

Rammer, Christian

Research Report

Bedeutung von Spitzentechnologien, FuE-Intensität und nicht forschungsintensiven Industrien für Innovationen und Innovationsförderung in Deutschland

ZEW-Dokumentation, No. 11-01

Provided in Cooperation with:

ZEW - Leibniz Centre for European Economic Research

Suggested Citation: Rammer, Christian (2011) : Bedeutung von Spitzentechnologien, FuE-Intensität und nicht forschungsintensiven Industrien für Innovationen und Innovationsförderung in Deutschland, ZEW-Dokumentation, No. 11-01, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/49307>

Standard-Nutzungsbedingungen:

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

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

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

Terms of use:

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

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

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

**Bedeutung von Spitzentechnologien,
FuE-Intensität und
nicht forschungsintensiven Industrien
für Innovationen und Innovations-
förderung in Deutschland**

Christian Rammer

Dokumentation Nr. 11-01

ZEW

Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung GmbH

Bedeutung von Spitzentechnologien, FuE-Intensität und nicht forschungsintensiven Industrien für Innovationen und Innovations- förderung in Deutschland

Christian Rammer

Dokumentation Nr. 11-01

Laden Sie diese ZEW Dokumentation von unserem ftp-Server:

<http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/docus/dokumentation1101.pdf>

**Bedeutung von Spitzentechnologien,
FuE-Intensität und
nicht forschungsintensiven Industrien
für Innovationen und Innovations-
förderung in Deutschland**

Christian Rammer

Mannheim, März 2011

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW)

ISSN 1611-681X

Diese Studie wurde im Auftrag der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH für das Bundesministerium für Bildung und Forschung erstellt.

Kontakt und weitere Informationen:

Christian Rammer
Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW)
Forschungsgruppe Industrieökonomik und Internationale Unternehmensführung
L 7, 1 · 68161 Mannheim · Deutschland
www.zew.de · www.zew.eu
Telefon: +49-621-1235-
Telefax: +49-621-1235-
E-Mail: rammer@zew.de

© ZEW 2011

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	4
2 Spitzentechnologie	6
2.1 Definition von Spitzentechnologien	6
2.2 Identifikation und Messung von Spitzentechnologien	8
2.3 Die Position Deutschlands in der Spitzentechnologie.....	13
2.4 FuE-Intensität als Technologieindikator	20
2.5 Spitzentechnologien und Wirtschaftszweige.....	25
3 Zur Bedeutung der nicht forschungsintensiven Industrie.....	29
3.1 Innovationsleistung nicht forschungsintensiver Industrien und Unternehmen	29
3.2 Innovationsbeziehungen zwischen Spitzentechnologie, nicht forschungsintensiver Industrie und Dienstleistungen	34
4 Innovationspolitik zwischen Technologie- und Innovationsförderung	39
5 Literatur	49
6 Anhang.....	52

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Anteil der Spitzentechnologie an der Wertschöpfung in der Industrie in ausgewählten Ländern 1992-2007 (in %)	16
Abb. 2:	Anteil der Spitzentechnologie an der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung (BIP) 1992-2007 (in %)	16
Abb. 3:	Verteilung der Unternehmen nach ihrer FuE-Intensität nach WZ-Abteilungen in Deutschland 2008/09 (in %)	23
Abb. 4:	Verteilung der Unternehmen mit einer FuE-Intensität von mehr als 7 % nach WZ-Abteilungen in Deutschland 2008/09.....	24
Abb. 5:	Verteilung der Patentanmeldungen in sechs Spitzentechnologiefeldern nach der Sektorzugehörigkeit der Patentklasse (in %)	26
Abb. 6:	Verteilung der Patentanmeldungen in sechs Spitzentechnologiefeldern nach der Sektorzugehörigkeit der Patentanmelder (in %)	27
Abb. 7:	Anteil der FuE-Ausgaben der nicht forschungsintensiven Industrie an den FuE-Ausgaben der Industrie bzw. der Wirtschaft insgesamt 2006 (in %).....	30
Abb. 8:	Anteil der nicht forschungsintensiven Industrie an der deutschen Industrie insgesamt bei ausgewählten Innovationsindikatoren 2009 (in %).....	31
Abb. 9:	Ausgewählte Innovationsindikatoren der nicht forschungsintensiven Industrie in Deutschland und europäischen Vergleichsländern 2008 (in %)	32
Abb. 10:	Herkunft der Innovationsimpulse für Produkt- und Prozessinnovationen in Unternehmen in Deutschland 1996-2002 (in %)	36
Abb. 11:	Innovationspolitische Maßnahmen nach staatlichem Interventionsbedarf	41
Abb. 12:	Anteil der staatlichen FuE-Finanzierung nach Sektorgruppen in Deutschland 2007	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abgrenzung von Spitzentechnologie, Hochwertiger Technologie und nicht forschungsintensiver Industrie in Deutschland und der OECD anhand der FuE-Intensität	11
Tabelle 2: Zuordnung von Branchen des verarbeitenden Gewerbes zur Spitzentechnologie, Hochwertigen Technologie und nicht forschungsintensiven Industrie in Deutschland und der OECD auf Basis der WZ 2003	11
Tabelle 3: FuE-Intensität 2006 nach Branchen und Technologieklassen (in %).....	12
Tabelle 4: Verteilung der FuE-Ausgaben der Wirtschaft nach Sektoren in Deutschland und der OECD 1991-2005 (in %).....	13
Tabelle 5: Veränderung der realen FuE-Ausgaben der deutschen Wirtschaft 1995-2007 nach Branchen.....	15
Tabelle 6: Reales Wachstum der Wertschöpfung in ausgewählten Ländern 1995-2007 (in % pro Jahr).....	17
Tabelle 7: Reales Wachstum der Wertschöpfung in den Spitzentechnologiebranchen 1995-2007 (in % pro Jahr)	17
Tabelle 8: Spezialisierungskennziffern nach Sektorgruppen in Deutschland, den USA, Japan und der EU-14 1995-2008	18
Tabelle 9: Geschwindigkeit des Strukturwandels 1995-2006 in Deutschland und ausgewählten Vergleichsländern: Index of Compositional Structural Change (ICSC).....	18
Tabelle 10: Komponenten der Veränderung der FuE-Intensität der Wirtschaft 1995-2006 in Deutschland und ausgewählten Vergleichsländern: Ergebnisse einer Shift-Share-Analyse	19
Tabelle 11: Sektorale Herkunft von bezugsmarktseitigen Innovationsimpulsen an innovierende Unternehmen in Deutschland 1996-2002 (Verteilung in %)	37
Tabelle 12: Sektorale Herkunft von absatzmarktseitigen Innovationsimpulsen an innovierende Unternehmen in Deutschland 1996-2002 (Verteilung in %).....	38
Tabelle 13: Anteil der Unternehmen in Deutschland mit einer öffentlichen finanziellen Innovationsförderung im Zeitraum 2006-2008 nach Sektorgruppen (in %)	46
Tabelle 14: Verteilung der Anzahl der geförderten Unternehmen und bewilligten Fördermittel an Unternehmen in der Direkten Projektförderung des Bundes im Rahmen von Fachprogrammen 2000-2010 nach Sektorgruppen (in %).....	47
Tabelle 15: Klassifizierung der Technologieintensität von Wirtschaftszweigen (WZ 2003).....	52

1 Einleitung

Die direkte staatliche Förderung von industrieller Forschung und Innovation in Deutschland ist traditionell stark auf sogenannte Spitzentechnologien¹ ausgerichtet. Damit werden Technologien bezeichnet, die gegenüber dem Stand der Technik einen wesentlichen Fortschritt darstellen, deren Entwicklung mit hohen Kosten und hohem Risiko verbunden ist und die ein großes Wachstumspotenzial versprechen. Für hochentwickelte Industrieländer wie Deutschland gilt das Mithalten bei der Entwicklung und frühzeitigen Anwendung von Spitzentechnologien als eine Voraussetzung, um die internationale Wettbewerbsfähigkeit langfristig zu sichern.

Typische Beispiele für Spitzentechnologien sind heute die Biotechnologie, die Nanotechnologie, Werkstofftechnologien, die optische Technologie, die Luft- und Raumfahrttechnik, die Informationstechnik/Mikroelektronik sowie einzelne Felder der Umwelt-, Energie- und Verkehrstechnologien. Die aktive staatliche Förderung von Spitzentechnologien in Deutschland reicht zumindest bis in die 1950er Jahre zurück. Wichtigstes Instrument sind die Fachprogramme der Bundesministerien, ergänzt um institutionelle Maßnahmen wie z.B. die Einrichtung von staatlichen Forschungsorganisationen zur Durchführung von FuE in den entsprechenden Spitzentechnologiefeldern. Die 2006 veröffentlichte Hightech-Strategie der Bundesregierung setzte diese Tradition fort. Dies gilt auch für die neue Hightech-Strategie 2020, die eine stärkere Verzahnung zwischen den großen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Trends und Herausforderung mit der Entwicklung neuer (Spitzen-) Technologien vornimmt.

Trotz der jahrzehntelangen Förderung von Spitzentechnologien in Deutschland wird von der Innovationsforschung immer wieder ein Zurückbleiben Deutschlands in diesen Technologiefeldern konstatiert und eine noch intensivere Förderung eingemahnt. So wird beklagt, dass die Bedeutung der Spitzentechnologie im deutschen Innovationssystem und innerhalb der deutschen Industrie zu gering sei, da der Strukturwandel in Richtung Spitzentechnologie zu langsam voran ginge. Als Konsequenz würden Wachstumschancen vergehen und die künftige Position Deutschlands im internationalen Technologiewettbewerb geschwächt. So schreibt auch die Expertenkommission Forschung und Innovation in ihrem ersten Gutachten:

„Deutschlands Innovationen sind hauptsächlich auf etablierte Industrien ausgerichtet. Wachstumspotenziale in Zukunftsmärkten werden derzeit noch nicht in

¹ In diesem Bericht wird der Begriff „Spitzentechnologie“ stellvertretend für eine Reihe anderer Bezeichnungen mit gleichem oder ähnlichem Bedeutungsinhalt verwendet, wie z.B. Schlüsseltechnologien und Zukunftstechnologien oder - in der englischsprachigen Literatur - Emerging Technologies oder High Technology. Siehe ausführlicher hierzu Abschnitt 2.1.

ausreichendem Maß erschlossen, obwohl die Forschung in Deutschland dafür gute Grundlagen bietet. Forschung und Innovation in der Spitzentechnologie muss stärker gefördert werden.“

(Expertenkommission Forschung und Innovation 2008: 4).

Vor diesem Hintergrund widmet sich der vorliegende Aufsatz der Frage, welche Bedeutung Spitzentechnologien für das deutsche Innovationssystem haben. Dabei geht es auch um die Beziehung zwischen Spitzentechnologien und anderen Branchen wie z.B. die Nutzung von Spitzentechnologien in der nicht forschungsintensiven Industrie oder in den Dienstleistungen für Innovationen. Eingegangen wird außerdem auf die Nützlichkeit und Praktikabilität einer Unterscheidung zwischen Spitzentechnologien und traditionellen Technologien, wobei auch die FuE-Intensität als zentraler Indikator zur Identifizierung von Spitzentechnologien kritisch betrachtet wird.

Des Weiteren wird erörtert, inwieweit eine Fokussierung der Innovationsförderung auf die Spitzentechnologie zielführend ist und ob andere Technologiefelder und Formen von Innovationen gleichberechtigte oder sogar vorrangige Schwerpunkte der Innovationspolitik bilden sollten. Denn gemessen an der Wertschöpfung und Beschäftigung bilden Spitzentechnologiebereiche nicht nur in Deutschland, sondern in allen Ländern ein sehr kleines Segment der Wirtschaft, während traditionelle Technologiefelder, nicht forschungsintensive Industriebranchen und vor allem der Dienstleistungssektor wesentlich höhere Gewichte haben. Gleichzeitig spielen auch in diesen Sektoren Innovationen und die Anwendung neuer Technologien für die Wettbewerbsfähigkeit eine große Rolle. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob es in diesen Sektoren einen staatlichen Interventionsbedarf gibt und in welcher Form der Staat Innovationen und neue Technologien fördern sollte.

Der vorliegende Aufsatz stellt die erweiterte schriftliche Fassung einer Präsentation dar, die im November 2010 im BMBF gegeben wurde.

2 Spitzentechnologie

2.1 Definition von Spitzentechnologien

Als „Spitzentechnologien“ werden hier solche Technologien bezeichnet, die quasi an der Spitze der technologischen Entwicklung stehen und eine wesentliche Triebkraft für den technischen Fortschritt sind. Aufgrund ihrer Schlüsselfunktion für die technologische Entwicklung werden sie auch als „Schlüsseltechnologien“ bezeichnet, aufgrund ihrer Antriebsfunktion für den künftigen technischen Fortschritt auch als „Zukunftstechnologien“. Zieht man diese beiden Dimensionen zusammen, wird von „Key Enabling Technologies“ oder „Schrittmachertechnologien“ gesprochen (so jüngst die Europäische Kommission 2009a,b, 2010). Eng verwandt damit sind auch die Begriffe der „Basistechnologien“ und „Querschnittstechnologien“, die auf die Grundlagenfunktion für die technologische Entwicklung in vielen anderen Branchen abzielen. Außerdem ist international der Begriff Hochtechnologie („High Technology“) weit verbreitet, um Branchen und Technologien zu bezeichnen, die an vorderster Front der Technologieentwicklung stehen. Eng verwandt mit dem Konzept der Spitzentechnologie ist das Konzept der radikalen technischen Innovationen, d.h. von neuen Technologien und Produkten, die grundlegend neue Lösungswege beschreiten und damit Märkte und Wettbewerb wesentlich verändern können.

Spitzentechnologien zeichnen sich im Wesentlichen durch folgende Merkmale aus:

- **Große Ungewissheit über die technologische Umsetzbarkeit:** Forschung an der technologischen Front bedeutet, nach technischen Lösungen zu suchen, für die bisher kaum welche oder überhaupt keine Erfahrungswerte vorliegen. Dadurch wird auch nur eine Abschätzung der Erfolgsaussichten von FuE-Projekten extrem erschwert wenn nicht gar verunmöglicht. Dies erschwert die Finanzierung der Projekte bzw. von auf Spitzentechnologieentwicklung spezialisierten Unternehmen und stellt ein wesentliches Argument für eine staatliche Beteiligung an den FuE-Kosten dar (vgl. Audretsch et al. 2002).
- **Hoher spezifischer FuE-Aufwand:** Die FuE-Ausgaben, die notwendig sind, um technischen Fortschritt zu erzielen und ein marktfähiges neues Produkt zu entwickeln, sind deutlich höher als in anderen Technologiefeldern. Kostentreiber sind dabei sowohl lange Entwicklungszeiträume als auch der Bedarf an aufwendiger Forschungsinfrastruktur (bis hin zu Großanlagen) und die Vielzahl an Fehlschlägen, d.h. FuE-Vorhaben, die nicht das erwartete Ergebnis erbringen. Hinzu kommt, dass Spitzentechnologien oft in Kooperation

von Akteuren mit unterschiedlichen wissenschaftlichen und technologischen Kompetenzen entwickelt werden, was zusätzliche Transaktionskosten verursacht.

- Große Bedeutung der **wissenschaftlichen Forschung**: Die Entwicklung von Spitzentechnologien ist oft eng an neue Erkenntnisse der Grundlagenforschung gebunden und lebt von einem intensiven Austausch zwischen wissenschaftlicher Forschung und industrieller FuE. Spitzentechnologien werden deshalb auch als wissenschaftsgetriebene Technologien bezeichnet (vgl. Grupp 1992; Grupp und Schmoch 1992; Meyer-Krahmer und Schmoch 1998) Der Wissens- und Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft spielt daher eine große Rolle, und die Wissenschaft ist oft selbst ein wesentlicher Produzent neuer Spitzentechnologien, was an einer hohen Anzahl von Patentanmeldungen durch Wissenschaftseinrichtungen und einer größeren Zahl von Unternehmensgründungen aus der Wissenschaft zum Ausdruck kommt.
- Häufiges Auftreten von „**technologischen Brüchen**“: Die Ungewissheit über machbare technologische Lösungswege impliziert, dass in sehr unterschiedliche Richtungen geforscht wird, von denen sich viele als nicht erfolgversprechend erweisen. Gleichzeitig treten immer wieder neue Impulse durch neue Ergebnisse der Grundlagenforschung auf, die zu radikalen Änderungen in der grundsätzlichen Ausrichtung der Forschung in einem Spitzentechnologiefeld führen können.
- Starke **Ausstrahlung auf andere Branchen**: Spitzentechnologien zeichnen sich häufig durch eine hohe Einsatzvielfalt aus und haben somit Eigenschaften von Querschnittstechnologien bzw. „General Purpose Technologies“ (vgl. Lipsey et al. 2005). Mit der Zeit werden immer neue Anwendungsgebiete von Spitzentechnologien auch außerhalb des eigentlichen Technologiefeldes erschlossen, sodass Spitzentechnologien zur Triebkraft der technologischen Entwicklung in unterschiedlichen Anwenderbranchen werden können. Beispiele hierfür sind der Einsatz von Mikroelektronik im Maschinen- und Automobilbau, von Nanotechnologie in der Textil- oder Metallindustrie oder von optischer Technologie in der Medizintechnik. Dies bedeutet gleichzeitig, dass andere Branchen von der risikoträchtigen, zeitaufwendigen und teuren Spitzentechnologieforschung profitieren, da sie selbst die hohen Kosten nicht tragen müssen, sondern sich auf die anwendungsnahe Weiterentwicklung und Integration in die eigenen Produkte konzentrieren können, die meist rasche Verwertungserfolge am Markt versprechen.
- Hohe **Wissen-Spillovers**: Die Nähe zur Grundlagenforschung und die große Offenheit der Technologieentwicklung bedingt, dass die an der Technologieentwicklung beteiligten Akteure von den Forschungsaktivitäten anderer in hohem Maße lernen können. Dies gilt insbesondere für das Lernen aus Misserfolgen anderer, sodass die eigenen FuE-Aktivitäten

auf die erfolgversprechenden Pfade konzentriert werden können. So zeigen auch aktuelle Untersuchungen (vgl. Peters et al. 2010), dass in Spitzentechnologiebranchen intrasektorale externe Effekte von FuE deutlich höher als in anderen Sektoren sind.

- Entstehung von **neuen Märkten**: Spitzentechnologien führen oft zu einem grundlegenden technologischen Wandel („radikale Innovationen“), der Möglichkeiten zur Entwicklung von Produkten und Anwendungen bietet, die völlig neue Märkte entstehen lassen. So haben Mikroelektronik und Informationstechnik zur Herausbildung der Branchen Computerbau und Software geführt. Auch die Biotechnologie lieferte die technologische Basis für neue Geschäftsmodelle. Die Anwendungen der Spitzentechnologie mischen aber auch immer wieder die Märkte im Bereich etablierter Technologien auf und können die Marktbedingungen grundlegend ändern, so z.B. durch den Einsatz digitaler Technologie im Maschinen- und Anlagenbau.

Spitzentechnologie unterliegen - wie alle anderen Technologien - einem stetigen Wandel. Mit der fortschreitenden wissenschaftlichen und technologischen Entwicklung ändern sich auch die Rahmenbedingungen für die Hervorbringung von neuem Wissen und Innovationen. Die Unsicherheit über die gangbaren technologischen Pfade nimmt mit der Zeit ebenso ab wie die Spillovers, die aus der FuE-Tätigkeit Dritter resultieren. Mit der zunehmenden Spezialisierung auf bestimmte Anwendungsfelder wird die Technologieentwicklung stärker marktgetrieben, die Wissenschaftsnähe nimmt ab. Schließlich geht auch die Innovationsmotorfunktion für andere Branchen verloren, und das Potenzial zur Herausbildung neuer Märkte ist ausgeschöpft. Aus früheren Spitzentechnologien werden etablierte Technologien. Dies bedeutet, dass die konkreten Technologien, die unter die Definition von Spitzentechnologien fallen, sich mit der Zeit wandeln.

2.2 Identifikation und Messung von Spitzentechnologien

Die empirische Innovationsforschung hat in den vergangenen Jahrzehnten vielfältige Anstrengungen unternommen, um Spitzentechnologien zu identifizieren und ihre Bedeutung und künftige Entwicklung zu erfassen. Dabei kamen eine Vielzahl von Technikindikatoren zum Einsatz, die entweder auf nationaler, sektoraler oder Unternehmensebene gemessen werden (vgl. Grupp 1997). Grob vereinfachend können die folgenden drei Ansätze unterschieden werden.

- „**Technologische Ansätze**“ versuchen, konkrete Technologien bzw. Technologiefelder anhand der oben angeführten Merkmale hinsichtlich ihres Spitzentechnologiegehalts zu klassifizieren. Zielsetzung ist dabei nicht so sehr die Analyse vergangener oder aktueller Technologien, sondern die Identifikation künftiger Spitzentechnologien. Dabei wird typi-

scherweise auf Expertenbefragungen zurückgegriffen, wobei häufig Delphi-Methoden zum Einsatz kommen (vgl. Grupp und Linstone 1999; Kanama et al. 2008). Das Ergebnis sind (taxative) Listen von Spitzentechnologien. Die Qualität des Ergebnisses hängt stark von der Fachkenntnis der Experten und ihrer Fähigkeit ab, künftige technologischen Entwicklungen zu antizipieren.

- „**Scientometrische Ansätze**“ untersuchen die Dynamik von wissenschaftlicher Forschung und Technologieproduktion anhand von Publikationen und Patenten. Technologiefelder, in denen der wissenschaftliche Output und die Zahl der Patentanmeldungen rasch steigen, deuten auf hohe Potenziale für die Entwicklung neuer technischer Anwendungen auf Basis neuer Forschungsergebnisse hin, was ein zentrales Merkmal von Spitzentechnologien ist (vgl. Meyer-Krahmer und Dreher 2004; Schmoch 2007 zur Zyklizität der Entwicklung von Spitzentechnologien). Häufig kann beobachtet werden, dass die wissenschaftliche Dynamik in einem Technologiefeld der technologischen Dynamik voraus läuft, sodass mögliche neu auftretende (Spitzen-)Technologiefelder durch einen Vergleich der Publikations- und Patentdynamik identifiziert werden können (vgl. Reiß et al. 2007).
- „**Ökonomische Ansätze**“ bemühen sich, wirtschaftliche Aktivitäten (Branchen) oder einzelne Produkte mit Hilfe geeigneter Indikatoren auf das Vorliegen von Spitzentechnologiemerkmalen zu untersuchen. Beobachtungseinheit sind typischerweise Einheiten der Wirtschaftszweig- oder Güterklassifikation, da für diese wirtschaftsstatistische Daten vorliegen. Ein zentraler Indikator ist die FuE-Intensität, d.h. die Relation zwischen FuE-Aktivitäten (Ausgaben für FuE, eingesetztes FuE-Personal) und dem Umfang der wirtschaftlichen Aktivität (Umsatz, Produktionswert, Wertschöpfung, Beschäftigung). Eine hohe FuE-Intensität deutet auf einen hohen spezifischen FuE-Aufwand hin, was ein Kerncharakteristikum von Spitzentechnologien ist. Daneben werden Kennzahlen zum Humankapitaleinsatz (z.B. Anteil Naturwissenschaftler und Ingenieure an allen Beschäftigten), zur Patentaktivität (z.B. Anzahl der Patentanmeldungen in bestimmten Technologiefeldern - gegebenenfalls gewichtet mit einem Maß der ökonomischen oder technologischen Bedeutung des Patents - in Relation zum Umfang der wirtschaftlichen Aktivität), zur Diffusion bestimmter neuer Technologien (z.B. Anteil der Unternehmen, die eine bestimmte Technologie nutzen) oder zu den „Einheitswerten“ von Produkten als Qualitätsmaß („Unit Values“: Wert je Gewichtseinheit eines Produkts). Darüber hinaus wurden in den vergangenen Jahren vermehrt mikroökonomische Analysen vorgenommen, die anhand verschiedener Indikatoren zu Technikeinsatz und Innovationsverhalten Unternehmen klassifizieren und die Verteilung der einzelnen Technik- bzw. Innovationstypen nach Branchen untersuchen (vgl. Peneder 2010).

Die Ergebnisse der drei Ansätze können für unterschiedliche Zwecke genutzt werden. So sind Spitzentechnologielisten hilfreich, wenn es z.B. darum geht, im Rahmen von Technologieförderaktivitäten die Förderung auf solche besonders aussichtsreichen Technologien auszurichten, die auf eine öffentliche Förderung besonders angewiesen sind. Sie können außerdem bei der Beurteilung der technologischen Kompetenzen von Unternehmen oder Wissenschaftseinrichtungen helfen. Das Wissen um mögliche künftige Technologietrends im Bereich der Spitzentechnologie kann sowohl für die Ausgestaltung von innovationspolitischen Programmen, die auf die Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft und die Umsetzung von Grundlagen- und angewandte Forschung abzielen, als auch für die strategische Ausrichtung von FuE-Aktivitäten von Unternehmen eingesetzt werden. Eine Klassifikation des Spitzentechnologie-nähe von wirtschaftlichen Aktivitäten ist wiederum für die Beurteilung der technologischen Leistungsfähigkeit eines Landes eine zentrale Information.

In der Innovationsökonomik hat sich schon früh die **Klassifizierung von Industriebranchen nach ihrer FuE-Intensität** als Hauptansatz zur Identifizierung von wirtschaftlichen Aktivitäten mit Spitzentechnologiepotenzial durchgesetzt (Godin 2004). Ausgehend von einer ersten Arbeit in den USA (Hoffmeyer 1958) hat die OECD Anfang der 1960er Jahre erstmals eine Klassifikation der Technologieintensität von Sektoren anhand des Indikators der FuE-Intensität vorgeschlagen (Freeman et al. 2003). Diese Arbeiten wurden im Rahmen des OECD Science, Technology and Industry Scoreboards weitergeführt (vgl. Hatzichronoglou 1997). Die derzeit verwendete Klassifikation wurde im Jahr 2003 auf Basis von Daten der Jahre 1991 bis 1999 erstellt (vgl. OECD 2003, 2007). Sie unterscheidet vier Branchengruppen: High Technology, Medium-high Technology, Medium-low Technology und Low Technology.

In **Deutschland** wurde Anfang der 1980er Jahre mit einer Pionierarbeit von Harald Legler (1982) die Grundlage für eine ebenfalls primär an der FuE-Intensität ausgerichteten Klassifizierung von Wirtschaftszweigen und Gütern nach ihrer Technologieintensität gelegt. Diese Arbeiten wurden in regelmäßigen Abständen aktualisiert (siehe Grupp und Legler 1987; Grupp und Legler 1997; Grupp et al. 2000; Legler und Frietsch 2006; Gehrke et al. 2010). Im Rahmen der Studien zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands (vgl. Legler et al. 1992; Gehrke et al. 1994) hat sich in Deutschland der Begriff „Spitzentechnologie“ zur Bezeichnung von Branchen mit sehr hoher FuE-Intensität und „Hochwertigen Technologie“ für Branchen mit überdurchschnittlicher, jedoch nicht sehr hoher FuE-Intensität eingebürgert. Diese Unterscheidung orientiert sich an der der OECD, wenngleich unterschiedliche Schwellenwerte zur Abgrenzung dieser Gruppen zugrunde gelegt werden (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Abgrenzung von Spitzentechnologie, Hochwertiger Technologie und nicht forschungsintensiver Industrie in Deutschland und der OECD anhand der FuE-Intensität

	Deutschland (bis 2005)	Deutschland (ab 2006)	OECD
Spitzentechnologie (High Technology)	> 8 %	> 7 %	> 5 %
Hochwertige Technologie (Medium-high Technology)	3,5 - 8 %	2,5 - 7 %	2 - 5 %
Industrie mit niedriger FuE-Intensität (Medium-low Technology)	unter 3,5 %	unter 2,5 %	0,5 - 2 %
Industrie mit sehr niedriger FuE-Intensität (Low Technology)			unter 0,5 %
Datenbasis	OECD-Länder Ende 1990er Jahre	OECD-Länder Anfang 2000er Jahre	OECD-Länder 1991-1999

FuE-Intensität: interne FuE-Ausgaben in % des Produktionswerts.

Quelle: Grupp et al. (2000), Legler und Frietsch (2006), OECD (2009).

Die Klassifikation der OECD erfolgt im Wesentlichen auf Ebene der Abteilungen (2-Steller), in Einzelfällen auch auf Ebene der Gruppen (3-Steller), der Wirtschaftszweigsystematik und liefert damit nur eine relative grobe Zuordnung von Sektoren zur Spitzentechnologie. Die für Deutschland entwickelten Klassifikationen gehen - auf Basis zusätzlicher Analysen mit Daten für Deutschland - bis auf die Ebene von Klassen (4-Stellern) und erlauben eine differenzierte Abgrenzung von Spitzentechnologien. Tabelle 2 zeigt die Branchen (nach Wirtschaftszweigsystematik 2003), die nach deutscher und OECD-Definition den einzelnen Technologieklassen zugeordnet sind.² Eine Aufstellung der Bezeichnungen der Wirtschaftszweige ist im Anhang abgedruckt.

Tabelle 2: Zuordnung von Branchen des verarbeitenden Gewerbes zur Spitzentechnologie, Hochwertigen Technologie und nicht forschungsintensiven Industrie in Deutschland und der OECD auf Basis der WZ 2003

	Deutschland (ab 2006)	OECD
Spitzentechnologie (High Technology)	23.3, 24.2, 24.4, 29.6, 30.02, 32, 33.1-33.3, 35.3	24.4, 30, 32, 33, 35.3
Hochwertige Technologie (Medium-high Technology)	24.13, 24.14, 24.16, 24.17, 24.51, 24.61, 24.63, 24.64, 24.66, 25.11, 25.13, 26.15, 29.1, 29.24, 29.3, 29.4, 29.52-29.56, 30.01 31.1, 31.2, 31.4-31.6, 33.4, 34.1, 34.3, 35.2	24.1-24.3, 24.5-24.7, 29, 31, 34, 35.2, 35.4, 35.5
Industrie mit niedriger FuE-Intensität (Medium-low Technology)	15-22, 23.1, 23.2, 24.11, 24.12, 24.15, 24.3, 24.52, 24.62, 24.65, 24.7, 25.12, 25.2, 26.11-26.14, 26.2-26.8, 27-28, 29.21-29.23, 29.51, 29.7, 31.3, 33.5, 34.2, 35.1, 35.4, 35.5, 36-37	23, 25-28, 35.1
Industrie mit sehr niedriger FuE-Intensität (Low Technology)		15-22, 36-37

WZ 2003: Wirtschaftszweigsystematik 2003, für OECD: ISIC.

1) Nur Länder mit vollständigen Angaben zu FuE und Produktion für die dargestellten Branchen: USA, Japan, Deutschland, Großbritannien, Frankreich, Italien, Südkorea, Spanien, Niederlande, Polen, Belgien, Österreich, Tschechien.

2) In der OECD-Klassifikation ist der Schiffbau (35.1) dem Bereich „Medium-low Technology“ zugewiesen, allerdings liegen aktuell keine separaten Angaben für diese Branche für die USA vor, sodass sie hier mit dem Bahn- und Zweiradbau zusammengefasst ausgewiesen ist.

Quelle: Grupp et al. (2000), Legler und Frietsch (2006), OECD (2009).

² Im Herbst 2010 wurde für Deutschland bereits eine Klassifikation auf Basis der Wirtschaftszweigsystematik 2008 vorgelegt (Gehrke et al. 2010), die primär auf einer Umschlüsselung ohne zusätzliche Analysen beruht.

Die derzeit aktuellsten Daten zur FuE-Intensität in den einzelnen Branchen der Technologieklassen nach OECD-Definition zeigen, dass alle fünf der Spitzentechnologie zugeordneten Branchen im Mittel der großen und einiger mittelgroßen OECD-Länder 2006 eine FuE-Intensität von zumindest 8,7 % aufgewiesen haben (Tabelle 3). In Deutschland weisen zwei der fünf Spitzentechnologiebranchen eine erheblich niedrigere FuE-Intensität als im OECD-Mittel auf, nämlich der Computer- und Büromaschinenbau (4,0 gegenüber 14,6 %) und die Instrumententechnik (7,4 gegenüber 12,2 %). Die FuE-Intensität der Elektronikindustrie ist dagegen höher als im OECD-Mittel. In der Hochwertigen Technologie erreichen in Deutschland die Elektrotechnik und der Schiff-/Bahn-/Zweiradbau nicht den Schwellenwert von 2,0 %.

Tabelle 3: FuE-Intensität 2006 nach Branchen und Technologieklassen (in %)

	WZ 2003	Deutschland	OECD ¹⁾
Spitzentechnologie (High Technology)		9,1	11,7
Pharmaindustrie	24.4	11,2	16,7
Computer-/Büromaschinenbau	30	4,0	13,7
Elektronikindustrie	32	10,3	8,7
Instrumententechnik	33	7,4	11,8
Luftfahrzeugbau	35.3	10,6	11,4
Hochwertige Technologie (Medium-high Technology)		3,3	2,9
Chemieindustrie	24 ohne 24.4	3,4	2,2
Maschinenbau	29	2,4	2,5
Elektrotechnik	31	1,4	3,2
Automobilbau	34	4,7	3,5
Bahn-/Schiff-/Zweiradbau ²⁾	35 ohne 35.3	1,9	3,0
Industrie mit niedriger FuE-Intensität (Medium-low Technology)		0,6	0,6
Mineralölverarbeitung	23	0,1	0,3
Gummi-/Kunststoffverarbeitung	25	1,2	1,2
Glas-/Keramik-/Steinwarenindustrie	26	0,7	0,8
Metallerzeugung/Metallwarenindustrie	27-28	0,5	0,5
Industrie mit sehr niedriger FuE-Intensität (Low Technology)		0,3	0,5
Nahrungsmittel-/Getränke-/Tabakindustrie	15-16	0,2	0,5
Textil-/Bekleidungs-/Lederindustrie	17-19	0,8	0,4
Holz-/Papierindustrie, Druckerei/Verlag	20-22	0,1	0,4
Möbel-/Sport-/Spielwarenindustrie, Recycling	36-37	0,5	0,6
Alle anderen Branchen	01-14, 40-99	0,2	0,3
Insgesamt	01-99	1,0	1,0

FuE-Intensität: interne FuE-Ausgaben in % des Produktionswerts, Währungen zu Kaufkraftparitäten umgerechnet.

1) Nur Länder mit vollständigen Angaben zu FuE und Produktion für die dargestellten Branchen: USA, Japan, Deutschland, Großbritannien, Frankreich, Italien, Südkorea, Spanien, Niederlande, Polen, Belgien, Österreich, Tschechien.

2) In der OECD-Klassifikation ist der Schiffbau (35.1) dem Bereich „Medium-low Technology“ zugewiesen, allerdings liegen aktuell für die USA keine separaten Angaben für diese Branche vor, sodass sie hier mit dem Bahn- und Zweiradbau zusammengefasst ausgewiesen ist.

Quelle: OECD: ANBERD, STAN, MSTI 2/2010. - Berechnungen des ZEW.

Innerhalb der Gruppe der nicht forschungsintensiven Industrien stimmt die derzeit noch geltende Unterteilung der OECD nach Medium-low und Low Technology nicht mehr ganz mit den aktuellen FuE-Intensität überein. So weist die Mineralölverarbeitung mit 0,2 % eine FuE-Intensität deutlich unter dem Schwellenwert von 0,5 % auf, während die Low-Technology-Sektoren „Möbel-/Sport-/Spielwarenindustrie, Recycling“ über diesem Wert liegt und die

Nahrungsmittel-/Getränke-/Tabakindustrie sowie die Textil-/Bekleidungs-/Lederindustrie an diesen Schwellenwert herankommen.

2.3 Die Position Deutschlands in der Spitzentechnologie

Die Position Deutschlands in der Spitzentechnologie wurde in den vergangenen drei Jahrzehnten im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands umfassend untersucht. Dabei wurden insbesondere die Bedeutung der Spitzentechnologie innerhalb der FuE-Tätigkeit der Wirtschaft (vgl. aktuell Schasse et al. 2011), die Patentaktivitäten im Bereich der Spitzentechnologie (vgl. aktuell Frietsch et al. 2011), die Entwicklung von Wertschöpfung und Beschäftigung in Spitzentechnologiebranchen (vgl. aktuell Belitz et al. 2011) sowie die Performance Deutschlands im Außenhandel mit Spitzentechnologiegütern (vgl. aktuell Cordes und Gehrke 2011) betrachtet. Im Folgenden werden die Hauptaussagen zusammengefasst.

Tabelle 4: Verteilung der FuE-Ausgaben der Wirtschaft nach Sektoren in Deutschland und der OECD 1991-2005 (in %)

	Deutschland						OECD ¹⁾						Anteil Deutschlands an OECD ¹⁾					
	'91	'95	'99	'03	'05	'07	'91	'95	'99	'03	'05	'07	'91	'95	'99	'03	'05	'07
Spitzentechnologie	34,9	32,9	30,5	30,2	30,6	27,9	42,1	42,6	40,0	39,1	41,3	40,1	8,8	6,9	6,7	6,8	6,3	5,9
Pharmaindustrie	5,6	4,7	6,2	8,0	8,8	7,7	6,8	8,1	7,9	9,0	12,3	12,4	8,8	5,2	6,9	7,8	6,0	5,2
Computerbau	4,9	3,9	1,9	1,4	1,4	1,6	7,9	5,8	5,3	4,7	3,9	2,4	6,6	6,1	3,2	2,5	3,0	5,5
Elektronikindustrie	14,5	10,1	10,8	8,7	8,5	7,1	11,5	13,6	13,2	12,8	13,7	13,8	13,4	6,7	7,2	5,9	5,3	4,3
Instrumententech.	1,7	6,0	5,0	7,1	6,8	7,2	5,6	6,5	7,3	6,9	6,2	6,6	3,2	8,3	5,9	8,9	9,2	9,2
Luftfahrzeugbau	8,1	8,2	6,6	5,1	5,1	4,3	10,2	8,6	6,3	5,6	5,1	4,9	8,5	8,5	9,3	7,9	8,5	7,5
Hochwertige Technologie	53,0	54,4	52,8	53,6	51,6	53,3	30,4	30,9	27,8	26,3	26,0	25,6	18,6	15,8	16,7	17,8	16,9	17,6
Chemieindustrie	14,2	13,4	10,7	8,7	7,7	7,3	8,3	7,4	6,0	5,1	5,0	4,4	18,2	16,3	15,9	14,9	13,1	14,2
Maschinenbau	10,5	11,4	10,1	9,9	10,7	11,1	5,5	6,0	5,5	5,4	5,8	6,0	20,5	17,0	16,1	16,0	15,6	15,7
Elektrotechnik	10,3	7,2	3,0	2,8	3,0	3,1	5,5	4,8	3,8	3,0	3,1	3,0	19,9	13,4	7,1	8,2	8,2	8,8
Automobilbau	17,5	21,3	28,0	31,8	29,8	31,4	10,7	12,2	11,9	12,2	11,6	11,4	17,4	15,6	20,7	22,8	21,8	23,2
Bahn-/Schiffbau	0,4	1,0	0,9	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,6	0,5	0,6	0,9	12,4	20,2	12,0	6,8	7,7	3,8
Nicht forsch.-int. Industrie	8,2	8,0	7,6	7,1	7,1	7,5	11,1	10,4	8,8	8,7	9,1	9,7	7,9	6,9	7,5	7,1	6,7	6,5
Dienstleistungen	2,4	3,6	8,2	8,5	10,1	10,6	14,2	13,9	20,8	24,1	21,8	22,6	1,8	2,3	3,5	3,1	3,9	4,0
Übrige Wirtschaft	1,6	1,2	1,0	0,5	0,6	0,7	2,0	2,2	2,6	1,8	1,9	2,0	8,4	4,7	3,4	2,7	2,7	3,0
Insgesamt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10,7	9,0	8,8	8,7	8,5	8,4

1) 1991: 17 große Länder, ab 1995: 24 große Länder.

Quelle: OECD: ANBERD, STAN. - Berechnungen des NIW.

Der **Anteil der Spitzentechnologie an den gesamten FuE-Ausgaben** der deutschen Wirtschaft ist in Deutschland deutlich **niedriger** als im OECD-Mittel. 2007 entfielen hierzulande auf die Spitzentechnologiebranchen 28 % der gesamten FuE-Ausgaben der Wirtschaft, im Vergleich zu 40 % in der OECD. Deutschland trug damit im Jahr 2007 nur mehr 5,9 % zu den gesamten FuE-Ausgaben im Bereich der Spitzentechnologie in den OECD-Ländern bei (Tabelle 4). Deutschlands Anteil an den gesamten FuE-Ausgaben der Wirtschaft in der OECD

war 2007 mit 8,4 % beträchtlich höher. In der Hochwertigen Technologie entfielen sogar 17,6 % der OECD-FuE-Ausgaben auf Deutschland.

Der **Anteil der FuE-Ausgaben in der Spitzentechnologie** an den gesamten FuE-Ausgaben der Wirtschaft in Deutschland ist seit Anfang der 1990er Jahre **rückläufig**, von rund 35 % in 1991 auf 28 % in 2007. In der OECD blieb er bei gut 40 % weitgehend stabil. Während in Deutschland die Pharmaindustrie und die Instrumententechnik in den vergangenen 20 Jahren ihre FuE-Ausgaben überdurchschnittlich steigern konnten, fielen der Computerbau, die Elektronikindustrie und der Luftfahrzeugbau erheblich zurück. Trugen diese drei Branchen 1991 noch 27,5 % zu den FuE-Ausgaben der deutschen Wirtschaft bei, waren es 2007 nur mehr 13 %.

Gleichwohl waren zwei Teilbranchen der Spitzentechnologie, nämlich die **Pharmaindustrie** und die **Instrumententechnik** (Messtechnik/Optik) wesentliche Triebkräfte für die Ausweitung der FuE-Ausgaben der deutschen Wirtschaft seit Mitte der 1990er Jahre. Zu konstanten Preisen gerechnet erhöhten sich die FuE-Ausgaben von 1995 bis 2007 um 23,5 Mrd. € oder um 4,2 % pro Jahr. Die Pharmaindustrie erhöhte ihre FuE-Ausgaben um 8,1 % pro Jahr und trug damit gut 12 % zum Zuwachs der FuE-Ausgaben der deutschen Wirtschaft bei (Tabelle 5). Die Instrumententechnik leistet bei einer Wachstumsrate von 6,6 % p.a. einen Beitrag von gut 10 %. Einzig die Automobilindustrie weist unter den Industriebranchen ein ähnliches hohes Wachstum der FuE-Ausgaben (7,8 % p.a.) auf. Aufgrund des hohen absoluten Ausgabenvolumens entfällt auf die Automobilindustrie allerdings fast die Hälfte des Zuwachses der FuE-Ausgaben. Eine weitere bedeutende Triebkraft hinter der FuE-Ausgabenanstieg sind die Dienstleistungen.

Gemessen an den **Patentanmeldungen** nach Technologiefeldern weist Deutschland ebenfalls **geringe Anteile** im Bereich **der Spitzentechnologie** auf. Während in Deutschland im Zeitraum 2006-2008 rund 20 % aller Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt und über das PCT-Verfahren der Spitzentechnologie zuzuordnen sind, liegt diese Quote in den USA, Japan, Südkorea, Großbritannien und Frankreich zwischen 29 und 32 %. Im Vergleich zu den Patentaktivitäten in der OECD ist das Technologiefeld „Waffen“ der einzige Spitzentechnologiebereich, in dem Deutschland einen klar überdurchschnittlichen Anteil am Patentaufkommen zeigt (Frietsch et al. 2011: 14). Bei Schädlingsbekämpfungsmitteln und in der Luftfahrttechnik kam Deutschland auf einen durchschnittlichen Anteil. Gleichwohl nahmen die Patentanmeldungen durch Erfinder aus Deutschland in einigen Spitzentechnologiefeldern in den 2000er Jahren besonders stark zu (Luftfahrttechnik, Medizintechnik, Waffen, optische/elektronische Messtechnik, Schädlingsbekämpfungsmittel).

Tabelle 5: Veränderung der realen FuE-Ausgaben der deutschen Wirtschaft 1995-2007 nach Branchen

	FuE-Ausgaben zu Preisen des Jahres 2000 in Mio. €		durchschnittliche jährliche Wach- stumsrate der realen FuE-Ausgaben 1995-2007 in %	Beitrag zum realen Wachstum der FuE- Ausgaben 1995- 2007 in %
	1995	2007		
Spitzentechnologie	10.020	15.779	3,1	24,6
Pharmaindustrie	1.627	4.504	8,1	12,3
Computerbau	1.161	713	-4,7	-1,9
Elektronikindustrie	3.050	3.717	0,9	2,8
Instrumententechnik	1.759	4.150	6,6	10,2
Luftfahrzeugbau/Waffen ^{a)}	2.423	2.695	0,2	1,2
Hochwertige Technologie	16.033	28.362	4,0	52,6
Chemieindustrie	3.700	3.550	-1,1	-0,6
Maschinenbau ^{a)}	3.182	4.979	3,1	7,7
Elektrotechnik	2.021	1.490	-3,2	-2,3
Automobilbau	6.755	18.115	7,8	48,4
Bahn-/Schiff-/Zweiradbau	375	229	-4,7	-0,6
Nicht forschungsintensive Industrie	2.030	3.279	3,3	5,3
Dienstleistungen	1.094	5.169	13,0	17,4
Land-/Forstwirtschaft, Bergbau, Energie, Baugewerbe	394	429	0,0	0,1
Insgesamt	29.571	53.019	4,2	100,0

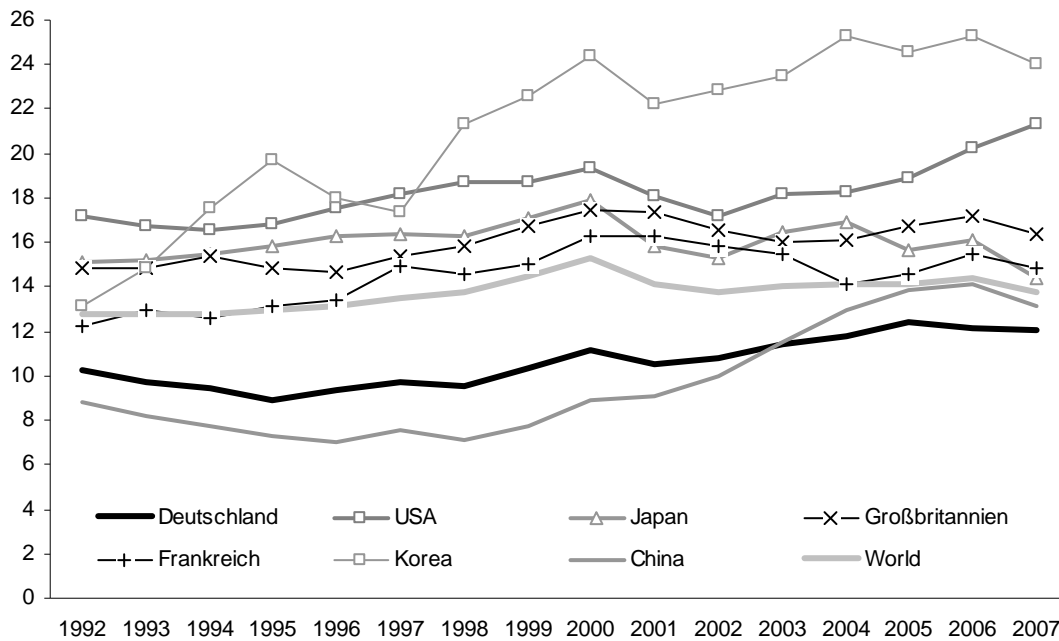
a) Luftfahrzeugbau inklusive Waffen (WZ 2003 29.6), Maschinenbau exklusive Waffen.

Quelle: Stifterverband: FuE-Erhebungen 1995 und 2007; OECD: MSTI 2/2010. - Berechnungen des ZEW.

Der **Anteil der Spitzentechnologie** an der **industrielle Wertschöpfung** ist in Deutschland deutlich **niedriger** als in den anderen großen Industrieländern und lag 2007 mit 12,1 % unter dem weltweiten Mittel (13,7 %) (Abb. 1). Zwar nahm das Gewicht der Spitzentechnologie innerhalb der Wertschöpfung der deutschen Industrie seit Anfang der 1990er Jahre etwas rascher als im weltweiten Durchschnitt zu, blieb aber hinter dem Wachstum der USA oder Frankreichs zurück. Besonders stark wuchs die Wertschöpfung in den Spitzentechnologiebranchen Südkoreas und Chinas.

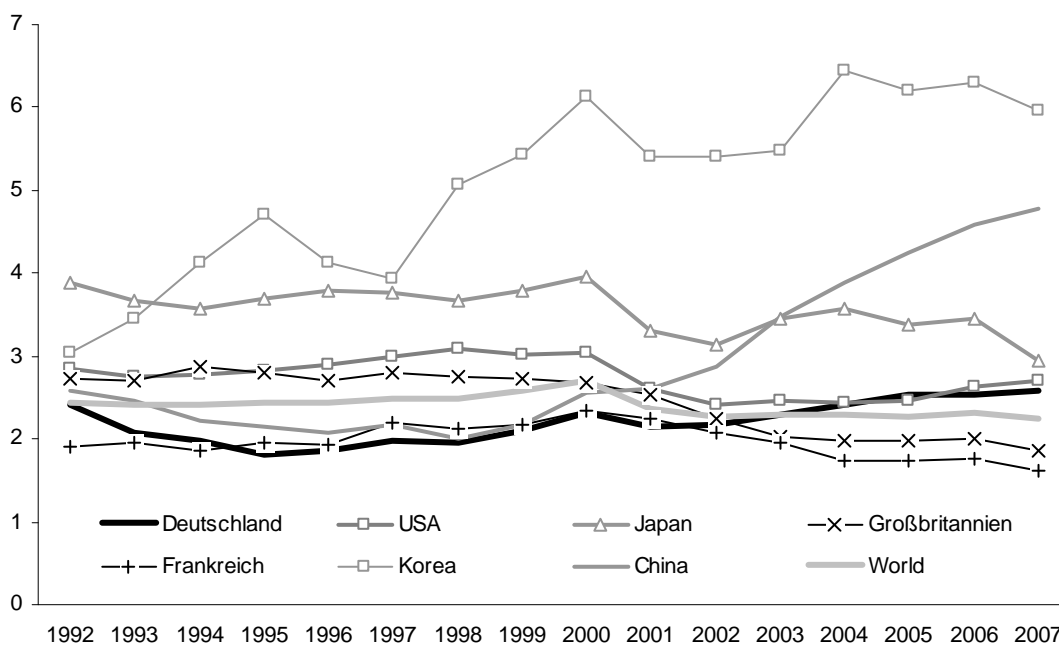
Der niedrige Strukturanteil der Spitzentechnologie innerhalb der Industrie ist allerdings zum Teil auch dem im internationalen Vergleich sehr hohem Gewicht der anderen Industriebranchen - insbesondere der Hochwertigen Technologie (Automobilbau, Maschinenbau, Chemie, Elektrotechnik) - geschuldet. Legt man den **Anteil der Spitzentechnologie** an der **gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung** (BIP) als Maßstab an, so weist Deutschland mit einem Anteil von 2,6 % (2007) einen im weltweiten Maßstab **überdurchschnittlichen** Wert auf, der auf dem Niveau der USA und über den Werten von Großbritannien oder Frankreich liegt (Abb. 2). Während in Deutschland der Beitrag der Spitzentechnologie zum BIP seit Mitte der 1990er Jahre **kontinuierlich gestiegen** ist, ging er in Japan, Großbritannien und Frankreich in den 2000er Jahren zurück, in den USA liegt er heute etwa auf dem Niveau der frühen 1990er Jahre.

Abb. 1: Anteil der Spitzentechnologie an der Wertschöpfung in der Industrie in ausgewählten Ländern 1992-2007 (in %)



Quelle: National Science Board: Science and Engineering Indicators 2010 (auf Basis von IHS Global Insight, World Industry Service database). - Berechnungen des ZEW.

Abb. 2: Anteil der Spitzentechnologie an der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung (BIP) 1992-2007 (in %)



Quelle: National Science Board: Science and Engineering Indicators 2010 (auf Basis von IHS Global Insight, World Industry Service database). - Berechnungen des ZEW.

Hinter der verhaltenen Dynamik des Spitzentechnologieanteils am BIP in den anderen großen entwickelten Industrieländern steht zum Teil das starke Wachstum des Dienstleistungssektors.

Aber auch bei der realen **Wachstumsrate** der Wertschöpfung in der **Spitzentechnologie** im Zeitraum 1995-2007 liegt Deutschland mit 4,6 % pro Jahr weit über dem weltweiten Mittel (0,8 %) und erheblich über dem Wachstum in den USA (2,7 %), Großbritanniens (1,4 %) und Frankreichs (1,0 %) (Tabelle 6). Südkorea weist mit 4,5 % eine vergleichbar hohe Wachstumsrate auf, während in China die Spitzentechnologie mit 17 % pro Jahr besonders rasant wuchs. Die Wertschöpfung in den deutschen Spitzentechnologiebranchen wuchs wesentlich rascher als in der Industrie (2,0 %) und in der deutschen Wirtschaft insgesamt (1,6 %).

Tabelle 6: Reales Wachstum der Wertschöpfung in ausgewählten Ländern 1995-2007 (in % pro Jahr)

	Spitzentechnologie	Industrie insgesamt	Wirtschaft insgesamt
Deutschland	4,6	2,0	1,6
USA	2,7	0,7	3,0
Japan	-2,4	-1,6	-0,5
Großbritannien	1,4	0,5	5,0
Frankreich	1,0	0,0	2,6
Südkorea	4,5	2,8	2,5
China	17,0	11,4	9,4
Welt	0,8	0,3	1,5

Quelle: National Science Board: Science and Engineering Indicators 2010 (auf Basis von IHS Global Insight, World Industry Service database); OECD: MSTI 2/2010 - Berechnungen des ZEW.

Das **überdurchschnittliche Wachstum** der Wertschöpfung in der Spitzentechnologie betraf **alle fünf Teilbranchen**. Besonders rasch expandierte die Pharmaindustrie und der Luftfahrzeugbau, aber auch die Elektronikindustrie und die Instrumententechnik legten stärker als in den anderen großen entwickelten Industrieländern zu (Tabelle 7). Die Wachstumsraten der deutschen Spitzentechnologiebranchen lagen 1995-2007 jeweils über denen der USA, Japans, Großbritanniens und Frankreichs.

Tabelle 7: Reales Wachstum der Wertschöpfung in den Spitzentechnologiebranchen 1995-2007 (in % pro Jahr)

	Deutschland	USA	Japan	Großbritannien	Frankreich	Korea	China	Welt
Pharmaindustrie	6,8	6,2	-1,2	5,5	2,9	3,0	16,1	2,8
Computerbau	0,3	-0,5	-12,0	-3,9	-14,5	-0,7	33,3	-1,8
Elektronikindustrie	2,3	1,9	-1,8	-6,5	-0,7	5,5	12,9	-0,4
Instrumententechnik	4,8	-1,6	-0,5	3,2	-0,1	1,9	16,1	0,7
Luftfahrzeugbau	7,8	4,5	3,9	3,5	6,3	8,0	22,2	3,7

Quelle: National Science Board: Science and Engineering Indicators 2010 (auf Basis von IHS Global Insight, World Industry Service database); OECD: MSTI 2/2010 - Berechnungen des ZEW.

Diese überdurchschnittlichen Wachstumsraten führten dazu, dass die deutsche Volkswirtschaft seit etwa 2004 eine leicht positive und **kontinuierlich zunehmende Spezialisierung auf Spitzentechnologien** aufweist. Im Jahr 2008 erreichte Deutschland das gleiche Spezialisierungsniveau in der Spitzentechnologie wie die USA. Seit Mitte der 1990er Jahre hat **Deutschland in der Spitzentechnologie** - bezogen auf die Wertschöpfung - somit **erheblich aufgeholt**. Die Spezialisierungskennziffern verbesserten sich in **allen Teilbranchen** (Tabelle

8, vgl. Belitz et al. 2011). Besonders stark war das Wachstum in der Instrumententechnik, dem Luftfahrzeugbau, der Pharmaindustrie und der Elektronikindustrie, während der Computerbau zurückfiel. Allerdings zogen die FuE-Ausgaben bei diesem Wachstumsprozess nicht mit, sodass die FuE-Intensität in der Spitzentechnologie zurückging. Dies gilt besonders für die vom Produktionsvolumen her wichtigste Teilbranche, die Elektronikindustrie.

Tabelle 8: Spezialisierungskennziffern nach Sektorgruppen in Deutschland, den USA, Japan und der EU-14 1995-2008

	DE		US		JP		EU-14 ^{a)}	
	1995	2008	1995	2007	1995	2006	1995	2008
Spitzentechnologie	-28	9	21	8	30	39	-22	-16
Pharmaindustrie	-23	1	-13	-1	3	-4	22	10
Computerbau	-12	-8	-6	-28	65	107	-28	-41
Elektronikindustrie	-75	-30	19	-12	62	93	-58	-39
Instrumententechnik	12	49	26	8	-4	-27	-39	-11
Luftfahrzeugbau	-72	-11	47	46	-163	-129	-12	-42
Hochwertige Technologie	52	75	-12	-29	23	38	-14	-12
Chemieindustrie	23	37	3	11	-4	-15	-6	-17
Maschinenbau	59	85	-29	-47	25	28	-3	1
Elektrotechnik	76	86	-38	-62	37	40	-14	-1
Automobilbau	57	85	-3	-46	36	81	-42	-44
Bahn-/Schiff-/Zweiradbau	3	30	2	-38	-15	-54	2	39
Nicht forschungsintensive Industrie	2	12	-12	-19	14	20	11	11
Wissensintensive Dienstleistungen	-3	-9	14	12	-27	-18	-4	-3
Nicht wissensintensive Dienstleistungen^{b)}	-4	3	-4	-6	21	19	-4	1
Insgesamt	0	0	0	0	0	0	0	0

a) AT, BE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IR, IT, NL, LU, PT, SE. - b) nur gewerbliche Dienstleistungen.

Quelle: EU-KLEMS 11/2009. - Berechnungen des DIW.

Tabelle 9: Geschwindigkeit des Strukturwandels 1995-2006 in Deutschland und ausgewählten Vergleichsländern: Index of Compositional Structural Change (ICSC)

Produktion ^{a)}		Wertschöpfung ^{b)}		Erwerbstätige ^{c)}		FuE-Ausgaben (VG) ^{d)}	
Korea	0,140	Korea	0,114	Korea	0,143	USA	0,197
Großbritannien	0,134	Großbritannien	0,113	Deutschland	0,106	Deutschland	0,182
Deutschland	0,099	Japan	0,081	Japan	0,091	Korea	0,173
Japan	0,085	Deutschland	0,076	Großbritannien	0,074	Großbritannien	0,169
Frankreich	0,080	Frankreich	0,067	Frankreich	0,057	Japan	0,150
USA ⁺	0,078	USA ⁺	0,058	USA ⁺	0,057	Frankreich	0,119

ICSC: Differenzbetrag zwischen den Anteilwert eines Sektors in den Jahren 1995 und 2006, aufsummiert über alle Sektoren.

Je größer der ICSC, desto schneller vollzieht sich der sektorale Strukturwandel.

a) Bruttoproduktionswert in nationaler Währung zu konstanten Preisen basierend auf 56 Wirtschaftssektoren

b) Bruttowertschöpfung in nationaler Währung zu konstanten Preisen basierend auf 50 Wirtschaftssektoren

c) Basierend auf 58 Wirtschaftssektoren

d) FuE-Ausgaben des verarbeitenden Gewerbes in nationaler Währung zu konstanten Preisen; Zuordnung nach Hauptaktivität, für Frankreich und Großbritannien nach Produktfeld.

⁺ SIC Klassifikation.

Quelle: EU-KLEMS 3/2008; OECD: ANBERD 2009. - Berechnung von Joanneum Research.

Die Strukturverschiebung zugunsten der Spitzentechnologie ist Teil eines - im internationalen Vergleich - erstaunlich **raschen Wandels der wirtschaftlichen Strukturen in Deutschland**. Die sektorale Dynamik von Produktion, Wertschöpfung, Beschäftigung und FuE-Ausgaben ist in Deutschland höher oder ähnlich hoch wie in den USA, die gerne als Land des besonders rasanten wirtschaftlichen Wandels angesehen werden (Tabelle 9). Bei den FuE-Ausgaben

vollzog sich der Strukturwandel besonders rasch. Von einer Trägheit der sektoralen Strukturen im deutschen Innovationssystem in den vergangenen 10-15 Jahren kann somit keine Rede sein.

Der rasche sektorale Wandel im Bereich der FuE-Tätigkeit zeigt sich auch bei einer Zerlegung des Wachstums der FuE-Intensität der Wirtschaft seit 1995 in die Komponenten „Struktureffekt“ und „Intensitätseffekt“. Der Struktureffekt misst den Beitrag zur Veränderung der FuE-Intensität durch die veränderte Sektorstruktur unter der Annahme, dass die FuE-Intensitäten je Sektor konstant geblieben wäre. Der Intensitätseffekt misst umgekehrt den Beitrag zur Veränderung der FuE-Intensität durch die Veränderung der FuE-Intensität je Sektor unter der Annahme, die Sektorstruktur wäre konstant geblieben. Ein Interaktionseffekt erfasst schließlich noch den Beitrag, der durch einen Strukturwandel zugunsten von Sektoren mit steigender FuE-Intensität ausgeht. Für Deutschland zeigt sich eine klare Dominanz des Struktureffekts. Die **Zunahme der FuE-Intensität** der Wirtschaft zwischen 1995 und 2006 kann fast ausschließlich auf einen **Wandel der sektoralen Zusammensetzung** zurückgeführt werden, d.h. Branchen mit einer hohen FuE-Intensität sind rascher gewachsen und haben dadurch die FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft noch oben gezogen (Tabelle 10). Gewinner dieses Strukturwandels waren innerhalb der Spitzentechnologie die Instrumententechnik, der Flugzeugbau, die Pharmaindustrie und - in geringem Ausmaß - auch die Elektronikindustrie (vgl. Polt et al. 2010: 193ff). In Japan, den USA, Großbritannien und Frankreich war dagegen der Intensitätseffekt, d.h. die Erhöhung der FuE-Intensität innerhalb einzelner Branchen, hauptverantwortlich für den Anstieg der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität.

Tabelle 10: Komponenten der Veränderung der FuE-Intensität der Wirtschaft 1995-2006 in Deutschland und ausgewählten Vergleichsländern: Ergebnisse einer Shift-Share-Analyse

	FuE-Intensität ^{a)} in %		Differenz der FuE-Intensität ^{a)} 2006-1995 in %-Punkten			
	1995	2006	insgesamt	davon: Struktureffekt ^{b)}	davon: Intensitätseffekt ^{c)}	davon: Interaktionseffekt ^{d)}
Korea	1,75	2,69	0,94	0,23	0,63	0,08
Japan	1,90	2,62	0,72	-0,16	1,83	-0,95
Deutschland	1,45	1,87	0,32	0,29	0,07	-0,04
USA	1,77	1,89	0,12	-0,21	0,47	-0,13
Frankreich	1,39	1,28	-0,11	-0,17	0,23	-0,16
Großbritannien	1,24	1,06	-0,18	-0,28	0,16	-0,07

a) FuE-Intensität beruht auf den Berechnungen der Shift-Share-Analyse und entspricht wegen fehlender Werte für einzelne Sektoren nicht der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität.

b) Beitrag durch eine veränderte Sektorstruktur bei Annahme konstanter FuE-Intensitäten je Sektor.

c) Beitrag durch eine veränderte sektorale FuE-Intensität bei Annahme konstanter Sektorstruktur.

d) Beitrag durch einen Strukturwandel zu Sektoren mit steigender FuE-Intensität.

Quelle: OECD: MSTI 1/2009, ANBERD 2009, STAN 2009. - Berechnungen von Joanneum Research.

Fazit

Die Position Deutschlands hat sich in den Spitzentechnologiebranchen in den vergangenen Jahren quantitativ merklich verbessert. Die Wertschöpfung stieg seit 1995 so stark wie in keinem der anderen großen hochentwickelten Industrieländer. Dies gilt für alle Teilbranchen (Pharma, Elektronik, Messtechnik/Optik, Computer, Flugzeuge). Im Zuge eines raschen Strukturwandels der deutschen Wirtschaft nahm das ökonomische Gewicht der Spitzentechnologie zu, sodass heute Deutschland bei der Wertschöpfung auf Spitzentechnologie spezialisiert ist. Positiv stechen dabei die Messtechnik/Optik und jüngst auch die Pharmaindustrie hervor. Gleichwohl ist die volkswirtschaftliche Bedeutung der Spitzentechnologie mit einem BIP-Anteil von 2,6 % nicht herausragend, erreicht aber das Niveau der USA. Die FuE-Ausgaben und Patentaktivitäten konnten mit dem Tempo der Produktionsausweitung nicht in allen Teilbranchen mithalten. Die Elektronik, der Computerbau und der Luftfahrzeugbau verloren deutlich an Boden. FuE in der Pharmaindustrie und der Messtechnik/Optik entwickelten sich dagegen sehr positiv.

2.4 FuE-Intensität als Technologieindikator

In der empirischen Innovationsforschung sowohl in Deutschland wie international ist es üblich, Spitzentechnologieaktivitäten auf sektoraler Ebene primär anhand der FuE-Intensität zu identifizieren. Dies ist inhaltlich gerechtfertigt, da sich Spitzentechnologie im Allgemeinen - wie oben ausgeführt - durch einen hohen FuE-Aufwand auszeichnen, um letztlich eine Produkteinheit herstellen zu können. Aus praktischen Gesichtspunkten noch wichtiger ist, dass dieser Indikator nach Ländern, Branchen und über die Zeit sehr gut verfügbar ist. Gleichzeitig basiert er auf einem international weitgehend vereinheitlichten Messkonzept und einer zufriedenstellenden internationalen Vergleichbarkeit. Für alle anderen Dimensionen von Spitzentechnologien - hohe Unsicherheit, Möglichkeit abrupter Änderungen in technologischen Pfaden, enge Verbindung zwischen wissenschaftlicher Grundlagenforschung und angewandter technischer Entwicklung, lange Zeiträume und hohe Investitionen für einzelne Forschungsvorhaben, starke Technologieimpulse auf andere Branchen, hohe Wachstumsaussichten - liegen kaum international vergleichbare, zwischen Branchen einheitlich gemessene und für längere Zeiträume erhobene Daten vor.

Neben den Vorteilen weist die FuE-Intensität, wie jeder andere Indikator auch, spezifische Schwächen auf, die seine Aussagekraft einschränken können:

- Erstens ist die FuE-Intensität (sofern sie bezogen auf den Umsatz oder Produktionswert ermittelt wird) abhängig von der **Vorleistungsintensität der Produktion**, d.h. von den Kosten für Materialien, Hilfs- und Betriebsmitteln, Dienstleistungen und andere Vorarbei-

ten, die zur Herstellung einer Produkteinheit benötigt werden. Eine hohe Vorleistungsintensität erhöht den Umsatz und verringert damit die FuE-Intensität bei sonst gleichem FuE-Aufwand, der notwendig ist, um eine neue Technologie bzw. ein neues Produkt zu entwickeln. Die Vorleistungsintensität ist in Branchen besonders hoch, die komplexe Produkte aus vielen (mitunter technologisch wenig komplexen) Vorleistungskomponenten herstellen oder die Vormaterialien bei geringer eigener Wertschöpfung weiterverarbeiten.³ Dies trifft z.B. auf die Herstellung von Maschinen und Fahrzeugen zu. Die Vorleistungsintensität hängt zudem von der Arbeitsteilung zwischen Branchen ab. Branchen, die sich auf die Herstellung technologisch anspruchsvoller Komponenten spezialisieren, die als Vorprodukte an andere Branche geliefert werden, werden bei gleichem FuE-Aufwand zur Entwicklung neuer Technologien/Produkte eine höhere FuE-Intensität aufweisen (z.B. Elektronik, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik, optische Bauteile).

- Zweitens wird die FuE-Intensität von der **Stückzahl** bzw. der **Menge** beeinflusst, die **von einem bestimmten Produkt hergestellt** wird. Bei gleichem FuE-Aufwand zur Entwicklung einer neuen Technologie bzw. eines neuen Produkts wird die FuE-Intensität in Branchen niedriger sein, die von diesen Produkten über den gesamten Produktlebenszyklus große Mengen produzieren. Die Gesamtmenge der hergestellten Einheiten eines Produktes hängt u.a. von der Länge des Produktlebenszyklus und der Nachfrage ab, die wiederum vom Einsatzbereich und der Verfügbarkeit von Substituten beeinflusst wird. Hohe Produktionsmengen je Produkt weisen z.B. die Chemieindustrie und andere materialverarbeitende Branchen auf, aber auch der Automobilbau und einzelne Sparten der Elektroindustrie. Zu den Branchen, die typischerweise nur kleine Stückzahlen herstellen, zählen der Maschinenbau, der Schiff-, Bahn- und Flugzeugbau oder die Instrumententechnik.
- Drittens hängt die Höhe der FuE-Intensität eines Unternehmens oder einer Branche in einem bestimmten Land auch von der **internationalen Arbeitsteilung bei Forschung und Produktion** ab. In Branchen, in denen sich die hochentwickelten Industrieländer primär auf Forschung und Entwicklung spezialisiert haben und nur mehr die neuesten Produktgenerationen oder bestimmte Spezialprodukte bzw. Produkte für Marktnischen (z.B. besonders hochwertige Produktvarianten) vor Ort produziert werden., während die Massenproduktion an Standorten mit niedrigen Faktorkosten stattfindet, wird die FuE-Intensität in den hochentwickelten Industrieländern tendenziell höher sein. Denn der hohe FuE-

³ Die OECD hat in den 1990er Jahren eine Klassifikation von Spitzentechnologiebranchen verfolgt, die auch die FuE-Intensität der bezogenen Vorleistungen mit einbezog. Hierfür wurden auf Basis von Input-Output-Tabellen die durchschnittlich FuE-Intensität der Vorleistungen ermittelt (vgl. Hatzichronoglou 1997). Die Ergebnisse im Hinblick auf die Klassifikation von Spitzentechnologiebranchen unterscheiden sich nicht wesentlich von denen, die ohne Berücksichtigung der indirekten FuE-Intensität erzielt wurden.

Aufwand zur Produktentwicklung bezieht sich auf ein relativ kleines Produktionsvolumen. Eine solche Situation findet sich z.B. in vielen Sparten der Elektronikindustrie („fabless“ Elektronikunternehmen) und des Computerbaus, aber auch bei verschiedenen Konsumgütern (z.B. Schuhe, Sportgeräte). Umgekehrt wird die FuE-Intensität in den hochentwickelten Industrieländern niedrig sein, wenn hier auch noch ein großer Teil der Produktion stattfindet und der Weltmarkt von diesen Ländern aus versorgt wird (wie z.B. derzeit noch im Automobilbau oder im Maschinenbau). Im Zeitablauf kann die FuE-Intensität einer Branche in den hochentwickelten Industrieländern alleine dadurch steigen, dass Produktionsaktivitäten in andere Länder verlagert werden.

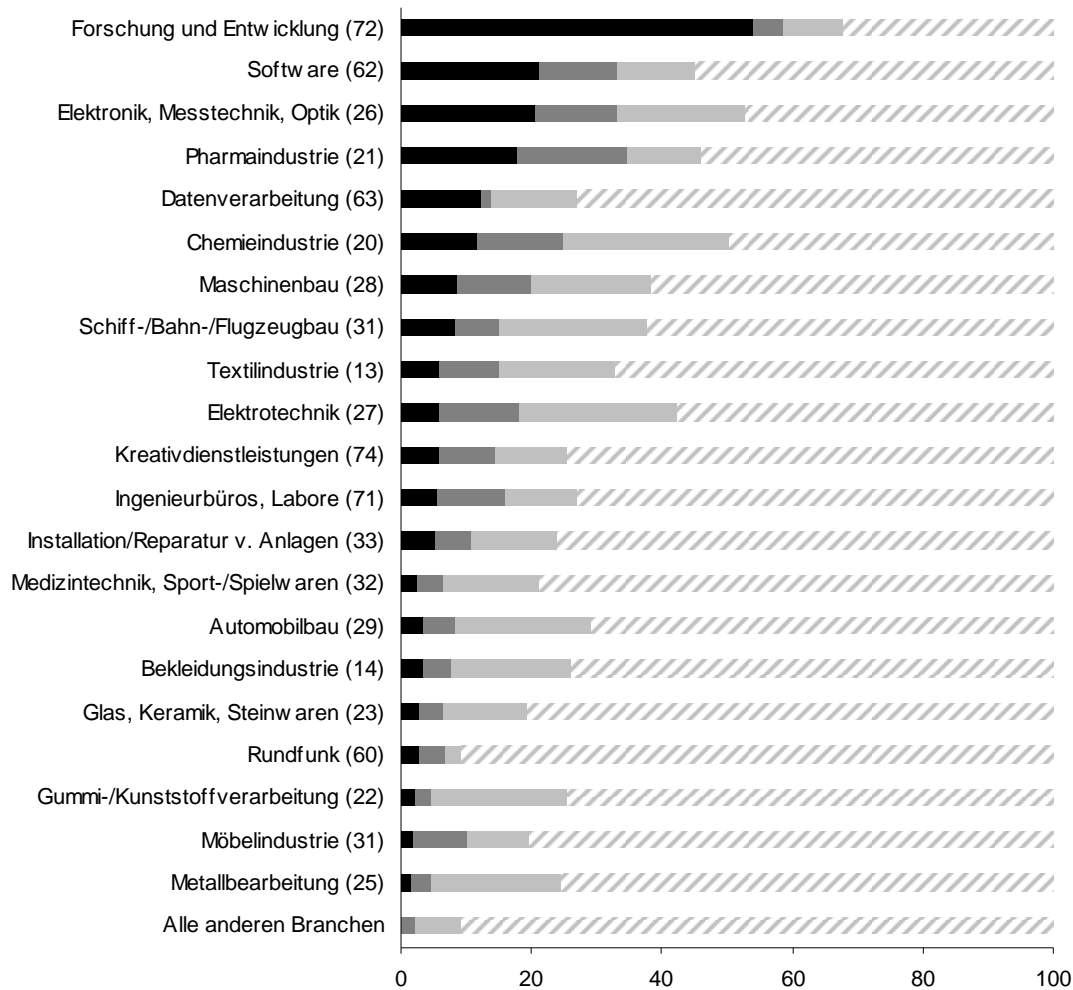
Die FuE-Intensität ist somit nur eingeschränkt aussagekräftig, um Spitzentechnologiebranchen zu identifizieren. Ein besseres, jedoch i.d.R. nicht verfügbares FuE-bezogenes Maß wäre eine produkt- bzw. prozessspezifische FuE-Intensität, d.h. der durchschnittliche FuE-Aufwand, der notwendig ist, um ein neues Produkt bzw. ein neues Verfahren soweit zu entwickeln, dass es im Markt bzw. im Unternehmen eingeführt werden kann.

Bei Analysen der FuE-Intensität auf Branchenebene ist zudem zu beachten, dass die **FuE-Intensität** der Unternehmen **innerhalb einer Branche** sehr **stark variiert**. Dies liegt zum einen daran, dass die in der Wirtschaftszweigsystematik definierten Branchen oft ein sehr heterogenes Produktspektrum umfassen. Außerdem können sich auch Unternehmen im selben Produktmarkt auf unterschiedliche wirtschaftliche Aktivitäten spezialisieren. So gibt es im Pharmamarkt Unternehmen, die sich vorrangig auf die Entwicklung neuer Wirkstoffe und die Vermarktung darauf aufbauender Arzneimittel konzentrieren, während andere Unternehmen als Lohnproduzenten auftreten, ohne selbst FuE zu betreiben.

Die Zuordnung einer Branche zur Spitzentechnologie anhand der durchschnittlichen FuE-Intensität kann u.U. auf hohen FuE-Ausgaben einiger weniger großer Unternehmen beruhen, während eine Vielzahl kleiner und mittlerer Unternehmen eine FuE-Intensität deutlich unter dem Schwellenwert für die Zuordnung zur Spitzentechnologie aufweisen. Umgekehrt können sich auch in wenig und nicht forschungsintensiven Branchen zahlreiche Unternehmen mit einer FuE-Intensität auf „Spitzentechnologieniveau“ befinden. Aktuelle Ergebnisse der Innovationserhebung des ZEW der Jahre 2009 und 2010 zeigen, dass selbst in den zur Spitzentechnologie zählenden Branchen Elektronik/Messtechnik/Optik und Pharma nur 21 bzw. 18 % der Unternehmen eine FuE-Intensität von mehr als 7 % aufweisen (Abb. 3).⁴ Diese Ergebnisse stimmen mit Analysen auf Basis anderer Unternehmensdaten überein (vgl. Kirner et al. 2009).

Die Branche mit dem höchsten Anteil von Unternehmen mit mehr als 7 % FuE-Intensität ist (abgesehen von der Branche Forschung und Entwicklung) die Softwareherstellung, hohe Anteile weisen auch die Datenverarbeitung, die Chemieindustrie und der Maschinenbau auf. Aber selbst in Branchen, die im Mittel eine sehr niedrige FuE-Intensität aufweisen, finden sich einzelne Unternehmen, die sich auf eine forschungsintensive Produktion spezialisiert haben. Diese Heterogenität der Branchen ist zu beachten, wenn aus der mittleren FuE-Intensität einer Branche Schlussfolgerungen gezogen werden.

Abb. 3: Verteilung der Unternehmen nach ihrer FuE-Intensität nach WZ-Abteilungen in Deutschland 2008/09 (in %)



FuE-Intensität: gesamte FuE-Ausgaben in % des Umsatzes.

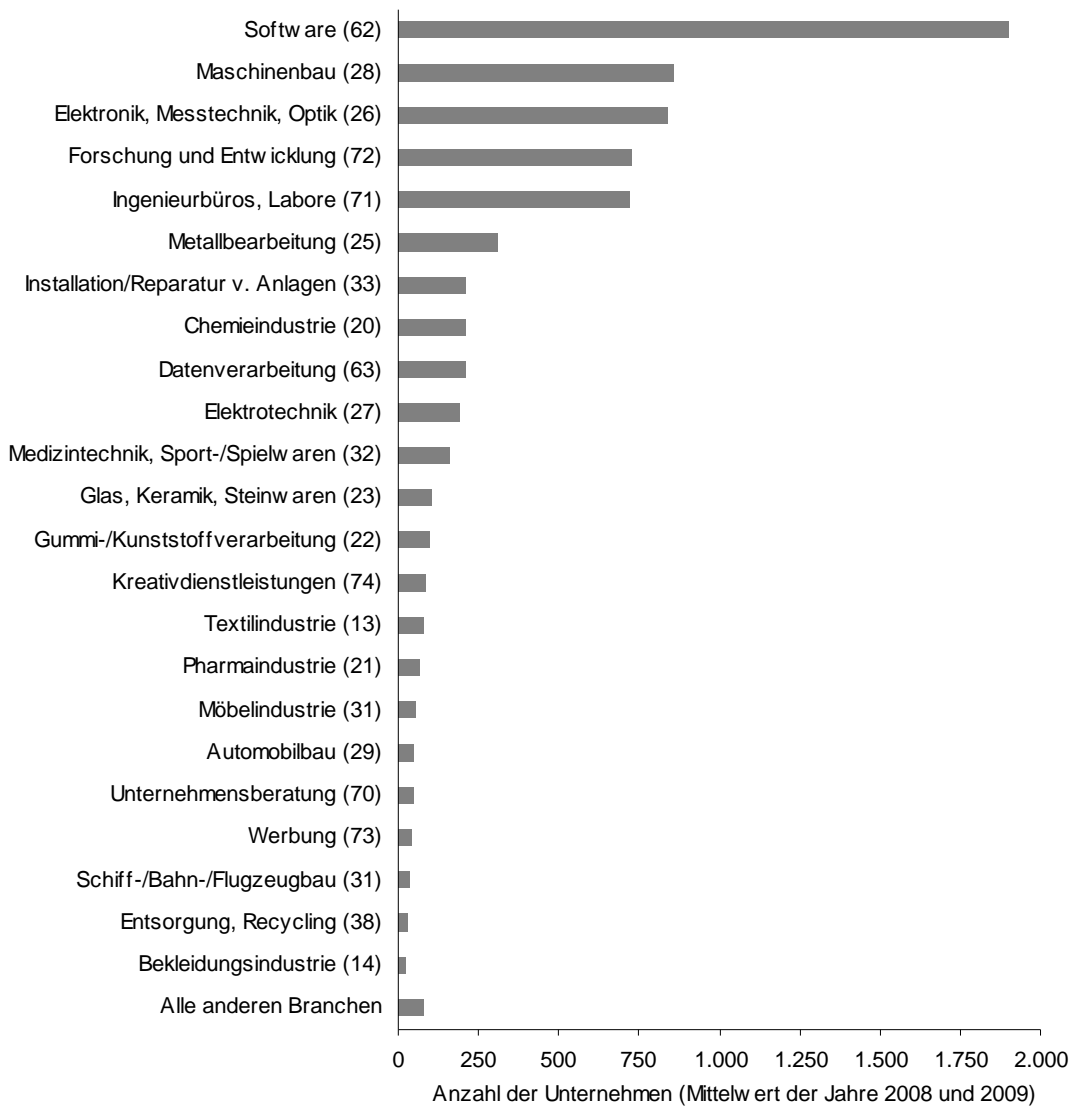
In Klammern Abteilung nach Wirtschaftszweigsystematik 2008. Angaben hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen (lt. Unternehmensregister) mit 5 oder mehr Beschäftigten. Mittelwert der Jahre 2008 und 2009.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragungen 2009 und 2010. - Berechnungen des ZEW.

⁴ Hierbei wurde die FuE-Intensität als Relation der gesamten FuE-Ausgaben zum Umsatz gemessen und schließt auch FuE-Aufträge an Dritte mit ein. Dadurch ist die Höhe der FuE-Intensität im Vergleich zu dem für die Spitzentechnologieklassifikationen verwendeten Ansatz (nur interne FuE-Ausgaben) überschätzt.

Nur ein kleiner Teil der Unternehmen mit einer FuE-Intensität von mehr als 7 % ist in Branchen tätig, die zur Spitzentechnologie zählen. Im Mittel der Jahre 2008 und 2009 gab es in Deutschland knapp 7.200 Unternehmen (mit 5 oder mehr Beschäftigten) mit einer „Spitzenforschungs-Intensität“. Nur etwa 15 % dieser Unternehmen hatten ihren Aktivitätsschwerpunkt in der Spitzentechnologie, knapp 20 % in der Hochwertigen Technologie und 12 % in der nicht forschungsintensiven Industrie (Abb. 4). Über die Hälfte dieser Unternehmen ist in den Dienstleistungen tätig, insbesondere der Software, der Forschung und Entwicklung, den Ingenieurbüros und technischen Laboren, der Datenverarbeitung und den „Kreativdienstleistungen“ (Design, Grafik, sonstige wissenschaftlich-technische Arbeiten).

Abb. 4: Verteilung der Unternehmen mit einer FuE-Intensität von mehr als 7 % nach WZ-Abteilungen in Deutschland 2008/09



FuE-Intensität: gesamte FuE-Ausgaben in % des Umsatzes.

In Klammern Abteilung nach Wirtschaftszweigsystematik 2008. Angaben hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen (lt. Unternehmensregister) mit 5 oder mehr Beschäftigten. Mittelwert der Jahre 2008 und 2009.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragungen 2009 und 2010. - Berechnungen des ZEW.

Bei den Unternehmen im Sektor „Forschung und Entwicklung“ der WZ handelt es sich zu einem großen Teil um kleine (oft auch junge) forschende Unternehmen, die in Feldern der Spitzentechnologie tätig sind (z.B. Biotechnologie, Nanotechnologie, Messtechnik/Optik). Zählt man diese Unternehmen zur Spitzentechnologie, so würden über 20 % der Unternehmen mit einer FuE-Intensität von mehr als 7 % im Bereich der Spitzentechnologie tätig sein.

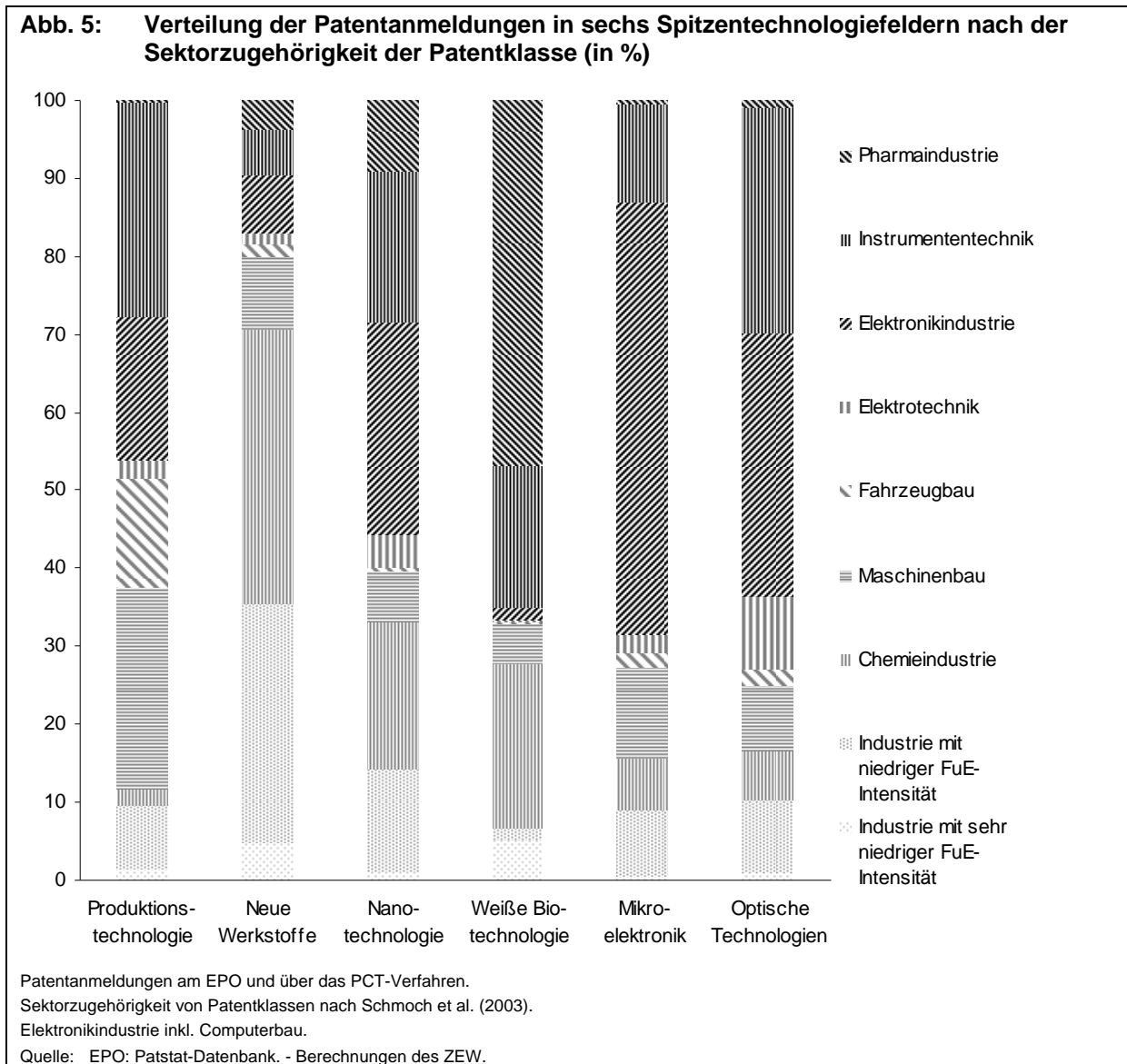
Fazit

Die FuE-Intensität von Branchen ist als alleiniger Indikator zur Identifizierung von Spitzentechnologien nur begrenzt geeignet. So weist die Elektronik- und Computerindustrie in den hoch entwickelten Industrieländern vor allem deshalb so hohe FuE-Intensität auf, weil der größte Teil der Produktion an Niedriglohnstandorte ausgelagert wurde. Die Entwicklung von Spitzentechnologien in dem in Abschnitt 2.1 dargestellten Sinn findet nicht nur in den Branchen mit besonders hoher FuE-Intensität statt, sondern kann grundsätzlich in allen Branchen erfolgen. Darauf weist auch die nicht kleine Zahl von sehr forschungsintensiven Unternehmen in nicht forschungsintensiven Industriebranchen wie der Textilindustrie, der Glas-, Keramik- und Steinwarenindustrie oder der Gummi- und Kunststoffverarbeitung hin. Für die Förderung von Spitzentechnologien bedeutet das, dass ein sektoral zu stark eingegrenzter Ansatz vermieden werden sollte. Der Ansatz des BMBF, im Rahmen der Fachprogramme eine breite Palette an Themen abzudecken, die deutlich über die „klassischen“ Spitzentechnologiefelder wie Biotechnologie, Nanotechnologie, Informationstechnik, Medizintechnik, Optische Technologien oder Luftfahrttechnik hinausgehen und auch Felder wie Produktionstechnologien, Werkstoff- und Materialtechnologien, Umwelt- und Energietechnologien sowie Antriebs- und Verkehrstechnologien mit einschließen, ist daher zu begrüßen.

2.5 Spitzentechnologien und Wirtschaftszweige

Ökonomische Ansätze definieren Spitzentechnologien über Wirtschaftszweige, die bestimmte „Spitzentechnologie-Merkmale“ aufweisen, während technologische Ansätze eine Bewertung konkreter Technologiefelder vornehmen. Die beiden Ansätze erbringen durchaus unterschiedliche Ergebnisse, die für die Interpretation von Aussagen über die Position von Ländern im Bereich der Spitzentechnologie von Bedeutung sind. Im Folgenden wird auf Basis einer aktuellen Studie von ZEW und TNO für die Europäische Kommission, die als Hintergrundbericht für den European Competitiveness Report 2010 (Europäischen Kommission 2010) erstellt wurde, eine Gegenüberstellung zwischen den beiden Ansätzen vorgenommen. Für sechs Felder der Spitzentechnologie („Key Enabling Technologies“) - Produktionstechnologie, Neue Werkstoffe, Nanotechnologie, (weiße) Biotechnologie, Mikroelektronik und Optische Technologien - wird anhand von Patentdaten untersucht, mit welchen Wirtschaftszweigen sie be-

sonders eng verbunden sind. Anhand von IPC-Klassen werden Patentanmeldungen am EPO und über das PCT-Verfahren in den sechs Technologiefeldern identifiziert.⁵ Für diese Patente wird zum einen erfasst, zu welchen Wirtschaftszweigen die größte technologische Nähe besteht. Hierfür wird auf eine Konkordanzmatrix zwischen vierstelligen IPC-Klassen und zweistelligen Wirtschaftszweigen von Schmoch et al. (2003) zurückgegriffen.⁶ Zum anderen wird die Wirtschaftszweigzugehörigkeit der Anmelder dieser Patente ermittelt. Dabei werden Unternehmensdatenbanken des ZEW genutzt.

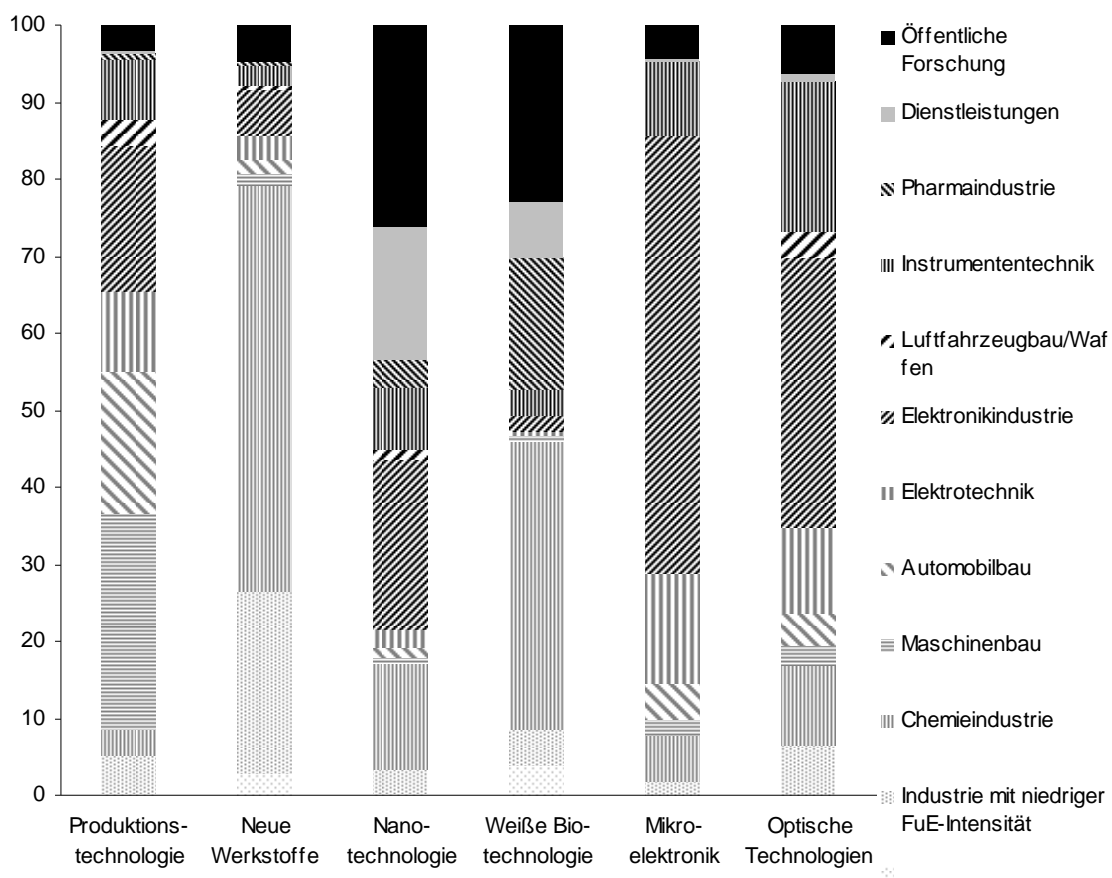


⁵ Hierbei wird die tiefste Gliederungsebene der IPC-Klassifikation herangezogen und mit Kombinationen von IPC-Klassen gearbeitet.

⁶ Da die meisten Patente mehr als einer IPC-Klasse zugeordnet sind, wurde für die Zuordnung zu Wirtschaftszweigen eine anteilige Zählung („fractional counting“) angewandt.

Ein Vergleich der Patentanmeldungen in den sechs Spitzentechnologiefeldern mit den Wirtschaftszweigen, die eine besonders enge technologische und produktionsseitige Nähe zu den Technologieklassen aufweisen, in denen diese Technologien patentiert wurden, zeigt, dass nicht nur die Spitzentechnologiebranchen Pharma, Elektronik und Instrumente (Messtechnik/Optik) für solche Technologien relevant sind. Im Bereich der Neuen Werkstoffe ist über ein Drittel der Patente dem Bereich der nicht forschungsintensiven Industrie zuzuordnen, ebenfalls über ein Drittel fällt in die Chemie. Spitzentechnologiebranchen sind nur rund 17 % der Patentanmeldungen in den Neuen Werkstofftechnologien zuzuordnen (Abb. 5).

Abb. 6: Verteilung der Patentanmeldungen in sechs Spitzentechnologiefeldern nach der Sektorzugehörigkeit der Patentanmelder (in %)



Patentanmeldungen am EPO und über das PCT-Verfahren.

Sektorzugehörigkeit der anmeldenden Unternehmen auf Basis einer manuellen Zuordnung durch das ZEW.

Elektronikindustrie inkl. Computerbau und Telekommunikation; Automobilbau inkl. sonstiger Fahrzeugbau (Bahn-, Schiff-, Zweiradbau); Maschinenbau ohne Waffen; Dienstleistungen umfassen insbesondere Unternehmen des Sektors Forschung und Entwicklung.

Quelle: EPO: Patstat-Datenbank. - Berechnungen des ZEW.

In den Produktionstechnologien ist knapp die Hälfte der Patente den Spitzentechnologiebranchen zuzuordnen. In der Nanotechnologie sind es rund 55 %, in der weißen Biotechnologie, der Mikroelektronik und in den Optischen Technologien jeweils rund zwei Drittel. Für jedes dieser vier Spitzentechnologiefelder gilt, dass ein signifikanter Teil der Patente technologisch-produktionstechnisch der chemischen Industrie und dem Maschinenbau zuzuordnen ist.

In der Produktionstechnologie ist ein Viertel der Patentanmeldungen sektoral dem Maschinenbau zuzuordnen, ein weiteres Siebtel dem Fahrzeugbau.

Ein von der Grundstruktur her ähnliches Bild ergibt sich, wenn die Sektorverteilung der Anmelder von Patenten in den sechs Spitzentechnologiefeldern betrachtet wird. Hierbei treten neben den Industriebranchen auch die Sektoren „öffentliche Forschung“ (Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und staatliche Organisationen) und Dienstleistungen (insbesondere Unternehmen aus dem Bereich Forschung und Entwicklung) in Erscheinung. Nur in zwei der sechs Technologiefelder kommt die Mehrheit der Patentanmeldungen von Unternehmen, deren wirtschaftlicher Aktivitätsschwerpunkt in einer Spitzentechnologiebranche liegt (Mikroelektronik, Optischen Technologien) (Abb. 6). In der Nanotechnologie kommen fast 45 % der Patentanmelder aus der öffentlichen Forschung oder dem Bereich Forschung und Entwicklung, was auf die noch sehr frühe Phase der Technologieentwicklung in diesem Technologiefeld hinweist. In der weißen Biotechnologie und in der Werkstofftechnologie ist die Chemieindustrie der größte Patentanmelder, in der Produktionstechnologie kommt die Mehrzahl der Patente von Unternehmen des Maschinen- und Fahrzeugbaus.

Fazit

Die Entwicklung von Spitzentechnologien findet durch Unternehmen aus den unterschiedlichsten Branchen statt. Dies ist auch nicht weiter verwunderlich, da sich Spitzentechnologien u.a. durch ein hohes Potenzial an unterschiedlichen Anwendungen auszeichnen, sodass nicht nur Unternehmen aus den Branchen, die bestimmte Spitzentechnologieprodukte typischerweise herstellen, an der Technologieentwicklung beteiligt sind, sondern auch Anwenderbranchen. Die Technologieentwicklung durch die Nutzer von Spitzentechnologien („User Innovation“) betrifft nicht nur Prozesstechnologien, sondern auch Produktinnovationen, z.B. wenn es um die Integration von Spitzentechnik (wie z.B. Messtechnik, Optik, Mikroelektronik, neue Materialien) in komplexe Produkte wie Maschinen oder Fahrzeuge oder für Innovationen in traditionellen Produktfeldern wie Textilien, Kunststoffe oder Metallwaren geht.

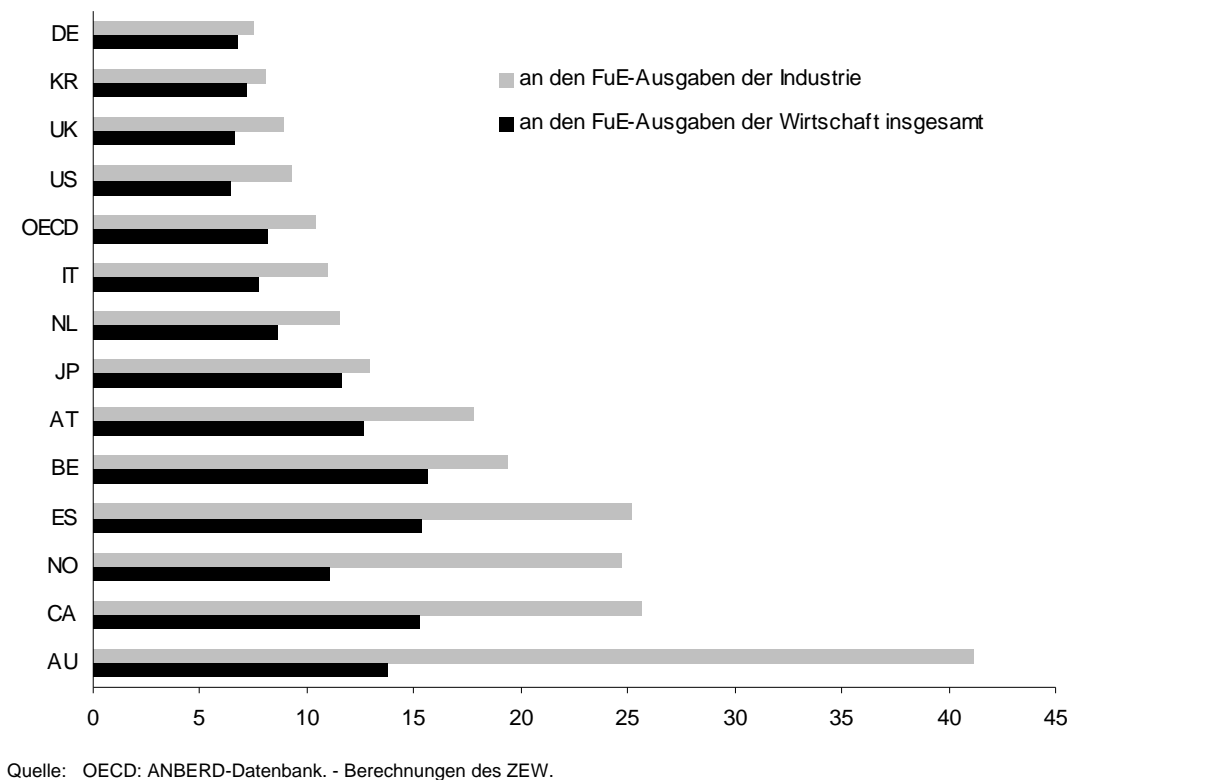
3 Zur Bedeutung der nicht forschungsintensiven Industrie

Im Herbst 2010 wurden zwei Studien vorgelegt, die sich - aus unterschiedlicher Perspektive - mit der Bedeutung von Unternehmen und Industriebranchen beschäftigen, die sich ohne selbst in FuE zu investieren im Wettbewerb behaupten können. In einer Studie für die Expertenkommission Forschung und Innovation wurde die Gruppe von Unternehmen untersucht, die ohne eigene FuE-Tätigkeit Innovationen einführen (Rammer et al. 2010). In einer Studie des Büros für Technikfolgenabschätzung im Bundestag wurden die Zukunftspotenziale und Strategien nichtforschungsintensiver Industrien in Deutschland analysiert (Buschak et al. 2010). Im Folgenden werden aufbauend auf den Ergebnissen und Schlussfolgerungen der beiden Studien zwei für die Innovationspolitik wesentliche Aspekte diskutiert: (a) die Innovationsleistung der nicht forschungsintensiven Industrie und der Unternehmen, die ohne eigene FuE-Tätigkeit Innovationen hervorbringen, sowie (b) die Beziehungen zwischen nicht forschungsintensiver Industrie, Spitzentechnologie und Dienstleistungen im Innovationsprozess.

3.1 Innovationsleistung nicht forschungsintensiver Industrien und Unternehmen

Die **nicht forschungsintensive Industrie** - d.h. Branchen des verarbeitenden Gewerbes mit einer FuE-Intensität von weniger als 2,5 % - stellt etwas mehr als die Hälfte der Arbeitsplätze im verarbeitenden Gewerbe Deutschlands und ist für rund 45 % des Produktionswertes der deutschen Industrie, 42 % der industriellen Wertschöpfung und etwa 30 % der Warenexporte Deutschlands verantwortlich. Drei Viertel aller Industrieunternehmen gehören dieser Branchengruppe an. Ihr **volkswirtschaftliches Gewicht** ist mit einem Anteil an den abhängig Beschäftigten von 10,5 % und am BIP von 9,5 % **nicht unerheblich**. In der Innovationspolitik spielt die nicht forschungsintensive Industrie als Zielgruppe von Fördermaßnahmen jedoch eine weniger bedeutende Rolle. Dies liegt zunächst daran, dass ihr Beitrag zu den FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft begrenzt ist. Mit FuE-Ausgaben im Jahr 2007 von 3,3 Mrd. € entfällt auf die nicht forschungsintensive Industrie nur rund 7 % der FuE-Ausgaben der deutschen Industrie und rund 6 % der gesamten FuE-Ausgaben der deutschen Wirtschaft. Alle Branchen der nicht forschungsintensiven Industrie zusammen geben damit weniger aus als einzelne forschungsintensive Branchen wie die Chemieindustrie, der Maschinenbau oder die Instrumententechnik. Der **geringe FuE-Beitrag** der nicht forschungsintensiven Industrie ist allerdings keine deutsche Besonderheit, sondern findet sich auch in den meisten anderen größeren und hochentwickelten OECD-Ländern.

Abb. 7: Anteil der FuE-Ausgaben der nicht forschungsintensiven Industrie an den FuE-Ausgaben der Industrie bzw. der Wirtschaft insgesamt 2006 (in %)

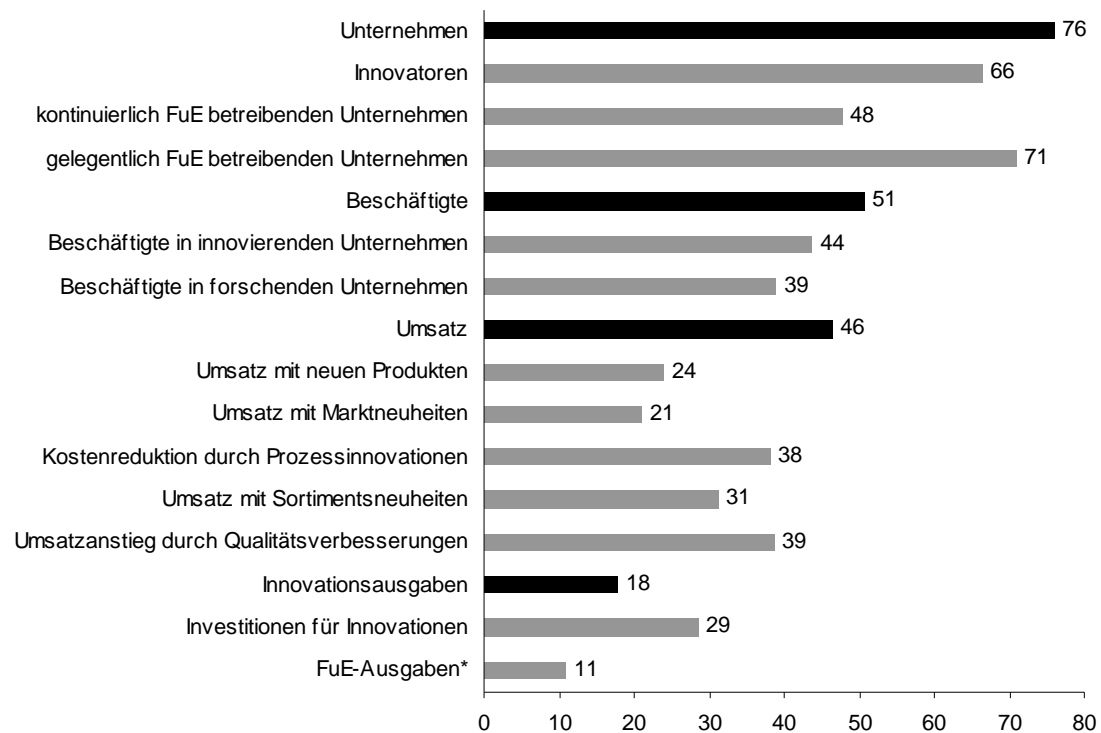


Trotz des geringen Anteils an den FuE-Ausgaben erbringt die **nicht forschungsintensive Industrie** eine **beachtliche Innovationsleistung** und ist eine wesentliche Stütze des deutschen Innovationssystems. So kommen zwei Drittel aller Industrieunternehmen, die Produkt- oder Prozessinnovationen eingeführt haben, aus dieser Branchengruppe. Jedes zweite kontinuierlich forschende Industrieunternehmen gehört der nicht forschungsintensiven Industrie an. Ihr Beitrag zur Hervorbringung neuer Produkte ist allerdings deutlich niedriger. Im Jahr 2009 entfiel knapp ein Viertel des Umsatzes mit neuen Produkten der deutschen Industrie auf nicht forschungsintensive Branchen. Bei Marktneuheiten ist der Anteil mit 21 % niedriger, bei Sortimentsneuheiten (d.h. neuen Produkten ohne Vorgängerprodukt im Unternehmen, die das Ausmaß der innovationsorientierten Produktdiversifikation anzeigen) sowie den durch Prozessinnovationen erzielten Kosteneinsparungen und Qualitätsverbesserungen dagegen höher.

Die nicht forschungsintensiven Industriebranchen erzielen diese Innovationsleistung mit vergleichsweise geringen finanziellen Aufwendungen. Der Anteil der nicht forschungsintensiven Industriebranchen an den gesamten Innovationsausgaben der deutschen Industrie liegt bei 18 % und damit unter ihren Anteilen an den Innovationserfolgen. Das Verhältnis zwischen Ausgaben und Erträgen ist somit merklich günstiger als in der forschungsintensiven Industrie. Gleichzeitig unterscheidet sich die Zusammensetzung der Innovationsausgaben deutlich. Der Anteil der FuE-Ausgaben ist in der nicht forschungsintensiven Industrie wesentlich niedri-

ger,⁷ der Anteil der investiven Ausgaben für Sachanlagen, Software und gewerbliche Schutzrechte dagegen höher. Nicht forschungsintensive Branchen zeichnen sich außerdem durch eine niedrigere Nachfrage nach hochqualifizierten Beschäftigten aus, während sie ein wesentlicher Arbeitgeber für Personen mit niedriger formaler Qualifikation sind.

Abb. 8: Anteil der nicht forschungsintensiven Industrie an der deutschen Industrie insgesamt bei ausgewählten Innovationsindikatoren 2009 (in %)



* FuE-Ausgaben auf Basis der Definition in der Innovationserhebung, die etwas weiter gefasst ist als in der FuE-Erhebung (teilweise einschließlich von Ausgaben für Konstruktion, technischem Design, Softwareentwicklung).

Werte hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen mit 5 oder mehr Beschäftigten.

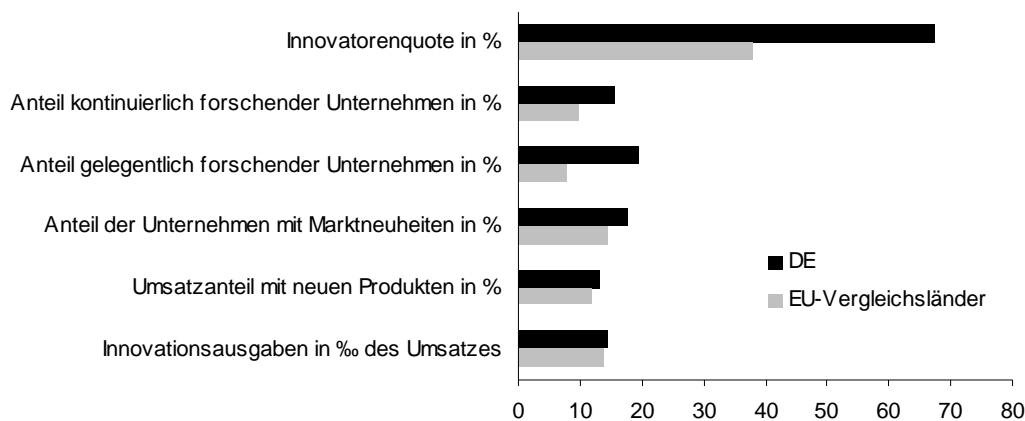
Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel. - Berechnungen des ZEW.

Im **internationalen Vergleich** erweist sich die nicht **forschungsintensive Industrie in Deutschland** als **besonders innovationsorientiert**. Der Anteil der innovierenden Unternehmen (Innovatorenquote) ist mit zwei Drittel erheblich höher als im Mittel einer Gruppe von europäischen Vergleichsländern (Frankreich, Großbritannien, Italien, Spanien, Niederlande, Belgien, Schweden, Österreich, Finnland, Dänemark), wo er bei 38 % liegt (Abb. 9). Auch der Anteil der kontinuierlich forschenden Unternehmen und insbesondere der Anteil der gelegentlich forschenden Unternehmen ist in der deutschen nicht forschungsintensiven Industrie

⁷ Nach den Ergebnissen der Innovationserhebung liegt der Anteil der nicht forschungsintensiven Industrie an den FuE-Ausgaben der Industrie insgesamt bei knapp 11 % und ist damit höher als der entsprechende Anteil laut FuE-Erhebung. Der Unterschied ist zum einen auf eine weniger enge Abgrenzung des FuE-Begriffs in der Innovationserhebung zurückzuführen, sodass teilweise auch Ausgaben für Konstruktion, technisches Design und Softwareentwicklung unter FuE berichtet werden. Außerdem schließen die Zahlen der Innovationserhebung nicht die Unternehmen mit 0-4 Beschäftigten mit ein.

bedeutend höher. Weniger ausgeprägt sind die Unterschiede beim Anteil der Unternehmen mit Marktneuheiten, beim Umsatzanteil neuer Produkte am Branchenumsatz insgesamt und bei den Innovationsausgaben in Relation zum Umsatz. Gleichwohl liegt Deutschland auch bei jedem dieser Indikatoren über dem Durchschnittswert der Vergleichsländer.⁸

Abb. 9: Ausgewählte Innovationsindikatoren der nicht forschungsintensiven Industrie in Deutschland und europäischen Vergleichsländern 2008 (in %)



EU-Vergleichsländer: Frankreich, Großbritannien, Italien, Spanien, Niederlande, Belgien, Schweden, Österreich, Finnland, Dänemark. Bei einzelnen Indikatoren reduziertes Länderset wegen fehlender Werte. Bei einzelnen Länder abweichende Abgrenzung der nicht forschungsintensiven Industrie aufgrund von Geheimhaltungen für einzelne Branchen.

Werte hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen mit 10 oder mehr Beschäftigten.

Quelle: Eurostat: CIS 2008. - Berechnungen des ZEW.

Eine Analyse der **Unternehmen**, die **ohne eigene FuE-Tätigkeit** in der Lage sind, **Produkt- oder Prozessinnovationen einzuführen** (Rammer et al. 2010), gibt Hinweise auf die spezifischen Innovationsstrategien und Erfolgsfaktoren von nicht forschungsintensiven wirtschaftlichen Aktivitäten:

- Innovatoren ohne eigene FuE sind häufiger kleinere Unternehmen mit einem geringen Anteil von Hochqualifizierten. Viele haben sich auf die Herstellung technologisch wenig komplexer Produkte spezialisiert, die entlang von Kundenspezifikationen weiter entwickelt werden. Sie sind vorrangig auf regionale und lokale Absatzmärkte im Inland ausgerichtet, die Exportaktivitäten sind signifikant niedriger als bei forschenden Innovatoren. Sie stehen stärker im Preiswettbewerb, wenngleich auch für nicht forschende Innovatoren die Produktqualität der wichtigste Wettbewerbsfaktor ist.
- Der Verzicht auf eigene FuE ist eine unternehmensstrategische Entscheidung und nur selten die Folge von externen Restriktionen wie z.B. Finanzierungsschwierigkeiten oder

⁸ Einzelne Länder liegen allerdings in der nicht forschungsintensiven Industrie vor Deutschland: Belgien, Finnland und die Niederlande beim Anteil der Unternehmen mit kontinuierlicher FuE; Schweden und Österreich beim Anteil der Unternehmen mit Marktneuheiten; Spanien beim Umsatzanteil mit neuen Produkten; Belgien, Frankreich, die Niederlande, Österreich, Finnland und Schweden bei den Innovationsausgaben in % des Umsatzes.

Mangel an Fachpersonal. Die fehlende eigene FuE wird nur sehr selten durch die Vergabe von FuE-Aufträgen oder durch Kooperationen mit der Wissenschaft kompensiert. Allerdings haben viele Innovatoren ohne FuE in früheren Jahren FuE betrieben. Ein nicht unbedeutender Teil der Unternehmen betreibt diskontinuierlich FuE. Auf Phasen der technologischen Neu- und Weiterentwicklung von Produkten und Verfahren folgen Phasen, in denen die Vermarktung und Verwertung der neu eingeführten Produkte und Prozesse im Zentrum steht.

- Bei Innovatoren ohne FuE handelt es sich keineswegs um schwache Unternehmen. Die Umsatzrendite ist im Mittel gleich hoch wie bei forschenden Innovatoren, Innovationshemmnisse werden seltener berichtet.
- Für Innovatoren ohne FuE spielen technische Prozessinnovation und produktbegleitende Dienstleistungsinnovation im Vergleich zu forschenden Innovatoren eine größere Rolle, wengleich auch für sie Produktinnovation das wichtigste Innovationsfeld darstellen. Bei der Adoptionsgeschwindigkeit und Nutzung neuer Prozesstechnologien zeigen sich keine Unterschiede.
- Innovatoren ohne FuE setzen im Vergleich zu forschenden Unternehmen auf weniger, dafür aber größere und kürzere Innovationsprojekte. Sie streben eine raschere Produktentwicklung an und verringern damit die Zeit bis zur Markteinführung („Time-to-Market“). Dadurch können sie bei relativ geringen Innovationsausgaben hohe Innovationserfolge erzielen. Diese Strategie ist allerdings nur bei einem sicheren Marktumfeld erfolgversprechend, d.h. wenn technologische Brüche unwahrscheinlich sind und das Verhalten von Wettbewerbern und Kunden gut vorhergesehen werden kann. Die fehlenden FuE-Ausgaben werden bei nicht forschenden Innovatoren nicht durch höhere „sonstige“ Innovationsausgaben oder andere materielle oder immaterielle Investitionen (wie z.B. Sachinvestitionen, Marketing- oder Weiterbildungsaufwendungen) kompensiert.
- Innovatoren ohne eigene FuE gehen seltener Innovationskooperationen als forschende Innovatoren ein. Vor allem bei Produktinnovationen verfolgen sie häufiger die Strategie, neue Produkte im Alleingang zu entwickeln und einzuführen oder Ideen für Produktinnovationen von anderen Unternehmen direkt zu übernehmen. Wenn sie kooperieren, dann eher mit Zulieferern, Beratungsunternehmen und Unternehmen der gleichen Branchen.
- Der Innovationserfolg von nicht forschenden Innovatoren ist im Produktbereich (Umsatzanteil neuer Produkte) merklich niedriger. Beim Erfolg von Prozessinnovationen zeigen sich dagegen keine signifikanten Unterschiede.

Fazit

Nicht forschungsintensive Industrien sind ein wesentlicher Bestandteil des deutschen Innovationssystems. Sie sind - ebenso wie die forschungsintensive Industrie - in Summe international gut positioniert und weisen eine quantitativ bedeutende Gruppe von exportorientierten Unternehmen auf, die einen nicht unwesentlichen Beitrag zu den Außenhandelserfolgen Deutschlands leisten. Eine wichtige Grundlage der internationalen Wettbewerbsfähigkeit ist die hohe Innovationsorientierung. Einige der traditionell zu den nicht forschungsintensiven Branchen zählenden Sektoren haben in den vergangenen 15 Jahren ihre FuE-Ausgaben kräftig erhöht, sodass sie heute bereits zur forschungsintensiven Industrie gezählt werden müssen (z.B. Gummiverarbeitung, Glasbearbeitung, technische Textilien, technische Keramik).

Der größte Teil der innovativen Unternehmen in den nicht forschungsintensiven Industrien betreibt allerdings selbst keine FuE. Diese Unternehmen bringen typischerweise Innovationen hervor, die sich an bestimmten Kundenanforderungen ausrichten bzw. anderswo hervorgebrachte neue Technologie für Anwendungen in spezifischen Marktsegmenten anpassen. Damit übernehmen sie eine wichtige Diffusions- und Diversifizierungsfunktion im Innovationsprozess. Die Ausrichtung der Innovationsaktivitäten der nicht forschungsintensiven Industrie bzw. der Innovatoren ohne eigene FuE ist mit geringerer technologischer und Marktunsicherheit verbunden, und der technologische Anspruch sowie die mit neuen Entwicklungen einhergehenden Wissensspillovers sind erheblich geringer. Von daher ist auch die Notwendigkeit einer öffentlichen Förderung weniger dringlich als in den forschungsintensiven Industrien oder bei den forschenden Unternehmen.

3.2 Innovationsbeziehungen zwischen Spitzentechnologie, nicht forschungsintensiver Industrie und Dienstleistungen

Die einzelnen Branchen und Technologiefelder sind im Innovationsprozess auf vielfältige Weise miteinander verbunden. So dient die technologische Entwicklung in einer Branche als Grundlage für Innovationen in anderen Branchen. Zum anderen fragen die Nutzer von Technologien bestimmte Produkteigenschaften nach, die Auslöser für technologische Weiterentwicklungen oder für die Forschung in ganz neue Richtungen sein kann. Oftmals erfolgen solche Technologie- und Innovationsimpulse entlang von Wertschöpfungsketten. Um die Bedeutung dieser branchenübergreifenden Anstöße zu quantifizieren, hat das ZEW vor einigen Jahren (1999 und 2003) Sonderfragen in die Innovationserhebung aufgenommen. Diese erlauben eine Analyse der Innovationsimpulse zwischen Branchen (siehe Box 1).

Box 1: Quantifizierung von Innovationsimpulsen zwischen Branchen

Die Bedeutung einer Branche für Innovationen in anderen Wirtschaftszweigen ergibt sich aus den Anstößen, die von dieser Branche ausgehen und woanders neue Produkte oder Verfahren erst ermöglichen. Diese Anstöße können sehr unterschiedlicher Natur sein, entscheidend ist, dass ohne sie die erfolgreiche Markteinführung einer Innovation nicht stattgefunden hätte. Diese unverzichtbaren Auslöser von Innovationen werden als **Innovationsquelle** bezeichnet. Für eine konkrete Innovation – sei es ein neues Produkt, sei es eine Verbesserung des Produktionsprozesses – können auch mehrere Quellen diese unverzichtbare Rolle gespielt haben. Dabei werden sechs Gruppen von Innovationsquellen unterschieden:

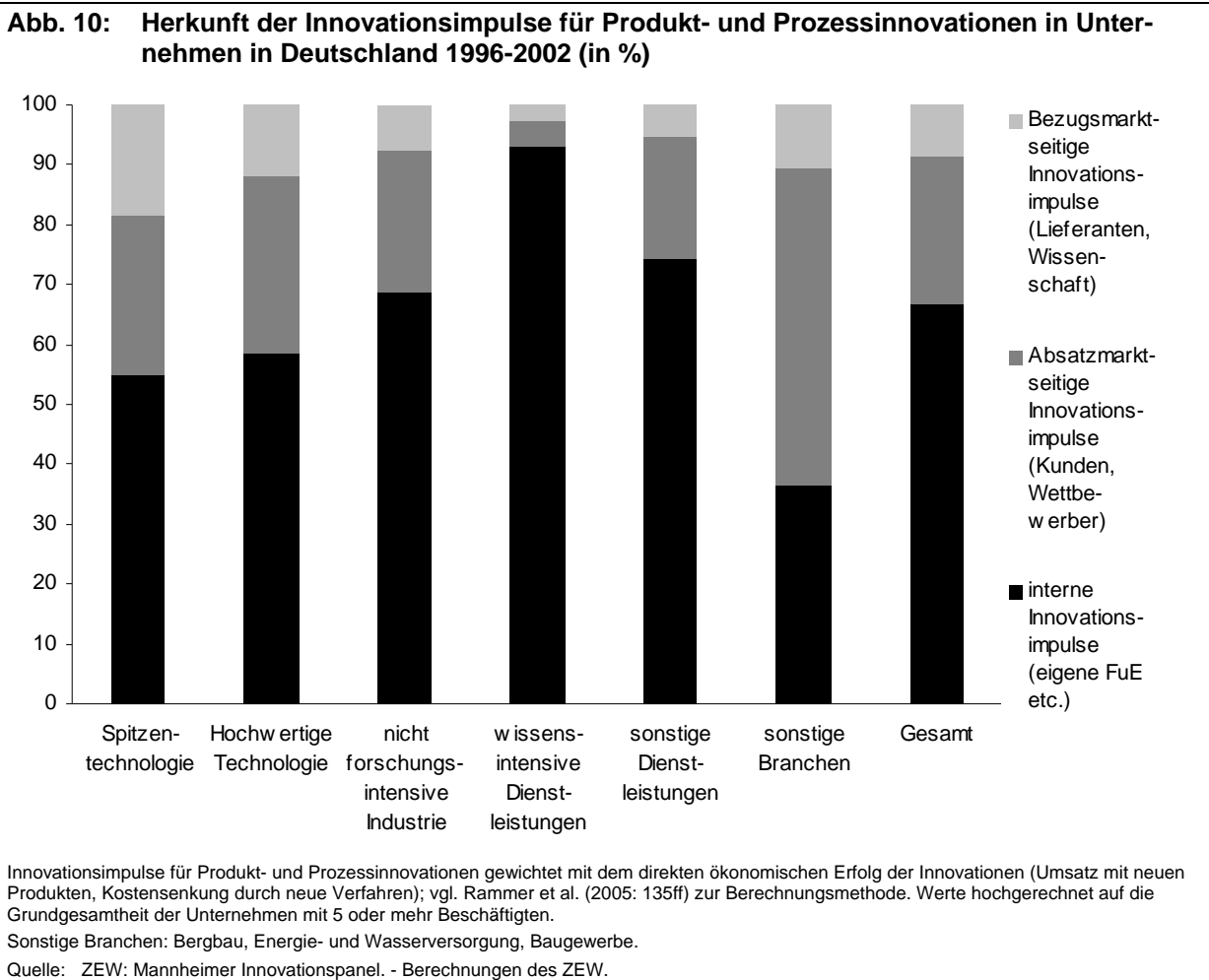
- **eigene FuE** des innovierenden Unternehmens,
- neue Erkenntnisse aus der **Wissenschaft**,
- (Technologie-)Impulse von **Lieferanten**,
- Wünsche und Anforderungen von **Kunden** bzw. allgemein der **Nachfrage**,
- **Wettbewerber** bzw. andere **Unternehmen in der gleichen Branche**,
- Veränderungen in den **Rahmenbedingungen** (neue Regulierungen, nachhaltige Veränderungen in den Kosten für Produktionsfaktoren oder Rohstoffen).

Die Bedeutung der einzelnen Innovationsquellen wird am **Innovationserfolg** gemessen, der aus den Innovationsanstößen der einzelnen Quellen resultiert. Für Produktinnovationen wird der **Umsatz mit neuen Produkten** herangezogen, die von einer bestimmten Quelle angestoßen wurden. Für Prozessinnovationen werden die **Kosten**, die mit Hilfe von neuen Verfahren **eingespart** werden konnten, als Maß der Bedeutung einer Prozessinnovation genommen und den jeweils ausschlag gebenden Quellen zugeordnet.

Zur Quantifizierung der unterschiedlichen Innovationsquellen wird auf Daten der **Innovationserhebung des ZEW** der Jahre 1999 und 2003 zurückgegriffen, die sich auf Innovationen der Jahre 1998 bis 2002 beziehen. Für Unternehmen, die unterschiedliche Quellen für ihre Innovationen nutzen, wird der Innovationserfolg entsprechend der angegebenen relativen Bedeutung der einzelnen Quellen aufgeteilt. Die hier verwendeten Daten beziehen sich auf Innovationsimpulse, die **innovierende Unternehmen in Deutschland** erhalten haben. Die Anstöße können aus dem Inland oder Ausland stammen, wobei Quellen aus Deutschland klar dominieren. Eine scharfe Trennung zwischen In- und Ausland als Innovationsquelle ist allerdings nicht möglich. Nicht berücksichtigt sind Innovationsimpulse, die deutsche Unternehmen an innovierende Unternehmen im Ausland weitergeben. Die Menge der innovierenden Unternehmen in Deutschland umfasst alle Industriebranchen sowie Bergbau, Energieversorgung, Baugewerbe, Handel, Verkehr, Banken/Versicherungen und unternehmensnahe Dienstleistungen. Unberücksichtigt bleiben Innovationsimpulse, die von der Land- und Forstwirtschaft, dem Gastgewerbe, personenbezogenen Dienstleistungen, der öffentlichen Verwaltung sowie dem Bildungs- und Gesundheitswesen aufgenommen wurden.

Die **wichtigste Innovationsquelle** für Unternehmen sind die **eigene FuE** sowie andere aus dem Unternehmen kommende Impulse. Externe Innovationsanstöße spielen in der Spitzentechnologie eine größere Rolle als in der hochwertigen Technologie oder den nicht forschungsintensiven Industriebranchen. Dies unterstreicht die hohe Bedeutung von Wissen-

Spillovers und gegenseitigem Lernen in der Spitzentechnologie. Es zeigt gleichzeitig die Notwendigkeit, Innovationsprozesse in der Spitzentechnologie vergleichsweise offen zu gestalten und Impulse sowohl von der Technologie- wie der Marktseite aufzugreifen. In der nicht forschungsintensiven Industrie spielen dagegen vor allem absatzmarktseitige Impulse eine Rolle, während nur wenige Innovationsprojekte von den Bezugsmärkten (Technologie, Materialien Wissen) her angestoßen werden. In den Dienstleistungen erweisen sich die wissensintensiven Dienstleistungen - zumindest Ende der 1990er und Anfang der 2000er Jahre - als eine Branche, in der Innovationen vor allem von den Unternehmen selbst hervorgebracht werden und externe Impulse kaum eine Bedeutung haben. Dies mag auch mit dem schwierigen Schutz von Innovationsideen vor der Nutzung durch Dritte zu tun haben, der eine Barriere für offenere Innovationsprozesse darstellt.



Betrachtet man die sektorale Herkunft der bezugsmarktseitigen Innovationsimpulse (d.h. von Material- und Technologielieferanten sowie der Wissenschaft als Wissenslieferant), so zeigt sich, dass die nicht forschungsintensive Industrie Innovationsanstöße zum einen aus der Wissenschaft und zum anderen aus der hochwertigen Technologie (und hier wiederum vor allem

Hersteller von Prozesstechnologie und von innovativen Materialien) erhält. Direkte Innovationsbeziehungen zur Spitzentechnologie sind dagegen sehr selten. Für die Spitzentechnologie spielt neben der Spitzentechnologie selbst die Wissenschaft und die wissensintensiven Dienstleistungen (insbesondere FuE-Dienstleister, Ingenieurbüros, Softwareunternehmen) die größte Rolle als Lieferant von Innovationsideen und -inputs. Die hochwertige Technologie enthält vor allem aus dem eigenen Sektor Innovationsanstöße, was zum Teil an der intrasektoralen Arbeitsteilung von Innovationsprozessen z.B. im Automobilbau oder im Maschinenbau liegt. Daneben kommt der Wissenschaft und der Spitzentechnologie noch größere Bedeutung zu. Die wissensintensiven Dienstleistungen sind eng mit der Spitzentechnologie verbunden, während die sonstigen (nicht wissensintensiven) Dienstleistungen stärker aus der hochwertigen Technologie und der nicht forschungsintensiven Industrie Innovationsanstöße erhalten.

Tabelle 11: Sektorale Herkunft von bezugsmarktseitigen Innovationsimpulsen an innovierende Unternehmen in Deutschland 1996-2002 (Verteilung in %)

Empfängerbranche:	Spitzentechnologie	Hochwertige Technologie	nicht forschungsintensive Industrie	wissensintensive Dienstleistungen	sonstige Dienstleistungen	sonstige Branchen ^{b)}	Gesamt
Impulsgebende Branche:							
Spitzentechnologie	33	13	4	23	4	2	14
Hochwertige Technologie	15	44	30	5	25	34	31
nicht forsch.-int. Industrie	6	8	17	2	21	10	10
wissensint. Dienstleistungen	17	2	5	42	13	4	11
sonstige Dienstleistungen	2	0	4	4	17	4	3
sonstige Branchen ^{a)}	1	0	1	2	3	3	0
Wissenschaft	26	32	39	22	17	43	30
Summe	100	100	100	100	100	100	100

Summe der externen Innovationsimpulse durch Lieferanten und die Wissenschaft für Produkt- und Prozessinnovationen gewichtet mit dem direkten ökonomischen Erfolg der Innovationen (Umsatz mit neuen Produkten, Kostensenkung durch neue Verfahren); vgl. Rammer et al. (2005: 135ff) zur Berechnungsmethode. Werte hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen mit 5 oder mehr Beschäftigten.

a) Land- und Forstwirtschaft, Bergbau Energie- und Wasserversorgung, Baugewerbe, öffentliche Verwaltung, Gesundheitswesen, Interessenvertretungen, Privathaushalte.

b) Bergbau Energie- und Wasserversorgung, Baugewerbe

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel. - Berechnungen des ZEW.

Absatzmarktseitig zeigt sich ein sehr ähnliches Bild. Für die nicht forschungsintensive Industrie ist die hochwertige Technologie die wichtigste kundenseitige Innovationsquelle. Dies gilt auch für die Spitzentechnologie, was die Rolle dieser Branchen als Bereitsteller neuer Technologien für die stärker auf Technologieintegration ausgerichtete hochwertige Technologie unterstreicht. Daneben stoßen auch die wissensintensiven Dienstleistungen als Kunden der Spitzentechnologie Innovationen an. Die wissensintensiven Dienstleistungen selbst nutzen vor allem andere wissensintensive Dienstleister als absatzseitige Innovationsquellen. Erneut zeigen sich stärkere Verbindungen zwischen hochwertiger Technologie und sonstigen Dienstleistungen. Dahinter stehen z.B. Innovationsbeziehungen zwischen dem Fahrzeugbau und der Logistikbranche oder zwischen dem Maschinen- und Anlagenbau und dem Großhandel.

Tabelle 12: Sektorale Herkunft von absatzmarktseitigen Innovationsimpulsen an innovierende Unternehmen in Deutschland 1996-2002 (Verteilung in %)

Empfängerbranche:	Spitzen- technologie	Hochwertige Techno- logie	nicht for- schungs- intensive In- dustrie	wissensin- tensive Dienstleis- tungen	sonstige Dienstleis- tungen	sonstige Branchen ^{b)}	Gesamt
Impulsgebende Branche:							
Spitzentechnologie	20	4	2	2	2	0	4
Hochwertige Technologie	26	38	35	6	14	4	27
nicht forsch.-int. Industrie	3	10	15	3	10	17	9
wissensint. Dienstleistungen	10	1	2	34	7	3	9
sonstige Dienstleistungen	6	14	12	7	26	7	14
sonstige Branchen ^{a)}	4	2	4	2	7	5	3
Staat	5	1	1	6	2	12	3
Privathaushalte	0	9	3	10	12	24	8
Wettbewerber	25	21	26	31	20	28	24
Summe	100	100	100	100	100	100	100

Summe der externen Innovationsimpulse durch Kunden und Wettbewerber für Produkt- und Prozessinnovationen gewichtet mit dem direkten ökonomischen Erfolg der Innovationen (Umsatz mit neuen Produkten, Kostensenkung durch neue Verfahren); vgl. Rammer et al. (2005: 135ff) zur Berechnungsmethode. Werte hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen mit 5 oder mehr Beschäftigten.

a) Land- und Forstwirtschaft, Energie- und Wasserversorgung, Baugewerbe, öffentliche Verwaltung, Gesundheitswesen, Interessenvertretungen, Privathaushalte.

b) Energie- und Wasserversorgung, Baugewerbe

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel. - Berechnungen des ZEW.

Fazit

Die Spitzentechnologie ist ein wichtiger Technologievorleister für wissensintensive Dienstleistungen und für die hochwertige Technologie. Da die Entwicklung neuer Anwendungen in diesen beiden Nutzerbranchen oft eine enge Zusammenarbeit mit den Herstellern von Spitzentechnologien erfordern, ist eine Spitzentechnologieforschung und -produktion in räumlicher Nähe von Vorteil. Insofern unterstützt eine Spitzentechnologieförderung auch die technologische Leistungsfähigkeit in den Nutzerbranchen und ist eine Vorleistung, um Standortvorteile für diese Branchen in Deutschland zu erhalten.

Die nicht forschungsintensive Industrie ist mit der Spitzentechnologie nur lose oder indirekt über die hochwertige Technologie verbunden. Dagegen spielt die Wissenschaft eine nicht unbeträchtliche Rolle als Wissenslieferant und kompensiert damit die geringen bzw. fehlenden eigenen FuE-Aktivitäten der nicht forschungsintensiven Industrie. Allerdings dürfte es sich bei diesen Innovationsbeiträgen eher um Felder der angewandten Forschung und wissenschaftlich-technischen Beratung handeln und weniger um die Nutzung neuer Grundlagenforschungsergebnisse, wengleich es einzelne Bereiche in der materialverarbeitenden Industrie gibt, die eine engere Verbindung zur Grundlagenforschung haben.

4 Innovationspolitik zwischen Technologie- und Innovationsförderung

Eine wesentliche Aufgabe der Innovationspolitik ist es, günstige Rahmenbedingungen für Innovationsaktivitäten zu schaffen, um so die positiven gesamtwirtschaftlichen Effekte des technischen Fortschritts bestmöglich zu nutzen. Dabei ist davon auszugehen, dass grundsätzlich Anreize für Unternehmen bestehen, selbst in Innovationen zu investieren, da dies ihre Wettbewerbssituation verbessert. Gleichwohl liegen verschiedene Barrieren für private Investitionen in Innovationen vor, die staatliche Eingriffe erfordern. Zu den wichtigsten zählen die begrenzte private Aneignbarkeit der Erträge neuen Wissens aufgrund von „Wissens-Spillovers“ (d.h. die Nutzung neuer wissenschaftlich-technischer Erkenntnisse durch Dritte), die Ungewissheit über die Erfolgswahrscheinlichkeit von Innovationsprojekten gepaart mit hohen Kosten und langen Umsetzungszeiten, die eine Finanzierung von Innovationsprojekten erschwert, hohe Transaktionskosten für Kooperationen zwischen verschiedenen Akteuren im Innovationssystem, sodass eine für eine rasche und erfolgreiche Technikentwicklung notwendige Zusammenarbeit unterbleibt, sowie spezifische Barrieren für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) wie Mindestprojektgrößen und hohe Fixkostenanteile, die den Einstieg in bestimmte Innovationsaktivitäten erschweren.

Der Staat hat auf diese Barrieren durch vielfältige Maßnahmen reagiert, so auch in Deutschland. Seit langem ist es üblich, dass Grundlagenforschung, die durch besonders hohe Wissens-Spillovers gekennzeichnet ist und deren Ergebnis Eigenschaften von öffentlichen Gütern besitzt (d.h. Nicht-Aneignbarkeit und Nicht-Rivalität der Nutzung), durch den Staat bzw. von ihm direkt finanzierte Einrichtungen (Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen) durchgeführt wird. Um die Aneignbarkeit privater Innovationsergebnisse zu sichern, gibt es seit langem ein Patentwesen, das Erfinder von neuem technischen Wissen exklusive Nutzungsrechte für einen bestimmten Zeitraum garantiert. Um die Finanzierung von Innovationen zu erleichtern, wurden staatliche Finanzierungsinstrumente (Zuschüsse, Kredite, Garantien) sowie steuerliche Besserstellungen von Innovationsausgaben eingeführt. Zur Stimulierung von Kooperationen werden sowohl organisatorische Maßnahmen (z.B. Technologietransfereinrichtungen, Einrichtungen der kooperativen Forschung) als auch finanzielle Unterstützungsmaßnahmen eingesetzt. Um Innovationsbarrieren bei KMU abzubauen, wird neben einer finanziellen Förderung auch die Durchführung von KMU-orientierten Forschungsarbeiten in eigenen Infrastrukturen bzw. über auf KMU-Fragen spezialisierten Instituten finanziert.

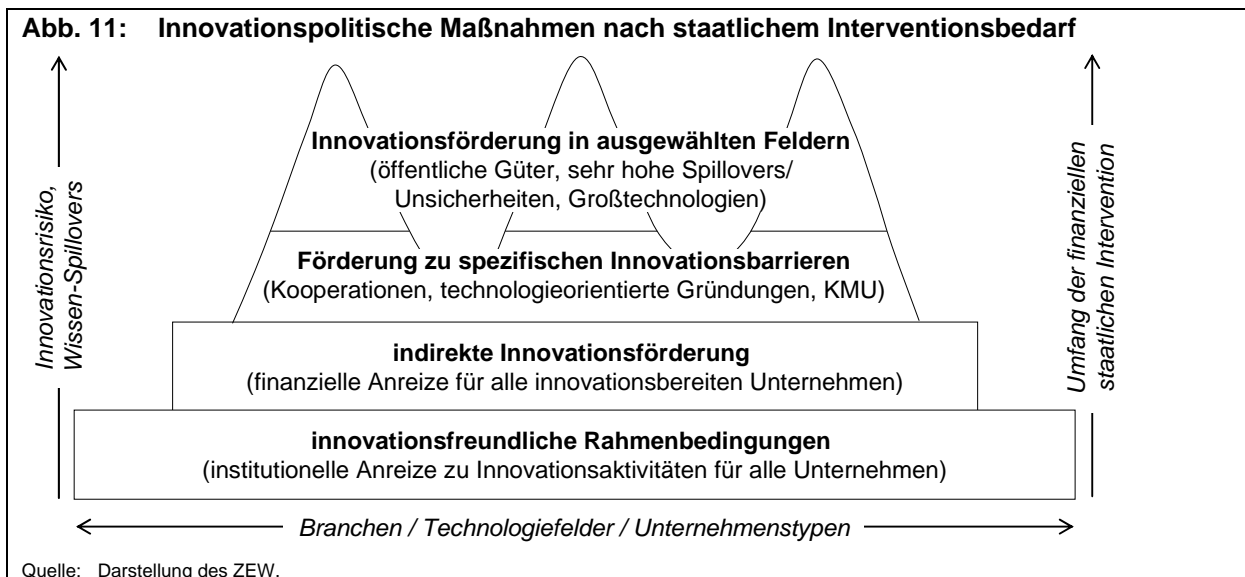
Eine besondere Stellung innerhalb der staatlichen Maßnahmen zur Innovationsstimulierung nimmt die aktive Förderung konkreter neuer Technologien ein. Das staatliche Engagement wird hier - zusätzlich zu den allgemein geltenden Innovationsbarrieren - auch über die Notwendigkeit der Koordinierung der einzelnen Akteure gerechtfertigt. Die Entwicklung neuer Technologien, d.h. von bislang noch nicht existierenden technologischen Lösungen, ist durch besonders hohe Unsicherheiten über die technologische Machbarkeit und über die Marktakzeptanz gekennzeichnet. Durch eine staatliche Vordefinition von Technologiezielen und -inhalten können die Innovationsaktivitäten der einzelnen Akteure aufeinander abgestimmt und gegebenenfalls auch gebündelt werden. Durch die Einbeziehung von möglichen Nutzern der Technologien in die Entwicklungsarbeit etwa im Rahmen von industriellen Wertschöpfungsketten lässt sich die Unsicherheit über die Marktakzeptanz reduzieren. In bestimmten Technologiefeldern sind außerdem Neuentwicklungen an große Forschungsinfrastrukturen gebunden und erfordern langfristig angelegte Forschungsprojekte, die häufig die Ressourcen einzelner Unternehmen übersteigen.

Instrumentenmix der Innovationspolitik

Die Innovationspolitik in Deutschland ist durch eine Kombination aus aktiver Technologieförderung und Maßnahmen zur Förderung der Innovationsfähigkeit von Unternehmen geprägt. Die aktive Technologieförderung konzentriert sich auf jene Technologiefelder, in denen Innovationsrisiko besonders hoch ist und Kooperationen - insbesondere zwischen Wissenschaft und Wirtschaft - für den technischen Fortschritt von zentraler Bedeutung sind. Darüber hinaus liegt der Fokus auf Technologien, die entweder für die künftige Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft als besonders wichtig angesehen werden oder die zur Bewältigung künftiger Herausforderungen in Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt benötigt werden. Die wichtigsten Förderinstrumente sind die Fachprogramme des BMBF, des BMWi und des BMU, FuE-Aufträge des BMVg sowie die Technologieprogramme der Länder. Die dabei angesprochenen Technologiefelder entsprechen größtenteils der in Abschnitt 2.1 dargestellten Definition von Spitzentechnologie.

Ergänzend zur aktiven Technologieförderung bieten Bund und Länder ein umfangreiches Bündel an Maßnahmen zur Förderung der Innovationsfähigkeit von Unternehmen an. Dieses reicht von Finanzierungshilfen für unterschiedliche Arten von Innovationsaktivitäten (FuE-Einzelprojekte, FuE-Kooperationsprojekte, Investitionen in innovative Anlagen, Zuschüsse, Kredite und Beteiligungskapital für innovative Gründungen) über Beratungsmaßnahmen (Innovations- und Patentberatung) und das Vorhalten einer informationellen Infrastruktur bis hin zu Bildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen und der Schaffung eines innovationsfreundlichen rechtlichen Rahmens etwa im Bereich des Wettbewerbsrechts oder des öffentlichen Beschaffungswesens.

Diese Breite der Innovationspolitik in Deutschland ist sinnvoll. Denn mit jeder Innovationsstätigkeit sind spezifische, unterschiedlich stark wirkende Barrieren (bzw. Marktunvollkommenheiten) verbunden, die Unternehmen von solchen Aktivitäten abhalten können und damit die gesamtwirtschaftlichen positiven Effekte von Innovationen schmälern. Idealtypisch können die unterschiedlichen Maßnahmen der Innovationspolitik nach dem staatlichen Interventionsbedarf geordnet werden (Abb. 11). Die Basis bilden dabei Maßnahmen, die allgemeine Anreize zur Aufnahme von Innovationsaktivitäten setzen sollen und somit alle Unternehmen in einer Wirtschaft ansprechen. Hierzu zählen u.a. effektive Schutzrechte für geistiges Eigentum, funktionierende Faktormärkte für innovationskritische Faktoren (etwa hinsichtlich des Angebots an qualifizierten Arbeitskräften und Risikokapital), ein funktionierender Wettbewerb in den Gütermärkten oder innovationsfreundliche behördliche Verwaltungs- und Genehmigungsverfahren.



Auf diesen allgemeinen Rahmenbedingungen für Innovationen setzen staatliche Maßnahmen zur finanziellen Beteiligung am Innovationsrisiko der Unternehmen auf. Der Umfang der staatlichen Kofinanzierung von Innovationsaktivitäten sollte sich dabei an der Höhe dieses Risikos orientieren. Diese Höhe ist u.a. vom Ausmaß von Wissen-Spillovers, der technologischen und Marktunsicherheit, den Kooperationserfordernissen, der Größe der Innovationsvorhaben sowie Informationsasymmetrien zwischen innovierenden Unternehmen und potenziellen Geldgebern abhängig. Zur Abdeckung eines allgemeinen Innovationsrisikos haben sich Maßnahmen der indirekten Innovationsförderung bewährt. Sie stellen finanzielle Anreize für alle innovationsbereiten Unternehmen dar und können z.B. über das Steuerrecht oder über allgemeine Abgaben (z.B. Personalnebenkosten) implementiert werden. Aber auch eine themenoffene Förderung von Innovationsprojekten bei niedrigen administrativen Kosten für die

Unternehmen, wie sie in Deutschland z.B. über das ZIM-Programm angeboten wird, kann diese Funktion erfüllen.

Um spezifische Innovationsbarrieren anzusprechen, sind spezifische Interventionsformen notwendig. Sie ergänzen die indirekten Fördermaßnahmen z.B. durch eine gezielte Förderung von Kooperationen und den Wissens- und Technologietransfer oder von Innovationsprojekten in Unternehmen mit besonderen Innovationsbarrieren wie z.B. technologieorientierten Gründungen oder KMU. Diese Maßnahmen richten sich auf bestimmte Unternehmenstypen und Innovationsaktivitäten und sind in der Praxis selektiv im Hinblick auf die angesprochenen Branchen und Technologiefelder, wenngleich sie nicht notwendigerweise gezielt bestimmte Branchen oder Technologiefelder adressieren.

Quasi die „Spitze der Innovationsförderung“ bilden schließlich Maßnahmen, um in konkreten Feldern Innovationsaktivitäten voranzutreiben, für die die allgemeinen Maßnahmen nicht ausreichend sind. Dies betrifft zum einen Märkte, in denen kaum private Nachfrage nach Innovationen besteht, weil es sich um öffentliche Güter (z.B. öffentliche Sicherheit) oder um vom Staat erstellte und angebotene Güter (z.B. Gesundheit, Bildung) handelt. Zum anderen ist ein besonderer staatlicher Interventionsbedarf in all jenen Feldern gegeben, die Eigenschaften von Spitzentechnologien aufweisen.

Die einzelnen Elemente der Innovationspolitik unterliegen einer unterschiedlichen Dynamik. Breitenwirksame Maßnahmen adressieren grundsätzliche Innovationsbarrieren, die sich über die Zeit kaum verändern. Dementsprechend sollten diese Maßnahmen eine hohe Stabilität aufweisen, auch um den Unternehmen einen planbaren Rahmen für ihre Innovationsentscheidungen zu geben. Maßnahmen, die sich näher an der „Spitze“ befinden, sollten dagegen regelmäßig auf die Voraussetzungen für staatliche Interventionen und den konkreten Unterstützungsbedarf der Akteure überprüft werden. Dies gilt insbesondere für die aktive Technologieförderung. Da Technologiefelder einem „Lebenszyklus“ unterliegen, können frühere Spitzentechnologien mit der Zeit ihre Spitzentechnologieeigenschaften und damit ihren spezifischen Interventionsbedarf verlieren. Der Staat muss daher regelmäßig die Situation in den einzelnen Technologiefeldern überprüfen. Hierfür stehen Instrumente wie Technologievorschau, Expertenanhörungen und Expertenworkshops zur Verfügung.

Wesentlich ist aber auch, das Aufkommen neuer technologischer Entwicklung frühzeitig zu erkennen und einer geeigneten staatlichen Unterstützung zugänglich zu machen. Hier bieten sich „Bottom-up-Förderansätze“ an, die aus Wissenschaft und Wirtschaft Ideen und Vorschläge für neue Spitzentechnologiefelder erfassen, insbesondere auch im Überschneidungsbereich von traditionellen Technologiefeldern. Eine solche „themenoffene Spitzentechnologieförderung“ kann zum einen durch thematisch offene Ausschreibungen im Rahmen beste-

hender Fachprogramme erfolgen. Die Förderinitiative KMU-innovativ des BMBF geht zum Teil bereits in diese Richtung. Zum anderen wären Ausschreibungen sinnvoll, die auf technologische Entwicklungsvorhaben abzielen, die sich außerhalb der gängigen Technologieprogramme befinden. Eine Bewertung und Auswahl solcher Projektideen setzt zwar hohe Ansprüche an die Förderabwicklung, verspricht aber auch eine besser an aktuellen Forschungsfragen in Wissenschaft und Wirtschaft ausgerichtete Spitzentechnologieförderung.

Innovationsbegriff

In den vergangenen Jahren hat die Innovationsforschung den Innovationsbegriff zunehmend breiter gefasst. Während in den meisten Studien bis in die frühen 1990er Jahre Innovationsaktivitäten von Unternehmen mit FuE-Aktivitäten mehr oder minder gleich gesetzt wurden, erhielten seither auch sogenannte „nicht technologische“ Innovationsaktivitäten verstärkte Aufmerksamkeit. Dabei wurde auch auf frühe Arbeiten zur Innovationsforschung, insbesondere von Schumpeter (1912) verwiesen, der neben „technologischen Innovationen“ (neue Produkte und Prozesse) auch die Erschließung neuer Absatzmärkte und Bezugsquellen sowie die Neuorganisation von Marktstrukturen als unternehmerische Innovationstätigkeit betrachtete. Außerdem wurde in Untersuchungen zu Innovationen im Dienstleistungsbereich immer wieder betont, dass die traditionellen Konzepte von FuE und technologischen Innovationen hier zu kurz greifen (vgl. Miles 1994; Hipp und Grupp 2005). Außerdem widmete sich die empirische Innovationsforschung jüngst den verschiedenen Formen von immateriellen Investitionen und ihrer Rolle für Produktivitätssteigerung und Wachstum. Dadurch gerieten neben den FuE- und anderen „technologischen“ Innovationsausgaben auch Ausgaben für Weiterbildung, Marketing, Software und nicht technologische Innovationen ins Blickfeld (vgl. Corrado et al. 2009). Mit der Revision des Oslo-Manuals im Jahr 2005 (OECD und Eurostat 2005) wurde dieser Entwicklung insofern Rechnung getragen, indem zwei neue Konzepte unternehmerischer Innovation, nämlich Marketing- und Organisationsinnovationen eingeführt wurden.

Die Innovationspolitik in Deutschland hat auf diese Entwicklung faktisch nicht reagiert. Im Rahmen der finanziellen Förderung von Innovationsvorhaben sind i.d.R. nur FuE-Aktivitäten förderfähig, in einzelnen Programmen darüber hinaus darauf aufbauende Investitionen in neue Anlagen sowie Vermarktungsaktivitäten für neue Produkte. Eine Förderung von reinen nicht technologischen Innovationen wie z.B. die Entwicklung neuer Marketingkonzepte, die Einführung neuer organisatorischer Maßnahmen oder Aktivitäten im Bereich von Design sind in aller Regel nicht förderfähig. Hier stellt sich die Frage, ob in diesen Bereichen ein staatlicher Interventionsbedarf besteht, um die Innovationsaktivitäten der Unternehmen auf das gesellschaftlich gewünschte Niveau zu heben.

Um diese Frage zu beantworten, ist zunächst zu klären, welche Eigenschaften Innovationsaktivitäten aufweisen sollten, damit eine staatliche Intervention zu ihren Gunsten gerechtfertigt ist. Hierzu liefert das Oslo-Manual wichtige Hinweise. Innovationen zeichnen sich demnach durch fünf Eigenschaften aus (OECD und Eurostat 2005, 34f):

- Gewinnung neuen Wissens oder neuartige Kombination des vorhandenen Wissens (d.h. Innovationen gehen mit einer gewissen kreativen Tätigkeit einher und sind nicht einfach nur Routineaktivitäten),
- Potenziell positive externe Effekte durch Wissen-Spillovers (d.h. das innovierende Unternehmen kann sich nur einen Teil der Erträge aus der eigenen kreativen Tätigkeit selbst aneignen, d.h. das neu generierte/kombinierte Wissen ist für Dritte relevant),
- Ungewissheit über das Ergebnis der Innovationstätigkeit (d.h. es ist zu Beginn einer Innovationstätigkeit nicht prognostizierbar, ob sich die Innovationsidee technisch umsetzen lässt bzw. am Markt auf Akzeptanz stößt);
- Investitionscharakter (d.h. potenzielle Erträge fallen erst in künftigen Perioden an, sodass Innovationsaktivitäten vorfinanziert werden müssen);
- Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit (d.h. Innovationen verändern die Wettbewerbssituation dergestalt, dass sie zu Marktangeboten führen, die den bisherigen Marktangeboten überlegen sind).

In diesem Sinn zählt z.B. die reine Übernahme neuer Technologien, neuer Produkte oder neuer Organisations- und Marketingmethoden dann nicht als Innovation, wenn damit keine eigene kreative Tätigkeit des adoptierenden Unternehmens verbunden ist und die Übernahme keine Ungewissheitskomponente enthält. Während man sich darüber streiten kann, ob dies ein zu eng gefasster Innovationsbegriff für die unterschiedlichen Fragen der Innovationsforschung ist, erscheint er als Grundlage für die Innovationsförderung sehr nützlich. Denn gefördert werden sollten jene Aktivitäten, die wesentlich zu einer Steigerung des gesellschaftlichen Wohlstands beitragen und ohne Förderung nicht oder nur in eingeschränktem Umfang stattfinden würden. Gleichzeitig sollte die Förderung nicht verzerrend in den Wettbewerb zwischen Unternehmen eingreifen. Bei vielen nicht technologischen Innovationen wie z.B. organisatorischen Veränderungen oder Marketingmaßnahmen sind diese Voraussetzungen meist nicht gegeben. So zählt es zu den ureigensten unternehmerischen Aufgaben, sich über den aktuellen Stand der technologischen Möglichkeiten im jeweiligen Markt- und Produktionsgebiet auf dem Laufenden zu halten, die interne Organisation effizient und effektiv zu gestalten und geeignete Strategien zur Vermarktung der eigenen Leistungen zu entwickeln und implementieren. Eine Förderung von Unternehmen, die in diesen Bereichen schlechter als ihre Wettbe-

werber abschneiden, ist nicht zu rechtfertigen und würde den sinnvollen Wettbewerb zwischen Unternehmen um die besten Lösungen unterlaufen.

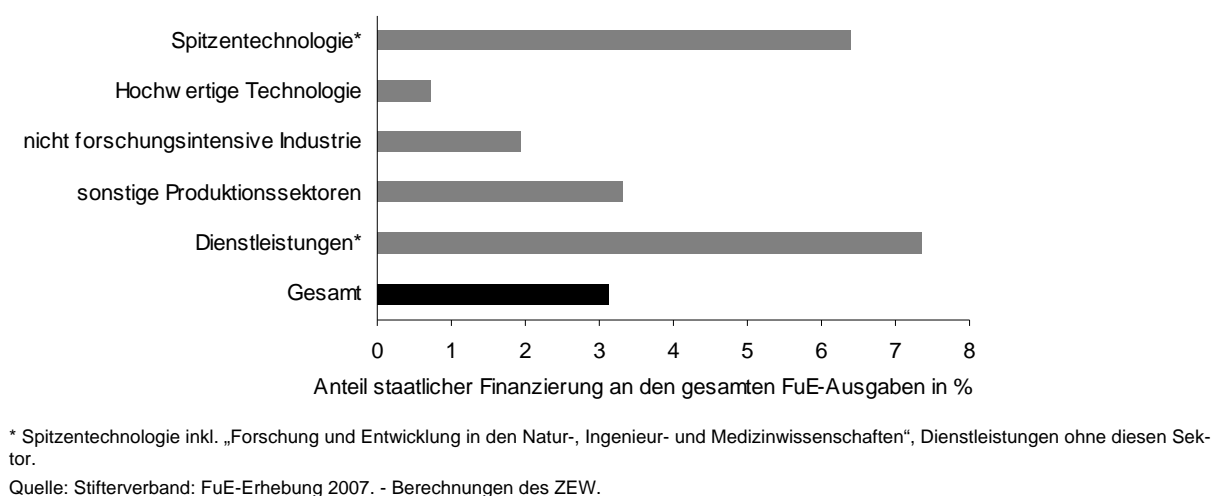
Vor diesem Hintergrund ist die deutsche Innovationspolitik gut beraten, ihren bisherigen Kurs der Konzentration der Innovationsförderung auf FuE-Aktivitäten und die Entwicklung neuer Technologien beizubehalten. Eine gesonderte Förderung von nicht technologischen Innovationsaktivitäten etwa im Bereich des Marketings oder der internen Organisation von Unternehmen ist nicht angebracht.

Eine besondere Situation stellt allerdings die Diffusion von neuen Technologien dar, wenn es aufgrund von Informationsasymmetrien, Netzwerkeffekten, fehlenden Standards oder fehlenden Qualifikationen auf Seiten der Beschäftigten zu Adoptionsbarrieren bei konkreten Technologien kommt. In diesen Fällen können technologiespezifische Adoptionsprogramme im Rahmen einer diffusionsorientierten Technologiepolitik gerechtfertigt sein, um die positiven Produktivitäts- und Wettbewerbseffekte solcher Technologien umfassend zu nutzen. In der Vergangenheit betraf dies z.B. die Einführung von computergestützten Fertigungstechnologien (vgl. Polt und Pointner 2005) oder neuer Informations- und Kommunikationstechnologien.

Förderung nicht forschungsintensiver Industrien

Die Ausrichtung der Innovationsförderung in Deutschland auf die Förderung von FuE und neuen Technologien führt zu einer unterschiedlich starken Förderintensität auf Branchenebene. So lag der Finanzierungsbeitrag des Staates (Bund und Länder, ohne EU, internationale Organisationen, ausländische Regierungen) zu den FuE-Ausgaben der deutschen Wirtschaft im Jahr 2007 in den Branchen der Spitzentechnologie bei 6,4 % und damit doppelt so hoch wie im Mittel aller Sektoren (3,1 %) (Abb. 12). Am niedrigsten war diese Quote in der Hochwertigen Technologie (0,7 %), am höchsten in den Dienstleistungen (7,3%). In der nicht forschungsintensiven Industrie wurden 2 % der gesamten FuE-Ausgaben aus inländischen staatlichen Mitteln bestritten.

Die Förderintensität der FuE-Ausgaben der deutschen Wirtschaft wird stark von den großen Unternehmen bestimmt, die traditionell den größten Teil ihrer FuE-Ausgaben aus internen Mitteln finanzieren. Der Anteil der Unternehmen, die eine öffentliche finanzielle Innovationsförderung erhalten haben, gibt ein Bild über die Verbreitung öffentlicher Förderung in der mittelständischen Wirtschaft. Im Zeitraum 2006-2008 nahmen 18 % der innovationsaktiven Unternehmen in Deutschland eine solche Förderung in Anspruch (Tabelle 13). In der forschungsintensive Industrie lag dieser Anteil mit 25 % deutlich höher als in der nicht forschungsintensiven Industrie (15 %).

Abb. 12: Anteil der staatlichen FuE-Finanzierung nach Sektorgruppen in Deutschland 2007**Tabelle 13: Anteil der Unternehmen in Deutschland mit einer öffentlichen finanziellen Innovationsförderung im Zeitraum 2006-2008 nach Sektorgruppen (in %)**

a. Basis: innovationsaktive Unternehmen								
Sektorgruppe	Gesamt	von Ländern	vom Bund	dar.: BMWi	dar.: BMBF	von der EU	dar.: EU-RP	von anderen
Forschungsintensive Industrie	25	10	14	8	6	5	4	3
Nicht forschungsintensive Industrie	15	7	6	4	2	2	1	2
Wissensintensive Dienstleistungen	20	7	8	4	4	4	4	5
Nicht wissensintensive Dienstleistungen	18	4	6	2	0	2	2	6
Gesamt	18	7	8	4	3	3	2	4

b. Basis: Unternehmen mit kontinuierlicher FuE								
Sektorgruppe	Gesamt	von Ländern	vom Bund	dar.: BMWi	dar.: BMBF	von der EU	dar.: EU-RP	von anderen
Forschungsintensive Industrie	42	18	24	14	12	9	7	4
Nicht forschungsintensive Industrie	23	11	13	8	4	5	3	1
Wissensintensive Dienstleistungen	32	17	18	9	10	7	5	3
Nicht wissensintensive Dienstleistungen	22	15	5	1	4	4	1	1
Gesamt	32	15	17	10	9	7	5	3

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2009. - Berechnungen des ZEW.

Dieses Muster zeigt sich auch, wenn man nur die Gruppe der kontinuierlich forschenden Unternehmen betrachtet, da sie die Hauptzielgruppe der finanziellen Innovationsfördermaßnahmen in Deutschland darstellt. Während 42 % der kontinuierlich forschenden Unternehmen in der forschungsintensiven Industrie eine Innovationsförderung erhalten haben, waren es in der nicht forschungsintensiven Industrie nur 23 %. In der nicht forschungsintensiven Industrie spielen die Länder sowie das BMWi eine vergleichsweise größere Rolle als Fördermittelgeber, in der forschungsintensiven Industrie ist dagegen das relative Gewicht von BMBF und EU höher.

Gleichwohl erreicht auch das BMBF mit seiner wichtigsten Fördermaßnahme, den Fachprogrammen, eine nicht unbeträchtliche Zahl von Unternehmen aus der nicht forschungsintensiven Industrie. Eine Auswertung der direkten Projektförderung des Bundes an Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft für den Zeitraum 2000-2010 (inklusive Fachprogramme, die

während dieses Zeitraums vom BMBF zu BMWi oder BMU abgegeben wurden) zeigt, dass 11 % der Fördermittelempfänger aus Branchen der nicht forschungsintensiven Industrie kamen. 39 % kamen aus Spitzentechnologiebranchen, 24 % aus Branchen der Hochwertigen Technologie, 9 % aus dem sonstigen Produktionsbereich und 27 aus den Dienstleistungsbranchen (Tabelle 14). In Bezug auf die ausbezahlten Fördermittel ist der Anteil der nicht forschungsintensiven Industrie mit 6 % niedriger.

Tabelle 14: Verteilung der Anzahl der geförderten Unternehmen und bewilligten Fördermittel an Unternehmen in der Direkten Projektförderung des Bundes im Rahmen von Fachprogrammen 2000-2010 nach Sektorgruppen (in %)

a. Verteilung der Anzahl der geförderten Unternehmen

Sektorgruppe	Fachprogramm (Leistungsplan-Nummer)															Summe
	C	D	E	F	G	H	I1	I2	I3	I4	I5	K	L	M	N	
Spitzentechnologie*	23	80	24	21	76	13	23	67	59	22	19	72	47	88	10	39
Hochwertige Technologie	45	6	33	21	3	13	12	19	20	43	17	7	31	6	25	24
Nicht forschungsint. Industrie	2	1	14	25	1	7	1	2	7	17	1	3	17	2	3	11
Sonstige Produktionsbereiche	22	8	9	15	3	18	23	6	7	7	23	3	1	0	13	9
Technische Dienstleistungen*	1	3	1	3	2	17	36	6	3	9	29	3	1	0	6	7
Sonstige wissensint. Dienstl.	2	1	14	8	1	17	1	0	1	1	2	10	1	0	5	5
Nicht wissensint. gew. Dienstl.	5	2	4	4	0	9	4	0	1	1	4	2	1	4	38	4
Öffentliche/kulturelle Dienstl.	0	0	1	1	16	4	1	0	2	0	4	1	0	0	0	1
Gesamt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>nachrichtlich: Anteil des Fachprogramms an Summe</i>	2	2	9	11	1	5	6	6	7	14	3	8	16	3	5	100

b. Verteilung der bewilligten Fördermittel an Unternehmen

Sektorgruppe	Fachprogramm (Leistungsplan-Nummer)															Summe
	C	D	E	F	G	H	I1	I2	I3	I4	I5	K	L	M	N	
Spitzentechnologie	29	89	27	30	83	16	31	78	63	25	20	80	56	85	14	53
Hochwertige Technologie	42	4	35	22	4	17	15	15	20	43	18	6	28	12	38	22
Nicht forschungsint. Industrie	3	0	12	21	0	4	1	1	5	14	1	2	13	0	2	6
Sonstige Produktionsbereiche	18	3	5	12	1	22	24	3	8	6	29	2	1	0	10	6
Technische Dienstleistungen	1	1	0	3	1	20	26	3	2	10	24	3	0	0	6	5
Sonstige wissensint. Dienstl.	3	3	18	7	1	3	1	0	0	0	4	5	1	0	1	4
Nicht wissensint. gew. Dienstl.	4	0	3	3	0	10	2	0	1	1	2	1	0	2	30	3
Öffentliche Dienstleistungen	0	0	1	1	10	8	0	0	2	0	1	1	1	0	0	1
Gesamt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>nachrichtlich: Anteil des Fachprogramms an Summe</i>	2	3	14	6	1	2	5	15	5	6	4	8	15	10	5	100

C: Meerestechnik; D: Weltraumtechnik; E: Energietechnologie; F: Umwelttechnologie; G: Medizintechnik; H: Arbeitsbedingungen; I1: Informatik; I2: Informationstechnologie; I3: Mikrosystemtechnik; I4: Fertigungstechnologie; I5: Multimedia; K: Biotechnologie; L: Materialtechnologie; M: Luftfahrttechnik; N: Verkehrstechnik.

Spitzentechnologie: WZ08 21, 26, 30.3, 72.1; Hochwertige Technologie: WZ08 20, 27-29, 30.1, 30.2, 30.9, 32, 33; Nicht forschungsint. Industrie: WZ08 10-19, 22-25, 31; Sonstige Produktionsbereiche: WZ08 01-09, 35-43; Technische Dienstleistungen: WZ08 61-63, 71; Sonstige wissensint. Dienstl.: WZ08 58-60, 64-66, 69-70, 72.2, 73-75; Nicht wissensint. gew. Dienstl.: 45-56, 68, 77-82, 92-93, 95-98; Öffentliche/kulturelle Dienstl.: WZ08 84-91, 94, 99.

* Spitzentechnologie inkl. „Forschung und Entwicklung in den Natur-, Ingenieur- und Medizinwissenschaften“, technische Dienstleistungen ohne diesen Sektor.

Quelle: BMBF: Profi-Datenbank. - Berechnungen des ZEW.

Trotz der FuE- und (Spitzen-)Technologieorientierung der Innovationsförderung in Deutschland wird auch die nicht forschungsintensive Industrie von den vorhandenen Förderprogrammen erreicht. Dies liegt erstens daran, dass auch in der nicht forschungsintensiven Industrie viele Unternehmen FuE betreiben und gleichzeitig zahlreiche themenoffene Förderprogramme existieren, die von diesen Unternehmen genutzt werden können, wie z.B. einzelne FuE-

Programme der Länder, das ZIM-Programm, das ERP-Innovationsprogramm, die Programme zur Förderung technologieorientierter Gründungen und einzelne kleinere Maßnahmen. Zweitens sind auch einige der Spitzentechnologieprogramme durchaus für nicht forschungsintensive Industriebranchen relevant. Dies trifft insbesondere auf die Fachprogramme Fertigungstechnologien, Materialtechnologien, Umwelttechnologien und Energietechnologien zu. In diesen Technologiefeldern leisten Unternehmen der materialverarbeitenden Industrien oft wesentliche Beiträge zum technischen Fortschritt bzw. entwickeln selbst neue Prozesstechnologien weiter. Mit der Förderinitiative KMU-innovativ wurde außerdem eine thematische Öffnung innerhalb der einzelnen Technologieprogramme des BMBF erreicht.⁹

Gleichwohl gilt für die nicht forschungsintensive Industrie - wie auch für größere Teile der Branchen der sogenannten hochwertigen Technologie -, dass viele Innovationsprojekte durch ein geringeres Innovationsrisiko und niedrigere Wissen-Spillovers gekennzeichnet sind. Dementsprechend ist auch der staatliche Unterstützungsbedarf geringer als in der Spitzentechnologie. Deshalb sind breitenwirksame Förderinstrumente mit einer eher niedrigen finanziellen Beteiligung des Staates am Innovationsrisiko für die nicht forschungsintensive Industrie ein besonders gut geeignetes Förderinstrument. Die Einführung einer steuerlichen FuE-Förderung würde eine substantielle Verbesserung der Innovationsbedingungen für diesen Sektor darstellen.

⁹ Allerdings ist der Anteil der Unternehmen aus der nicht forschungsintensiven Industrie an allen im KMU-innovativ geförderten Unternehmen mit unter 10 % gering.

5 Literatur

- Audretsch, D.B., B. Bozeman, K.L. Combs, M. Feldman, A.N. Link, D.S. Siegel, P. Stephan, G. Tasse, C. Wessner (2002), The Economics of Science and Technology, *Journal of Technology Transfer* 27, 153-203.
- Belitz, H., M. Clemens, M. Gornig, F. Mölders, A. Schiersch, D. Schumacher (2011), *Die deutsche forschungsintensive Industrie in der Finanz- und Wirtschaftskrise im internationalen Vergleich*, Studien zum deutschen Innovationssystem 04-2011, Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Buschak, D., R. Frietsch, A. Jäger, S. Kinkel, E. Kirner, P. Neuhäusler, O. Som, S. Wydra (2010), *Zukunftspotenziale und Strategien nichtforschungsintensiver Industrien in Deutschland – Auswirkungen auf Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung*, TAB Arbeitsbericht Nr. 140, Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag.
- Cordes, A., B. Gehrke (2011): *Außenhandel, Strukturwandel und Qualifikationsnachfrage: Aktuelle Entwicklungen in Deutschland und im internationalen Vergleich*, Studien zum deutschen Innovationssystem 04-2011, Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Corrado, C., C. Hulten, D. Sichel (2009), Intangible Capital and U.S. Economic Growth, *Review of Income and Wealth* 55, 661-685.
- Daisuke Kanama, D., A. Kondo, Y. Yokoo (2008), Development of technology foresight: integration of technology roadmapping and the Delphi method, *International Journal of Technology Intelligence and Planning* 4, 184-200.
- Europäische Kommission (2009a), *Preparing for Our Future: Developing a Common Strategy for Key Enabling Technologies in the EU*, Communication from the Commission, COM(2009)512, Brüssel: European Commission.
- Europäische Kommission (2009b), *Current Situation of Key Enabling Technologies in Europe*, Commission Staff Working Document accompanying the Communication from the Commission, COM(2009)1257, Brüssel: European Commission.
- Europäische Kommission (2010), *European Competitiveness Report 2010*, Commission Staff Working Document, SEC(2010)1276, Brüssel: European Commission.
- Freeman, C., R. Poignant, I. Svehnilson (1963), *Science, Economic Growth and Government Policy*, Paris: OECD.
- Frietsch, R., U. Schmoch, P. Neuhäusler, O. Rothengatter (2011), *Patent Applications - Structures, Trends and Recent Developments*, Studien zum deutschen Innovationssystem 09-2011, Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Gehrke, B., H. Grupp, H. Legler, G. Münt, U. Schasse, U. Schmoch (1994), *Innovationspotential und Hochtechnologie. Technologische Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb*. Zweite Auflage, Heidelberg: Physica
- Gehrke, B., C. Rammer, R. Frietsch, P. Neuhäusler, M. Leidmann (2010), *Listen wissen- und technologieintensiver Güter und Wirtschaftszweige. Zwischenbericht zu den NIW/ISI/ZEW-Listen 2010/2011*, Studien zum deutschen Innovationssystem 19-2010, Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Godin, B. (2004), The obsession for competitiveness and its impact on statistics: the construction of high-technology indicators, *Research Policy* 33, 1217-1229.
- Grupp, H. (1992), *Dynamics of Science-Based Innovation*, Berlin: Springer.

- Grupp, H. (1997), *Messung und Erklärung des technischen Wandels. Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik*, Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Grupp, H., H. Legler (1987), *Spitzentechnik, Gebrauchstechnik, Innovationspotential und Preise*, Köln: Verlag TÜV Rheinland.
- Grupp, H., H.A. Linstone (1999), National Technology Foresight Activities Around the Globe: Resurrection and New Paradigms, *Technological Forecasting and Social Change* 60, 85-94.
- Grupp, H., U. Schmoch (1992), *Wissenschaftsbindung der Technik*, Heidelberg: Physica.
- Hatzichronoglou, T. (1997), *Revision of the high-technology sector and product classification*, STI Working Paper 1997/2, Paris: OECD.
- Hipp, C., H. Grupp (2005), Innovation in the service sector: the demand for service-specific innovation measurement, concepts and typologies Germany, *Research Policy* 34, 517-535
- Hoffmeyer, E. (1958), *Dollar Shortage and the Structure of US Foreign Trade*, Amsterdam: North-Holland.
- Kirner, E., Kinkel, S., Jaeger, A. (2009), Innovation Paths and the Innovation Performance of Low-Technology Firms - An Empirical Analysis of German Industry, *Research Policy* 38, 447-458.
- Legler, H. (1982), *Zur Position der Bundesrepublik Deutschland im internationalen Wettbewerb*, Forschungsbericht 3 des NIW, Hannover: Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung.
- Legler, H., H. Grupp, B. Gehrke, U. Schasse (1992), *Innovationspotential und Hochtechnologie*, Heidelberg: Physica.
- Legler, H., R. Frietsch (2006), *Neuabgrenzung der Wissenswirtschaft - forschungsintensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen (NIW/ISI-Listen 2006)*, Studien zum deutschen Innovationssystem 22-2007, Berlin: BMBF.
- Lipsey, R., K. Carlaw, C. Bekar (2005), *Economic Transformations – General Purpose Technologies and Long-Term Economic Growth*, Oxford: Oxford University Press.
- Meyer-Krahmer, F., D. Dreher (2004), Neuere Betrachtungen zu Technikzyklen und Implikationen für die Fraunhofer-Gesellschaft, in: D. Spath (Hrsg.), *Forschungs- und Technologiemanagement : Potenziale nutzen - Zukunft gestalten. Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Hans-Jörg Bullinger*, München: Hanser, 27-35.
- Meyer-Krahmer, F., U. Schmoch (1998), Science-based technologies: university–industry interactions in four fields, *Research Policy* 27, 835-851.
- Miles, I. (1994), Innovation in services, in: M. Dodgson, R. Rothwell (Hrsg.), *Handbook of Industrial Innovations*, Aldershot: Edward Elgar, 243-256
- OECD (1986), *Science and Technology Indicators*, Paris: OECD.
- OECD (2003), *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2003*, Paris: OECD.
- OECD (2007), *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2007*, Paris: OECD.
- OECD und Eurostat (2005), *OSLO Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd Edition, Paris: OECD.
- Peneder, M. (2010), Technological regimes and the variety of innovation behaviour: Creating integrated taxonomies of firms and sectors, *Research Policy* 39, 323-334.
- Polt, W., W. Pointner (Hrsg.) (2005), *Diffusionsorientierte Technologiepolitik. Eine vergleichende Wirkungsanalyse für Österreich, die Schweiz, Deutschland und die USA*, Graz: Leykam.
- Polt, W., M. Berger, P. Boekholt, K. Cremers, J. Egel, H. Gassler, R. Hofer, C. Rammer (2009), *Das deutsche Forschungs- und Innovationssystem. Ein internationaler Systemvergleich zur Rolle von*

Wissenschaft, Interaktionen und Governance für die technologische Leistungsfähigkeit, Studien zum deutschen Innovationssystem 11-2010, Berlin: EFI.

Rammer, C., C. Köhler, M. Murmann, A. Pesau, F. Schwiebacher, S. Kinkel, E. Kirner, T. Schubert, O. Som (2010), *Innovationen ohne Forschung und Entwicklung. Eine Untersuchung zu Unternehmen, die ohne eigene FuE-Tätigkeit neue Produkte und Prozesse einführen*, Studien zum deutschen Innovationssystem 15-2011, Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.

Reiß, T., U. Schmoch, T. Schubert, C. Rammer, O. Heneric (2007), *Aussichtsreiche Zukunftsfelder der Biotechnologie. Neue Ansätze der Technologievorschau*, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

Schasse, U., O. Krawczyk, G. Stenke, A. Kladroba (2011), *FuE-Aktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich*, Studien zum deutschen Innovationssystem 02-2011, Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.

Schmoch, U. (2007), Double-boom cycles and the comeback of science-push and market-pull, *Research Policy* 36, 1000-1015.

Schmoch, U., F. Laville, P. Patel, R. Frietsch (2003), *Linking Technology Areas to Industrial Sectors*, Final Report to the European Commission, DG Research, Karlsruhe, Paris, Brighton: Fraunhofer-ISI, OST, SPRU.

Schumpeter, J. (1912), *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Eine Untersuchung über Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus*, Berlin, Duncker & Humblot.

6 Anhang

Tabelle 15: Klassifizierung der Technologieintensität von Wirtschaftszweigen (WZ 2003)

WZ	Bezeichnung	DE	OECD
15	Ernährungsgewerbe	nfi	lt
16	Tabakverarbeitung	nfi	lt
17	Textilgewerbe	nfi	lt
18	Bekleidungs-gewerbe	nfi	lt
19	Ledergewerbe, Herstellung von Schuhen	nfi	lt
20	Holzgewerbe	nfi	lt
21	Papiergewerbe	nfi	lt
22	Verlags-gewerbe, Druckereien, Vervielfältigung	nfi	lt
23	Mineralölverarbeitung, Kokerei, Herstellung von Spalt- und Brutstoffen	-	mlt
23.1	Kokereien	nfi	-
23.2	Mineralölverarbeitung	nfi	-
23.3	Herstellung von Spalt- und Brutstoffen	st	-
24.1	Herstellung chemischer Grundstoffe	-	mht
24.11	Herstellung von Industriegasen	nfi	-
24.12	Herstellung von Farbstoffen und Pigmenten	nfi	-
24.13	Herstellung von anorganischen Grundstoffen und Chemikalien	ht	-
24.14	Herstellung von organischen Grundstoffen und Chemikalien	ht	-
24.15	Herstellung von Düngemitteln und Stickstoffverbindungen	nfi	-
24.16	Herstellung von Kunststoffen in Primärformen	ht	-
24.17	Herstellung von synthetischem Kautschuk in Primärformen	ht	-
24.2	Herstellung von Schädlingsbekämpfungsmitteln, Pflanzenschutz- und Desinfektionsmitteln	st	mht
24.3	Herstellung von Anstrichmitteln, Druckfarben und Kittungen	nfi	mht
24.4	Herstellung von pharmazeutischen Grundstoffen und Spezialitäten	st	ht
24.5	Herstellung von Reinigungs- und Körperpflegemitteln	-	mht
24.51	Herstellung von Seifen, Wasch-, Reinigungs- und Poliermitteln	jt	-
24.52	Herstellung von Körperpflegemitteln und Duftstoffen	nfi	-
24.6	Herstellung von Spezialchemikalien	-	mht
24.61	Herstellung von pyrotechnischen Erzeugnissen	ht	-
24.62	Herstellung von Gelatine und ihren Derivaten	nfi	-
24.63	Herstellung von ätherischen Ölen	ht	-
24.64	Herstellung von fotochemischen Erzeugnissen	ht	-
24.65	Herstellung von magnetischen und optischen Datenträgern	nfi	-
24.66	Herstellung von sonstigen chemischen Erzeugnissen a.n.g.	ht	-
24.7	Herstellung von Chemiefasern	nfi	mht
25	Gummi- und Kunststoffverarbeitung	-	mlt
25.11	Herstellung von Bereifungen	ht	-
25.12	Runderneuerung von Bereifungen	nfi	-
25.13	Herstellung von sonstigen Gummiwaren	ht	-
25.2	Kunststoffverarbeitung	nfi	-
26	Herstellung von Glas, Keramik, Zement, Kalk, Beton, Bearbeitung von Steinen	-	mlt
26.11	Herstellung von Flachglas	nfi	-
26.12	Veredelung und Bearbeitung von Flachglas	nfi	-
26.13	Herstellung von Behältnissen aus Glas	nfi	-
26.14	Herstellung von Glasfasern	nfi	-
26.15	Herstellung, Veredelung und Bearbeitung von sonstigem Glas und technischen Glaswaren	ht	-
26.2	Herstellung von Keramikwaren	nfi	-
26.3	Herstellung von keramischen Wand- und Bodenfliesen und -platten	nfi	-
26.4	Herstellung von Ziegeln	nfi	-
26.5	Herstellung von Zement, Kalk und gebranntem Gips	nfi	-
26.6	Herstellung von Beton und Betonwaren	nfi	-
26.7	Be- und Verarbeitung von Natursteinen	nfi	-
26.8	Herstellung von Schleifmitteln und sonstigen Waren aus nichtmetallischen Mineralien	nfi	-
27	Metallerzeugung und -bearbeitung	nfi	mlt
28	Herstellung von Metallerzeugnissen	nfi	mlt
29	Maschinenbau	-	hmt

Tabelle 15: Fortsetzung

WZ	Bezeichnung	DE	OECD
29.1	Herstellung von Maschinen für die Erzeugung und Nutzung von mechanischer Energie	ht	-
29.21	Herstellung von Öfen und Brennern	nfi	-
29.22	Herstellung von Hebezeugen und Fördermitteln	nfi	-
29.23	Herstellung von kälte- und lufttechnischen Erzeugnissen	nfi	-
29.24	Herstellung von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen a.n.g.	ht	-
29.3	Herstellung von land- und forstwirtschaftlichen Maschinen	ht	-
29.4	Herstellung von Werkzeugmaschinen	ht	-
29.51	Herstellung von Maschinen für die Metallerzeugung, Walzwerkseinrichtungen und Gießmaschinen	nfi	-
29.52	Herstellung von Bergwerks- und Bau- und Baustoffmaschinen	ht	-
29.53	Herstellung von Maschinen für das Ernährungsgewerbe und Tabakverarbeitung	ht	-
29.54	Herstellung von Maschinen für das Textil-, Bekleidungs- und Ledergewerbe	ht	-
29.55	Herstellung von Maschinen für die Papiererzeugung und -verarbeitung	ht	-
29.56	Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige a.n.g.	ht	-
29.6	Herstellung von Waffen und Munition	st	-
29.7	Herstellung von Haushaltsgeräten	nfi	-
30	Herstellung von Büromaschinen und Datenverarbeitungsgeräten	-	ht
30.01	Herstellung von Büromaschinen	ht	-
30.02	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten	st	-
31	Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.Ä.	-	mht
31.1	Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren	ht	-
31.2	Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schaltanlagen	ht	-
31.3	Herstellung von isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten	nfi	-
31.4	Herstellung von Batterien und Akkumulatoren	ht	-
31.5	Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten	ht	-
31.6	Herstellung von sonstigen elektrischen Ausrüstungen a.n.g.	ht	-
32	Rundfunk- und Nachrichtentechnik	st	ht
33	Medizin-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik, Optik, Herstellung von Uhren	-	ht
33.1	Herstellung von medizintechnischen Geräten und Instrumenten	st	-
33.2	Herstellung von Mess-, Kontroll-, Navigations- u. ä. Instrumenten und Vorrichtungen	st	-
33.3	Herstellung und Montage von industriellen Prozesssteuerungsanlagen	st	-
33.4	Herstellung von optischen Geräten und Erzeugnissen	ht	-
33.5	Herstellung von Uhren	nfi	-
34	Herstellung von Kraftfahrzeugen	-	mht
34.1	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren	ht	-
34.2	Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern	nfi	-
34.3	Herstellung von Teilen und Zubehör für Kraftwagen und Kraftwagenmotoren	ht	-
35.1	Schiff- und Bootsbau	nfi	mlt
35.2	Bahnindustrie	ht	mht
35.3	Luft- und Raumfahrzeugbau	st	ht
35.4	Herstellung von Krafträdern, Fahrrädern und Behindertenfahrzeugen	nfi	mht
35.5	Fahrzeugbau a.n.g.	nfi	mht
36	Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Sportgeräten, Spielwaren, sonst. Erzeugn.	nfi	lt
37	Recycling	nfi	lt

DE: Klassifizierung nach Legler und Frietsch (2006): st: Spitzentechnologie, ht: hochwertige Technologie, nfi: nicht forschungsintensive Industrie.

OECD: Klassifizierung nach OECD (2009): ht: high technology, mht: medium-high technology, mlt: medium-low technology, lt: low technology.

-: nicht klassifiziert.

Das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW) ist ein Wirtschaftsforschungsinstitut mit Sitz in Mannheim, das 1990 auf Initiative der Landesregierung Baden-Württemberg, der Landeskreditbank Baden-Württemberg und der Universität Mannheim gegründet wurde und im April 1991 seine Arbeit aufnahm. Der Arbeit des ZEW liegen verschiedene Aufgabenstellungen zugrunde:

- interdisziplinäre Forschung in praxisrelevanten Bereichen,
- Informationsvermittlung,
- Wissenstransfer und Weiterbildung.

Im Rahmen der Projektforschung werden weltwirtschaftliche Entwicklungen und insbesondere die mit der europäischen Integration einhergehenden Veränderungsprozesse erfaßt und in ihren Wirkungen auf die deutsche Wirtschaft analysiert. Priorität besitzen Forschungsvorhaben, die für Wirtschaft und Wirtschaftspolitik praktische Relevanz aufweisen. Die Forschungsergebnisse werden sowohl im Wissenschaftsbereich vermittelt als auch über Publikationsreihen, moderne Medien und Weiterbildungsveranstaltungen an Unternehmen, Verbände und die Wirtschaftspolitik weitergegeben.

Recherchen, Expertisen und Untersuchungen können am ZEW in Auftrag gegeben werden. Der Wissenstransfer an die Praxis wird in Form spezieller Seminare für Fach- und Führungskräfte aus der Wirtschaft gefördert. Zudem können sich Führungskräfte auch durch zeitweise Mitarbeit an Forschungsprojekten und Fallstudien mit den neuen Entwicklungen in der empirischen Wirtschaftsforschung und spezifischen Feldern der Wirtschaftswissenschaften vertraut machen.

Die Aufgabenstellung des ZEW in der Forschung und der praktischen Umsetzung der Ergebnisse setzt Interdisziplinarität voraus. Die Internationalisierung der Wirtschaft, vor allem aber der europäische Integri-

onsprozeß werfen zahlreiche Probleme auf, in denen betriebs- und volkswirtschaftliche Aspekte zusammenreffen. Im ZEW arbeiten daher Volkswirte und Betriebswirte von vornherein zusammen. Je nach Fragestellung werden auch Juristen, Sozial- und Politikwissenschaftler hinzugezogen.

Forschungsprojekte des ZEW sollen Probleme behandeln, die für Wirtschaft und Wirtschaftspolitik praktische Relevanz aufweisen. Deshalb erhalten Forschungsprojekte, die von der Praxis als besonders wichtig eingestuft werden und für die gleichzeitig Forschungsdefizite aufgezeigt werden können, eine hohe Priorität. Die Begutachtung von Projektanträgen erfolgt durch den wissenschaftlichen Beirat des ZEW. Forschungsprojekte des ZEW behandeln vorrangig Problemstellungen aus den folgenden Forschungsbereichen:

- Internationale Finanzmärkte und Finanzmanagement,
- Arbeitsmärkte, Personalmanagement und Soziale Sicherung,
- Industrieökonomik und Internationale Unternehmensführung,
- Unternehmensbesteuerung und Öffentliche Finanzwirtschaft,
- Umwelt- und Ressourcenökonomik, Umweltmanagement sowie der Forschungsgruppe
- Informations- und Kommunikationstechnologien und der Querschnittsgruppe
- Wachstums- und Konjunkturanalysen.

Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW)
L 7, 1 · D-68161 Mannheim
Postfach 10 34 43 · D-68034 Mannheim
Telefon: 06 21 / 12 35-01, Fax - 224
Internet: www.zew.de, www.zew.eu

In der Reihe ZEW-Dokumentation sind bisher erschienen:

Nr.	Autor(en)	Titel
93-01	Johannes Velling Malte Woydt	Migrationspolitiken in ausgewählten Industriestaaten. Ein synoptischer Vergleich Deutschland - Frankreich - Italien - Spanien - Kanada.
94-01	Johannes Felder, Dietmar Harhoff, Georg Licht, Eric Nerlinger, Harald Stahl	Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft. Ergebnisse der Innovationserhebung 1993
94-02	Dietmar Harhoff	Zur steuerlichen Behandlung von Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen. Eine internationale Bestandsaufnahme.
94-03	Anne Grubb Suhita Osório-Peters (Hrsg.)	Abfallwirtschaft und Stoffstrommanagement. Ökonomische Instrumente der Bundesrepublik Deutschland und der EU.
94-04	Jens Hemmelskamp (Hrsg.)	Verpackungsmaterial und Schmierstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen.
94-05	Anke Saebetzki	Die ZEW-Umfrage bei Dienstleistungsunternehmen: Panelaufbau und erste Ergebnisse.
94-06	Johannes Felder, Dietmar Harhoff, Georg Licht, Eric Nerlinger, Harald Stahl	Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft. Methodenbericht zur Innovationserhebung 1993.
95-01	Hermann Buslei	Vergleich langfristiger Bevölkerungsvorausberechnungen für Deutschland.
95-02	Klaus Rennings	Neue Wege in der Energiepolitik unter Berücksichtigung der Situation in Baden-Württemberg.
95-03	Johannes Felder, Dietmar Harhoff, Georg Licht, Eric Nerlinger, Harald Stahl	Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft. Ein Vergleich zwischen Ost- und Westdeutschland.
95-04	Ulrich Anders	G-Mind – German Market Indicator: Konstruktion eines Stimmungsbarometers für den deutschen Finanzmarkt.
95-05	Friedrich Heinemann Martin Kukuk Peter Westerheide	Das Innovationsverhalten der baden-württembergischen Unternehmen – Eine Auswertung der ZEW/infas-Innovationserhebung 1993
95-06	Klaus Rennings Henrike Koschel	Externe Kosten der Energieversorgung und ihre Bedeutung im Konzept einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung.
95-07	Heinz König Alfred Spielkamp	Die Innovationskraft kleiner und mittlerer Unternehmen – Situation und Perspektiven in Ost und West
96-01	Fabian Steil	Unternehmensgründungen in Ostdeutschland.
96-02	Norbert Ammon	Financial Reporting of Derivatives in Banks: Disclosure Conventions in Germany, Great Britain and the USA.
96-03	Suhita Osório-Peters Karl Ludwig Brockmann	Nord-Süd Agrarhandel unter veränderten Rahmenbedingungen.
96-04	Heidi Bergmann	Normsetzung im Umweltbereich. Dargestellt am Beispiel des Stromeinspeisungsgesetzes.
96-05	Georg Licht, Wolfgang Schnell, Harald Stahl	Ergebnisse der Innovationserhebung 1995.
96-06	Helmut Seitz	Der Arbeitsmarkt in Brandenburg: Aktuelle Entwicklungen und zukünftige Herausforderungen.
96-07	Jürgen Egel, Manfred Erbsland, Annette Hügel, Peter Schmidt	Der Wirtschaftsstandort Vorderpfalz im Rhein-Neckar-Dreieck: Standortfaktoren, Neugründungen, Beschäftigungsentwicklung.
96-08	Michael Schröder, Friedrich Heinemann, Kathrin Kölbl, Sebastian Rasch, Max Steiger, Peter Westernheide	Möglichkeiten und Maßnahmen zur Wahrung und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Baden-Württembergischen Wertpapierbörse zu Stuttgart.
96-09	Olaf Korn, Michael Schröder, Andrea Szczesny, Viktor Winschel	Risikomessung mit Shortfall-Maßen. Das Programm MAMBA – Metzler Asset Management Benchmark Analyzer.
96-10	Manfred Erbsland	Die Entwicklung der Steuern und Sozialabgaben – ein internationaler Vergleich.
97-01	Henrike Koschel Tobias F. N. Schmidt	Technologischer Wandel in AGE-Modellen: Stand der Forschung, Entwicklungsstand und -potential des GEM-E3-Modells.
97-02	Johannes Velling Friedhelm Pfeiffer	Arbeitslosigkeit, inadäquate Beschäftigung, Berufswechsel und Erwerbsbeteiligung.
97-03	Roland Rösch Wolfgang Bräuer	Möglichkeiten und Grenzen von Joint Implementation im Bereich fossiler Kraftwerke am Beispiel der VR China.
97-04	Ulrich Anders, Robert Dornau, Andrea Szczesny	G-Mind – German Market Indicator. Analyse des Stimmungsindikators und seiner Subkomponenten.
97-05	Katinka Barysch Friedrich Heinemann Max Steiger	Bond Markets in Advanced Transition: A Synopsis of the Visegrád Bond Markets.
97-06	Suhita Osório-Peters, Nicole Knopf, Hatice Aslan	Der internationale Handel mit Agrarprodukten – Umweltökonomische Aspekte des Bananenhandels.
97-07	Georg Licht, Harald Stahl	Ergebnisse der Innovationserhebung 1996.
98-01	Horst Entorf, Hannes Spengler	Kriminalität, ihr Ursachen und ihre Bekämpfung: Warum auch Ökonomen gefragt sind.

98-02	Doris Blechinger, Alfred Kleinknecht, Georg Licht, Friedhelm Pfeiffer	The Impact of Innovation on Employment in Europe – An Analysis using CIS Data.
98-03	Liliane von Schuttenbach Krzysztof B. Matusiak	Gründer- und Technologiezentren in Polen 1997.
98-04	Ulrich Kaiser Herbert S. Buscher	Der Service Sentiment Indicator – Ein Konjunkturklimaindikator für den Wirtschaftszweig unternehmensnahe Dienstleistungen.
98-05	Max Steiger	Institutionelle Investoren und Coporate Governance – eine empirische Analyse.
98-06	Oliver Kopp, Wolfgang Bräuer	Entwicklungschancen und Umweltschutz durch Joint Implementation mit Indien.
98-07	Suhita Osório-Peters	Die Reform der EU-Marktordnung für Bananen – Lösungsansätze eines fairen Handels unter Berücksichtigung der Interessen von Kleinproduzenten .
98-08	Christian Geßner Basel. Sigurd Weinreich	Externe Kosten des Straßen- und Schienenverkehrslärms am Beispiel der Strecke Frankfurt –
98-09	Marian Beise, Birgit Gehrke, u. a.	Zur regionalen Konzentration von Innovationspotentialen in Deutschland
98-10	Otto H. Jacobs, Dietmar Harhoff, Christoph Spengel, Tobias H. Eckerle, Claudia Jaeger, Katja Müller, Fred Ramb, Alexander Wünsche	Stellungnahme zur Steuerreform 1999/2000/2002.
99-01	Friedhelm Pfeiffer	Lohnflexibilisierung aus volkswirtschaftlicher Sicht.
99-02	Elke Wolf	Arbeitszeiten im Wandel. Welche Rolle spielt die Veränderung der Wirtschaftsstruktur?
99-03	Stefan Vögele Dagmar Nelissen	Möglichkeiten und Grenzen der Erstellung regionaler Emittentenstrukturen in Deutschland – Das Beispiel Baden-Württemberg.
99-04	Walter A. Oechsler Gabriel Wiskemann	Flexibilisierung von Entgeltsystemen – Voraussetzung für ein systematisches Beschäftigungsmanagement.
99-05	Elke Wolf	Ingenieure und Facharbeiter im Maschinen- und Anlagenbau und sonstigen Branchen – Analyse der sozialdemographischen Struktur und der Tätigkeitsfelder.
99-06	Tobias H. Eckerle, Thomas Eckert, Jürgen Egel, Margit Himmel, Annette Hügel, Thomas Kübler, Vera Lessat, Stephan Vaterlaus, Stefan Weil	Struktur und Entwicklung des Oberrheingraben als europäischer Wirtschaftsstandort (Kurzfassung).
00-01	Alfred Spielkamp, Herbert Berteit, Dirk Czarnitzki, Siegfried Ransch, Reinhard Schüssler	Forschung, Entwicklung und Innovation in produktionsnahen Dienstleistungsbereichen. Impulse für die ostdeutsche Industrie und Perspektiven.
00-02	Matthias Almus, Dirk Engel, Susanne Prantl	The „Mannheim Foundation Panels“ of the Centre for European Economic Research (ZEW).
00-03	Bernhard Boockmann	Decision-Making on ILO Conventions and Recommendations: Legal Framework and Application.
00-04	Otto H. Jacobs, Christoph Spengel, Gerd Gutekunst, Rico A. Hermann, Claudia Jaeger, Katja Müller, Michaela Seybold, Thorsten Stetter, Michael Vituschek	Stellungnahme zum Steuersenkungsgesetz.
00-05	Horst Entorf, Hannes Spengler	Development and Validation of Scientific Indicators of the Relationship Between Criminality, Social Cohesion and Economic Performance.
00-06	Matthias Almus, Jürgen Egel, Dirk Engel, Helmut Gassler	Unternehmensgründungsgeschehen in Österreich bis 1998. ENDBERICHT zum Projekt Nr. 1.62.00046 im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Verkehr (BMWV) der Republik Österreich.
00-07	Herbert S. Buscher, Claudia Stirböck, Tereza Tykvová, Peter Westerheide	Unterschiede im Transmissionsweg geldpolitischer Impulse. Eine Analyse für wichtige Exportländer Baden-Württembergs in der Europäischen Währungsunion.
00-08	Helmut Schröder Thomas Zwick	Identifizierung neuer oder zu modernisierender, dienstleistungsbezogener Ausbildungsberufe und deren Qualifikationsanforderungen Band 1: Gesundheitswesen; Botanische/Zoologische Gärten/Naturparks; Sport Band 2: Werbung; Neue Medien; Fernmeldedienste; Datenverarbeitung und Datenbanken Band 3: Technische Untersuchung und Beratung; Architektur- und Ingenieurbüros; Unternehmens- und Public-Relations-Beratung Band 4: Verwaltung von Grundstücken, Gebäuden und Wohnungen; Mit dem Kredit- und Versicherungsgewerbe verbundene Tätigkeiten; Wirtschaftsprüfung und Steuerberatung; Messewirtschaft Band 5: Vermietung beweglicher Sachen ohne Bedienungspersonal; Gewerbsmäßige Vermittlung und Überlassung von Arbeitskräften; Personen- und Objektschutzdienste; Verkehrsvermittlung; Reiseveranstalter und Fremdenführer
00-09	Wolfgang Franz, Martin Gutzeit, Jan Lessner, Walter A. Oechsler, Friedhelm Pfeiffer, Lars Reichmann, Volker Rieble, Jochen Roll	Flexibilisierung der Arbeitsentgelte und Beschäftigungseffekte. Ergebnisse einer Unternehmensbefragung.

00-10	Norbert Janz	Quellen für Innovationen: Analyse der ZEW-Innovationserhebungen 1999 im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor.
00-11	Matthias Krey, Sigurd Weinreich	Internalisierung externer Klimakosten im Pkw-Verkehr in Deutschland.
00-12	Karl Ludwig Brockmann Christoph Böhringer Marcus Stronzik	Flexible Instrumente in der deutschen Klimapolitik – Chancen und Risiken.
00-13	Marcus Stronzik, Birgit Dette, Anke Herold	„Early Crediting“ als klimapolitisches Instrument. Eine ökonomische und rechtliche Analyse.
00-14	Dirk Czarnitzki, Christian Rammer Alfred Spielkamp	Interaktion zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in Deutschland. Ergebnisse einer Umfrage bei Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen.
00-15	Dirk Czarnitzki, Jürgen Egel Thomas Eckert, Christina Elschner	Internetangebote zum Wissens- und Technologietransfer in Deutschland. Bestandsaufnahme, Funktionalität und Alternativen.
01-01	Matthias Almus, Susanne Prantl, Josef Brüderl, Konrad Stahl, Michael Woywode	Die ZEW-Gründerstudie – Konzeption und Erhebung.
01-02	Charlotte Lauer	Educational Attainment: A French-German Comparison.
01-03	Martin Gutzeit Hermann Reichold Volker Rieble	Entgeltflexibilisierung aus juristischer Sicht. Juristische Beiträge des interdisziplinären Symposiums „Flexibilisierung des Arbeitsentgelts aus ökonomischer und juristischer Sicht“ am 25. und 26. Januar 2001 in Mannheim.
02-01	Dirk Engel, Helmut Fryges	Aufbereitung und Angebot der ZEW Gründungsindikatoren.
02-02	Marian Beise, Thomas Cleff, Oliver Heneric, Christian Rammer	Lead Markt Deutschland. Zur Position Deutschlands als führender Absatzmarkt für Innovationen. Thematische Schwerpunktstudie im Rahmen der Berichterstattung zur Technologischen Leistungsfähigkeit im Auftrag des bmb+f (Endbericht).
02-03	Sandra Gottschalk, Norbert Janz, Bettina Peters, Christian Rammer, Tobias Schmidt	Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft: Hintergrundbericht zur Innovationserhebung 2001.
03-01	Otto H. Jacobs, Ulrich Schreiber, Christoph Spengel, Gerd Gutekunst, Lothar Lammersen	Stellungnahme zum Steuervergünstigungsabbaugesetz und zu weiteren steuerlichen Maßnahmen.
03-02	Jürgen Egel, Sandra Gottschalk, Christian Rammer, Alfred Spielkamp	Spinoff-Gründungen aus der öffentlichen Forschung in Deutschland.
03-03	Jürgen Egel, Thomas Eckert Heinz Griesbach, Christoph Heine Ulrich Heublein, Christian Kerst, Michael Leszczensky, Elke Middendorf, Karl-Heinz Minks, Brigitta Weitz	Indikatoren zur Ausbildung im Hochschulbereich. Studie zum Innovationssystem Deutschlands.
03-04	Jürgen Egel, Sandra Gottschalk, Christian Rammer, Alfred Spielkamp	Public Research Spin-offs in Germany.
03-05	Denis Beninger	Emploi et social en France: Description et évaluation.
03-06	Peter Jacobebbinghaus, Viktor Steiner	Dokumentation des Steuer-Transfer-Mikrosimulationsmodells STSM.
03-07	Andreas Ammermüller, Bernhard Boockmann, Alfred Garloff, Anja Kuckulenz, Alexander Spermann	Die ZEW-Erhebung bei Zeitarbeitsbetrieben. Dokumentation der Umfrage und Ergebnisse von Analysen.
03-08	David Lahl Peter Westerheide	Auswirkungen der Besteuerung von Kapitaleinkünften und Veräußerungsgewinnen auf Vermögensbildung und Finanzmärkte – Status quo und Reformoptionen.
03-09	Margit A. Vanberg	Die ZEW/Creditreform Konjunkturumfrage bei Dienstleistern der Informationsgesellschaft. Dokumentation der Umfrage und Einführung des ZEW-Indikators der Dienstleister der Informationsgesellschaft.
04-01	Katrin Schleife	Dokumentation der Ruhestandsregelungen in verschiedenen Ländern.
04-02	Jürgen Egel, Thomas Eckert, Christoph Heine, Christian Kerst, Birgitta Weitz	Indikatoren zur Ausbildung im Hochschulbereich.
05-01	Jürgen Egel Christoph Heine	Indikatoren zur Ausbildung im Hochschulbereich.
05-02	Margit Kraus Dan Stegarescu	Non-Profit-Organisationen in Deutschland. Ansatzpunkte für eine Reform des Wohlfahrtsstaats.
06-01	Michael Gebel	Monitoring und Benchmarking bei arbeitsmarktpolitischen Maßnahmen.
06-02	Christoph Heine, Jürgen Egel, Christian Kerst, Elisabeth Müller, Sang-Min Park	Bestimmungsgründe für die Wahl von ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen. Ausgewählte Ergebnisse einer Schwerpunktstudie im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands.
06-03	Christian Rammer, Jörg Ohmstedt, Hanna Binz, Oliver Heneric	Unternehmensgründungen in der Biotechnologie in Deutschland 1991 bis 2004.
06-04	Alfred Spielkamp Christian Rammer	Balanceakt Innovation. Erfolgsfaktoren im Innovationsmanagement kleiner und mittlerer Unternehmen.

06-05	ZEW: Thies Büttner, Thomas Cleff, Jürgen Egel, Georg Licht, Georg Metzger, Michael Oberesch, Christian Rammer DIW: Heike Belitz, Dietmar Edler, Hella Engerer, Ingo Geishecker, Mechthild Schrooten, Harald Trabold, Axel Werwatz, Christian Wey	Innovationsbarrieren und internationale Standortmobilität. Eine Studie im Auftrag der IG BCE, Chemieverbände Rheinland-Pfalz und der BASF Aktiengesellschaft.
07-01	Christoph Grimpe	Der ZEW-ZEPHYR M&A-Index – Konzeption und Berechnung eines Barometers für weltweite Fusions- und Akquisitionstätigkeit.
07-02	Thomas Cleff, Christoph Grimpe, Christian Rammer	The Role of Demand in Innovation – A Lead Market Analysis for High-tech Industries in the EU-25.
07-03	Birgit Aschhoff, Knut Blind, Bernd Ebersberger, Benjamin Fraaß, Christian Rammer, Tobias Schmidt	Schwerpunktbericht zur Innovationserhebung 2005. Bericht an das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
08-01	Matthias Köhler, Gunnar Lang	Trends im Retail-Banking: Die Bankfiliale der Zukunft – Ergebnisse einer Umfrage unter Finanzexperten
08-02	Margit A. Vanberg, Gordon J. Klein	Regulatory Practice in the European Telecommunications Sector. Normative Justification and Practical Application
08-03	Matthias Köhler	Trends im Retail-Banking: Ausländische Banken im deutschen Bankenmarkt
08-04	Matthias Köhler, Gunnar Lang	Trends im Retail-Banking: Outsourcing im deutschen Bankensektor
08-05	Christian Rammer, Jano Costard, Florian Seliger (ZEW) Torben Schubert (Fraunhofer-Institut System- und Innovationsforschung [ISI])	Bestimmungsgründe des Innovationserfolgs von baden-württembergischen KMU
08-06	Christian Rammer, Anja Schmiele	Schwerpunktbericht zur Innovationserhebung 2006. Internationalisierung von Innovationsaktivitäten – Wissensgewinn und -verlust durch Mitarbeiterfluktuation
09-01	Christian Rammer Nicola Bethmann	Schwerpunktbericht zur Innovationserhebung 2008. Innovationspartnerschaften – Schutz und Verletzung von intellektuellem Eigentum
10-01	Thomas Niebel	Der Dienstleistungssektor in Deutschland – Abgrenzung und empirische Evidenz.
11-01	Christian Rammer	Bedeutung von Spitzentechnologien, FuE-Intensität und nicht forschungsintensiven Industrien für Innovationen und Innovationsförderung in Deutschland.