

Die deutsche forschungsintensive Industrie in der Finanz- und Wirtschaftskrise im in- ternationalen Vergleich

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

Studien zum deutschen Innovationssystem

Nr. 4-2011

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin

Februar 2011

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. 4-2011

ISSN 1613-4338

Herausgeber:

Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)

Geschäftsstelle:

Technische Universität Berlin, VWS 2,

Müller-Breslau-Str. (Schleuseinsel),

10623 Berlin

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

Inhalt

Kurzfassung	1
1 Untersuchungsansatz	3
2 Entwicklung der deutschen Wissenswirtschaft im internationalen Vergleich.....	5
2.1 Bedeutung und Effizienz forschungs- und wissensintensiver Wirtschaftszweige	5
2.2 Die deutsche forschungsintensive Industrie in der Finanz- und Wirtschaftskrise.....	11
3 Einbindung der forschungsintensiven Industrie in die Weltwirtschaft	17
3.1 Entwicklung des Außenhandels mit forschungsintensiven Gütern	17
3.2 Auswirkungen der Finanzkrise auf FuE-intensive Exporte.....	30
4 Literatur	41

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1:	Anteil von FuE-intensiven Industrien und wissensintensiven Dienstleistungen an der Wertschöpfung 1995 und 2008 (in Prozent).....	6
Abb. 2-2:	Relative Anteile an der nominalen Wertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen 1995 bis 2008 in ausgewählten Ländern und Regionen (RWA-Werte)	7
Abb. 2-3:	Arbeitseinsatz nach Wirtschaftsbereichen in ausgewählten Ländern und Regionen 1995 bis 2007 (Index 1995 = 100)	9
Abb. 2-4:	Arbeitsproduktivität nach Wirtschaftsbereichen in ausgewählten Ländern und Regionen 1995 bis 2007 (Index 1995 = 100)	10
Abb. 2-5:	Reales Bruttoinlandsprodukt in ausgewählten Ländern und Regionen 1995 bis 2010 (Index 1995 = 100)	12
Abb. 2-6:	Anteil von forschungsintensiven und nicht-forschungsintensiven Industrien an der nationalen Wertschöpfung zwischen 2007 und 2010	13
Abb. 2-7:	Relative Anteile an der nominalen Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen 1995 bis 2010 ausgewählter Länder (RWA-Werte)	14
Abb. 2-8	Entwicklung von Arbeitsvolumen und Arbeitsproduktivität in den forschungsintensiven Industrien (2005=100).....	15
Abb. 3-1:	Weltweiter Handel mit FuE-intensiven Waren 2009 (Werte in Mrd. US-\$).....	21
Abb. 3-2:	Außenhandelsposition Deutschlands bei FuE-intensiven Waren im Vergleich zu den Euro- und anderen OECD-Ländern 1995 bis 2009	29
Abb. 3-3:	Spezialisierung auf FuE-intensive Industrien: RCA Index für ausgewählte Länder-/ Gruppen	30
Abb. 3-4:	RGA Index für FuE-intensive Güter: Deutsche Exporte in ausgewählte Länder-/ Gruppen	32
Abb. 3-5:	Indikatoren der Außenhandelsspezialisierung für FuE-intensive Waren in Deutschland 1995 bis 2009	34

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1:	Spezialisierung (RWA-Werte) nach Sektoren im internationalen Vergleich 1995 und 2008 – gemessen an der Wertschöpfung –	8
Tab. 2-2:	Spezialisierung (RWA-Werte) nach Sektoren im internationalen Vergleich 2007 bis 2010	16
Tab. 3-1:	Produktions-, Nachfrage- und Außenhandelsstrukturen, Export- und Importquoten 2008 im verarbeitenden Gewerbes (in Prozent)	19
Tab. 3-2:	Außenhandel ausgewählter Länder und Regionen mit FuE-intensiven Waren 2009	23
Tab. 3-3:	Export - Import - Salden ausgewählter Länder und Regionen 1995 bis 2009 (in Mrd. US-\$)	23
Tab. 3-4:	Indikatoren zur Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen bei FuE-intensiven Waren 2009 - additive Indikatoren -	25
Tab. 3-5:	Veränderung des Nettobeitrags FuE-intensiver Waren zum Außenhandel ausgewählter Länder und Regionen 1995 bis 2009	26
Tab. 3-6:	Indikatoren zur Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen bei FuE-intensiven Waren 2009 - multiplikative Indikatoren -	27
Tab. 3-7:	Veränderungen der Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen auf FuE-intensive Waren insgesamt 1995 bis 2009 - multiplikative Indikatoren -	28
Tab. A-1:	Indikatoren zur Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen bei FuE-intensiven Waren nach Warengruppen 2009 - additive Indikatoren -	37
Tab. A-2:	Indikatoren zur Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen bei FuE-intensiven Waren nach Warengruppen 2009 - multiplikative Indikatoren -	38
Tab. A-3:	Außenhandelsindikatoren ausgewählter OECD-Länder bei FuE-intensiven Waren 2009	39

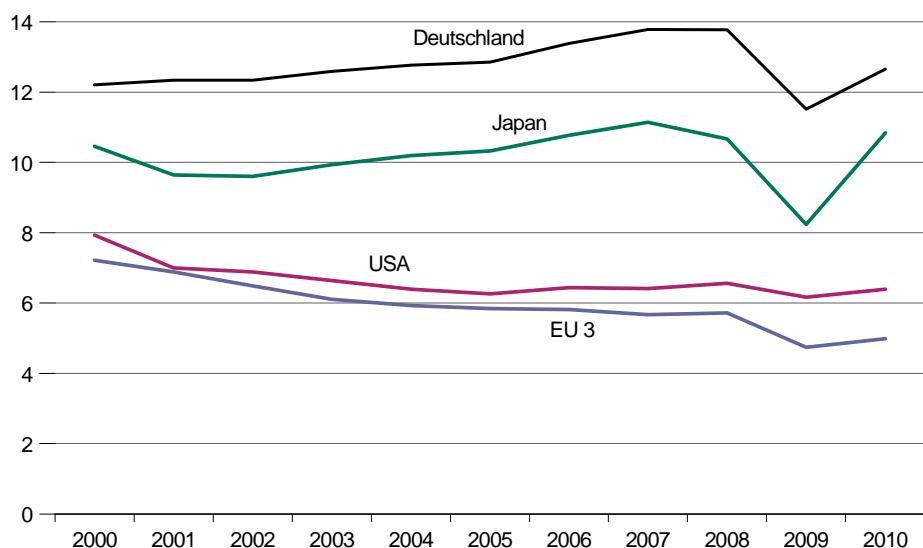
Kurzfassung

Forschungsintensive Industrie behauptet sich in der Finanz- und Wirtschaftskrise

Die forschungsintensiven Industrien in Deutschland haben über Jahre hinweg wesentlich die gesamtwirtschaftliche Entwicklung angetrieben. Noch bis ins Jahr 2008 hinein sind sie weit überdurchschnittlich gewachsen. Die Vertrauenskrise in Folge der Finanzmarktturbulenzen hat dann jedoch weltweit zu einem Kollaps der Investitionsgüternachfrage geführt. Die Produktion der auf die globale Investitionsnachfrage ausgerichteten Hochtechnologiebereiche wie Maschinenbau, Elektrotechnik und Straßenfahrzeugbau ging dramatisch zurück. Sie waren damit der Ausgangspunkt für die schwerste Rezession in Deutschland der Nachkriegsgeschichte. In allen Branchen der forschungsintensiven Industrien setzte aber schon 2010 wieder ein kräftiger, durch die Exporte getriebener, Wachstumsschub ein. Der Anteil der forschungsintensiven Industrien an der gesamten Wertschöpfung in Deutschland ist damit erneut deutlich gestiegen. Auf das Gesamtjahr gesehen dürfte 2010 allerdings noch nicht wieder das Vorkrisenniveau erreicht werden.

Ähnliche krisenbedingte Entwicklungen der Wirtschaftsstrukturen zeichnen sich auch in anderen großen OECD Staaten ab. Unsere Analysen weisen insbesondere für Japan auf vergleichbar starke Schwankungen der forschungsintensiven Industrien wie in Deutschland hin (Abb. 1). Die Größenordnungen der geschätzten Verluste 2009 und Gewinne 2010 bei den Wertschöpfungsanteilen unterscheiden sich zwischen Deutschland und Japan kaum. Beim Erholungsprozess der forschungsintensiven Industrien hinken die anderen großen Volkswirtschaften Europas offenbar hinterher. In den Vereinigten Staaten scheinen dagegen die Ausschläge insgesamt moderater. Die Schrumpfungs- und Wachstumsimpulse zwischen den forschungsintensiven Industrien und der Gesamtwirtschaft differieren hier nur wenig.

Abb. 1: Anteil der Wertschöpfung forschungsintensiver Industrien in ausgewählten Ländern zwischen 2000 und 2010 (in Prozent)

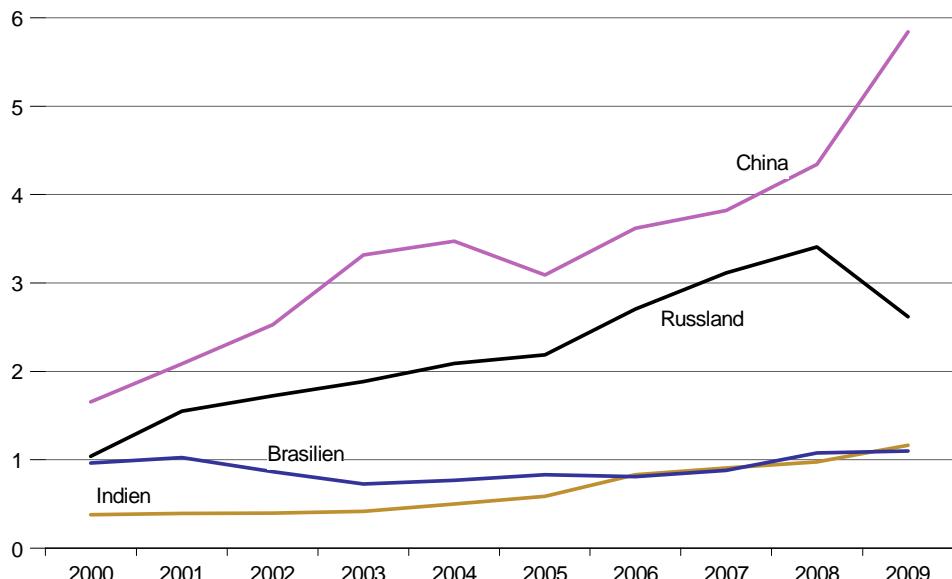


EU-3: Frankreich, Großbritannien und Italien.

Quellen: EUKLEMS-Datenbasis 2010; Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Hinweise darauf, dass Deutschland mittelfristig im Vergleich zu den wichtigsten Wettbewerbern bei forschungsintensiven Gütern sogar gestärkt aus der Krise hervorgehen kann, lassen sich aus Indikatoren zum Außenhandel gewinnen. Zwar behauptete Deutschland gegenüber den großen Wettbewerbern 2009 lediglich seine Position bei der Ausrichtung des Exports auf forschungsintensive Industrien, die sektoralen und geographischen Strukturen des Außenhandels deuten jedoch für die Folgezeit auf eine Verbesserung der Position dieser Industrien hin. So konnten in der Krise die meisten forschungsintensiven Industrien ihre relative Export-Import-Relation (RCA) verbessern. Dies gilt insbesondere für den Maschinenbau und die Elektrotechnik. Lediglich beim Straßenfahrzeugbau wirkten sich Sonderentwicklungen wie die Abwrackprämie negativ auf die Export-Import-Relation aus. Gleichzeitig waren im Krisenjahr 2009 deutliche Verschiebungen in den regionalen Strukturen der globalen Außenhandelsströme zu beobachten. Bei der deutschen Ausfuhr forschungsintensiver Güter stieg insbesondere die Bedeutung wachstumsstarker Schwellenländer wie China (Abb. 2). Auch wenn weiterhin Europa den deutschen Außenhandel in diesem Bereich dominiert, rücken damit die Zukunftsmärkte auch bei den forschungsintensiven Industrien immer mehr in den Vordergrund. Dagegen sind es vor allem die USA, die als Zielland für deutsche forschungsintensive Güter verlieren.

Abb. 2: Anteil ausgewählter Schwellenländer an den deutschen Exporten forschungsintensiver Güter zwischen 2000 und 2009 (in Prozent)



Quellen: OECD Außenhandelsdatenbank, UN Comtrade (2010); Berechnungen: DIW Berlin

Die Reaktionen der Unternehmen auf die Absatzkrise 2009 waren in den betrachteten Ländern sehr unterschiedlich. Gestützt durch arbeitsmarktpolitische Maßnahmen haben insbesondere die deutschen Unternehmen ihre Kernbelegschaften kaum reduziert. Die Folge war im Jahr 2009 ein Einbruch der Arbeitsproduktivität. Die Schätzungen für das Jahr 2010 zeigen aber auch, dass mit diesem Rückgang der längerfristige Entwicklungspfad nicht verlassen wurde. Bereits 2010 lag die Arbeitsproduktivität in den forschungsintensiven Industrien Deutschlands anders als in Italien oder Frankreich wieder etwa auf dem Vorkrisenniveau. In der forschungsintensiven Industrie Großbritanniens und der USA kam es dagegen zu einer raschen Anpassung des Arbeitsvolumens an die Absatzrückgänge. Der langfristige Trend zur Steigerung der Arbeitsproduktivität setzte sich hier nahezu unverändert fort.

1 Untersuchungsansatz

Bei den folgenden Analysen geht es um die Bewertung der Marktergebnisse der Innovationsanstren- gungen. Sie schlagen sich vor allem in der Produktion von forschungsintensiven Waren und wissens- intensiven Dienstleistungen nieder. Die technologische Leistungsfähigkeit ist demnach umso höher, je mehr ein Land forschungsintensive Produkte und wissensintensive Dienstleistungen erzeugt. In unse- rem Beitrag wird deshalb wesentlich die Entwicklung der Produktionsstrukturen innerhalb Deutschlands im Vergleich zu wichtigen Wettbewerbsländern und –regionen (USA, Japan, EU-14¹ und EU- 10²) untersucht und beurteilt. Die Wettbewerbsstärken und –schwächen der industriellen Produktion zeigen sich zudem besonders deutlich im Außenhandel mit diesen Gütern. Ziel der vergleichenden Analyse ist es, die Position der verschiedenen Länder bei Angebot und Nachfrage forschungsintensi- ver Waren anhand der Im- und Exporte zu untersuchen. Die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes wird anhand seiner Position im Außenhandel mit forschungsintensiven Waren bewertet. Dar- über hinaus kommt es unter ökonomischen Gesichtspunkten nicht nur auf die Größe und Struktur der Produktion an, sondern auch auf die Effizienz. Besonderes Augenmerk richten wir hier auf den inter- nationalen Vergleich der Arbeitsproduktivität.

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 Handels- hemmnisse. 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 Ver- gleich wird die Datenbasis EUKLEMS (Growth and Productivity Account) eines europäischen For- 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 November 2009 sind die Daten allerdings nur noch in einer weniger detaillierten Sektorklassifikation (32 Branchen) bis zum Jahr 2007 ausgewiesen. In der Vorgängerversion umfaßte die Datenbasis Kennzahlen bis zum Jahr 2005 für 72 Branchen. Die detail- lierten Daten der Sektoren der hochwertigen und der Spitzentechnologie sowie der wissensintensiven Dienstleistungen für die Jahre 2006, 2007 und 2008 wurden deshalb mit Hilfe der OECD- Wirtschaftsstrukturdatenbank STAN geschätzt. Diese so ermittelten Daten umfassen jedoch noch nicht den Zeitraum der weltweiten Finanz- und Wirtschaftskrise, von der die forschungsintensiven Indust- rien besonders betroffen waren.

¹ EU-14: „alte“ EU-Länder ohne Deutschland: Österreich, Belgien, Dänemark, Spanien, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Griechen- land, Irland, Italien, Luxemburg, Niederlande, Portugal, Schweden.

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

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 2010) bis 2008. Die Außenhandelsdaten der UN Comtrade Datenbank (Stand 2010) liegen in der Sektorklassifikation ISIC Rev. 3 bis 2009 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.

Um erste Anhaltspunkte über die Entwicklung der forschungsintensiven Industrie Deutschlands im Zeitraum 2008 bis 2010 im internationalen Vergleich zu erhalten, wurden in einer Sonderstudie die Wertschöpfung und das Arbeitsvolumen im verarbeitenden Gewerbe und den vier großen forschungsintensiven Sektoren (Chemie, Maschinenbau, Elektrotechnik und Fahrzeugbau) in Deutschland, den USA, Japan, Frankreich, Italien und Großbritannien mit verschiedenen Verfahren bis an den aktuellen Rand geschätzt (Schiersch, Belitz, Gornig 2011). Die wichtigsten Ergebnisse dieser Studie fließen hier in die Bewertung der Position der deutschen forschungsintensiven Industrie auf den internationalen Märkten ein (siehe Abschnitt 2.2).

Für alle europäischen und ausgewählte weitere Länder liegen Branchendaten in der Wirtschaftszweigklassifikation 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).³ 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.

³ Vgl. Legler, Frietsch (2006).

2 Entwicklung der deutschen Wissenswirtschaft im internationalen Vergleich

2.1 Bedeutung und Effizienz forschungs- und wissensintensiver Wirtschaftszweige

Wertschöpfung und Spezialisierung

Zur Messung und Bewertung des Outputs forschungsintensiver Güter und wissensintensiven Dienstleistungen in Deutschland im internationalen Vergleich verwenden wir die nominale Wertschöpfung der Sektoren. Mit ihr wird der um die Vorleistungen verminderte Wert der Produktion aller Unternehmen eines Landes in einer Branche zu jeweiligen Preisen erfasst. Die Bedeutung der Wissensproduktion kann zunächst mit dem Anteil der FuE-intensiven Industrien und der wissensintensiven Dienstleistungen an der nominalen Wertschöpfung eines Landes gemessen werden. Ein Land ist technologisch umso leistungsfähiger, je größer der Anteil dieser FuE- und wissensintensiven Produktion an der gesamten Wertschöpfung ist.⁴ Ob ein Land im Vergleich mit Anderen über- oder unterdurchschnittlich viel Output in der Wissensproduktion erzeugt, wird zudem anhand der relativen Sektoranteile an der nominalen Wertschöpfung (RWA-Werte) beurteilt.

Fasst man die Anteile der FuE-intensiven Industrien und der wissensintensiven Dienstleistungen am Output, gemessen in nominaler Wertschöpfung, zusammen, dann liegt Deutschland im Vergleich der hier ausgewiesenen Länder und Regionen im Jahr 2008 an der Spitze (Abb. 2-1). Es hat bereits im Jahr 2003 sogar die USA überholt, die vorher die Spitzenposition einnahmen. Dazu trägt vor allem der in Deutschland besonders hohe Anteil FuE-intensiver Industrien bei. Sie hatten in Deutschland, vor Ausbruch der Finanz- und Wirtschaftskrise, im Vergleich zu den anderen Ländern den höchsten Anteil an der Wertschöpfung (15%), gefolgt von Japan mit 12% (Abb. 2-1). Unter Einbeziehung der nicht-forschungsintensiven Industrien wird zudem die Bedeutung des Verarbeitenden Gewerbes für Deutschland deutlich, auf das gut ein Viertel der Wertschöpfung entfällt. Nur Japan hat unter den hier betrachteten Ländern einen vergleichbaren Industrieanteil. Mit knapp 12% haben die hochwertigen Technologien in Deutschland den mit Abstand größten Anteil an der Wertschöpfung in allen untersuchten Ländern und Regionen. Der Anteil der wissensintensiven Dienstleistungen ist von 1995 bis 2005 gestiegen und blieb dann bis 2008 bei etwa 31%. Damit ist er nur wenig geringer als im Durchschnitt der EU-14 (33%), aber noch deutlich kleiner als in den USA, wo er bei ca. 38% liegt.

Ein ganz anderes Strukturprofil als in der EU und den USA findet sich in Japan, das gemessen am Output den höchsten Anteil der Spitzentechnologie (4%) hat, aber einen sehr geringen Gewicht der wissensintensiven Dienstleistungen (28%). Japan hat sich 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.

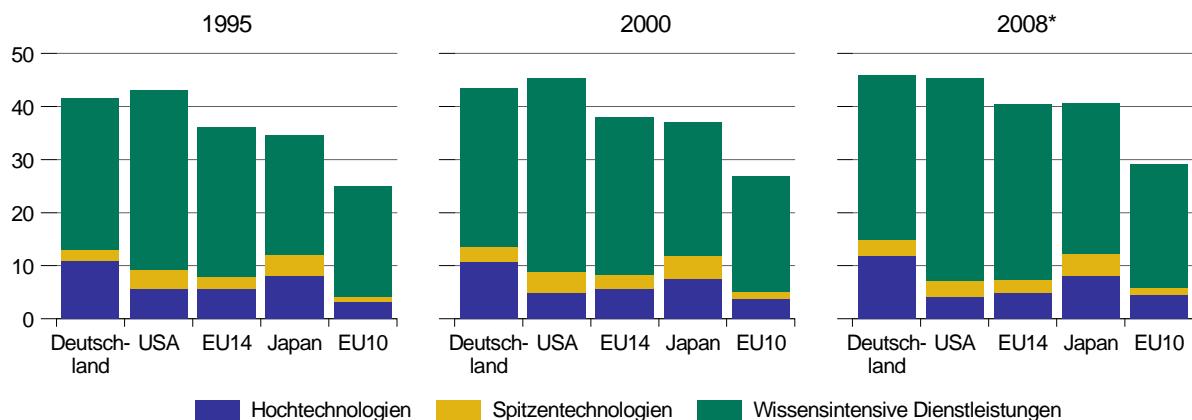
Im untersuchten Zeitraum nahm die Forschungs- und Wissensintensivierung der Produktion in allen Regionen mit Ausnahme der USA zu. Bereits ab etwa 2005 gab es jedoch Anzeichen für eine deutliche Verlangsamung. In den USA stieg der Anteil der Wissensproduktion an der nominalen Wertschöpfung bereits ab dem Jahr 2000 nicht mehr.

Den größten Bedeutungszuwachs zwischen 2000 und 2008 hatten die FuE-intensiven Industrien - und dabei sowohl die hochwertigen als auch die Spitzentechnologien - in Deutschland zu verzeichnen. In den neuen EU-Ländern und Japan haben nur die hochwertigen Technologien etwas zugelegt, in den

⁴ In der Wertschöpfung umfassen die Angaben zum Grundstücks- und Wohnungswesen (Wohnungsvermietung, ISIC 70) 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. Die Produktionsleistung eines Landes wird deshalb hier anhand der gesamten Wertschöpfung ohne Wohnungsvermietung ausgewiesen.

USA und in der alten EU sind Anteile der hochwertigen und der Spitzentechnologien am Output im betrachteten Zeitraum dagegen deutlich zurückgegangen.

Abb. 2-1: Anteil von FuE-intensiven Industrien und wissensintensiven Dienstleistungen an der Wertschöpfung 1995 und 2008 (in Prozent)



* USA: Daten für 2007, Japan: Daten für 2006.

Quellen: EUKLEMS Datenbasis 11/2009, OECD STAN 2010; Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Generell hat sich der Anteil der wissensintensiven Dienstleistungen an der nominalen Wertschöpfung erhöht. Die Gewichte haben sich innerhalb des immer wichtiger werdenden Dienstleistungssektors zum wissensintensiven Teil verschoben. Die größten Anteilsgewinne nach dem Jahr 2000 hatten dabei die EU-14 und Japan.

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.⁵ Als Vergleichsbasis wurde die mit den jeweiligen Kaufkraftparitäten gewichtete Summe aus den USA, Japan, und der EU-25 gewählt.

Im mittelfristigen internationalen Vergleich wird die starke und bis 2007 gestiegene Spezialisierung Deutschlands auf forschungsintensive Industrien und besonders die hochwertigen Technologien deutlich (Abb. 2-2 und Tab. 2.1). Bis zum Beginn der Finanz- und Wirtschaftskrise hatte Deutschland die deutlichsten Spezialisierungsvorteile im Bereich der forschungsintensiven Industrien. Ähnliche Werte finden sich nur für Japan, während die anderen Länder Spezialisierungsnachteile aufweisen. 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. Die USA haben in der Spitzentechnik nur im Luft- und Raumfahrtzeugbau einen ausgeprägten Spezialisierungsvorteil. Auf den Bereich der wissensintensiven Dienste sind nur die USA spezialisiert. Deutschland hat hier, wie die EU-14, keine

⁵ Dabei wird der Anteil eines Sektors an der nominalen Wertschöpfung in einem Land in Relation zu seinem Anteil in allen Vergleichsländern bzw. der „Welt“ gesetzt. 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.

Spezialisierungsvorteile. Ausnahmen sind lediglich die unternehmensorientierten Dienstleistungen und das Verlagswesen.

*Abb. 2-2: Relative Anteile an der nominalen Wertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen 1995 bis 2008 in ausgewählten Ländern und Regionen (RWA-Werte)**



* USA: 2008: Sektorstruktur des Jahres 2007; Japan: 2007 und 2008: Sektorstruktur des Jahres 2006.
Quellen: EUKLEMS-Datenbasis 11/2009, OECD STAN 2010; Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Tab. 2-1: Spezialisierung (RWA-Werte) nach Sektoren im internationalen Vergleich 1995 und 2008 – gemessen an der Wertschöpfung –

	WZ	Deutschland		USA		Japan		EU-14		EU-10	
		1995	2008	1995	2008 *	1995	2008 **	1995	2008	1995	2008
FuE-intensive Industrien		30	55	-4	-18	22	35	-17	-17	-85	-32
Hochwertige Technologie		52	75	-12	-29	23	38	-14	-12	-70	-19
Chemische Erzeugnisse	24ex2423	23	37	3	11	-4	-15	-6	-17	-52	-59
Maschinenbau	29	59	85	-29	-47	25	28	-3	1	-53	-17
Elektrogeräte	31	76	86	-38	-62	37	40	-14	-1	-65	22
Kraftfahrzeugbau	34	57	85	-3	-46	36	81	-42	-44	-149	-22
Sonstiger Fahrzeugbau	352, 359	3	30	2	-38	-15	-54	2	39	4	-2
Spitzentechnologie		-28	9	21	8	30	39	-22	-16	-118	-85
Pharma	2423	-23	1	-13	-1	3	-4	22	10	-38	-83
Büromaschinen, EDV	30	-12	-8	-6	-28	65	107	-28	-41	-216	-90
Nachrichtentechnik	32	-75	-30	19	-12	62	93	-58	-39	-160	-60
Medizin- u. Messtechnik	33	12	49	26	8	-4	-27	-39	-11	-118	-104
Luft- u. Raumfahrzeugbau	353	-72	-11	47	46	-163	-129	-12	-42	-218	-160
Wissensintensive gewerbliche Dienstleistungen		-3	-9	14	12	-27	-18	-4	-3	-34	-38
Verlage und Druck	22	8	5	8	-1	1	4	-8	5	-89	-52
Nachrichtenübermittlung	64	-11	-34	24	11	-40	-25	-7	10	-116	-112
Kredit- und Versicherungsgewerbe	65-67	-30	-67	17	21	-6	-7	-7	-11	-62	-36
Datenverarbeitung	72	-27	-13	3	4	36	-4	-10	6	-120	-56
Forschung und Entwicklung	73	-31	-7	6	13	-32	4	9	-14	31	-40
Unternehmensorientierte Dienste	74	25	22	17	8	-65	-52	-5	3	-55	-51
Gesundheit und Soziales	N	-6	-1	12	11	-53	-13	3	-9	20	-12
Kultur, Sport, Unterhaltung	92	8	-7	-1	3	20	6	-10	-2	-19	-18
Nicht FuE-intensive Industrien		2	12	-12	-19	14	20	11	11	-12	20
Nicht wissensintensive gewerbliche Dienstleistungen		-4	3	-4	-6	21	19	-4	1	-7	-9
Anzahl Wirtschaftszweige mit positiver Spezialisierung											
FuE-intensive Industrien		6	7	5	3	6	5	2	3	1	1
Wissensintensive gewerbliche Dienstleistungen		3	2	7	7	3	3	2	4	2	0

* USA: Sektorstruktur des Jahres 2007. ** Japan: Sektorstruktur des Jahres 2006

Quellen: EUKLEMS-Datenbasis 11/2009, OECD STAN 2010; Berechnungen des DIW Berlin.

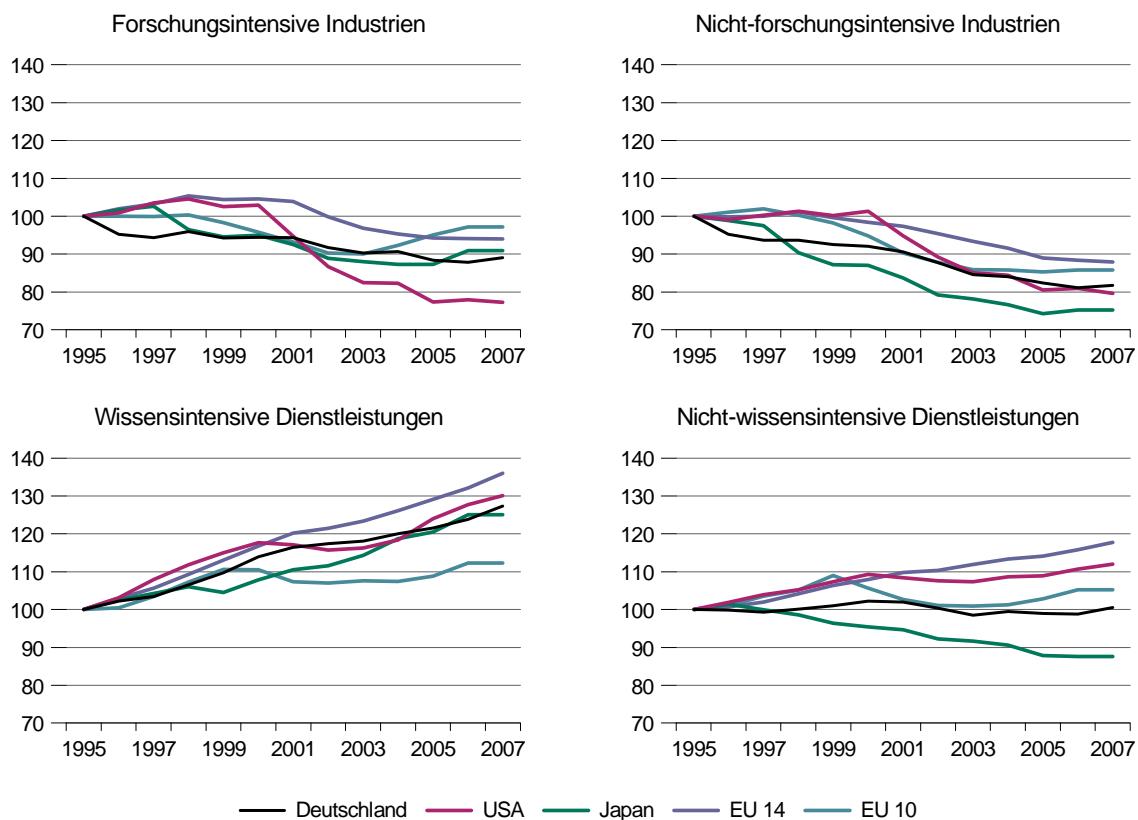
Entwicklung von Arbeitseinsatz und Produktivität

Bei der Analyse der sektoralen Produktionsstrukturen Deutschlands im internationalen Vergleich verwenden wir nicht nur Output-Indikatoren wie die Wertschöpfung, sondern betrachten auch auf der Inputseite die Entwicklung der Produktionsstruktur anhand des Arbeitseinsatzes. Die betrachteten Länder unterscheiden sich zum Teil erheblich im Umfang der Arbeitszeit pro Person bzw. nach der Anzahl der jährlich geleisteten Arbeitsstunden je Erwerbstätigen. Deshalb verwenden wir als Indikator für den Arbeitsinput nicht die Erwerbstätigenzahl, sondern das Arbeitsvolumen gemessen als Gesamtzahl der jährlichen Arbeitsstunden.

In Deutschland ist der Arbeitseinsatz im verarbeitenden Gewerbe langfristig rückläufig (Abb. 2-3). Der Rückgang des Arbeitsvolumens in den forschungsintensiven Branchen ist jedoch langsamer als in den nicht forschungsintensiven Branchen. Im internationalen Vergleich verläuft die Entwicklung damit ähnlich wie in den anderen europäischen Ländern und Japan: In der verarbeitenden Industrie ist der Arbeitseinsatz gegenüber 1995 deutlich zurückgegangen, etwas weniger in den forschungsintensiven Industrien als in den nicht forschungsintensiven Industrien. In den USA war hingegen der Dein-

dustrialisierungsprozess im Arbeitseinsatz deutlich stärker ausgeprägt. Zudem konnten dort sogar die nicht forschungsintensiven Industrien besser als die forschungsintensiven Industrien abschneiden.

Abb. 2-3: 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.

Im Vergleich zu Japan und den USA musste Deutschland im betrachteten Gesamtzeitraum die geringsten Verluste beim Arbeitseinsatz in den Spitzentechnikbereichen hinnehmen. Günstiger war hier die Entwicklung nur in den neuen EU Mitgliedsländern. Im Jahr 2007 konnte in Deutschland allerdings der Bereich der hochwertigen Technologie deutlich zulegen.

Im gewerblichen wissensintensiven Dienstleistungssektor ist der Arbeitseinsatz in allen betrachteten Ländern bzw. Ländergruppen gestiegen. Am stärksten war der langfristige Zuwachs in den EU-14. In Japan und den EU-10 war der Anstieg des Arbeitsvolumens in diesem Bereich am geringsten. Bei den nicht wissensintensiven gewerblichen Diensten konnten die USA, die EU-14 und die EU-10 Zuwächse erzielen. In Deutschland ging zeitweise der Umfang der Beschäftigung in diesem Bereich zurück. Im Vergleich 2007 zu 1995 blieb jedoch das Arbeitsvolumen nahezu unverändert. Die Entwicklung bei den wissensintensiven Dienstleistungen war dagegen durchweg positiv. Mit einem Gesamtaufschwung von knapp 30% blieb Deutschland aber etwas hinter den USA und der EU-14 zurück.

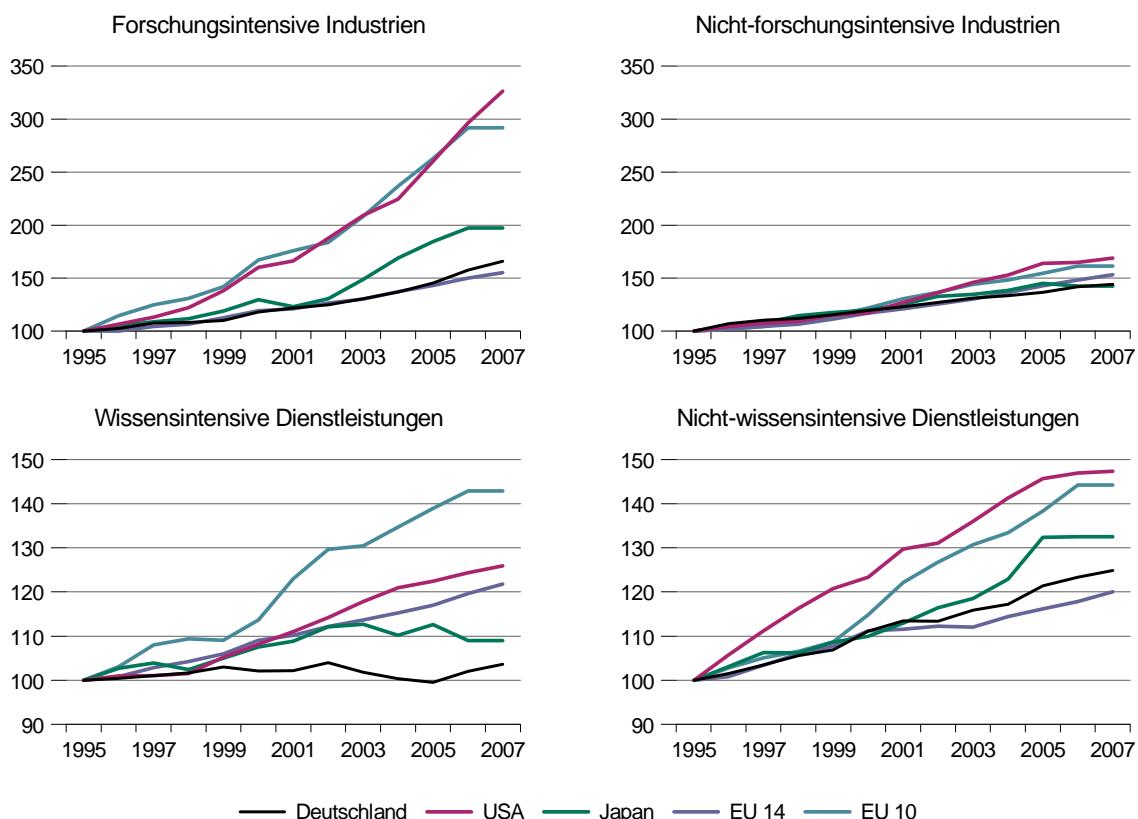
Für die Bewertung der Marktergebnisse der Innovationsanstrengungen ist unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht nur die Größe und Struktur der Produktion wichtig, sondern auch deren Effizienz. Ein wichtiger Indikator für die Einschätzung der Entwicklung der wirtschaftlichen Effizienz ist traditionell 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.

Im langfristigen Vergleich hat sich das Produktivitätswachstum in Deutschland spürbar abgeschwächt (Gornig, Görzig 2007). Die vorliegenden Daten zeigen aber auch, dass sich seit 2005 der Produktivitätszuwachs insbesondere bei den Hoch- und vor allem bei den Spitzentechnologien spürbar beschleunigt hat (Abb. 2-4). Gegenüber den USA hinkt die Arbeitsproduktivitätsentwicklung bei den forschungsintensiven Industrien aber immer noch deutlich hinterher. Dies gilt auch gegenüber den neuen EU-Mitgliedsländern. Im westeuropäischen Vergleich und gegenüber Japan schneidet Deutschland besser ab. Dies gilt auch für die nicht forschungsintensiven Industrien. Hier allerdings sind die Unterschiede bei den Produktivitätsentwicklungen weitaus geringer.

Die Dynamik der Arbeitsproduktivitätszuwächse ist in den Dienstleistungen in allen Ländern geringer als in der Industrie. In Deutschland ist dieser Abstand besonders groß. So weisen hierzulande gerade die wissensintensiven Dienste zwischen 1995 und 2007 nur geringe Produktivitätssteigerungen auf während sie in den USA und den europäischen Vergleichsländern um 20% bis 40% zugelegt hat. Seit 2006 konnte Deutschland gegenüber den anderen alten EU-Ländern und den USA allerdings wieder leicht aufholen.

Abb. 2-4: Arbeitsproduktivität 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.

Als alleiniger 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 Sin-

ne, wie auch des Humankapitals, des Anlagevermögens oder der Infrastruktur, bleibt unberücksichtigt. In den Indikatorberichten zur Technologischen Leistungsfähigkeit sind entsprechend in den letzten Jahren ergänzende Analysen zur Zerlegung des Produktionswachstums und zur Effizienzmessung vorgelegt worden.

Die Ergebnisse zum Growth Accounting weisen für den Zeitraum 1995 bis 2005 beispielsweise darauf hin, dass bei forschungsintensiven Industrien in Deutschland technologischer 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). Gleichzeitig konnte Deutschland bei den forschungsintensiven Industrien ein im internationalen Vergleich hohes Wachstum der Totalen Faktorproduktivität realisieren. Dabei ist es gelungen den vor allem im Vergleich mit den USA 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 erzielten dabei die drei großen Sektoren: Straßenfahrzeugbau, Maschinenbau und Elektrotechnik (Belitz u.a. 2010).

2.2 Die deutsche forschungsintensive Industrie in der Finanz- und Wirtschaftskrise

Um Anhaltspunkte über die Entwicklung der forschungsintensiven Industrie Deutschlands im Zeitraum 2008 bis 2010 im internationalen Vergleich zu erhalten, wurden in einer Sonderstudie die Wertschöpfung und das Arbeitsvolumen im verarbeitenden Gewerbe und den vier großen forschungsintensiven Sektoren (Chemie, Maschinenbau, Elektrotechnik und Fahrzeugbau) in Deutschland, den USA, Japan, Frankreich, Italien und Großbritannien mit verschiedenen Verfahren bis an den aktuellen Rand geschätzt (Schiersch, Belitz, Gornig 2011). Die Ergebnisse lassen die folgende erste Einschätzung der Entwicklung der Wertschöpfung, des Arbeitseinsatzes und der Arbeitsproduktivität der forschungsintensiven Industrie Deutschlands im internationalen Wettbewerb zu.

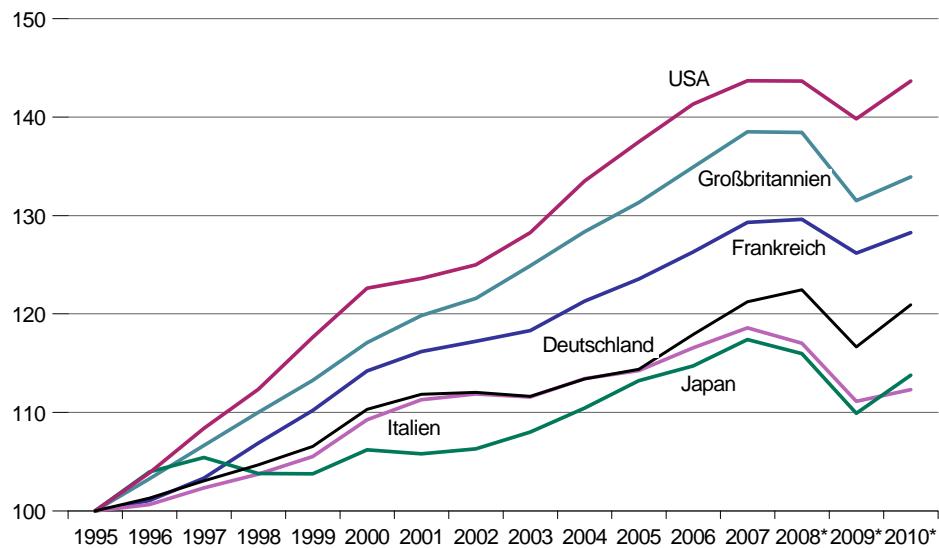
Gesamtwirtschaftliches Wachstum

Die betrachteten Länder wiesen nach 1995 eine sehr unterschiedliche wirtschaftliche Dynamik auf. So lag das Bruttoinlandsprodukt (BIP) in den USA im Jahr 2007 knapp 44% und in Großbritannien 38% über dem Niveau von 1995. Moderate waren die Zuwächse in Frankreich mit 29%, in Deutschland mit 21% und in Italien mit 19%. In Japan fiel der Anstieg mit 17% noch geringer aus. Am Beginn des neuen Jahrtausends gab es in allen Ländern einen Wachstumsdämpfer. Deutschland hat sich – später als die USA, Großbritannien und Frankreich – nach einer Stagnationsphase ab dem Jahr 2004 wieder auf einen Wachstumspfad begeben, der ab 2005 noch mal an Fahrt gewonnen hat. In den Jahren 2006 und 2007 erzielte Deutschland unter den hier betrachteten Ländern sogar die größte gesamtwirtschaftliche Dynamik.

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. Im Jahr 2009 ging die Produktion insbesondere in Deutschland aufgrund der hohen Exportabhängigkeit stark zurück. Nur das ebenfalls stark auf exportorientierte Industrien spezialisierte Japan verzeichnete einen noch stärkeren Einbruch der Produktion. Für 2010 erwartete die Europäische Kommission allerdings für Deutschland, gefolgt von Japan, die größte Wachstumsdynamik (vgl. Abb. 2-5). (Europäische Kommission 29.11.2010, AMECO).⁶

⁶ AMECO ist die makroökonomische Datenbasis der Europäischen Kommission.

*Abb. 2-5: Reales Bruttoinlandsprodukt in ausgewählten Ländern und Regionen 1995 bis 2010
(Index 1995 = 100)*



* Geschätzt mit Wachstumsraten von AMECO.

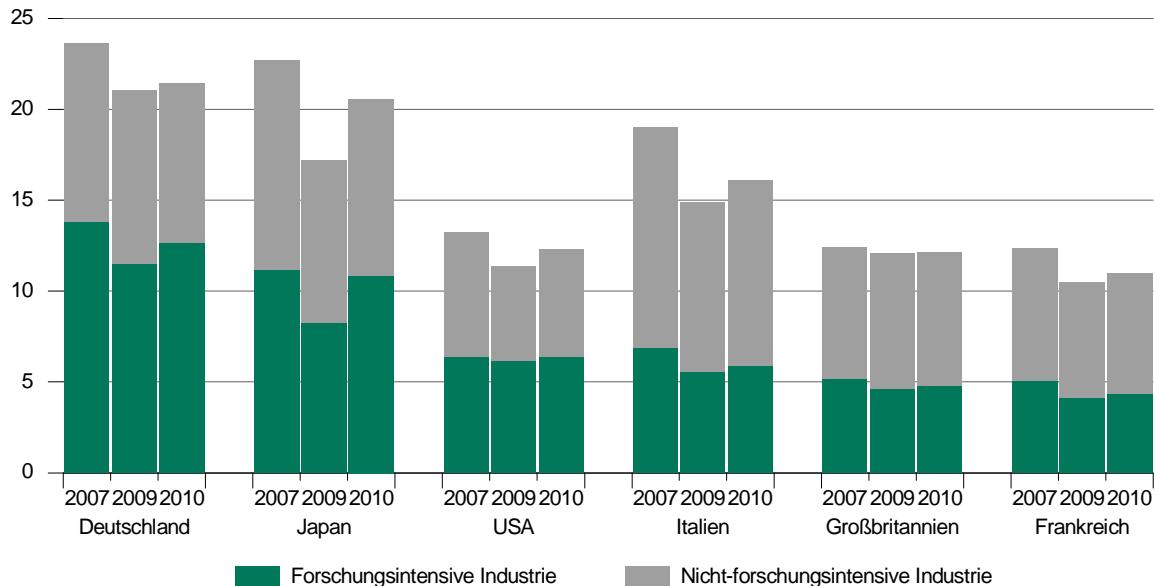
Quellen: EUKLEMS 11/2009, Europäische Kommission 11/2010; Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Produktionsentwicklung in der forschungsintensiven Industrie

Der Ausbruch der Finanz- und Wirtschaftskrise im Sommer 2008 und deren Folgen wird bei annualisierter Betrachtung erst auf Basis der 2009 Zahlen deutlich. Die Produktionseinbrüche im Verarbeitenden Gewerbe waren besonders ausgeprägt. Dies spiegelt sich auch in den Anteilen der Industrie an der Gesamtwertschöpfung wider, der in allen hier betrachteten Ländern unter dem des Vorkrisenjahres 2007 lag (Abb. 2-6). Die stärksten Einbrüche unter allen Ländern hatte Japan zu verzeichnen, mit -2,9 bzw. -2,6 Prozentpunkten bei den FuE-intensiven und den nicht-FuE-intensiven Industrien. Auch in Deutschland erzeugte die Krise einen spürbaren Rückgang des Wertschöpfungsanteils. So fiel der Anteil der forschungsintensiven Industrien zwischen 2007 und 2009 von 13,8 auf 11,5 Prozent. Der Rückgang bei den nicht-forschungsintensiven Industrien fiel dagegen im gleichen Zeitraum mit -0,3 Prozentpunkten nur vergleichsweise gering aus. Insbesondere der Rückgang der exportstarken FuE-intensiven Industrien ist auf den Einbruch der weltweiten Nachfrage nach Investitionsgütern und des Welthandels zurückzuführen.

Die prognostizierte Entwicklung für das Gesamtjahr 2010 zeigt, dass trotz des Anziehens der Produktion in allen Bereichen das Vorkrisenniveau nach aktuellem Stand bisher in keinem Land erreicht wurden. Die größten Zuwächse weist Japan auf, mit 2,6 und 0,7 Prozentpunkten für die FuE- und die nicht-FuE-intensive Industrie. An zweiter Stelle folgt Deutschland, wo sich der Anteil der forschungsintensiven Industrie an der Wertschöpfung im Jahresvergleich um 1,1 Prozentpunkte erhöhte. Gleichzeitig ging jedoch der Anteil der nicht-forschungsintensiven Industrie in Deutschland um weitere 0,8 Prozentpunkte zurück. Dies könnte darauf hindeuten, dass sich die Spezialisierung der deutschen Industrie in den Bereich der hohen Wertschöpfung generierenden forschungsintensiven Industrien in Folge der Krise leicht beschleunigt hat.

Abb. 2-6: Anteil von forschungsintensiven und nicht-forschungsintensiven Industrien an der nationalen Wertschöpfung zwischen 2007 und 2010

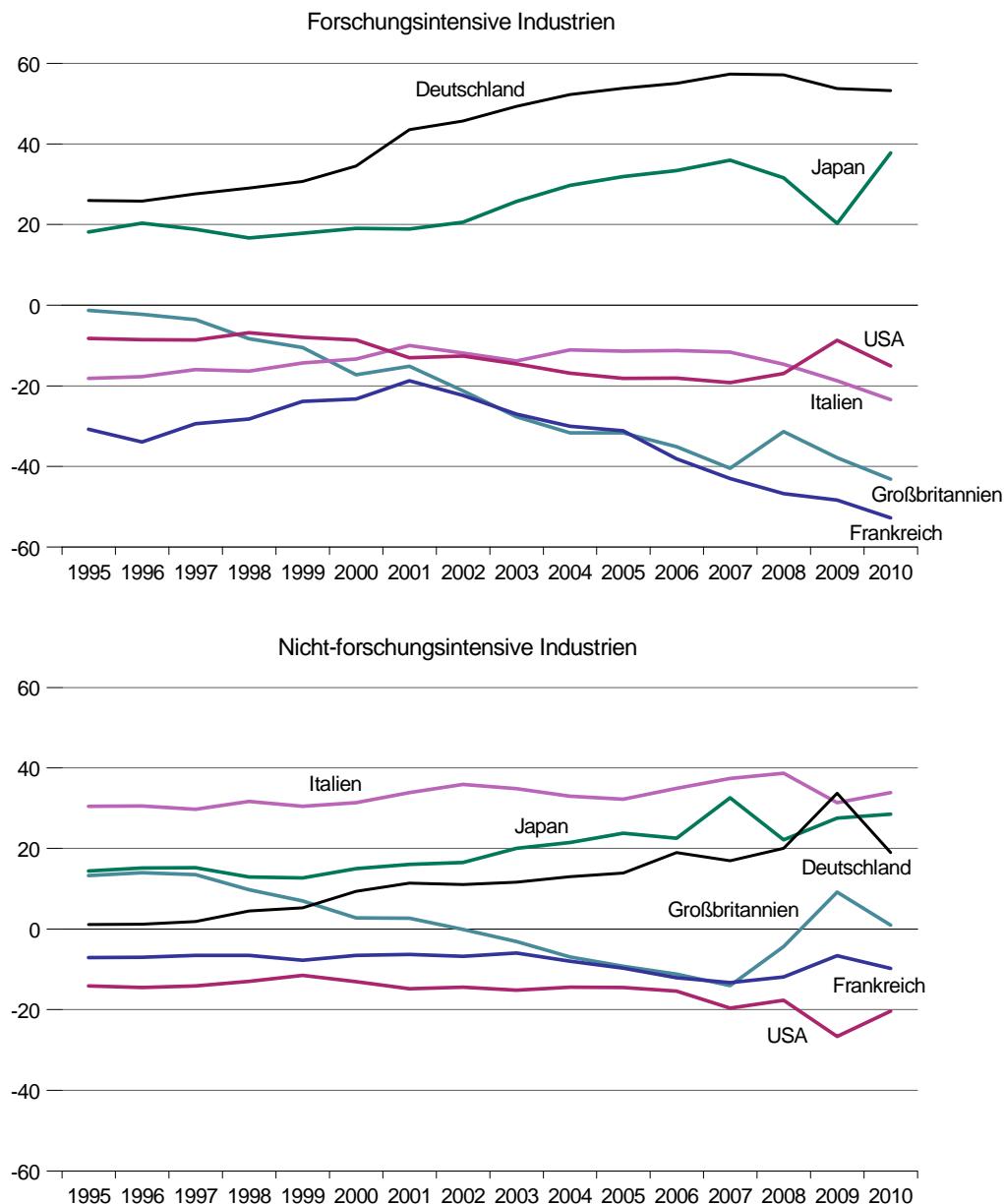


Quellen: EUKLEMS-Datenbasis 11/2009; Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Die Spezialisierungsmuster (RWA-Werte) haben sich im Zuge der Finanz- und Wirtschaftskrise nicht wesentlich verändert. Nur Deutschland und Japan weisen nah wie vor Spezialisierungsvorteile in der forschungsintensiven Industrie auf (Abb. 2-7). Allerdings zeigt die Entwicklung seit 2009, dass Deutschland, anders als Japan, das Niveau seines Spezialisierungsvorteils im Jahr 2007 noch nicht wieder erreicht hat, das allerdings schon damals deutlich über dem Japans lag. Die USA haben ihre Spezialisierungsnachteile verringert. Dazu dürften auch die massiven Investitionsprogramme der amerikanischen Regierung beigetragen haben.

Legt man die RWA-Werte als Beurteilungskriterium für die Wettbewerbsposition zugrunde, ergibt die sektorale Betrachtung, dass insbesondere der deutsche Maschinenbau im Vergleich zu 2007 seine Stellung im internationalen Vergleich stark verbessern konnte. Von den übrigen Sektoren ist dagegen vor allem der Großsektor Elektrotechnik zurückgefallen. Welche(r) der darin enthaltenen drei Teilesktoren hierfür ursächlich verantwortlich ist, lässt sich auf Basis der vorliegenden Untersuchung nicht sagen. Unter den hier betrachteten europäischen Ländern fällt der beobachtete Rückgang jedoch am geringsten aus. Gewinner in diesem Bereich sind dagegen sowohl Japan als auch die USA. Unter den europäischen Vergleichsländern fällt Frankreich trotz seiner schon negativen Spezialisierung in allen Sektoren weiter zurück. Dies gilt gleichermaßen für Italien, selbst für den Maschinenbaussektor, der jedoch immer noch sehr wettbewerbsfähig ist. Großbritannien hat seine Spezialisierungsnachteile in allen Sektoren mit Ausnahme der Elektrotechnik verringert.

Abb. 2-7: Relative Anteile an der nominalen Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen 1995 bis 2010 ausgewählter Länder (RWA-Werte)



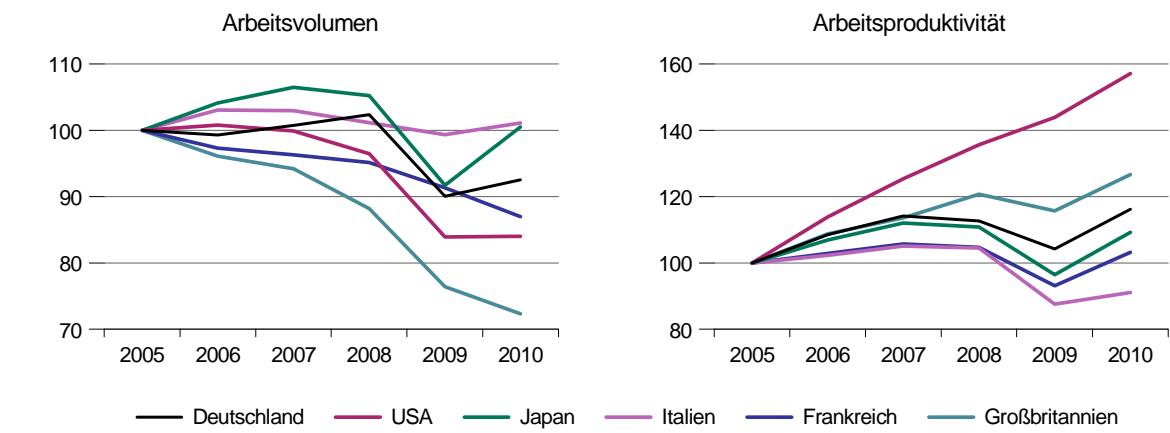
Quellen: EUKLEMS-Datenbasis 2010; Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Arbeitsvolumen und Produktivität

Infolge des Produktionseinbruchs im Zuge der Finanz- und Wirtschaftskrise kam es auch zu einer Anpassung des Arbeitseinsatzes. Im Krisenjahr 2009 wurde in allen hier betrachteten Ländern das Arbeitsvolumen in der forschungsintensiven Industrie reduziert. Im Vergleich zum Vorkrisenjahr 2007 waren in Großbritannien und den USA die stärksten negativen Ausschläge zu beobachten. Auch für Deutschland lässt sich ein zuvor nicht dagewesener Rückgang des Arbeitsvolumens feststellen. Er fiel allerdings moderater aus als es aufgrund der Produktionseinbrüche zu erwarten gewesen wäre. Dies war nicht zuletzt darauf zurückzuführen, dass die arbeitsmarktpolitischen Akteure (Unternehmen, Gewerkschaften und Staat) im Zuge der Krise bemüht waren, auf einen Abbau von Arbeitsplätzen,

soweit möglich, zu verzichten. Für das Jahr 2010 zeigt sich, dass sich der Schwung, mit dem Deutschland aus der Krise kam, auch in einem wieder deutlich steigenden Arbeitsvolumen niederschlägt. Ähnliches lässt sich in Japan beobachten.

Abb. 2-8 Entwicklung von Arbeitsvolumen und Arbeitsproduktivität in den forschungsintensiven Industrien (2005=100)



Quellen: EUKLEMS-Datenbasis 2010; Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Die Politik der deutschen Unternehmen, in der Krise ihre Belegschaften möglichst zu halten, hatte im Jahr 2009 einen Einbruch der Arbeitsproduktivitäten zur Folge, der in diesem Ausmaß zuvor nicht beobachtet wurde. Die Schätzungen für das Jahr 2010 zeigen aber auch, dass dies kein dauerhafter Einbruch war. Vielmehr lag die Arbeitsproduktivität in den forschungsintensiven Industrien Deutschlands im Jahr 2010 bereits wieder etwa auf dem Vorkrisenniveau des Jahres 2007 (Schiersch, Belitz, Gornig 2011). Das Festhalten an den Kernbelegschaften in der Krise dürfte daher keine dauerhaft negativen Auswirkungen auf die Arbeitsproduktivität haben.

Ganz anders stellt sich die Situation in der forschungsintensiven Industrie Großbritanniens und der USA dar. In beiden Ländern ging das Arbeitsvolumen im Zuge der Krise am deutlichsten zurück. Die starke Reduzierung des Arbeitseinsatzes führte dazu, dass die Arbeitsproduktivität in den USA auch Krisenjahr 2009 weiter anstieg. In Großbritannien ist dagegen noch ein leichter Rückgang in der Arbeitsproduktivität zu beobachten. Der langfristige positive Trend setzt sich in beiden Ländern im Jahr 2010 wieder fort. Die Entwicklungen des Arbeitsvolumens und der Arbeitsproduktivität in diesen beiden Ländern dürfte wesentlich durch die dort verfolgte Politik des „hire-and-fire“ bestimmt sein. Dies war nicht mit einer steigenden Spezialisierung auf FuE-intensive Industrien in diesen beiden Ländern verbunden. Deutschland konnte seinen Spezialisierungsvorteil im internationalen Vergleich behaupten und zugleich Großbritannien und die USA auf Abstand halten. Zudem weist Deutschland im Vergleich zu Japan, Frankreich und Italien bei der Arbeitsproduktivität die beste Entwicklung auf.

Tab. 2-2: Spezialisierung (RWA-Werte) nach Sektoren im internationalen Vergleich 2007 bis 2010

	WZ	Deutschland			Frankreich			Italien			Großbritannien			Japan			USA		
		2007	2009	2010	2007	2009	2010	2007	2009	2010	2007	2009	2010	2007	2009	2010	2007	2009	2010
Nicht FuE-intensive Industrien		16.9	33.7	19.0	-13.3	-6.6	-9.8	37.4	31.4	33.9	-14.0	9.2	0.9	32.6	27.6	28.6	-19.6	-26.7	-20.4
FuE-intensive Industrien		57.3	53.7	53.3	-43.0	-48.3	-52.8	-11.6	-18.7	-23.4	-40.5	-37.9	-43.2	36.0	20.3	37.8	-19.2	-8.7	-15.1
Chemische Industrie	24	26.6	24.9	24.5	-39.8	-44.6	-36.8	-40.3	-45.6	-45.7	-18.9	-9.4	-15.5	-3.0	-18.3	-9.9	6.5	10.4	8.4
Maschinenbau	29	82.8	94.2	90.2	-33.3	-41.4	-48.8	49.2	39.8	37.7	-48.4	-35.9	-34.3	32.0	7.5	27.8	-45.8	-38.6	-45.3
Elektrotechnische und optische Industrie	30-33	43.2	31.9	27.7	-56.7	-58.2	-77.4	-18.0	-16.5	-28.7	-51.1	-65.5	-78.0	55.9	47.3	63.6	-21.3	-9.6	-13.9
Fahrzeugbau und Transport	34,35	72.5	67.1	72.5	-39.5	-45.9	-45.2	-61.5	-63.7	-70.2	-44.9	-44.3	-44.2	43.5	24.1	44.9	-25.0	-11.0	-24.2
Verarbeitendes Gewerbe		38.4	44.2	37.7	-26.5	-25.2	-29.2	16.7	9.6	9.0	-25.9	-11.5	-18.9	34.3	24.0	33.3	-19.4	-17.4	-17.6

Quellen: EUKLEMS-Datenbasis 11/2009; Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

3 Einbindung der forschungsintensiven Industrie in die Weltwirtschaft

3.1 Entwicklung des Außenhandels mit forschungsintensiven Gütern

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 dienen in dieser Sichtweise 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.

Hier steht der internationale Vergleich im Vordergrund, während sich das NIW in seinem Beitrag auf die Außenhandelsergebnisse für Deutschland konzentriert.⁷ 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 pro Kopf exportiert. Die Außenhandelsanalyse ergänzt die gesamtwirtschaftliche Untersuchung in Kapitel 2.

Im Folgenden wird die Integration Deutschlands in die Weltwirtschaft anhand von Export- und Importquoten für die Waren nach ihrer FuE-Intensität dargestellt, sowie der Umfang des Außenhandels mit FuE-intensiven Waren, die Salden von Exporten und Importen und die Spezialisierungsmuster analysiert.⁸ 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 untersucht. Im Anhang sind die Ergebnisse auch für ausgewählte einzelne Länder und detaillierter nach forschungsintensiven Warengruppen ausgewiesen. Im Abschnitt 3.2 werden die Auswirkungen der Finanzkrise auf FuE-intensive Industrien genauer beleuchtet. Hierbei wird zudem die geographische Ausrichtung FuE-intensiver Exporte über den Zeitraum von 1995 bis 2009 betrachtet, um Anzeichen für eine geographische (Neu-)Orientierung der deutschen Exporte zu verdeutlichen.

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 Bruttonproduktionswert (Exportquoten) und zum anderen anhand des Anteils der Importe an der gesamten inländischen Nachfrage in Höhe der Bruttonproduktion 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. 3-1 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. Dies

⁷ Zu den aktuellen Ergebnissen für Deutschland vgl. Cordes, Gehrke (2011).

⁸ Die Untersuchung schließt grundsätzlich an die letzte Außenhandelsanalyse des DIW im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit an (Belitz u.a. 2010; Belitz, Gornig und Schiersch 2010).

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 2008 auf eine Export- und Importquote von 65 bzw. 53 %, bei den nicht FuE-intensiven Gütern sind es lediglich 42 bzw. 38 %. Waren es bei der Spitzentechnologie für beide Quoten noch 100% im Jahr 2007, liegt der entsprechende Wert in 2008 bei 97% (Exportquote) bzw. 96% (Importquote). Die Spitzentechnologie ist somit im Hinblick auf den Handel stärker internationalisiert als die Hochwertige Technologie.

Bezieht man für die (alten) 14 EU-Länder insgesamt⁹ die Exporte auf den Bruttoproduktionswert, dann ergeben sich vergleichbare Exportquoten wie für Deutschland. Bei den FuE-intensiven Gütern werden 2008 von der EU-14 67 % der Bruttoproduktion exportiert, bei der Spitzentechnologie sind es sogar 73 % und bei den Hochwertigen Technologien 64 %. Die Importquoten liegen in EU-14 und Deutschland bei der Spitzentechnologie bei 74 bzw. 96%, während sie in der Hochwertigen Technologie mit 63 % in den EU-14 erheblich größer ausfallen als in Deutschland mit 42 %.

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. Da die Exportquote der FuE-intensiven Waren in Japan, aber auch in den USA mehr als in den anderen Ländern 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 – in Deutschland mehr als die Hälfte auf FuE-intensive Waren, während es in Japan und den USA nur ca. die Hälfte 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 Spezialisierungsindikatoren, die für Exporte und Wertschöpfung der fünf großen Länder bzw. Regionen berechnet wurden und in Tab. 3-1 zusammengestellt sind, deutlich zeigen. So fällt für Japan die bei den Exporten stark ausgeprägte Spezialisierung auf FuE-intensive Güter bei der Wertschöpfung¹⁰ erheblich geringer aus. Dies gilt tendenziell auch für die USA. 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 2008 lediglich 17%. Japan profitiert also immer noch sehr wenig von den Vorteilen der internationalen 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. 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 Brut-

⁹ Bei der Produktion fehlen mangels Daten Irland und Luxemburg.

¹⁰ Unterschiede zwischen den Spezialisierungsmustern bei der Bruttoproduktion und der Wertschöpfung gehen auf unterschiedliche Vorleistungsquoten in den einzelnen Sektoren und Ländern zurück.

toproduktion, bei den Nettoimportländern ist es umgekehrt. Deutschland verbraucht und produziert den gleichen Anteil an Spitzentechnologie und verbraucht weniger hochwertige Technologien als es produziert. Damit liegt Deutschland nicht nur in der Produktion, sondern – gemeinsam mit Japan – auch im Verbrauch bei der hochwertigen Technologie an der Spitze.

Tab. 3-1: Produktions-, Nachfrage- und Außenhandelsstrukturen, Export- und Importquoten 2008 im verarbeitenden Gewerbe (in Prozent)

	GER	USA	JPN	EU-14 ¹	EU-10	GER	USA	JPN	EU-14 ¹	EU-10
	1995					2008				
Anteil an der Bruttoproduktion										
FuE-Intensiv	49	45	47	36	26	55	42	51	42	42
Spitzentechnologie	8	16	15	10	7	10	16	15	13	10
Hochwertige Technologie.	41	29	32	27	19	45	27	36	29	31
Nicht FuE-intensiv	51	55	53	64	74	45	58	49	58	58
Verarbeitendes Gewerbe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Exporte in % des Bruttoproduktionswertes (Exportquote)										
FuE-Intensiv	61	23	41	61	23	65	34	34	67	52
Spitzentechnologie	85	29	47	75	18	97	40	25	73	65
Hochwertige Technologie.	57	19	39	56	24	59	30	37	64	48
Nicht FuE-intensiv	32	8	10	33	17	42	12	12	40	31
Verarbeitendes Gewerbe	47	15	24	44	18	55	21	23	51	40
Anteil an den Exporten										
FuE-Intensiv	65	70	79	51	33	66	68	75	55	55
Spitzentechnologie	15	33	28	17	6	17	30	16	19	17
Hochwertige Technologie.	50	37	51	35	27	49	38	59	36	38
Nicht FuE-intensiv	35	30	21	49	67	34	32	25	46	45
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	46	41	51	41	42
Spitzentechnologie	9	16	12	10	9	10	16	15	14	10
Hochwertige Technologie.	33	29	25	28	33	35	27	36	27	31
Nicht FuE-intensiv	59	55	63	62	59	54	59	49	60	58
Verarbeitendes Gewerbe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Importe in % der Inlandsnachfrage (Importquote)										
FuE-Intensiv	50	25	18	62	35	53	39	17	67	52
Spitzentechnologie	85	29	29	75	41	96	44	23	74	65
Hochwertige Technologie.	40	22	12	58	33	42	34	14	63	48
Nicht FuE-intensiv	34	13	15	31	15	38	21	15	41	31
Verarbeitendes Gewerbe	41	18	16	43	21	45	28	16	51	40
Anteil an den Importen										
FuE-Intensiv	51	61	42	55	52	58	57	48	54	55
Spitzentechnologie	18	26	22	18	15	22	24	23	19	17
Hochwertige Technologie.	33	36	20	38	36	36	32	25	34	38
Nicht FuE-intensiv	49	39	58	45	48	42	43	52	46	45
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	48	51	40	35
Spitzentechnologie	9	18	15	10	6	12	20	17	13	7
Hochwertige Technologie.	43	28	30	26	21	46	28	34	28	26
Nicht FuE-intensiv	49	54	55	64	73	42	52	49	60	65
Verarbeitendes Gewerbe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

1) Bruttoproduktion und Wertschöpfung ohne Irland.

Quellen: EUKLEMS 01/2011, OECD STAN-Datenbasis 2011; Berechnungen des DIW Berlin.

Deutschland, ebenso wie Japan, im internationalen Handel mit FuE-intensiven Waren auf der Angebots- und Nachfrageseite eine überdurchschnittlich starke Position. Deutschland profitiert also nicht nur als Produzent, sondern auch als Anwender von Technologien in besonders starkem Maße von der internationalen Arbeitsteilung.

Weltweite Trends

Ausgangspunkt der Analyse ist der „Welthandel“, wie er sich aus der Importstatistik ergibt.¹¹ In dieser Abgrenzung belief sich der weltweite Handel mit FuE-intensiven Waren 2008 auf 6,7 Bill. US-\$. Der Wert sank 2009 auf 5,3 Bill. US-\$, das sind weiterhin rund 58% des Welthandels mit Gütern des verarbeitenden Gewerbes insgesamt. Zwei Fünftel davon waren Güter mit *sehr hoher* FuE-Intensität (2,3 Bill. US-\$), drei Fünftel entfielen auf Güter mit *hoher* FuE-Intensität (3,1 Bill. US-\$).¹² 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.

Betrachtet man den Welthandel mit FuE-Waren aufgeteilt nach Ländern und Regionen, zeigt sich für 2009, dass die Handelsströme überall zurückgegangen sind. Vom FuE-intensiven Warenaustausch der Triade (USA, Japan und EU) entfällt 2009 das größte Volumen auf den Handel zwischen der EU und den „übrigen“ Ländern.¹³ Dahinter liegt der Handel zwischen Nordamerika und den „übrigen“ Ländern. Die Handelsströme zwischen den asiatischen Schwellen- und Entwicklungsländern (Asien inklusive China)¹⁴ und der EU bzw. Nordamerika sind in den letzten zwei Jahren wichtiger geworden als der Warentausch zwischen der EU und Nordamerika (vgl. Abb. 3-1). Der Handel zwischen den alten EU-Ländern und den EU-Beitrittsländern hat in den letzten 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-15¹⁵ und Japan.

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. Im Jahr 2009 ist der Handel zwischen der EU-15 und Nordamerika am stärksten zurückgegangen, wohingegen der Handel zwischen der EU-15 und China kaum gesunken ist. Betrachtet man den asiatischen Handel separat, zeigt sich, dass der Handel mit FuE-Gütern zwischen China und Süd- bzw. Südostasien im Krisenjahr 2009 größer ist als der Handel zwischen der EU-15 und Nordamerika.

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, China, Japan und Europa sowie die Exporte Asiens und Chinas nach Nordamerika, Europa und Japan. In diesem Muster zeigt sich einmal

¹¹ Im Unterschied zu früheren Studien des DIW und wegen einer besseren Datenverfügbarkeit wurde dieses Jahr der Welthandel auf Basis der UN Comtrade Datenbank berechnet und so auch der Handel der Nicht-OECD-Länder untereinander einbezogen. In dieser Abgrenzung betrug der Welthandel 2008 noch 14,8 und sank im Jahr 2009 auf 11 Bill. US-\$. Davon macht der Handel mit Gütern des verarbeitenden Gewerbes in 2009 rund 84% aus.

¹² Sehr hoch: Anteil der internen FuE-Aufwendungen am Umsatz im OECD-Durchschnitt liegt über 7 %. Hoch: Anteil der internen FuE-Aufwendungen am Umsatz im OECD-Durchschnitt zwischen 2,5% und 7 %.

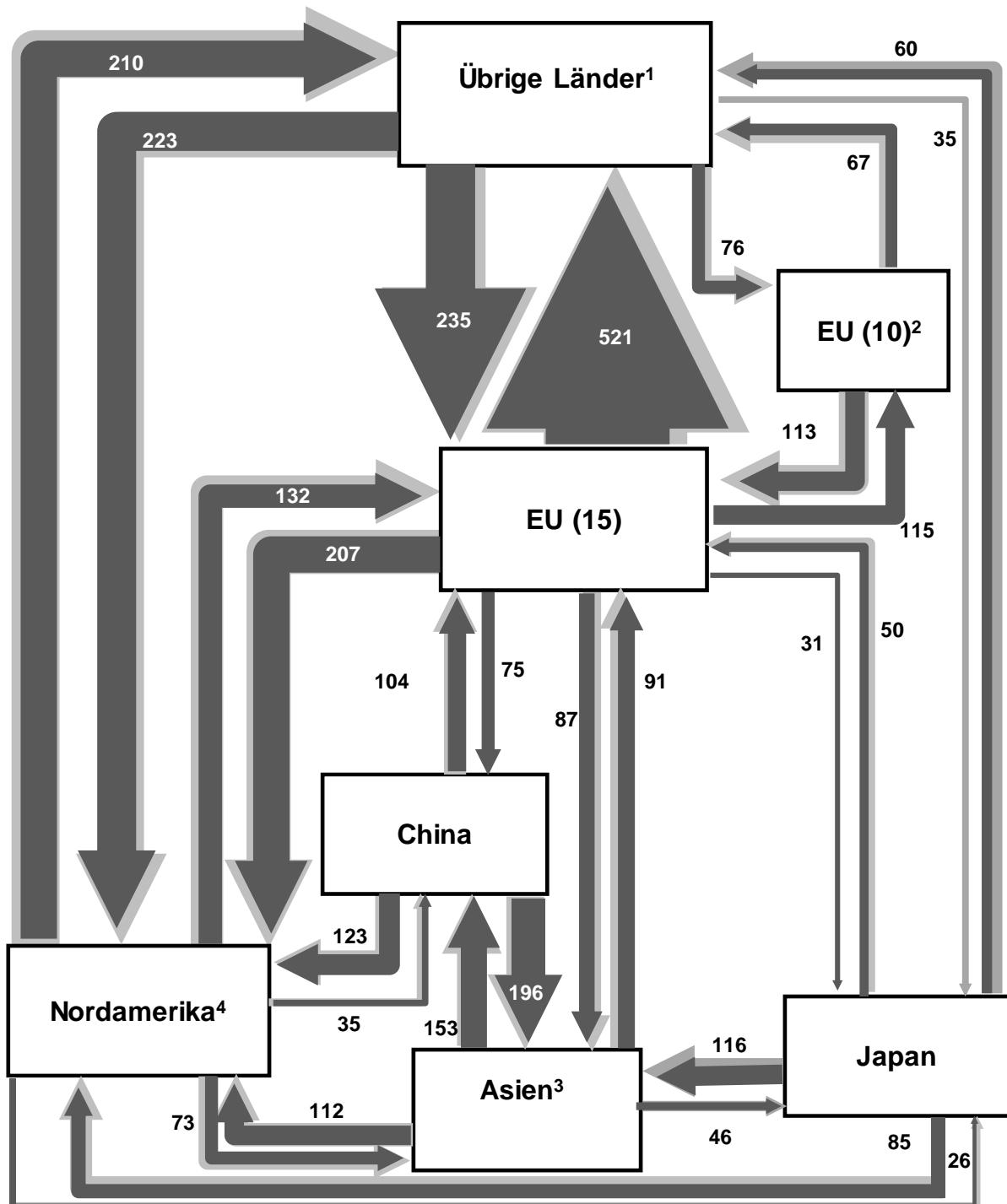
¹³ Bei den Exporten der EU-15 spielen hier vor allem die Lieferungen in den Nahen Osten, in die afrikanischen Mittelmeeranrainerstaaten, in die EFTA-Länder, in die Türkei und nach Russland eine große Rolle.

¹⁴ Süd-, Südost- und Ostasien ohne Japan.

¹⁵ EU-14 plus Deutschland.

die stärkere Ausrichtung von Nordamerika, China und Asien auf Spitzentechnologie und von Europa und Japan auf hochwertige Technologien.

Abb. 3-1: Weltweiter Handel mit FuE-intensiven Waren 2009 (Werte in Mrd. US-\$)*



*dunkelgraue Pfeile (2009), dunkelgrau+hellgrau (2008)

1) Europa ohne EU-15 und ohne EU-10, GUS, Australien, Neuseeland, Süd- und 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: UN Comtrade.

Exporte, Importe und Außenhandelssalden

Im Jahr 2009 stellt sich die Situation wie folgt dar (vgl. Tab. 3-2): Unter den einzelnen Regionen ist Deutschland weiterhin der größte Exporteur von FuE-intensiven Waren (mit rund 670 Mrd. US-\$).¹⁶ Die USA und Japan liegen mit 561 bzw. 388 Mrd. US-\$ an zweiter und dritter Stelle. Die EU-14 bringen es 2009 auf gut 1434 Mrd. US-\$ an FuE-intensiven Exporten. Die EU-10-Beitrittsländer haben mit 189 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 Japan¹⁷ und Deutschland erheblich vergrößert hatten, hat sich diese Entwicklung nach 2000 wieder umgekehrt. Gegenüber 1995 haben die EU-14 ihre FuE-intensiven Exporte mehr als verdoppelt. Noch viel stärker nahmen die forschungsintensiven Exporte in diesem Zeitraum in den EU-10 zu (dort haben sie sich mehr als versiebenfacht). In Deutschland waren die forschungsintensiven Exporte und Importe 2009 mehr als doppelt so hoch wie 1995. Die Abnahme im Vergleich zum Vorjahr 2008 war in den EU-10 Ländern am größten. Aber auch in allen anderen Ländern gingen die Exporte um mehr als 20% zurück. Als Importmarkt spielen die USA unter den drei Ländern bei den FuE-intensiven Waren weiterhin die mit Abstand größte Rolle (mit fast 756 Mrd. US-\$ im Jahr 2009). Unter Berücksichtigung einer größeren Ländergruppe zeigt sich auch hier die wachsende Bedeutung Chinas, welches noch vor Deutschland an zweiter Stelle liegt.

Bei den FuE-intensiven Exporten und 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.

Nach den Angaben für 2009 kommen in dem engeren Bereich der Spitzentechnologie mit Abstand die meisten Exporte aus den EU-14 und den USA, gefolgt von Deutschland. In der erweiterten Ländergruppe ist China im Handel mit Spitzentechnologie mittlerweile (seit 2006) vor den USA. In dem größeren Bereich der hochwertigen Technologie sind die EU-14 und Deutschland die größten Exportländer, gefolgt von den USA, Japan und China.

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.

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 Konjunkturgefalle zwischen Inland und Ausland bestimmt, über einen längeren Zeitraum betrachtet werden in den Salden aber auch strukturelle Muster sowohl auf aggregierter Ebene als auch nach Sektoren und Regionen deutlich.¹⁸ 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 Export-

¹⁶ Auch unter Berücksichtigung eines erweiterten Länderkreises exportiert Deutschland vor China und den USA die meisten FuE-intensiven Waren. Siehe dazu auch Tab. A-3.

¹⁷ Bis 1995 waren die japanischen Exporte FuE-intensiver Waren noch größer als diejenigen der USA.

¹⁸ 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 et al. (1997).

überschüsse entfällt auf die hochwertige Technologie. Die deutsche Position im Vergleich zu den anderen Ländern wird aus den Salden von Exporten und Importen der Jahre 1995 bis 2009 deutlich, die in Tab. 3-3 zusammengestellt sind.

Tab. 3-2: Außenhandel ausgewählter Länder und Regionen mit FuE-intensiven Waren 2009

	DEU	USA	JPN	EU-14	EU-10
Exporte in Mrd. US-\$					
FuE-intensive Waren	670.1	561.2	388.3	1433.6	188.9
Spitzentechnologie	200.4	231.8	95.0	560.8	57.3
Hochwertige Technologie	469.7	329.4	293.3	872.7	131.6
Importe in Mrd. US-\$					
FuE-intensive Waren	429.6	755.9	180.1	1386.5	211.9
Spitzentechnologie	179.1	369.4	96.1	573.9	75.2
Hochwertige Technologie	250.5	386.6	84.0	812.5	136.8
Zunahme gegenüber 1995 (in %)					
Exporte FuE-intensive Waren	118	58	14	106	657
Importe FuE-intensive Waren	122	86	72	102	383
Abnahme gegenüber 2008 (in %)					
Exporte FuE-intensive Waren	-23	-27	-28	-20	-35
Importe FuE-intensive Waren	-18	-19	-18	-21	-27
Handelsströme pro Kopf (in US-\$)					
Exporte FuE-intensive Waren	8161	1846	3041	4604	2544
Spitzentechnologie	2440	762	744	1801	772
Hochwertige Technologie	5721	1083	2297	2803	1772
Importe FuE-intensive Waren	5232	2486	1410	4453	2855
Spitzentechnologie	2181	1215	753	1843	1012
Hochwertige Technologie	3051	2486	658	2610	1842

Quellen: UN Comtrade – OECD Economic Outlook 2010; Berechnungen des DIW Berlin.

Tab. 3-3: Export - Import - Salden ausgewählter Länder und Regionen 1995 bis 2009 (in Mrd. US-\$)

	GER	USA	JPN	EU-14	EU-10
Jährlicher Durchschnitt 1995-2009					
FuE-intensive Waren	184.6	-139.4	232.2	17.1	-17.4
Spitzentechnologie	8.6	-38.3	34.9	-5.9	-9.6
Hochwertige Technologie	176.0	-101.1	197.2	23.1	-7.8
2008					
FuE-intensive Waren	351.5	-164.4	324.0	20.2	0.1
Spitzentechnologie	30.3	-63.2	11.9	-24	-0.5
Hochwertige Technologie	321.3	-101.2	312.0	44.2	0.5
2009					
FuE-intensive Waren	240.5	-194.8	208.2	47.1	-23.1
Spitzentechnologie	21.3	-137.7	-1.1	-13.1	-17.9
Hochwertige Technologie	219.2	-57.2	209.3	60.2	-5.2
nachrichtlich: 2009 pro Kopf (in US\$)					
FuE-intensive Waren	2929	-641	2630	151	-311
Spitzentechnologie	258	-453	-9	-42	-241
Hochwertige Technologie	2670	-188	1639	193	-70

Quellen: UN Comtrade; Berechnungen des DIW Berlin.

Danach sind Japan und Deutschland schon seit langem die größten Nettoexporteure von FuE-intensiven Waren. 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 2914 US-\$ nach der Schweiz das Land mit dem größten Exportüberschuss bei forschungsintensiven Waren. Erst mit größerem Abstand folgt in dieser Betrachtungsweise Japan (1621 US-\$). Deutschland ist also nicht nur absolut gesehen, sondern auch in Relation zur Bevölkerung, im Warenhandel einer der größten Technologiegeber.

Spezialisierungsmuster I: Um den gesamten Außenhandelssaldo 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 wider. 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. Diese 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 wider.

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.¹⁹ 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 Weltmarktteil. In diesem Fall leistet der betreffende Sektor einen überdurchschnittlich großen Beitrag zu den Exporten des Landes.

Die Ergebnisse für diese Spezialisierungsindikatoren, die um den gesamten Außenhandelssaldo bei verarbeiteten Waren bereinigen und weiterhin die Größe der Sektoren berücksichtigen, sind für 2009 auf aggregierter Ebene in Tab. 3-4 zusammengestellt.

¹⁹ Mit anderen Worten: Es werden fiktive sektorale Salden berechnet, deren Summe stets Null ergibt.

Tab. 3-4: Indikatoren zur Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen bei FuE-intensiven Waren 2009 - additive Indikatoren -

	GER	USA	JPN	EU-14	EU-10
Beitrag zu den Exporten (BZX)¹					
FuE-intensive Waren	60	41	101	3	-13
Spitzentechnologie	-17	19	-29	-3	-32
Hochwertige Technologie	77	23	130	6	18
Beitrag zu den Importen (BZM)¹					
FuE-intensive Waren	8	9	-32	-13	-10
Spitzentechnologie	1	27	8	-8	-24
Hochwertige Technologie	6	-18	-41	-5	14
Nettobeitrag zum Außenhandel (BZX - BZM)²					
FuE-intensive Waren	53	32	133	16	-4
Spitzentechnologie	-18	-8	-37	5	-8
Hochwertige Technologie	71	40	170	11	4
Beitrag zum Außenhandelssaldo (BAS)²					
FuE-intensive Waren	34	35	113	8	-12
Spitzentechnologie	-24	-7	-42	-3	-18
Hochwertige Technologie	58	42	154	11	6

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).

Quellen: UN Comtrade; 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 durchgehend für 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-1) sind für die fünf Länder bzw. Regionen:

- Deutschland: Kraftwagen, Verbrennungsmotoren, Luft- und Raumfahrtzeuge
- USA: Medizinische Geräte
- 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 der EU-14, EU-10 und den USA. Die Warengruppen mit besonders großen überdurchschnittlichen Beiträgen zu den Importen sind (BZM wiederum mindestens 10):

- USA: Datenverarbeitungsgeräte & -einrichtungen, Rundfunk- und TV-Geräte, Kraftwagen, Nachrichtentechnische Geräte
- EU-14: Pharmazeutische Grundstoffe
- EU-10: Kraftwagenteile

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, Japan und Deutschland gilt dies besonders 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.²⁰ Die Rangfolge der Sektoren nach dem Indikatorwert in den einzelnen Ländern entspricht in jedem Fall derjenigen nach dem Außenhandelssaldo.²¹

Tab. 3-5: Veränderung des Nettobeitrags FuE-intensiver Waren zum Außenhandel ausgewählter Länder und Regionen 1995 bis 2009

	GER	USA	JPN	EU-14	EU-10
<i>FuE-intensive Waren</i>					
1995 bis 2008	-13	19	-46	22	78
2001 bis 2008	9	0	-12	11	37
2008 bis 2009	-4	-15	-19	7	-9
<i>Spitzentechnologie</i>					
1995 bis 2008	2	-1	-81	9	37
2001 bis 2008	11	-24	-30	4	30
2008 bis 2009	3	-28	-4	4	-12
<i>Hochwertige Technologie</i>					
1995 bis 2008	-15	19	35	13	41
2001 bis 2008	-2	24	17	7	8
2008 bis 2009	-8	13	-16	3	3

Quellen: UN Comtrade; Berechnungen des DIW Berlin.

Gegenüber 1995 hat sich der Beitrag der forschungsintensiven Waren zum Außenhandelssaldo 2008 in den EU-10 am stärksten erhöht (Tab. 3-5). Gestiegen ist er in diesem Zeitraum auch in den EU-14. Der Anstieg verteilte sich in den EU-10 und den EU-14 auf Spitzentechnologie und hochwertige Technologie. Den größten Rückgang gab es in Japan. In Deutschland konzentrierte sich der Rückgang komparativer Vorteile in Spitzentechnologie und hochwertige Technologie auf die zweite Hälfte der 1990er Jahre. In Japan sind allein die komparativen Vorteile in der Spitzentechnologie in dieser Periode zurückgegangen, in der hochwertigen Technologie dagegen gestiegen. Die EU-10 haben seit 1995 einen starken Anstieg des Nettobeitrages. Dazu trugen im Wesentlichen die zunehmenden komparativen Vorteile in den hochwertigen Technologien bei. Nach 2000 haben sich also in fast allen hier untersuchten Ländern die Muster der komparativen Vorteile zugunsten der hochwertigen Technologie verschoben. Im Krisenjahr ist jedoch vor allem die Nachfrage nach Gütern der hochwertigen Technologien zurückgegangen.

Spezialisierungsmuster II: Um den gesamten Außenhandelssaldo 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 von Balassa (1965) eingeführte Maß zur Quantifizierung des Spezialisierungsmusters eines Landes im internationalen

²⁰ 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).

²¹ 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.

Handel (RXA). In logarithmischer Darstellung gibt ein positiver Wert an, 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.²² 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 2009 in Tab. 3-6 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. 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 2009 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. 3-6: Indikatoren zur Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen bei FuE-intensiven Waren 2009 - multiplikative Indikatoren -

	GER	USA	JPN	EU-14	EU-10
Relativer Anteil der Exporte am Welthandel (RXA)¹					
FuE-intensive Waren	17	17	26	1	-5
Spitzentechnologie	-14	19	-24	-3	-34
Hochwertige Technologie	34	16	51	3	11
Relativer Anteil der Importe am Welthandel (RMA)¹					
FuE-intensive Waren	3	3	-15	-5	-3
Spitzentechnologie	1	17	8	-7	-21
Hochwertige Technologie	4	-9	-36	-3	8
Vergleich des Export- und Importanteils (RCA)²					
FuE-intensive Waren	11	12	39	3	-5
Spitzentechnologie	-22	-5	-39	-3	-20
Hochwertige Technologie	29	25	87	7	3

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.

Quellen: UN Comtrade; 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:²³ So zeigen etwa die RCA-

²² In den Berechnungen entsprechen die Weltexporte nicht den Weltimporten, so dass der RCA sich nicht aus der Differenz von RXA und RMA ergibt. Siehe dazu auch den Anhang zur Methode 1(c).

²³ Siehe im Anhang Tab. A-2.

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 2009 (wie Deutschland) für 20 der insgesamt 31 forschungsintensiven Warengruppen komparative Vorteile auf. Japan, die EU-14 und EU-10 haben komparative Vorteile in 19, 18 bzw. 8 FuE-intensiven Warengruppen.

In Tab. 3-7 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 seit 1995 steht vor allem ein besonders starker Anstieg forschungsintensiver Importe. Vergleicht man die Entwicklung während der Krisenperiode 2008-2009 für die einzelnen Länder, so wird ersichtlich, dass die komparativen Vorteile Deutschlands am geringsten gesunken sind, was vor allem an dem verhältnismäßig schwachen Rückgang des RXA Wertes liegt.

Tab. 3-7: Veränderungen der Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen auf FuE-intensive Waren insgesamt 1995 bis 2009 - multiplikative Indikatoren -

	GER	USA	JPN	EU-14	EU-10
RCA					
1995 bis 2008	-11	5	-20	6	40
2001 bis 2008	0	-1	-5	2	14
2008 bis 2009	-2	-7	-6	1	-5
RXA					
1995 bis 2008	4	0	-4	8	49
2001 bis 2008	4	2	2	3	21
2008 bis 2009	-1	-5	-5	1	-6
RMA					
1995 bis 2000	13	-7	15	0	7
2001 bis 2008	3	1	5	-1	4
2008 bis 2009	-1	1	-1	-1	-2

Quellen: UN Comtrade; Berechnungen des DIW Berlin.

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. Sowohl auf der Exportseite belegt Deutschland 2009 unter den betrachteten Ländern nach den BZX-Werten den zweiten Platz hinter Japan, als auch nach den RXA-Werten, zusammen mit 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 belegt Deutschland einen Platz unter den ersten Drei, zusammen mit Japan und den USA.

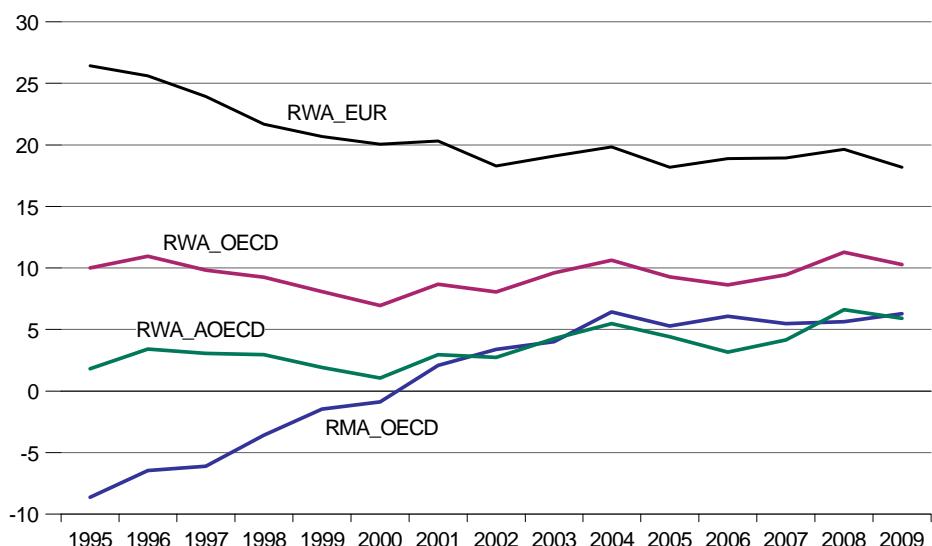
Gegenüber Mitte der 1990er Jahre hat sich die deutsche Position im Außenhandel mit forschungsintensiven Waren gemessen an den multiplikativen und den additiven Indikatoren strukturell verschlechtert. Diese Verschiebung liegt allein an den deutschen Importen, die sich seitdem besonders dynamisch entwickelten. 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 kompa-

rativen 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 (siehe hierzu Kapitel 3.2).

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.²⁴ 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. 3-2). 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. 3-2: Außenhandelsposition Deutschlands bei FuE-intensiven Waren im Vergleich zu den Euro- und anderen OECD-Ländern 1995 bis 2009



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_AOECD). Analog gilt dies für den Vergleich auf der Importseite (RMA_OECD).

Quellen: UN Comtrade; Berechnungen des DIW Berlin.

²⁴ Eine Übersicht der Außenhandelsindikatoren für ausgewählte OECD-Länder im Jahre 2009 befindet sich im Anhang Tab. A-3.

3.2 Auswirkungen der Finanzkrise auf FuE-intensive Exporte

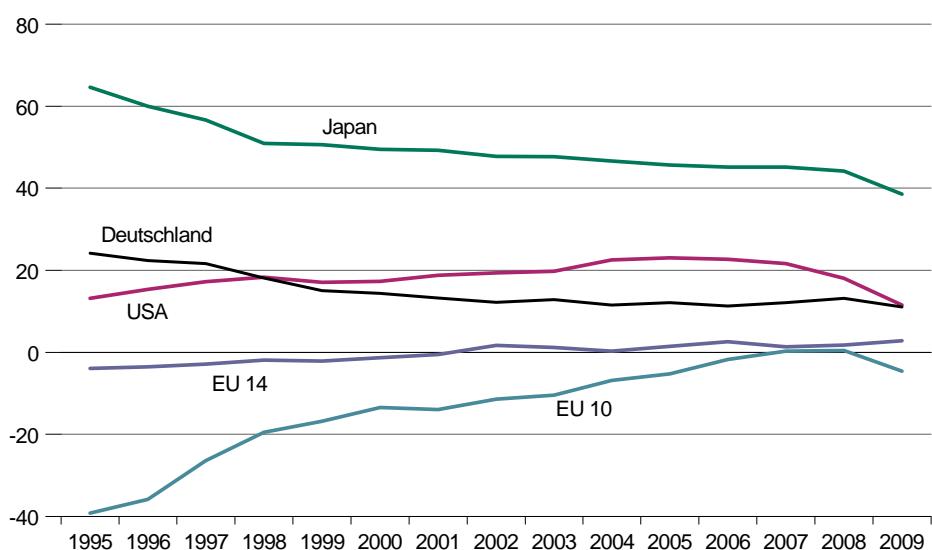
Relative Warenstruktur

Im Laufe der Finanzkrise haben sich erhebliche Veränderungen in der komparativen Warenstruktur der untersuchten Länder ergeben. Dies wird am besten bei einem Blick auf die Zahlen der Jahre 2008 und 2009 deutlich. Zwar waren laut Tab. 3-2 in Deutschland die forschungsintensiven Exporte 2009 mehr als doppelt so hoch wie noch 1995, jedoch haben diese im Vergleich zu 2008 um fast 24% abgenommen (von 873,5 Mrd. auf 670,1 Mrd. US-\$). Damit sind die Verluste bei den Ausfuhren für Deutschland jedoch geringer als beispielsweise für die USA (-27%) und Japan (-28%).

Im Krisenjahr ist vor allem die Nachfrage nach Gütern der hochwertigen Technologien zurückgegangen. Aufgrund der wachsenden konjunkturellen und systemischen Risiken haben Unternehmen weltweit insbesondere die Nachfrage nach langlebigen Investitionsgütern zurückgefahren, so dass neben dem Maschinen- und Fahrzeugbau auch die nachgelagerten Industrien der Zulieferer von Automobilteilen und Kunststoff- und Kautschukherstellern am stärksten betroffen waren. Die auf hochwertige Technologie spezialisierten Länder Japan und Deutschland haben hier Anteile verloren, während sich vor allem in den USA das Handelsmuster von Spitzentechnologie auf hochwertige Technologie verschoben hat. In Deutschland wurden die Verluste bei der hochwertigen Technologie teilweise durch einen höheren Beitrag in der Spitzentechnologie kompensiert.

Ein Blick auf die Entwicklung der Spezialisierung auf FuE- intensive Industrien bis Ende 2009 verdeutlicht den derzeitigen Stand der komparativen Vorteile und hilft bei der Einschätzung der relativen Ausmaße der Finanzkrise. Abb. 3-3 zeigt, dass sich vom Jahr 2008 auf 2009 der RCA-Index für die Triade (Deutschland, USA und Japan) negativ entwickelt hat und im gleichen Zug der Aufwärtstrend der EU-10 unterbrochen wurde. Hinter den gesunkenen RCA Werten steht für Deutschland und Japan ein Rückgang der Exporte FuE-intensiver Güter. Verglichen mit Japan und den USA hat Deutschland jedoch einen nur verhältnismäßig schwachen Rückgang zu verkraften. Gleichzeitig scheinen die komparativen Vorteile der EU-14 seit 1995 fast unverändert.

Abb. 3-3: Spezialisierung auf FuE-intensive Industrien: RCA Index für ausgewählte Länder-/Gruppen



Quellen: UN Comtrade; Berechnungen des DIW Berlin.

Die Veränderungen der komparativen Vorteile werden im Wesentlichen durch die großen Warengruppen geprägt.²⁵ Zusammenfassend lässt sich für die Verschiebung der sektoralen Muster im Krisenjahr Folgendes festhalten: Die Indikatoren weisen auf einen leichten Verlust komparativer Vorteile Deutschlands bei den hochwertigen Industrien hin, dabei gewinnen die EU-10 Anteile im Automobilbau und die USA im Maschinenbau dazu. In den Spitzentechnologien stärkt Deutschland seine Wettbewerbsposition insbesondere gegenüber den USA im Bereich der Luft- und Raumfahrtindustrie.

Relative geographische Orientierung FuE-intensiver Exporte Deutschlands

Die Regionalstruktur deutscher Exporte hat sich verschoben. Die Weltmarktanteile auf traditionellen Absatzmärkten der USA, Europas und Japans hat sich wegen der Nachfrage aufstrebender Wachstumsländer aus Asien, Lateinamerika und dem Nahen Osten verändert. Auch die Weltkonjunktur wird derzeit von diesen Ländern angetrieben, so dass neben der Frage der relativen (sektoralen) Wettbewerbsposition Deutschlands in einer speziellen FuE-Industrie (siehe RCA-Index) die relative (geographische) Wettbewerbsposition auf neuen Wachstumsmärkten zunehmend in den Vordergrund rückt. Hier wird im Folgenden ein Maß der relativen geographischen Konzentration deutscher Exporte vorgestellt. Es soll dazu dienen, die wirtschaftsgeographische Entwicklung während der Finanzkrise zu verdeutlichen und gleichzeitig einen Vergleichsmaßstab zu anderen Exportnationen im FuE-intensiven Sektor zu bieten. Vor dem Hintergrund der weltwirtschaftlichen Ereignisse der Jahre 2008/09 im Rahmen der Finanzkrise ist somit ein Blick auf die Veränderung der geographischen Orientierung des deutschen Außenhandels bei FuE-intensiven Gütern von besonderem Interesse. Dabei steht vor allem ein Vergleich mit den Ländern der OECD im Mittelpunkt, die auch bereits in den vorherigen Kapiteln betrachtet wurden. Um diese Ausrichtung geeignet darstellen zu können, wird ein Index berechnet, der sich an dem Prinzip des nicht-additiven Indikators RXA orientiert. Der RXA Wert lässt Rückschlüsse auf komparative Kostenvorteile zu, indem nicht die Inputfaktoren, sondern der Output eines Landes im internationalen Wettbewerb betrachtet wird. Parallel hierzu soll ein Index die geographischen Vorteile oder Nachteile Deutschlands im Handel mit FuE-intensiven Gütern darstellen. Dazu wird der Anteil eines Exportmarktes am Gesamtexport eines Sektors berechnet und in Relation zu dem entsprechenden Gewicht für die anderen OECD Mitgliedsländer gesetzt. Hierbei ergibt sich ein relativer Index, der die geographische Orientierung Deutschlands in einem Sektor wiedergibt, bezogen auf die entsprechende Orientierung der potentiell um einen Markt konkurrierenden Länder, der OECD. Formell ergibt sich der „revealed geographic advantage“-Index (RGA, in Anlehnung an den „revealed comparative advantage“-Index) für Deutschland als:

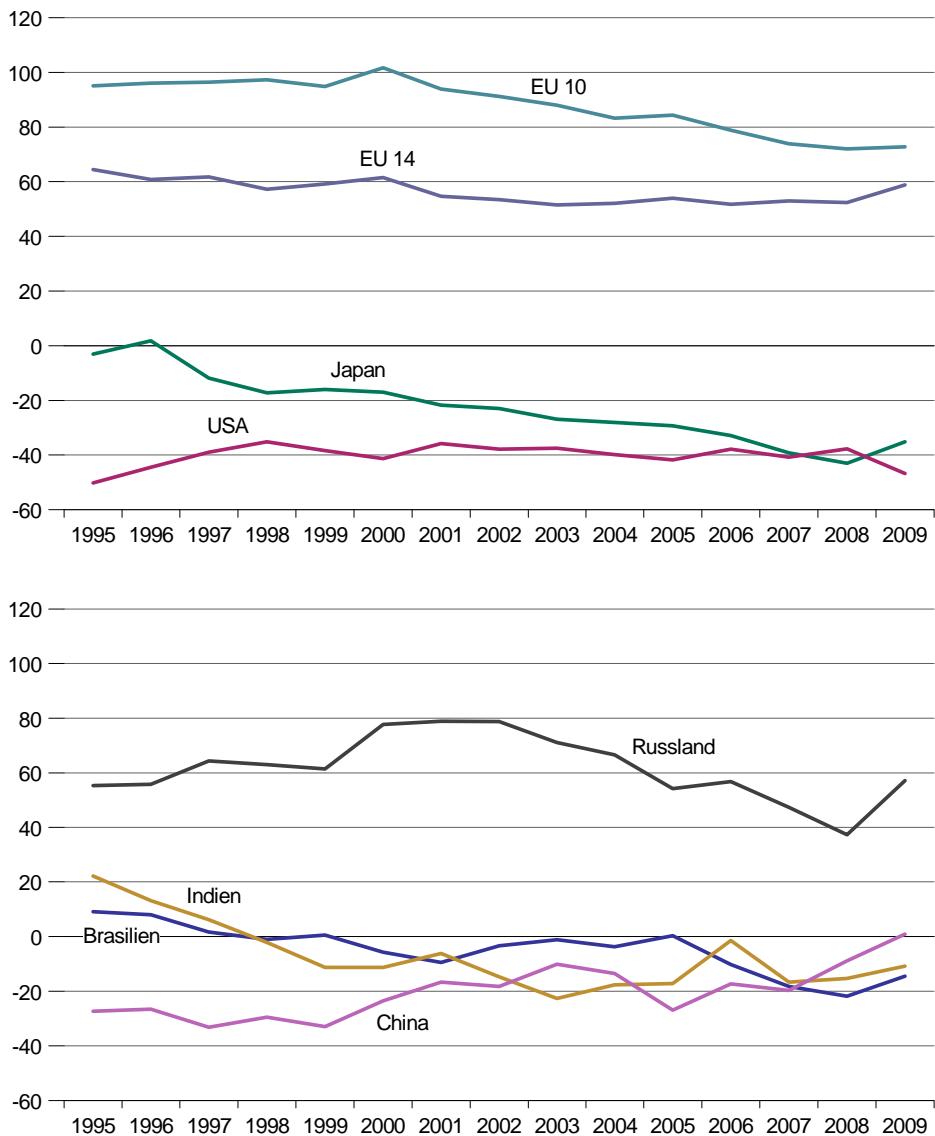
$$RGA_{jk} = 100 \times \ln[(X_{jk}/X_k)/(X_{OECDjk}/X_{OECDk})]^{26}$$

Demnach gibt ein positiver RGA-Wert an, dass Deutschland in dem betreffenden Sektor k einen höheren Anteil in das Land j exportiert, als dies bei den restlichen Mitgliedsländern der OECD der Fall ist. Entspricht der Index beispielsweise einem Wert von Null, so bedeutet dies, dass Deutschland und die restlichen OECD Länder einen identischen Anteil ihrer Exporte des Sektors k in Land j absetzen. Abb. 3-4 gibt den entsprechenden Index als Zeitreihen wieder. Um die relative Ausrichtung der deutschen Exporte über die Zeit vergleichbar zu machen, wurde als Zeitraum die Periode von 1995 bis 2009 gewählt. Somit fällt auch die Finanzkrise mit in den Beobachtungszeitraum. Die Abbildungen geben den Index für den europäischen, japanischen und den US-amerikanischen Markt wieder, sowie die entsprechenden Reihen für die BRIC Staaten.

²⁵ Für Deutschland sind dies bei den Exporten die Automobil-, Maschinenbau, sowie die Luft- und Raumfahrtindustrie.

²⁶ Definition der Variablen: X=Exporte, j=Länderindex, k=Produktgruppenindex, OECD=Mitgliedsländer der OECD.

Abb. 3-4: RGA Index für FuE-intensiven Güter: Deutsche Exporte in ausgewählte Länder-/Gruppen



Quelle: OECD Außenhandelsdatenbank, UN Comtrade (2010), Berechnungen: DIW Berlin

Bei den FuE-intensiven Gütern ist aus Abb. 3-4 zu erkennen, dass Deutschland in Relation zu den anderen OECD Ländern einen sehr viel höheren Anteil der Exporte im europäischen Ausland absetzt. So nimmt der RGA-Wert über den Beobachtungszeitraum beachtenswert konstante Werte für die EU-14 und die EU-10 an, wobei der relative Vorteil bei den Letztgenannten bereits vor dem Beitritt der entsprechenden Staaten in die EU dominiert. Diese Werte stehen im Einklang mit dem ohnehin schon hohen Anteil der gesamten Exporte Deutschlands in die EU von über 60%. Da andere OECD Staaten weitaus weniger anteilig in die Europäische Union exportieren (die USA z.B. exportieren ca. ein Fünftel ihrer Gesamtausfuhren in die EU), ergibt sich dieser geographische Vorteil. Bei Japan hat Deutschland einen (wenn auch geringeren als bei den USA) Nachteil der geographischen Orientierung. Besonders interessant für die Analyse des deutschen Außenhandels ist ein Blick auf das Verhalten des Index während der Krise. So ist insbesondere ein „Knick“ bei den FuE-Exporten in die USA zu erkennen, was bedeutet, dass das Gewicht der USA als Exportmarkt im Vergleich zu den anderen OECD Ländern ab 2008 nachgelassen hat. Dem entgegen steigt der Index ab dem Beginn der Finanzkrise für Japan an, was für eine entsprechende Umorientierung des deutschen Außenhandels bei FuE-intensiven

Gütern spricht. Bei den BRIC Staaten, welche als Absatzmärkte für die deutsche Wirtschaft immer wichtiger werden, ergibt sich folgendes Bild: Der entsprechende RGA-Wert für alle vier Länder ist über den Beobachtungszeitraum volatil und lediglich für Russland ergibt sich ein geographischer Vorteil. Auf der anderen Seite hat Deutschland in China, Indien und Brasilien einen durchgehenden geographischen Nachteil, obwohl dieser ab dem Jahr 2007 geringer wird und seitdem eine Tendenz hin zu einem Vorteil zu erkennen ist. Diese Entwicklung ist besonders vor dem Hintergrund der Jahre 2008 und 2009 von Interesse. Der Anteil der Exporte Deutschlands nach China an den Gesamtausfuhren ist z.B. während der Finanzkrise nur geringfügig zurückgegangen. Dies schlägt sich in einem steigenden RGA-Index nieder.

Bewertung

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 2009 mit rund 3000 US-\$ nach 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.

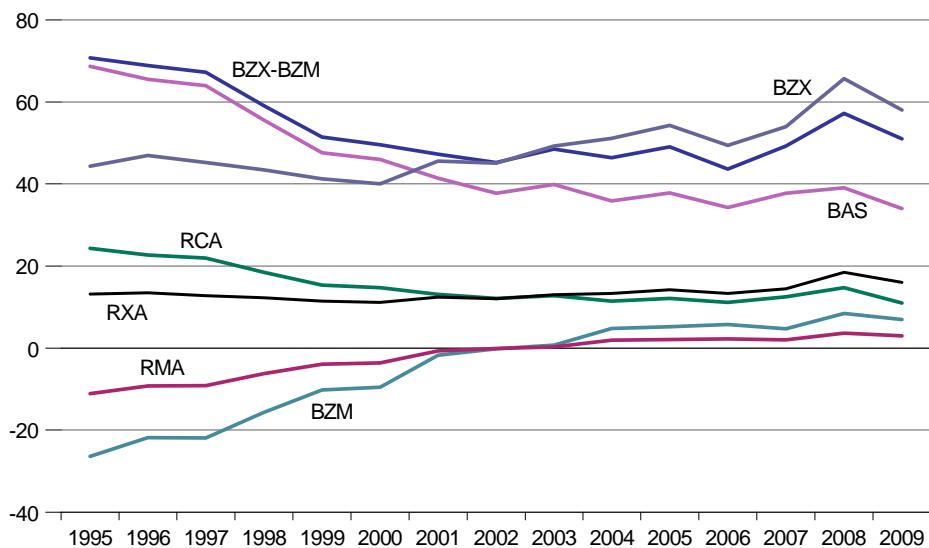
Die komparativen Vorteile Deutschlands bei forschungsintensiven Waren sind gegenüber der Mitte der 1990er Jahre zurückgegangen (vgl. Abb. 3-5). Grund dafür sind aber nicht Veränderungen in der Exportspezialisierung, sondern die kräftig gestiegenen Importe, in denen sich auch das Vordringen der Aufhol-Länder 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 befördert, im zweiten Fall dagegen durch die Aufwertung des Euro gebremst worden sein.

Nachdem sich die Finanzmarktkrise nun auch auf die Realwirtschaft ausgewirkt hat, ist der Handel mit FuE-intensiven Gütern 2009 weltweit kräftig eingebrochen. Auch die deutschen FuE-Exporte sind zurückgegangen. Besonders betroffen waren der Automobilbau, der Maschinenbau und die chemischen Erzeugnisse, Kernbereiche der deutschen Exportwirtschaft. Der Anteil von FuE-intensiven Waren am Gesamthandel ist in Deutschland jedoch im Gegensatz zu Japan und den USA fast konstant geblieben. Der höhere Verlust an hochwertigen Technologien in Relation zum Gesamthandel wurde durch einen geringeren Rückgang der Spitzentechnologien kompensiert. Auch unter Berücksichtigung der relativen Spezialisierungsindikatoren zeigt sich, dass der Verlust komparativer Vorteile Deutschlands im Vergleich zu den USA und Japan geringer ausfiel. Im Gegensatz zu den absoluten Zahlen lassen sich relative Wettbewerbsverluste einzelner Industriesektoren nicht bestätigen. Während die chemische Industrie und der Maschinenbau insgesamt geringe bis gar keine Veränderungen in der relativen Wettbewerbsposition aufweisen, ist der Rückgang komparativer Vorteile im Bereich der hochwertigen Technologien vor allem auf die Automobilbranche zurückzuführen.

Die geographische Ausrichtung der Exporte zeigt vermehrt Anzeichen dafür, dass die deutschen Exporteure sich während der Finanzkrise auf die „Emerging Markets“ orientiert haben. Ein verstärkter Fokus auf den chinesischen, indischen, russischen und brasilianischen Markt ist vor dem Hintergrund des zu erwartenden Wachstums dieser Volkswirtschaften von Bedeutung. Zusätzlich wird deren Gewicht bei der Nachfrage nach FuE- intensiven Gütern mit der fortschreitenden wirtschaftlichen Entwicklung zunehmen, so dass auch aus Diversifikationsgründen eine geografische Umorientierung zu erwarten ist. Große Schwellenländer wie China bauen zunehmend ihre Exportspezialisierung im Bereich der FuE-intensiven Industrien aus, so dass einerseits aus Imitationsaspekten ein hoher Importan-

teil aus den Technologiegebern zu erwarten ist. Andererseits kann der Wissenstransfer über die FuE-Importe, sowie gleichzeitiger Re-Migration von Akademikern zur Innovationsführerschaft in bestimmten Branchen führen. Um die Intensivierung der FuE-Exporte in die Schwellenländer in den kommenden Jahren zu fördern, kommt es noch mehr darauf an, die Innovationskraft der deutschen Unternehmen zu stärken. Dazu gehören eine höhere Priorität für Forschung und Entwicklung ebenso wie höhere Bildungsausgaben und qualitative Verbesserungen im Bildungssystem.

Abb. 3-5: Indikatoren der Außenhandelsspezialisierung für FuE-intensive Waren in Deutschland 1995 bis 2009



- 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: UN Comtrade; Berechnungen des DIW Berlin.

Anhang

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

$$RXA_{ij} = 100 \ln [(X_{ij} / \sum_j X_{ij}) / (\sum_i X_{ij} / \sum_{ij} X_{ij})]$$

oder

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

- (1b) Importe

$$RMA_{ij} = 100 \ln [(M_{ij} / \sum_j M_{ij}) / (\sum_i M_{ij} / \sum_{ij} M_{ij})]$$

oder

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

- (1c) Vergleich der Exporte und Importe

$$RCA_{ij} = 100 \ln [(X_{ij} / M_{ij}) / (\sum_i X_{ij} / \sum_i M_{ij})]$$

oder

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

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

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

(2c) Beitrag zum Außenhandelssaldo

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

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

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

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

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

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

Tab. A-1: Indikatoren zur Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen bei FuE-intensiven Waren nach Warengruppen 2009
additive Indikatoren

ISIC 3	Warengruppe	Beitrag zu den Exporten (BZX)					Beitrag zu den Importen (BZM)					Nettobeitrag zum Außenhandel (BZX-BZM)					Beitrag zum Außenhandelssaldo (BAS)					
		GER	USA	JPN	EU(14) ¹	EU(10)	GER	USA	JPN	EU(14) ¹	EU(10)	GER	USA	JPN	EU(14) ¹	EU(10)	GER	USA	JPN	EU(14) ¹	EU(10)	
(I)	FuE-intensive Waren	60	41	101	3	-13	8	9	-32	-13	-10	53	32	133	16	-4	34	35	112	8	-12	
(Ia)	Spitzentechnologie	-17	19	-29	-3	-32	1	27	8	-8	-24	-18	-8	-37	5	-8	-24	-7	-42	-3	-18	
233	Spalt- & Brutstoffe	0	0	-1	0	-1	0	1	1	1	-1	0	0	-2	0	0	0	0	0	-2	0	0
2421	Schädlingsbekämpfungs- & Pflanzenschutzmittel	0	0	-1	1	-1	0	-1	0	0	1	1	1	0	0	-1	0	1	0	0	-1	
2423	Pharmazeutische Grundstoffe, Arzneimittel	9	2	-24	22	-11	8	1	-3	13	-3	1	1	-21	9	-8	-2	1	-17	8	-9	
2927	Waffen & Munition	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
3000	Datenverarbeitungsgeräte & -einrichtungen, Teile	-13	1	-16	-9	-3	-3	14	2	-3	0	-10	-13	-18	-6	-3	-7	-10	-16	-6	-3	
321	Elektronische Bauelemente	-15	3	24	-15	-14	-7	-18	3	-18	-7	-7	20	21	3	-7	-7	14	12	-1	-11	
322,3200	Nachrichtentechnische Geräte & Einrichtungen	-11	-1	-1	-6	-8	-5	14	0	-3	-2	-6	-15	-1	-3	-6	-5	-13	-2	-4	-8	
323	Rundfunk-, Fernseh-, Phono- & Videogeräte	-6	-3	-6	-4	20	0	10	2	0	1	-6	-12	-7	-4	18	-5	-11	-7	-4	19	
3311	Medizinische Geräte & orthopädische	3	10	-3	2	-5	0	3	3	2	-3	2	7	-6	0	-2	2	9	-6	0	-2	
331-3311	Mess-, Kontroll-, Navigations- & ähnliche	5	6	6	-1	-3	1	1	0	-1	-2	4	6	5	1	-2	3	7	4	1	-2	
353	Luft- & Raumfahrzeuge	11	-3	-6	5	-6	8	1	1	0	-9	2	-3	-7	6	3	-3	-6	-8	4	0	
(Ib)	Hochwerte Technologie	77	23	130	6	18	6	-18	-41	-5	14	71	40	170	11	4	58	42	154	11	6	
2411	Chemische Grundstoffe	-3	4	5	4	-10	-1	-3	3	1	-10	-2	7	1	3	0	-3	6	-2	1	-3	
2413	Kunststoffe und synthetischer Kautschuk in	0	4	1	1	-2	-1	-8	-4	0	2	0	12	5	2	-4	0	11	5	1	-4	
2422/9	Farbstoffe, Pigmente, Anstrichfarben,	3	4	7	3	-5	0	-5	-1	0	1	2	9	8	3	-5	2	9	7	3	-6	
2424	Seifen, Wasch-, Reinigungs- u. Poliermittel	1	1	-3	3	3	0	-3	-1	1	2	1	4	-3	2	1	1	3	-2	2	1	
2511/9	Bereifungen, sonstige Gummienteile	0	-1	3	0	6	1	0	-2	0	3	-1	-1	5	-1	4	-1	-1	5	0	4	
2911/2/3	Verbrennungsmotoren & Turbinen (außer für Luft- und Raumfahrt)	10	5	12	1	-2	1	-2	-4	-2	1	10	7	16	3	-3	8	8	14	3	-3	
2919	Sonstige nicht wirtschaftszweckspezifische	6	1	-1	1	-1	-1	-1	0	-1	0	7	2	0	2	-1	6	2	0	2	-1	
2921	Ackerschlepper, land- & forstwirtschaftliche	2	1	-1	1	0	0	-1	-1	1	2	2	2	0	0	-2	2	2	1	0	-2	
2922	Werkzeugmaschinen	4	0	4	0	0	0	0	-2	-1	1	4	0	5	1	-2	4	0	5	1	-2	
2924	Bergwerks-, Bau- & Baustoffmaschinen	0	5	2	0	-2	-2	-2	-3	-1	-1	2	7	4	1	-1	3	8	5	2	0	
292B	Maschinen für das Ernährungsgewerbe & die	7	0	21	0	-5	1	0	-1	-3	-2	7	0	22	3	-3	5	0	18	3	-3	
311	Elektromotoren, Generatoren & Transformatoren	2	0	1	0	0	0	1	-1	-2	0	2	-1	2	2	0	2	-1	2	2	0	
312	Elektrizitätsverteilungs- und Schalteinrichtungen	5	1	5	-1	1	0	-2	-2	-2	3	5	2	6	1	-2	4	2	6	1	-2	
314	Akkumulatoren & Batterien	-1	0	2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	
315	Elektrische Lampen & Leuchten	0	-1	-1	0	1	0	1	0	0	1	0	-2	-1	0	0	0	-2	0	0	0	
319	Sonstige elektrische Ausrüstungen a. n. g.	0	0	3	-2	2	2	1	2	-1	2	-2	-1	1	0	1	-2	-1	0	0	1	
332	Optische & fotografische Geräte	-4	-1	6	-4	-5	-3	-3	1	-3	0	-1	1	5	-1	-4	0	1	4	0	-4	
341	Kraftwagen & Kraftwagenmotoren	34	-3	48	0	24	5	10	-19	7	-3	29	-12	67	-7	28	23	-11	61	-7	28	
343	Teile & Zubehör für Kraftwagen & -motoren	9	2	17	-1	12	4	0	-6	1	13	5	2	23	-2	-2	3	3	21	-2	-1	
352	Schienefahrzeuge	1	0	0	0	1	0	-1	-1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	
(2)	Nicht FuE-intensive Waren	-60	-41	-101	-3	13	-8	-9	32	13	10	-53	-32	-133	-16	4	-34	-35	-112	-8	12	
(3)	Erzeugnisse des verarbeitenden Gewerbes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Quelle: UN Comtrade. – Berechnungen des DIW Berlin. 1) EU(15) ohne Deutschland.

**Tab. A-2: Indikatoren zur Außenhandelsspezialisierung ausgewählter Länder und Regionen bei FuE-intensiven Waren nach Warengruppen 2009
- multiplikative Indikatoren -**

ISIC 3	Warenguppe	Relativer Exportanteil am Welthandel (RXA)					Relativer Importanteil am Welthandel (RMA)					Vergleich von Export- und Importanteil (RCA)				
		GER	USA	JPN	EU(14) ¹	EU(10)	GER	USA	JPN	EU(14) ¹	EU(10)	GER	USA	JPN	EU(14) ¹	EU(10)
(I)	<i>FuE-intensive Waren</i>	17	17	26	1	-5	3	3	-15	-5	-3	11	12	39	3	-5
(Ia)	<i>Spitzentechnologie</i>	-14	19	-24	-3	-34	1	17	8	-7	-21	-22	-5	-39	-3	-20
233	Spalt- & Brutstoffe	15	52	-482	46	-281	20	45	74	42	-125	-33	-22	-585	-24	-184
2421	Schädlingsbekämpfungs- & Pflanzenschutzmittel	30	22	-118	36	-67	-14	-136	-62	15	45	40	155	-59	18	-116
2423	Pharmazeutische Grundstoffe, Arzneimittel	27	10	-168	64	-59	31	3	-16	42	-12	-6	4	-154	19	-49
2927	Waffen & Munition	-87	149	-85	-43	1	-160	99	-70	-57	-7	71	49	-16	13	7
3000	Datenverarbeitungsgeräte & -einrichtungen, Teile für DV-Geräte	-86	7	-121	-61	-15	-21	47	15	-15	2	-66	-41	-137	-47	-18
321	Elektronische Bauelemente	-91	15	67	-126	-125	-45	-91	15	-130	-33	-61	91	38	-11	-107
322,3200	Nachrichtentechnische Geräte & Einrichtungen	-107	-8	-6	-51	-85	-49	54	1	-19	-11	-66	-70	-15	-39	-82
323	Rundfunk-, Fernseh-, Phono- & Videogeräte	-124	-59	-115	-72	134	-2	71	23	1	13	-128	-136	-144	-79	114
3311	Medizinische Geräte & orthopädische Vorrichtungen	25	97	-40	26	-107	6	31	39	27	-50	19	66	-79	-1	-57
331-3311	Mess-, Kontroll-, Navigations- & ähnliche Instrumente;	48	75	50	-8	-66	18	9	5	-20	-26	27	62	41	8	-44
353	Luft- & Raumfahrzeuge	70	-43	-88	46	-113	64	7	6	-2	-140	-14	-69	-113	29	7
(Ib)	<i>Hochwertige Technologie</i>	34	16	51	3	11	4	-9	-36	-3	8	29	25	87	7	3
2411	Chemische Grundstoffe	-16	27	21	20	-91	-5	-15	20	4	-67	-22	31	-9	6	-34
2413	Kunststoffe und synthetischer Kautschuk in Primärform	-3	44	5	13	-29	-10	-105	-66	-3	14	4	146	68	12	-45
2422/9	Farbstoffe, Pigmente, Anstrichfarben, Druckfarben & Kitte;	19	39	46	26	-63	1	-58	-12	4	7	19	98	59	23	-69
2424	Seifen, Wasch-, Reinigungs- u. Poliermittel	18	24	-91	44	45	-4	-61	-22	22	36	27	90	-63	27	15
2511/9	Bereifungen, sonstige Gummwaren	-1	-17	37	-9	81	21	7	-64	2	39	-22	-23	102	-10	43
2911/2/3	Verbrennungsmotoren & Turbinen (außer für Luft- &	49	38	54	8	-16	5	-12	-46	-16	5	44	51	100	26	-21
2919	Sonstige nicht wirtschaftszweckspezifische Maschinen	50	14	-6	13	-11	-9	-14	-6	-10	6	64	33	5	28	-12
2921	Ackerschlepper, land- & forstwirtschaftliche Maschinen	52	55	-35	32	-19	-2	-23	-136	22	56	60	84	107	16	-69
2922	Werkzeugmaschinen	69	-9	58	-5	-14	4	-10	-78	-22	25	65	1	136	17	-38
2924	Bergwerks-, Bau- & Baustoffmaschinen	3	79	28	-1	-54	-69	-61	-148	-40	-35	91	158	195	58	0
292B	Maschinen für das Ernährungsgewerbe & die Tabakverarbeitung;	41	2	89	1	-51	5	3	-8	-27	-14	36	0	97	28	-37
311	Elektromotoren, Generatoren & Transformatoren	21	-6	6	-3	3	-3	9	-22	-35	6	21	-17	26	30	-5
312	Elektrizitätsverteilungs- und Schalteinrichtungen	57	15	52	-16	14	0	-25	-37	-30	33	56	39	88	13	-20
314	Akkumulatoren & Batterien	-59	-16	77	-42	7	-28	-26	-32	-28	18	-31	9	109	-15	-11
315	Elektrische Lampen & Leuchten	16	-58	-56	-4	31	7	34	-35	12	29	7	-95	-23	-19	-1
319	Sonstige elektrische Ausrüstungen a. n. g.	-5	1	40	-37	40	33	14	36	-28	29	-38	-15	3	-10	10
332	Optische & fotografische Geräte	-84	-37	63	-103	-162	-84	-58	18	-91	-3	10	31	55	-3	-149
341	Kraftwagen & Kraftwagenmotoren	67	-12	84	-1	60	18	24	-140	21	-12	50	-34	225	-21	72
343	Teile & Zubehör für Kraftwagen & -motoren	43	17	72	-5	63	28	0	-72	8	66	16	18	145	-13	-2
352	Schienenfahrzeuge	69	8	-18	10	82	13	-99	-133	3	26	60	110	117	11	59
(2)	<i>Nicht FuE-intensive Waren</i>	-27	-27	-49	-1	6	-4	-4	17	6	4	-19	-19	-62	-4	5
(3)	<i>Erzeugnisse des verarbeitenden Gewerbes insgesamt</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Quelle: UN Comtrade. – Berechnungen des DIW Berlin. 1) EU(15) ohne Deutschland.

Tab. A-3: Außenhandelsindikatoren ausgewählter OECD-Länder bei FuE-intensiven Waren 2009

	<i>GER</i>	<i>USA</i>	<i>JPN</i>	<i>FRA</i>	<i>ITA</i>	<i>GBR</i>	<i>NED</i>	<i>SWE</i>	<i>FIN</i>	<i>CAN</i>	<i>CHE</i>
Exporte in Mrd. US-\$											
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	670.1	561.2	388.3	265.9	174.9	185.9	197.5	63.3	28.9	108.7	113.5
Hochwertige Technologie	200.4	231.8	95.0	116.5	38.2	81.0	96.7	26.5	10.5	36.6	67.9
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	469.7	329.4	293.3	149.5	136.8	104.9	100.8	36.9	18.4	72.2	45.5
Importe in Mrd. US-\$											
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	429.6	756.0	180.1	259.3	170.9	211.0	170.2	55.6	26.3	168.3	76.7
Hochwertige Technologie	179.1	369.4	96.1	109.6	58.4	89.3	91.3	21.3	11.1	58.1	36.1
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	250.5	386.6	84.0	149.8	112.5	121.7	78.9	34.3	15.2	110.2	40.6
Exporte-Import-Saldo in Mrd. US-\$											
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	240.5	-194.8	208.2	6.6	4.0	-25.1	27.3	7.7	2.6	-59.6	36.8
Hochwertige Technologie	21.3	-137.7	-1.1	6.9	-20.2	-8.3	5.5	5.2	-0.6	-21.6	31.8
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	219.2	-57.2	209.3	-0.3	24.3	-16.9	21.9	2.6	3.2	-38.0	4.9
Exporte-Import-Saldo in Mrd. pro Kopf (in US-\$)											
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	2913.8	-633.8	1621.2	106.0	68.0	-409.6	1644.7	841.8	490.4	-1777.5	4822.1
Hochwertige Technologie	257.5	-447.9	-8.9	111.0	-340.0	-134.9	329.8	562.1	-119.3	-642.8	4173.7
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	2656.3	-186.0	1630.2	-5.0	408.0	-274.8	1314.9	279.7	609.7	-1134.7	648.4
Beitrag zu den Exporten (BZX)											
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	60	41	101	32	-56	35	1	-15	-48	-24	68
Hochwertige Technologie	-17	19	-29	22	-69	22	26	-2	-31	-25	99
Hochwertige Technologie	77	23	130	9	14	13	-25	-12	-17	1	-30
Beitrag zu den Importen (BZM)											
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	8	9	-32	-11	-17	-23	3	-8	-8	17	-18
Hochwertige Technologie	1	27	8	-5	-27	-10	31	-14	-4	-20	4
Hochwertige Technologie	6	-18	-41	-6	10	-13	-28	6	-4	37	-22
Nettobeitrag zum Außenhandel (BZX - BZM)											
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	53	32	133	43	-38	58	-2	-6	-40	-41	86
Hochwertige Technologie	-18	-8	-37	27	-42	32	-5	11	-27	-6	95
Hochwertige Technologie	71	40	170	15	4	26	3	-18	-12	-36	-8
Beitrag zum Außenhandelssaldo (BAS)											
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	34	35	112	36	40	52	-10	-12	-41	-50	75
Hochwertige Technologie	-24	-7	-42	20	-42	26	-18	4	-31	-20	79
Hochwertige Technologie	58	42	154	16	2	26	8	-17	-9	-31	-4
Relativer Anteil der Exporte am Welthandel (RXA)											
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	17	17	26	11	-20	14	0	-5	-17	-10	21
Hochwertige Technologie	-14	19	-24	19	-82	21	19	-2	-28	-29	59
Hochwertige Technologie	34	16	51	6	7	9	-15	-7	-9	1	-19
Relativer Anteil der Importe am Welthandel (RMA)											
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	3	3	-15	-4	-7	-7	1	-3	-3	5	-7
Hochwertige Technologie	1	17	8	-4	-28	-7	25	-13	-4	-15	3
Hochwertige Technologie	4	-9	-36	-4	6	-7	-21	4	-3	18	-15
Vergleich des Export- und Importanteils (RCA)											
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	11	12	39	12	-16	18	-4	-5	-16	-18	25
Hochwertige Technologie	-22	-5	-40	16	-61	21	-13	4	-31	-21	49
Hochwertige Technologie	30	25	87	9	1	16	6.0	-10	-6	-17	-3

Quelle: UN Comtrade. – Berechnungen des DIW Berlin

**Tab. A-3: Außenhandelsindikatoren ausgewählter OECD-Länder bei FuE-intensiven Waren 2009
(Fortsetzung)**

	BEL	AUT	ESP	DNK	KOR	MEX	CHN	IND	RUS	BRA
Exporte in Mrd. US-\$										
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	198.3	61.3	104.6	36.7	219.6	135.4	613.8	42.2	17.8	50.4
Hochwertige Technologie	76.3	16.6	22.9	15.2	78.9	58.9	360.2	15.3	4.5	12.1
Importe in Mrd. US-\$										
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	179.4	61.0	128.0	33.6	129.3	130.4	563.3	77.6	79.4	88.9
Hochwertige Technologie	71.2	19.2	45.1	13.6	54.6	46.4	260.2	30.4	25.5	31.1
Hochwertige Technologie	108.1	41.8	82.9	20.0	74.7	84.0	303.1	47.2	53.8	57.8
Exporte-Import-Saldo in Mrd. US-\$										
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	18.9	0.3	-23.4	3.2	90.3	4.9	50.4	-35.4	-61.6	-38.6
Hochwertige Technologie	5.1	-2.7	-22.2	1.7	24.3	12.5	100.0	-15.1	-21.1	-19.0
Hochwertige Technologie	13.8	2.9	-1.2	1.5	66.1	-7.5	-49.6	-20.3	-40.5	-19.6
Exporte-Import-Saldo in Mrd. pro Kopf (in US-\$)										
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	1768.2	33.2	-516.3	573.0	1835.9	45.9	37.6	-30.6	-435.8	-197.6
Hochwertige Technologie	475.6	-317.8	-489.1	303.5	493.7	115.5	74.7	-13.0	-149.1	-97.1
Hochwertige Technologie	1292.6	350.9	-27.2	269.4	1342.2	-69.7	-37.0	-17.5	-286.7	-100.5
Beitrag zu den Exporten (BZX)										
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	17	-26	-16	-47	36	70	-21	-139	-187	-95
Hochwertige Technologie	0	-45	-52	-17	-3	38	49	-62	-87	-68
Hochwertige Technologie	16	19	36	-30	39	32	-70	-77	-101	-27
Beitrag zu den Importen (BZM)										
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	11	-35	-14	-60	-1	26	65	-54	-10	27
Hochwertige Technologie	-3	-42	-27	-30	-1	-11	39	-31	-35	-12
Hochwertige Technologie	14	7	13	-30	0	37	26	-24	25	39
Nettobeitrag zum Außenhandel (BZX - BZM)										
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	6	9	-1	14	37	43	-86	-84	-177	-122
Hochwertige Technologie	3	-3	-24	13	-2	49	-10	-31	-51	-56
Hochwertige Technologie	3	11	23	1	39	-6	-96	-53	-126	-66
Beitrag zum Außenhandelssaldo (BAS)										
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	-4	1	-12	9	22	39	-103	-99	-202	-131
Hochwertige Technologie	-5	-11	-39	6	-9	42	-16	-43	-70	-66
Hochwertige Technologie	1	12	27	3	31	-2	-87	-56	-132	-65
Relativer Anteil der Exporte am Welthandel (RXA)										
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	5	-10	-6	-18	10	23	-7	-72	-133	-42
Hochwertige Technologie	0	-50	-68	-16	-2	30	30	-83	-181	-95
Hochwertige Technologie	9	11	21	-19	18	18	-43	-65	-109	-18
Relativer Anteil der Importe am Welthandel (RMA)										
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	4	-13	-5	-24	0	8	25	-20	-3	9
Hochwertige Technologie	-3	-42	-23	-29	-1	-9	34	-28	-31	-10
Hochwertige Technologie	8	4	7	-21	0	20	18	-15	13	21
Vergleich des Export- und Importanteils (RCA)										
FuE-intensive Waren Spitzentechnologie	-1	0	-4	4	8	12	-35	-54	-132	-54
Hochwertige Technologie	-4	-15	-52	6	-9	32	-11	-62	-157	-91
Hochwertige Technologie	1	7	14	2	18	-1	-61	-50	-122	-39

Quelle: UN Comtrade. – Berechnungen des DIW Berlin

4 Literatur

- 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., Schiersch, A., Schumacher, D. (2010): Wirtschaftsstrukturen, Produktivität und Außenhandel im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 5/2010. Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin, Februar 2010.
- Belitz, H., Gornig, M., Schiersch, A. (2010): Deutsche Industrie durch forschungsintensive Güter erfolgreich.. In: Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 9/ 2010, S. 2-10.
- Belitz, H., Clemens, M., Gornig, M. (2009): Wirtschaftsstrukturen und Produktivität im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 2/2009. Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin, Februar 2009.
- Cordes, A., Gehrke, B. (unter Mitarbeit von Mark Leidmann) (2011): Außenhandel, Strukturwandel und Qualifikationsnachfrage: Aktuelle Entwicklungen in Deutschland und im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 3-2011, NIW, Hannover, Januar 2011.
- Clemens, M., Schumacher, D. (2010): Deutschland im Außenhandel mit forschungsintensiven Waren gut aufgestellt. In: Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 9/ 2010, S. 11-18.
- Gornig, M. und Görzig, B.(2007): Nach 1995 deutliche Wachstumsschwäche der deutschen Wirtschaft im internationalen Vergleich. In: DIW-Wochenbericht 74, 12, S. 183-184
- Legler, H., R. Frietsch (2006): Neuabgrenzung der Wissenswirtschaft – forschungsintensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen (NIW/ISI-Listen 2006), Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 22-2007, NIW / Fraunhofer ISI, Hannover / Karlsruhe.
- Schiersch, A., Belitz, H., Gornig, M. (2011): Fortschreibung internationaler Wirtschaftsstrukturdaten für FuE-intensive Industrien. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 5/2011. Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin, Februar 2011.
- Straßberger,F. u. a. (1997): Wirtschaftsstrukturen im internationalen Vergleich, Beitrag des DIW zur Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1997 im Auftrag des BMBF, Berlin.