</sup>	EU-10	DEU	USA	JPN	EU-14 <sup>1</sup>	EU-10
	1995					2007				
	Anteil an der Bruttoproduktion									
FuE-Intensiv	49	45	47	36	26	56	43	50	46	40
Spitzentechnologie	8	16	15	10	7	10	16	14	14	10
Hochwertige Technologie.	41	29	32	27	19	45	27	36	33	31
Nicht FuE-intensiv	51	55	53	64	74	44	57	50	54	60
Verarbeitendes Gewerbe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Exporte in % des Bruttoproduktionswertes (Exportquote)									
FuE-Intensiv	61	23	41	61	23	72	33	36	80	77
Spitzentechnologie	85	29	47	75	18	100	40	39	90	94
Hochwertige Technologie.	57	19	39	56	24	66	30	37	75	72
Nicht FuE-intensiv	32	8	10	33	17	45	10	10	55	37
Verarbeitendes Gewerbe	47	15	24	44	18	60	20	23	66	53
	Anteil an den Exporten									
FuE-Intensiv	65	70	79	51	33	67	72	79	56	58
Spitzentechnologie	15	33	28	17	6	17	32	22	19	17
Hochwertige Technologie.	50	37	51	35	27	50	40	57	37	41
Nicht FuE-intensiv	35	30	21	49	67	33	28	21	44	42
Verarbeitendes Gewerbe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Anteil an der Inlandsnachfrage (BPW-Exporte+Importe)									
FuE-Intensiv	41	45	37	38	31	49	41	43	46	40
Spitzentechnologie	9	16	12	10	9	11	15	14	14	11
Hochwertige Technologie.	33	29	25	28	33	38	26	29	32	29
Nicht FuE-intensiv	59	55	63	62	59	51	59	57	54	60
Verarbeitendes Gewerbe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Importe in % der Inlandsnachfrage (Importquote)									
FuE-Intensiv	50	25	18	62	35	60	39	19	80	77
Spitzentechnologie	85	29	29	75	41	100	44	28	91	95
Hochwertige Technologie.	40	22	12	58	33	48	36	15	75	71
Nicht FuE-intensiv	34	13	15	31	15	41	21	15	56	37
Verarbeitendes Gewerbe	41	18	16	43	21	50	28	17	67	53
	Anteil an den Importen									
FuE-Intensiv	51	61	42	55	52	59	57	49	55	58
Spitzentechnologie	18	26	22	18	15	23	23	24	19	20
Hochwertige Technologie.	33	36	20	38	36	36	33	25	36	39
Nicht FuE-intensiv	49	39	58	45	48	41	43	51	45	42
Verarbeitendes Gewerbe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Zum Vergleich: Anteil an der Wertschöpfung									
FuE-Intensiv	51	46	45	36	27	58	47	49	27	34
Spitzentechnologie	9	18	15	10	6	12	20	17	6	7
Hochwertige Technologie.	43	28	30	26	21	46	27	32	21	27
Nicht FuE-intensiv	49	54	55	64	73	42	53	51	73	66
Verarbeitendes Gewerbe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

1) Bruttoproduktion und Wertschöpfung ohne Irland.

Quellen: EUKLEMS 11/2009, OECD STAN-Datenbasis 2009. – Berechnungen des DIW Berlin.

in Deutschland mehr als die Hälfte auf FuE-intensive Waren, während es in Japan und den USA nur die Hälfte und weniger ist. Beim FuE-intensiven Anteil an den Exporten liegen dagegen Japan und die

USA vor Deutschland. Man kann daher zu unterschiedlichen Ergebnissen über die sektoralen Spezialisierungsmuster und die Position der einzelnen Länder als Anbieter FuE-intensiver Waren kommen je nachdem, ob man die gesamte inländische Produktion oder nur den exportierten Teil zugrunde legt. Dies lässt sich anhand der Spezialisierungssindikatoren, die für Exporte und Wertschöpfung der 5 großen Länder bzw. Regionen berechnet wurden und in Tab. 2.1 (Wertschöpfung) und Tab. 4.6 zusammengestellt sind, deutlich zeigen. So fällt für Japan die bei den Exporten stark ausgeprägte Spezialisierung auf FuE-intensive Güter bei der Wertschöpfung<sup>15</sup> erheblich geringer aus. Dies gilt tendenziell auch für die USA. Umgekehrt kommt für Deutschland das aus der Exportanalyse bekannte Spezialisierungsprofil in der gesamten Wertschöpfung noch stärker zum Ausdruck. Dies gilt sowohl für die Spezialisierung auf Hochwertige Technologie als auch für die Nicht-Spezialisierung auf Spitzentechnologie. Gemessen an der inländischen Wertschöpfung ist Deutschland von den fünf großen Regionen am stärksten auf forschungsintensive Waren spezialisiert, gefolgt von Japan. Gemessen an den Exporten ist dagegen Japan am meisten auf forschungsintensive Waren spezialisiert, gefolgt von den USA und Deutschland.

Auf der Importseite unterscheidet sich Japan besonders stark von den anderen Ländern. Einmal ist hier die Importquote bei den FuE-intensiven Waren nur wenig größer als bei den nicht FuE-intensiven Waren. Zum anderen ist die Importdurchdringung außergewöhnlich niedrig und erst in den neunziger Jahren gestiegen; 1991 lag sie für FuE-intensive Waren erst bei 6% und erreichte 2007 lediglich 19%. Japan profitiert also immer noch sehr wenig von den Vorteilen internationaler Arbeitsteilung. Dies dürfte nicht nur ein Ergebnis von Politik sein, sondern auch an der geographischen (Rand-)Lage Japans liegen. Japan ist ebenfalls auf der Exportseite relativ wenig in die Weltwirtschaft eingebunden, nämlich ähnlich stark wie die USA, obwohl es erheblich kleiner ist. Nach 2000 ist die Exportquote allerdings auch in Japan weiter gestiegen, und der Anstieg der Importquote hat sich in dieser Zeit fortgesetzt.

Die Unterschiede zwischen der Struktur der Inlandsnachfrage und derjenigen der Bruttoproduktion bzw. Wertschöpfung spiegeln die Export-Import-Relationen wider. Die Nettoexportländer FuE-intensiver Waren haben einen geringeren Anteil dieser Waren an der Inlandsnachfrage als an der Bruttoproduktion, bei den Nettoimportländern ist es umgekehrt. Im internationalen Vergleich ist die Struktur der Inlandsnachfrage daher ähnlicher als die der Produktion. Deutschland verbraucht mehr Spitzentechnologie und weniger Hochwertige Technologien als es produziert. Damit liegt Deutschland nicht nur in der Produktion, sondern auch im Verbrauch bei der Hochwertigen Technologie an der Spitze.

Demnach hat Deutschland im internationalen Handel mit FuE-intensiven Waren auf der Angebots- und Nachfrageseite eine überdurchschnittlich starke Position. Für Japan gilt dies nur auf der Angebotsseite und für die USA überwiegend auf der Nachfrageseite. Deutschland profitiert also nicht nur als Produzent, sondern auch als Anwender von Technologien in besonders starkem Maße von der internationalen Arbeitsteilung.

## 4.2 Weltweite Trends

Ausgangspunkt der Analyse ist der „Welthandel“, berechnet als Importe der OECD-Länder aus allen Ländern zuzüglich der Exporte der OECD-Länder in die Nicht-OECD-Länder. Es fehlen also die Lieferungen zwischen den Nicht-OECD-Ländern, die rund ein Fünftel des Welthandels ausmachen.<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup> Unterschiede zwischen den Spezialisierungsmustern bei der Bruttoproduktion und der Wertschöpfung gehen auf unterschiedliche Vorleistungsquoten in den einzelnen Sektoren und Ländern zurück.

<sup>16</sup> Nach Angaben des IMF(DOTS) beliefen sich die Weltimporte 2007 auf 14324 Mrd. US-\$, aus den OECD-Statistiken errechnet sich ein „Welthandel“ in unserer Abgrenzung ohne Lieferungen zwischen den Nicht-OECD-Ländern in Höhe von 11624 Mrd. US-\$ (81%). Davor können 10821 Mrd. US-\$ (93%) nach Warengruppen aufgegliedert werden, von denen 9373 Mrd. US-\$ (87%) auf Güter des verarbeitenden Gewerbes entfallen.

In dieser Abgrenzung belief sich der weltweite Handel mit FuE-intensiven Waren 2007 auf 5,4 Bill. US-\$, das sind rund 58% des Welthandels mit Gütern des verarbeitenden Gewerbes insgesamt. Zwei Fünftel davon waren Güter mit sehr hoher FuE-Intensität (2 Bill. US-\$), drei Fünftel entfielen auf Güter mit hoher FuE-Intensität (3,4 Bill. US-\$). Nach 2000 hat der Handel mit Waren der Spitzentechnologie erstmals einen Dämpfer erhalten: Er ging zurück, weil sich mit dem Abflachen des IuK-Booms auch der Welthandel mit EDV-Geräten, elektronischen Bauelementen und nachrichtentechnischen Geräten verringerte. Dagegen nahm in dieser Zeit der Handel mit Waren der Hochwertigen Technologie, insbesondere mit Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeugteilen, weiter zu und konnte seinen Anteil steigern. Nach 2004 ging auch der Anteil der Hochwertigen Technologie am Welthandel leicht zurück.

Vom FuE-intensiven Warenaustausch der *Triade* entfällt 2007 das größte Volumen auf den Handel zwischen der EU und den „übrigen“ Ländern<sup>17</sup>. Die Handelsströme zwischen den asiatischen Schwellen- und Entwicklungsländern (Asien)<sup>18</sup> und der EU bzw. Nordamerika sind in den letzten zwei Jahren wichtiger geworden als der Warentausch zwischen der EU und Nordamerika (vgl. Abb. 4.1). Dahinter liegen der Handel zwischen Nordamerika und den „übrigen“ Ländern sowie zwischen Japan und Asien. Der Handel zwischen den alten EU-Ländern und den EU-Beitrittsländern hat in den letzten zwei Jahren stark zugenommen und ist mittlerweile fast doppelt so hoch wie der Handel zwischen Nordamerika und Japan. Deutlich geringer ist der Austausch FuE-intensiver Waren zwischen der EU-15 und Japan.

Besonders dynamisch haben sich in den letzten Jahren der FuE-intensive Handel zwischen Asien und der EU, EU und den übrigen Ländern und zwischen den alten und den neuen Mitgliedsländern der EU entwickelt. Hier haben sich die Handelsströme in beiden Richtungen von 2004 (hellgrau) bis 2007 (hell- und dunkelgrau) um etwa 50% erhöht.

Während der FuE-intensive Handel zwischen der EU und Nordamerika über einen längeren Zeitraum ausgeglichen war und erst in den letzten Jahren Überschüsse der EU aufweist, sind die anderen Handelsbeziehungen seit langem durch erhebliche Salden gekennzeichnet. So erwirtschaften Japan und Asien im Handel mit Nordamerika und der EU große Exportüberschüsse, Japan außerdem im Handel mit Asien. Im Unterschied zu Nordamerika gleicht die EU die Defizite im FuE-intensiven Handel mit Japan und Asien durch Exportüberschüsse im Handel mit anderen Ländern aus. Die von der EU im Handel mit Drittländern insgesamt erzielten Überschüsse bei den FuE-intensiven Waren gehen zu zwei Dritteln auf Deutschland zurück.

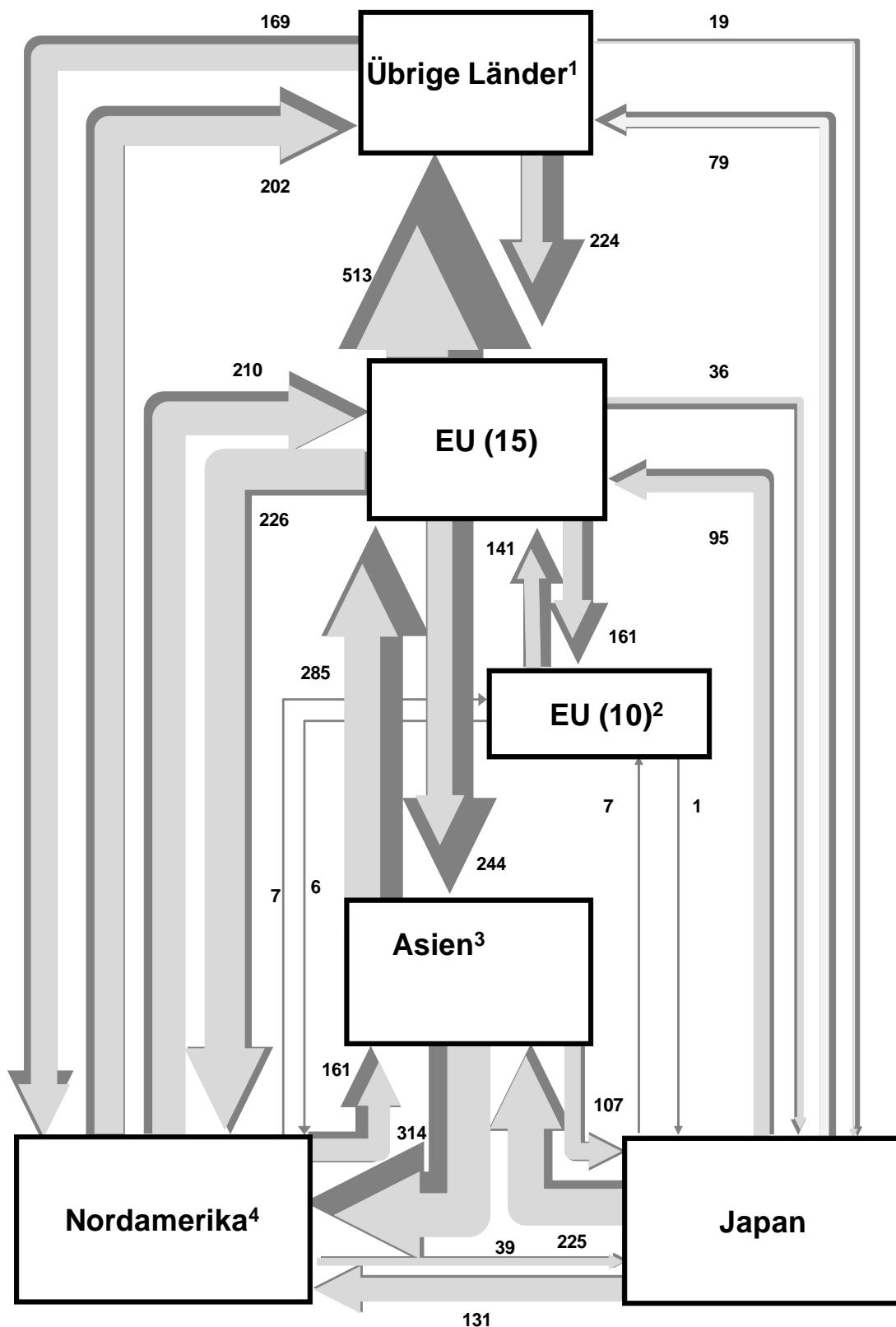
In den meisten Handelsbeziehungen spielen die Güter der Hochwertigen Technologien eine größere Rolle als die der Spitzentechnologie. Herausragende Ausnahmen, bei denen die Spitzentechnologie deutlich überwiegt, sind die Exporte Nordamerikas nach Asien, Japan und Europa sowie die Exporte Asiens nach Nordamerika, Europa und Japan. In diesem Muster zeigt sich einmal die stärkere Ausrichtung von Nordamerika und Asien auf Spitzentechnologie und von Europa und Japan auf Hochwertige Technologien. Zum anderen kommt in dem hohen Spitzentechnologieanteil auf beiden Seiten des Handels zwischen Nordamerika und Asien der pazifische Produktionsverbund in der Mikroelektronik zum Ausdruck. Demgegenüber stützt sich die Arbeitsteilung zwischen der EU und Japan ebenso wie zwischen der alten EU und den neuen Mitgliedsländern in erster Linie auf den Bereich der Hochwertigen Technologien.

---

<sup>17</sup> Bei den Exporten der EU-15 spielen hier vor allem die Lieferungen in den Nahen Osten, nach Afrika, in die Schweiz, nach Lateinamerika, in die Türkei und nach Russland eine große Rolle.

<sup>18</sup> Süd-, Südost- und Ostasien ohne Japan.

Abb. 4.1: Weltweiter Handel mit FuE-intensiven Waren 2007 (Werte in Mrd. US-\$)\*



\*hellgraue Pfeile (2004), dunkelgrau+hellgrau (2007)

1) Europa ohne EU-15 und ohne EU-10, Australien, Neuseeland, Lateinamerika, Afrika, Nahost.

2) Die EU-10-Beitrittsländer 2004: Estland, Lettland, Litauen, Malta, Polen, Slowenien, Tschechien, Slowakei, Ungarn, Zypern.

3) Süd-, Südost-, und Ostasien ohne Japan.

4) USA, Kanada.

Quelle: DIW-Außenhandelsdaten

### **4.3 Exporte, Importe und Außenhandelssalden**

In allen hier untersuchten Ländern und Regionen hat sich –analog zur Verschiebung der Produktionsstruktur innerhalb des verarbeitenden Gewerbes– der Anteil von FuE-intensiven Waren an den *Exporten* und *Importen* gegenüber der Mitte der 1990er Jahre kräftig erhöht.

Nach 2000 hat sich allerdings der Anteil von Spitzentechnologie am Außenhandel in vielen Fällen wieder verringert. 2001 kam es in einer Reihe von Ländern sogar zu einem absoluten Rückgang von Exporten der Spitzentechnologie. Dies betraf vor allem Länder, in deren Angebotspalette IuK-Waren eine besonders große Rolle spielen (USA, Japan). Deutschland war davon infolge einer anderen Warenstruktur der Exporte nicht betroffen.

*Tab. 4.2: Außenhandel ausgewählter Länder und Regionen mit FuE-intensiven Waren 2007*

	<b>DEU</b>	<b>USA</b>	<b>JPN</b>	<b>EU-14</b>	<b>EU-10</b>
<b>Exporte in Mrd. US-\$</b>					
<b>FuE-intensive Waren</b>	791.1	712.5	498.8	1,645.0	218.0
Spitzentechnologie	204.2	316.3	119.3	550.4	63.5
Hochwertige Technologie	586.9	396.1	379.4	1,094.6	154.5
<b>Importe in Mrd. US-\$</b>					
<b>FuE-intensive Waren</b>	469.5	892.5	197.8	1,660.2	215.4
Spitzentechnologie	180.7	369.0	96.7	579.1	72.3
Hochwertige Technologie	288.8	523.4	101.1	1,081.1	143.1
<b>Zunahme gegenüber 1995 (in %)</b>					
Exporte FuE-intensive Waren	157	99	46	101	1306
Importe FuE-intensive Waren	144	118	87	95	649
<b>Handelsströme pro Kopf (in US-\$)</b>					
<b>Exporte</b>					
<b>FuE-intensive Waren</b>	9 604	2 376	3 904	5 333	3 412
Spitzentechnologie	2 479	1 055	934	1 784	993
Hochwertige Technologie	7 125	1 321	2 970	3 548	2 419
<b>Importe</b>					
<b>FuE-intensive Waren</b>	5 700	2 977	1 548	5 382	3 372
Spitzentechnologie	2 193	1 231	757	1 877	1 132
Hochwertige Technologie	3 507	1 746	791	3 505	2 240

Quelle: DIW-Außenhandelsdaten. – OECD Economic Outlook 2009. – Berechnungen des DIW Berlin.

Im Jahr 2007 stellt sich die Situation wie folgt dar (vgl. Tab. 4.2): Unter den einzelnen Ländern sind nicht mehr die USA, sondern ist Deutschland der größte Exporteur von FuE-intensiven Waren (mit rund 791 Mrd. US-\$.). Die USA und Japan liegen mit 713 bzw. 499 Mrd. US-\$ an zweiter und dritter Stelle. Die EU-14 bringen es 2007 auf gut 1645 Mrd. US-\$ an FuE-intensiven Exporten. Die EU-10-Beitrittsländer haben mit 218 Mrd. US-\$ noch einen relativ geringen Anteil. Nachdem die USA ihre führende Weltmarktposition bei FuE-intensiven Waren in den neunziger Jahren deutlich verbessert und den Abstand zu Japan<sup>19</sup> und Deutschland erheblich vergrößert hatten, hat sich diese Entwicklung nach 2000 wieder umgekehrt. Gegenüber 1995 haben die EU-14 ihre FuE-intensiven Exporte verdoppelt. Noch viel stärker nahmen die forschungsintensiven Exporte in diesem Zeitraum in den EU-10 zu (dort haben sie sich verdreizehnfacht). In Deutschland waren die forschungsintensiven Exporte 2007 eineinhalb und die Importe fast eineinhalbmal so hoch wie 1995.

<sup>19</sup> Bis 1995 waren die japanischen Exporte FuE-intensiver Waren noch größer als diejenigen der USA.

Bei den FuE-intensiven Importen pro Kopf liegt Deutschland nicht nur deutlich vor den USA, sondern auch vor ähnlich großen Ländern, wie Großbritannien und Frankreich. Japan weist von allen OECD-Ländern trotz des hohen Anstiegs in den neunziger Jahren immer noch die geringsten FuE-intensiven Importe pro Kopf auf. Das ist nur die Hälfte des Niveaus der weit größeren USA und nur ein Viertel des Niveaus der ebenfalls größeren EU-14 im Handel mit Drittländern. Als Importmarkt spielen die USA unter den drei Ländern bei den FuE-intensiven Waren weiterhin die mit Abstand größte Rolle (mit fast 893 Mrd. US-\$ im Jahr 2007).

Nach den Angaben für 2007 kommen in dem engeren Bereich der Spitzentechnologie mit Abstand die meisten Exporte aus den EU-14 und den USA, gefolgt von Deutschland. In dem größeren Bereich der Hochwertigen Technologie sind die EU-14 und Deutschland die größten Exportländer.

Auf die Bevölkerung bezogen rangiert Deutschland bei den FuE-intensiven Exporten vor den vier anderen großen Ländern und Regionen. Die EU-10 liegen über dem Niveau der USA und nur knapp unter Japan. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die um die Größe des Landes bereinigten Außenhandelsströme tendenziell umso höher sind, je höher das Pro-Kopf-Einkommen und je kleiner das Land ist. Im Vergleich zum Handel der kleineren EU-14 zeigt sich die relativ geringer gewordene Exportstärke der USA bei forschungsintensiven Waren in einem niedrigeren Pro-Kopf-Wert. 2002 war es noch umgekehrt.

Die Exporte von FuE-intensiven Waren bedeuten den Verkauf von FuE-basiertem Wissen an andere Länder und tragen dort zur Anwendung von Wissen bei. Auf der anderen Seite sind die FuE-intensiven Importe ein Indikator dafür, in welchem Maße über den Warenhandel Technologie aus dem Ausland bezogen wird und zur Ergänzung des inländischen Wissensbestandes angewendet werden kann. Die *Differenz von FuE-intensiven Exporten und Importen* lässt sich als Indikator dafür verwenden, ob ein Land über den Warenhandel per saldo eher Technologiegeber (Exporte größer als Importe) oder Technologienehmer (Exporte kleiner als Importe) ist. Die Salden werden zwar sehr stark auch vom Konjunkturgefälle zwischen Inland und Ausland bestimmt. So erklärt sich der niedrige deutsche Exportüberschuss im Warenhandel zu Beginn der 1990er Jahre in erster Linie aus dem Importsog infolge der deutschen Vereinigung. Der steigende deutsche Exportüberschuss in den Jahren nach 2000 ist zu einem Teil auf das Wachstumsgefälle zwischen dem Ausland und Deutschland zurückzuführen. Über einen längeren Zeitraum betrachtet werden in den Salden aber auch strukturelle Muster sowohl auf aggregierter Ebene als auch nach Sektoren und Regionen deutlich.<sup>20</sup> So erwirtschaftet Deutschland traditionell einen hohen Exportüberschuss bei forschungsintensiven Gütern, die der Finanzierung der Importüberschüsse bei verarbeiteten Gütern mit niedriger FuE-Intensität, Erzeugnissen der Landwirtschaft und des Bergbaus, Dienstleistungen - vor allem Tourismus - und Kapitalexporten dienen. Der Löwenanteil der Exportüberschüsse entfällt auf die Hochwertige Technologie. Aber auch in dem engeren Bereich der Spitzentechnologie hat die deutsche Wirtschaft im Laufe der 1990er Jahre wieder Überschüsse erwirtschaftet, die allerdings nur gering ausfallen. Die deutsche Position im Vergleich zu denjenigen der anderen Länder wird aus den Salden von Exporten und Importen der Jahre 1995 bis 2007 deutlich, die in Tab. 4.3 zusammengestellt sind.

Danach sind Japan und Deutschland schon seit langem die größten Nettoexporteure von FuE-intensiven Waren. Seit 2006 haben auch die EU-10 einen leichten Nettoexportüberschuss. Größter Nettoimporteur sind mit Abstand die USA. In Deutschland ist der Exportüberschuss kräftig gestiegen, in den USA gilt dies entsprechend für den Importüberschuss.

Pro Kopf ist Deutschland mit 3904 US-\$ das Land mit dem größten Exportüberschuss bei forschungsintensiven Waren. Erst mit größerem Abstand folgt in dieser Betrachtungsweise Japan (2356).

---

<sup>20</sup> Ein genaueres Bild der Technologiegeber- und Technologienehmerbeziehungen über den internationalen Handel lässt sich gewinnen, wenn man mit Hilfe der sektoralen Anteile der FuE-Ausgaben am Bruttonproduktionswert in den verschiedenen Ländern den FuE-Gehalt der Handelsströme berechnet. Vgl. dazu Straßberger u.a. 1996 und 1997.

Deutschland ist also nicht nur absolut gesehen sondern auch in Relation zur Bevölkerung im Warenhandel einer der größten Technologiegeber. Ein Vergleich über die letzten siebzehn Jahre verdeutlicht

- den kräftigen Rückgang des Exportüberschusses von Japan,
- den steigenden Importüberschuss der USA bis 2004 und anschließender Verringerung,
- die im längerfristigen Vergleich gute Position Deutschlands ,
- die verbesserte Nettoposition der EU-10 vor allem nach dem EU-Beitritt.

*Tab. 4.3: Export - Import - Salden ausgewählter Länder und Regionen 1995 bis 2007  
(in Mrd. US-\$)*

	DEU	USA	JPN	EU-14	EU-10
<b>Jährlicher Durchschnitt 1995-2000</b>					
<b>FuE-intensive Waren</b>	117.4	-68.2.7	213.9	-32.4	-16.7
Spitzentechnologie	2.4	3.3	48.6	0.2	-8.0
Hochwertige Technologie	115.0	-71.5	165.3	-32.6	-8.8
<b>Jährlicher Durchschnitt 2001-06</b>					
<b>FuE-intensive Waren</b>	194.5	-184.7	233.60	-36.5	-9.5
Spitzentechnologie	9.2	-45.7	31.3	0.7	-9.0
Hochwertige Technologie	185.2	-139.0	202.3	-37.2	-0.5
<b>2007</b>					
<b>FuE-intensive Waren</b>	321.6	-180.0	300.9	-15.2	2.6
Spitzentechnologie	23.5	-52.7	22.6	-28.8	-8.9
Hochwertige Technologie	298.1	-127.3	278.3	13.5	11.4
<b>nachrichtlich: 2007 pro Kopf (in US\$)</b>					
<b>FuE-intensive Waren</b>	3,904	-600	2,356	-49	40
Spitzentechnologie	286	-176	177	-93	-139
Hochwertige Technologie	3,619	-425	2,179	44	179

Quelle: DIW-Außenhandelsdaten. – Berechnungen des DIW Berlin.

#### **4.4 Spezialisierungsmuster I: Um den gesamten Außenhandel bereinigte Indikatoren**

Die Höhe der Export-Import-Salden hängt auch von der konjunkturellen Situation und von Wechselkursrelationen ab, zum Teil spiegelt sie die Größe der Sektoren wieder. Um die „strukturelle“ Position in den einzelnen Sektoren herauszuarbeiten, werden daher Indikatoren berechnet, die vom gesamten Außenhandelssaldo und von der unterschiedlichen Größe der Sektoren abstrahieren. Ziel ist es, die komparativen Vor- und Nachteile der verschiedenen Länder im Außenhandel mit Gütern des verarbeitenden Gewerbes herauszuarbeiten und zu vergleichen.

In einem ersten Schritt werden Indikatoren ausgewertet, die auf Differenzen beruhen und die Spezialisierungsmuster bereinigt um den gesamten Außenhandelssaldo darstellen. In einem zweiten Schritt folgen im nächsten Abschnitt Indikatoren, die auf Relationen beruhen und nicht nur den gesamten Außenhandelssaldo sondern auch die Größe der Sektoren ausschalten. Beide Indikatorengruppen geben die Spezialisierungsmuster der einzelnen Länder in derselben Richtung an, die Werte können aber sehr verschieden ausfallen. Die additiven Indikatoren erlauben die konsistente Zerlegung der Ergebnisse auf aggregierter Ebene in die Ergebnisse für die einzelnen Warengruppen und lenken das Hauptaugenmerk von vornherein auf die quantitativ wichtigsten Sektoren. Im Zeitvergleich spiegeln sie aber auch die sich verändernde Größe der verschiedenen Sektoren wieder. Die multiplikativ verknüpften, nicht-additiven Indikatoren machen die Veränderungen im Zeitvergleich auch für kleinere Waren-

gruppen deutlich. Sie verleiten allerdings leicht dazu, hohen Werten eine zu große Aufmerksamkeit zu geben, obwohl der betreffende Sektor für die forschungsintensiven Waren insgesamt keine wichtige Rolle spielt.<sup>21</sup>

Will man zunächst die um den gesamten Außenhandelssaldo bereinigte „strukturelle“ Nettoposition in den einzelnen Sektoren darstellen, kann man auf einen Indikator BAS (Beitrag zum Außenhandelssaldo) zurückgreifen. Der Indikator geht von den sektoralen Außenhandelssalden aus und vergleicht sie mit einem hypothetischen Saldo, der sich dann ergibt, wenn man den gesamten Außenhandelssaldo bei Waren des verarbeitenden Gewerbes proportional auf die einzelnen Warengruppen entsprechend ihrem Anteil am gesamten Außenhandelsumsatz verteilt.<sup>22</sup> So lassen sich die komparativen Vorteile (positive Werte) und komparativen Nachteile (negative Werte) eines Landes unabhängig von der Höhe des gesamten Export-Import-Saldos angeben.

Ein ähnlicher Indikator ergibt sich, wenn man den gesamten Saldo auf die einzelnen Warengruppen nicht entsprechend ihrem Anteil am Außenhandel des jeweiligen Landes, sondern entsprechend ihrem Anteil am Welthandel verteilt (BZX-BZM). In diesem Fall ist die Gewichtung der einzelnen Sektoren für den hypothetischen Saldo in jedem Land die gleiche, und die Unterschiede zu BAS ergeben sich allein aus Unterschieden zwischen der Warenstruktur des länderspezifischen Außenhandels und des Welthandels. So berechnet lässt sich der saldierte Indikator in die Exportseite (BZX) und die Importseite (BZM) zerlegen. BZX (Beitrag zu den Exporten) ergibt sich aus einem Vergleich der tatsächlichen Exporte eines Sektors mit einem hypothetischen Exportwert, der sich entsprechend dem Anteil der Exporte des betreffenden Landes am Welthandel mit verarbeiteten Waren insgesamt ergäbe. BZX ist positiv, wenn der sektorspezifische Weltmarktanteil größer ist als der durchschnittliche Weltmarktanteil. In diesem Fall leistet der betreffende Sektor einen überdurchschnittlich großen Beitrag zu den Exporten des Landes. Der Beitrag ist umso größer, je größer die Differenz zwischen dem sektorspezifischen und dem durchschnittlichen Weltmarktanteil und je größer der Welthandel in diesem Sektor ist. Analog lässt sich BZM (Beitrag zu den Importen) für die Importe ermitteln und interpretieren. Um die Werte auch im internationalen und intertemporalen Vergleich interpretieren zu können, werden die Abweichungen des tatsächlichen vom hypothetischen Außenhandelssaldo jeweils in Promille vom gesamten Außenhandelsumsatz ausgedrückt.

Die Ergebnisse für diese Spezialisierungssindikatoren, die um den gesamten Außenhandelssaldo bei verarbeiteten Waren bereinigen und weiterhin die Größe der Sektoren berücksichtigen, sind für 2007 auf aggregierter Ebene in Tab. 4.4 zusammengestellt.

---

<sup>21</sup> Zur Berechnung der Indikatoren im Einzelnen sind die Außenhandelsdaten des DIW nach der neuen International Standard Industrial Classification (ISIC Rev.3) untergliedert. Für die vorliegende Auswertung wurden sie nach der Höhe der FuE-Aufwendungen in Relation zum Umsatz entsprechend der neuen NIW/ISI-Liste in Waren mit sehr hoher FuE-Intensität („Spitzentechnologie“) und Waren mit hoher FuE-Intensität („Hochwertige Technologien“) gruppiert. Die Berechnung der Spezialisierungssindikatoren befindet sich im methodischen Anhang.

<sup>22</sup> Mit anderen Worten: Es werden fiktive sektorale Salden berechnet, deren Summe stets Null ergibt.

*Tab. 4.4: Indikatoren zur Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen bei FuE-intensiven Waren 2007 - additive Indikatoren -*

	DEU	USA	JPN	EU-14	EU-10
<b>Beitrag zu den Exporten (BZX)<sup>1</sup></b>					
<b>FuE-intensive Waren</b>	54	53	120	-10	1
Spitzentechnologie	-23	41	-16	-12	-21
Hochwertige Technologie	77	12	136	2	22
<b>Beitrag zu den Importen (BZM)<sup>1</sup></b>					
<b>FuE-intensive Waren</b>	5	-6	-32	-15	3
Spitzentechnologie	6	15	12	-10	--8
Hochwertige Technologie	-2	-21	-44	-5	10
<b>Nettobeitrag zum Außenhandel (BZX - BZM)<sup>2</sup></b>					
<b>FuE-intensive Waren</b>	49	59	152	4	-1
Spitzentechnologie	-29	27	-28	-2	-14
Hochwertige Technologie	79	33	180	7	12
<b>Beitrag zum Außenhandelssaldo (BAS)<sup>3</sup></b>					
<b>FuE-intensive Waren</b>	38	70	132	4	-2
Spitzentechnologie	-26	39	-27	-3	-13
Hochwertige Technologie	64	31	158	7	12

1) Ein positiver Wert gibt an, dass die FuE-intensiven Waren überdurchschnittlich viel zu den Exporten bzw. Importen beitragen.

2) Ein positiver Wert gibt an, dass die FuE-intensiven Waren überproportional zu einer positiven Handelsbilanz beitragen (Anteil gemessen am Welthandel).

3) Ein positiver Wert gibt an, dass die FuE-intensiven Waren überproportional zu einer positiven Handelsbilanz beitragen (Anteil gemessen am Außenhandel des jeweiligen Landes).

Quelle: DIW-Außenhandelsdaten. – Berechnungen des DIW Berlin.

Danach leisten die forschungsintensiven Waren den größten überdurchschnittlichen *Beitrag zu den Exporten* (BZX) in Japan, gefolgt von Deutschland und den USA. Die Spitzentechnologie steuert nur in den USA besonders viel zu den Exporten bei. Für die Hochwertige Technologie gilt dies vor allem in Japan, Deutschland und die EU-10, aber auch in den USA.

Die Warengruppen mit besonders großen überdurchschnittlichen Beiträgen zu den Exporten (BZX) mindestens 10, d.h. mindestens 1 % des Außenhandelsumsatzes mit Gütern des verarbeitenden Gewerbes; Tab. A 4.2) sind für die 5 Länder bzw. Regionen:

- Deutschland: Kraftwagen
- USA: Luft- und Raumfahrzeuge
- Japan: Kraftwagen, Elektronische Bauelemente, Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige, Kraftwagenteile, Verbrennungsmotoren
- EU-14: Pharmazeutische Grundstoffe
- EU-10: Kraftwagen, Rundfunk- und TV-Geräte, Kraftwagenteile

Einen überdurchschnittlich großen *Beitrag zu den Importen* (BZM) leisten forschungsintensive Waren insgesamt nur in Deutschland und den EU-10. Die Warengruppen mit besonders großen überdurchschnittlichen Beiträgen zu den Importen (BZM wiederum mindestens 10):

- USA: Kraftwagen, Datenverarbeitungsgeräte, Rundfunk- und TV-Geräte
- Japan: Elektronische Bauelemente
- EU-10: Nachrichtentechnische Geräte, Kraftwagenteile

Auf der Exportseite zeigt sich tendenziell eine stärkere Schwerpunktbildung, in der die Spezialisierungsvorteile der einzelnen Länder zum Ausdruck kommen, als auf der Importseite: Bei den Importen sind die Abweichungen vom Welthandel erheblich geringer und die größten Abweichungen beschränken sich auf weit weniger Fälle.

Die Differenz von BZX und BZM gibt als saldierter Indikator die *komparativen Vorteile und Nachteile* eines Landes an. Danach leisten forschungsintensive Waren in Japan den mit Abstand größten Beitrag zum Außenhandelssaldo, und auch in den USA und Deutschland ist er überdurchschnittlich groß. Diese Länder haben also bei FuE-intensiven Waren komparative Vorteile. Für die USA, die gilt dies für Spitzentechnologie und Hochwertiger Technologie, für Japan, Deutschland und die EU als Ganzes nur in der Hochwertigen Technologie.

Der alternative Indikator BAS für den Beitrag zum Außenhandelssaldo führt tendenziell zu denselben Ergebnissen, weil der Unterschied zwischen den beiden Indikatoren allein auf unterschiedliche Anteile der Warengruppen einmal am Welthandel (BZX-BZM) und zum anderen am Außenhandel des betreffenden Landes (BAS) zurückgeht.<sup>23</sup> Die Rangfolge der Sektoren nach dem Indikatorwert in den einzelnen Ländern entspricht in jedem Fall derjenigen nach dem Außenhandelssaldo.<sup>24</sup>

*Tab. 4.5: Veränderung des Nettobeitrags FuE-intensiver Waren zum Außenhandel ausgewählter Länder und Regionen 1995 bis 2007*

	DEU	USA	JPN	EU-14	EU-10
<b>FuE-intensive Waren</b>					
1995 bis 2000	-21	13	-29	9	51
2000 bis 2007	0	13	-15	16	29
1995 bis 2007	-21	26	-44	25	79
<b>Spitzentechnologie</b>					
1995 bis 2000	-9	15	-39	4	12
2000 bis 2007	1	-14	-28	-2	15
1995 bis 2007	-8	1	-67	2	27
<b>Hochwertige Technologie</b>					
1995 bis 2000	-12	-1	10	5	39
2000 bis 2007	-2	27	13	18	14
1995 bis 2007	-14	26	23	23	53

Quelle: DIW-Außenhandelsdaten. – Berechnungen des DIW Berlin.

Gegenüber 1995 hat sich der Beitrag der forschungsintensiven Waren zum Außenhandelssaldo in den EU-10 am stärksten erhöht (Tab. 4.5). Gestiegen ist er in diesem Zeitraum auch in den USA und den EU-14. Der Anstieg verteilte sich in den EU-10 und den EU-14 auf Spitzen- und Hochwertige Technologie, in den USA ging er allein auf Hochwertige Technologie zurück. Den größten Rückgang gab es in Japan und Deutschland. In Deutschland konzentrierte sich der Rückgang komparativer Vorteile in Spitzen- und Hochwertige Technologie auf die zweite Hälfte der 1990er Jahre, nach 2000 haben sich keine nennenswerten Veränderungen mehr ergeben. In Japan sind allein die komparativen Vorteile in der Spitzentechnologie zurückgegangen, in der Hochwertigen Technologie dagegen gestiegen.

<sup>23</sup> Wenn der Anteil von FuE-intensiven Waren am eigenen Außenhandel größer ist als am Welthandel, dann errechnet sich für Länder mit einem Importüberschuss bei den Gütern des verarbeitenden Gewerbes insgesamt nach BAS ein höherer Wert für FuE-intensive Waren als nach BZX-BZM (USA). Umgekehrt ist es für Länder mit einem Exportüberschuss insgesamt (Japan, Deutschland).

<sup>24</sup> Die Anzahl der Sektoren mit komparativen Vorteilen weicht umso mehr von der Anzahl der Sektoren mit Exportüberschüssen ab, je mehr der gesamte Außenhandelssaldo von Null verschieden ist. Bei einem positiven Außenhandelssaldo wird die Liste kürzer, bei einem negativen Außenhandelssaldo wird sie länger. Ist der gesamte Außenhandelssaldo Null, ist der Indikator BZX-BZM gleich BAS und gleich dem sektoralen Saldo bezogen auf den gesamten Außenhandelsumsatz.

Die EU-10 haben seit 1995 einen starken Anstieg des Nettobeitrages. Dazu trugen im wesentlichen der zunehmenden komparativen Vorteile in den Hochwertigen Technologie bei. Nach 2000 haben sich also in fast allen hier untersuchten Ländern die Muster der komparativen Vorteile zugunsten der Hochwertigen Technologie verschoben.

Auch die Veränderungen der komparativen Vorteile werden im wesentlichen durch die großen und oben schon erwähnten Warengruppen geprägt. Zusammenfassend lässt sich für die Verschiebung der sektoralen Muster in den letzten fünfzehn Jahren festhalten: In Deutschland hat allein der Kraftwagenbau komparative Vorteile dazu gewonnen, während sie in der Elektronik und Teilen der Elektrotechnik, der Chemie und des Maschinenbaus zurückgingen. In den ersten Jahren nach 2000 hat aber auch eine verbesserte Position bei EDV-Geräten einen größeren Beitrag zum Außenhandelssaldo geleistet. Auf Kraftwagen haben sich auch die USA, die EU-10 und Japan mehr spezialisiert.

#### **4.5 Spezialisierungsmuster II: Um den gesamten Außenhandel und die Größe der Sektoren bereinigte Indikatoren**

Geht man einen Schritt weiter und bereinigt außer um den gesamten Außenhandel auch um die Größe der Sektoren, kann man auf traditionelle Indikatoren zurückgreifen, die nicht Differenzen sondern Relationen zueinander in Beziehung setzen. Stellt man die Warenstruktur der Exporte eines Landes der Warenstruktur des Welthandels gegenüber, lassen sich Indikatoren zur Beurteilung der Exportspezialisierung bilden. Werden die Strukturen durcheinander dividiert, ergibt sich das schon von Balassa (1965) eingeführte Maß zur Quantifizierung des Spezialisierungsmusters eines Landes im internationalen Handel (RXA). In logarithmischer Darstellung bedeutet ein positiver Wert, dass die Volkswirtschaft auf die (Export-) Produktion von Gütern der jeweiligen Warengruppe spezialisiert ist, und ein negativer Wert, dass sie dort nur unterdurchschnittlich an den Weltexporten beteiligt ist. Bei einer noch häufiger verwendeten Kennziffer wird die Warenstruktur der Exporte auf die Warenstruktur der eigenen Importe bezogen (RCA: Revealed Comparative Advantage). Die RCA-Werte charakterisieren das Muster der komparativen Vor- und Nachteile eines Landes im Außenhandel unter Einbeziehung der Importkonkurrenz auf dem eigenen Inlandsmarkt. Dementsprechend spielt für das RCA-Muster auch eine Rolle, inwieweit die Importstruktur eines Landes von derjenigen des Welthandels abweicht. Dafür wird hier analog zum RXA ein Indikator RMA berechnet, der die Abweichungen der länderspezifischen Importstruktur vom Welthandel misst. Während der RXA die relative Position eines Landes beim Exportangebot misst, informiert der RMA über die relative Position bei der Importnachfrage.

Die Ergebnisse für die relativen Indikatoren sind auf aggregierter Ebene für 2007 in Tab. 4.6 dargestellt. Auf dieser Ebene bestätigen sie im wesentlichen die oben beschriebenen Spezialisierungsmuster auf der Export- und der Importseite ebenso wie die zusammenfassende Einstufung der Länder nach komparativen Vor- und Nachteilen. So erscheinen wieder Japan, die USA, die Schweiz, Großbritannien, Deutschland und Frankreich als die Länder mit komparativen Vorteilen bei FuE-intensiven Waren, während die anderen Länder komparative Nachteile bei diesen Waren haben. In allen Fällen sind die komparativen Vorteile bei forschungsintensiven Waren mit einer überdurchschnittlich starken Stellung bei den Exporten verbunden.

Betrachtet man die Position der einzelnen Länder bei forschungsintensiven Waren einmal bei den Exporten und zum anderen bei den Importen, dann kommt man für 2007 zu der folgenden Ländergruppierung: In der Spitzentechnologie sind nur die USA auf beiden Seiten überdurchschnittlich stark in den internationalen Handel eingebunden, für Deutschland und Japan gilt dies nur für die Importe. Die anderen Regionen sind auf beiden Seiten nur unterdurchschnittlich am internationalen Handel mit Waren der Spitzentechnologie beteiligt. In der Hochwertigen Technologie sind nur die EU-10 auf beiden Seiten überdurchschnittlich stark in den internationalen Handel eingebunden, für Japan, Deutschland, die EU-14 und die USA gilt dies nur auf der Exportseite.

*Tab. 4.6: Indikatoren zur Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen bei FuE-intensiven Waren 2007 - multiplikative Indikatoren -*

	DEU	USA	JPN	EU-14	EU-10
<b>Relativer Anteil der Exporte am Welthandel (RXA)<sup>1</sup></b>					
<b>FuE-intensive Waren</b>	15	21	29	-4	0
Spitzentechnologie	-20	41	-13	-12	-22
Hochwertige Technologie	30	8	47	1	11
<b>Relativer Anteil der Importe am Welthandel (RMA)<sup>1</sup></b>					
<b>FuE-intensive Waren</b>	2	-2	-16	-5	-1
Spitzentechnologie	7	11	14	-10	-7
Hochwertige Technologie	-1	-10	-37	-3	5
<b>Vergleich des Export- und Importanteils (RCA)<sup>2</sup></b>					
<b>FuE-intensive Waren</b>	13	23	45	1	-1
Spitzentechnologie	-27	30	-27	-3	-15
Hochwertige Technologie	31	18	85	4	6

1) Ein positiver Wert gibt an, dass der Anteil FuE-intensiver Waren an den Exporten bzw. Importen in dem betreffenden Land größer ist als im Welthandel.

2) Ein positiver Wert gibt an, dass der Anteil FuE-intensiver Waren an den Exporten größer ist als an den Importen.

Quelle: DIW-Außenhandelsdaten. – Berechnungen des DIW Berlin.

Für die einzelnen Sektoren zeigt sich ein ganz anderes sektorales Profil als die additiven Indikatoren, weil jetzt alle Sektoren unabhängig von ihrer Größe beurteilt werden, dies erlaubt auch für die kleineren Sektoren einen besseren internationalen Vergleich.<sup>25</sup> So zeigen etwa die RCA-Werte, dass Deutschland bei einer ganzen Reihe von Warengruppen aus dem Maschinenbau, der Chemie und der Elektrotechnik komparative Vorteile aufweist, die denen in den quantitativ am stärksten zu Buche schlagenden Vorteilen bei Kraftfahrzeugen und Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige entsprechen. Ähnlich gilt dies auch für die anderen Länder. Insgesamt weisen die USA 2007 für 21 der insgesamt 32 forschungsintensiven Warengruppen komparative Vorteile auf, für Deutschland sind es immerhin 20. Japan, die EU-14 und EU-10 haben komparative Vorteile in 20, 19 bzw. 12 FuE-intensiven Warengruppen. Es sind tendenziell umso mehr Warengruppen je größer das Land ist und je größer die komparativen Vorteile bei den forschungsintensiven Waren insgesamt sind.

In Tab. 4.7 sind die Veränderungen der drei relativen Spezialisierungsindikatoren für FuE-intensive Waren insgesamt für den gesamten Beobachtungszeitraum und für Teilperioden ausgewiesen. Tendenziell haben die Länder, die ihre Nettoposition bei FuE-intensiven Waren am stärksten verbessert haben, dies in erster Linie durch verstärkte Spezialisierung der Exporte auf forschungsintensive Waren erreicht (EU-14, USA). Hinter der deutlichen Verringerung der komparativen Vorteile bei forschungsintensiven Waren in Japan und Deutschland steht vor allem ein besonders starker Anstieg forschungsintensiver Importe. Die stärksten positiven oder negativen Veränderungen der Nettoposition bei FuE-intensiven Waren resultierten demnach aus einer steigenden Bedeutung dieser Waren entweder auf der Exportseite oder auf der Importseite. Ein etwas anderes Bild ergibt sich in den unterschiedlichen Perioden für die EU-10, hier sind Veränderungen in beide Richtungen v.a. von der Exportspezialisierung geprägt.

<sup>25</sup> Siehe im Anhang Tab A 4.3

*Tab. 4.7: Veränderungen der Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen auf FuE-intensive Waren insgesamt 1995 bis 2007 - multiplikative Indikatoren -*

	<b>DEU</b>	<b>USA</b>	<b>JPN</b>	<b>EU-14</b>	<b>EU-10</b>
<b>RCA</b>					
1995 bis 2000	-10	4	-15	4	32
2000 bis 2007	-2	6	-4	5	12
1995 bis 2007	-12	10	-19	9	44
<b>RXA</b>					
1995 bis 2000	-2	-3	-5	4	37
2000 bis 2007	3	3	0	2	18
1995 bis 2007	1	0	-5	6	55
<b>RMA</b>					
1995 bis 2000	8	-7	10	1	5
2000 bis 2007	6	-3	4	-3	6
1995 bis 2007	14	-10	14	-2	11

Quelle: DIW-Außenhandelsdaten. – Berechnungen des DIW Berlin.

#### **4.6 Beurteilung der Spezialisierungsmuster und ihrer Veränderung**

Insgesamt bleibt als Ergebnis der Spezialisierungsanalyse festzuhalten, dass Deutschland weiterhin über ausgeprägte komparative Vorteile bei FuE-intensiven Gütern verfügt. Auf der Exportseite belegt Deutschland 2007 unter den betrachteten Ländern nach den BZX-Werten den zweiten Platz hinter Japan, nach den RXA-Werten den dritten Platz nach Japan und den USA. Beim Anteil forschungsintensiver Waren an den Importen liegt Deutschland nach kräftigem Anstieg seit Mitte der 1990er Jahre jetzt über dem Durchschnitt der Länder. Per saldo ergibt sich daraus ein deutlicher komparativer Vorteil Deutschlands bei FuE-intensiven Waren: Nach dem BZX-BZM-Indikator, BAS und RCA liegt Deutschland hinter Japan und den USA.

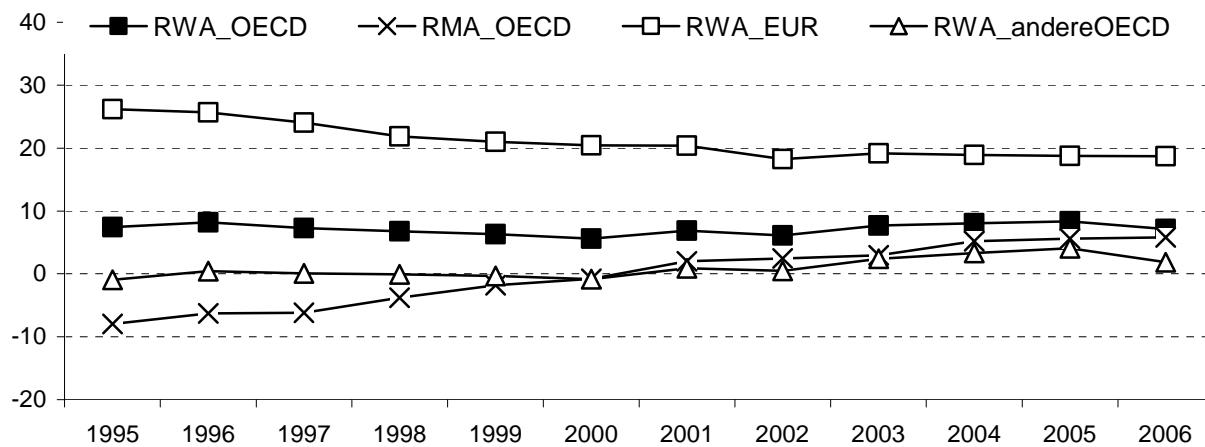
Gegenüber Mitte der 1990er Jahre hat sich die deutsche Position im Außenhandel mit forschungsintensiven Waren gemessen an den multiplikativen und den additiven Indikatoren strukturell verschlechtert. Diese Verschiebung liegt allein an den deutschen Importen, die sich seitdem besonders dynamisch entwickelten. Bei den Exporten forschungsintensiver Waren hat sich die deutsche Position insgesamt kaum verändert. In den Jahren nach 2002 haben sich auch die saldierten Maße für die komparativen Vor- und Nachteile für Deutschland – ebenso wie für Japan – nicht wesentlich verändert. In der Beurteilung dieser Entwicklung müssen auch weltweit wirksame Faktoren berücksichtigt werden.

So sind in den letzten fünfzehn Jahren die so genannten *Aufhol-Länder* („emerging economies“) in Asien und in Mittel- und Osteuropa verstärkt mit forschungsintensiven Waren auf dem Weltmarkt vorgedrungen. Die neue Konkurrenz hat sich in allen „etablierten“ OECD-Ländern bemerkbar gemacht. In Japan und den USA fallen die asiatischen Länder mehr ins Gewicht, in Deutschland sind es die Reformländer in Mittel- und Osteuropa, die 2004 der EU beigetreten sind und schon bald nach dem Beginn ihres marktwirtschaftlichen Transformationsprozesses Anfang der 1990er Jahre die Handelsströme immer mehr in Richtung Westen ausgerichtet haben. Dabei spielten vor allem deutsche Unternehmen eine wichtige Rolle, indem sie diese Länder sehr schnell in ihre unternehmensinterne Arbeitsteilung einbezogen. Vorliegende Untersuchungen deuten darauf hin, dass die Lieferungen der Aufhol-Länder nach Preissegmenten sehr verschieden sind, sich aber überwiegend im mittleren und niedrigen Preissegment bewegen. Vermutlich sind die Exporte dieser Länder bei weitem nicht so FuE-intensiv, wie dies bei der warenmäßigen Zuordnung der Lieferungen unterstellt wird (Schumacher und

Trabold 1999, Krawczyk, Frietsch und Schumacher 2002), auch wenn eine Reihe von Ländern im Aufbau von FuE- und Humankapital große Fortschritte gemacht haben (Krawczyk, Legler u.a. 2007).

Vergleicht man die deutschen Exporte nicht mit dem gesamten Welthandel sondern allein mit den anderen OECD-Ländern, dann erweist sich die Spezialisierung der deutschen Wirtschaft auf FuE-intensive Güter als langfristig sehr stabil.<sup>26</sup> Auf der Importseite sind forschungsintensive Waren in Deutschland allerdings noch stärker vorgedrungen als in den anderen OECD-Ländern, so dass Deutschland seit einigen Jahren auch überdurchschnittlich viel forschungsintensive Waren importiert (vgl. Abb. 4.2). Im Vergleich zu den einzelnen OECD-Ländern hat sich die FuE-Intensität der deutschen Exporte in unterschiedlicher Weise verändert. Gegenüber Japan hat sie sich deutlich, gegenüber den USA etwas erhöht. Im Vergleich zu Schweden und Italien blieb sie unverändert. Gegenüber Frankreich, Großbritannien, der Schweiz und Österreich hat sie sich etwas, gegenüber den Niederlanden, Belgien und Finnland deutlich verschlechtert. Die Veränderungen fanden im wesentlichen in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre statt.

*Abb. 4.2: Außenhandelsposition Deutschlands bei FuE-intensiven Waren im Vergleich zu den Euro- und anderen OECD-Ländern 1995 bis 2006*



Anmerkung: Ein positiver Wert bedeutet, dass der Anteil FuE-intensiver Waren bei den deutschen Exporten größer ist als bei den Exporten der OECD-Länder (RWA\_OECD), der Länder des Euroraums (RWA\_EUR) bzw. der OECD-Länder außerhalb des Euroraums (RWA\_andereOECD). Analog gilt dies für den Vergleich auf der Importseite (RMA\_OECD).

Quelle: DIW-Außenhandelsdaten. – Berechnungen des DIW Berlin.

Auch Wechselkursveränderungen haben in der Entwicklung des deutschen Spezialisierungsmusters ihre Spuren hinterlassen. Hinter der stabilen deutschen Exportspezialisierung auf forschungsintensive Waren gegenüber den anderen OECD-Ländern verbirgt sich ein Rückgang im Vergleich zu den anderen Ländern im Euroraum und eine Zunahme im Vergleich zu den anderen OECD-Ländern. Der Rückgang im Euroraum in den 1990er Jahren spiegelt in erster Linie die verbesserte Position kleinerer Länder wie Finnland, Schweden oder den Niederlanden wider. Seit Ende der 1990er Jahre dürfte aber vor allem die steigende preislative Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Lieferanten im Euroraum eine Rolle spielen: Die geringeren Kosten- und Preissteigerungen in Deutschland im Vergleich zu den anderen Euroländern begünstigen die Exporte nicht-forschungsintensiver Waren, weil sie eine größere Preiselastizität der Nachfrage aufweisen als forschungsintensive Waren (Schumacher, Lucke, Schröder 2004 sowie Lucke, Schröder, Schumacher 2005). Auf der anderen Seite dürfte der höhere Wert des Euro gegenüber dem US-\$ seit 2002 dazu beigetragen haben, dass die deutschen Exporte in die OECD-Länder außerhalb des Euroraums stärker auf forschungsintensive Waren spezialisiert sind als in

<sup>26</sup> Eine Übersicht der Außenhandelsindikatoren für ausgewählte OECD-Länder im Jahre 2007 bietet Tab A 4.4 im Abschnitt 4.10.

der zweiten Hälfte der 1990er Jahre bei einem geringeren Wert der D-Mark bzw. des Euro und damit höherer preislicher Wettbewerbsfähigkeit.

#### **4.7 Bestimmungsgründe komparativer Vorteile bei FuE-intensiven Waren**

Komparative Vorteile in der Produktion forschungsintensiver Waren haben mit Ausnahme der Schweiz nur die größten OECD-Länder, nämlich die USA, Japan, Deutschland, Großbritannien und Frankreich. Die USA und Japan als Länder mit den größten komparativen Vorteilen liegen zudem sehr weit von ihren Exportmärkten entfernt. Im Handel zwischen den EU-Ländern, die relativ nahe beieinander liegen, ist der Anteil Hochwertiger Technologie deutlich höher und der Anteil von Spitzentechnologie geringer als im Welthandel insgesamt, während der Anteil der FuE-intensiven Waren insgesamt im innereuropäischen Handel fast so hoch wie im weltweiten Handel ist. Diese Beobachtungen legen die Vermutung nahe, dass für die Spezialisierung auf FuE-intensive Waren nicht nur die Ausstattung mit FuE-Kapital und Humankapital eine Rolle spielt, sondern auch andere Faktoren wie die Größe des Landes und seine geographische Lage von Bedeutung sind.

Um den Einfluss der Faktorausstattung, der Größe der Länder und der Entfernung zwischen ihnen auf die Exporte von Waren mit unterschiedlicher FuE-Intensität zu bestimmen wird ein sektorale disaggregiertes Gravitationsmodell verwendet.<sup>27</sup> Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Das Pro-Kopf-Einkommen als Näherungsgröße für die Ausstattung mit FuE- und Humankapital ist erwartungsgemäß für FuE-intensive Waren erheblich wichtiger als für nicht-FuE-intensive Waren. Für Spitzentechnologie gilt dies noch mehr wie für Hochwertige Technologie.

- Die Elastizität des Sozialprodukts des Exportlandes ist für forschungsintensive Waren größer als für nicht-forschungsintensive Waren, für Hochwertige Technologie noch mehr als für Spitzentechnologie. Außerdem ist die Differenz zwischen den beiden Elastizitäten für das Sozialprodukt des Export- und des Importlandes als Indikator für die Existenz und Größe eines „home-market effect“ für forschungsintensive Waren positiv und bei Hochwertiger Technologie zumeist größer als bei Spitzentechnologie. Bei nicht-forschungsintensiven Waren ist die Differenz dagegen negativ.
- Die Entfernungselastizität ist für nicht-forschungsintensive und forschungsintensive Waren ungefähr gleich groß. Für Spitzentechnologie ist der absolute Wert geringer als für Hochwertige Technologie mit einem zumeist sehr deutlichen Unterschied. Danach unterscheiden sich die entfernungsabhängigen Transportkosten zwischen FuE- und nicht-FuE-intensiven Waren kaum – beide Aggregate umfassen wahrscheinlich Warengruppen mit sehr verschiedenen Transportkosten, die sich im Durchschnitt ausgleichen. Die Spitzentechnik erscheint dagegen erheblich weniger transportkostenintensiv als die Hochwertige Technik, weil sie über weitere Entfernung gehandelt wird als Hochwertige Technik.

Aus diesen Ergebnissen lassen sich die folgenden Schlüsse ziehen:

- Ausstattung mit FuE- und Humankapital sind die entscheidenden Bestimmungsgrößen für eine starke Exportposition bei forschungsintensiven Waren.
- Große Länder haben in der Produktion forschungsintensiver Waren komparative Vorteile, bei Hochwertiger Technologie noch mehr als bei Spitzentechnologie.
- Für Länder wie z.B. europäische OECD-Länder, die nahe an den wichtigsten Exportmärkten liegen, fällt der Anteil von Hochwertiger Technik unter sonst gleichen Umständen größer und der Anteil von Spitzentechnik kleiner aus als für Länder wie z.B. überseeische OECD-Länder, die erheblich weiter von den Exportmärkten entfernt sind.

---

<sup>27</sup> Die Methodik des Gravitationsansatzes wird in Kapitel 4.9 beschrieben, die wichtigsten Schätzwerte befinden sich in Tabelle A 4.1 im Abschnitt 4.10.

Demnach sollte in der Beurteilung der Exportposition eines Landes mehr auf die Position bei forschungsintensiven versus nicht-forschungsintensiven Waren und weniger auf die Unterscheidung zwischen Spitzentechnik und Hochwertiger Technik abgestellt werden. Bei gleicher Faktorausstattung haben große und/oder näher an den Exportmärkten liegende Länder Vorteile bei Hochwertiger gegenüber Spitzentechnologie. Und umgekehrt fallen die Vorteile bei Spitzentechnologie gegenüber Hochwertiger Technologie für kleinere und/ oder weiter von den Exportmärkten entfernt liegende Länder tendenziell größer aus. Der Exportmarktanteil Deutschlands bei der Spitzentechnologie ist also nicht deswegen relativ gering, weil die Exporte in der Spitzentechnik zu klein sind, sondern weil die Exporte in der Hochwertigen Technologie infolge der Größe der deutschen Wirtschaft – etwa im Vergleich zur Schweiz oder Finnland - und wegen der nahe gelegenen Absatzmärkte – etwa im Vergleich zu den USA oder Japan - tendenziell höher ausfallen als es der Faktorausstattung Deutschlands entspricht.

#### **4.8 Zwischenfazit**

Deutschland ist seit 2004 größter Exporteur von FuE-intensiven Waren noch vor den USA und nach Japan zweitgrößter Nettoexporteur in diesem Bereich. Pro Kopf weist Deutschland 2007 mit rund 3900 US-\$ vor der Schweiz den größten Exportüberschuss bei forschungsintensiven Waren auf, erst mit größerem Abstand folgt in dieser Betrachtungsweise Japan. Deutschland ist also nicht nur absolut gesehen sondern auch in Relation zur Bevölkerung im Warenhandel einer der größten Technologiegeber.

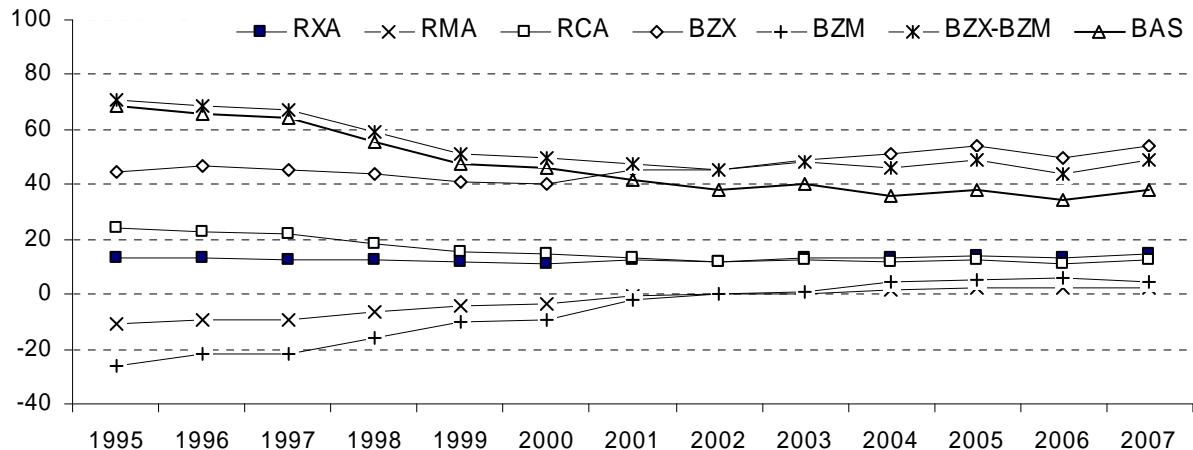
Die komparativen Vorteile Deutschlands bei forschungsintensiven Waren sind gegenüber der ersten Mitte der 1990er Jahre zurückgegangen (vgl. Abb. 4.3). Grund dafür sind aber nicht Veränderungen in der Exportspezialisierung sondern die kräftig gestiegenen Importe, in denen sich auch das Vordringen der Aufhol-Länder mit forschungsintensiven Waren vor allem im mittleren und niedrigen Preissegment widerspiegelt. Die FuE-Intensität der deutschen Exporte hat sich in dem Beobachtungszeitraum weder im Vergleich zum gesamten Welthandel noch im Vergleich zu den Exporten der anderen OECD-Länder verändert. Seit Ende der 1990er Jahre steht einem Rückgang der FuE-Intensität der deutschen Exporte im Vergleich zu den anderen Euro-Ländern ein Anstieg im Vergleich zu den übrigen OECD-Ländern gegenüber. Im ersten Fall dürfte der Absatz von preisempfindlicheren nicht-FuE-intensiven Waren durch den geringeren Kosten- und Preisanstieg in Deutschland beflogen, im zweiten Fall dagegen durch die Aufwertung des Euro gebremst worden sein.

Deutschland gehört weiterhin zusammen mit Japan und den USA, zu den Ländern mit komparativen Vorteilen bei den forschungsintensiven Waren. Die wichtigste Voraussetzung dafür ist eine gute Ausstattung mit FuE- und Humankapital. Wie Berechnungen auf der Grundlage eines sektorale disaggregierten Gravitationsmodells zeigen, spielen daneben aber auch die ökonomische Größe und die geographische Lage des Landes eine Rolle. So haben große Länder in der Produktion forschungsintensiver Waren Vorteile, weil die Durchschnittskosten wegen der hohen Fixkosten für Forschung und Entwicklung sowie Fabrikationsanlagen bei steigender Stückzahl sinken. Dies schlägt bei der Hochwertigen Technologie noch stärker zu Buche als bei der Spitzentechnologie. Außerdem fällt unter sonst gleichen Umständen für Länder wie z.B. europäische OECD-Länder, die nahe an den wichtigsten Exportmärkten liegen, der Anteil der transportkostenintensiveren Hochwertigen Technik größer und der Anteil der weniger transportkostenintensiven Spitzentechnik kleiner aus als für Länder wie z.B. überseeische OECD-Länder, die erheblich weiter von den Exportmärkten entfernt sind.

Bei gleicher Faktorausstattung haben also große und/oder näher an den Exportmärkten liegende Länder Vorteile bei Hochwertiger gegenüber Spitzentechnik. Daher sollte in der Beurteilung der Exportposition eines Landes mehr auf die Position bei forschungsintensiven versus nicht-forschungsintensiven Waren und weniger auf die Unterscheidung zwischen Spitzentechnik und Hochwertiger Technik abgestellt werden. Die relativ schwache Spezialisierung der deutschen Exporte auf Spitzentechnik ist demnach auch die Kehrseite der hohen Spezialisierung auf Hochwertige Tech-

nik infolge der Größe der deutschen Wirtschaft – etwa im Vergleich zur Schweiz oder Finnland - und wegen der nahe gelegenen Absatzmärkte – etwa im Vergleich zu den USA oder Japan.

*Abb. 4.3 Indikatoren der Außenhandelsspezialisierung für FuE-intensive Waren in Deutschland 1995 bis 2007*



- RWA, RMA: Ein positiver Wert gibt an, dass der Anteil FuE-intensiver Waren an den Exporten bzw. Importen von Gütern des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland größer ist als im Durchschnitt der OECD-Länder.
- RCA: Ein positiver Wert gibt an, dass der Anteil FuE-intensiver Waren an den Exporten von Gütern des verarbeitenden Gewerbes größer ist als an den Importen von Gütern des verarbeitenden Gewerbes.
- BZX, BZM: Ein positiver Wert gibt an, dass die FuE-intensiven überdurchschnittlich viel zu den Exporten bzw. Importen beitragen.
- BZX-BZM: Ein positiver Wert gibt an, dass die FuE-intensiven Waren überproportional zu einer positiven Handelsbilanz beitragen (Anteil gemessen am Welthandel).
- BAS: Ein positiver Wert gibt an, dass die FuE-intensiven Waren überproportional zu einer positiven Handelsbilanz beitragen (Anteil gemessen am deutschen Außenhandel).

Quellen: DIW-Außenhandelsdaten. – Berechnungen des DIW Berlin.

Nachdem sich die Finanzmarktkrise nun auch auf die Realwirtschaft ausgewirkt hat, sind die deutschen Exporte 2009 kräftig eingebrochen. Besonders betroffen sind der Automobilbau und der Maschinenbau, zwei Kernbereiche der deutschen Exportwirtschaft. Um die Exporte bei einer weltweiten Nachfragerchwäche wieder zu beleben, kommt es noch mehr darauf an, die Innovationskraft der deutschen Unternehmen weiter zu stärken. Dazu gehören eine höhere Priorität für Forschung und Entwicklung ebenso wie höhere Bildungsausgaben und Effizienzsteigerungen im Bildungssystem. Wie belastbar die technologische Leistungsfähigkeit der deutschen Unternehmen ist, werden die Außenhandelsergebnisse in den Jahren nach der neuerlichen Aufwertung des Euro zeigen. Die vorliegenden Daten über den internationalen Handel 2007 zeigen, dass der für 2006 ermittelte Rückgang in der Spezialisierung der deutschen Exporte auf forschungsintensive Waren im Rahmen der üblichen jährlichen Schwankungen lag. Tendenziell ist eine verstärkte Spezialisierung der deutschen Exporte auf forschungsintensive Waren im Vergleich zu den OECD-Unternehmen außerhalb des Euroraumes zu verzeichnen. Gegenüber anderen Anbietern aus dem Euroraum ist dagegen die preisliche Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen in den letzten Jahren weiter gestiegen, so dass hier die weniger forschungsintensiven Lieferungen weiterhin Rückenwind bekommen.

## 4.9 Zur Methode

### *Formeln - Spezialisierungsmaße*

Es bezeichnen:

X Exporte	x Anteil an den gesamten Exporten in %
M Importe	m Anteil an den gesamten Importen in %
i Produktgruppenindex	
j Länderindex	

- (1) Außenhandelsspezialisierung (multiplikative Indikatoren, ohne Beachtung der unterschiedlichen Größe der Warengruppen)

- (1a) Exporte

$$\begin{aligned} RXA_{ij} &= 100 \ln [ (X_{ij} / \sum_j X_{ij}) / (\sum_i X_{ij} / \sum_{ij} X_{ij}) ] \\ \text{oder} \\ RXA_{ij} &= 100 \ln [ (X_{ij} / \sum_i X_{ij}) / (\sum_j X_{ij} / \sum_{ij} X_{ij}) ] \\ &= 100 \ln [ x_{ij} / x_{i,\Sigma j} ] \end{aligned}$$

- (1b) Importe

$$\begin{aligned} RMA_{ij} &= 100 \ln [ (M_{ij} / \sum_j M_{ij}) / (\sum_i M_{ij} / \sum_{ij} M_{ij}) ] \\ \text{oder} \\ RMA_{ij} &= 100 \ln [ (M_{ij} / \sum_i M_{ij}) / (\sum_j M_{ij} / \sum_{ij} M_{ij}) ] \\ &= 100 \ln [ m_{ij} / m_{i,\Sigma j} ] \end{aligned}$$

- (1c) Vergleich der Exporte und Importe

$$\begin{aligned} RCA_{ij} &= 100 \ln [ (X_{ij} / M_{ij}) / (\sum_i X_{ij} / \sum_i M_{ij}) ] \\ \text{oder} \\ RCA_{ij} &= 100 \ln [ (X_{ij} / \sum_i X_{ij}) / (M_{ij} / \sum_i M_{ij}) ] \\ &= 100 \ln [ x_{ij} / m_{ij} ] \\ &= 100 [ \ln x_{ij} - \ln m_{ij} ] \end{aligned}$$

Wenn Weltexporte = Weltimporte, dann ist

$$RCA_{ij} = RXA_{ij} - RMA_{ij}$$

- (2) Außenhandelsspezialisierung (additive Indikatoren, mit Beachtung der unterschiedlichen Größe der Warengruppen)

- (2a) Beitrag zu den Exporten

$$\begin{aligned} BZX_{ij} &= [ X_{ij} - \sum_j X_{ij} (\sum_i X_{ij} / \sum_{ij} X_{ij}) ] 1000/P_j \\ &= [ \sum_j X_{ij} (X_{ij} / \sum_j X_{ij}) - \sum_j X_{ij} (\sum_i X_{ij} / \sum_{ij} X_{ij}) ] 1000/P_j \\ &= [ (X_{ij} / \sum_i X_{ij}) - (\sum_i X_{ij} / \sum_{ij} X_{ij}) ] \sum_j X_{ij} 1000/P_j \end{aligned}$$

(2b) Beitrag zu den Importen

$$\begin{aligned} BZM_{ij} &= [ M_{ij} - \sum_j M_{ij} (\Sigma_i M_{ij} / \Sigma_{ij} M_{ij}) ] 1000/P_j \\ &= [ \sum_j M_{ij} (M_{ij} / \sum_j M_{ij}) - \sum_j M_{ij} (\Sigma_i M_{ij} / \Sigma_{ij} M_{ij}) ] 1000/P_j \\ &= [ (M_{ij} / \sum_i M_{ij}) - (\Sigma_i M_{ij} / \Sigma_{ij} M_{ij}) ] \sum_j M_{ij} 1000/P_j \end{aligned}$$

(2c) Beitrag zum Außenhandelssaldo

$$BAS_{ij} = [ (X_{ij} - M_{ij}) - (\Sigma_i X_{ij} - \Sigma_i M_{ij})(X_{ij} + M_{ij}) / (\Sigma_i X_{ij} + \Sigma_i M_{ij}) ] 1000/P_j$$

$$\sum_i BZX_{ij} = 0, \quad \sum_i BZM_{ij} = 0, \quad \sum_i BAS_{ij} = 0$$

$$BAS_{ij} = (X_{ij} - M_{ij}) 1000/P_j, \text{ wenn } \sum_i X_{ij} = \sum_i M_{ij}$$

$$\begin{aligned} BAS_{ij} &= (x_{ij} - m_{ij}) * 5, \\ \text{wenn } \sum_i X_{ij} &= \sum_i M_{ij} = 100 \text{ und } P_j = \sum_i X_{ij} + \sum_i M_{ij} \end{aligned}$$

Wenn Weltexporte = Weltimporte und Anteil von Warengruppe i am Welthandel = Anteil von Warengruppe i am Außenhandel von Land j, dann ist

$$BAS_{ij} = BZX_{ij} - BZM_i$$

***Das Gravitationsmodell***

In Anlehnung an das Gravitationsgesetz in der Physik, das die Anziehungskraft zwischen zwei Massen durch ihre Größe und die Entfernung zwischen ihnen erklärt, wird im Gravitationsmodell angenommen, dass der Handel zwischen zwei Ländern umso größer ist, je größer das Einkommen in den beiden Ländern und je geringer die Entfernung zwischen ihnen ist. Auf dieser Grundlage und in Anlehnung an Bergstrand (1989) und Siliverstovs und Schumacher (2008) wird der folgende log-lineare Schätzansatz formuliert

$$\ln X_{aij} = \beta_o^a + \beta_1^a \ln Y_i + \beta_2^a \ln y_i + \beta_3^a \ln Y_j + \beta_4^a \ln y_j + \beta_5^a \ln D_{ij}^{MWR} + \sum_{k=5}^K \beta_k^a Z_{kij}^{MWR}$$

Der Index *a* kennzeichnet die Sektoren nach der FuE-Intensität der Waren. Die Dummy-Variablen  $Z_{kij}$  beinhalten andere Handels- und Transaktionskostenbeeinflussende Variablen, die u.a. durch unterschiedliche Handelspolitiken, Mitgliedschaft einer Freihandelszone oder Zollunion, gemeinsamer Sprache, historische Beziehungen und Nachbarschaft abgebildet werden. Diese Faktoren stellen neben den mit der Entfernung variierenden Transportkosten Ursachen für Preisunterschiede dar. Der Zusatz "MWR" bedeutet, dass „multilateral“ und „world resistance“ in den Variablen berücksichtigt wird<sup>28</sup>

Für die Regressionen werden die Außenhandelsdaten der OECD-Länder für den Durchschnitt der Jahre 1998 bis 2000 und 2004 bis 2006 (in US-\$) verwendet, untergliedert in Nicht-FuE-intensive und FuE-intensive Waren, die nach Hochwertiger und Spitzentechnologie weiter unterteilt sind. Die Regressionen werden für den Handel von 22 OECD-Ländern untereinander und für den Handel dieser Länder mit insgesamt 70 Ländern durchgeführt, einmal anhand der Daten aus der Exportstatistik und zum anderen anhand der Zahlen aus der Importstatistik.

---

<sup>28</sup> Siehe Baier und Bergstrand (2007) oder Siliverstovs und Schumacher (2008)

Die erklärenden Variablen GDP (in US-\$) und GDP pro Kopf (in US-\$) stammen aus der WDI Datenbank.<sup>29</sup> Die Distanz  $D_{ij}$  (in Meilen) zwischen zwei Ländern  $i$  und  $j$  wird berechnet als kürzeste Verbindung zwischen den wirtschaftlichen Zentren  $EC_i$  und  $EC_j$ , die anhand ihres Breiten- und Längengrad positioniert werden.<sup>30</sup> Die Dummy-Variablen umfassen:

- Nachbarschaft
- Mitgliedschaft in der EU, EFTA, NAFTA oder APEC (Asia-Pacific Economic Cooperation),
- Sprache
- Historische Verbindungen

Der Wert der Dummy-Variable erhält den Wert 1, wenn zwei Länder  $i$  und  $j$  aneinander angrenzen, an dem jeweiligen Handelsabkommen teilnehmen oder eine gemeinsame Sprache und historische Verbindungen haben. Andernfalls ist der Wert der Dummy-Variable null.

Die Koeffizienten der Gravitationsgleichung (2) werden mit Hilfe der Kleinste-Quadrat-Methode geschätzt. In den letzten Jahren wurden auch Methoden eingesetzt, die eine unmittelbare Schätzung der nicht-linearen Gravitationsgleichung erlauben und zum Teil zu deutlich anderen Parameterwerten führen (z.B. Coe et al. 2002 und 2007 oder Silverstovs und Schumacher 2008). Die Rangfolge der Sektoren nach den geschätzten Koeffizienten bleibt allerdings im wesentlichen unverändert (Silverstovs und Schumacher 2009).

---

<sup>29</sup> "World Development Indicators" der Weltbank. Alle BIP-Werte sind zu aktuellen Preisen in US-\$ berechnet.

<sup>30</sup> Grundsätzlich werden die Hauptstädte als ökonomische Zentren verwendet. Ausnahmen sind Kanada(Montreal), die USA (Kansas City als geografischer Kompromiss zwischen den beiden wirtschaftlichen Zentren an West- und Ostküste), Australien(Sydney) und Deutschland (Frankfurt am Main). Die Formel zur Berechnung lautet:

$$\cos D_{ij} = \sin \varphi_i * \sin \varphi_j + \cos \varphi_i * \cos \varphi_j * \cos (\lambda_j - \lambda_i)$$

$$D_{ij} = \arccos(\cos D_{ij}) * 3962.07 \text{ Meilen}$$

für  $EC_i = (\varphi_i; \lambda_i)$  und  $EC_j = (\varphi_j; \lambda_j)$  mit  $\varphi$  = geografische Breite,  $\lambda$  = geografische Länge.

## 4.10 Anhangtabellen

Tab. A 4.1: Elastizitäten des Pro-Kopf-Einkommens, des Bruttoinlandsprodukts und der Entfernung  
2004-2006

	Nicht FuE-intensives VG	FuE intensives-VG	Hochwertige Technologie	Spitzen-technologie
<b>Pro-Kopf-Einkommen des Exportlandes</b>				
<b>22 OECD Länder</b>				
Exportstatistik	0.37**	1.21**	0.97**	1.64**
Importstatistik	0.25*	0.96**	0.73**	1.45**
<b>70 Länder</b>				
Exportstatistik	0.14*	1.06**	0.77**	1.81**
Importstatistik	0.09*	0.62**	0.55**	0.63**
<b>Bruttoinlandsprodukt des Exportlandes</b>				
<b>22 OECD Länder</b>				
Exportstatistik	0.58**	0.97**	1.01**	0.92**
Importstatistik	0.56**	0.97**	1.02**	0.91**
<b>70 Länder</b>				
Exportstatistik	0.74**	1.11**	1.19**	1.02**
Importstatistik	0.99**	1.36**	1.44**	1.35**
<b>Bruttoinlandsprodukt des Importlandes</b>				
<b>22 OECD Länder</b>				
Exportstatistik	0.79**	0.74**	0.76**	0.76**
Importstatistik	0.78**	0.74**	0.77**	0.73**
<b>70 Länder</b>				
Exportstatistik	0.78**	0.83**	0.85**	0.87**
Importstatistik	1.15**	0.94**	1.02**	0.85**
<b>Entfernung zwischen Export- und Importland</b>				
<b>22 OECD Länder</b>				
Exportstatistik	-0.98**	-0.88**	-0.99**	-0.74**
Importstatistik	-0.89**	-0.84**	-0.98**	-0.66**
<b>70 Länder</b>				
Exportstatistik	-1.1**	-1**	-1.09**	-0.95**
Importstatistik	-1**	-1.13**	-1.23**	-0.91**

\* 5%-Signifikanzniveau  
\*\* 1%-Signifikanzniveau

Quelle: DIW-Außenhandelsdaten. – Berechnungen des DIW Berlin

*Tab. A 4.2: Indikatoren zur Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen bei FuE-intensiven Waren nach Warengruppen 2007  
- additive Indikatoren -*

ISIC 3	Warenguppe	Beitrag zu den Exporten (BZX)					Beitrag zu den Importen (BZM)					Nettobeitrag zum Außenhandel (BZX-BZM)					Beitrag zum Außenhandelssaldo (BAS)				
		GER	USA	JPN	EU(14) <sup>1</sup>	EU(10) <sup>2</sup>	GER	USA	JPN	EU(14) <sup>1</sup>	EU(10) <sup>2</sup>	GER	USA	JPN	EU(14) <sup>1</sup>	EU(10) <sup>2</sup>	GER	USA	JPN	EU(14) <sup>1</sup>	EU(10) <sup>2</sup>
(1) <i>FuE-intensive Waren</i>		54	53	120	-10	1	5	-6	-32	-15	3	49	59	152	4	-1	38	70	132	4	-2
(1a) <i>Spitzentechnologie</i>		-23	41	-16	-12	-21	6	15	12	-10	-8	-29	27	-28	-2	-14	-26	39	-27	-3	-13
233 Spalt- & Brutstoffe	0	0	-1	0	-1	0	0	1	0	0	-1	0	-1	-2	0	0	0	0	-1	0	0
2421 Schädlingsbekämpfungs- & Pflanzenschutzmittel	0	0	-1	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	1	0	-1	0	1	0	0	-1	
2423 Pharmazeutische Grundstoffe, Arzneimittel	4	-2	-22	13	-15	6	-3	-6	7	-5	-2	1	-16	6	-9	-4	0	-9	6	-9	
2927 Waffen & Munition	0	1	-1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
3002 Datenverarbeitungsgeräte & -einrichtungen, Teile für DV-Geräte	-12	1	-15	-7	0	0	11	3	0	1	-12	-10	-19	-7	0	-9	-8	-16	-7	0	
321 Elektronische Bauelemente	-9	8	31	-9	-11	-1	-8	12	-10	-1	-8	16	19	0	-10	-6	16	8	0	-10	
322,3200 Nachrichtentechnische Geräte & Einrichtungen	-5	-3	-2	-4	7	-2	3	-1	-3	14	-3	-6	-1	-1	-7	-2	-6	-1	-2	-8	
323 Rundfunk-, Fernseh-, Phono- & Videogeräte	-8	-4	3	-5	16	-1	11	0	0	-1	-7	-15	3	-4	17	-5	-13	2	-4	17	
3311 Medizinische Geräte & orthopädische Vorrichtungen	1	6	-3	1	-5	0	2	2	1	-4	1	4	-5	0	-2	1	6	-4	0	-1	
331-3311 Mess-, Kontroll-, Navigations- & ähnliche Instrumente; Industrielle Prozesssteuerungsanlagen	4	6	5	-1	-3	1	0	1	-2	-2	3	6	4	0	-1	2	8	3	0	-1	
353 Luft- & Raumfahrzeuge	1	28	-10	0	-10	3	-1	0	-3	-10	-2	29	-11	3	0	-3	35	-9	3	0	
(1b) <i>Hochwertige Technologie</i>	77	12	136	2	22	-2	-21	-44	-5	10	79	33	180	7	12	64	31	158	7	12	
2411 Chemische Grundstoffe	-3	3	1	3	-12	1	-5	3	3	-9	-5	7	-3	0	-3	-4	7	-3	0	-3	
2413 Kunststoffe und synthetischer Kautschuk in Primärform	2	4	-1	2	-3	1	-8	-4	1	2	1	12	3	1	-5	0	11	4	1	-5	
2422/9 Farbstoffe, Pigmente, Anstrichfarben, Druckfarben & Kitte; Chemische Erzeugnisse a. n. g.	3	3	7	3	-7	0	-6	-1	0	0	3	8	8	3	-6	2	8	6	3	-6	
2424 Seifen, Wasch-, Reinigungs- u. Poliermittel	1	0	-3	3	1	0	-2	-1	1	1	1	3	-3	2	0	1	2	-2	2	0	
2511/9 Bereifungen, sonstige Gummihwaren	0	-1	2	0	5	1	0	-2	0	3	-1	-1	4	0	3	-1	-1	4	0	3	
2911/2/3 Verbrennungsmotoren & Turbinen (außer für Luft- & Straßenfahrzeuge); Armaturen, Pumpen & Kompressoren; Lager, Getriebe & Antriebselemente	8	3	10	0	1	0	-2	-4	-2	2	8	5	13	2	-1	6	5	12	2	-1	
2919 Sonstige nicht wirtschaftszweckspezifische Maschinen	6	0	-2	1	1	-1	-2	-1	-1	0	6	3	0	2	0	5	2	0	2	0	
2921 Ackerschlepper, land- & forstwirtschaftliche Maschinen	2	1	-1	1	0	0	-1	-1	0	1	2	2	0	0	-1	2	2	1	0	-1	
2922 Werkzeugmaschinen	5	-1	7	-1	-1	0	-1	-2	-1	1	4	0	9	0	-2	4	0	8	0	-2	
2924 Bergwerks-, Bau- & Baustoffmaschinen	0	4	6	1	-2	-2	-3	-3	-1	-2	2	7	9	2	0	3	7	8	2	0	
292B Maschinen für das Ernährungsgewerbe & die Tabakverarbeitung; - für das Textil-, Bekleidungs- & Ledergewerbe; - für bestimmte Wirtschaftszweige a. n. g.	7	1	18	0	-4	-2	-5	0	-5	-1	9	6	18	5	-3	8	5	14	5	-3	
3001 Büromaschinen, Teile für Büromaschinen	-1	0	0	0	-1	0	1	1	0	0	-1	-2	-1	0	-1	-1	-2	-1	0	-1	
311 Elektromotoren, Generatoren & Transformatoren	1	0	0	0	2	1	1	0	-2	1	0	-2	-1	1	1	0	-2	0	1	1	
312 Elektrizitätsverteilungs- und Schalteinrichtungen	5	1	4	-1	3	0	-2	-1	-2	3	5	2	5	1	0	4	2	5	1	0	
314 Akkumulatoren & Batterien	-1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	2	0	-1	0	0	2	0	-1	
315 Elektrische Lampen & Leuchten	0	-1	-1	0	2	0	1	-1	0	0	0	-2	0	0	1	0	-2	0	0	1	
319 Sonstige elektrische Ausrüstungen a. n. g.	-1	0	3	-2	4	1	1	2	-1	1	-2	-1	1	-1	3	-2	-1	-1	-1	3	
332 Optische & fotografische Geräte	-1	0	7	-2	-3	-1	-1	3	-2	0	0	1	4	0	-3	1	1	1	0	-3	
341 Kraftwagen & Kraftwagenmotoren	36	-6	67	-3	23	-3	12	-24	4	-9	39	-18	92	-7	31	32	-17	82	-7	31	
343 Teile & Zubehör für Kraftwagen & -motoren	8	2	12	-2	13	2	0	-7	1	14	6	2	19	-3	-1	4	2	18	-3	-1	
352 Schienenfahrzeuge	1	0	0	0	1	0	0	-1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	
(2) <i>Nicht FuE-intensive Waren</i>	-54	-53	-120	10	-1	-5	6	32	15	-3	-49	-59	-152	-4	1	-38	-70	-132	-4	2	
(3) <i>Erzeugnisse des verarbeitenden Gewerbes insgesamt</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Quelle: DIW-Außenhandelsdaten. – Berechnungen des DIW Berlin. 1) EU(15) ohne Deutschland. 2) Tschechien, Polen, Ungarn und Slowakei,3) Ein positiver Wert gibt an, dass der Anteil FuE-intensiver Waren an den Exporten bzw. Importen in dem betreffenden Land größer ist als im Welthandel. 4) Ein positiver Wert gibt an, dass der Anteil FuE-intensiver Waren an den Exporten größer ist als an den Importen.

**Tab. A 4.3: Indikatoren zur Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen bei FuE-intensiven Waren nach Warengruppen 2007  
- multiplikative Indikatoren -**

ISIC 3	Warengruppe	Relativer Anteil der Exporte am Welthandel (RXA)					Relativer Anteil der Importe am Welthandel (RMA)					Vergleich von Export- und Importstruktur (RCA)				
		GER	USA	JPN	EU(14) <sup>1</sup>	EU(10) <sup>2</sup>	GER	USA	JPN	EU(14) <sup>1</sup>	EU(10) <sup>2</sup>	GER	USA	JPN	EU(14) <sup>1</sup>	EU(10) <sup>2</sup>
(I) <i>FuE-intensive Waren</i>		15	21	29	-4	0	2	-2	-16	-5	1	13	23	45	1	-1
(Ia) <i>Spitzentechnologie</i>		-20	41	-13	-12	-22	7	11	14	-10	-7	-27	30	-27	-3	-15
233 Spalt- & Brutstoffe		-26	28	-498	14	-267	19	59	47	27	-192	-45	-31	-546	-13	-76
2421 Schädlingsbekämpfungs- & Pflanzenschutzmittel		7	27	-107	42	-87	-12	-129	-69	21	59	19	156	-38	22	-146
2423 Pharmazeutische Grundstoffe, Arzneimittel		14	-16	-190	49	-115	29	-14	-48	28	-28	-15	-2	-142	21	-87
2927 Waffen & Munition		-98	143	-200	-46	-11	-164	64	-94	-68	-19	66	79	-106	22	8
3002 Datenverarbeitungsgeräte & -einrichtungen, Teile für DV-Geräte		-72	5	-108	-47	2	0	39	21	-2	5	-72	-34	-129	-45	-3
321 Elektronische Bauelemente		-57	49	91	-81	-107	-4	-50	68	-84	-7	-53	99	24	3	-100
322,3200 Nachrichtentechnische Geräte & Einrichtungen		-56	-48	-21	-51	51	-27	21	-14	-28	89	-29	-69	-7	-23	-38
323 Rundfunk-, Fernseh-, Phono- & Videogeräte		-106	-75	24	-64	98	-7	64	1	-2	-9	-99	-139	23	-62	107
3311 Medizinische Geräte & orthopädische Vorrichtungen		14	78	-43	11	-138	-3	18	28	10	-76	17	59	-71	1	-62
331-3311 Mess-, Kontroll-, Navigations- & ähnliche Instrumente; Industrielle Prozesssteuerungsanlagen		36	67	42	-19	-41	13	-1	14	-24	-30	24	68	27	5	-10
353 Luft- & Raumfahrzeuge		8	141	-128	-3	-181	29	-6	5	-32	-181	-21	146	-133	29	0
(Ib) <i>Hochwerte Technologie</i>		30	8	47	1	11	-1	-10	-37	-3	5	31	18	85	4	6
2411 Chemische Grundstoffe		-16	16	2	14	-105	8	-22	19	16	-67	-24	38	-17	-1	-38
2413 Kunststoffe und synthetischer Kautschuk in Primärform		13	39	-8	21	-31	10	-94	-64	11	21	3	133	56	10	-52
2422/9 Farbstoffe, Pigmente, Anstrichfarben, Druckfarben & Kitte; Chemische Erzeugnisse a. n. g.		24	33	45	28	-118	2	-67	-15	3	-1	23	100	60	25	-117
2424 Seifen, Wasch-, Reinigungs- u. Poliermittel		18	14	-110	50	23	-5	-65	-31	16	19	23	80	-79	34	3
2511/9 Bereifungen, sonstige Gummiwaren		3	-27	30	-2	72	27	4	-67	5	42	-25	-31	97	-7	29
2911/2/3 Verbrennungsmotoren & Turbinen (außer für Luft- & Straßenfahrzeuge); Armaturen, Pumpen & Kompressoren; Lager, Getriebe & Antriebselemente		39	22	44	3	7	4	-12	-45	-15	11	35	34	89	17	-4
2919 Sonstige nicht wirtschaftszweigspezifische Maschinen		48	6	-19	12	9	-10	-26	-23	-9	4	58	32	5	21	4
2921 Ackerschlepper, land- & forstwirtschaftliche Maschinen		50	44	-37	33	9	-20	-33	-149	16	43	70	77	112	17	-34
2922 Werkzeugmaschinen		57	-23	78	-13	-19	3	-16	-66	-21	25	54	-7	144	8	-44
2924 Bergwerks-, Bau- & Baustoffmaschinen		1	65	57	14	-39	-62	-43	-137	-20	-43	63	109	194	34	4
292B Maschinen für das Ernährungsgewerbe & die Tabakverarbeitung; - für das Textil-, Bekleidungs- & Ledergewerbe;																
- für bestimmte Wirtschaftszweige a. n. g.		46	12	89	-1	-54	-33	-47	-2	-60	-9	79	59	91	59	-45
3001 Büromaschinen, Teile für Büromaschinen		-44	-19	8	-13	-54	-5	37	35	6	-19	-39	-57	-28	-19	-35
311 Elektromotoren, Generatoren & Transformatoren		11	-10	-7	-7	24	10	17	1	-31	16	1	-26	-8	24	8
312 Elektrizitätsverteilungs- und Schalteinrichtungen		50	13	44	-20	35	5	-24	-24	-31	39	45	36	68	11	-4
314 Akkumulatoren & Batterien		-44	7	78	-32	15	2	-19	-19	-19	44	-47	26	97	-13	-30
315 Elektrische Lampen & Leuchten		0	-75	-47	-13	53	-8	34	-41	2	9	7	-110	-6	-15	44
319 Sonstige elektrische Ausrüstungen a. n. g.		-8	-3	35	-42	54	23	14	41	-29	22	-31	-17	-7	-14	31
332 Optische & fotografische Geräte		-26	-8	91	-68	-159	-53	-38	73	-60	8	27	29	18	-8	-167
341 Kraftwagen & Kraftwagenmotoren		53	-19	81	-8	42	-8	21	-133	9	-23	61	-40	214	-17	65
343 Teile & Zubehör für Kraftwagen & -motoren		31	12	43	-12	54	13	-2	-75	5	59	18	14	118	-17	-5
352 Schienenfahrzeuge		57	43	-57	11	101	-3	-61	-148	-14	40	60	104	91	25	61
(2) <i>Nicht FuE-intensive Waren</i>		-24	-40	-62	5	-1	-3	2	18	7	-1	-21	-42	-80	-2	1
(3) <i>Erzeugnisse des verarbeitenden Gewerbes insgesamt</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Quelle: DIW-Außenhandelsdaten. – Berechnungen des DIW Berlin. 1) EU(15) ohne Deutschland. 2) Tschechien, Polen, Ungarn und Slowakei,3) Ein positiver Wert gibt an, dass der Anteil FuE-intensiver Waren an den Exporten bzw. Importen in dem betreffenden Land größer ist als im Welthandel. 4) Ein positiver Wert gibt an, dass der Anteil FuE-intensiver Waren an den Exporten größer ist als an den Importen.

*Tab. A 4.4: Außenhandelsindikatoren ausgewählter OECD-Länder bei FuE-intensiven Waren 2007*

	DEU	USA	JPN	FRA	ITA	GBR	NED	BEL	AUT	ESP	DNK	SWE	FIN	CAN	CHE
<b>Exporte in Mrd. US-\$</b>															
FuE-intensive Waren	791.1	712.5	498.8	302.6	211.8	225.8	210.7	220.8	74.5	123.4	40.2	76.6	38.0	153.0	108.6
Spitzentechnologie	204.2	316.3	119.3	109.8	38.0	84.1	93.4	70.1	17.9	23.7	16.1	23.6	15.0	39.2	56.9
Hochwertige Technologie	586.9	396.1	379.4	192.8	173.8	141.7	117.2	150.7	56.7	99.7	24.1	53.0	23.1	113.8	51.6
<b>Importe in Mrd. US-\$</b>															
FuE-intensive Waren	469.5	892.5	197.8	285.9	205.6	282.4	175.3	202.5	71.3	178.7	42.0	69.1	33.9	202.7	80.1
Spitzentechnologie	180.7	369.0	96.7	102.7	56.5	100.1	83.8	67.4	20.1	50.4	14.7	21.1	12.2	59.1	35.8
Hochwertige Technologie	288.8	523.4	101.1	183.2	149.1	182.3	91.5	135.2	51.3	128.3	27.3	47.9	21.8	143.6	44.3
<b>Exporte-Import-Saldo in Mrd. US-\$</b>															
FuE-intensive Waren	321.6	-180.0	300.9	16.7	6.2	-56.6	35.3	18.3	3.2	-55.3	-1.8	7.5	4.1	-49.7	28.5
Spitzentechnologie	23.5	-52.7	22.6	7.1	-18.5	-16.0	9.6	2.7	-2.2	-26.7	1.4	2.4	2.8	-19.9	21.1
Hochwertige Technologie	298.1	-127.3	278.3	9.6	24.7	-40.6	25.7	15.5	5.4	-28.6	-3.2	5.1	1.3	-29.8	7.4
<b>Exporte-Import-Saldo in Mrd. pro Kopf (in US-\$)</b>															
FuE-intensive Waren	3904.3	-600.4	2355.7	264.3	105.2	-934.7	2162.7	1734.1	387.5	-1255.3	-328.1	829.9	782.3	-1521.4	3768.8
Spitzentechnologie	285.5	-175.8	176.9	112.4	-313.1	-264.5	587.0	259.5	-264.1	-606.1	259.9	268.6	532.9	-608.5	2795.0
Hochwertige Technologie	3618.8	-424.6	2178.8	151.9	418.2	-670.2	1575.7	1474.6	651.5	-649.2	-588.1	561.2	249.4	-912.9	973.8
<b>Beitrag zu den Exporten (BZX)</b>															
FuE-intensive Waren	54	53	120	19	-69	24	-10	-2	-29	-16	-56	-27	-75	-30	45
Spitzentechnologie	-23	41	-16	6	-70	11	20	-15	-44	-45	-12	-26	-20	-38	72
Hochwertige Technologie	77	12	136	13	1	14	-31	13	15	29	-44	-1	-55	8	-27
<b>Beitrag zu den Importen (BZM)</b>															
FuE-intensive Waren	5	-6	-32	-14	-29	-15	-3	6	-24	-11	-52	-14	-4	25	-13
Spitzentechnologie	6	15	12	-7	-32	-9	28	-7	-30	-31	-23	-20	-3	-15	17
Hochwertige Technologie	-2	-21	-44	-8	3	-6	-31	13	6	20	-30	6	-1	40	-29
<b>Nettobeitrag zum Außenhandel (BZX - BZM)</b>															
FuE-intensive Waren	49	59	152	34	-40	40	-8	-8	-5	-5	-4	-14	-71	-56	58
Spitzentechnologie	-29	27	-28	13	-39	20	-8	-8	-14	-14	10	-6	-17	-23	56
Hochwertige Technologie	79	33	180	20	-2	20	0	0	9	9	-14	-7	-54	-32	2
<b>Beitrag zum Außenhandelssaldo (BAS)</b>															
FuE-intensive Waren	38	70	132	34	-32	41	-6	-8	-3	-10	-5	-11	-58	-56	56
Spitzentechnologie	-26	39	-27	13	-30	20	-13	-7	-12	-26	10	-3	-13	-25	51
Hochwertige Technologie	64	31	158	21	-2	21	6	-1	8	17	-15	-8	-45	-30	5
<b>Relativer Anteil der Exporte am Welthandel (RXA)</b>															
FuE-intensive Waren	15	21	29	7	-25	10	-3	-1	-10	-7	-22	-9	-25	-12	14
Spitzentechnologie	-20	41	-13	6	-96	12	16	-15	-52	-71	-12	-26	-18	-47	50
Hochwertige Technologie	30	8	47	7	1	9	-16	7	8	17	-28	0	-30	4	-15
<b>Relativer Anteil der Importe am Welthandel (RMA)</b>															
FuE-intensive Waren	2	-2	-16	-5	-11	-5	-1	2	-9	-3	-20	-5	-2	8	-5
Spitzentechnologie	7	11	14	-7	-40	-8	26	-7	-35	-29	-24	-23	-4	-14	15
Hochwertige Technologie	-1	-10	-37	-4	2	-3	-21	7	3	9	-17	4	-1	19	-19
<b>Vergleich des Export- und Importanteils (RCA)</b>															
FuE-intensive Waren	13	23	45	12	-13	14	-2	-3	-1	-4	-2	-4	-23	-20	19
Spitzentechnologie	-27	30	-27	13	-56	19	-10	-7	-17	-42	11	-3	-14	-32	35
Hochwertige Technologie	31	18	85	11	-1	12	4	-1	4	8	-10	-4	-29	-15	4

Quelle: DIW-Außenhandelsdaten. – Berechnungen des DIW Berlin

## 5 Literatur

- Arcelus, F.J. und P. Arozena (2000): Convergence and Productive Efficiency in Fourteen OECD Countries: A Non-parametric Frontier Approach, International Journal of Production Economics, 66, 105-117.
- Ark, Bart van, Mary O'Mahony und Gerard Ypma (2007): The EU KLEMS Productivity Report, Issue 1, March 2007
- Badunenko, O. (2009): Downsizing in the German Chemical Manufacturing Industry During the 1990s. Why is Small Beautiful? Small Business Economics, forthcoming.
- Balassa, B.(1965): Trade Liberalization and 'Revealed' Comparative Advantage, in: The Manchester School of Economic and Social Studies, Vol. 33, S. 99-123.
- Belitz, H., Clemens, M., Gornig, M. (2009): Wirtschaftsstrukturen und Produktivität im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 2/2009. Hrsg. Expertenkommision Forschung und Innovation, Berlin, Februar 2009.
- Bergstrand, J. H. (1989): The Generalized Gravity Equation, Monopolistic Competition, and the Factor Proportions Theory in International Trade. Review of Economics and Statistics 71 (1), 143-153.
- Caves, D.W., L.R. Christensen und W.E. Diewert (1982): The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Inputs, Outputs, and Productivity, Econometrica, 50(6), 13923-1414.
- Charnes, A., W. W. Cooper und W. Rhodes (1978): Measuring the Inefficiency of Decision Making Units, European Journal of Operational Research, 2, 429-444.
- Czernomoriez, Janna (2009): „Internationale Wanderungen von Humankapital und wirtschaftliches Wachstum“, Duncker & Humblot, Berlin 2009
- Deutsch, Klaus Günter, Björn Frank und Martin Gornig (2006): The EU Service Directive: A Nightmare or Opportunity? Implications for Transatlantic Business. AICGS Policy Report 25.
- DIW (1988): Exportgetriebener Strukturwandel bei schwachem Wachstum. Analyse der strukturellen Entwicklung der deutschen Wirtschaft – Strukturerberichterstattung 1987, DIW-Beiträge zur Strukturforschung, Heft 103, Berlin.
- DIW (1997): Deutschland im Strukturwandel - Strukturerberichterstattung 1997, DIW-Beiträge zur Strukturforschung, Heft 179, Berlin.
- European Commission (2009): Interim Forecast. January 2009, Directorate-General for Economic and Financial Affairs, Pressekonferenz am 19. Januar 2009.
- Gehrke, B., O. Krawczyk, H. Legler (2007): Forschungs- und wissensintensive Wirtschaftszweige in Deutschland: Außenhandel, Spezialisierung, Beschäftigung und Qualifikationserfordernisse - Aktualisierung und Überarbeitung unter Berücksichtigung der NIW/ISI-Listen 2006 - , Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 17-2007, NIW, Hannover.
- Gehrke, Birgit und Harald Legler unter Mitarbeit von Mark Leidmann (2008): Forschungs- und wissensintensive Wirtschaftszweige in Deutschland: Produktion, Wertschöpfung, Beschäftigung und Qualifikationserfordernisse, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. ?-2008, NIW, Hannover.
- Görzig, B. und Gornig, M. (2007): Nach 1995 deutliche Wachstumsschwäche der deutschen Wirtschaft im internationalen Vergleich. In: DIW-Wochenbericht 74, 12, S. 183-184
- Griffel-Tatje, E. und C.A.K. Lovell (1995): A Note on the Malmquist Productivity Index, Economic Letters, 47, 169-175.
- Griffel-Tatje, E. und C.A.K. Lovell (1997): The Source of Productivity Change in Spanish Banking, European Journal of Operational Research, 98, 364-380.

- Griffel-Tatje, E. und C.A.K. Lovell (1999): A Generalized Malmquist Productivity Index, Sociedad de Estadística e Investigación Operativa Top, 7(1), 81-101.
- ISI/NIW (2000): Hochtechnologie 2000. Neudeinition der Hochtechnologie für die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Karlsruhe/Hannover.
- Jorgenson, D. W. (2005): Accounting for Growth in the Information Age. In: Aghion, P. und S. Dur-lauf (Eds.): *Handbook of Economic Growth*, Chapter 10, Amsterdam.
- Krawczyk, O., R. Frietsch und D. Schumacher (2002): Aufhol-Länder im weltweiten Technologie-wettbewerb, Studie im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Hannover / Karlsruhe / Berlin.
- Krawczyk, O., H. Legler, R. Frietsch, T. Schubert, D. Schumacher (2007): Die Bedeutung von Auf-hol-Ländern im globalen Technologiewettbewerb, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 21-2007, NIW / Fraunhofer ISI / DIW, Hannover / Karlsruhe / Berlin.
- Lafay, G. (1992): The measurement of revealed comparative advantages, in: M. G. Dagenais, P.- A. Muet (Hrsg.), *International Trade Modelling*, Chapman & Hall, London usw., S. 209 - 234.
- Legler, H., R. Frietsch (2006): Neuabgrenzung der Wissenswirtschaft – forschungsintensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen (NIW/ISI-Listen 2006), Studien zum deutschen Inno-vationssystem Nr. 22-2007, NIW / Fraunhofer ISI, Hannover / Karlsruhe.
- Lucke, D., P. Schröder, D. Schumacher (2005): A Note on R&D and Price Elasticity of Demand, in: *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, Bd. 225, Heft 6 (November 2005), S. 688 - 698.
- OECD (1999): *Science, Technology and Industry Scoreboard 1999. Benchmarking Knowledge-Based Economies*, Paris.
- Schumacher, D. und H. Trabold (1999): Unit Values, Produktqualität und technologische Leistungsfähigkeit, Studie im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, DIW Berlin.
- Schumacher, D., D. Lucke, P. Schröder (2004): Wechselkursveränderungen und Außenhandels-position bei forschungsintensiven Waren, Gutachten im Auftrag des BMBF, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 18-2004, auch veröffentlicht in DIW Berlin: Politikberatung kompakt Nr.2 / 2004.
- Schumacher, D. (2007): Wirtschaftsstrukturen und Außenhandel mit forschungsintensiven Waren im internationalen Vergleich, Gutachten im Auftrag des BMBF, Studien zum deutschen Innovati-onssystem Nr. 16-2007, DIW Berlin.
- Shephard, R.W. (1970): *Theory of Cost and Production Functions*, Princeton University Press, New York.
- Siliverstovs B. und D. Schumacher (2008): Disaggregated Trade Flows and the “Missing Globaliza-tion Puzzle”, *Economie Internationale/International Economics* 115(3), 141-164
- Solow, R.M. (1957): Technical Change and the Aggregate Production Function, *Review of Economics and Statistics*, Bd. 39, S.312-320.
- Straßberger,F. u. a. (1997): Wirtschaftsstrukturen im internationalen Vergleich, Beitrag des DIW zur Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1997 im Auftrag des BMBF, Berlin.
- Timmer, M., O'Mahony, M und van Ark, B. (2007): The EU KLEMS Growth and Productivity Ac-counts: An Overview.
- Weder di Mauro, B. (2005): Can Europe Compete? The International and Technological Competitive-ness of Europe. *The Global Competitive*
- Zelenyuk, V. (2006): Aggregation of Malmquist Productivity Indexes, *European Journal of Operational Research*, 174, 1076-1086.