Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Technologie und Qualifikation für neue Märkte

Ergänzender Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2003-2004

INNOVATION

Deutschland. Das von morgen.

Dieser Bericht wurde dem Bundesministerium für Bildung und Forschung durch die folgenden Institute vorgelegt:

Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe
Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW) der Universität Karlsruhe
Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung (NIW), Hannover
Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim

Sie tragen die alleinige Verantwortung für die Ergebnisse und deren Interpretation.

Impressum

Herausgeber
Bundesministerium
für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Publikationen; Internetredaktion
11055 Berlin

Bestellungen
schriftlich an den Herausgeber
Postfach 30 02 35
53182 Bonn
oder per
Tel.: 01805 - 262 302
Fax: 01805 - 262 303
(0,12 Euro/Min.)
E-Mail: books@bmbf.bund.de
Internet: http://www.bmbf.de

Autoren
Hariolf Grupp (ISI), Harald Legler (NIW), Georg Licht (ZEW)

Redaktion
Hartmut Clausen (BMBF)

Gestaltung
Heimbüchel PR
Kommunikation und Publizistik GmbH, Köln/Berlin
www.heimbuechel.de

Druck
dp Druckpartner Moser, Rheinbach

Bonn, Berlin 2004

Gedruckt auf Recyclingpapier

Bildnachweis
corbis

Technologie und Qualifikation für neue Märkte

– Ergänzender Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2003-2004 –

Hariolf Grupp, Harald Legler, Georg Licht

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht wurde von *Hariolf Grupp* (Universität Karlsruhe und Fraunhofer ISI), *Harald Legler* (NIW) und *Georg Licht* (ZEW) verfasst. Dies trifft uneingeschränkt für das „Dachkapitel“ 1 zu. Die dort niedergelegten Überlegungen zur Innovationspolitik in Deutschland bauen auf vielfältige Vorarbeiten und intensive Diskussionen mit Kolleginnen und Kollegen auf, die in den letzten Jahren an der erweiterten Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit beteiligt waren.

Die anschließenden Kapitel beruhen auf Studien mehrerer Institute, die regelmäßig oder einmalig vom BMBF mit entsprechenden Forschungsarbeiten beauftragt worden waren. Die Kapitelentwürfe liegen in der Verantwortung der jeweiligen Verfasser und wurden für die Zwecke dieses Berichts teilweise gekürzt, redaktionell bearbeitet, mit Querbeziehungen versehen und in den größeren Zusammenhang gestellt. Trotz dieser Bearbeitung bleibt willentlich eine Meinungsvielfalt in Bewertungsfragen erhalten, die gelegentlich auch konträre Denkanstöße auslösen kann und soll.

Die Kapitel 2 bis 4 fassen Analysen der Arbeitsgruppe Innovationsindikatoren zusammen (Koordination *Harald Legler*). Kapitel 5 beruht auf Texten von *Georg Licht*, *Christian Rammer* und *Jürgen Egeln* (ZEW) und bezieht gemeinsam erarbeitete Materialien mit Joanneum Research (Wien) ein. Die Vorlage zu Kapitel 6 lieferten *Stefan Kuhlmann, Knut Blind* und *Jakob Edler* (ISI), während Kapitel 7 auf *Thomas Reiß* und *Sybille Hinze* (ISI) zurückgeht. Kapitel 8 wurde wiederum von der Indikatorengruppe unter Koordination von *Birgit Gehrke* (NIW) entworfen; Kapitel 9 haben *Barbara Breitschopf* und *Hariolf Grupp* (IWW, Universität Karlsruhe) beigesteuert. Die Ursprungsfassung von Kapitel 10 geht auf *Christian Rammer* (ZEW), *Horst Penzkofer* (ifo), *Andreas Stephan* (DIW) und *Christoph Grenzmann* (WSV) zurück, Kapitel 11 auf *Jakob Edler, Knut Blind, Rainer Frietsch* und *Ulrich Schmoch* (ISI). Kapitel 12 beruht auf Auswertungen einer umfangreichen Datenbank, die mit Mitteln der Europäischen Union aufgebaut wurde. Die speziellen Auswertungen für Deutschland und ihre Kommentierung hat *Hariolf Grupp* (IWW und ISI) vorgenommen.

Die meisten Kapitel dieses Berichts werden durch umfangreichere Schwerpunktstudien und Dokumentationen unterstützt, die im Internet verfügbar sind (www.technologische-leistungsfaehigkeit.de). Die Datenerhebung wurde im Februar 2004 abgeschlossen. Dieser Bericht ist in der Verantwortung der Institute und ihrer Verfasser erstellt worden. Der Bericht profitierte erheblich von zahlreichen Gesprächen mit Vertretern des BMBF. Allen Mitwirkenden sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Karlsruhe, Hannover, Mannheim, im Juli 2004

Hariolf Grupp, Harald Legler, Georg Licht

Inhaltsverzeichnis

VORBEMERKUNG ..... **iii**

1 VORRANG FÜR INNOVATIONSPOLITISCHES HANDELN **1**

1.1 Technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands: Ein tragfähiges Fundament mit Rissen 1

1.2 Herausforderungen für eine innovative Bildungspolitik 5

1.3 Priorität für die Forschungs- und Innovationspolitik 11

Umgestaltung der staatlichen Finanzierung von FuE in Unternehmen 13

Zur Förderung von KMU und technologieorientierten Unternehmensgründungen 14

Ist eine Reform der öffentlichen Forschung angesagt? 15

1.4 Innovationspolitik in größere Zusammenhänge stellen 18

2 DEUTSCHLAND UND EUROPA IN DER INTERNATIONALEN FUE-DYNAMIK **23**

2.1 FuE-Trends in der Wirtschaft der „westlichen" Industrieländer 23

FuE-Ressourcen und -intensität im internationalen Vergleich 23

FuE-Entwicklung in der deutschen Wirtschaft: Verlauf in den 1990er Jahren 26

FuE-Entwicklung in Deutschland: Strukturelle Veränderungen seit Mitte der 1990er Jahre 27

Internationalisierung von FuE in der deutschen Wirtschaft 30

2.2 FuE in Klein- und Mittelunternehmen 31

Deutschland und USA im Vergleich 31

FuE-Intensität und -Beteiligung in Deutschland 33

2.3 Beitrag des Staates zur Finanzierung von FuE 35

Finanzierung von FuE im internationalen Vergleich 35

FuE-Finanzierung in Deutschland 37

2.4 FuE steht in der deutschen Wirtschaft auf der Kippe 39

3 MEHR QUALITÄT UND EFFIZIENZ IN INNOVATIVEN UNTERNEHMEN **41**

3.1 Innovationsaktivitäten der deutschen Wirtschaft 41

Innovationsbeteiligung 41

Innovationsaufwendungen und Erfolg 42

3.2 Qualitäts- und Effizienzorientierung des FuE- und Innovationsgeschehens 45

Akademisierung von FuE 45

Aufwand und Ertrag 45

Verstärkte Arbeitsteilung bei FuE-Aktivitäten 47

Förderung und Effekte von Innovationskooperationen 49

4 ALLMÄHLICHER WANDEL ZUR WISSENSWIRTSCHAFT **51**

4.1 Sektoraler Strukturwandel 51

Spezialisierung Deutschlands im Handel mit forschungsintensiven Gütern 51

Produktion und Beschäftigung in forschungsintensiven Industrien 52
Sektoraler Strukturwandel zugunsten des forschungs- und wissensintensiven Sektors 55
Defizite im IuK-Sektor 58
4.2 Unternehmensgründungen und Wagniskapitalmarkt 59
Gründungen 59
Wagniskapitalmarkt 60
5 WELTWEIT DYNAMIK IN DER FORSCHUNGS- UND INNOVATIONSPOLITIK 63
5.1 Konvergenz der Herausforderungen und der innovationspolitischen Ansätze 64
5.2 Trendwende bei den öffentlichen Ausgaben für Forschung und Entwicklung 67
5.3 Neuausrichtung der Technologie- und Forschungsförderung 71
5.4 Staatliche Finanzierung von FuE in Unternehmen 76
5.5 Förderung der Innovationstätigkeit von kleinen und mittleren Unternehmen 78
5.6 Förderung technologieorientierter Unternehmensgründungen 80
5.7 Wissens- und Technologietransfer und Reform der öffentlichen Forschung 82
6 BESSERE KOORDINATION IM DEUTSCHEN FORSCHUNGS- UND INNOVATIONSSYSTEM 87
6.1 Innovationssystem: eine holistische Sicht 87
6.2 Innovationspolitik heute – erst in Ansätzen horizontal koordiniert und systemisch 89
6.3 Horizontale und systemische Politikinstrumente: Ansätze und Beispiele 92
6.4 Koordination von Innovationspolitik: Potenziale und Paradoxien 96
7 NEUE MÄRKTE DURCH BIOPHARMAZIE 99
7.1 Momentane Wettbewerbssituation der pharmazeutischen Industrie 99
7.2 Biopharmazie – ein sektorales Innovationssystem 101
Struktur und Dynamik 101
Leistungsfähigkeit des deutschen Innovationssystems 105
Nachfrage nach Biopharmazeutika 107
7.3 Leistungsfähigkeit und Systemmängel 108
8 FORSCHUNG UND INNOVATIONEN BRAUCHEN BILDUNG 111
8.1 Einsatz von Hochqualifizierten in der deutschen Wirtschaft 111
8.2 Nachwuchs von Akademikern 113
Studienberechtigte und Studienanfänger 113
Hochschulabsolventen und „Ersatzbedarf“ an Akademikern 115
Studiendauer und -verlauf 119
Monetäre Effizienz des deutschen Hochschulsystems 120
8.3 Berufliche Bildung und technologische Leistungsfähigkeit 122
Dynamik der Berufsstrukturen 122

Ausbildungsquoten und Ausbildungserfolg 125
Kosten und Nutzen der Ausbildung 127

9 BESSERE EINBINDUNG VON FRAUEN IN DAS INNOVATIONSSYSTEM 131

9.1 Zur Rolle von Frauen im Innovationssystem 131
9.2 Vertikale Strukturen in Wissenschaft und Wirtschaft 134
9.3 Wege aus dem volkswirtschaftlichen Dilemma 137

10 LANGER ATEM FÜR FUE UND INNOVATION IM KONJUNKTURVERLAUF 141

10.1 Hängt das Innovationsgeschehen von Boomphasen ab? 141
10.2 Übertragungsmechanismen zwischen Konjunktur und FuE 142
10.3 FuE, Innovationen und Konjunktur in Deutschland 1980-2002 143
10.4 FuE und Konjunktur im internationalen Vergleich 148
10.5 Vermutungen zu den Perspektiven im deutschen Innovationssystem 150

11 STRATEGISCHE PATENTIERUNG IN DEUTSCHLAND 153

11.1 Dynamik der Patententwicklung 153
11.2 Technologische Ausrichtung: Spitzen- und gehobene Gebrauchstechnologie im internationalen Vergleich 155
11.3 FuE-Effizienz im Spiegel der Patentanmeldung 157
11.4 Zunehmende Konzentration der Anmeldungen 159
11.5 Zunehmende Bedeutung von Patenten 160
11.6 Strategischer Nutzen der Patentierung? 162

12 FORSCHUNGSEXZELLENZ IN AUSGEWÄHLTEN GEBIETEN 167

12.1 Relevanz der öffentlichen Forschung für die technologische Entwicklung 167
12.2 Leistungsfähigkeit der wissenschaftlichen Forschung im internationalen Vergleich 169
12.3 Spitzenleistungen in ausgewählten Gebieten 171
12.4 Regionale und institutionelle Dimensionen der Spitzenleistung 176

LITERATURVERZEICHNIS 179

Kurzer Überblick über die einzelnen Beiträge dieses Berichts

- Dieser Bericht versucht, aus verschiedenen Blickrichtungen die Leitfrage zu beantworten: „Wo steht Deutschlands Innovations- und Bildungssystem?“ Dies wird mit Zahlen und Informationen unterlegt, die bis Frühjahr 2004 erhältlich waren. Zielsetzung des Berichts ist jedoch, über die Innovationsindikatoren hinaus eine Auseinandersetzung mit wichtigen innovationspolitischen Fragestellungen zu führen.

- Die einzelnen Kapitel des Berichts sind dabei nicht stringent auf ein Thema ausgerichtet, sondern setzen kaleidoskopartig Schwerpunkte. Die Facetten verdichten sich zu folgendem Bild: Das deutsche Innovationssystem gehört mit zu den leistungsfähigsten der Welt. Die ökonomischen und politischen Veränderungen der beiden letzten Jahrzehnte haben jedoch neue Herausforderungen mit sich gebracht, die auch im Bereich der Innovationspolitik den Reformbedarf deutlich ansteigen ließen. Viele Ländern haben sich – auch im Hinblick auf ihre Innovationspolitik – diesen Herausforderungen zügiger und entschiedener gewidmet als dies in Deutschland der Fall war. Deutschland hat bereits Rangplätze verloren und droht weiter zurückzufallen, wenn nichts Entscheidendes geschieht.

- Kapitel 1 versteht sich als übergreifendes „Dachkapitel“ zum ganzen Bericht. Dabei wird auf eine systematische Zusammenfassung der Ergebnisse der weiteren Kapitel bewusst verzichtet. Vielmehr werden selektiv Aspekte zusammengestellt, die für innovationspolitisches Handeln Vorrang haben sollten. Eine forcierte Bildungspolitik und die staatliche FuE-Förderung stehen dabei im Vordergrund.

- Kapitel 2 beleuchtet Deutschland und Europa im Spiegel der internationalen FuE-Dynamik. Es baut teilweise auf Daten auf, die bereits in den Bundesbericht Forschung 2004 Eingang gefunden haben. Aktuellere Daten und ergänzende Analysen schärfen aber den Blick für wichtige Veränderungen in der internationalen FuE-Dynamik. Die andere Perspektive führt auch zu einigen Neubewertungen. Trotz der insgesamt erfreulichen Entwicklung bei den FuE-Investitionen der Wirtschaft in den letzten Jahren zeichnen sich einige dunkle Wolken am Horizont ab. Insbesondere den kleinen und mittleren Unternehmen fällt es immer schwerer, die notwendigen FuE-Investitionen zu finanzieren.

- Der Analyse der Innovationsaktivitäten der deutschen Wirtschaft ist Kapitel 3 gewidmet. Dargestellt werden sowohl die Verbreitung von Innovationsaktivitäten und Innovationskosten in der Wirtschaft als auch die Effizienz von Innovationsprozessen und die Innovationsergebnisse. Arbeitsteilung und Kooperationen im Innovationsprozess geben einen Einblick in die Bedeutung der systemische Komponente von Innovationen.

- Den Weg in die Wissenswirtschaft stellt Kapitel 4 in den Mittelpunkt. Dazu gehören der sektorale Strukturwandel in der Industrie und bei den Dienstleistungen ebenso wie die Diffusion neuer Technologien, insbesondere der Informations- und Kommunikationstechnik, in der Wirtschaft. Unternehmensgründungen repräsentieren einen weiteren Kanal des Strukturwandels zur Wissenswirtschaft. Zudem wird in diesem Abschnitt noch auf die jüngere Entwicklungen auf dem Markt für Risikokapital für junge Hochtechnologieunternehmen eingegangen.

- Kapitel 5 zeigt, dass die öffentliche Innovationspolitik in den technologisch führenden Ländern seit 1998 deutlich expansiv ausgelegt war: Signifikante Steigerungen der öffentlichen FuE-Ausgaben gehen Hand in Hand mit neuen Schwerpunkten und neuen Ansätzen der öffentlichen Innovationspolitik. Die Bedeutung eines umfassenden Ansatzes zur Stärkung der Innovationskraft Deutschlands wird betont. Trotz der in den letzten Jahren auch in Deutschland in Angriff genom-

menen Reformen der Innovationspolitik und der gesteigerten Bedeutung von Forschung, Bildung und Innovation in den öffentlichen Budgets scheint Deutschland an Boden zu verlieren, da das in anderen Ländern angeschlagene Reformtempo deutlich höher ist. Hervorgehoben wird, dass sich parallel zu den gestiegenen Herausforderungen an die Innovationspolitik auch ihr Terrain vergrößert hat.

- Erweiterte Aufgabenstellungen der Innovationspolitik verstärken auch die Koordinationsprobleme in diesem Politikfeld. Eine ganzheitliche Beschreibung dessen, was solche Koordinationsprobleme auslösen kann, wird in Kapitel 6 unternommen. Das Kapitel strebt ein besseres Verständnis für den Umgang mit solchen Koordinationsproblemen an und arbeitet an Hand einiger internationaler Beispiele prinzipielle Koordinationsprobleme heraus.

- Am Beispiel einer Sektorstudie zur pharmazeutischen Industrie in Deutschland können die im 6. Kapitel dargestellten Koordinations- und Systemaspekte verdeutlicht werden. Das sich heraus bildende sektorale Innovationssystem der Biopharmazie wird hinsichtlich seiner Systemmängel und deren Konsequenzen für die Wettbewerbsfähigkeit unter die Lupe genommen.

- Forschung und Innovationen brauchen Bildung. Ein spezifisches Koordinationsproblem stellt die Ausrichtung des Bildungssystems auf den Humankapitalbedarf einer hoch entwickelten Volkswirtschaft dar, denn technologisches Wissen ist international gesehen ein äußerst knapper Faktor. Die Knappheit an hoch qualifizierten Erwerbspersonen hat sich in der Vergangenheit und wird sich demnächst wieder vermehrt als Innovationshemmnis erweisen. Aber nicht nur der akademische Abschluss, sondern auch die berufliche Bildung und neue Ausbildungsberufe müssen in diesem Zusammenhang gesehen werden (Kapitel 8).

- Die absehbare Verknappung von qualifiziertem Humankapital, insbesondere in den technisch orientierten Bereichen, verlangt nach schnelleren Lösungen als sie das Bildungssystem von innen heraus bieten kann. In diesem Zusammenhang rückt das Potenzial von Frauen als unausgeschöpftes Reservoir verstärkt ins Licht. Kapitel 9 befasst sich mit der Einbindung von Frauen in das Innovationssystem.

- FuE- und Innovationsprozesse vollziehen sich in nur langsam veränderbaren Strukturen. Dennoch werden immer wieder Zyklen in der privaten und öffentlichen Finanzierung wahrgenommen. Trend und Zyklus gehen Hand in Hand, beeinflussen sich gegenseitig und lassen sich analytisch bei Betrachtungen am „aktuellen Rand“ nur schwer trennen. Kapitel 10 befasst sich mit den Determinanten von unternehmerischen FuE-Entscheidungen und arbeitet aus der Rückschau vergangener Konjunkturverläufe Übertragungsmechanismen zwischen Konjunktur und FuE heraus.

- Nicht nur die Bereitschaft der Unternehmen in FuE zu investieren ist durch Konjunkturzyklen gekennzeichnet, sondern auch die Anreize und Strategien der Unternehmen, Patente als Schutz von Innovationen anzumelden, variieren im Zeitverlauf. Insbesondere in den letzten 10 Jahren hat sich die Bedeutung des Patentsystems für die Unternehmen deutlich verändert. Die Dynamik der Entwicklung der Anzahl der Patente und ihrer Bewertung ist Gegenstand des Kapitels 11.

- Schließlich wird die Forschungsexzellenz in ausgewählten Gebieten betrachtet (Kapitel 12). Dies geschieht vor dem Hintergrund der erneut entfachten Diskussion um akademische Spitzenleistungen. Es zeigt sich, dass die Verteilung von Spitzenleistungen in Deutschland nach Standorten und Institutstypen stark zwischen den Fachgebieten variiert. „Geborene“ Spitzeneinrichtungen, denen dieses Attribut in vielen oder allen Fächern zukommt, können in den betrachteten Fächern nicht aufgefunden werden. Die Vorstellung von einer oder wenigen Eliteuniversitäten muss angesichts dieser Beobachtungen kritisch hinterfragt werden.

1 Vorrang für innovationspolitisches Handeln

Innovation ist ein originäres strategisches Gestaltungsfeld der Politik, hatte und hat jedoch in Deutschland und in Europa nicht immer oberste politische Priorität. Von daher kommt die „Innovationsinitiative“ der Bundesregierung sowie die Bekräftigung, zur Erreichung der „Lissabon-Ziele“ für ein wettbewerbsfähiges Europa alle Anstrengungen zu unternehmen, gerade richtig. Warum? Die Bevölkerungsentwicklung ist in Deutschland wie auch in vielen anderen europäischen Ländern ungünstig. Das Wirtschaftswachstum ist in Deutschland seit über einem Jahrzehnt problematisch niedrig. Die Produktivitätsentwicklung ist in weiten Teilen Europas – vor allem in den großen Ländern Deutschland, Frankreich und Italien – seit Mitte der 1990er Jahre erstmals seit über zwei Jahrzehnten deutlich hinter den USA zurückgeblieben. Breite Bevölkerungsschichten befürchten Einkommensverluste und sozialen Abstieg; man sorgt sich vor einem massivem Jobexport aus Deutschland und Westeuropa in die neuen Mitgliedsstaaten. Und durch die hohe Entwicklungsdynamik im asiatischen Raum insbesondere in China verlieren die europäischen Märkte zusätzlich an Attraktivität für in- und ausländische Investitionen in Sach- und Humankapital.

Angst ist in einer solchen Situation jedoch ein schlechter Ratgeber: Deutschland muss sich vielmehr – stärker als in den vergangenen zwei Jahrzehnten – auf seine originären Stärken zurückbesinnen: Eine Intensivierung von Forschung, Entwicklung und Innovation ist notwendig, um mittelfristig das Pro-Kopf-Einkommen wieder ansteigen zu lassen. Denn Bildung und Wissenschaft, Forschung und Technologie sind neben einer guten materiellen Infrastruktur das Beste, was Deutschland im internationalen Wettbewerb in die Waagschale werfen kann.

Dieser Innovationsbericht will die Neubesinnung auf Forschung und Innovation befruchten und unterstützen, aber auch die aktuelle Position Deutschland im internationalen Technologiewettbewerb kritisch reflektieren und auf neuralgische Punkte hinweisen. Der im Frühsommer vorgelegte, umfangreiche Bundesbericht Forschung informierte bereits über wichtige Eckdaten der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. An dieser Stelle ist daher auch Platz, neuere und ergänzende Fakten ausführlich einzubringen und zu bewerten (Kapitel 2 bis 12). In Kapitel 1 werden daraus Hinweise zum innovationspolitischen Handeln verdichtet. Dabei wird der Fokus auf das Fundament der langfristigen Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands gelegt – auf die Anforderungen an die Bildungspolitik, an die Forschungs- und Technologiepolitik auf nationaler und supranationaler Ebene sowie – kursorisch – auf das „Umfeld“ der Innovationspolitik.

1.1 Technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands: Ein tragfähiges Fundament mit Rissen

Der weltwirtschaftliche Strukturwandel schlägt seit Jahrzehnten eine klar erkennbare Richtung ein:

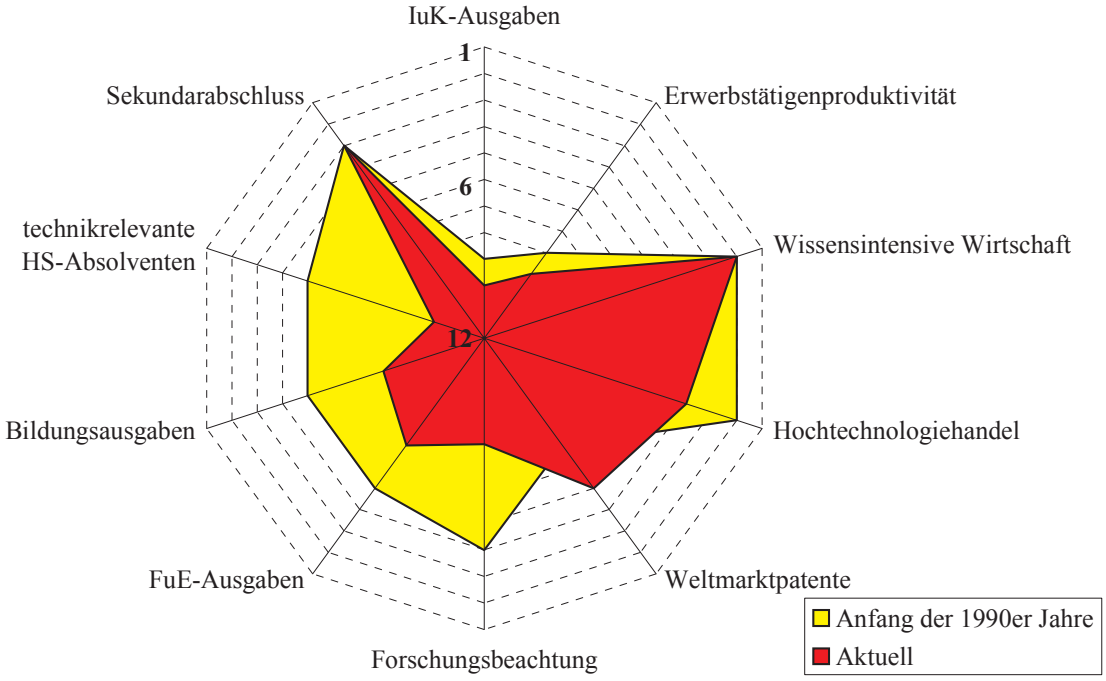
- Hinsichtlich Produktion und Wertschöpfung, Export und Beschäftigung haben sich forschungsintensive Güter und wissensintensive Dienstleistungen[1] durchgehend positiver entwickelt als andere (vgl. Kapitel 4).

[1] Genaue Definitionen in Abschnitt 2.1.3.

- Parallel dazu absorbieren Dienstleistungssektoren immer stärker die verfügbaren Produktionsfaktoren, fragen verstärkt akademische Qualifikationen nach und stimulieren das Innovationsgeschehen insbesondere in der Spitzentechnologie.
- Beides hat Konsequenzen für das Innovationssystem: Hochwertige akademische Ausbildung auf der einen Seite, Spitzentechnologieorientierung in der Wirtschaft und exzellente Forschung in öffentlich geförderten Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen auf der anderen Seite gewinnen an Bedeutung.

Diese Trends gelten zwar durchgängig für die entwickelten Industrieländer, Deutschland lebt jedoch in besonderem Maße von Forschung und Innovation: aber diese Entwicklung ist „pfadabhängig“, die Strukturen ändern sich nur langsam, die ökonomischen Auswirkungen treten verzögert ein, vor allem international. Aber Deutschland verliert Schritt für Schritt an Boden. Die Entwicklung vollzieht sich in vielen Ländern dynamischer als in Deutschland (Abb. 1-1). Die fehlende Dynamik ist keine konjunkturelle Erscheinung. Vielmehr hält sie – im internationalen Vergleich – mindestens seit dem Ende der Sonderkonjunktur im Anschluss an die Wiedervereinigung an, hat jedoch schon weit vorher eingesetzt.

Abb. 1-1: Rangplatz Deutschlands unter ausgewählten Ländern nach wichtigen Kriterien der technologischen Leistungsfähigkeit*



* Gemeint sind die G7-Länder plus die Schweiz, Schweden, Finnland, die Niederlande und die Republik Korea.

Quellen: Jeweils in diesem Bericht. Genaue Definitionen finden sich bei der vertieften Behandlung der einzelnen Indikatoren. Sie entsprechen denen im Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit 2002 (BMBF 2003).

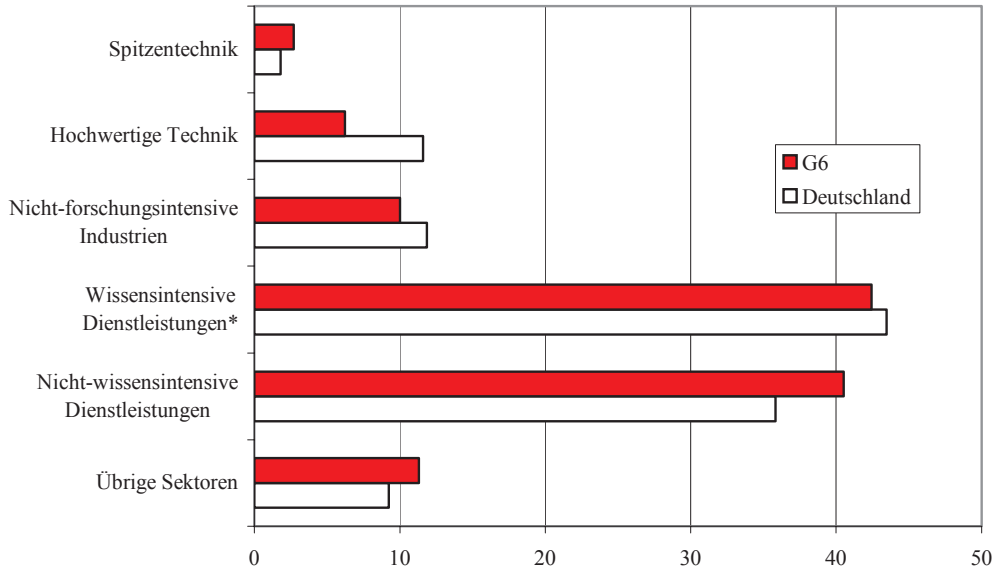
Man mag über den Sinn der Zuordnung von Volkswirtschaften zu Rangplätzen nach grobschlächtigen Kategorien von Indikatoren sehr unterschiedlicher Meinung sein. Ein internationaler Vergleich der „Innovationsliga“ bewahrt jedoch von Selbstillusion. So zeigt eine erste Übersicht: Bei den strukturellen Indikatoren steht Deutschland nach wie vor relativ weit vorne. Vordere Rangplätze werden bei den Sekundarabschlüssen und der wissensintensiven Wirtschaft verteidigt. Bei investiven Anstren-

gungen, die den künftigen Strukturwandel und die Bereitschaft dazu kennzeichnen, fällt Deutschland jedoch um einige Rangplätze zurück (FuE-, Bildungs- und IuK-Ausgaben). Lediglich ein Indikator (Weltmarktpatente) deutet auf eine Positionsverbesserung Deutschlands hin. Darin spiegelt sich aber auch ein Teil des Dilemmas wider, in dem die deutsche Wirtschaft steckt: Angesichts der schwachen binnenwirtschaftlichen Dynamik kommen die Innovationsimpulse meist vom Weltmarkt. Leistungsfähigkeit und Effizienzreserven werden vor allem dazu genutzt, den Weltmarkt mit forschungs- und wissensintensiven Gütern und Leistungen zu bedienen. Vom Heimatmarkt kommen kaum Impulse.

Der Hauptgrund für die wenig zufriedenstellende Entwicklung der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands liegt in unzureichenden Zukunftsinvestitionen in Forschung und Entwicklung, Bildung und Informationstechnik und unmittelbar damit verknüpft einem schrumpfenden Humankapitalvorsprung. Einzelne erfreuliche Kursänderungen der letzten Jahre konnten diese Entwicklung bisher nicht beheben. In einer solchen Situation wiegen die Nachteile Deutschlands bei anderen Standortfaktoren – zu nennen sind neben der immer wieder genannten Armut an Rohstoffen und Primärenergie auch die hohen Arbeitskosten – doppelt schwer.

Abb. 1-2: Sektorstruktur Deutschlands nach Wissens- und Forschungsintensität

- Vergleich der Wertschöpfungsanteile mit den G6-Ländern 2001, Anteile in % -



*) ohne Wohnungsvermietung.

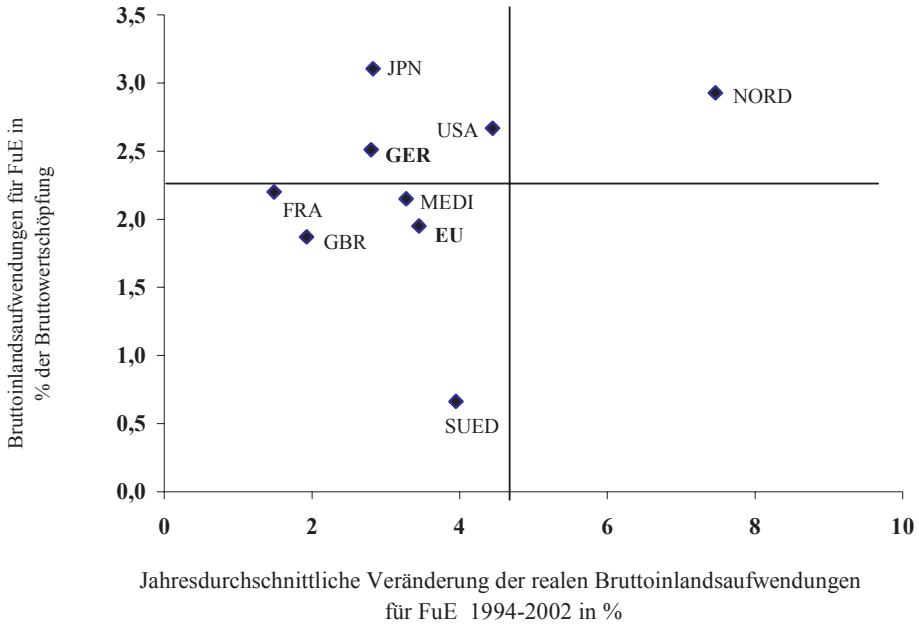
Quelle: OECD, STAN-Datenbank. – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Als Nachteil muss auch die vergleichsweise zögerliche Aufnahme von IuK-Technologien in Deutschland angesehen werden. Sie stellen die entscheidende Basis- und Schlüsseltechnologien auf dem Weg in die „Wissenswirtschaft“ dar und haben weitreichende Produktivitätsfortschritte ermöglicht (zur internationalen Einschätzung der Wissensintensität in Deutschland vgl. Abb. 1-2 und Abschnitt 4.1). So ist davon auszugehen, dass die Wachstums- und Produktivitätsgewinne der USA in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre vor allem auf die schnellere und höhere Verbreitung von IuK-Technologien in allen Bereiche der Wirtschaft, insbesondere im Dienstleistungssektor, zurückzuführen ist.

Der vorliegende Bericht argumentiert jedoch nicht auf hoch verdichteter Grundlage wie in Abb. 1-1, sondern vertieft im Folgenden einzelne Betrachtungsebenen. Deutlich werden die Herausforderungen

für eine innovative Bildungspolitik und die mittelfristigen Wirkungen von zwanzig Jahren zögerlicher Reformpolitik in diesem Bereich (Abschnitt 1.2). Eine im internationalen Vergleich mäßige Dynamik zeigt sich bei den für Forschung und Innovation bereitgestellten Mitteln (Abb. 1-3). Gerade auch wegen der Abhängigkeit der FuE-Aktivitäten der Unternehmen vom Konjunkturverlauf ist es wichtig, dass der Staat in wirtschaftlich schlechten Zeiten Kurs hält – sowohl bei seinen eigenen „Vorleistungen" in der Wissenschafts- und Forschungsinfrastruktur als auch bei der Unterstützung unternehmerischer FuE (Abschnitt 1.3). Größere Komplexität in der Sache, Engpässe bei der Finanzierung und die zunehmende Etablierung eines europäischen Forschungsraums machen eine Reform der öffentlichen Forschung und eine bewusstere Koordination der nationalen Innovationspolitik immer dringlicher – gerade in einem Föderalstaat wie Deutschland. Die Innovationspolitik muss daher in größere Zusammenhänge gestellt werden (Abschnitt 1.4).

Abb. 1-3: FuE-Intensität und Veränderung der realen FuE nach Weltregionen 2002



NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. – SUED: ITA, POR, ESP, GRE. – MEDI: BEL, NED, AUT, SUI. Die Linien sind Durchschnittswerte der betrachteten Länder.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2003/2). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Der substanzielle Unterschied zwischen Deutschland und der Mehrzahl der anderen entwickelnden OECD-Länder liegt in der in Deutschland **generell fehlenden Dynamik im gesamten Innovationssystem**. Investitionen in Forschung und Innovationen werden zwar auch in Deutschland unter den **politischen Prioritäten** erwähnt. Diese schlagen sich jedoch nicht, wie dies in anderen Ländern seit einigen Jahren der Fall ist, in einer deutlichen Steigerung der **staatlichen** Ausgaben für FuE nieder. Das **Zurückbleiben Deutschlands im öffentlichen Engagement** bei Forschung und Innovation im Vergleich zu anderen Ländern birgt nicht zu unterschätzende **Risiken**:

- Erstens verringert sich die relative Attraktivität Deutschlands als Forschungs- und Innovationsstandort für Wissenschaftler und Unternehmen.
- Zweitens wird es angesichts der erforderlichen Ausweitung der Ausbildungstätigkeit der Hochschulen zu zunehmenden Nutzungskonflikten der knappen Personalressourcen zwischen Forschung und Lehre kommen.

- Drittens setzt Deutschland einen der bisher wirksamsten komparativen Vorteile seines Innovationssystems aufs Spiel, nämlich die etablierte, enge Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen (insbesondere im Ingenieurbereich), weil die Unternehmen nicht in ausreichendem Maße Kooperationspartner in der Wissenschaft finden werden. Insbesondere Klein- und Mittelunternehmen erzielen meist signifikant höhere Umsatzanteile mit neuen Produkten oder Marktneuheiten und können mit neuen Verfahren ihre Kosten stärker senken, wenn sie bei Innovationsprojekten mit wissenschaftlichen Einrichtungen kooperieren.

Will Deutschland seine Position im internationalen Wettbewerb als Standort für Wissenschaft, Forschung und Innovation angesichts der großen Anstrengungen anderer Länder nicht weiter schwächen, ist eine **deutliche politische Schwerpunktsetzung dringend notwendig**. Dem in der politischen Rhetorik allgegenwärtigen Bekenntnis zur Bedeutung von Forschung und Innovation für Wettbewerbsfähigkeit und gesellschaftlichen Wohlstand müssen auch entsprechende Ausgabenprioritäten folgen. Angesichts der Finanzlage der öffentlichen Haushalte ist eine solche Mittelausweitung additiv zu den gegenwärtigen staatlichen Ausgaben allerdings weder denkbar noch wünschenswert. Für die Ausweitung der öffentlichen Mittel für die Forschung sind also **Umschichtungen in den öffentlichen Haushalten** erforderlich, um durch spürbare Senkungen in den konsumtiven Ausgaben die nötigen Spielräume zu schaffen. Gegenwärtig werden in einer Reihe von anderen Politikbereichen durchgreifende Reformen auf den Weg gebracht. Ihre Umsetzung kann dazu beitragen, die nötigen finanziellen Spielräume für einen deutlichen Mittelanstieg im Forschungsbereich zu schaffen. Die Frage muss gestattet sein, ob die Gewichte in den öffentlichen Haushalten richtig austariert sind, wenn nur rund 5 % der Staatsausgaben – bezogen auf das Inlandsprodukt – für Investitionen in „Humankapital“, aber ein Viertel für Verteilungszwecke verwendet wird.

Im internationalen Vergleich ist die Einbeziehung **privater Finanzierungsquellen** für grundlagenorientierte FuE in Deutschland unterentwickelt. Dies gilt gleichermaßen für Public-Private-Partnerships zum Betrieb von Forschungseinrichtungen, für die Finanzierung wissenschaftlicher Forschung über private Stiftungen und von grundlagenorientierter Forschung durch Unternehmen. Hier sollten deutliche Anreize gesetzt werden um die private Finanzierung solcher Aufgaben in nennenswertem Umfang zu erhöhen.

1.2 Herausforderungen für eine innovative Bildungspolitik

Technologische Forschung und Entwicklung, Innovationen sowie deren Diffusion in Wachstum und Beschäftigung erfordern gut ausgebildetes Personal zu international wettbewerbsfähigen Preisen (Löhnen). Deutschland hat seinen Vorsprung im Hinblick auf die Ausstattung mit Humankapital im internationalen Wettbewerb eingebüßt.

Die Knappheit an hoch qualifizierten Erwerbspersonen hat sich Ende der 1990er Jahre schon vermehrt als Innovationshemmnis erwiesen. Sie betrifft nicht nur die Innovationsfähigkeit der Wirtschaft, sondern auch die Leistungsfähigkeit von Schulen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen und damit letztlich das Fundament der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft. Ein „upgrading“ des Leistungsstandes der deutschen Erwerbsbevölkerung auf allen Ebenen ist erforderlich. Deutschland braucht grundsätzlich mehr und höher qualifizierte Fachkräfte. Dies erfordert höhere Investitionen in allen Bildungsbereichen, auch und gerade in Vorschule und Schule, wo die Grundlagen für den weiteren Bildungsweg gelegt werden. Zudem wird die Weiterbildung angesichts des absehbaren demographisch bedingten Nachwuchsmangels an hochqualifizierten Beschäftigten immer wichti-

ger, was sich in der aktuellen Weiterbildungspraxis in Deutschland allerdings noch nicht niederschlägt. Parallel zur Ausweitung der Mittel besteht dringender Reformbedarf im Hinblick auf bestehende Systemmängel (wie Ineffizienzen, mangelnde Durchlässigkeit und Modularisierung einzelner Bildungsgänge, Abstimmungsprobleme zwischen den verschiedenen Ebenen des Bildungssystems).

Bildungsinvestitionen steigern

Im Durchschnitt der OECD-Länder lag der Anteil der Bildungsausgaben am Inlandsprodukt im Jahr 2000 bei 5,9 %. Spitzenreiter mit über 7 % sind Korea und die USA, gefolgt von Dänemark, Schweden, Kanada, Frankreich und Australien mit über 6 %. Der deutsche Ausgabenanteil am Inlandsprodukt liegt wie in Großbritannien bei 5,3 % und fällt damit deutlich geringer aus. Dies ist vor allem auf relativ niedrige Ausgaben bei der tertiären (akademischen) Ausbildung zurückzuführen. Die jeweiligen nationalen Quoten werden jedoch von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst, die die vergleichende Beurteilung erschweren. Hierzu gehören z. B. Unterschiede im Altersaufbau der Bevölkerung, die Bildungsbeteiligung, die Verteilung der Schüler und Studierenden auf verschiedene Bildungsbereiche, die Dauer der Bildungs- und Studiengänge oder auch die Kosten je Ausbildungsfall. Nimmt man die Ausgaben je Schüler bzw. Studierenden ins Verhältnis zum Prokopfeinkommen, dann wird zum einen der relative Wohlstand der Länder berücksichtigt, zum anderen kann die unterschiedliche Altersstruktur teilweise eliminiert werden (Tab. 1-1).[2]

- Die Schweiz, Österreich und die USA geben im Verhältnis zur wirtschaftlichen Leistungskraft je Einwohner im Schnitt mit mindestens 30 % des Pro-Kopf-Einkommens je Schüler bzw. Studierenden die höchsten Beträge für Bildung aus. Deutschland befindet sich mit einer Quote von gut einem Viertel auf ähnlich niedrigem Niveau wie Australien, Belgien, Frankreich, Japan, Portugal und Spanien.
- Bezogen auf den Sekundarbereich liegen die deutschen Aufwendungen annähernd im Mittel aller betrachteten Länder.
- Im Primarbereich wendet Deutschland hingegen mit einem Anteil von lediglich 16 % gemeinsam mit Belgien und den Niederlanden unter allen Vergleichsstaaten die relativ geringsten Mittel auf. Nur Irland gibt mit 12 % noch weniger aus.
- Gerade im Tertiärbereich fällt auf, dass Deutschland im Vergleich zu wichtigen wirtschaftlich und technologisch bedeutenden Ländern wie Schweden, der Schweiz und speziell den USA deutlich weniger pro Studierenden ausgibt. Auch die Niederlande, Kanada und Australien setzen hier höhere Prioritäten.

Finanziell gesehen wurde die Erstausbildung im Deutschland der letzten zwanzig Jahre vernachlässigt. Erst seit Ende der 1990er Jahre ist ihr im Ringen mit anderen Politikressorts um knappe finanzielle Mittel wieder höhere Priorität eingeräumt worden. Ausgaben für Bildung sind – bei aller gebotenen Sparsamkeit – als Investitionen in die Zukunft der Gesellschaft und nicht als Konsum aufzufassen. Bildungsinvestitionen sind auch unter dem Gesichtspunkt künftiger Produktivitätsfortschritte, Beschäftigungsmöglichkeiten und Einkommen und – daraus resultierend – höherer Steuereinnahmen und künftig geringerer Belastungen in den Etats Soziales, Inneres und Justiz zu diskutieren. Wie J. F. Kennedy sagte: Bildung ist teuer – keine Bildung ist noch teuerer.

---

[2] Bei der Bezugsgröße „Inlandsprodukt pro Kopf“ spielt lediglich die Anzahl der Einwohner eine Rolle. Ohne Bedeutung ist dabei, ob es sich um junge oder alte Menschen, Erwerbstätige oder Nicht-Erwerbstätige handelt.

Tab. 1-1: Bildungsausgaben je Ausbildungsperson in % des BIP pro Kopf 2000

	Primärbereich	Sekundarbereich[1]	Tertiärbereich	Durchschnitt[3]
GER	16	26	42	26
FRA	18	30	33	27
GBR	16	24	39	21
ITA	24	29	32	28
BEL	16	26	41	25
NED	16	22	44	22
DEN	25	27	42	29
IRL	12	16	39	18
ESP	20	26	33	25
POR	22	32	28	27
AUT	23	31	39	30
SWE	24	24	58	29
FIN	17	24	33	24
SUI	22	33	62	31
NOR	18	23	37	23
USA	20	26	59	30
CAN	[2]	21	53	28
JPN	21	24	42	26
KOR	21	27	40	28
AUS	19	27	50	27

[1] Aus Vergleichbarkeitsgründen bleibt der postsekundäre Bereich unberücksichtigt.
[2] Im Sekundarbereich enthalten.
[3] Ausgaben von Primar- bis zum Tertiärbereich.

Quelle: OECD, Bildung auf einen Blick 2003; Tab. B.1.2.

Finanzierung von Bildung

Bislang ist die Beteiligung von Privaten an der Finanzierung von Bildung in Deutschland insbesondere im „Dualen System" der beruflichen Bildung Konsens. Die höchsten privaten Finanzierungsbeiträge sind jedoch im Bereich der Vorschulen zu finden. Mit zunehmender „Tertiärisierung" der Ausbildung zu Lasten der beruflichen Ausbildung verlagert sich bei gegebenen Strukturen die Finanzierungslast immer mehr auf den Staat, der beinahe zu 100 % die Hochschulausbildung finanziert. Dies muss Engpässe hervorrufen, während insbesondere die Wirtschaft tendenziell entlastet wird. Ohne weitere zusätzliche Mittel kann der Staat in Deutschland dem steigenden Bedarf bei Hochschulen allein nicht nachkommen.

Insofern gilt es nicht nur, kräftige Umschichtungen in den staatlichen Budgets zugunsten der Bildung zu erzielen. Es müssen zusätzlich stärker als bisher private Finanzierungsquellen erschlossen werden (public private partnership, Fonds, Stiftungen, private Trägerschaften, Studiengebühren usw.). Sozial verträglich ausgerichtete Gebühren sind auch ein sinnvolles Instrument, um die Effizienz der Hochschulen zu verbessern, denn sie fördern den Qualitätswettbewerb unter den verschiedenen Einrichtungen. Schließlich ist Bildung nur bis zu einem bestimmten Grad ein öffentliches Gut. Je stärker jedoch die Bildungserträge sich in privaten Nutzen niederschlagen, desto stärker sollte privat (mit-)finanziert werden. Daher darf der breitere Einsatz von Studiengebühren kein prinzipielles Tabu sein. Es ent-

spricht sozialen und ökonomischen Prinzipien nicht, wenn Studierende weitgehend kostenfrei eine Ausbildung „in Arbeitsmarktnähe“ erhalten, während in Kindertagesstätten, wo zu einem großen Teil die Grundlagen für die Bildungskarriere gelegt werden, den Eltern z. T. recht hohe Gebühren abverlangt werden.

Auch weltweit deutet sich eine Umschichtung in den Finanzierungsmitteln an. In vielen OECD-Ländern sind die Weichen so gestellt, dass der private Sektor in der Bildung immer mehr finanzielle Verantwortung übernimmt. Natürlich ist zu berücksichtigen, dass neben der institutionellen Finanzierung der Hochschulen auch private Aufwendungen für den Lebensunterhalt und Lernmittel etc. anfallen, die in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich über Transferleistungen oder Steuerfreibeträge aufgefangen werden. So verschiebt sich bspw. in Deutschland die Finanzierungslast für ein Hochschulstudium von 92,8 % öffentlich und 7,2 % privat unter Berücksichtigung der Finanzierung der Lebensunterhaltskosten auf 51 % zu 49 %. Die effektive Finanzlastverteilung dürfte dann von besonderer Bedeutung sein, wenn es darum geht, bildungsfernere Schichten für einen verlängerten Bildungsprozess zu gewinnen.

Ausbildungsplatzangebot fördern

Die berufliche Ausbildung ist besser an die Erfordernisse der „Wissenswirtschaft“ anzupassen, vor allem hinsichtlich der Bereitstellung ausreichend und zunehmend höher qualifizierter Fachkräfte mit Schlüsselkompetenzen wie IuK-Anwendung, Teamfähigkeit etc. (vgl. Abschnitt 8.3). Vor allem geht es darum, eine ausreichend hohe Anzahl an Ausbildungsplätzen mit Zukunftsaussichten bereitzustellen. Zu diesem Zweck sind in den letzten Jahren eine Vielzahl an neuen Berufen, speziell aus dem IuK- und Medienbereich geschaffen bzw. viele traditionelle Berufsbilder modernisiert worden.

Anlass zur Sorge gibt allerdings die nachlassende Ausbildungsbereitschaft vieler Unternehmen, die bei unsicheren Markt- und Wachstumsaussichten zwar kurzfristig nachvollziehbar ist, sich angesichts der absehbaren Bevölkerungsentwicklung mittelfristig als problematisch erweisen kann. Prämien für ausbildende Betriebe stellen eine Lösungsmöglichkeit dar, sie müssen aber an den Ausbildungserfolg geknüpft werden, damit nicht nur formal, sondern auch gut ausgebildet wird. Die Einführung einer Umlagefinanzierung von Ausbildungsplätzen durch eine generelle Ausbildungsabgabe ist sehr problematisch und subventionstheoretisch auch gegenüber Anreizen (Förderung der Ausbildungsplätze bzw. des Ausbildungsplatzzuwachses bspw. durch ertragsteuerlich wirkende Zulagen) deutlich unterlegen. Zumal der Heterogenität der Betriebe nach Branchen, Regionen, etc. kaum adäquat Rechnung getragen werden kann. Adäquater wären beispielsweise tarifvertragliche bzw. branchenorientierte Regelungen wie beispielsweise im Baugewerbe. Die Hoffnungen sind daher auf die Wirksamkeit des Ausbildungspaktes gerichtet.

Das Argument der hohen Ausbildungsplatzkosten gerade in technischen Berufen ist zudem nicht das Einzige, das von den Unternehmen ins Feld geführt wird, die den Nutzen der Ausbildung wohl erkennen und dennoch nicht ausbilden. Vielfach sind es bei nicht-ausbildenden Betrieben organisatorische Probleme, fehlende Ausbildungsvoraussetzungen (Eignung), die Qualifikation der Auszubildenden usw. Die Betriebe müssen verstärkt auf öffentliche Hilfen bei der Einrichtung von Ausbildungsplätzen sowie bei der Erlangung der Ausbildereignung aufmerksam gemacht werden.

Mehr akademische Ausbildung ist gefragt

Zunehmend wird die akademische Ausbildung wichtig. In Deutschland wird noch immer vergleichsweise weniger „in die Spitze“[3] ausgebildet als in die Breite (Abschnitt 8.2). Viele andere Länder (z. B. USA, Kanada, Schweden, Schweiz) investieren deutlich mehr in die Tertiärausbildung – mit entsprechenden Konsequenzen für die spezifische Ausprägung des Innovationspotenzials in Richtung Spitzentechnologie und Dienstleistungen. Die Spezialisierungsstruktur begünstigt in Deutschland eher den Bereich der Hochwertigen Technologie, in dem inkrementelle Innovationen auf bekannten wissenschaftlich-technischen Pfaden im Vordergrund stehen, und weniger die Spitzentechnologie, wo in weitaus größerem Umfang aufwändige Forschungsarbeiten durchgeführt werden (bspw. Bio- und IuK-Technologie). Die weltwirtschaftlichen Trends der Wissenswirtschaft erfordern jedoch mehr FuE in den Spitzentechniksektoren und daher eine „wissenschaftsbasierte“ Ausbildung. Mit knapper werdenden Humanressourcen für Wissenschaft und Technologie ist auch das Ziel, bis zum Jahre 2010 den FuE-Anteil am Inlandsprodukt auf 3 % zu steigern, nur schwer zu erreichen (siehe Abschnitt 1.4).

Offensichtlich fehlt es jedoch nicht an (wissenschaftlichen) Spitzenleistungen:

- Die Zahl der Publikationen in renommierten Journalen nimmt zu und Publikationen deutscher Wissenschaftler wird hohe Beachtung geschenkt. (Kapitel 10).
- Beim Anteil der Doktoranden in technologierelevanten Forschungsfeldern an der altersgleichen Bevölkerung liegt Deutschland zwar mit merklichem Abstand hinter Schweden, der Schweiz und Finnland, jedoch annähernd gleich auf mit Frankreich, Großbritannien und deutlich vor den USA und Japan.

Vielmehr dürften eher im mittleren Segment der Hochqualifizierten mit Produktions- und Innovationskompetenz Defizite zu suchen sein. Diese Kompetenzebene ist insbesondere bei der Diffusion von Spitzentechnologien und deren Umsetzung in technologische Erfindungen und Innovationen erforderlich. Insofern hat Deutschland vor allem ein quantitatives Knappheitsproblem, und weniger ein qualitatives. Anders ausgedrückt: Deutschland braucht mehr Qualität in der Breite. Dies ist auch bei der Diskussion um „Eliteuniversitäten“ in die Waagschale zu werfen, die mehr auf Exzellenz in der Spitze abzielt (Kapitel 12). Dem Hochqualifiziertenproblem quantitativ zu Leibe zu rücken, heißt aber bspw. auch, dass stärker an der betrieblichen Praxis ausgerichtete Ausbildungs- bzw. Studiengänge an Berufsakademien, Fachschulen und Fachhochschulen auszuweiten sind.

Deutschland kann es sich nicht leisten, innovative Potenziale brach liegen zu lassen: Es müssen für sämtliche Qualifizierungsebenen alle Anstrengungen unternommen werden,

- um das vorhandene inländische Arbeitskräftepotenzial besser zu nutzen. Dabei geht es insbesondere um die Mobilisierung bildungsferner sozialer Schichten (gerade Ingenieurwissenschaften sind traditionelle Aufsteigerfächer!) sowie von Frauen für die Tertiärausbildung in techniknahen Fachgebieten. (vgl. Kapitel 9);
- um ergänzend ausländisches Arbeitskräftepotenzial zu erschließen (Zuwanderungspolitik). Dazu gehört auch eine verbesserte Betreuung ausländischer Studierende, deren Zahl in den jüngerer Zeit deutlich zugenommen hat, die andererseits sehr hohe Abbruchquoten aufweisen;

---

[3] „Spitze“ bezieht sich hier auf tertiäre Ausbildungsgänge insgesamt.

- um die Hochschulausbildung effizienter zu gestalten (mehr Ausbildung zur Selbstständigkeit, Verringerung der „Schwundquote“).

Bildungsgänge modularisieren und flexibilisieren

Die Stichworte sind in diesem Zusammenhang die Modularisierung und Durchlässigkeit der Ausbildung über die verschiedenen Bildungsbereiche hinweg. Anschlussfähigkeit muss gewährleistet werden (Pluralisierung der Bildungsgänge, -standorte). D. h. auch die Weiterbildungsmöglichkeiten des dualen Systems müssen verstärkt Qualifikationen vermitteln, die den Zugang zur Hochschulbildung ermöglichen (ohne schulische Voraussetzungen wie Abendgymnasium, Kolleg o. Ä.).

Die in den letzten Jahren in großer Zahl eingeführten Bachelor-Master-Strukturen sind sicherlich ein wichtiger Schritt in die richtige Richtung. Sie tragen bei idealtypischer Ausrichtung (Erwerb des Bachelor-Abschlusses, einige Jahre Praxis, danach – evtl. mitfinanziert vom Arbeitgeber – zurück zur Hochschule zum Erwerb des Masterabschlusses) durch den modularen Aufbau sowohl zu einer Absenkung der Studienzeiten als auch zur parallelen Anwendungsorientierung (Bachelor) und Spitzenorientierung (Master) des Bildungssystems bei. Bisher ist allerdings noch fraglich, ob sie sich als akzeptierte, berufsbildende Abschlüsse auf dem Arbeitsmarkt durchsetzen können. Entsprechende Erfahrungswerte liegen bisher noch nicht vor, die Studieninhalte für die Bachelorausbildung sind vielfach noch nicht auf „Berufsfähigkeit“ ausgerichtet, viele Lehrpläne wurden bisher erst unzureichend überarbeitet. Auch ist noch nicht geklärt, ob das Masterstudium gebührenfrei BaföG-gefördert bleibt oder als Zweitstudium klassifiziert und demzufolge gebührenpflichtig wird.

Betriebliche Weiterbildung forcieren

Es gibt deutliche Anzeichen, dass der zukünftige Fachkräftebedarf zur Sicherung der technologischen Leistungsfähigkeit und Innovationskraft der deutschen Wirtschaft durch die derzeitigen Ausbildungsanstrengungen der Wirtschaft bei technischen Berufen sowie die Zahl der nachwachsenden akademischen Fachkräfte nicht gedeckt werden kann. Selbst wenn es gelingt, die Ausbildungsanstrengungen in beiden Sektoren auszuweiten und – was besonders wichtig ist – die „Ausbildungsfähigkeit“ der jungen Menschen zu erhöhen, ist kurzfristig keine durchgreifende Besserung in Sicht. Allenfalls erhebliche Investitionen in die Weiterbildung, in lebensbegleitendes Qualifizieren könnten hier einen gewissen Ausgleich schaffen.[4] Weiterbildung spielt generell eine wichtige Rolle. Denn die im Rahmen der Erstausbildung erworbenen beruflichen Qualifikationen veralten im Zuge der technologischen Entwicklung, so dass Wissen und Fertigkeiten immer wieder durch Weiterbildung auf den neuesten Stand gebracht werden müssen. Die Weiterbildungsbeteiligung ist denn auch in forschungs- und wissensintensiv produzierenden Wirtschaftszweigen, bei gut ausgebildeten Arbeitskräften sowie bei Personen mit dispositiver Tätigkeit am höchsten.

Die betrieblichen Weiterbildungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft weisen im Vergleich mit den meisten Wettbewerbern in Europa nicht darauf hin, dass auf diesem Wege etwaige „Versäumnisse“ der Erstausbildung ausgeglichen werden können. Sowohl im Hinblick auf die Zahl der Unternehmen, die ihren Mitarbeitern Weiterbildungsangebote offerieren, als auch auf die Zahl der Teilnehmer an diesen Veranstaltungen und die besuchten Kursstunden sowie auf die Ausgaben je Jahr und Teilneh-

[4] Wobei schwierige Finanzierungsfragen zu klären sind.

mer befindet sich Deutschland stets am unteren Ende der Hierarchie der EU-Länder.[5] Die insgesamt eher schwache Positionierung und das Zurückfallen im Zeitauflauf – was in diesem Fall beinahe noch wichtiger ist – geben genügend Hinweise, dass es in Deutschland an der Neigung fehlt, in Qualifikation und Weiterbildung zu investieren.

Bildung muss sich lohnen

Aus der Sicht der Erwerbspersonen stellt sich die Frage, ob sie selbst genügend Anreize haben in Bildung zu investieren. Ein wichtiger Grund bestände darin, das Risiko der Erwerbslosigkeit zu reduzieren. Dies lässt sich in der Tat für Deutschland belegen: Akademiker, aber auch Meister und Techniker sind deutlich weniger von Arbeitslosigkeit betroffen als Erwerbspersonen mit niedrigerer Qualifikation. Investitionen in zusätzliche Bildung machen sich so gesehen bezahlt (Abschnitt 8.3).

Bildungsinvestitionen verursachen dem Individuum zwar zunächst Kosten, bringen aber künftig eine private „Rendite" in Form von höheren Löhnen. Zwar ist der internationale Vergleich von „Bildungsrenditen" mit großen methodischen Schwierigkeiten verbunden. Dennoch lässt sich über alle Länder - unabhängig vom wirtschaftlichen Entwicklungsstand – ein positiver Zusammenhang zwischen Bildungsstand und Einkommen feststellen. Die in Deutschland zu erzielenden individuellen Bildungsrenditen fallen allerdings im internationalen Vergleich eher niedrig aus, besonders für Akademiker. Das bedeutet, dass der Abschluss eines Studiums in vielen anderen Ländern finanziell wesentlich attraktiver ist als in Deutschland – trotz teilweise erheblicher Studiengebühren. Wesentliche Ursachen hierfür liegen in der vergleichsweise geringeren Einkommensspreizung sowie den langen Studienzeiten in Deutschland. Dies ist primär eine Frage besserer Organisationsstrukturen (Abschnitt 8.2).

1.3 Priorität für die Forschungs- und Innovationspolitik

Die **Herausforderungen**, denen sich die deutsche Forschungs- und Innovationspolitik gegenüber sieht, gleichen denjenigen der wichtigsten Konkurrenzländer (Kapitel 5). Wichtige Stichworte sind dabei: Gestaltung innovationsfreundlicher Rahmenbedingungen, Förderung neuer Schlüsseltechnologien, Stärkung des Wissens- und Technologietransfers, Reform öffentlicher Forschungseinrichtungen, Förderung von technologieorientierten Unternehmensneugründungen und der Innovationskraft von KMU und Erweiterung des Humankapitalangebots.

Technologische Forschung und Entwicklung in Unternehmen machen den „harten Kern" des Innovationssystems aus. Dem Staat kommt jedoch gerade an diesem Dreh- und Angelpunkt eine eminent wichtige Rolle zu: Zum einen trägt er mit Forschungsaktivitäten in den eigenen Reihen (Hochschulen und parauniversitäre Forschungseinrichtungen) zur Versorgung der Wirtschaft mit hochwertigem und unverzichtbarem Grundlagenwissen bei. Zum anderen gehört die unternehmerische Forschung und Entwicklung zu jenen Investitionen, die typischerweise zu niedrig ausfallen würden (Probleme der Aneignung der Erträge).

---

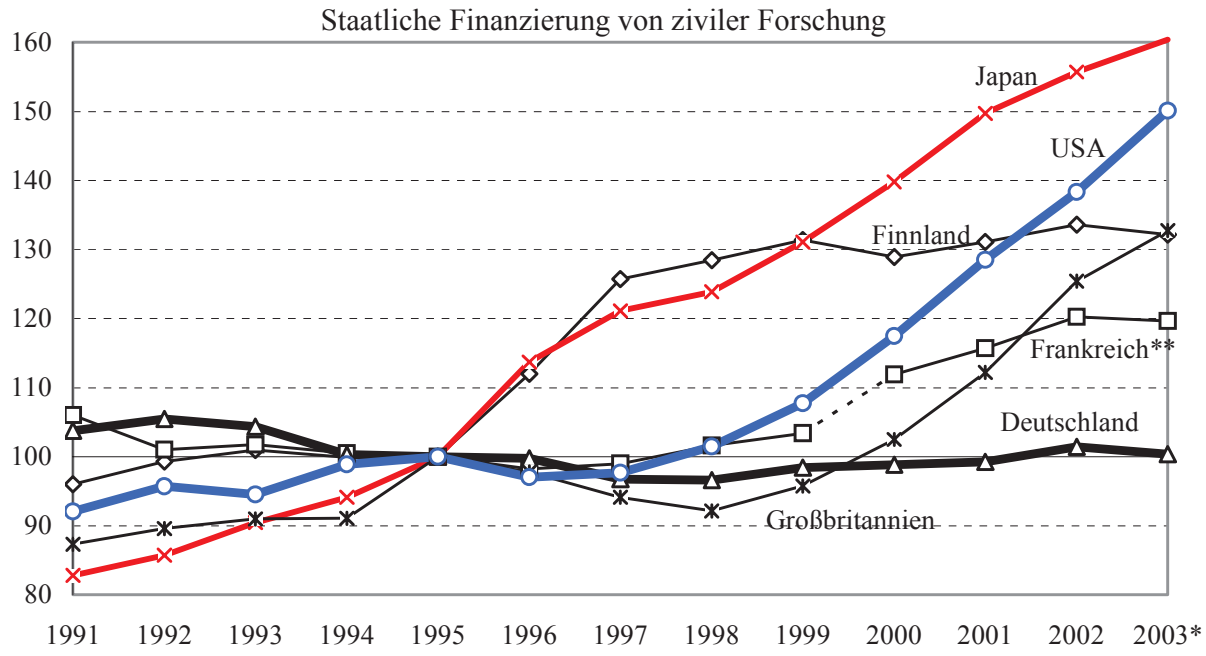
[5] Einschränkend sollte man Folgendes berücksichtigen: Durch die vergleichsweise intensive Erstausbildung in Deutschland (im Rahmen der dualen Berufsausbildung) entfällt die in anderen Ländern unmittelbar im Anschluss an die Erstausbildung häufig angeschlossene Phase der Vermittlung spezifischer betrieblicher, sektoraler oder tätigkeitsbezogener Kenntnisse.

Mäßige Dynamik bei Forschung und Innovation

Vorweg gesagt sei, dass der Staat bei seiner Förderung von FuE berechenbar, regelgebunden oder potentialorientiert und effizient sein soll. Gerade weil in der Wirtschaft die Umsetzung von Wachstumsplänen und technologischen Möglichkeiten, von Impulsen und Anregungen zu Innovationen in konkrete FuE-Projekte nicht unerheblich von den zyklischen Schwankungen der Umsätze und Finanzierungsmöglichkeiten abhängt, darf der Staat die FuE-Tätigkeit nicht zusätzlich destabilisieren (Konjunkturargument; vgl. Kapitel 10).

Das staatliche Budget für die Förderung von FuE hat seit 1998 zugelegt. Jedoch muss heute klar festgestellt werden, dass sich die staatlichen FuE-Investitionen in meisten Länder wesentlich dynamischer entwickelten. Dies mag man zunächst als Rätsel verstehen, denn die Herausforderungen werden überall ähnlich wahrgenommen. Auch sind die Ziele und ist der Kanon an Politikansätzen international weitgehend einheitlich; wenn es überhaupt Vielfalt gibt, dann bei Instrumentenmix aus unterschiedlichen Politiktraditionen heraus.

Abb. 1-4: Entwicklung der staatlichen FuE-Ausgaben (zivil) in sechs Ländern seit 1991 (1995 = 100 €; in Preisen von 1995)



* Vorläufig.
** Frankreich: Anstieg 1999 auf 2000 durch Definitionsänderung überzeichnet.

Quelle: OECD – Berechnungen des ZEW.

Nachdem Westdeutschland zum Ende der 1980er Jahre hin trotz rückläufiger staatlicher Finanzierungsbeiträge fast einen gesellschaftlichen FuE-Anteil von 3 % am BIP erreicht hatte, konnte man nach der deutschen Vereinigung eine sich in den 1980er Jahren schon andeutende, aber dann verstärkte Vernachlässigung von Forschung und Innovation beobachten. Aus heutiger Sicht lässt sich unzweideutig erkennen: Dies war eine langfristig fatale Entwicklung. Die Zuwächse seit 1998 sind ein Versuch, aus diesem Circulus vitiosus herauszukommen. Da aber die Wissensvermehrung kumulative Aspekte hat und viele Länder bereits Anfang der 1990er Jahre ihre Budgets ausweiteten, ist Deutsch-

land ins Hintertreffen geraten, denn die kumulativen Verbesserungen seit 1998 sind gemessen an den früheren Versäumnissen leider marginal. Abb. 1-4 zeigt die reale Entwicklung der staatlichen FuE-Ausgaben im zivilen Bereich auf.

Starke Zuwächse üben Anziehungskräfte aus. Hohe stagnierende Budgets verweisen in der Regel auf weitgehende Festlegungen in institutionellen und anderen Strukturen. Wo Budgets wachsen, entsteht neues an Institutionen oder Programmatik. Dieses zieht insbesondere qualifizierte Forscher und Forscherinnen und globalisierte Unternehmen an. Mäßige Dynamik bedeutet daher politisch, da Investitionen in Forschung, Entwicklung und Innovation zukünftigen Technologiemärkten um Jahre vorauslaufen, einen Nachteil bei lokalen FuE-Investitionen von multinationalen Unternehmen und eine geringere Attraktivität Deutschlands bei international mobilen, hoch qualifizierten Forschern.

Umgestaltung der staatlichen Finanzierung von FuE in Unternehmen

Die Produktion neuen Wissens und neuer Technologien und deren Umsetzung in neue Produkte und Dienstleistungen ist für Unternehmen aller Branchen die zentrale Frage der Wettbewerbsfähigkeit. Die deutsche Wirtschaft hat hier eine gute Ausgangsposition. Die Forschungs- und Innovationspolitik sollte die Anreize für FuE der Wirtschaft auf breiter Front stärken. Dies gilt vor allem für wissensintensive Dienstleistungen (wie Software, technische Beratung, Multimedia und Design), aber auch ganz generell für kleine und mittlere Unternehmen (KMU; siehe Abschnitt 2.3). Weltweit betrachtet stieg im vergangenen Jahrzehnt die Bedeutung dieser Unternehmen für das FuE-Geschehen deutlich an – nicht jedoch in Deutschland.

Erfahrungen aus den betrachteten Ländern legen nahe, dass eine indirekte, technologie-unspezifische FuE-Förderung, beispielsweise über FuE-Zulagen oder Steuerpräferenzen, geeignet ist, eine große Anzahl von Unternehmen zu erreichen. Bei entsprechender Ausgestaltung (Obergrenze für förderbare FuE-Aufwendungen bzw. -Förderungen, präferenzielle Sätze für KMU) können KMU relativ zu ihrem Anteil an den gesamten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft überproportional von diesem Instrument profitieren. Besonders geeignet für KMU sind Mechanismen, die in Verlustperioden zu Kostenentlastungen bei FuE-Projekten beitragen. Vor dem Hintergrund der internationalen Dynamik der FuE-Förderung empfiehlt sich eine Ergänzung des bestehenden FuE-Fördersystems in Deutschland. Gleichzeitig ist eine Straffung des bisherigen Förderinstrumentariums notwendig. Ein FuE-Fördersystem, das diesen Anforderungen gerecht wird, kann man als ein Drei-Ebenen-Modell skizzieren. Es sollte die bisherigen Förderinstrumente einbeziehen (bei gleichzeitiger deutlicher Straffung der bisherigen Programmvielfalt) und um zusätzliche, komplementäre Instrumente erweitert werden:

- Die erste Ebene („Sockel“) bildet ein „**indirektes“ FuE-Förderinstrument** (z. B. in Form einer FuE-Zulage), das auf die Gesamtheit der FuE-Treibenden oder in FuE einstiegsbereiten Unternehmen, unabhängig von ihrer technologischen Ausrichtung, Fördererfahrung und Branchenzugehörigkeit, abzielt und einen einfachen Zugang bei gleichzeitig effektiver Förderung gewährt (Breitenförderung). Diese Sockelförderung soll sich vornehmlich (nach Anzahl und Volumen) an KMU richten und für diese mit geringen Zugangs- und Administrationskosten verbunden sein. Die Systeme Großbritanniens oder der Niederlande können hier Referenzen bilden.
- Die zweite Ebene („Spezifische Innovationsbarrieren“) zielt auf gezielte FuE-Förderung zur **Überwindung spezifischer Barrieren** ab. Hierzu ist beispielsweise die Förderung von FuE-Kooperationen, insbesondere zwischen Wirtschaft und Wissenschaft, zu zählen, aber auch die Förderung von Unternehmen mit spezifischen FuE-Hemmnissen (wie z. B. Kapitalmarktzugang bei

technologieorientierten Gründungen oder schnell wachsenden Hochtechnologieunternehmen). Diese Ebene korrespondiert mit Teilen der direkten FuE-Projektförderung in Fachprogrammen von BMBF und BMWA (und mittlerweile auch BMU), speziellen FuE-Programmen des Bundes (Beispiele: PRO-INNO, INNO-WATT, EXIST-SEED) sowie einem Teil der FuE-Förderung der Länder. Für diese Ebene empfiehlt sich die weitgehende Beibehaltung des bisherigen Instrumentariums, in das stärker auch wettbewerbliche Vergabeverfahren eingebaut werden können. In Kombination mit der ersten Ebene resultiert eine Absenkung der existierenden Fördersätze. In einigen Teilbereichen stellt jedoch eine Breitenförderung ein direktes Substitut dar. Entsprechend sollten diese bisherigen Förderprogramme entfallen. Dringend der Überprüfung in diesem Kontext bedürfen Förderprogramme des Bundes und der Länder, die auf einen regionalen Nachteilsausgleich ausgerichtet sind und häufig das gleiche Klientel adressieren.

- Die dritte Ebene („FuE-Spitzenförderung“) umfasst jene FuE-Projekte, die erstens **spezifisch staatlichen** Zielen („öffentlicher Güter“ wie Gesundheit) dienen und von daher durch Marktmechanismen nur unzureichend angestoßen werden, und die sich **zweitens durch besonders hohe Spillovers und/oder Unsicherheiten** auszeichnen (z. B. in neuen Technologiefeldern wie Nano- oder Biotechnologie). Dabei ist von höheren Fördersätzen als in Ebene 2 auszugehen. Die etablierte Programmförderung des BMBF kann hier als Vorbild dienen. Sie muss jedoch an einigen wenigen Stellen wieder stärker auf den Anspruch als FuE-Spitzenförderung fokussiert werden.

Die Vorteile eines solchen Designs der FuE-Förderung in Unternehmen liegen zum einen in einer höheren Übersichtlichkeit des existierenden Förderangebots bei einer deutlichen Ausweitung der Reichweite der FuE-Förderung, wobei die Administrationskosten auf Seiten der Verwaltung und der Unternehmen begrenzt sind. Dieses Systematik geht davon aus, dass die zentrale Motivation für die staatliche Förderung privater FuE-Tätigkeit in der Überwindung von Marktunvollkommenheit liegt. Die Mehrstufigkeit ermöglicht die Berücksichtigung unterschiedlich hoher Marktunvollkommenheiten und begegnet gleichzeitig dem Argument, dass sich der Staat einem prohibitiv hohen Informationsproblem gegenüber sieht, welche Technologie und welche Unternehmen jeweils gefördert werden müssen. Vielmehr wird bezüglich der Förderung in der Breite die Entscheidung über die FuE-Tätigkeit maßgeblich den Unternehmen überlassen, oder sie knüpft an beobachtbare Korrelate für Marktunvollkommenheiten an. Lediglich in der dritten Ebene besteht im Hinblick auf die Festlegung der FuE-Schwerpunkte das Informationsproblem fort, das sich jedoch mit etablierten Verfahren der Technologievorausschau abmildern lässt.

Zur Förderung von KMU und technologieorientierten Unternehmensgründungen

Im Zusammenhang mit der Unterstützung technologieorientierter Gründungen und forschender KMU lassen sich drei Bereiche mit Handlungsbedarf für die **deutsche Forschungs- und Innovationspolitik** identifizieren:

- Erstens ist dies die Finanzierungssituation von jungen Technologieunternehmen. Durch den Einbruch am VC-Markt hat sich diese deutlich verschlechtert, insbesondere für bereits einige Jahre bestehende junge Unternehmen. Ansatzpunkte zur **Verbesserung der Anschlussfinanzierung** reichen von der Steigerung der Attraktivität der Investitionen in die VC-Fonds (Erhöhung der Wesentlichkeitsgrenze bei Veräußerung von Unternehmensanteilen durch VCs, keine Begrenzung der Verlustvortragsmöglichkeiten für die Anfangsverluste junger Unternehmen oder beim Wechsel der Gesellschafter) bis zur – bereits beschlossenen – Gründung eines Dachfonds. Öffentliche Fördermittel sollten auf die Förderung von Frühphaseninvestitionen begrenzt werden.

- Zweitens müssen die Finanzierungsbedingungen für neu gegründete Technologieunternehmen aus der Wissenschaft verbessert werden. Dies ist eine Voraussetzung dafür, dass die in den vergangenen Jahren initiierten Awareness- und Ausbildungsmaßnahmen in Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen auch Wirkung zeigen. Eine staatlich geförderte **Wagniskapitalfinanzierung für Spinoffs aus der Wissenschaft** sollte ein breites Portfolio an Technologien und Märkten abdecken und eine möglichst große Zahl von Spinoffs einbeziehen, um das Risiko möglichst breit zu streuen.
- Drittens scheint das bestehende System zur Unterstützung von FuE-Aktivitäten in KMU durch vergleichsweise hohe Zugangsbarrieren und administrative Kosten gekennzeichnet zu sein. Mit Hilfe einer **indirekten, unbürokratischen Förderung** (siehe oben) kann bei einer entsprechenden Ausgestaltung gerade die Zielgruppe der kleinen und jungen Technologieunternehmen besser erreicht werden. Beispielsweise erhalten im Rahmen der indirekten und der direkten Projektförderung in Deutschland pro Jahr ca. 5.000 Unternehmen öffentliche FuE-Förderung, während in Frankreich (bei einer deutlich geringeren Anzahl FuE-durchführender KMU) knapp 6.000 Unternehmen eine steuerliche FuE-Förderung beantragt haben.

Die Innovationspolitik in Deutschland hat in jüngster Zeit einige der angesprochenen Aktivitätsfelder in Angriff genommen. Im Rahmen der Innovationsoffensive soll ein neuer High-Tech-Gründerfond ins Leben gerufen werden, soll die öffentliche Kofinanzierung für private VC-Investitionen über einen neuen BTU-Startfonds erweitert werden und auch die Finanzierungsbasis für Ausgründungen über die Ausweitung des EXIT-SEED-Programms auf das ganze Bundesgebiet verbessert werden.

Es bleibt zu hoffen, dass auch über die Wiederbelebung an den High-Tech-Börsensegmenten sich in der nächsten Zeit die Exit-Möglichkeiten für VC-Gesellschaften verbessern. Nach Angaben des BVK sind inzwischen eine Reihe von technologieorientierten Unternehmensgründungen „börsenreif". Erfolgreiche Börsengänge könnten – wie bereits Ende der neunziger Jahre – das Klima für den Mittelzufluss in die VC-Fonds verbessern und so auch die Angebotsbedingungen für VC-Finanzierung in Deutschland wieder verbessern helfen. Mit dem Wegfall des „Neuen Marktes" an der Frankfurter Börse fehlt jedoch in Deutschland ein Börsensegment, dass sich spezifisch für Neuemissionen von jungen und kleinen Unternehmen eignet. Im Kontext der aktuellen Innovationsoffensive der Bundesregierung sollte das Fehlen eines solchen Marktsegments deutlich herausgestellt werden und Denkanstöße für die Generierung eines „Entry Markets" entwickelt werden.

Reformen der öffentlichen Forschung

Der internationale Vergleich der Forschungs- und Innovationspolitik (Kapitel 5) sowie grundsätzliche Erwägungen und praktische Beispiele im In- und Ausland (Kapitel 6) deuten auf Handlungsbedarf im Bereich der FuE-Einrichtungen hin. Insbesondere ist die frühere Auffassung von einer Trennbarkeit der Grundlagen- und der Anwendungsforschung überholt. FuE kann beiden Ausrichtungen zugleich dienen oder keines der polaren Ziel verfolgen. Dies wird in der Praxis, der politischen Rhetorik und in der Statistik nicht ausreichend nachvollzogen. Wenn Forschung, Entwicklung und Innovation hochgradig nichtsequenziell verlaufen, kann die Förderung und strukturelle „governance" früher Phasen prägend auch für die späten sein. In diesem Zusammenhang ist auch Kontroverse über die Höhe eines ausreichenden Anteils an Grundfinanzierung wissenschaftlicher Einrichtungen zu sehen. Dort, wo Haushaltsmittel fehlen, sind nichtmonetäre Maßnahmen angesagt wie beispielsweise eine stärkere Kooperation und Koordination zur Effizienzerhöhung. Dies gelingt aber nur, wenn die Versäulung der

traditionellen Forschungsorganisationen aufgebrochen und die Mobilität(smöglichkeiten) der Forscherinnen und Forscher erhöht wird.

Der weiteren „Versäulung" der Forschungsorganisationen kann durch Privatisierung staatlicher Forschungszentren und flexiblere rechtliche Organisationen im Dienst- und Haushaltsrecht begegnet werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Wettbewerbsbedingungen in der Auftragsforschung nicht systematisch verzerrt werden. Dazu gehören u. a. klare Profile zur Gemeinnützigkeit (Abschnitt 5.7). Dies gilt auch im Hinblick auf die Besteuerung, wo die jüngst vorgenommene Änderung der Behandlung von Drittmittelaufträgen an Hochschulen in die Kategorie der Kollateralschäden für die Innovationspolitik eingereiht werden kann.

Wenn man akzeptiert, dass ein Forschungsprojekt oder -programm sowohl der Grundlagenforschung als auch der Anwendungsforschung dienen kann, muss man wohl auch akzeptieren, dass beide Zielrichtungen verfehlt werden können. Nun sind zwar in Deutschland viele Förderprogramme umfassend evaluiert worden, die Evaluierung der wirklich großen Programme steht aber aus. Auch bei den Forschungsorganisationen haben namhafte Evaluationsprozesse begonnen; die Evaluierung der Ressortforschung ist jedoch nur unzureichend vorangekommen.

Hinsichtlich der Reform der öffentlichen Forschungseinrichtungen können für die deutsche Forschungs- und Innovationspolitik in den folgenden Bereichen Anregungen aus dem internationalen Vergleich gegeben werden:

- In der **anwendungsnahen öffentlichen Forschung** – oft auch als Vertragsforschungseinrichtung bezeichnet und in Deutschland vor allem durch die Fraunhofer-Institute sowie einzelne Leibniz-Institute repräsentiert – liegt die Herausforderung in der **Balance** zwischen der FuE-Dienstleistungsfunktion für Wirtschaft und Politik (**Auftragsforschung**) einerseits und der Sicherung von strategischen **Forschungskompetenzen** andererseits**.** Der Wettbewerbsdruck hat sich in diesem Bereich deutlich verstärkt. Daraus resultiert die Versuchung, die für strategische Forschung bereitgestellte institutionelle Finanzierung zur unmittelbaren Verbesserung der Wettbewerbsposition in der Auftragsforschung zu nutzen. Dies ist weder aus forschungs- noch aus wettbewerbspolitischer Sicht wünschenswert. Erfahrungen aus anderen Ländern zeigen, dass eine Basisfinanzierung auf ausreichendem Niveau (meist größer als 25 %) eine Voraussetzung ist, um ein hohes wissenschaftlich-technologisches Niveau zu erhalten und auch mittelfristig als kompetenter Partner der Wirtschaft zu bestehen. Bei Evaluationen ist darauf zu achten, dass neben Erfolgsmaßen für den Wissens- und Technologietransfer auch der wissenschaftliche Output ein entsprechendes Gewicht erhält.
- Die Reformschritte im Zusammenhang mit **Großforschungseinrichtungen** sind international sehr unterschiedlich. Eine offensichtliche „*best practice*" kann nicht abgelesen werden, zu sehr sind die Institutionen in die spezifischen nationalen Politiktraditionen eingebunden. Der in Deutschland eingeschlagene Weg des Wettbewerbs zwischen den Einrichtungen über eine Programmfinanzierung sollte zügig weitergegangen werden. Jedoch müssen die Auswirkungen genau beobachtet und vor dem Hintergrund der intendierten Ziele bewertet werden. Die projekt- und programmbezogene Vernetzung der Großforschungseinrichtungen mit anderen wissenschaftlichen Einrichtungen sollte durch entsprechende Anreizmechanismen vorangetrieben werden. Hierzu könnte perspektivisch die HGF-Programmförderung für Kooperationen mit anderen öffentlichen Forschungseinrichtungen geöffnet werden.
- Bei **Evaluierungen** ist von Anfang an auf eine Kongruenz der herangezogenen Evaluationskriterien und -indikatoren mit den Zielsetzungen und Aufgaben der Forschungseinrichtungen zu achten.

Hier sind die vom Wissenschaftsrat 2002 veröffentlichten Grundsätze für Evaluationen beispielgebend. Bei einer Beurteilung von Umfang und Qualität der wissenschaftlichen Leistung sollte ein ausgewogenes Set an Indikatoren genutzt werden, das nach den unterschiedlichen Zielen der einzelnen Einrichtungen differenziert. Dies bedeutet u. a., die Aufgaben der Forschung, der Aus- und Weiterbildung und des Wissens- und Technologietransfers adäquat abzubilden.

- Deutschland muss sich auch das Thema **Breite versus Spezialisierung** vornehmen. Als eine der größten Volkswirtschaften der Welt war man überzeugt, jegliches Forschungsthema in der Breite bearbeiten zu müssen. Kleinere Länder, beispielsweise in Skandinavien, konnten diese Strategie nie verfolgen und mussten immer selektiv und spezialisiert vorgehen. Aufholen in der Breite kann zu Verzettelung führen; allerdings bedeutet das Verfolgen selektiver Aufholstrategien immer auch, dass **Posterioritäten** gesetzt werden, und Gebiete, denen die Politik weniger Beachtung schenkt, auch finanziell an Bedeutung einbüssen. Dies durchzusetzen, womöglich noch in wohl etablierten Gebieten und auch in institutioneller Hinsicht, hat schon und wird weiter auf großen Widerspruch der Betroffenen stoßen.
- Aus diesem Dilemma heraus sollte die deutsche Forschungs- und Innovationspolitik im Wesentlichen die derzeitige **inhaltliche Breite der (Spitzen-)Forschungsförderung beibehalten**, aber grundsätzlich degressiv gestalten. Hierfür sind die Fachprogramme geeignete Instrumente. Sie bieten einen flexiblen Rahmen, um thematische Schwerpunkte längerfristig zu verfolgen und damit Orientierung und Planungssicherheit für forschende Unternehmen zu geben. Zur Identifikation von thematischen Schwerpunkten ist die Einbeziehung möglichst vieler Akteure – d.h. eine „marktnahe“ Lösung – besser geeignet als eine administrierte Konzentration.

Speziell in Deutschland ist auf eine genügende **vertikale Koordination** der nationalen Innovationspolitik zu achten (Kapitel 6). Die deutsche Föderalstruktur hat das Herausbilden regionaler Ausgewogenheit sehr stark befördert. Zentralstaaten sind hier in deutlich ungünstigerer Position (Île de France, Greater London etc.). Da gerade im Bereich von Bildung, Forschung und Innovation der föderalen Aufgabenteilung eine hohe Bedeutung zukommt, wäre eine Auflösung von Koordinierungsmechanismen als kontraproduktiv anzusehen.

Im Unterschied zu den großen europäischen Ländern oder Japan kann die deutsche Forschungs- und Innovationspolitik nicht auf ein umfassendes strategisches Konzept zurückgreifen, das Leitlinien für die Weiterentwicklung der Ausrichtung erkennen lässt. Die vorliegenden Strategiepapiere beziehen sich lediglich auf Teilbereiche oder bieten nur enumerative Darstellungen von Förderprogrammen und -instrumenten, so dass die grundlegende strategische Orientierung kaum deutlich wird. Damit auch nicht unmittelbar in die Forschungs- oder Innovationspolitik integrierte Politikbereiche deren Entwicklungslinien und strategischen Ansatzpunkte beim Design eigener Politikinstrumente (beispielsweise im Bereich der Umwelt- oder Verkehrspolitik) besser berücksichtigen können, sollte ein politisch verbindliches, mittelfristig orientiertes und zwischen den wesentlichen Akteuren auf der Bundesebene abgestimmtes Leitkonzept erarbeitet werden.

In Deutschland sind die Zuständigkeiten für die Forschungs- und Innovationspolitik nicht nur zwischen Bund und Ländern, sondern auch innerhalb des Bundes auf verschiedene Ministerien aufgeteilt. Dies ist angesichts der vielfältigen Aktionsfelder der Forschungs- und Innovationspolitik und ihres Querschnittscharakters auch nicht verwunderlich und auch in den anderen Ländern anzutreffen. Um die Kohärenz und Koordination in der Forschungs- und Innovationspolitik in Deutschland zu stärken, scheinen vor dem Hintergrund der internationalen Trends und Erfahrungen folgende Punkte überlegenswert:

- Eine **zentrale Koordination** der Forschungs- und Innovationspolitik ist angesichts der großen Zahl und Heterogenität der Aktionsfelder kaum erreichbar. Wichtiger ist es, zu einzelnen Aktionsfeldern eine konsistente und auf andere Politikmaßnahmen abgestimmte Vorgehensweise zu finden. Da eine Kompetenzverteilung nach Aktionsfeldern wegen der Dynamik und gegenseitigen Abhängigkeit der einzelnen Aktionsfelder nicht zielführend ist, muss die Zusammenarbeit der einzelnen staatlichen Stellen (beispielsweise BMBF, BMWA, Länderministerien) ggf. mit neuen Institutionen gestärkt werden.
- Unabhängige **Räte** oder andere beratende **Gremien** eignen sich wenig als Koordinierungsinstrument zur inhaltlichen Abstimmung und Schwerpunktsetzung der Forschungs- und Innovationspolitik. Ihre Funktion kann es lediglich sein, Interessengruppen zu einer gegenseitigen Abstimmung zu bewegen und politische Maßnahmen vorab kritisch zu bewerten. Hierfür existieren in Deutschland bereits zahlreiche Mechanismen und es ist zu bezweifeln, ob weitere „Beiräte" zielführend sind.
- **Quantitative** Zielvorgaben und ein an quantifizierten Indikatoren gemessener Erfolg der Forschungs- und Innovationspolitik können zur Kohärenz des Instrumenteneinsatzes beitragen. Einige wenige, globale Zielgrößen – wie z. B. das EU-Barcelona-Ziel einer gesamtwirtschaftlichen Forschungsquote von 3 % im Jahr 2010, bei einem staatlichen Finanzierungsanteil von einem Drittel – vermögen zweifellos knappe finanzielle Ressourcen zu bündeln. Quantitative Zielvorgaben sollten jedoch auf wenige, globale Kenngrößen und einen mittel- bis langfristigen Zeithorizont bezogen werden.

1.4 Innovationspolitik in größere Zusammenhänge stellen

Es ist deutlich geworden, dass Innovationspolitik von heute und für morgen in größere Zusammenhänge gestellt werden muss. Dies bezieht sich für Deutschland im geografischen Zentrum der vergrößerten Europäischen Union auf europäische Zusammenhänge ebenso wie auf eine andere Art der „governance" (Abschnitt 6) innerhalb des deutschen Innovationssystems, also auf eine Optimierung der Koordination innerhalb der mit Innovationspolitik explizit oder implizit befassten Instanzen und Politikfelder.

Europäische Dimension

In den EU-Ländern als Ganzes betrachtet ist der Anteil der FuE-Ausgaben am Inlandsprodukt nicht vorangekommen, nachdem Anfang der 1990er Jahre bereits mit knapp 2 % das vorläufige Maximum erreicht war. Die USA und Japan haben hingegen – fast durchgängig mit steigender Tendenz – 2,8 bzw. 3 % überschritten. Die Europäische Kommission hat angesichts der „technologischen Lücke" zu den USA und Japan im März 2002 für das Jahr 2010 für Europa einen FuE-Anteil von 3 % am Inlandsprodukt zum Ziel gesetzt, also eine Steigerung um einen Prozentpunkt. Dies ist neu: FuE wird von der EU-Administration ein derart hoher Erklärungswert für Wohlstand und Beschäftigung beigemessen, dass sie nun zur expliziten Zielgröße der Forschungs- und Innovationspolitik wird. Das Ziel ist ehrgeizig und setzt ein richtungsweisendes Signal, das vor allem Innenwirkung im politischen Raum auslösen könnte. Gleichzeitig wird in den Lissabon-Beschlüssen unmissverständlich auf die Bedeutung von Bildung und Wissenschaft hingewiesen. Mit einer explizit auf Bildung und Wissenschaft, Forschung und Technologie ausgerichteten Strategie soll dem Trend entgegengewirkt werden, dass ein immer größerer Teil der öffentlichen Budgets in den EU-Ländern agrar-, sozial-, regional- und verteilungspolitischen Zielen gewidmet wird.

Obwohl sich die Aktivitäten der EU in der Forschungs- und Innovationspolitik während des letzten Jahrzehnts deutlich gewandelt haben, ist der Einfluss dieser Politik auf die nationale Politik der Mitgliedsländer ambivalent zu beurteilen. Vor allem für die großen Mitgliedsländer hat die europäische Ebene der Forschungs- und Innovationspolitik bisher keine große Rolle für die Ausrichtung der nationalen Politik gespielt – weder konzeptionell noch finanziell. Anders ist dies für die weniger FuE-intensiven und kleineren Länder zu beurteilen, in denen sowohl die EU-Mittel einen substantiellen Anteil an den Gesamtausgaben für FuE ausmachen als auch die konzeptionelle Ausrichtung der stark selektiven nationalen Politikschwerpunkte an europäischen Vorgaben deutlich sichtbar wird.

Die EU-Kommission ihrerseits sieht den Fortbestand der bislang geringen Beteiligung der Mitgliedsländer an der EU-Forschungs- und Innovationspolitik als wesentliches Problem bei der Umsetzung ihrer Ziele und der Schaffung eines einheitlichen europäischen Forschungsraums an. Jedoch scheinen die von der EU vorgeschlagenen Ansätze (z. B. die „offene Methode der Koordination") zu einer verstärkten **Politikkoordinierung** wenig geeignet, diese Situation zu ändern.

Allerdings werden in jüngerer Zeit die Umrisse genuin europäischer Institutionen, z. B. einer Organisation zur Förderung der Grundlagenforschung oder eines europäischen Wachstums- und Innovationsfonds, zunehmend deutlich. Die Persistenz der gegenwärtigen „Nebeneinanderher-Politik" ist also nicht in jedem Fall zu erwarten.

Schließlich wäre es nur folgerichtig, wenn in **Europa** die **FuE-Kräfte gebündelt** würden. Für die europäische Politik müsste dies bedeuten, dass sie sich stärker als bislang um die Bildung eines technologischen Gegengewichts zu den großen Forschungsregionen USA und Japan als um einen innereuropäischen Ausgleich mit der Tendenz zur Verzettelung kümmern sollte. Daraus folgt aber auch, dass die deutsche Innovationsförderung stärker in Richtung Europa und multinationale Unternehmen zu öffnen und weniger national zu formulieren ist (aktive Rolle bei der Formulierung supranationaler Programme, Verbesserung der Voraussetzungen für Programmbeteiligung sowie grenzüberschreitende Kooperationen bei Wirtschaft und Instituten usw.).

Prinzipiell ist aus ökonomischer Sicht eine größtmögliche Kongruenz von Finanzierung und Nutzung einer Aktivität anzustreben. Deshalb spricht einiges dafür, die aktuelle Diskussion um eine verstärkte Rolle der EU in der **Finanzierung und Bereitstellung von Grundlagenforschung** aus nationaler Sicht zu unterstützen. Dazu zählt die Schaffung einer Institution zur Förderung der Grundlagenforschung nach dem Vorbild der amerikanischen National Science Foundation sowie die stärkere Beteiligung der EU an der Finanzierung von Forschungsinfrastruktur bzw. deren gemeinschaftlicher Nutzung. Die nationale Forschungs- und Innovationspolitik sollte diesen Institutionenbildungsprozess aktiv mitgestalten.

Die Bemühungen um Themensetzung und -definition durch die deutsche Forschungs- und Innovationspolitik innerhalb der EU sollten darüber hinaus dort verstärkt werden, wo es um die Definition von „öffentlichen Gütern auf europäischer Ebene" geht, wo öffentliche Investitionen und Beschaffungen zunehmend europäisch determiniert sind, sowie in Politikfeldern, die eine supranationale FuE-Komponente aufweisen – wie zum Beispiel in den Bereichen Umwelt, Verkehr, Kommunikation, Energie und (in Zukunft verstärkt) Sicherheit/Verteidigung.

Umfeld für Innovationen verbessern

Dies lenkt den Blick darauf, dass alle Politikfelder in die **Innovationsverantwortung** zu nehmen sind: Ressortpolitik muss sich – unbeschadet ihrer jeweiligen eigenständigen Ziele – **auch** als Innovationspolitik begreifen. Den innovationspolitischen Instanzen kommt hierbei die Rolle eines **Anwaltes** für Innovationen, eine vertikal **und** horizontal koordinierende Funktion zu.

In diesem Zusammenhang kann auf das Beispiel der Biopharmazie verwiesen werden (Kapitel 7). An dieser Fallstudie werden Ansatzpunkte und Unzulänglichkeiten einer besseren Koordination im deutschen Forschungs- und Innovationssystem offensichtlich. Alles deutet darauf hin, dass in diesem speziellen Fall Systemmängel vorliegen und eine volle Passfähigkeit zwischen den einzelnen Elementen des deutschen Innovationssystems nicht gegeben ist. Obwohl die Aspekte der technologischen Leistungsfähigkeit in der Biopharmazie auf das Engste an die Reformen im Gesundheitswesen gekoppelt sind, werden deren Implikationen für das Innovationssystem in der politischen Arena kaum diskutiert. Die Beobachtungen im Bereich der Biopharmazie in Deutschland weisen exemplarisch deutlich darauf hin, dass Innovationspolitik ressortübergreifend verstanden werden muss. Weitere Fallbeispiele (in Kapitel 6) verdeutlichen die Notwendigkeit der Beibehaltung einer Ressortforschung, sofern sie öffentliche Güter erzeugt, den Staat in seiner strategischen Ausrichtung unterstützt oder negative gesamtwirtschaftliche Kosten vermeiden hilft (zu diskutieren am Beispiel regenerativer Energieträger und ihrer Förderung bzw. der Diffusionsunterstützung).

Was ist für eine bessere Koordination innerhalb des **deutschen Innovationssystems** und für eine deutliche Annäherung an das ehrgeizige 3 %-Ziel zu tun und wo sind die Ansatzpunkte (Kapitel 6)? Als erstes ist der Innovationspolitik **Vorrang** einzuräumen, auch hinsichtlich der Ausstattung mit finanziellen Mitteln (vgl. u. a. Kapitel 2.2 zum nachlassenden FuE-Förderengagement des Staates). Insbesondere ist die „Hebelwirkung" der öffentlichen Förderung zu nutzen und zu verstärken. Die Signale würden von den Unternehmen umso eher verstanden, je mehr der Staat selbst mit eigenen FuE-Aktivitäten sowie mit einer kontinuierlichen und auf Expansion geschalteten Förderpolitik **Vorbild** wäre. Glaubwürdigkeit ist eine wichtige Voraussetzung. Das innovationspolitische Engagement ist darüber hinaus auch **richtungsweisend** voranzutreiben. Dabei ist parallel auch auf eine stärkere Unterstützung von Klein- und Mittelunternehmen im FuE- und Innovationsprozess hinzuwirken.

Zu einem expansionsfördernden Umfeld zählt auch die Bereitstellung von **Finanzierungsmitteln** für FuE, risikoreiche Innovationsprojekte sowie für technologieorientierte Unternehmensgründungen – auch in der Wachstumsphase, damit die mit der Gründungsförderung erhofften Beschäftigungseffekte realisiert werden können. Unsicherheit entsteht aktuell auch dadurch, dass der Schutz geistigen Eigentums zwar immer wichtiger wird, jedoch offensichtlich nicht hinreichend gewährleistet werden kann. „**Unerwünschter Technologietransfer**" ist ein FuE- und Innovationshemmnis allererster Güte. Ein (möglichst) wasserdichtes System zu schaffen, das die Aneignung von Innovationserträgen gewährleistet, ist vor allem Aufgabe der Außen(wirtschafts)politik.

Eine hohe FuE-Intensität ist allerdings **nicht hinreichend** zur Sicherung von hohem Einkommen bei angemessenem Beschäftigungsstand. Um die durch eine Stärkung des „Innovationssektors" gewonnenen Wachstums- und Produktivitätsspielräume vollständig ausschöpfen zu können, dürfen die Bemühungen nicht nachlassen, wettbewerbsfähige **gesamtwirtschaftliche Rahmenbedingungen** zu schaffen. Vor allem sollte nicht übersehen werden, dass bei schwacher binnenwirtschaftlicher Entwicklung die Innovationsneigung von Klein- und Mittelunternehmen besonders stark leidet, da sie sich die Im-

pulse vor allem aus der „Nachbarschaft“ des Inlandsmarktes holen und weniger auf den „Rettungsanker“ Auslandsmarkt zurückgreifen können. Eine Innovationsoffensive ohne gesunde gesamtwirtschaftliche Rahmenbedingungen würde ins Leere stoßen, die erwarteten Diffusionseffekte auf Produktivität, Wettbewerbsfähigkeit, Wachstum und Beschäftigung würden ausbleiben. Es sind daher die **Arbeitsmarkt- und die Wettbewerbspolitik** sowie alle Regulierungen daraufhin zu durchleuchten, ob sie Innovationen im Wege stehen oder Anreize zu FuE geben. Dies alles gehört zu einer effizienten Umsetzung der in Lissabon angesprochenen Ziele in Bildung und Wissenschaft, Forschung und Technologie. Diese Ziele lassen sich leichter formulieren, weil die Konfliktlinien zwischen Regierung und Opposition bei dieser Thematik erfahrungsgemäß wesentlich geringer sind als bei anderen Themen, bspw. bei anstehenden Maßnahmen zur Verbesserung der gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen (Arbeitsmarkt-, Gesundheits-, Sozial-, Wettbewerbs-, Steuerpolitik usw.).

Eine Verbesserung der Standortbedingungen in jeder Hinsicht – d. h. der Markt-, Forschungs- und Produktionsbedingungen – könnte die Attraktivität für schnell expandierende multinationale Unternehmen erhöhen, in Deutschland bzw. Europa in FuE-Kapazitäten zu investieren. In dieser Hinsicht war die europäische Bilanz im letzten Jahrzehnt defizitär. Bleibt zu hoffen, dass aus den Fehlern der Vergangenheit gelernt wird und die Weichen für eine bessere Zukunft richtig gestellt werden.

2 Deutschland und Europa in der internationalen FuE-Dynamik

Aktivitäten in Forschung und experimentelle Entwicklung (FuE) sind Investitionen in neues technisches Wissen. Sie sind neben den Investitionen in Bildung und in die wissenschaftliche Ausbildung das konstituierende Element der „Wissenswirtschaft“ und die wichtigste Basis für Innovationsprozesse, für technologische Entwicklungen, neue Produkte, Verfahren und Dienstleistungen.[1]

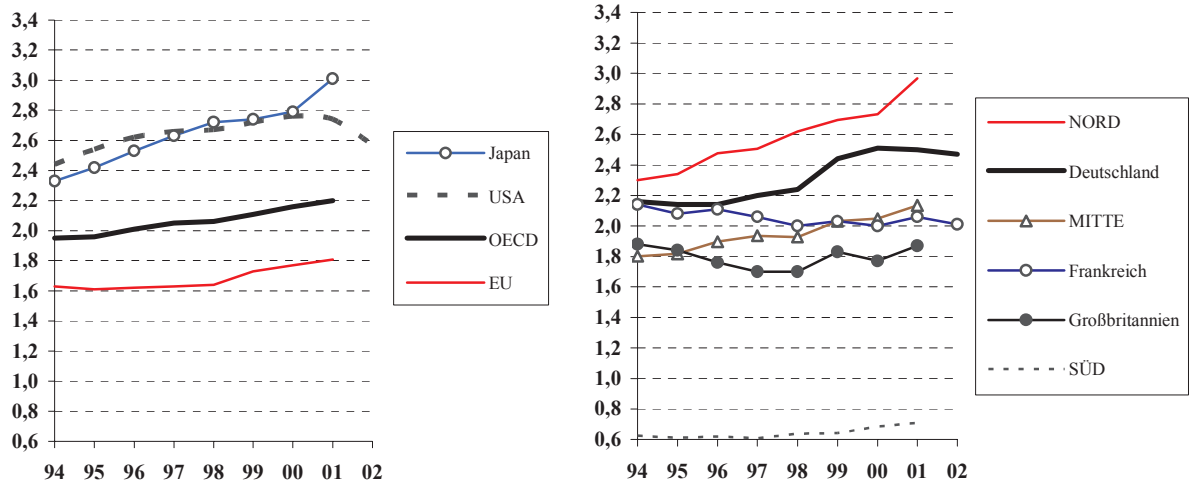
2.1 FuE-Trends in der Wirtschaft der „westlichen“ Industrieländer

FuE-Ressourcen und -intensität im internationalen Vergleich

FuE-Aktivitäten stehen in der Wirtschaft seit Mitte der 1990er Jahre in fast allen Staaten deutlich höher im Kurs als noch in der ersten Hälfte. Allerdings gibt es nur wenige Länder, die Anfang des neuen Jahrtausends bereits wieder mit der Intensität von Anfang der 1990er Jahre FuE betreiben. Hierzu gehören die USA und die nordeuropäischen Länder, nicht jedoch die Gruppe der EU-Länder insgesamt. Weltweit gibt es im FuE-Wachstumsprozess eine deutliche Differenzierung, gar eine Verlagerung der Aktivitäten nach Nordamerika und Asien.[2] Die US-Wirtschaft hat unter den Regionen der

*Abb. 2-1: FuE-Intensität in der Wirtschaft in ausgewählten Regionen 1994 bis 2002**

- Bruttoinlandsaufwendungen** für FuE in % der Bruttowertschöpfung der Wirtschaft -



*) Daten zum Teil geschätzt.
**) Aufwendungen für FuE-Aktivitäten, die innerhalb eines Landes durchgeführt werden.
NORD: Schweden, Finnland, Norwegen, Dänemark, Irland, Island. - SÜD: Italien, Portugal, Spanien, Griechenland.
MITTE: Belgien, Niederlande, Österreich, Schweiz.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2003/2). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

---

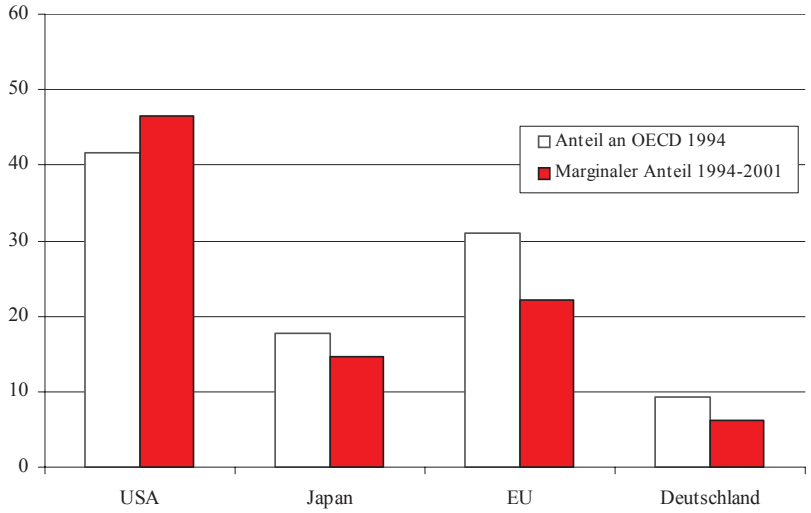
1 Dieser Abschnitt basiert auf den Arbeiten von Legler (2003) sowie Legler et al. (2004). Teilweise sind Aktualisierungen vorgenommen worden.

2 Hierzu zählen nicht nur Japan und Korea, denn vor allem in China hat die Wirtschaft ihre FuE-Anstrengungen seit Mitte der 1990er Jahre verfünffacht und sich damit in kurzer Frist mit FuE-Ausgaben von 44 Mrd. $ vor Deutschland (38 Mrd. $) auf Rang 3 der forschungsreichsten Länder katapultiert. Indien gehört ebenfalls bereits in die Top Ten.

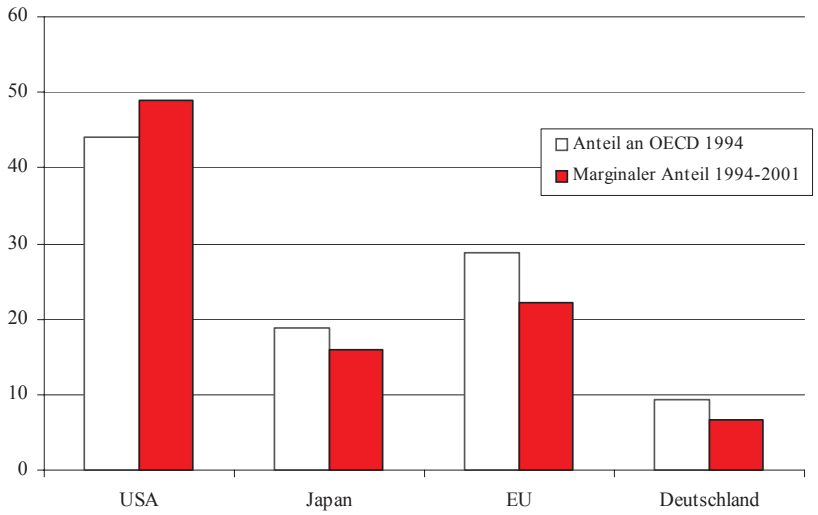
„westlichen“ Industrieländer ihre FuE-Aktivitäten besonders stark ausgeweitet; sie war die treibende Kraft in der FuE-Aufschwungphase. Ihr Anteil an den FuE-Kapazitäten der OECD-Länder ist von 44 % im Jahre 1994 auf 47½ % (2001) gestiegen. 49 % der zusätzlich geschaffenen FuE-Kapazitäten in der Wirtschaft der westlichen Industrieländer sind seit 1994 dort entstanden (Abb. 2-2).[3] Nach dem Jahr 2000 ist in der US-Wirtschaft jedoch ein kräftiger FuE-Rückgang zu beobachten, der teilweise durch eine Ausweitung der öffentlichen FuE-Aktivitäten kompensiert wurde.

Abb. 2-2: Anteil der Weltregionen an der Entwicklung der FuE-Kapazitäten 1994-2001

- Bruttoinlandsausgaben für FuE in konstanten Preisen -



- Interne FuE-Ausgaben der Wirtschaft in konstanten Preisen -



Quelle: OECD: Main Science And Technology Indicators (2003/2). - Berechnungen und Schätzungen des NIW. - Der marginale Anteil bezeichnet den Anteil der Region am Gesamtzuwachs im gegebenen Zeitraum.

[3] Rechnet man nur die Jahre 1994 bis 2000 – also vor der realen Rücknahme der FuE-Aktivitäten in der US-Wirtschaft – dann kommt man gar auf einen „Marginalbeitrag“ von 57 %.

Real gerechnet sind die FuE-Aufwendungen der US-Wirtschaft zwischen 1994 und 2001 um über 5½ % jährlich gestiegen (1994 bis 2000: 7 %), im Schnitt der westlichen Industrieländer waren es gut 5 % (5½ %). Japans Wirtschaft erreichte nach einem deutlich schärferen Einbruch Anfang der 1990er Jahre ab der zweiten Hälfte der 1990er Jahre 4½ % (4 %), Deutschlands 4 % (4½ %).

In der Wirtschaft wurden OECD-weit im Jahre 2001 FuE-Aktivitäten für rund 440 Mrd. $ durchgeführt, das sind 2,2 % der Wertschöpfung im Unternehmenssektor. Die FuE-Intensität der Wirtschaft ist in Schweden mit über 5,2 % mehr als doppelt so hoch wie im OECD-Durchschnitt; es folgen Finnland (3,6 %) und die Schweiz (3,1 %), Japan (3 %), Island und Korea (jeweils 2,8 %) sowie die USA (2,7 %), Dänemark (2,6 %) und Deutschland (2,5 %). Deutschlands Wirtschaft hat im Vergleich zum Ende der 1980er Jahre (z. B. über 2,8 % im Jahre 1987, Rang 2 unter den OECD-Ländern) seine Position nicht halten können. Zudem stagniert die FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft seit Beginn dieses Jahrtausends, in den USA ist sie sogar deutlich nach unten gerichtet.

Die Wirtschaft in den **EU-Ländern** als Ganzes betrachtet stagniert in FuE. Sie bringt insgesamt gut 1,8 % ihrer Wertschöpfung für FuE auf, ist seit Anfang der 1990er Jahre nicht weitergekommen und liegt damit klar hinter den USA und Japan. Die „Lücke" zu den USA hat sich gar deutlich und mit zunehmender Geschwindigkeit ausgeweitet: Sie beträgt 0,9 Prozentpunkte der Wertschöpfung und hat sich leicht vergrößert. Gegenüber Japan liegt sie bei 1,2 Prozentpunkten.

- In den 1990er Jahren ist zum einen das Teilnehmerfeld am internationalen FuE-Wettbewerb breiter geworden. Viele kleinere Volkswirtschaften aus dem nordeuropäischen Raum haben eine derart kräftige Dynamik entfaltet, dass sie deutliche Spuren im FuE-Standortwettbewerb hinterlassen haben.[4] Die deutsche Wirtschaft hat im letzten Drittel der 1990er Jahre den Rückgang bei den FuE-Aufwendungen gestoppt und ist wieder auf Expansionskurs gegangen. Die weltwirtschaftliche FuE-Dynamik wurde zwar nicht erreicht; sie hat sich jedoch klar von den anderen „großen" europäischen Volkswirtschaften Großbritannien, Frankreich und Italien abgesetzt. Sie hat eher erkannt, dass ein nachhaltiger Aufschwung bei hoher internationaler Wettbewerbsfähigkeit nur über vermehrte Investitionen in neues technisches Wissen zu erzielen ist. Aus deutscher Sicht geht es zwar bergauf, der FuE-Rückgang der ersten Hälfte der 1990er Jahre ist aber längst noch nicht verkraftet.
- Zum anderen ist der FuE-Wettbewerb auch an der Spitze wesentlich intensiver geworden. Da die FuE-Kapazitätserweiterung in den USA von einem kräftigen Wirtschaftswachstum begleitet war, spiegelt sich die dortige FuE-Kapazitätsausweitung nicht ganz so stark in der Veränderung der FuE-Intensität wider. Dennoch ist das Gefälle bei den FuE-Intensitäten der Wirtschaft zwischen den OECD-Ländern im Aufschwung der 1990er Jahre wieder steiler geworden. Einerseits haben sich die nordischen Länder und Japan von einem hohen Niveau aus weiterentwickelt, andererseits haben vor allem die mittel- und osteuropäischen Reformstaaten sowie die südeuropäischen Länder nur noch schwach zulegen können oder sind sogar zurückgefallen (Italien). Aktuell ist in den USA – wie erwähnt – die Neigung zu FuE-Investitionen wieder sehr gedämpft. Dies hängt vor allem mit den starken Einschnitten im IuK-Sektor zusammen.

Die Verlaufsmuster und Entwicklungspfade in den 1990er Jahren sowie die Erklärungsansätze dafür sind zwischen den Ländern durchaus unterschiedlich: Die mit der konjunkturellen Situation zusammenhängenden FuE-Finanzierungsbedingungen, die gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen und

---

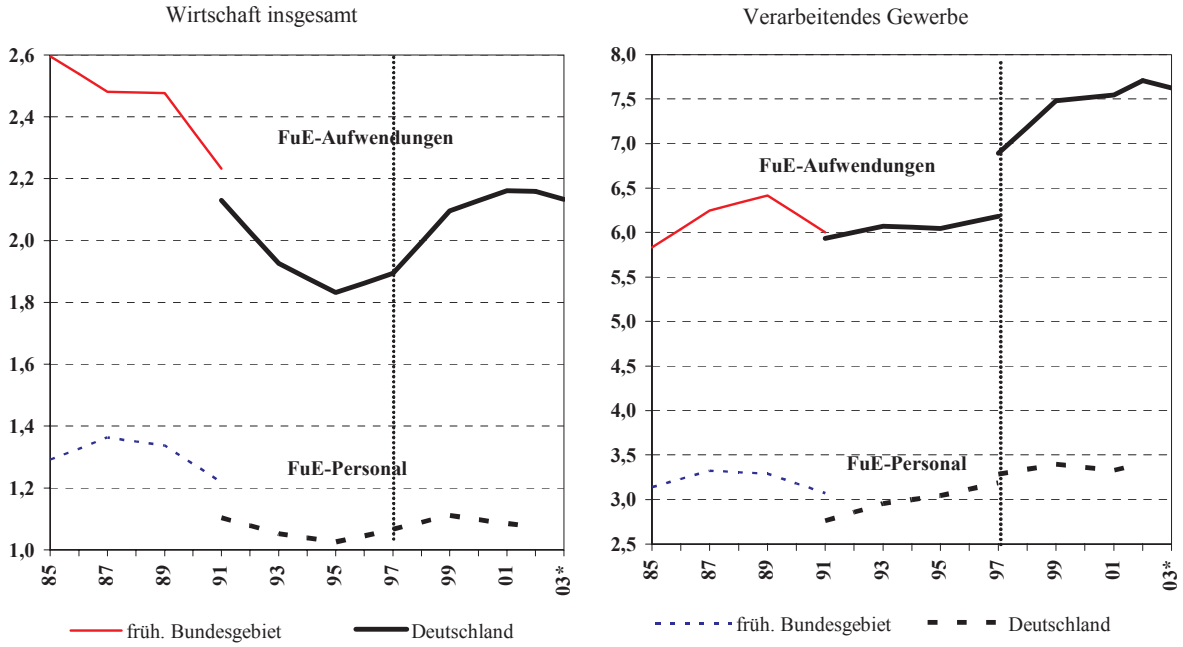
[4] Zu erwähnen sind vielleicht noch einige Länder außerhalb der OECD, die FuE besonders rasch intensiviert haben: Singapur, China und Israel (4,7 %).

die Wachstumserwartungen, die staatlichen FuE-Finanzierungsbeiträge (auch im militärischen Bereich), die mittelfristig-strategische Orientierung der Unternehmen, der sektorale Strukturwandel vor allem in Richtung Dienstleistungen und Spitzentechnologien sowie die Bereitschaft der Gesellschaft zum Strukturwandel sind die wesentlichen Bestimmungsfaktoren dafür, dass sich die FuE-Dynamik zwischen den Staaten stark auseinander entwickelt hat.

FuE-Entwicklung in der deutschen Wirtschaft: Verlauf in den 1990er Jahren

Die 1990er Jahre zeigen grundlegend geänderte FuE-Verhaltensweisen. Während in den 1980er Jahren antizyklisch Zukunftsvorsorge betrieben, d. h. auch in rezessiven Zeiten der Aufbau von Wissen in den Unternehmen gepflegt wurde, wich diese Einstellung in den 1990er Jahren zunehmend einem marktorientierten, an der kurzfristigen Nachfrageentwicklung und an den Wachstumsaussichten in naher Zukunft ausgerichteten Verhalten: Industrielle FuE wurde immer stärker unter dem Gesichtspunkt kürzerfristiger Verwertung betrieben und nach oben oder unten angepasst (vgl. zum Verlauf der FuE-Intensitäten Abb. 2-3). Die Wirtschaft hat sehr sensibel auf konjunkturelle Einflüsse reagiert und als Reaktion auf die reduzierten Wachstumsmöglichkeiten in der ersten Hälfte der 1990er Jahre insbesondere ihre mittelfristig-strategische Forschung reduziert.[5] Investitionen in neues Wissen, in Forschungsanlagen und hoch qualifiziertes Personal lohnen sich nur, wenn die Unternehmen von stabilen und ausreichend hohen Markt- und Absatzerwartungen ausgehen können.

Abb. 2-3: Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen und FuE-Personal in % der Beschäftigten in Deutschland 1985-2003



*) Planung.
Bruch in der Zeitreihe 1997 wegen Wechsel in der Wirtschaftszweigsystematik.

Quelle: Wissenschaftsstatistik. - Statistisches Bundesamt, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

[5] Vgl. aber zum generellen Zusammenhang der FuE-Ausgaben und der Konjunktur das Kapitel 10.

Die stärkere Kurzfristorientierung im FuE-Verhalten dürfte erst auf längere Sicht Wirkung zeigen. Es ist zu befürchten, dass die Unternehmen durch ihr abwartendes FuE-Engagement ihre Wachstumsaussichten gefährdet haben. Denn es darf nicht übersehen werden, dass sich andere Länder – vornehmlich die USA, Japan sowie einige nordeuropäische Länder – in der FuE-Intensivierung einen zeitlichen Vorsprung erarbeitet haben. Die aktuelle FuE-Flaute in der US-Wirtschaft darf darüber nicht hinwegtäuschen.

Aus dem FuE-Verhalten der deutschen Wirtschaft gegen Ende der 1990er Jahre lässt sich jedoch vorsichtig der Schluss ziehen, dass viele (Groß-)Unternehmen den Abbau bei der langfristigen Forschung gestoppt und damit auch wieder größere Kontinuität und mittelfristig-strategische Perspektiven in ihre FuE-Aktivitäten gebracht haben. In dieser Beziehung ist offensichtlich in den letzten Jahren – trotz der konjunkturellen Abkühlung und der Rezession – wieder eine Verbesserung der Ausgangslage für FuE eingetreten. Insofern ist die Position weniger ungünstig einzuschätzen als in der Rezession der 1990er Jahre.

FuE-Entwicklung in Deutschland: Strukturelle Veränderungen seit Mitte der 1990er Jahre

Forschungsintensive Güter und Industrien nach der NIW/ISI-Liste

Die forschungsintensiven (genauer: die FuE-intensiven) Sektoren der Industrie sind die wichtigsten Lieferanten von Technologien. Sie umfassen alle Güterbereiche, in denen überdurchschnittlich forschungsintensiv produziert wird. Der Bereich der Spitzentechnologie enthält Gütergruppen mit einem FuE-Anteil von über 8½ % am Umsatz (z. B. Pharmazie, EDV, Flugzeuge, Waffen). Der Bereich der Hochwertigen Technologie umfasst Güter mit einem FuE-Anteil am Umsatz zwischen 3½ und 8½ % (z. B. Automobile, Maschinen, Elektrotechnik, Chemie). Beide Bereiche zusammengenommen bilden den forschungsintensiven Sektor der Industrie. Diese Differenzierung ist keineswegs in dem Sinne als Wertung zu verstehen, dass der Bereich Hochwertige Technologie mit dem Siegel „älter" und „weniger wertvoll" zu versehen sei, und Spitzentechnologie „neu", „modern" und „wertvoller": Die Gruppen unterscheiden sich vielmehr durch die Höhe der FuE-Intensität. Die Güter der Spitzentechnologie haben häufig „Querschnittsfunktion" (z. B. IuK-Technologien, Biotechnologie) und unterliegen vielfach staatlicher Einflussnahme durch Subventionen, Staatsnachfrage (z. B. Raumfahrtindustrie) oder Importschutz. Der Spitzentechnologiebereich lenkt in allen Industrienationen das spezielle Augenmerk staatlicher Instanzen auf sich, die mit ihrer Förderung nicht nur technologische, sondern zu einem großen Teil auch eigenständige staatliche Ziele (äußere Sicherheit, Gesundheit usw.) verfolgen.

Wissensintensive Dienstleistungen nach der NIW/ISI-Liste

Dienstleistungen gewinnen für die gesamtwirtschaftliche Beschäftigung und Wertschöpfung an Bedeutung. Durch eigene FuE-Aktivitäten sowie die Anwendung von Technologien aus dem Industriesektor werden viele Dienstleistungssektoren technologieintensiver. Daher werden hier insbesondere die „wissensintensiven" Dienstleistungen miteinbezogen. Basis für die Ermittlung derjenigen Wirtschaftszweige, die überdurchschnittlich wissensintensiv produzieren, ist das „Wissen" des Personals, d. h. die Qualifikationsanforderungen an die Beschäftigten. Entsprechend wurden Qualifikationsindikatoren (insbesondere der Einsatz von Akademikern, vor allem von Naturwissenschaftlern/Ingenieuren) und Funktionsmerkmale (z. B. die Beschäftigung in Forschung, Entwicklung, Planung, Konstruktion usw.) zu Rate gezogen, um die „wissensintensiven" Dienstleistungen benennen zu können. Dabei handelt es sich nicht zwangsläufig um „technikintensive Wirtschaftszweige", die sich – vor allem im Dienstleistungsbereich – über den intensiven Einsatz von Ausrüstungskapital (z. B. IuK-Güter) definieren, sondern um alle Wirtschaftszweige, die hohe Anforderungen an die Qualifikation des Personals stellen (also bspw. auch Gesundheits-, Medien-, Finanzdienstleistungen usw.).

Das Comeback von FuE in den unternehmerischen Kalkülen ist von enormen strukturellen Veränderungen begleitet. Zum einen ist zu beobachten, dass in der deutschen Wirtschaft mehr und mehr Wert auf FuE für hochwertige Dienstleistungen gelegt wird. Zwar gibt es in Deutschland im Dienstleistungssektor im Vergleich zu anderen Ländern immer noch beträchtliche FuE-Lücken.[6] Jedoch wird

[6] Dies hängt auch damit zusammen, dass FuE für Dienstleistungen oft nur schwer zu identifizieren ist, weil sich das statistische Messkonzept sehr stark an den Innovationsaktivitäten der Industrie orientiert. Deutschland ist auf produktbegleitende Dienstleistung spezialisiert. Dies schränkt die internationale Vergleichbarkeit sektoraler FuE-Strukturen erheblich ein.

zunehmend der Tatsache Rechnung getragen, dass sich hochwertige Dienstleistungen immer stärker als „mothers of invention“ entpuppen. Dies hat auch seine Rückwirkungen auf die Industrieforschung. Denn hochwertige Dienstleistungen stehen vor allem mit jenen Industriezweigen in Kontakt, in denen besonders anspruchsvoll – und damit aufwändig – FuE betrieben wird („Spitzentechnologiesektoren“ wie z. B. Biotechnologie/Pharmazie, Elektronik/Nachrichtentechnik, Flug- und Raumfahrzeugbau; zu den genauen Definitionen siehe den Kasten).

Die deutsche Industrieforschung war lange Zeit – im Vergleich zu ihren internationalen Konkurrenten – in den meisten dieser Spitzentechnologiebereiche nicht sehr weit vorne zu finden. Über Jahrzehnte hinweg hat sie sehr stark auf die kompetente Anwendung und Umsetzung von (zu einem großen Teil importierten) Spitzenforschungsergebnissen in Bereichen gesetzt, in denen zwar auch noch viel und anspruchsvoll geforscht und entwickelt werden muss, jedoch nicht so aufwändig wie im Spitzentechnologiebereich. Der Erfolg gab ihr lange Zeit recht. Einkommen und Beschäftigung sind insbesondere in diesen Bereichen der höherwertigen und mittleren Technologie (Chemie, Elektrotechnik, Maschinen- und Fahrzeugbau) entstanden – also durch eine geschickte und kreative Kombination von angestammten Kompetenzen mit neuen Spitzentechnologien. Dieser Weg funktioniert jedoch nicht mehr so recht. Der (Produkt-)Strukturwandel vollzieht sich immer schneller, die Lebenszyklen des Produkt- und Leistungsangebots verkürzen sich: Das Wachstum ist dort besonders stark, wo es auf Geschwindigkeit in Forschung und Entwicklung, Erfindung und Umsetzung von Wissen ankommt. Damit wird die Zeitspanne zur Integration von Basistechnologien in das eigene Kompetenzspektrum immer enger. Will man wieder in die Weltspitze, dann muss man sich immer stärker auch in den querschnittsträchtigen Spitzentechnologien engagieren. Dies war jahrelang versäumt worden.

Der FuE-Aufschwung in der deutschen Wirtschaft gegen Ende der 1990er Jahre war denn auch konsequenterweise mit einem raschen Strukturwandel zugunsten der Spitzentechnologiebereiche verbunden, insofern wurde einiges korrigiert. „Rascher Strukturwandel“ heißt aber auch – und dies ist ein Wermutstropfen –, dass die traditionell starken deutschen Industriezweige außerhalb der Spitzentechnologie deutlich zurückbleiben (Chemie, Maschinenbau, Elektrotechnik). Auszunehmen hiervon ist der Automobilbau, der seinen Anteil an den FuE-Kapazitäten der größten Industrieländer von gut 10 % auf knapp ein Viertel hochgeschraubt hat und ab der zweiten Hälfte der 1990er Jahren in vielerlei Hinsicht (Produktion, Beschäftigung, Export) eine ausgesprochen positive Erfolgsstory geschrieben hat.[7]

In Deutschland ist der FuE-Aufschwung der 1980er Jahre in der Breite der Wirtschaft angegangen worden – in den letzten Jahren verläuft der Prozess jedoch selektiv und vor allem in den Automobilbau. Dies hat auch Konsequenzen für die Einbindung von Klein- und Mittelunternehmen in die deutsche Industrieforschung (Abschnitt 2.2).

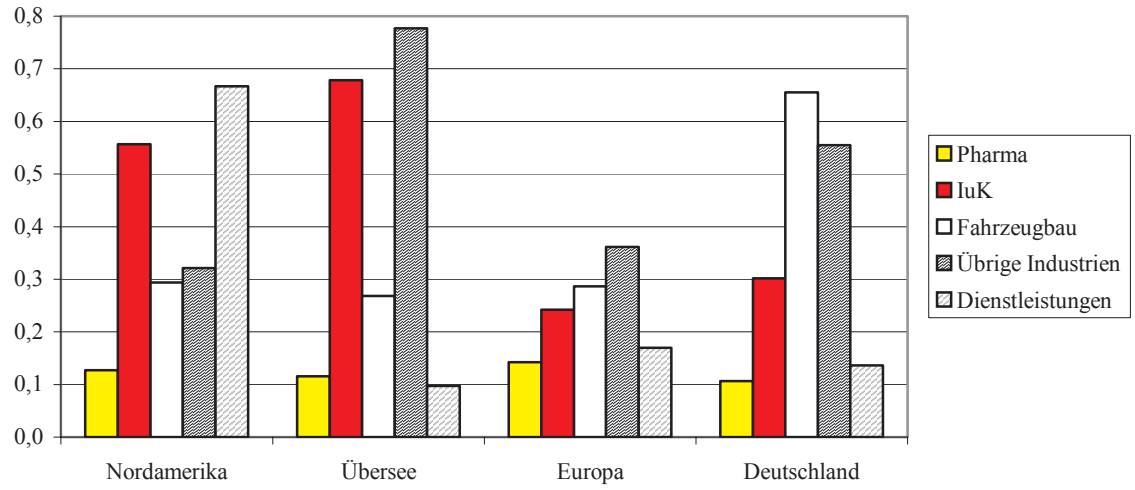
Was macht unter strukturellen Gesichtspunkten bei FuE die Unterschiede zwischen den großen Wirtschaftsblöcken aus? Vor allem ist es der IuK-Sektor der Industrie (EDV, Elektronik/Medientechnik, Instrumente) sowie der Dienstleistungssektor und darunter sind es insbesondere die unternehmensnahen und DV-Dienstleistungen, die die Differenzen zwischen Deutschland und Europa einerseits sowie Nordamerika und Übersee andererseits (also: USA und Japan) determinieren. Dies gilt insbesondere

7 Vgl. Krawczyk, Schumacher u. a. (2003).

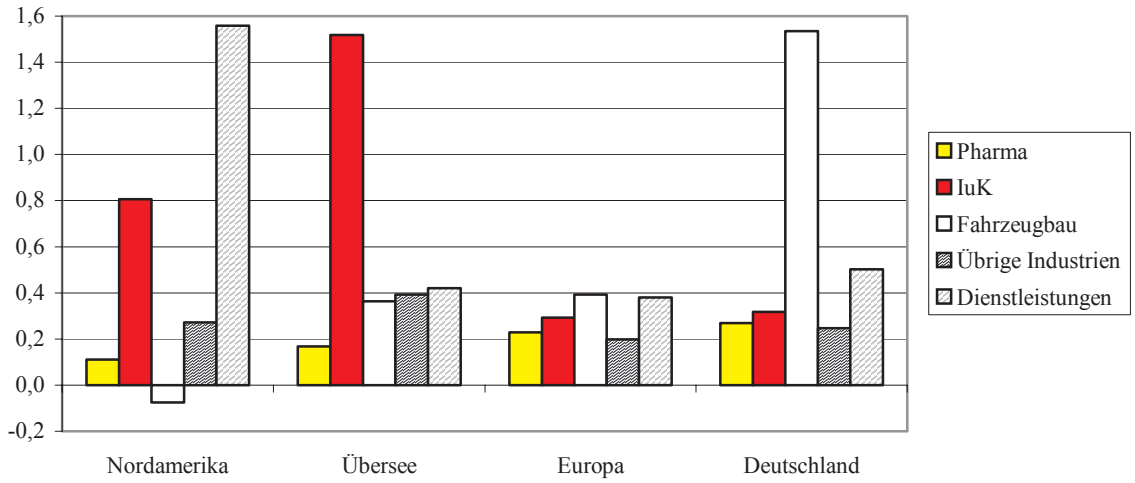
für die FuE-Wachstumsphase seit Mitte der 1990er Jahre (Abb. 2-4). Die FuE-Strukturen weisen seither in völlig konträre Richtungen. Deutschland ist außer bei Pharma deutlich hinter den „FuE-Strukturwandelgewinnern“ (vor allem IuK) zurückgeblieben. Ungeheuer hohes FuE-Engagement im Fahrzeugbau hat dies kompensieren können. Bei den übrigen Sektoren (im Wesentlichen Maschinenbau, Elektrotechnik und Chemieindustrie) hat sich Deutschlands Wirtschaft im Welttrend gehalten.

Abb. 2-4: Schwerpunkte der FuE-Tätigkeit nach Weltregionen

FuE-Anteil nach Wirtschaftsbereichen in % des Inlandsprodukts 2000



Veränderung von FuE-Ausgaben nach Wirtschaftsbereichen in % der Veränderung des Inlandsprodukts 1995 bis 2000



Quelle: ANBERD-Datenbank. - Berechnungen des NIW.

Internationalisierung von FuE in der deutschen Wirtschaft

Die Internationalisierung der Innovationstätigkeit von Unternehmen hat sich in den letzten beiden Jahrzehnten kräftig verstärkt.[8] Dabei wurde häufig die Frage gestellt, ob deutsche Unternehmen ihre FuE-Tätigkeit ins Ausland verlagern und ob dies ggf. auf eine Verschlechterung der Innovations- und Forschungsbedingungen im Mutterland zurückzuführen ist.

11,5 Mrd. EUR, das sind 25 % der deutschen Industrieforschung, wurden 2001 im Ausland disponiert (1993: 15 %), ein klares Indiz für die zunehmende Internationalisierung, überwiegend als Folge von Fusionen und Übernahmen. Der FuE-Aufholprozess der 90er Jahre wurde maßgeblich und überdurchschnittlich von Unternehmen getragen, die im ausländischen Besitz sind. Die Internationalisierung von FuE ist aus deutscher Sicht also keine Einbahnstraße. 60 % dieser Kapazitäten entfallen auf europäische Eigentümer (mit den Niederlanden, Frankreich und der Schweiz an der Spitze), 40 % auf Nordamerika, wobei Deutschland aus US-Sicht etwas Boden an Großbritannien abgegeben hat. Auch Asien wird für US-Firmen offensichtlich immer attraktiver.

Rund 12 Mrd. EUR werden von deutschen Unternehmen zusätzlich zu ihren inländischen Aktivitäten für FuE im Ausland ausgegeben. Automobilbau, Chemie/Pharmazie sowie Elektronik/Elektro- und Nachrichtentechnik sind die Vorreiter. Man kann sagen, dass ein Drittel der gesamten FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen im Ausland stattfinden. Gut die Hälfte der Auslands-FuE deutscher Unternehmen wird in den USA betrieben. Die FuE-Intensität deutscher Unternehmen in den USA ist auch besonders stark gestiegen und von allen „Gastländern“ in den USA am höchsten. D. h. die USA sind aus deutscher Sicht besonders interessant für Spitzentechnikindustrien (Pharmazie, Elektronik, Automobil). Umgekehrt kann man dies nicht sagen. Zudem muss beachtet werden, dass sich in besonders wissensbasierten, meist gar sensiblen „Querschnittstechnologien“ (Biotechnologie, Pharmazie, Halbleiter, organische Chemie) die Schwerpunkte der Erfindungstätigkeit deutscher multinationaler Unternehmen tendenziell ins Ausland verschoben haben.[9]

Wie ist das alles zu werten? Zunächst einmal ergibt sich, dass drei Viertel aller FuE-Aktivitäten in Deutschland von multinationalen Unternehmen durchgeführt werden, die Internationalisierung von FuE ist hoch. Weiterhin zeigt sich in Deutschland - wie auch in den USA -, dass sich das FuE-Verhalten ausländischer Unternehmen meist sehr stark an den Gegebenheiten im jeweiligen Gastgeberland orientiert. Wechselseitige Marktdurchdringung ist das Hauptmotiv von grenzüberschreitender FuE, relativ selten geht es um reinen Wissenserwerb, also um die Ausnutzung von Vorteilen in Wissenschaft und Forschung. So sind bspw. die FuE-Aktivitäten von Ausländern in den Bereichen besonders intensiv, in denen Deutschland hohe Kompetenzen aufweist (Fahrzeugbau). Sie sind jedoch dort verhalten und eher auf Anpassungsentwicklung ausgerichtet, wo Deutschland insgesamt weniger prominent hervorsticht (z. B. Elektronik usw.).

Kompetenz ist hier umfassend zu verstehen: Hochwertige dynamische Nachfrage, intensiver Wettbewerb, herausragende Forschungsleistungen und günstige Produktionsbedingungen machen einen FuE-Standort attraktiv. Wo diese „lead market“-Eigenschaften gegeben sind – bspw. in der Automobil-

8 Vgl. hierzu Belitz (2004).

9 Edler et al. (2003).

industrie – hat Deutschland an Zugkraft für FuE gewonnen. Allerdings ist dies für die Zukunft keineswegs garantiert – schon gar nicht angesichts der extrem schwachen binnenwirtschaftlichen Dynamik.

2.2 FuE in Klein- und Mittelunternehmen

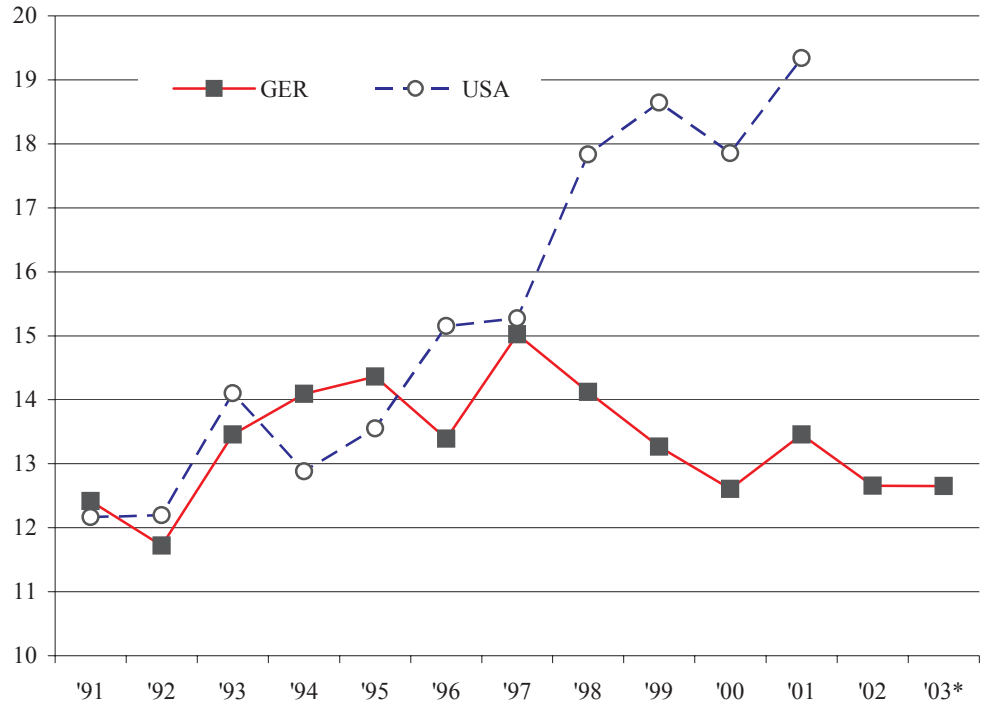
Der FuE-Aufschwung der deutschen Wirtschaft ist in den 1980er Jahren in der Breite angegangen worden – im Unterschied dazu verläuft der Prozess in den letzten Jahren jedoch selektiv und nur in die Spitze. Es ist klar, dass ein schneller FuE-Strukturwandel, der massiv die Verteilung auf die Wirtschaftszweige verändert, nicht allein von Klein- und Mittelunternehmen ausgehen kann. Vielmehr sind es seit der zweiten Hälfte der 1990er Jahre vor allem Großunternehmen, die mit ihrem Gewicht die Relationen bestimmen.

Deutschland und USA im Vergleich

Interessanterweise kommt Klein- und Mittelunternehmen jedoch eine nicht unerhebliche Rolle bei der Erklärung von FuE-Entwicklungsdifferenzen zwischen Deutschland und den USA zu. Denn dort haben Klein- und Mittelunternehmen einen enormen Schub erfahren. Die Wege, die Deutschland und die USA bei Klein- und Mittelunternehmen gehen, haben sich Mitte der 1990er Jahre getrennt (Abb. 2-5).

Abb. 2-5: Interne FuE-Aufwendungen von Klein- und Mittelunternehmen in den USA und Deutschland

- Anteile an den FuE-Aufwendungen der Unternehmen 1991 - 2003 in % -



*) vorläufig.

Quelle: NSF (verschiedene Jahrgänge), S&T Indicators Report. Angaben des WSV. Berechnungen des ZEW und des NIW.

- Damals war der Beitrag von Klein- und Mittelunternehmen zu den FuE-Aufwendungen der Wirtschaft mit 13 bis 14 % etwa gleich.
- Danach sind die FuE-Anstrengungen von Klein- und Mittelunternehmen in den USA erheblich gesteigert worden (12½ % p. a. bis 2001), in Deutschland ergab sich hingegen nur eine Expansion von gut 4 % p. a., in jeweiligen Preisen gerechnet.
- Vergegenwärtigt man sich, dass die FuE-Expansion bei Großunternehmen sowohl in den USA als auch in Deutschland bei 5 % lag, dann wird deutlich, dass ein Großteil der sich in den 1990er Jahren weiter öffnenden FuE-Lücke zwischen der deutschen und der US-amerikanischen Wirtschaft rechnerisch eine Lücke bei Klein- und Mittelunternehmen gewesen ist. Denn insgesamt legten die FuE-Aufwendungen in Deutschland mit einer Rate von gut 4½ % jährlich zu, in den USA mit über 6 %.
- Während in Deutschland im Zuge der starken FuE-Konzentration der zweiten Hälfte der 1990er Jahre überwiegend Großunternehmen expandierten, hat es in den USA zumindest eine relative Umverteilung zugunsten von Klein- und Mittelunternehmen gegeben.

Vier Komponenten dürften für dieses Auseinanderleben der FuE-Systeme zwischen USA und Deutschland hauptverantwortlich zeichnen:

- Die Spitzenforschungskomponente ist in der Wirtschaftsstruktur der USA deutlich stärker vertreten. Dies betrifft vor allem die IuK-Wirtschaft, die Biotechnologie/Pharmazie und die wissensintensiven Dienstleistungen. Forschung und Entwicklung für diese Sparten ist vielfach in Klein- und Mittelunternehmen verankert, die z. T. just zum FuE-Zweck gegründet werden. Deutschland ist hingegen sehr viel kräftiger fertigungstechnisch mit FuE in großen Unternehmenseinheiten ausgerichtet (z. B. auf den Automobilbau).
- Eine weitere Komponente betrifft die Arbeitsteilung zwischen Großunternehmen sowie Klein- und Mittelunternehmen in FuE. Amerikanische Großunternehmen haben vor allem Kleinunternehmen wesentlich stärker in ihre Wertschöpfungsketten integriert. Als Folge davon ist der Anteil der Finanzierung von FuE in Kleinunternehmen durch Großunternehmen wesentlich höher als in Deutschland – sowohl durch „corporate venture capital“ als auch durch die Vergabe von Vertragsforschungsaufträgen. Nicht zuletzt erfolgt diese FuE-Integration auch mit dem Ziel der späteren Übernahme. Insofern sind Großunternehmen in den USA ein enorm wichtiger Anker für FuE in Klein- und Mittelunternehmen.

Ein dritter Faktor ist die Art der Forschungs- und Technologieförderung: In den USA gibt es steuerliche Förderinstrumente, die die Verbreitung von FuE in der gesamten Wirtschaft stark begünstigen (tax credits). Zudem werden KMU bei FuE-Aufträgen von Fachressorts bevorzugt behandelt (Abschnitt 5.5); ähnlich ist es in Japan. Steuerliche FuE-Förderung gibt es darüber hinaus in vielen anderen Staaten; sie ist weltweit stark im Kommen. Unterschiede bestehen jedoch in der Ausgestaltung, d. h. in der Bemessungsgrundlage (Ausgabenvolumen oder deren Zuwachs). Zudem gibt es vielfach Differenzierungen zugunsten von Klein- und Mittelunternehmen.

- Zur Verbreiterung der FuE-Basis in Klein- und Mittelunternehmen und im Dienstleistungssektor sollten auch in Deutschland indirekt wirkende finanzielle Hilfen (z. B. steuerliche Zulagen) in Betracht gezogen werden.
- Dabei sollte der vorwettbewerbliche Bereich, die angewandte Forschung zur Erweiterung der technologischen Optionen der Unternehmen, in den Vordergrund gerückt werden ohne dass technologiespezifische Vorgaben gemacht werden.

Viertens darf nicht übersehen werden: Bei schwacher binnenwirtschaftlicher Entwicklung leidet die Innovationsneigung von KMU besonders stark, da sie sich Impulse vor allem aus dem Inlandsmarkt holen und weniger auf das Ausland zurückgreifen können.

FuE-Intensität und -Beteiligung in Deutschland

Alles in allem sind in deutschen Klein- und Mittelunternehmen (mit unter 500 Beschäftigten) knapp 18 % des FuE-Personals der Wirtschaft beschäftigt, bei einem Anteil an den Industriearbeitsplätzen insgesamt von ungefähr der Hälfte. Ihr Anteil an den FuE-Gesamtaufwendungen belief sich im Jahre 2001 auf gut 12½ %. Zwischen den Unternehmensgrößenklassen ist eine gewisse Arbeitsteilung bei FuE zu beobachten:

- Kleinunternehmen konzentrieren ihre FuE-Aktivitäten sehr intensiv auf Güter der Spitzentechnologie. Dort sind insbesondere Flexibilität, Unkonventionalität und Risikobereitschaft von Vorteil – Merkmale, die Klein- und Mittelunternehmen eher auszeichnen als große. Innovative Kleinunternehmen forschen und entwickeln deshalb besonders intensiv, sie werden oft erst im Zusammenhang mit einem Innovationsprojekt gegründet. Bei **forschenden** Industrieunternehmen liegt daher der FuE-Personalanteil in der Beschäftigungsgrößenklasse bis 100 bei über 8½ % (Tab. 2-1).[10] In sehr forschungsintensiven Industriezweigen ist im übrigen die FuE-Beteiligung unter den Kleinunternehmen besonders hoch.

Tab. 2-1: FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung in Deutschlands Bergbau und Verarbeitendem Gewerbe nach Beschäftigtengrößenklassen 1995 bis 2001

Beschäftigtengrößenklasse	FuE-Intensität* forschender Unternehmen				Anteil forschender Unternehmen**				FuE-Intensität aller Unternehmen			
	1995	1997	1999	2001	1995	1997	1999	2001	1995	1997	1999	2001
unter 100	8,8	9,1	8,6	8,5	21	20	16	15	1,5	1,5	1,2	1,1
100 bis unter 500	4,4	4,8	4,5	5,1	34	31	30	29	1,6	1,5	1,5	1,7
500 bis unter 1.000	4,7	5,7	5,1	5,9	40	40	47	38	1,9	2,2	2,4	2,3
1.000 und mehr	7,2	8,1	8,9	9,1	73	67	72	66	7,0	7,5	8,4	8,1
insgesamt	**6,6**	**7,4**	**7,5**	**8,0**	**26**	**24**	**22**	**20**	**3,9**	**4,0**	**4,1**	**4,2**

*) FuE-Personalanteil in % an den Beschäftigten in forschenden Unternehmen insgesamt. - **) Forschende Unternehmen in % der Unternehmen insgesamt.

Quelle: Wissenschaftsstatistik. - Statistisches Bundesamt, FS 4, R. 4.3 (Kostenstrukturerhebung 1995 bis 2001). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

- Mittelgroße Unternehmen (mit bis zu 500 Beschäftigten) sind typischerweise eher „Technologieanwender", d. h. sie betreiben selbst nicht in dem Umfang FuE wie kreative Kleinunternehmen, sondern sind eher in Technologieverwertung und in der Produktion aktiv. Selbst im Durchschnitt der forschenden Unternehmen sinkt die FuE-Personalintensität im Durchschnitt auf gut 5 bis 6 %.
- Großunternehmen wiederum haben Vorteile, wenn die Forschung hohe Aufwendungen erfordert und eine routinierte und formalisierte Vorgehensweise am ehesten zum Innovationserfolg führt. Sie können große FuE-Abteilungen unterhalten, so dass bei forschenden Unternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten im Schnitt eine FuE-Personalintensität von 9½ % erreicht wird.

[10] Im Dienstleistungssektor - in dem der Anteil forschender Unternehmen jedoch deutlich niedriger liegt als in der Industrie und wo FuE weniger systematisch betrieben wird - ist der FuE-Personalanteil bei den **forschenden** Unternehmen gar noch höher. Denn dort sind etliche Unternehmen, die direkt für FuE-Dienstleistungen gegründet wurden.

Klein- und Mittelunternehmen sind keine homogene Gruppe und daher nicht einheitlich zu beurteilen: Die relevanten Statistiken erfassen Töchter von Konzernen, technologieintensive Start-Ups, typische Mittelständler mit langer Tradition, Aus- und Umgründungen usw. Sie neigen eher zu einem **diskontinuierlichen**, projektbezogenen FuE-Verhalten als Großunternehmen. Im Allgemeinen nimmt daher die FuE-Beteiligung – d. h. der Anteil der FuE-betreibenden Unternehmen – mit der Unternehmensgröße zu: Sie liegt im Jahre 2001 im Schnitt bei 20 % der Industrieunternehmen, weist jedoch eine Bandbreite von 15 % bei Kleinunternehmen (mit bis unter 100 Beschäftigten) über 29 % bei Mittelunternehmen, 38 % bei größeren Unternehmen mit einer Beschäftigtenzahl von 500 bis unter 1.000 bis auf 66 % bei Großunternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten auf. Das gängige Muster, nach dem in kleinen Unternehmen am intensivsten Forschung und experimentelle Entwicklung betrieben wird, relativiert sich daher in dem Maße, in dem die Beteiligung der Unternehmen am FuE-Prozess nachlässt.

Ganz offensichtlich konzentriert sich die FuE-Tätigkeit in Deutschland von Jahr zu Jahr auf immer weniger Unternehmen, denn der **Anteil** der forschenden unter den industriellen Klein- und Mittelunternehmen hat abgenommen.[11] Auf der einen Seite haben sich vor allem aus dem Kreis diejenigen Klein- und Mittelunternehmen aus FuE zurückgezogen, die eher diskontinuierlich FuE betrieben haben. Auf der anderen Seite kommt den verbleibenden FuE-betreibenden Klein- und Mittelunternehmen eine immer wichtigere Rolle zu: Auch sie klinken sich immer intensiver in den Spitzenforschungsprozess ein. Das Nebeneinander von Stabilität bei regelmäßig forschenden Unternehmen und Labilität bei den „Spontis“ in den Angaben der Unternehmen zur FuE-Beteiligung zeigt einerseits, dass FuE immer wichtiger geworden ist. Andererseits gibt es Hinweise darauf, dass Klein- und Mittelunternehmen sehr feinfühlig jeweils auf die aktuelle wirtschaftliche Situation und die für FuE-Entscheidungen relevanten Rahmenbedingungen und Erwartungen reagieren.

Hier ist Obacht geboten, denn FuE ist und bleibt zumindest mittelfristig der entscheidende Eckpfeiler für betriebliche Innovationsaktivitäten: Unternehmen, die innovieren, exportieren und zusätzliche Arbeitsplätze schaffen ohne eigene FuE zu betreiben, sind selten. Dies ist eine Herausforderung für die Innovationspolitik, denn die Innovationsfähigkeit von Klein- und Mittelunternehmen ist mittel- bis langfristig recht eng an die Beteiligung an FuE und an die Verfügbarkeit von entsprechend ausgebildetem und erfahrenem Personal geknüpft. Auch der Zugang zur Wissenschaft und zum Technologietransfer fällt schwer, wenn man nicht gleichsam „auf Augenhöhe“ mit den potenziellen Kooperationspartnern arbeiten kann: Die Kooperationsfähigkeit von Klein- und Mittelunternehmen mit Forschungseinrichtungen und Industriebetrieben nimmt erfahrungsgemäß in dem Maße zu, in dem sich die Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen an FuE verstetigt. Und Kooperationsprojekte werden immer wichtiger. Insbesondere ist zu beobachten, dass Unternehmen, die sich von der Wissenschaft zu Innovationen inspirieren lassen, merklich höhere Innovationserfolge aufweisen (Abschnitt 3.2), d. h. höhere Umsatzanteile mit neuen Produkten oder gar Marktneuheiten erzielen und/oder mit neuen Verfahren stärker ihre Kosten senken konnten.

---

[11] Dabei ist davon auszugehen, dass der Rückgang in der FuE-Statistik etwas überzeichnet wird. Denn trotz aller Mühen kann es nicht gelingen, alle neu gegründeten Unternehmen mit FuE dingfest zu machen. Das Mannheimer Innovationspanel weist denn auch bis zum Jahr 2000 einen leicht steigenden und danach erst abnehmenden Anteil forschender Klein- und Mittelunternehmen aus. Allerdings wird dort aus einem anderen Sachzusammenhang heraus nach der Beteiligung an FuE gefragt, wobei sich in Teilbereichen begriffliche Abweichungen zur „harten“ Frascati-Definition ergeben können.

2.3 Beitrag des Staates zur Finanzierung von FuE

Neben den Markt- und Produktionsbedingungen sind attraktive Bedingungen in Wissenschaft und Forschung ein mit entscheidender Faktor, der die Anziehungskraft von Volkswirtschaften und Regionen auf forschende Unternehmen erhöht.

- Dies trifft vor allem für die vorwettbewerbliche, strategische Grundlagenforschung zu (vgl. Kapitel 12), aber auch für anwendungsorientierte Forschung, die zu einem großen Teil vor allem mit Blick auf die Erfüllung öffentlicher Aufgaben (z. B. im Bereich der Landesverteidigung) betrieben wird. Diese FuE-Aktivitäten des Staates, die an Hochschulen und in parauniversitären Einrichtungen stattfindet, ist in den letzten 20 Jahren weltweit jedoch deutlich weniger expandiert als FuE in der Wirtschaft.
- Zum anderen ist der ökonomische Erfolg von Forschungsarbeiten in vielen Fällen unsicher, nur langfristig zu realisieren und z. T. mit hohem finanziellen Aufwand und technologischem Risiko verbunden. In diesen Fällen – und zur Vermeidung von „Trittbrettfahrereffekten" – ergibt sich auch eine Begründung für staatliche FuE-Förderung in der Wirtschaft.

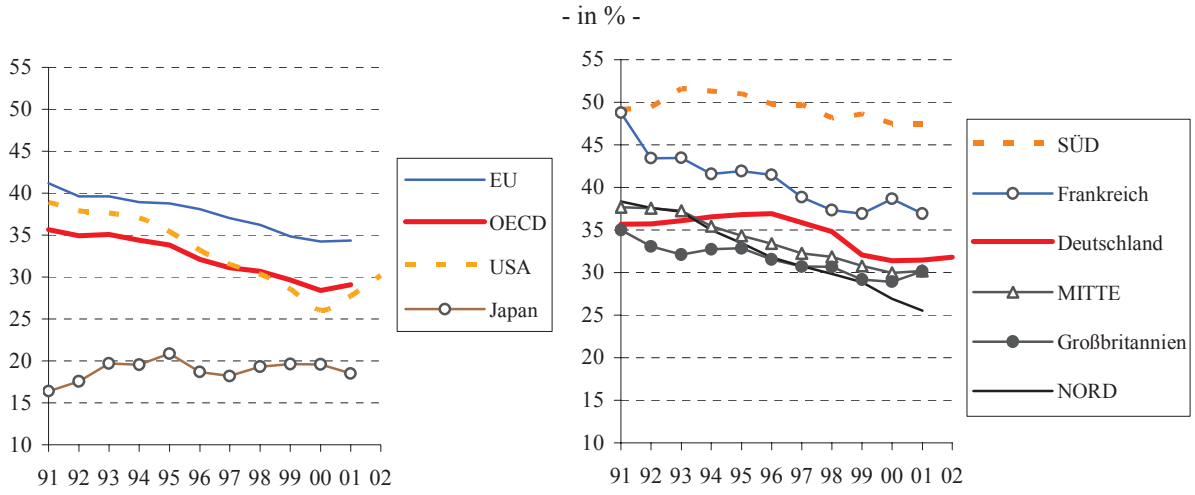
In den 1990er Jahren sind in Deutschland die im öffentlichen Sektor durchgeführten FuE-Aktivitäten real zwar gestiegen (10 %), allerdings deutlich schwächer als in den nordischen Ländern (45 %), Südeuropa sowie USA und Japan (30 %) und auch im Vergleich zu Großbritannien. Insofern war der Staat in Deutschland nahtlos in die vergleichsweise geringe FuE-Dynamik integriert: Konsequenzen für die Attraktivität Deutschlands für in- und ausländische Unternehmen, die bei ihren Projekten auf Kooperationen mit (öffentlich geförderter) Wissenschaft und Forschung angewiesen sind, sind nicht auszuschließen. Das gilt auch, wenn man auf die Ausbildung von Erwerbspersonen mit natur- und ingenieurwissenschaftlichen Qualifikationen sowie auf die Hilfen zur Finanzierung von FuE- und Innovationsprojekten in der Wirtschaft schaut.

Finanzierung von FuE im internationalen Vergleich

In den 1990er Jahren ist als Folge des zunehmenden Konsolidierungsdrucks öffentlicher Haushalte in allen hoch entwickelten Volkswirtschaften der Finanzierungsbeitrag des Staates zu FuE recht stark zurückgefahren worden: Im Schnitt der OECD-Länder ist er unter 30 % gerutscht (Abb. 2-6), bezogen auf das Inlandsprodukt seit Anfang der 1990er Jahre von 0,85 auf 0,65 %. Besonders stark waren die Hilfestellungen in den Ländern eingeschränkt worden, in denen der militärische Bereich die FuE-Ressourcen der Wirtschaft stark beanspruchte (USA, Frankreich, Großbritannien). Gehört das Bild vom absolut oder relativ nachlassenden staatlichen FuE-Engagement der Vergangenheit an? Denn die aktuellen **FuE-Budgetansätze** in den öffentlichen Haushalten einiger Staaten passen überhaupt nicht mehr in den langfristigen Trend: So wird bspw. aus den USA und Schweden zwischen 2000 und 2004 bzw. 2003 ein Anstieg im zweistelligen Prozentbereich pro Jahr gemeldet, aus Japan, Frankreich bzw. Korea zwischen 2000 und 2002 eine Zunahme von 7 % bzw. 17 %. Aus Deutschland wird von real 1 % berichtet. Inwieweit die Haushaltsansätze realisiert worden sind und welche Wirkungen dies auf die Kapazitäten in FuE gehabt hat, ist noch offen. Immerhin zeigt es, dass FuE in sehr vielen Konkurrenzländern wieder stärker in das Blickfeld der öffentlichen Haushalte geraten ist als in Deutschland, die an die private Wirtschaft gesendeten Signale sind unübersehbar. Insbesondere in den USA ist der Staat in die Bresche gesprungen, die die Wirtschaft hinterlassen hat. Der FuE-Finanzierungsanteil der Wirtschaft ist dort zwischen 2001 und 2003 bei sinkenden Investitionen rapide von 67 auf 63 % ge-

sunken. Die haushaltspolitischen Prioritäten sind in den meisten anderen Konkurrenzländern stärker auf FuE gerichtet als in Deutschland.

Abb. 2-6: Staatlicher Anteil an der FuE-Finanzierung in ausgewählten Regionen 1991-2002



Daten zum Teil geschätzt.
NORD: Schweden, Finnland, Norwegen, Dänemark, Irland, Island. - SÜD: Italien, Portugal, Spanien, Griechenland.
MITTE: Belgien, Niederlande, Österreich, Schweiz.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2003/2). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

In den USA passiert dies seit Ende des Jahres 2000 auch im Zusammenhang mit massiven Ausweitungen des militärisch motivierten staatlichen FuE-Budgets. Der monetäre Impuls (nicht die ökonomische Wirkung, siehe unten) militärisch motivierter FuE-Ausgaben des amerikanischen Staates ist als außergewöhnlich hoch zu bezeichnen: Die für militärische Zwecke bestimmten FuE-Ausgaben lagen 2000 bspw. um ein Drittel, im Jahre 2003 schätzungsweise gar um über 60 % höher als die **gesamten** internen FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft.

- Die Schwerpunkte der öffentlichen Förderung in den USA kommen im Besonderen Industrien zugute, die ausgesprochen aufwändig FuE betreiben. Denn letztlich hatte die öffentliche Förderung von Rüstung und Raumfahrt in den USA in den 1960er und 1970er Jahren eine bedeutende Anschubfunktion für die Informationstechnik und deren massiven Expansion. Eng mit dem Sog der staatlichen Nachfrage im Rüstungsbereich ist bspw. die Entstehung und Dynamik des „Silicon Valley“ verbunden.
- Deutschland sollte sich von dem in den USA ausgehenden Impuls zur Militärforschung nicht allzu sehr beeindrucken und anstecken lassen – jedenfalls unter rein innovationspolitischen Gesichtspunkten. Denn auf diesem Feld wird es keine „lead market“-Position erreichen können. Zudem weist das schnelle Comeback der US-Industrieforschung ausgangs der ersten Hälfte der 1990er Jahre – gerade in einer Situation, in der sich der öffentliche Sektor recht weit aus der Finanzierung von Militärforschungsvorhaben verabschiedet hat – auf massive „Crowding-Out“-Effekte hin. Denn in aller Regel sind die betreffenden Unternehmen nicht nur in der militärischen Forschung und Produktion tätig, sondern gleichzeitig auch in anderen Sparten des Maschinen- und Fahrzeugbaus, der Elektronik, Metallerzeugung und Chemie. Direkte Überschwappeffekte ergeben sich eigentlich nur bei „multiple purpose“-Produkten.
- Generell ist jedoch aus diesen Beispielen erkennbar, welch erheblichen Einfluss die Ressortpolitiken auf die technologische Entwicklung nehmen kann. Alle Ressortpolitiken sollten daher innova-

tionsorientiert formuliert und mit der Innovationspolitik i. e. S. verzahnt werden (vgl. auch Kapitel 6).

- Heute ist in den USA die staatliche Förderung der Gesundheitsforschung mit einem Anteil von über 0,2 % des Inlandsproduktes (EU-Länder: 0,05 %) ein wesentliches Element der herausragenden Stellung in der Biotechnologie. Hauptempfänger sind die National Institutes for Health, deren Etat sich seit 1998 verdoppelt hat. Selbst wenn man gewisse Probleme bei der Abgrenzung des Gesundheitssektors in Rechnung stellt und eine sehr weitreichende Definition zulässt, beansprucht die Förderung der Gesundheitsforschung in den USA einen mehr als doppelt so hohen Anteil am Inlandsprodukt wie in Deutschland. Der Gesundheitswirtschaft werden enorme Wachstumsaussichten beigemessen. Andererseits ist die starke Ausrichtung auf diesen Bereich auch nicht ohne Risiken und Nebenwirkungen: Entzugseffekte in anderen Bereichen bei knappem Personal und Preissteigerungen im FuE-Bereich sowie Ineffizienzen sind einzukalkulieren.
- In Deutschland und in Japan richtet sich staatliches Engagement zu rund 95 % auf zivile Aufgaben. Wie in den meisten europäischen Ländern spielt neben der Erfüllung (ziviler) öffentlicher Aufgaben die Förderung von industriellen Technologien und damit Diffusion von neuen Technologien als Ziel der Finanzierung von FuE in der Wirtschaft eine größere Rolle.

FuE-Finanzierung in Deutschland

Über 93 % der FuE-Gesamtaufwendungen der Wirtschaft wurden im Jahre 2001 von der Wirtschaft finanziert, auf den Staat entfielen gut 3½ %. Die FuE-Finanzierung aus dem Ausland (supranationale Organisationen sowie Unternehmen) hat mit EUR 1,2 Mrd. (knapp 3 %) fast die Beiträge der inländischen Gebietskörperschaften zur FuE in der deutschen Wirtschaft erreicht (Tab. 2-2); wiederum 10 % davon kommen aus der EU. Der **Staat** ist nach Angaben der Wirtschaft („Empfängerstatistik") im Jahre 2001 in Deutschland an der Finanzierung industrieller FuE mit gut EUR 1,5 Mrd. beteiligt – nach noch EUR 2,5 Mrd. im Jahre 1999.[12] Der staatliche Finanzierungsanteil hat sich aus der Sicht der Wirtschaft von gut 14 % Ende der 1970er Jahre um fast drei Viertel reduziert (Abb. 2-7). Der Trend ist stabil nach unten gerichtet und nur in einzelnen Phasen (zuletzt 1993 bis 1997) unterbrochen worden.[13]

Bei der staatlichen Begünstigung von FuE in Deutschland hat es im Verhältnis zwischen Mittelstand und Großindustrie regelrechte „Wellenbewegungen" gegeben:

- Bis Anfang der 1980er Jahre hatten Großunternehmen eine deutliche Präferenz. Diese neigte sich Mitte der 1980er Jahre – insbesondere im Zusammenhang mit FuE-Personalfördermaßnahmen – zugunsten von Klein- und Mittelunternehmen.
- Mit Ausklingen dieser Maßnahmen Ende der 1980er Jahre genossen Großunternehmen wieder höhere finanzielle Vorteile bei FuE. Dieses Muster hatte eine Weile Bestand.

---

12 Durch unterschiedliche Erhebungskonzepte ergeben sich Abweichungen zur „Geberstatistik", die sich aus den Titeln von Bund und Ländern zusammensetzt. So weist die Bundesregierung im Bundesforschungsbericht für 2001 einen staatlichen Finanzierungsanteil an der internen FuE der Wirtschaft von EUR 2,4 Mrd. aus, wobei nicht nur der Finanzierungsanteil der Wirtschaft selbst, sondern auch der des Auslands auf EUR 0,9 Mrd. reduziert ist. Diese Daten gehen auch in die internationalen Statistik ein (vgl. Abschnitt 5.4 mit den entsprechenden, von hier abweichenden Angaben).

13 In dieser Hinsicht stimmen die Berechnungen der Bundesregierung und die Angaben der Wirtschaft der Tendenz nach überein.

- Nunmehr liegen Klein- und Mittelunternehmen wieder vorne. Es ist davon auszugehen, dass die Förderung von FuE in den östlichen Bundesländern hierbei eine nicht unmaßgebliche Rolle spielt: Dort handelt es sich meist um Klein- und Mittelunternehmen.[14]

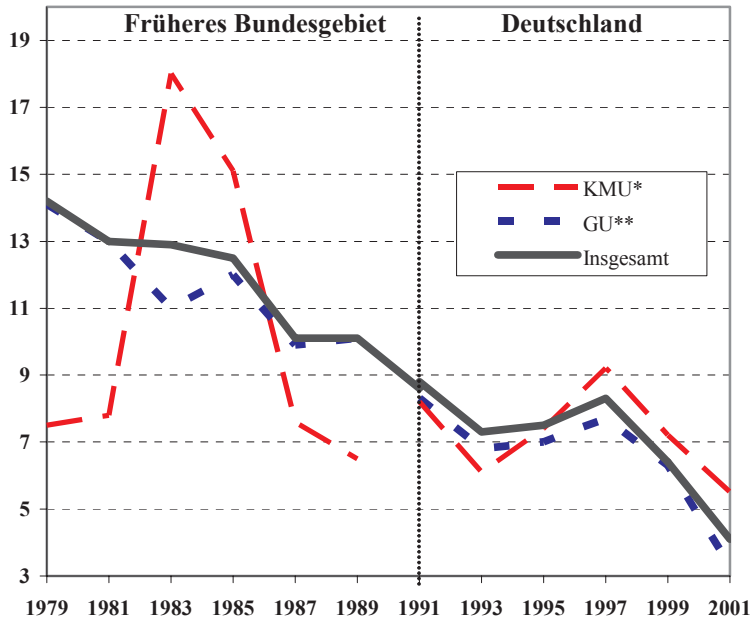
Tab. 2-2: Struktur der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1979 bis 2001

	Westdeutschland							*Gesamtdeutschland*					
	Anteile in %												
	1979	**1981**	**1983**	**1985**	**1987**	**1989**	**1991**	**1991**	**1993**	**1995**	**1997**	**1999**	**2001**
Finanzierung von FuE													
Wirtschaft	83,3	85,2	85,2	85,9	88,2	86,8	88,4	88,2	90,6	90,3	88,0	90,7	92,9
Staat	14,2	13,0	12,9	12,5	10,1	10,1	8,6	8,8	7,3	7,5	8,3	6,4	4,1
Davon in Klein- und Mittelunternehmen	*7,5*	*7,8*	*18,0*	*15,1*	*7,6*	*6,5*	-	*8,2*	*6,1*	*7,4*	*9,2*	*7,2*	*5,5*
Unternehmen > 500	*14,1*	*13,0*	*11,0*	*12,0*	*9,9*	*10,1*	-	*8,3*	*6,8*	*7,0*	*7,7*	*6,3*	*3,3*
Ausland	2,2	1,5	1,6	1,4	1,5	2,9	2,8	2,7	2,0	2,1	3,6	2,7	2,9
Anteil am FuE-Personal in den Unternehmen													
Weniger als 100 Beschäftigte	4,1	6,0	9,0	10,2	8,7	7,7	4,9	5,7	7,7	8,1	8,6	7,1	6,3
100 bis unter 500 Beschäftigte	9,5	10,1	10,3	10,4	9,3	9,1	9,7	12,1	11,0	11,7	11,4	11,2	11,6
500 bis unter 1.000 Beschäftigte	6,8	4,6	4,5	4,5	4,9	4,9	5,0	6,1	5,8	6,2	6,9	7,1	6,8
1.000 und mehr Beschäftigte	79,6	79,3	76,2	74,9	77,1	78,3	80,4	76,1	75,6	74,1	73,1	74,6	75,3
Anteil externer FuE-Aufwendungen der Wirtschaft													
Insgesamt	5,7	7,7	10,1	9,3	8,6	9,2	10,1	10,2	12,2	10,5	13,3	14,9	17,0
Klein- und Mittelunternehmen	*6,0*	*6,9*	*18,4*	*14,3*	11,1	8,1	9,8	-	8,5	8,1	8,4	8,2	11,9
Unternehmen > 500	*4,7*	*7,1*	*7,9*	*7,9*	8,0	9,3	10,1	-	12,4	10,5	14,1	15,5	17,5
								-					
Durchführung externer FuE der Wirtschaft													
Wirtschaft	70,3	63,6	70,5	69,5	67,1	64,6	62,6	62,9	65,4	59,9	64,0	68,3	71,0
Hochschulsektor	-	-	-	8,5	10,6	9,1	-	10,4	9,0	13,1	9,3	7,4	7,7
Sonstige FuE-Einrichtungen	20,7	25,6	20,0	9,4	10,9	10,0	20,8	8,8	6,8	8,6	5,6	4,1	4,0
Sonstige Inländer	-	-	-	0,0	0,4	0,5	-	1,5	1,3	3,3	2,1	1,4	0,9
Ausland	9,4	10,8	9,5	12,6	11,0	15,8	16,6	16,4	17,4	15,2	18,9	18,7	16,4
Struktur der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen													
Personal	60,1	58,8	58,4	58,0	58,3	60,1	57,9	57,9	59,9	59,8	61,5	59,2	58,5
Sachmittel	30,4	31,3	31,6	31,0	30,4	31,0	32,8	32,9	33,0	33,4	31,2	32,2	33,4
Investitionen	9,4	9,9	10,0	10,0	11,0	8,9	9,3	9,3	7,1	6,8	7,3	8,6	8,1
Struktur des FuE-Personals in Unternehmen													
Wissenschaftler/Ingenieure	30,9	31,8	32,8	34,0	36,3	38,2	41,4	43,8	43,9	45,7	46,2	48,7	51,3
Techniker	31,8	30,1	30,9	31,4	30,7	29,7	28,5	26,9	27,9	27,6	27,6	26,3	24,1
Sonstige	37,3	38,1	36,3	34,6	33,0	32,1	30,1	29,3	28,2	26,7	26,1	25,1	24,6

Quelle: Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Zusammenstellungen des NIW.

[14] Vgl. Legler et al. (2003).

Abb. 2-7: Staatliche FuE-Finanzierungsanteile bei Klein- und Mittelunternehmen bzw. Großunternehmen 1979 bis 2001 in % der FuE-Gesamtaufwendungen



*) Unternehmen mit bis unter 500 Beschäftigten. - **) Unternehmen mit 500 und mehr Beschäftigten.
Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Zusammenstellungen des NIW.

Insgesamt sind in der staatlichen FuE-Finanzierung bei Klein- und Mittelunternehmen in Deutschland wechselnde Prioritäten zu beobachten. Seit 1997 wird jedoch deutlich, dass sich ein stark nachlassender FuE-Finanzierungsbeitrag eingestellt hat.

Der drastische Rückgang der staatlichen FuE-Beteiligung in Deutschland ist nicht unkritisch, wenn man an die „Hebelwirkung" der öffentlichen FuE-Förderung denkt. Denn durch jeden Euro staatlicher FuE-Finanzierung werden im Schnitt ungefähr in gleicher Höhe Mittel für FuE in der Wirtschaft mobilisiert, die vor allem der vorwettbewerblichen Forschung zugute kommen. Hinzu kommen noch unternehmensinterne Mittel für die experimentelle Entwicklung und für die Umsetzung der Ergebnisse in Innovationen und Investitionen, die in ihrer Höhe jedoch sehr stark vom Technologiefeld, vom Stand der technologischen Entwicklung, von der Marktsituation u. ä. abhängig und daher kaum verallgemeinerbar sind.

2.4 FuE steht in der deutschen Wirtschaft auf der Kippe

Noch weit bis ins Jahr 2000 hinein haben die Unternehmen kräftig in neues Wissen investiert. Dies muss als Zeichen für aus damaliger Sicht deutlich verbesserte Markt- und Absatzerwartungen in der Zukunft gewertet werden. Sie waren auf Expansion eingestellt. Aktuell sieht es ungünstiger aus. Bei heutigem Wissensstand kann nicht beurteilt werden, ob es sich bei der Abschwächung der Ausweitung der FuE-Ausgaben in den Unternehmen – für 2003 ist sogar ein leichtes Minus zu erwarten – und bei der Reduzierung des FuE-Personals um eine **Schwäche** als Reaktion auf die anhaltende konjunkturelle Flaute handelt oder um einen **Trendbruch**, d. h. ein nachhaltiges Einschwenken auf ein abgesenktes FuE-Niveau.

- Einerseits besteht eine gewisse Automatik in der Anpassung der FuE-Aktivitäten dort, wo es sich um produktionsnahe Entwicklungsarbeiten handelt. Sollte sich der wirtschaftliche Erholungsprozess noch länger hinausziehen, muss mit einer deutlichen Revision der Pläne nach unten gerechnet werden. Denn FuE wird von den Unternehmen nicht hinsichtlich seiner technologischen Machbarkeit, sondern nach der Akzeptanz der neuen Produkte durch den Markt beurteilt. FuE kann in vielen Fällen nicht einfach auf Halde produziert werden.
- Zum anderen verändern sich die (Selbst-)Finanzierungsbedingungen für FuE mit den Erlösen der Unternehmen. Denkbar ist, dass bei sinkenden Erlösen und Gewinnen – FuE wird vor allem von Klein- und Mittelunternehmen überwiegend aus dem cash flow finanziert – eine Reihe von Projekten gestreckt oder erst in späteren Perioden durchgeführt wird. Die große Unbekannte ist in der Tat die Wachstumsunsicherheit: Je schwächer die Wachstumserwartungen ausfallen, desto eher werden Projekte storniert. Viele Unternehmen neigen dazu, Gewinne zur Verbesserung der Finanzstruktur und nicht zur Finanzierung von Zukunftsinvestitionen zu verwenden.
- Eine schwache Konjunktur trifft marktnahe Entwicklungsarbeiten („E“) stärker als vom Auftragsbestand losgelöste „strategische“ Forschungsvorhaben oder solche der Spitzentechnologie. Noch in den 1980er Jahren gab es vor allem bei Großunternehmen durch die stärker mittelfristig-strategisch, offensiv ausgerichtete FuE-Tätigkeit mehr Komponenten, die die FuE-Aktivitäten automatisch stabilisierten. Dieser Teil der Forschung („F“) macht heute meist nicht mehr als 15 % der FuE-Budgets aus.
- Die relativ hohen FuE-Steigerungen im Unternehmenssektor Ende der 1990er Jahre werden als Vorleistung in Wissen empfunden, die es bei steigender Nachfrage in Innovationen umzusetzen gilt. Von daher haben die Unternehmen nicht das Gefühl, dass sie zu wenig in FuE investieren. Sie werden darin auch mit Blick auf ihre wichtigsten, technologisch führenden Konkurrenten im In- und Ausland bestärkt, die vielfach die Messlatte für das eigene FuE-Aktivitätsniveau darstellen. Viele Unternehmen verhalten sich eher reaktiv als offensiv.
- Nachdenklich sollte stimmen, dass deutsche FuE-Standorte im internationalen innerkonzernlichen Wettbewerb nicht immer die besten Karten hatten. Dies gilt nicht in der Breite, sondern eher für die sensiblen Bereiche der Spitzentechnologie (Biotechnologie, Elektronik). FuE in diesen besonders wachstumsträchtigen Sektoren ist einerseits relativ konjunkturresistent und prägt andererseits immer stärker die zwischen den Volkswirtschaften divergierenden FuE-Entwicklungen.

So gesehen ist Obacht geboten, dass in Deutschland bei gedämpften Wachstumsaussichten FuE- und Innovationsaktivitäten nicht wie Anfang der 1990er Jahre über eine längere Periode hinweg eingeschränkt werden und im Endeffekt eine Abwärtsspirale einleiten. Ein verbessertes Umfeld in den Bereichen Bildung und Wissenschaft, Forschung und Technologie kann die notwendigen Voraussetzungen für eine Ausweitung von FuE- und Innovationsaktivitäten schaffen. Vor allem sollte vermieden werden, dass sich die Förderpolitik prozyklisch anpasst. Diese Gefahr ist groß – wie die Entwicklung des staatlichen FuE-Finanzierungsbeitrages nicht nur in jüngster Zeit gezeigt hat (Abschnitt 2.3). Sie sollte vielmehr potenzialorientiert betrieben werden und könnte von daher automatisch zur Stabilisierung der FuE-Aktivitäten beitragen (zur Bewertung des 3 %-Ziels 2010 siehe Kapitel 1). Ohne Flankierung durch gesamtwirtschaftliche Rahmenbedingungen, die in den Unternehmens höhere Innovationserträge erwarten lassen, ist dies jedoch nicht hinreichend: Die Unternehmen dürften sich weiterhin mit risikoreichen Neuentwicklungen zurückhalten.

3 Mehr Qualität und Effizienz in innovativen Unternehmen

Für den FuE-Einsatz in Wirtschaft und Wissenschaft gilt: Nicht nur die Ressourcen sind wichtig, sondern auch die „Produktivität" der eingesetzten Faktoren, der Output. Beachtete wissenschaftliche Forschungsergebnisse (Abschnitt 12), die Erfindung neuer Technologien (Abschnitt 11), die Einführung neuer Produkte am Markt und der Einsatz neuer Verfahren (dieser Abschnitt 3) sowie der innovationsorientierte Sektorstrukturwandel (Abschnitt 4) sind letztlich die Determinanten von Wohlstand und Beschäftigung.

3.1 Innovationsaktivitäten der deutschen Wirtschaft

FuE macht in der Industrie den „harten Kern" und den größten Posten, insgesamt jedoch nur einen Teil der gesamten Innovationsaktivitäten aus. Im langfristigen Mittel wird in Deutschlands Industrie etwa die Hälfte der gesamten Innovationsaufwendungen für FuE eingesetzt. **Innovationen** stellen die Umsetzung von neuem Wissen, neuen Technologien und von Impulsen des Marktes oder der Wissenschaft in neue Angebote am Markt (Produktinnovationen) und neue Formen der Leistungserstellung in den Unternehmen (Prozessinnovationen) dar. Das Innovationsverhalten wird dabei nicht nur vom in den Unternehmen verfügbaren Wissen, sondern entscheidend von den Umfeldbedingungen beeinflusst (Marktstrukturen, Beziehungen zu Kunden, Lieferanten und Wettbewerbern, Verfügbarkeit von geeigneten Kooperationspartnern usw.).[1]

Innovationsbeteiligung

Der **Anteil** der **innovierenden Unternehmen** hatte in Deutschland gegen Ende der 1990er Jahre Rekordzahlen erreicht – in der Verarbeitenden Industrie wie im Dienstleistungssektor, vor allem in den forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen. Erfreulicherweise hatten sich damals gerade Klein- und Mittelunternehmen sehr intensiv in den Innovationswettbewerb eingereiht. Was für fast alle Großunternehmen gang und gäbe – und in den forschungsintensiven Industrien geradezu Pflicht – ist, ist auch für Klein- und Mittelunternehmen von Jahr zu Jahr mehr zu einer Selbstverständlichkeit geworden, nämlich im Zeitraum von drei Jahren auf mindestens ein Innovationsprojekt zurückblicken zu können. Die Innovationstätigkeit hatte also in der Breite stark zugenommen (Abb. 3-1). Dies hat vor allem zu einem ständigen Angebot neuer Produkte geführt.

Inzwischen hat sich jedoch herausgestellt, dass die Zahl der Innovatoren offensichtlich vorerst eine Obergrenze erreicht hat: Denn bis zum Jahr 2002 haben 9 % der Industrieunternehmen und 13 % der unternehmensnahen Dienstleister keine Innovationen mehr gemeldet. Hinter dem Rückgang in den letzten beiden Jahren – fast ausschließlich Klein- und Mittelunternehmen – scheinen unterschiedliche Faktoren zu stehen:

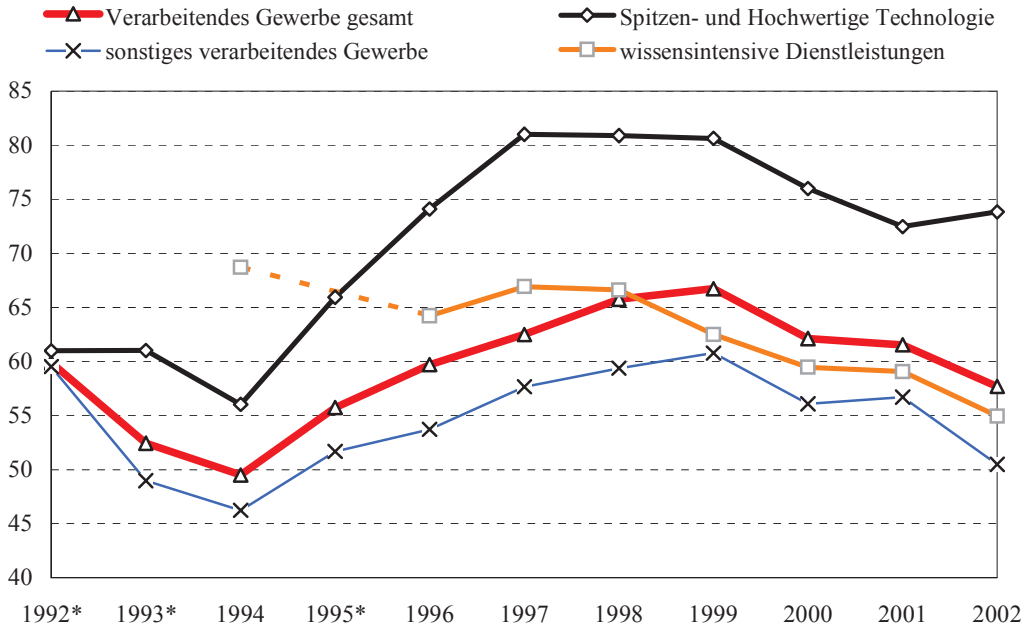
- In 2000 war es die Kombination aus Knappheit an hoch qualifizierten Fachkräften mit Schlüsselkompetenz für Innovationsprojekte einerseits und hohen Auftragseingängen andererseits. Vor al-

[1] Der Beitrag fußt auf den Arbeiten von Rammer (2004), Legler et al. (2004) und Rammer et al. (2004).

lem viele Klein- und Mittelunternehmen nutzten das damals günstige Nachfrageumfeld, um ihre Läger zu räumen und lenkten Personal- und Finanzressourcen in die Produktion.

- In 2001 und vor allem in 2002 dürfte der konjunkturelle Effekt der ungünstigen Absatzerwartungen angesichts der Rezession in einigen Unternehmen zu einem Verzicht auf Innovationsprojekte geführt haben.

Abb. 3-1: Innovatorenanteile im Verarbeitenden Gewerbe und in den wissensintensiven Dienstleistungen Deutschlands 1992-2001 (in %)



* für wissensintensive Dienstleistungen nicht erhoben.
Werte für 2001 und 2002 vorläufig.

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

Mit 58 bzw. 50 % liegt die Innovationsbeteiligung in der Verarbeitenden Industrie wie bei unternehmensnahen Dienstleistungen nunmehr unter dem zu Beginn der zweiten Hälfte der 1990er Jahre erreichten Niveau. In Spitzenzeiten hatten jeweils rund zwei Drittel aller Unternehmen erfolgreich neue Produkte und Dienstleistungen auf den Markt gebracht oder neue Prozesse eingeführt. Der Rückgang in der Innovationsbeteiligung ist in Prozentpunkten gerechnet in etwa dem mit der Situation in der Rezession bis 1994 vergleichbar – diesmal allerdings von einem höheren Niveau aus beginnend. Unklar ist nach der Datenlage, ob mit den 2002er Ergebnissen ein vorläufiger Tiefpunkt erreicht ist oder ob sich im Rezessionsjahr 2003 noch einmal Unternehmen aus dem Innovationsprozess – befristet – verabschiedet haben. Die vorliegenden Eckdaten zum FuE-Geschehen (Abschnitt 2) geben hierüber keinen eindeutigen Aufschluss.[2]

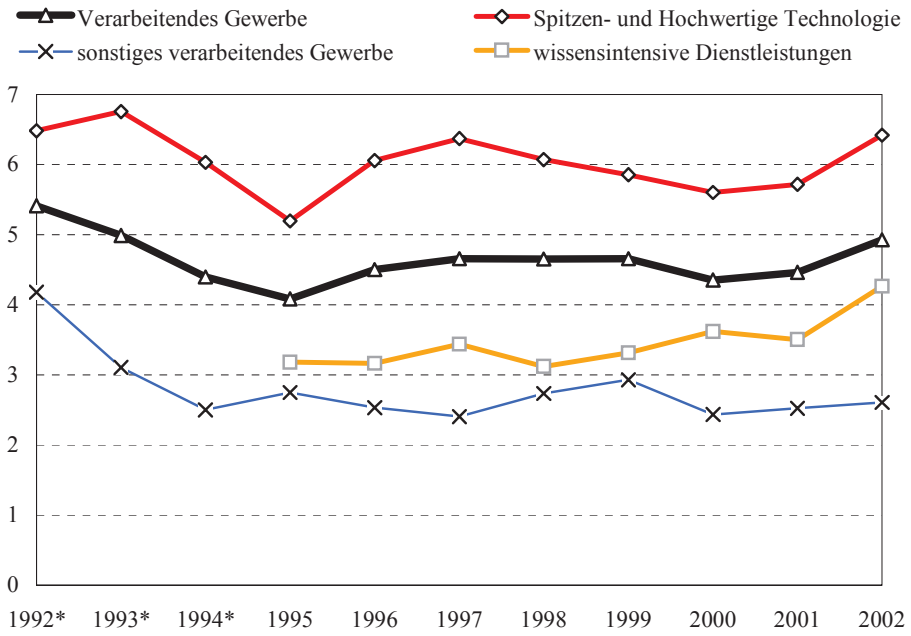
Innovationsaufwendungen und Erfolg

Trotz der mittelfristig gestiegenen Aufmerksamkeit, die im Unternehmenskalkül Innovationen gewidmet wurde, hat sich der Anteil der **Innovationsaufwendungen** am Umsatz (die Innovationsinten-

2 Zum allgemeinen Zusammenhang von FuE und Konjunktur vergleiche aber Abschnitt 10.

sität) eine Zeitlang kaum erhöht, am ehesten noch in den unternehmensnahen Dienstleistungen. Er blieb in der Verarbeitenden Industrie bis zum Jahr 2001 mit 4½ % in etwa konstant (Abb. 3-2). In den wissensintensiven Dienstleistungen hielten sich die Innovationsaufwendungen in Relation zum Umsatz bei ungefähr 3 %, nachdem sie im „New Economy"-Aufschwung einen Sprung nach oben gemacht hatten. Im Jahr 2002 wurde gar noch einmal ein kräftiger Anstieg der Innovationsaufwendungen verbucht – sowohl vom Volumen her, allerdings mit einem deutlichen Minus bei den Sachinvestitionen im Zusammenhang mit Innovationen, als auch im Verhältnis zum Umsatz.

Abb. 3-2: Innovationsintensität[a)] im Verarbeitenden Gewerbe und in den wissensintensiven Dienstleistungen Deutschlands 1992-2001



a) Anteil der Innovationsaufwendungen am Umsatz aller Unternehmen in %.
* für wissensintensive Dienstleistungen nicht erhoben.
** ohne Kredit- und Versicherungsgewerbe.
Werte für 2001 und 2002 vorläufig.

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

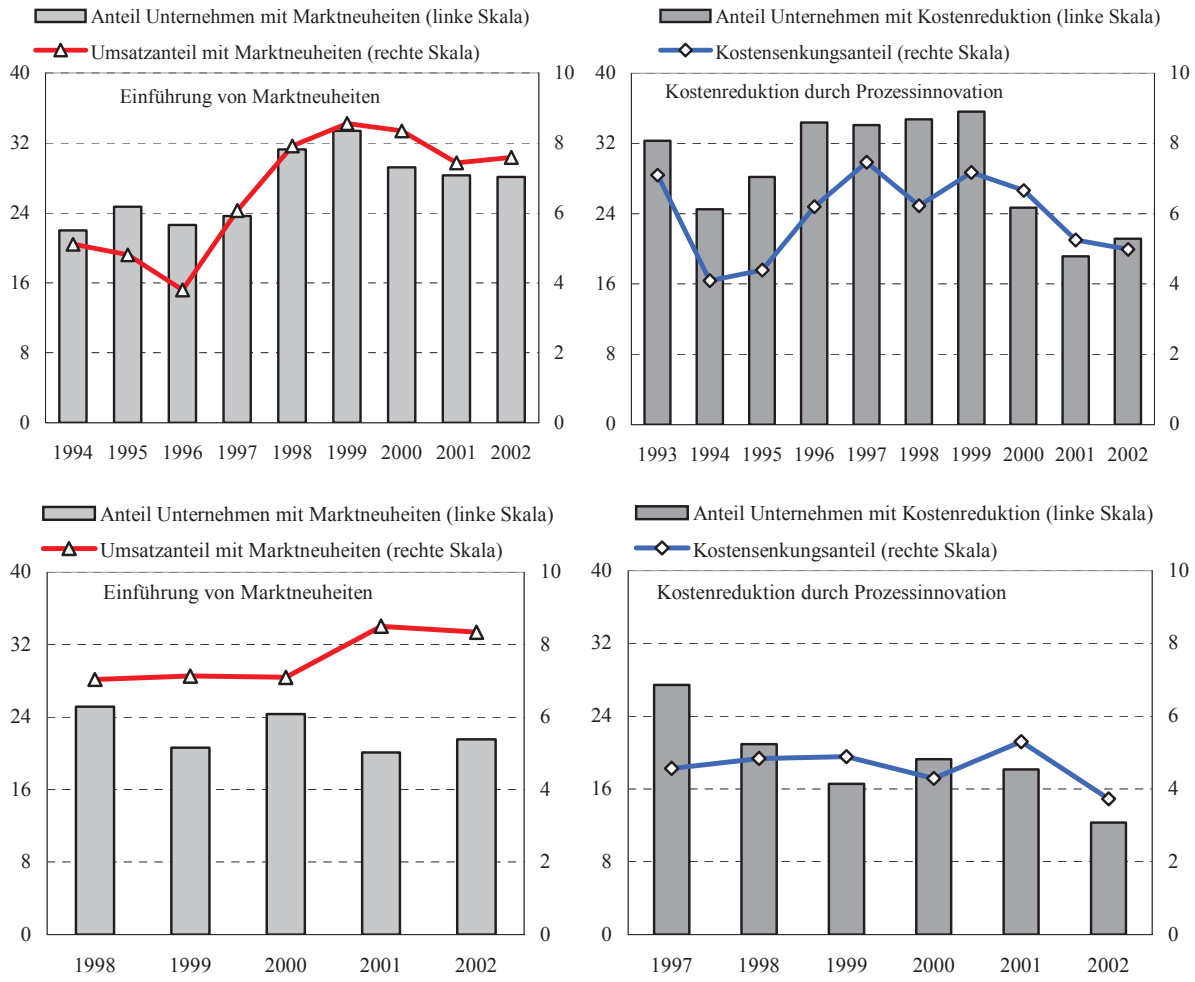
Deutet sich eigentlich in der Struktur der Innovatoren ein massiver Wandel ab?

- Bis zu Beginn dieses Jahrhunderts konnte man aus den Zahlen ablesen: Gestiegene Innovationsneigung und eher nachlassende Innovationsausgaben sind kein Paradoxon. Sie deuteten vielmehr an, dass die Breite zunahm, die Innovationsprojekte jedoch enger zugeschnitten wurden. Der in kurzer Frist erzielbare ökonomische Erfolg stand eher im Vordergrund als großvolumige Zukunftsinvestitionen.
- Seit einigen Jahren nimmt jedoch die Innovationsneigung der Unternehmen wieder ab. Gleichzeitig haben die verbleibenden Unternehmen ihre Anstrengungen kräftig intensiviert. Es zeichnen sich deutlicher als früher Parallelen zum FuE-Verhalten der Unternehmen ab.

Der unmittelbare **ökonomische Erfolg**, der aus Innovationsaktivitäten resultiert, blieb in den vergangenen Jahren von den Veränderungen bei den Innovationsanstrengungen nicht unbeeinflusst (Abb. 3-3). Die Verbreiterung der Innovationsaktivitäten auf der einen Seite und – erleichtert durch den Aufschwung der zweiten Hälfte der 1990er Jahre – eine deutlich schnellere Erneuerung des Sortiments in den Unternehmen auf der anderen Seite haben in den 1990er Jahren zu einem steigenden

Umsatzanteil mit **Marktneuheiten** geführt. Besonders stark erneuerte Sortimente verbuchen technologieintensive Sparten aus Industrie und Dienstleistungssektor. Fast 8 % des Umsatzes in der Verarbeitenden Industrie und in den wissensintensiven Dienstleistungen wurden im Jahre 2002 mit originären Marktneuheiten erzielt, also mit Produkten oder Dienstleistungen, die zuvor am Markt noch nicht angeboten wurden. Dies ist im internationalen Vergleich viel und aus gesamtwirtschaftlicher Sicht besonders bedeutsam; der Anteil der „Imitationen" unter den Produktinnovationen nimmt ab. Allerdings ging in der Verarbeitenden Industrie der Anteil der Unternehmen, die Marktneuheiten eingeführt haben, von 33 auf 27 % stark zurück. Es gibt starke Konzentrationseffekte auf Großunternehmen. Dies kann im Zusammenhang mit der ungünstigen Nachfrageentwicklung am deutschen Binnenmarkt gesehen werden, zumal kleine und mittelgroße Innovatoren typischerweise Erstinnovationen auf dem Heimatmarkt einführen. Darauf deutet zumindest der recht starke Rückgang in der Verarbeitenden Industrie von 2000 auf 2002 hin.

Abb. 3-3: Marktneuheiten und Kostenreduktion als Folge von Innovationen in %



Quelle: MIP. - Berechnungen des ZEW.

Parallel dazu waren mit Innovationsprojekten immer stärker **wirkende Kostensenkungs**bemühungen verbunden: Im Jahre 1999 konnten 7,2 % der Kosten durch Prozessinnovationen eingespart werden. Diese Effekte sanken in der Verarbeitenden Industrie allerdings bis zum Jahre 2002 auf 5 % ab, während sie in den wissensintensiven Dienstleistungen weiter von knapp 5 auf 5,5 % anstieg und erst

jüngst stark nachließen. Nur noch 20 % der Industriebetriebe hatten erfolgreich kostensenkende Verfahrensinnovationen eingeführt, 1999 waren es noch 36 %. Der Innovationswettbewerb hat sich seither offensichtlich stärker auf die Produktseite verlagert.

3.2 Qualitäts- und Effizienzorientierung des FuE- und Innovationsgeschehens

Die Anforderungen im Innovationsprozess sind höher geworden: Qualität und Effizienz wird größere Bedeutung beigemessen, und zwar sowohl in der Aufschwungperiode der 1990er Jahre als auch in der rezessiven Phase im neuen Jahrhundert. Das hat einen Selektionsprozess zur Folge, der viele Klein- und Mittelunternehmen in der Rezession zum Aussteigen gezwungen hat. Die Zahl der innovierenden Unternehmen ist auch aus diesem Grunde rückläufig. Tendenziell trifft es Unternehmen, die keine eigenständigen FuE-Aktivitäten haben eher als andere – und seien es auch nur gelegentliche FuE-Projekte.

Akademisierung von FuE

Ein Indiz für die zunehmende Bedeutung der Qualitätskomponente im Innovationsprozess ist die Personalstruktur. Betriebliche FuE-Prozesse stellen immer höhere Anforderungen an die Qualifikation des FuE-Personals, die „Akademisierung" von FuE nimmt zu (Tab. 2-1 im 2. Abschnitt). Im Zuge des Abbaus von FuE-Personal war und ist vor allem technisches, insbesondere jedoch Hilfspersonal von der Substitution durch IuK-Technologien betroffen. Der Stamm der akademisch ausgebildeten Arbeitskräfte mit Schlüsselqualifikationen für den technischen Innovationsprozess wird nach wie vor soweit wie möglich „gehortet" oder gar erweitert: Ihr Anteil am FuE-Personal ist in den letzten 20 Jahren von 30 % auf inzwischen über 51 % gestiegen. Insofern sind der FuE-Expansion in Deutschland künftig deutliche Grenzen gesetzt. Es fehlen immer mehr Naturwissenschaftler und Ingenieure (Abschnitt 8). Im Schnitt liegt der Anteil der Wissenschaftler/Ingenieure am FuE-Personal in Kleinbetrieben gar bei über 60 %. Bei Größtunternehmen beträgt der „Akademisierungsgrad" bei FuE dann wieder 52 %. Dies dürfte auch der Grund dafür sein, dass Klein- und Mittelunternehmen im FuE-Prozess immer weniger zum Zuge gekommen sind und sich FuE-Personal angesichts der Knappheit in den höheren und mittleren Technologiebereichen schlechter rekrutieren lässt als für FuE in der Spitzentechnologie. Die Versäumnisse der Bildungspolitik der 1980er und 1990er Jahre könnten sich also als echter Hemmschuh für eine weitere Entfaltung der FuE- und Innovationstätigkeit erweisen.

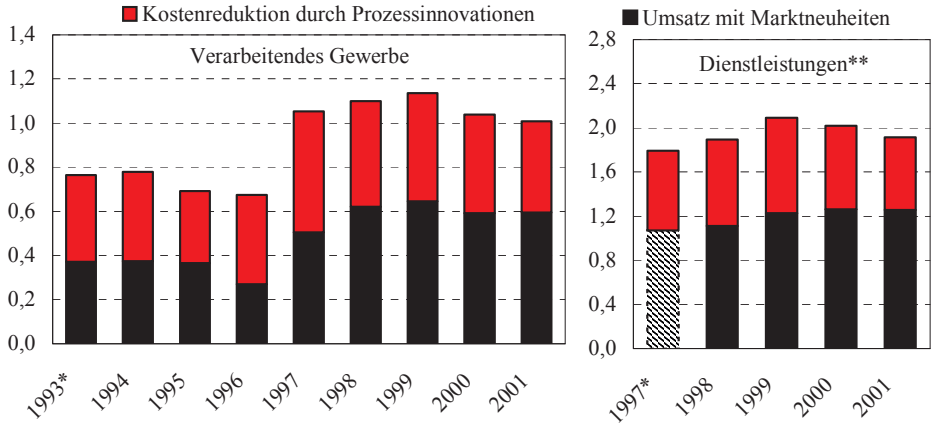
Aufwand und Ertrag

Die Unternehmen sind seit langem verstärkt bemüht, ihre Produktionsprozesse effizienter zu gestalten. Die Diskussion über ein „Kostenproblem" der deutschen Wirtschaft, die durch die konjunkturellen Effekte im Zusammenhang mit der deutschen Wiedervereinigung Anfang der 1990er Jahre kurzzeitig in den Hintergrund trat, hat zu deutlichen Bemühungen geführt, die Kosten zu senken. Davon blieben auch Innovationsaufwendungen nicht verschont, im Gegenteil: In **realen** Größen gerechnet wurden sie stark zurückgefahren und haben heute noch nicht wieder das Niveau von 1992 (5,4 % vom Umsatz) erreicht. Die Intensität ist in der Industrie permanent rückläufig, im Dienstleistungssektor hat

sie vor allem im Jahre 2001 bis auf 3,2 % nachgegeben.[3] Dienstleistungsunternehmen sind – wie Klein- und Mittelindustrieunternehmen – überwiegend am Binnenmarkt orientiert, haben daher dessen schwache Dynamik am stärksten verspürt und den Faktoreinsatz recht stark reduziert.

Effizienz- statt Wachstumsorientierung ist angesichts einer tendenziell im Inland nur schwach ausgeprägten wirtschaftlichen Dynamik die logische Konsequenz. Die Rückführung der Innovationsaufwendungen ging auch mit dem Bemühen einher, Innovationsprozesse schlanker zu gestalten und eine stärkere **Konzentration** auf die Kernkompetenzen in den Unternehmen sowie auf wenige, dafür aber erfolgversprechendere Innovationsprojekte herbeizuführen.

Abb. 3-4: Effizienz der Innovationsaktivitäten im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor Deutschlands 1993-2001



* Umsatz mit Marktneuheiten 1993 im Verarbeitenden Gewerbe nicht erhoben, Wert für 1993 interpoliert aus den Angaben für 1992 und 1994; Wert für 1997 im Dienstleistungssektor nicht erhoben, Wert für 1997 geschätzt anhand des Umsatzanteils mit Produktneuheiten.
** ohne Kredit- und Versicherungsgewerbe.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Statistisches Bundesamt. - Berechnungen des ZEW.

Dennoch ging die Relation zwischen Innovationserfolgen und Innovationsaufwendungen („**Innovationseffizienz**“) in der Verarbeitenden Industrie im Jahr 2001 im zweiten Jahr in Folge zurück, während die Unternehmen in den wissensintensiven Dienstleistungen insgesamt die Innovationseffizienz auf hohem Niveau halten konnten (Abb. 3-4). Nach Branchen betrachtet ergeben sich in den vergangenen fünf Jahren recht große Unterschiede:

- Unter den forschungsintensiven Industrien hat vor allem die **Elektroindustrie** ihre Stellung im Innovationswettbewerb verbessert. Sowohl der Innovatorenanteil und die Innovationsintensität als auch die Erfolge, die aus den Innovationsanstrengungen resultierten, nahmen zu. Dabei wuchsen die Innovationserträge rascher als die -aufwendungen, sodass auch die Effizienz der Innovationsaktivitäten stark anstieg. Diese Entwicklung ist sicherlich der weltweiten Dynamik in dieser Branche geschuldet, insbesondere in der Nachrichtentechnik, Elektronik und dem Computerbau, und ist für sich genommen kein Hinweis auf einen Positionsgewinn der deutschen Elektroindustrie im internationalen Technologiewettbewerb. Allerdings haben die Unternehmen der Elektroindustrie in Deutschland die Herausforderung und Chancen, die sich aus dieser Dynamik ergeben, mehrheitlich gesehen und genutzt.

[3] Dass dies in jeweiligen Preisen gerechnet (vgl. Abb. 3-2) etwas anders aussieht, ist insbesondere auf den hohen und steigenden Lohnkostenanteil zurückzuführen.

- Konträr ist das Bild im **Maschinenbau**. Hier hat sich die Position in der Breite verschlechtert. Vor allem der Rückgang in der Relation zwischen Innovationserfolgen und -aufwendungen lässt eine Rücknahme der bislang noch weitgehend stabilen Innovationsbudgets befürchten, um über die Fokussierung auf die erfolgversprechendsten Innovationsprojekte die Profitabilität zu erhalten. Dies kann allerdings langfristig die technologische Leistungsfähigkeit eines derjenigen Sektoren gefährden, die zu den Stützen des deutschen Innovationssystems zählen. Vor allem die zurückgehende Innovationsneigung der Klein- und Mittelbetriebe – die in dieser Branche besonderes Gewicht haben – ist als Warnzeichen zu sehen. Konnte der Rückgang im Jahr 2000 noch durch Kapazitätsengpässe und vor allem den Fachpersonalmangel erklärt werden, trifft dies im Jahr 2001 nicht mehr zu. Zu vermuten ist, dass hier Finanzierungsengpässe, sowohl durch verringerte interne Finanzierungsmöglichkeiten als auch durch eine restriktivere Kreditvergabe durch den Bankensektor, eine Rolle spielen.
- In der **Chemieindustrie** (inklusive Pharma und Mineralölverarbeitung) überwogen bis 2001 die negativen Vorzeichen, wenngleich die FuE-Beteiligung stark und die Innovationseffizienz leicht zugenommen haben. Der **Fahrzeugbau** bietet ein heterogenes Bild, in dem verringerten Innovationsinputs zunehmende Innovationserfolge gegenüberstehen.
- In den nicht forschungsintensiven Branchen zeigt die **Metallindustrie** die positivste Entwicklung. Hier hat sich, ebenso wie in der Elektroindustrie, die Innovationsperformance in den vergangenen fünf Jahren auf breiter Front verbessert.

Verstärkte Arbeitsteilung bei FuE-Aktivitäten

Die Unternehmen reagieren auf Verknappung von Personal und Kapital bei gleichzeitig gestiegenen Qualitätsanforderungen nicht nur mit einer stärkeren Konzentration der internen FuE auf ihre „Kernkompetenzen“, sondern auch mit Vergabe von externen FuE-Aufträgen an Unternehmen sowie an Hochschulen und außeruniversitäre FuE-Einrichtungen im In- und Ausland: Während der von Dritten durchgeführte Anteil an den FuE-Projekten der Industrie Ende der 1970er Jahre noch knapp 6 % betrug, ist er heute mit über 17 % fast dreimal so hoch (vgl. Tab. 3-1). Insbesondere Großunternehmen gehen zunehmend dazu über, FuE-Aufträge an Dritte zu erteilen. Bei Klein- und Mittelunternehmen ist erst in jüngster Zeit die „Externenquote“ wieder ruckartig um drei Prozentpunkte gestiegen, liegt damit jedoch immer noch um fast sechs Punkte unter der für Großunternehmen (Tab. 2-1 in Abschnitt 2).

- Bei den FuE-Aufträgen zeichnet sich insbesondere eine verstärkte Intensivierung der FuE-Beziehungen innerhalb der Wirtschaft ab, also bspw. mit Zulieferern. Weiterhin führt „outsourcing“ eigener FuE-Abteilungen zu einer verstärkten externen Auftragsvergabe.
- Zudem nimmt die Verzahnung mit dem Ausland zu: Parallel zum Prozess der Globalisierung (Abschnitt 2.1) ist in den 1990er Jahren der Anteil von Auslandskooperationspartnern an allen FuE-Aufträgen bis auf 19 % gestiegen. Hinter dieser Ausweitung stecken nicht nur vermehrte FuE-Aufträge an FuE-Einrichtungen und unabhängige Unternehmen, sondern auch Verlagerungen von FuE-Einheiten in das Ausland.

FuE-Aufträge an die Wissenschaft haben relativ – nicht: absolut – an Gewicht verloren, obwohl wissenschaftliches Grundlagenwissen als immer wichtiger für den Innovationsprozess angesehen wird. Lag der Anteil 1995 noch bei über 22 %, so halbierte er sich bis 2001 auf 11 %. Dennoch ist der Bei-

trag, den Deutschlands Unternehmen zur Finanzierung von FuE in öffentlichen Einrichtungen leisten, mit knapp 8 % im internationalen Vergleich als vergleichsweise hoch einzuschätzen.[4]

Tab. 3-1: Bedeutung und Struktur von externer FuE der Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2001

- Anteile in % -

Wirtschaftszweig Unternehmensgrößenklasse Technologieklasse	Anteil an den FuE-Gesamtaufwendungen	Struktur der Auftragnehmer			davon:		
		Wirtschaft	Ausland	Wissenschaft	Hochschulen	außeruniversitär	sonstige
insgesamt 2001	16,8	72	17	11	7	4	1
Wirtschaftszweig							
Verarbeitendes Gewerbe	17,3	73	17	10	5	4	1
Chemische Industrie	15,8	67	26	7	5	1	1
Maschinenbau	8,1	63	12	25	19	3	3
Elektrotechnik/Elektronik	9,7	63	6	31	9	21	1
Fahrzeugbau	25,4	78	17	4	2	2	1
übrige Industrie	9,1	62	10	28	23	3	2
übrige Wirtschaftszweige	12,2	59	14	27	25	1	1
Beschäftigtengrößenklasse							
< 100	13,1	68	1	31	28	2	1
100 < 500	11,4	67	6	27	24	2	1
500 < 1000	11,9	56	30	14	11	2	1
> 1000	17,9	73	17	9	4	4	1
Technologieklasse im Verarbeitenden Gewerbe							
niedere und mittlere Technologie	5,3	54	21	25	16	6	3
höherwertige Technologie	18,2	77	15	8	3	3	1
Hochtechnologie	14,2	62	24	14	7	6	1

Quelle: Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen des NIW.

Die quantitative Größenordnung der mit externer FuE verbundenen finanziellen Mittel ist weitgehend vom FuE-Auftragsvergabeverhalten der Großindustrie geprägt. Interessant sind aus der Sicht der Innovationspolitik folgende Beobachtungen (Tab. 3-1):

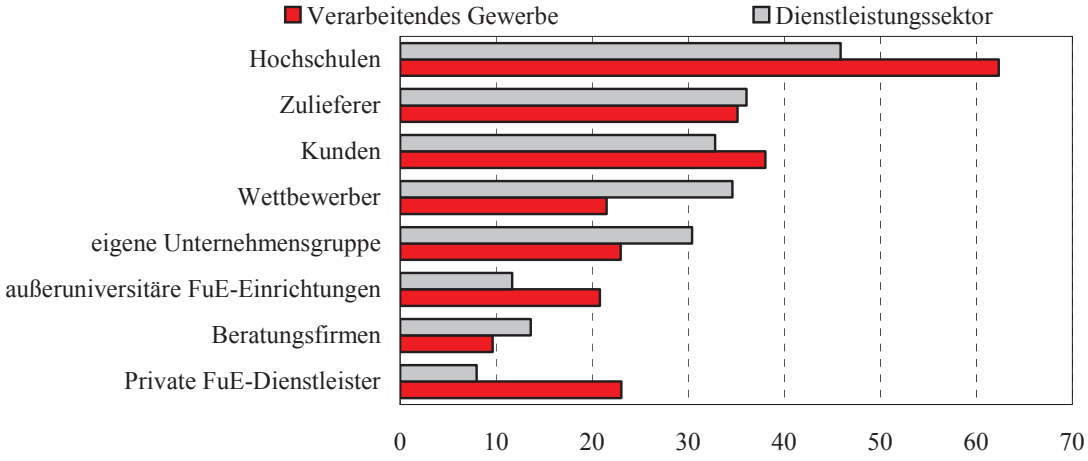
- Die Wissenschaft hat bei Klein- und Mittelunternehmen als Kooperationspartner einen deutlich höheren Stellenwert als bei Großunternehmen. Dies mag mit der häufig merklichen öffentlichen Förderung von FuE-Kooperationen mit wissenschaftlichen Einrichtungen und den damit verbundenen Kosteneinsparungen zu tun haben.
- Kleinunternehmen lassen einen vergleichsweise hohen Anteil ihrer externen FuE-Aktivitäten in anderen Unternehmen durchführen, vornehmlich bei spezialisierten FuE-Dienstleistern.

[4] Vgl. Legler (2003) sowie Legler, Grenzmann, Marquardt (2003).

Förderung und Effekte von Innovationskooperationen

Unter den kleinen und mittelgroßen Unternehmen ist auch das größte Potenzial für eine Ausweitung der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft zu suchen. Ein Schwerpunkt der Innovationspolitik in Deutschland – wie auch in vielen anderen Ländern – sowie durch die EU ist denn auch die Förderung der Zusammenarbeit von Unternehmen mit anderen Akteuren in Innovationsprojekten (Abb. 3-5 und Abb. 3-6). Ein bedeutender Teil der finanziellen Innovationsfördermaßnahmen der Bundesregierung wird für die **Förderung von FuE- und Innovationskooperationen** (Verbundforschung Wirtschaft/Wissenschaft, industrielle Gemeinschaftsforschung, grenzüberschreitende FuE-Zusammenarbeit usw.) aufgewandt. Dadurch besteht auch ein starker, positiver Zusammenhang zwischen dem Erhalt einer öffentlichen Innovationsförderung und der Durchführung von Innovationskooperationen in Unternehmen: Unter den geförderten Innovatoren kooperieren 41 %, während nur 10 % der übrigen innovierenden Unternehmen eine Innovationskooperation unterhalten. Anders ausgedrückt: 38 % aller kooperierenden Innovatoren erhalten eine öffentliche Förderung. Im Durchschnitt aller Innovatoren beträgt die Förderquote dagegen knapp 14 %. Dies lässt vermuten, dass ein bedeutender Teil der Kooperationen im Zusammenhang mit der Förderung steht, also z. T. auch nur (nolens volens?) „Nebenprodukt“ der Förderung.

Abb. 3-5: Innovationskooperationen nach Kooperationspartnern in Deutschland im Jahr 2000



Anteil der Unternehmen mit Innovationskooperationen in %, die mit einem der genannten Kooperationspartner im Zeitraum 1998-2000 gemeinsam Innovationsprojekte durchgeführt haben (Mehrfachnennungen möglich).

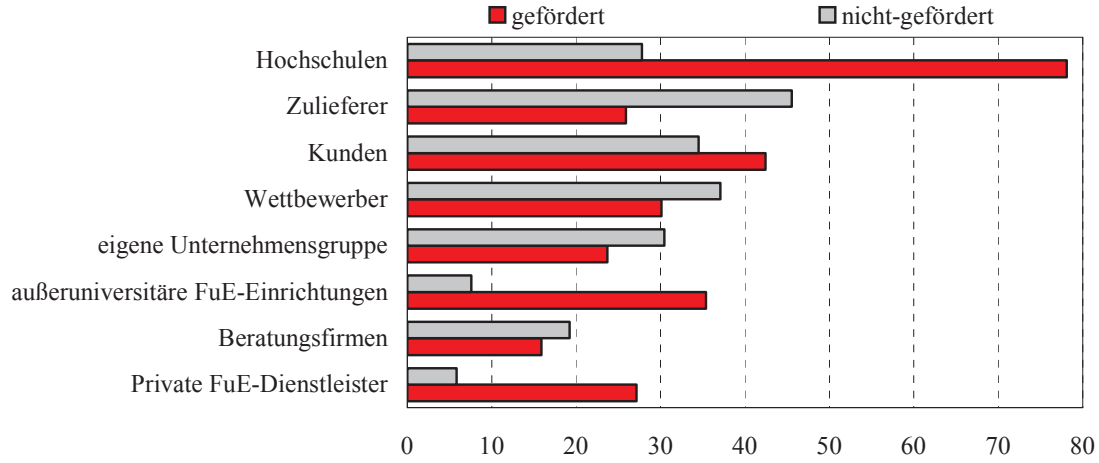
Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel. - Berechnungen des ZEW.

Differenziert nach den Fördermittelgebern stärkt die Förderung durch den Bund (d. h. im wesentlichen die BMBF- und die BMWA-FuE-Programme) vor allem die **Kooperation mit Hochschulen** und **außeruniversitären Einrichtungen**. Dies führt so weit, dass der weit überwiegende Teil von Kooperationen mit Wissenschaft und Forschung gefördert ist. Die Förderung durch die Länder unterstützt hingegen mehr die Zusammenarbeit mit **privaten FuE-Dienstleistern** (z. B. auch gemeinnützige ForschungsGmbHs in Ostdeutschland). Demgegenüber begünstigt die Förderung aus dem EU-Rahmenprogramm eher Kooperationen mit **Kunden** oder **Wettbewerbern**.

Die kooperationsorientierte Förderung der drei politischen Ebenen ist somit hinsichtlich der Ausrichtung nach Kooperationspartnern komplementär. Es wird also praktisch jedwede Innovationskooperation gefördert – es fragt sich nur, inwieweit Kooperationen durch die Förderung angeregt oder nur bereits bestehende Kooperationen belohnt werden. Es fragt sich weiterhin, ob die Zuordnung auch sachgerecht ist:

So ist eigentlich nicht einsichtig, dass marktnahe Kooperation mit Kunden und Wettbewerbern im Schwerpunkt ausgerechnet von der EU gefördert wird. Eher hätte man nach dem Subsidiaritätsprinzip vermutet, dass grundlagenforschungsnahe, vorwettbewerbliche Kooperationsvorhaben aus Europa Unterstützung erfahren. Hinsichtlich der Reichweite der Förderung zeigt sich, dass die Förderung durch den Bund und die Länder sehr stark national ausgerichtet ist; eigentlich besteht hierfür kein Grund.

Abb. 3-6: Kooperationspartner von geförderten und nicht-geförderten innovierenden Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor Deutschlands im Jahr 2000 (in %)



Anteil der geförderten bzw. der nicht-geförderten Unternehmen mit Innovationskooperationen in %, die mit einem der genannten Kooperationspartner im Zeitraum 1998-2000 gemeinsam Innovationsprojekte durchgeführt haben (Mehrfachnennungen möglich).

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

Wichtig ist: Kooperierende Innovatoren haben einen **höheren Innovationserfolg** als nicht kooperierenden Innovatoren. Dies gilt für geförderte wie für nicht geförderte Unternehmen. Die Unterschiede aber sind beträchtlich:

- Nach **Branchen**: In der Spitzen- und Hochwertigen Technologie trägt der Umstand der Kooperation kaum zur Erklärung des Innovationserfolgs bei, während er in der nicht forschungsintensiven Industrie und in den wissensintensiven Dienstleistungen einen bedeutenden Einfluss hat.
- Die Einbindung in **Kooperationsnetzwerke**, d. h. eine Vielfalt an unterschiedlichen Partnern und Herkunftsregionen, führt in der Spitzentechnologie und in den technologieorientierten Dienstleistungen – also dort, wo der Innovationsprozess besonders komplex und forschungsintensiv ist – zu einem höheren Innovationserfolg.
- Die Zusammenarbeit mit der **Wissenschaft** oder mit **privaten FuE-Dienstleistern**, das sind die durch Bund und Land vorrangig geförderten Formen der Innovationskooperation, trägt in der Verarbeitenden Industrie nur wenig zu einem höheren Innovationserfolg bei. Im Dienstleistungssektor kommt allerdings den spezialisierten FuE-Unternehmen eine wichtige Rolle für den Markterfolg mit Produktinnovationen zu.
- Die **nationale Herkunft** der Kooperationspartner hat in der Verarbeitenden Industrie keinen Einfluss auf den Innovationserfolg von kooperierenden Unternehmen: Mit deutschen Partnern kooperierende Unternehmen sind in gleichem Ausmaß erfolgreich wie mit ausländischen Partnern zusammenarbeitende. Im Dienstleistungssektor ist dagegen ein deutlicher Unterschied feststellbar: Innovatoren, die mit Partnern aus den USA zusammenarbeiten, erzielen wesentlich höhere Innovationserfolge, während Dienstleistungsunternehmen, die mit deutschen Partnern kooperieren, vor allem bei der erfolgreichen Einführung von Marktneuheiten weit zurückbleiben.

4 Allmählicher Wandel zur Wissenswirtschaft

Am ehesten spiegelt sich die technologische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft dort wider, wo ihre Unternehmen unmittelbar auf ihre Konkurrenten treffen, nämlich auf den **internationalen Märkten** für forschungsintensive Güter und hochwertige, wissensintensive Dienstleistungen. Durchsetzungsvermögen im internationalen Wettbewerb ist gleichzeitig das Sprungbrett zur Umsetzung von Innovationen in Wachstum und Beschäftigung. Parallel dazu gewinnen jedoch **Dienstleistungen** für Beschäftigung und Wertschöpfung in der Wirtschaft an Bedeutung. Durch eigene FuE-Aktivitäten sowie die Anwendung von Technologien aus dem Industriesektor werden viele Dienstleistungssektoren technologieintensiver. Das dynamische Zusammenspiel zwischen forschungsintensiver Industrie und wissensintensiven Dienstleistungen prägt die technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften. Eine besondere Rolle spielen dabei die IuK-Sektoren. Für das Innovationsgeschehen extrem wichtig ist der „Strukturwandel von unten", d. h. durch technologieorientierte Unternehmensgründungen, die insbesondere grundlegende („radikale") Innovationen auf den Weg bringen helfen.[1]

4.1 Sektoraler Strukturwandel

Spezialisierung Deutschlands im Handel mit forschungsintensiven Gütern

Die Ausfuhren von FuE-intensiven Waren machten im Jahre 2001 fast 54 % der gesamten **Industriewarenexporte der OECD-Länder** aus. Knapp ein Drittel davon waren der Spitzentechnik zuzurechnen. Zwischen 1991 und 2001 nahmen die Exporte der OECD-Länder überdurchschnittlich zu, im Jahresdurchschnitt bei Spitzentechnologien um 8 % und bei Hochwertigen Technologien um 6½ %, bei nicht-forschungsintensiven Zweigen waren es hingegen gut 4 %.

In Zeiten konjunktureller Abschwächung sind es allerdings gerade Güter der Spitzentechnologie und der Hochwertigen Technologie – meist Investitionsgüter sowie hochwertige Gebrauchsgüter –, die weniger nachgefragt werden. So verzeichnet der Handel mit FuE-intensiven Waren zwischen 2000 und 2001 mit 3½ % größere Einbußen bei Exporten als der Handel mit anderen Industriewaren (1½ %). Dabei ist der Rückgang in der Spitzentechnologie um 8 % sehr viel krasser als in der Hochwertigen Technologie (2 %). Vor allem waren es Güter der Informations- und Medientechnik, aber auch Maschinen und Fahrzeuge, die weniger nachgefragt wurden als im Vorjahr.

Der Export forschungsintensiver Güter war aus deutscher Sicht im Verlauf der 1990er Jahre die entscheidende, meist einzige Antriebskraft für Wachstum in der Industrie. Fast 90 % des **Umsatzzuwachses** forschungsintensiver Industrien zwischen 1995 und 2002 wurde im Ausland erzielt. Dies geschieht z. T. auch der Not gehorchend, weil in Deutschland die binnenwirtschaftlichen Impulse seit weit über einem Jahrzehnt sehr zu wünschen übrig lassen. Im Jahre 2002 konnten weiter steigende Auslandsumsätze jedoch den Rückgang der Inlandsumsätze angesichts der rezessiven Binnennachfrage nicht mehr kompensieren. In der Gesamtschau betrachtet hat die deutsche Industrie im letzten

[1] Der Beitrag beruht zu großen Teilen auf den Arbeiten von Krawczyk et al. (2004), Rammer (2004a) und Hempell (2004). Teilweise sind Aktualisierungen vorgenommen worden.

Jahrzehnt einen Großteil der Innovationsimpulse vom Auslandsmarkt bezogen, was sich nicht zuletzt in einem starken Anstieg der weltmarktrelevanten Patente niederschlägt, die sich aus der verhaltenen FuE-Tätigkeit so ohne weiteres nicht ableiten lassen würden (vgl. Abschnitt 11).

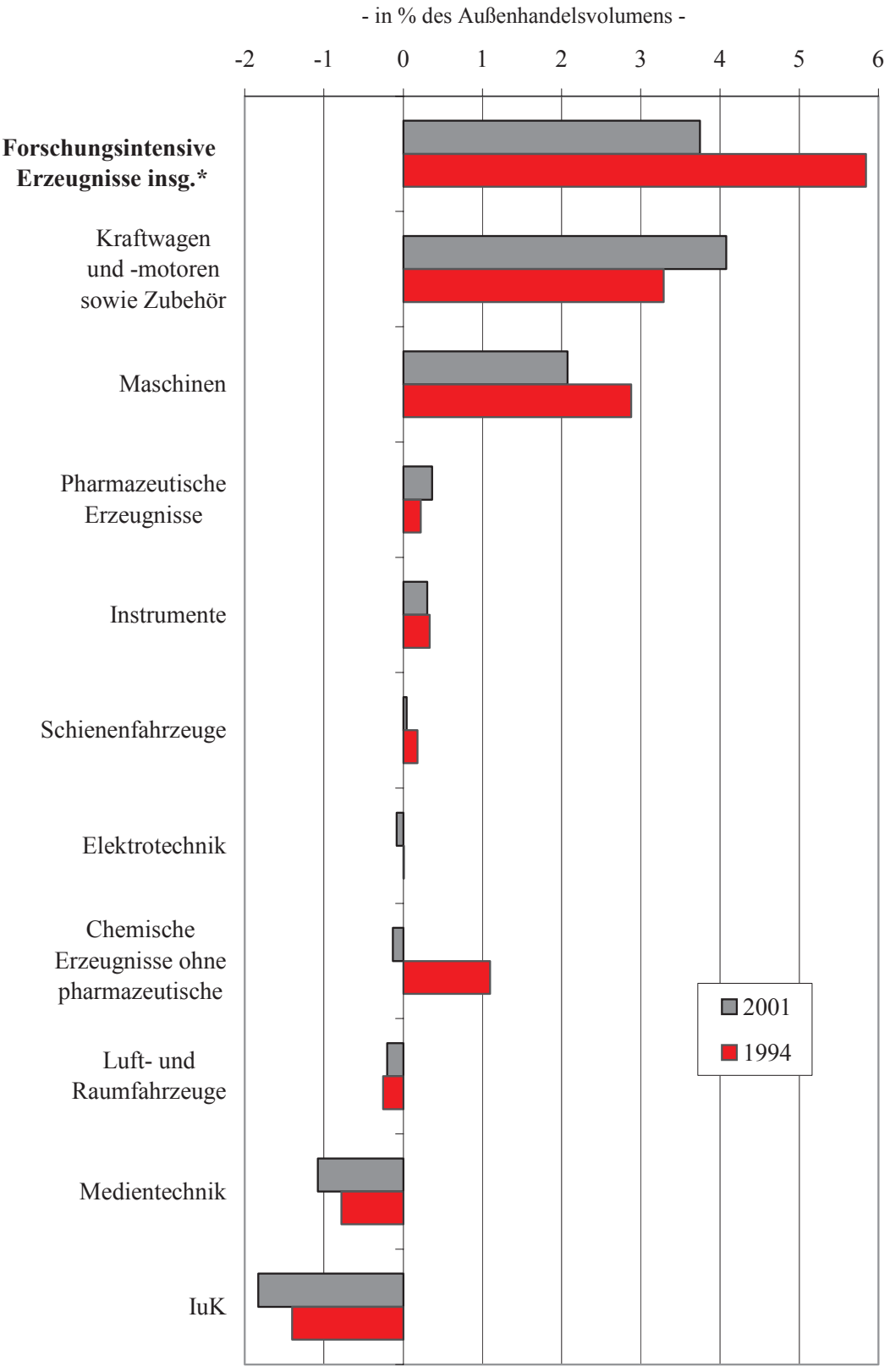
Struktur und zeitlicher Verlauf der Güterströme zeigen: Deutschland verfügt bei Technologiegütern über Spezialisierungsvorteile, die sich jedoch seit 1994 tendenziell abflachen. Während der **Beitrag** forschungsintensiver Güter **zum Außenhandelsüberschuss** 1994 noch fast 6 % des Außenhandelsvolumens betrug, waren es 2001 nur noch knapp 4 % (Abb. 4-1). Deutschlands struktureller Überschuss bei FuE-intensiven Waren stützt sich zudem allein auf den Sektor der hochwertigen Technologie. Bei Spitzentechnologieerzeugnissen erhöhte sich das relative Defizit zwischen 1991 und 2001 gar von 1½ % auf fast 2½ % des gesamten Außenhandelsvolumens. Hier ist Deutschland Nettoimporteur. In der Spitzentechnologie insgesamt kann keineswegs von Spezialisierungsvorteilen gesprochen werden.

Kraftfahrzeuge leisten unter den forschungsintensiven Erzeugnissen nicht nur vom Volumen her den größten Beitrag zum Außenhandelssaldo, hier sind auch die größten Zuwächse seit 1994 zu verzeichnen. Der Automobilbau konnte seine an sich schon starke Weltmarktposition ganz erheblich verbessern und gerade in den letzten Jahren auch seine Position auf dem Inlandsmarkt gegenüber ausländischen Herstellern stärken. Enorme Steigerungen der Modernisierungs-, Forschungs- und Innovationsanstrengungen haben Vorteile sowohl im Kosten- als auch im Produktinnovationswettbewerb gebracht. Rein rechnerisch wäre Deutschland nicht mehr auf forschungsintensive Waren spezialisiert, wenn man den Automobilbau unberücksichtigt ließe. Industrie- und FuE-Struktur (Abschnitt 2.1) werden immer automobillastiger. Insofern braucht Deutschland weitere wettbewerbsfähige Alternativen bzw. Ergänzungen zum Automobilbau. Daneben konnten lediglich pharmazeutische Erzeugnisse ihren Beitrag bis zum Jahr 2001 gegenüber 1994 verbessern. Luft- und Raumfahrzeuge konnten zumindest ihren defizitären Beitrag reduzieren. Bei Maschinen, Chemischen Erzeugnissen (ohne Arzneimittel), Instrumenten, Schienenfahrzeugen, Elektrotechnischen und IuK-Erzeugnissen sowie bei Produkten der Elektronik/Medientechnik hat sich der Beitrag zum deutschen Außenhandelssaldo gegenüber 1994 jeweils verschlechtert. Dies ist meist auf die zunehmende Abhängigkeit von Importen zurückzuführen, die ihrerseits wegen fehlender Kapazitätserweiterungen in diesen Industrien erforderlich wurden.

Produktion und Beschäftigung in forschungsintensiven Industrien

Die weltwirtschaftliche Expansion seit der zweiten Hälfte der 1990er Jahre mag über Jahre hinweg den Blick dafür versperrt haben, dass es binnenwirtschaftlich kaum Wachstumsimpulse gegeben hat. Das Wachstum der Industrie nährt sich jedoch nicht nur aus der Exportnachfrage, sondern etwa zu gleichem Anteil auch aus der Entwicklung der Binnennachfrage. Faktisch hängt die eine Komponente häufig eng mit der anderen zusammen, nämlich dort, wo die (hochwertigen) Anforderungen der inländischen Kunden gleichzeitig Impulse für Innovationen geben, die sich auf den internationalen Märkten durchsetzen. In diesen Fällen kann davon gesprochen werden, dass sich in Deutschland ein internationaler „Leitsektor“ entwickelt hat, ein „lead market“. Mit zunehmender Auslandsorientierung des Innovationssystems gerät jedoch die „home base“ ins Wanken.

Abb. 4-1: Beitrag FuE-intensiver Waren zum Außenhandelssaldo Deutschlands 1994 und 2001

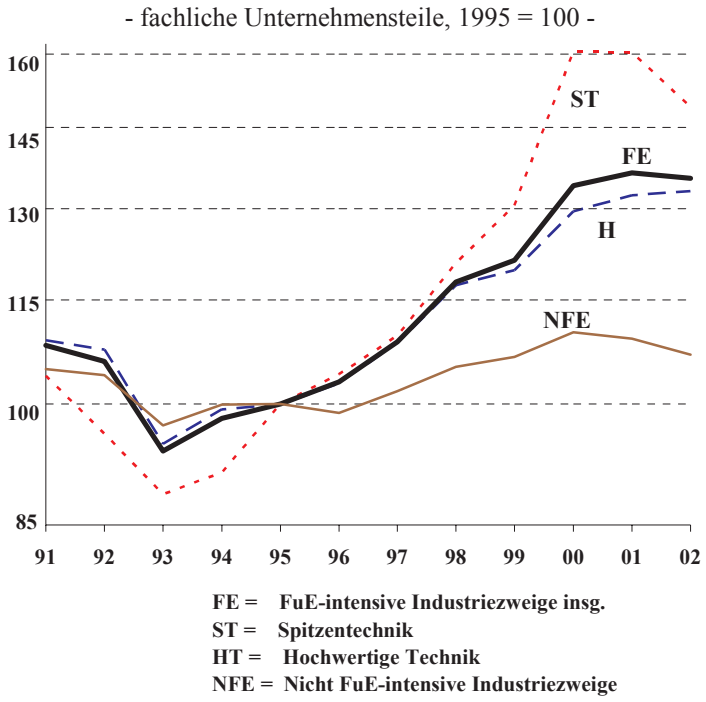


Positiver Wert: Der Sektor trägt zu einer Aktivierung des Außenhandelssaldos bei. Der Wert gibt den relativen Außenhandelsüberschuss bei der betrachteten Warengruppe in % des gesamten Außenhandelsvolumens bei Verarbeiteten Industriewaren wieder. Negativer Saldo: Umgekehrt analog.
*) Incl. nicht zurechenbare vollständige Fabrikationsanlagen usw.

Quelle: OECD, International Trade By Commodity Statistics. - Berechnungen des NIW.

Seit 1993 ist der Anteil forschungsintensiver Industriezweige an der gesamten **Industrieproduktion** kontinuierlich von knapp 37½ % auf 44 % angestiegen. Gut 70 % des Produktionszuwachses der Industrie seit 1993 ist rechnerisch dem forschungsintensiven Sektor zuzuschreiben. Der forschungsintensive Sektor durchläuft selbst einen intensiven Strukturwandel (Abb. 4-2). Spitzentechnologien lagen an vorderster Front der Wachstumshierarchie: Der jahresdurchschnittliche Produktionszuwachs dieser Industrien lag bei fast 8 % gegenüber reichlich 4 % bei den Branchen der Hochwertigen Technologie. Die übrigen Industrien stagnieren mittel- und langfristig eher, haben jedoch in Konsolidierungsphasen des Aufschwungs ebenfalls am Wachstum teilgenommen (knapp 5 % im Jahre 2000).

Abb. 4-2: Entwicklung der Produktion in FuE-intensiven Industriezweigen in Deutschland 1991 bis 2002



Halblogarithmischer Maßstab.

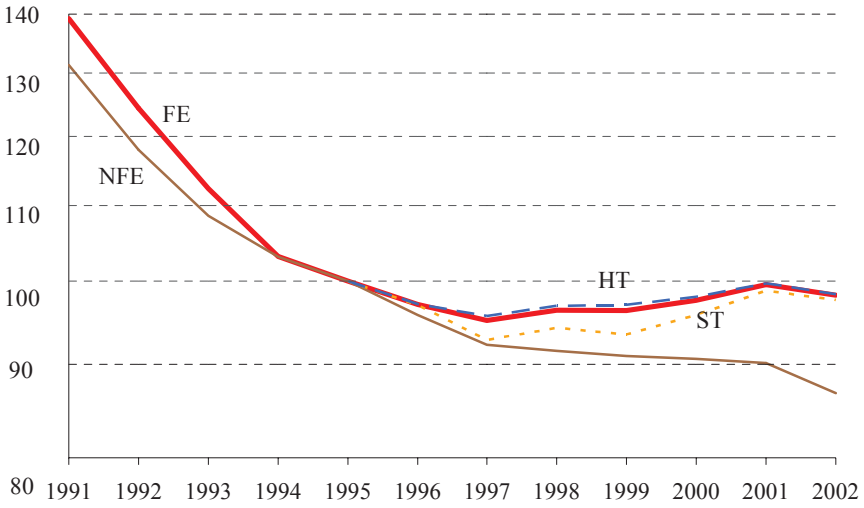
Quelle: Statistisches Bundesamt: Internet Datenbank; Zahlen u. Fakten, Statistik des Prod. Gewerbes. - Berechnungen des NIW.

Zu Beginn dieses Jahrhunderts erweist sich der forschungsintensive Sektor jedoch wieder als sehr konjunkturempfindlich. Zwischen 2000 und 2002 wuchs die Produktion in der FuE-intensiven Industrie im Jahresdurchschnitt lediglich um 0,5 %, in der nicht-FuE-intensiven Industrie schrumpfte sie um 1½ %. Das Wachstum in der forschungsintensiven Industrie ist zudem allein auf die Entwicklung im Sektor Hochwertige Technik zurückzuführen (1½ %), denn die Spitzentechnikindustrie verlor zwischen 2000 und 2002 durchschnittlich jährlich mehr als 3½ %. Dies liegt vor allem an der Schwäche beim Inlandsabsatz und bei den mit IuK-Technologien verbundenen Industrien.

Im FuE-intensiven Sektor der Industrie waren im Jahr 2002 mit 2,41 Mio. **Beschäftigten** gut 40 % der insgesamt knapp 6 Mio. Industriebeschäftigten tätig. Beschäftigung und Zuwächse der Industrieproduktion haben sich allerdings weitgehend entkoppelt. Trotz des anhaltenden Produktionszuwachses wurde die Beschäftigung im forschungsintensiven Sektor über Jahre hinweg zurückgenommen. Gegen Ende der 1990er Jahre und Anfang des neuen Jahrhunderts gab es zwar aus beschäftigungspolitischer

Sicht wieder einen kleinen Lichtblick, der jedoch keineswegs eine grundsätzliche Umkehr vom Trend bedeutet (Abb. 4-3).

Abb. 4-3: Entwicklung der Beschäftigung in FuE-intensiven Industriezweigen 1991 bis 2002



FE = FuE-intensive Industriezweige insgesamt
ST = Spitzentechnik
HT = Hochwertige Technik
NFE = Nicht FuE-intensive Industriezweige

Halblogarithmischer Maßstab.

Quelle: Statistisches Bundesamt: Internet-Daten. - Görzig u. a. (2002). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Heute kann nicht mehr erwartet werden, dass gesamtwirtschaftliche Beschäftigungsprobleme **direkt** durch eine rasche Expansion der FuE-intensiven Branchen gelöst werden können. Die Beschäftigungswirkungen von Innovationen fallen zu einem großen Teil indirekt, d. h. bei den Nutzern von Innovationen, insbesondere im expandierenden Dienstleistungssektor an.

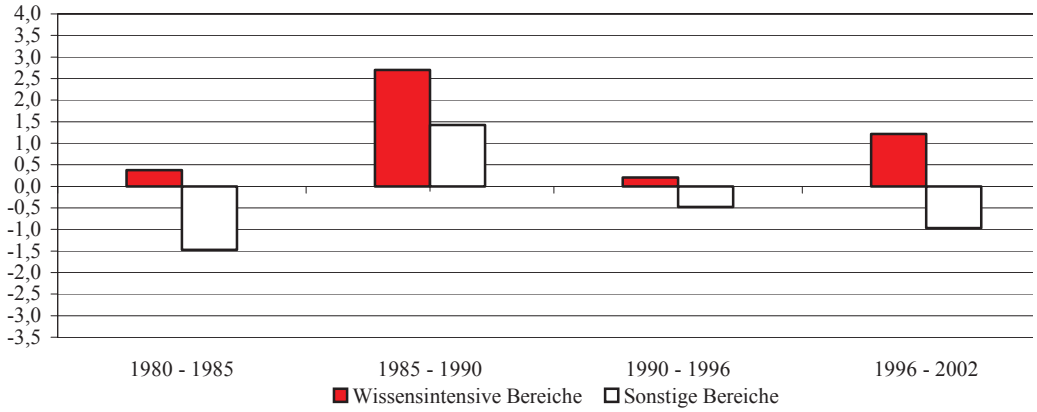
Sektoraler Strukturwandel zugunsten des forschungs- und wissensintensiven Sektors

Seit Anfang der 1980er Jahre durchläuft **Deutschlands Wirtschaft** eine Art „doppelten Strukturwandel“ (Abb. 4-4):

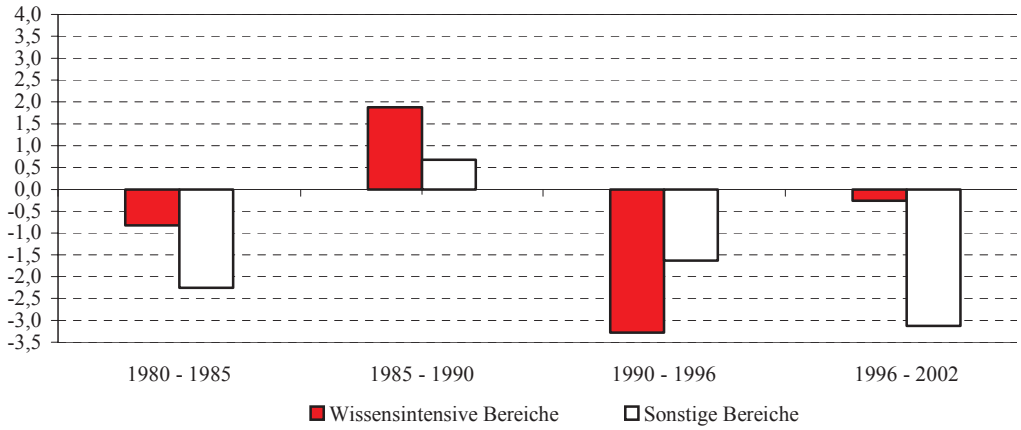
- Zum einen ist das Wachstum des industriellen Sektors im Vergleich zu dem des Dienstleistungssektors ziemlich verhalten, in der Beschäftigungsbilanz der 1990er Jahre gar negativ. Im Produzierenden Gewerbe ist die Zahl der Beschäftigten insgesamt um mehr als 800 Tsd. auf unter 10 Mio. zurückgegangen, im gewerblichen Dienstleistungsbereich sind seit 1998 über eine Million Beschäftigungsmöglichkeiten hinzugekommen.
- Zum anderen expandieren sowohl im produzierenden Bereich als auch innerhalb des Dienstleistungssektors die wissens- und forschungsintensiven Wirtschaftszweige zu Lasten derjenigen, die weniger auf den Einsatz von hoch qualifizierten Arbeitskräften angewiesen sind – oder sie fallen weniger stark zurück. So sind seit 1998 selbst in der wissensintensiven Industrie wieder Arbeitsplätze hinzugekommen, im Dienstleistungssektor entfällt die Hälfte des Beschäftigungszuwachses auf wissensintensive Sparten.

Abb. 4-4: Entwicklung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach der Wissensintensität der Wirtschaftsbereiche in Deutschland[1] 1980 bis 2002

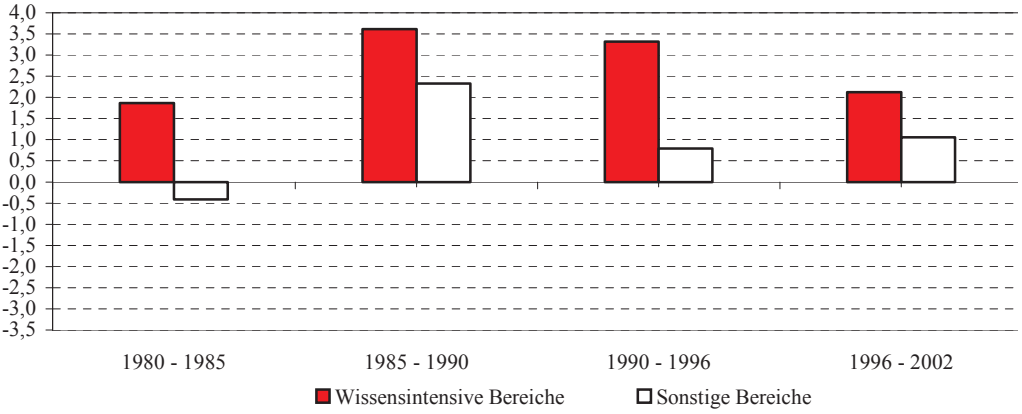
Gewerbliche Wirtschaft[2] insgesamt



Produzierendes Gewerbe



Gewerbliche Dienstleistungen



[1] 1980 bis 1996 früh. Bundesgebiet. [2] Ohne Land- u. Forstwirtsch., Fischerei; öffentl. Verwalt. u. Dienstl., Bildung, Priv. Haush., etc.
Quelle: Statistisches Bundesamt: Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. - Berechnungen des NIW.

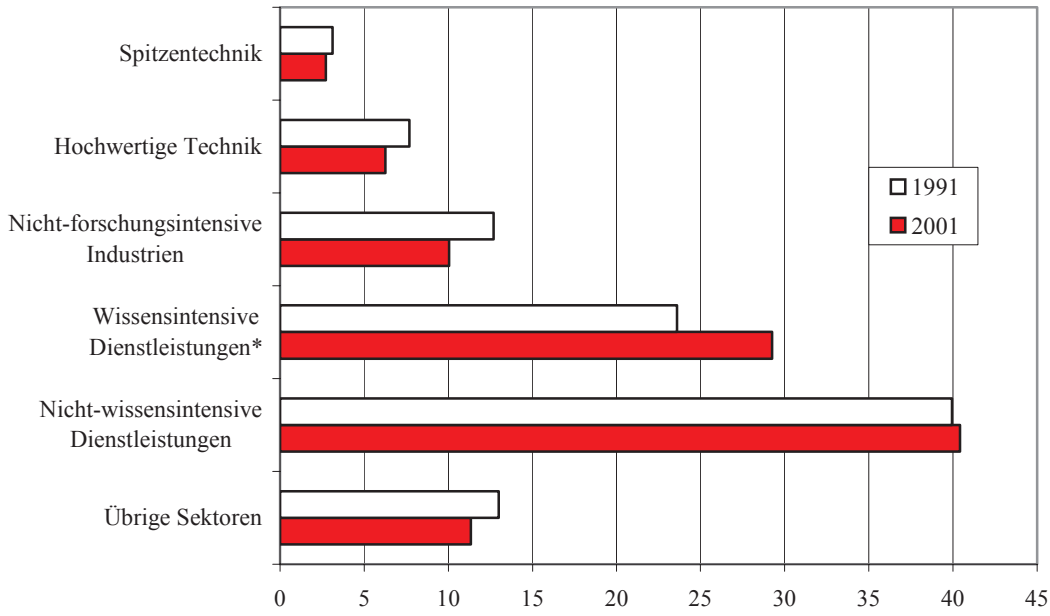
Im Jahr 2002 waren in Deutschland rund ein Fünftel der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten der gewerblichen Wirtschaft in **wissensintensiven Dienstleistungsbereichen** tätig. Über die einzel-

nen Branchen streuen die Wachstumsraten allerdings beträchtlich. Die größten (auch absolut gewichtigen) Wachstumsraten zeigen IuK-Dienstleistungen (Hardwareberatung, Softwarehäuser, Datenverarbeitungsdienste und Datenbanken, Service und Instandhaltung sowie sonstige damit verbundene Tätigkeiten), die Werbebranche und der Medienbereich. Dies sind auch in der längerfristigen Betrachtung Hoffnungsträger für neue Arbeitsplätze.

Das letzte Jahrzehnt hat also gezeigt, dass per Saldo allein die wissensintensiven Bereiche der Wirtschaft von sich aus in der Lage sind, Arbeitsplätze zu schaffen. Dies bedarf gut ausgebildeter, hoch qualifizierter Arbeitskräfte und innovationsfreudiger Unternehmen. Fachkräftemangel könnte dieser Expansion allerdings einen Riegel vorschieben (Abschnitt 8).

Abb. 4-5: Sektorstruktur der G6-Länder nach Wissens- und Forschungsintensität

- Wertschöpfungsanteile 1991 und 2001 in % -



*) ohne Wohnungsvermietung.

Quelle: OECD, STAN-Datenbank. - Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Jenseits der konjunkturellen Aufs und Abs und auch jenseits der unterschiedlichen Wachstumspfade durchläuft die **Weltwirtschaft** ähnliche Strukturwandeltrends, wie sie auch in Deutschland beobachtet werden (Abb. 4-5). Deutschland hat in den 1990er Jahren den Strukturwandel zu mehr wissensintensiven Dienstleistungen gar besonders ausgeprägt mitgemacht. Die wesentlichen – nach wie vor verbleibenden – strukturellen Unterscheidungsmerkmale Deutschlands vom weltwirtschaftlichen Durchschnitt lassen sich wie folgt festhalten (Abb. 1-2 in Abschnitt 1):

- Deutschland verfügt über einen ausgesprochen großen forschungsintensiven (Industrie-)Sektor. Innerhalb des forschungsintensiven Sektors ist jedoch ein Übergewicht des Sektors Hochwertige Technologie in einem Umfang auszumachen wie es unter den westlichen Industrieländern seinesgleichen sucht. Der Spitzentechniksektor wiederum ist für ein hoch entwickeltes Industrieland als recht klein anzusehen.
- In Deutschland ist der nicht-wissensintensive Dienstleistungssektor recht schwach vertreten. Auch dieses Muster ist in einer extremen Form vorzufinden, wie man es sonst unter den OECD-Ländern

nur in Finnland und Korea findet. Letztlich hat dies für Deutschland auch zur Konsequenz, dass sich die Beschäftigungsprobleme hierzulande krasser als in den meisten anderen Ländern bemerkbar machen.

- Bei allen Fortschritten im Strukturwandel sollte nicht vergessen werden, dass er sich in Deutschland in einem vergleichsweise langsamen Tempo vollziehen muss – wegen der schwachen gesamtwirtschaftlichen Dynamik.

Defizite im IuK-Sektor

Ein großer Teil der stark divergierenden Wachstums- und Produktivitätsentwicklung ist auf die unterschiedliche Dynamik der **IuK-Diffusion** in der Welt zurückzuführen. Als dritter weltwirtschaftlicher Trend – neben dem Weg in die Dienstleistungs- und die Wissenswirtschaft – ist damit festzuhalten, dass der IuK-Sektor (sowohl Hardware als auch Software sowie deren Anwendung) bereichsübergreifend die höchsten Wachstumsraten verbucht. Vor allem die IuK-Anwendersektoren leisten zum Produktivitätsanstieg die größten Beiträge. Es kommt also vor allem auf die Diffusion an. Die Trends hängen eng miteinander zusammen: Denn fast alle wissensintensiven Dienstleistungssektoren gehören zu den führenden Anwendern von IuK-Technologien (Großhandel, Finanzsektor, Vermietung von Ausrüstungen, FuE-Einrichtungen sowie unternehmensnahe Dienstleistungen).

Der Trend zur Dienstleistungsgesellschaft beschleunigt den Siegeszug des IuK-Sektors, wobei Deutschland immer noch weit davon entfernt ist, sich unter den führenden IuK-Technologieproduzenten einreihen zu können:[2]

- Der Anteil des IuK-Sektors am Inlandsprodukt liegt bei 7 % (USA: 11 %).
- IuK-Hardware trägt 6 % zur industriellen Wertschöpfung bei, IuK-Dienstleistungen 7 % Wertschöpfung im gewerblichen Dienstleistungssektor (USA: jeweils 11 %).
- Die IuK-Außenhandelsbilanz ist defizitär.

Es deutet nichts darauf hin, dass sich an dieser Positionierung in den kommenden Jahren etwas ändern wird. So ist beispielsweise der Anteil der Gründungen im IuK-Sektor an den Gründungen in Deutschland insgesamt 2002 erneut zurückgegangen (Abschnitt 4.2). Um am technologischen Fortschritt im Bereich der IuK-Technologien teil zu haben, ist es wichtig, die Potenziale von IuK-Technologien durch eigene innovative Anstrengungen zu nutzen.

Als Basistechnologien eignen sich IuK-Technologien insbesondere für die Erneuerung von Prozessen und Organisationsformen. Deutschland belegt jedoch auch bei den meisten Indikatoren zur Diffusion und Anwendung von IuK-Technologien nur Plätze im Mittelfeld der Industrieländer. Diese unzufriedenstellende Positionierung wird durch die anhaltende Konjunkturschwäche zusätzlich verschlechtert. Im Jahr 2002 sind die Gesamtausgaben für IuK-Technologien in Deutschland erstmals gesunken. Wichtig sind aber auch die Rahmenbedingungen, die die Anreize für Innovationen bestimmen. Je geringer die Hemmnisse für unternehmerische Anpassungen, um so höher sind die Anreize, IuK-Technologien für innovative Prozesse einzusetzen. Es gibt aber auch nachhaltig wirkende Engpässe:

---

2 Vgl. OECD (2003).

- In den Unternehmen sind es vielfach die unzureichenden IT-Kenntnisse der Mitarbeiter, die ein weiteres Engagement in den neuen Technologien hemmen. Dies unterstreicht die herausragende Bedeutung des Bildungssystems für die Nutzung der Potentiale von neuen Technologien.
- Bei der Ausstattung der Schulen liegt Deutschland mit nur sieben PCs und vier Internetanschlüssen je 100 Schüler in der Sekundarstufe international auf den hintersten Plätzen knapp vor Portugal und Griechenland.
- Die fehlenden Investitionen in die grundlegenden IT-Kenntnisse der zukünftigen Arbeitskräfte und Leistungsträger könnte sich insbesondere bei einem Wiederanziehen der Konjunktur in den nächsten Jahren als der größte Hemmschuh für die Nutzung von IuK-Technologien in Deutschland erweisen.

4.2 Unternehmensgründungen und Wagniskapitalmarkt

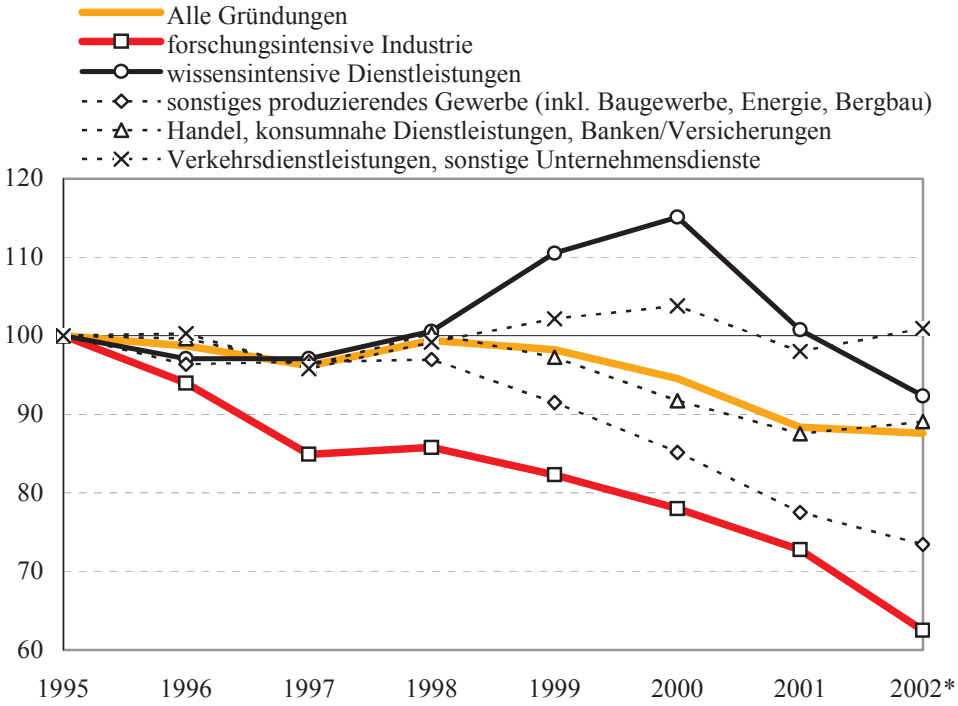
Der Wandel zur Wissenswirtschaft findet zu einem großen Teil über Generationenwechsel, d. h. über die Gründung von neuen Unternehmen im forschungs- und wissensintensiven Sektor, statt. Gerade in neuen Technologiefeldern sowie in den Frühphasen neuer technologischer Entwicklungen und deren Umsetzung in neue Produkte und Verfahren sind junge Unternehmen ein wichtiger Motor für den technologischen Wandel. Nicht zuletzt sind es forschende Unternehmen und „akademische spin-offs", die auch den Transfer von Forschungsergebnissen aus dem öffentlichen Sektor in die privatwirtschaftliche Kommerzialisierung erleichtern. Insbesondere für die grundlegende („radikale") Innovationen spielen technologieorientierte Unternehmensgründungen eine herausragende Rolle.

Gründungen

Nach einer recht stark steigenden Zahl von Unternehmensgründungen von 1998 bis Anfang 2000 ließ die Gründungsneigung bereits ab Mitte 2000 auch in den forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen deutlich nach. Die Konjunktur schlägt seit 2001 direkt auf das Gründungsverhalten und die -neigung der Unternehmen durch: Die **Gesamtzahl** der Unternehmensgründungen ging 2001 gegenüber 2000 um 6 % zurück. Im Vergleich zum Jahr 1999 betrug die Abnahme sogar 11 % (Abb. 4-6). Im Jahr 2002 blieb die Zahl der neu gegründeten Unternehmen in Deutschland hingegen trotz widriger konjunktureller Rahmenbedingungen gegenüber dem Vorjahr nahezu unverändert. Wo das Risiko besonders hoch ist, in den **forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen**, nahm die Zahl der Gründungen allerdings im dritten Jahr in Folge stark ab. Angesichts der hohen Zahl an Markteintritten durch neue Unternehmen Ende der 1990er Jahre und der pessimistischen Zukunftsaussichten seit Mitte des Jahres 2000 ist dies auch nicht verwunderlich. Ein hohes Angebot an Produkten und Dienstleistungen – gerade auch durch eben erst gegründete Unternehmen – führt bei nachlassender Nachfrage zu geringer Kapazitätsauslastung und negativen Geschäftsergebnissen der bestehenden Unternehmen im Markt. Dieses Umfeld stellt wenig Anreize für Neugründungen dar.

Am härtesten traf es die **Spitzentechnologie** (-19 % im Jahr 2002 gegenüber 2001), die **technologieorientierten Dienstleistungen** (-13 %) und die Hochwertige Technologie (-11 %). In den wissensintensiven Beratungsdienstleistungen war der Rückgang der Gründungszahlen mit 4 % noch vergleichsweise moderat. Berücksichtigt man gleichzeitig die schnell steigende Zahl von Marktaustritten, z. B. Insolvenzen, dann muss man davon ausgehen, dass über den Unternehmensstrukturwandel in Deutschland in den letzten Jahren kein Beitrag zur Wissensintensivierung der Wirtschaft geleistet werden konnte.

Abb. 4-6: Entwicklung der Zahl der Unternehmensgründungen in Deutschland 1995-2002 nach Branchengruppen (1995=100)



* vorläufige Werte.

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

Überdurchschnittlich kräftig sind die Gründungszahlen im **IuK-Sektor** (der sich über Industrie und Dienstleistungssektor erstreckt) eingebrochen. Im Jahr 2002 wurden hier um 10 % weniger neue Unternehmen gegründet als noch 2001, und um ein Viertel weniger als im Boomjahr 2000. Damit fiel die Zahl der IuK-Gründungen im Jahr 2002 auf das Niveau von 1994. Besonders stark war der Rückgang bei den Herstellern von IuK-Hardware (21 %), bei begleitenden Dienstleistungen wie Datenbanken, Datenverarbeitung, Instandhaltung etc. (19 %) und den Softwareherstellern (14 %), während im Handel mit IuK-Produkten die Gründungszahlen gegenüber dem Vorjahr konstant blieben und damit das Absinken der IuK-Gründungszahlen in Grenzen hielten.

Wagniskapitalmarkt

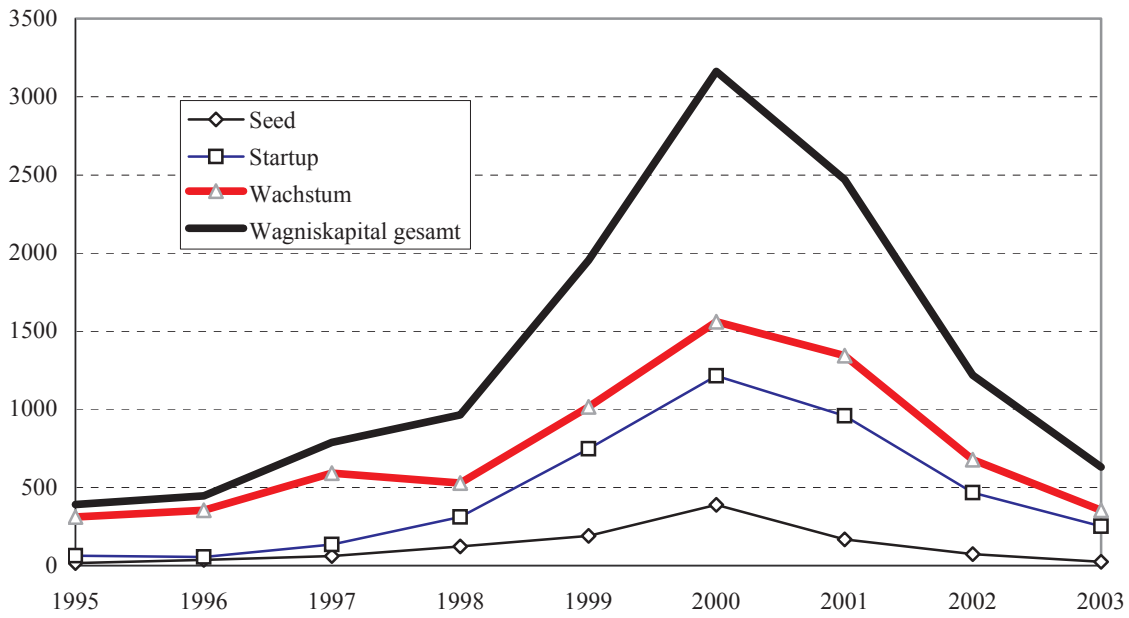
Bessere Rahmenbedingungen für Unternehmensgründungen und bessere Ausbildung zur Selbstständigkeit haben für den „Strukturwandel von unten“ besondere Bedeutung zu. Gründungsaktivitäten werden weiterhin nicht unmaßgeblich dadurch bestimmt, ob reichlich **Risikokapital**[3] und Bankkredite zur Finanzierung von Unternehmen mit vielen guten Ideen jedoch weitgehend ohne beleihbares Betriebsvermögen zur Verfügung steht. So ist die ungünstige Entwicklung bei den Gründungen in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen nicht nur das Ergebnis fehlender nachfrageseitiger Impulse durch die anhaltende Stagnation, sondern auch durch die deutlich schlechteren Finanzie-

[3] Man unterscheidet Kapital für die frühen Phasen der Unternehmensentwicklung (bis einschließlich Produkteinführung, die in Deutschland ja sehr stark durch die öffentliche Hand getragen ist; seed capital, start-up capital), für die Expansionsphase sowie für die Finanzierung besonderer Anlässe (wie Übernahme durch das eigene Management, durch Externe oder von Anteilen anderer, Börsengang usw.).

rungsbedingungen zu erklären. Während die Nachfrageschwäche vor allem die Dienstleistungen trifft, sind Gründungen in der Spitzentechnologie und in bestimmten Segmenten der technologieorientierten Dienste (Software, Telekommunikation) die Leidtragenden der verschlechterten Kapitalverfügbarkeit.

Dabei hatte sich der Beteiligungskapitalmarkt in Deutschland – dem weltweiten Trend folgend – in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre sehr dynamisch entwickelt und angebotsseitig die Forschungs-, Innovations- und Wachstumsvoraussetzungen für die forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweige verbessert (Abb. 4-7). Noch im Jahre 2001 lagen die bereitgestellten Mittel von Beteiligungskapitalgesellschaften trotz eines deutlichen Rückgangs gegenüber dem Jahr 2000 um 26 % noch deutlich oberhalb der Tranche des Jahres 1999. Fehlendes Risikokapital konnte – zumindest bis zum Jahr 2000 – nicht die Ursache für die wenig überzeugende Gründungsaktivität im forschungs- und wissensintensiven Sektor in Deutschland sein, wie er noch in den 1990er Jahren beklagt worden ist. Jedenfalls reichten die bereitgestellten Mittel aus. Denn gerade für die Gründungsphasen von Technologieunternehmen mit hohen Wachstumsaussichten war in Deutschland vergleichsweise viel und für die Entwicklung in den ersten Jahren ausreichend Kapital verfügbar. Im Jahr 2002 ging es jedoch mit dem deutschen Wagniskapitalmarkt weiter steil bergab, die Wagniskapitalinvestitionen fielen gegenüber dem Vorjahr um 51 %. Im Jahr 2003 setzte sich die Entwicklung mit einem weiteren Rückgang um 48 % ungebremst fort. Damit ist der Umfang an Wagniskapitalinvestitionen in Relation zum Inlandsprodukt unter das Niveau von 1998 zurückgefallen.

Abb. 4-7: Entwicklung des Wagniskapitalmarktes in Deutschland 1995-2003 nach Finanzierungsphasen (in Mio. Euro zu Preisen von 2000)



Quelle: EVCA (v.J.), BVK (2003) - Berechnungen des ZEW.

Die Entwicklung ist insofern kritisch, als vor allem die frühen Phasen der Unternehmensentwicklung betroffen sind. Die Zahl der „Seed“ Finanzierungen durch Wagniskapitalgeber für innovative Gründungsprojekte in Deutschland betrug im Jahr 2002 nur mehr 95. Dies ist annähernd die gleiche Zahl,

die auch die viel kleineren Länder wie Dänemark oder Finnland erreichen. Im Jahr 2003 erhielten nur noch 28 Unternehmen eine Seed-Finanzierung durch deutsche Wagniskapitalgesellschaften.

Diese Entwicklungen entsprechen zwar den jeweiligen weltweiten Expansions- und Kontraktionstrends. Allerdings ist der Umfang der Beteiligungsinvestitionen in Deutschland im Jahre 2002 mit einem Anteil von 0,65 ‰ am Inlandsprodukt vergleichsweise niedrig. In den USA (1,7 ‰), Großbritannien (1,5 ‰) und Frankreich (0,8 ‰) liegen die entsprechenden Quoten – trotz ähnlich krasser oder gar noch dramatischerer Rückgänge gegenüber den Vorjahren – immer noch deutlich höher als in Deutschland. Im Wagniskapitalboomjahr 2000 lagen die entsprechenden Werte noch bei über 1 % (USA) und 1,9 ‰ (Deutschland).

Im Vergleich zu Großbritannien und Frankreich wurde in Deutschland vergleichsweise viel in die „Seed“ Phase, also in die Vorbereitung der Unternehmensgründung, investiert. Ein besonderer Schwachpunkt ist die Wachstumsfinanzierung. Hier fiel Deutschland im Jahr 2002 gemessen am Investitionsvolumen hinter Frankreich und Großbritannien zurück. Es fehlt in Deutschland an Kapital für den „zweiten Schub“, für das Wachstum von technologieorientierten Unternehmen aus der Frühphase heraus. Dies gilt seit Jahrzehnten als ein Manko im deutschen Finanzierungssystem und ist besonders misslich, weil zumeist erst in dieser Phase neue Arbeitsplätze geschaffen werden, auf die im Zusammenhang mit der Gründung von Unternehmen gesetzt wird.

5 Weltweit Dynamik in der Forschungs- und Innovationspolitik

Die Abschnitte 2, 3 und 4 zeigen Deutschlands Position im europäischen und internationalen Vergleich in vielschichtiger Weise auf. Die Forschungs- und Innovationspolitik versucht, durch Anpassungen in ihren Strategien und Instrumenten auf sichtbar gewordene neue Herausforderungen und neue Formen des Markt- oder Systemversagens zu reagieren und Investitionen in FuE und Innovation zu stimulieren: Förderung von FuE in Unternehmen durch direkte und indirekte Instrumente, inhaltliche Schwerpunkte der Technologieförderung, Förderung von FuE und Innovation in jungen, technologieorientierten Unternehmen, Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in der Humankapitalentwicklung, Reform öffentlicher Forschungseinrichtungen zur Stärkung des Wissenstransfers, Koordination und Kohärenz der Innovationspolitik zwischen den innovationspolitischen Akteuren. In diesem Abschnitt werden die diesbezüglichen Trends in **ausgewählten Vergleichsländern** betrachtet; darüber hinaus wird auf das Verhältnis zwischen nationaler Forschungs- und Innovationspolitik und der Forschungspolitik der EU eingegangen. In den Vergleich werden die vier großen OECD-Volkswirtschaften USA, Japan, Frankreich und Großbritannien sowie Finnland, als ein Beispiel für eine sehr dynamische, kleine Volkswirtschaft, einbezogen.[1]

Bei dieser vergleichenden internationalen Analyse steht im Hintergrund, dass Forschung und Innovation immer stärker als zentrale Handlungsfelder einer Politik für mehr Wachstum und Beschäftigung angesehen werden. Dies gilt insbesondere für die großen europäischen Volkswirtschaften, deren Wachstumsperformance schon seit längerem deutlich hinter den Ansprüchen zurückgeblieben ist (Abschnitt 2). Entsprechend dem umfassenden Ziel der Wachstumsförderung erhält die Forschungs- und Innovationspolitik zunehmend den Charakter eines umfassenden politischen Querschnittsbereichs, der von der Bildungs- über die Wissenschafts- und die Technologiepolitik bis zur Wettbewerbs-, Wirtschafts- (z. B. Steuerrecht, Kapitalmarktregulierung) und Arbeitsmarktpolitik (z. B. Arbeitsrecht, Migrationspolitik) reicht (Abschnitt 1).

Die Bedeutung eines integrativen Ansatzes zu Stärkung der Innovationskraft wird auch in Deutschland von der wissenschaftlichen Forschung (Abschnitt 6) und in politischen Grundsatzpapieren betont.[2] Über die Betonung integrativer Ansätze darf jedoch der Kern der Innovationspolitik nicht aus den Augen verloren werden.[3] Im Zentrum steht daher eine innovationsökonomische Bewertung der Ausrichtung und Ausgestaltung der **deutschen Innovationspolitik** vor dem Hintergrund internationaler Entwicklungen.

---

1 Der vorliegende Beitrag beruht auf der Studie „Internationaler Vergleich der Forschungs- und Innovationspolitik – Aktuelle Trends und Entwicklungen in ausgewählten Aktionsfelder“, die das ZEW, Mannheim, in Kooperation mit Joanneum Research, Wien, im Jahr 2003 im Auftrag des BMBF durchgeführt hat (Rammer et al. 2004b).

2 So verknüpft das BMBF (2004) die Innovations- mit der Bildungspolitik. Die OECD (2004) betont die unmittelbare Verbindung von wissenschaftlicher Grundlagenforschung, bildungspolitischen Ansätzen und ihre Verknüpfung über die Verstärkung der nationalen und internationalen Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft.

3 In diesem Sinne betont auch der Europäische Rat (EU-Council) im März 2004 die Notwendigkeit der Fokussierung der Innovationspolitik auf die Stimulierung der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft, auf die Steigerung der öffentlichen FuE-Investitionen für die wissenschaftliche (Grundlagen-)forschung, der Verbesserung des Technologietransfers und der Effizienz öffentlicher Forschungseinrichtungen.

5.1 Konvergenz der Herausforderungen und der innovationspolitischen Ansätze

Die Herausforderungen für die Forschungs- und Innovationspolitik gleichen sich in allen Ländern und führen in der Konsequenz zu einem **international weitgehend einheitlichen Kanon von Politikansätzen und Politikinstrumenten**. Dies gilt für Veränderungen von Märkten, Wirtschaftsstrukturen und Unternehmensverhalten ebenso wie für die Aufgaben der öffentlichen Forschung und die an sie gestellten Anforderungen. Trotz einer ebenfalls zunehmenden „Harmonisierung" der innovationsökonomische Begründungen und der theoretisch-konzeptionellen Ansätze, auf die sich die nationalen Forschungs- und Innovationspolitik stützt (vgl. Audretsch et al. 2002 sowie Abschnitt 6), bestehen jedoch signifikante Differenzen bezüglich der Bedeutung, die den einzelnen Politikansätzen eingeräumt wird. Dies reflektiert Unterschiede der (nationalen) Innovationssysteme, der Wirtschaftsstrukturen und (historischen) Politiktraditionen.

Die **neuen Herausforderungen** resultieren aus der zunehmenden internationalen Verflechtung der Wirtschaft („Globalisierung", Abschnitt 2.1). Dem verstärkt empfundenen Kostenproblem begegnen viele Unternehmen mit der Ausrichtung auf Kernkompetenzen und, damit einhergehend, mit der Einstellung von „Randaktivitäten":

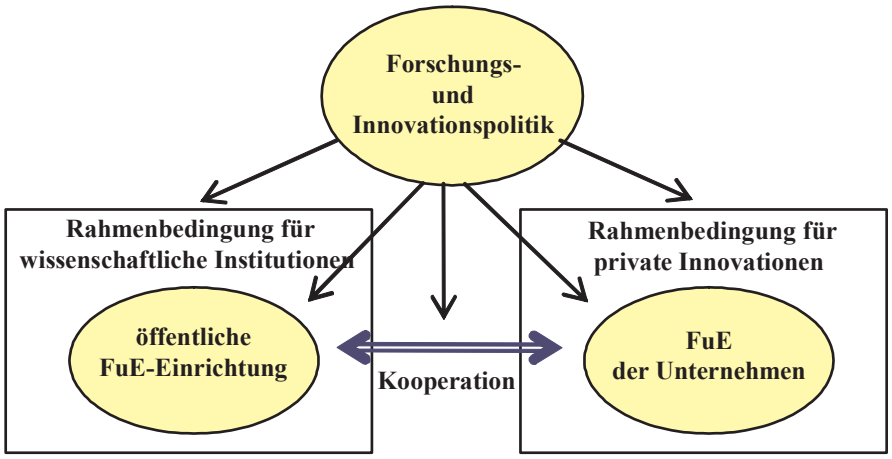
- FuE-Aktivitäten sollen unmittelbarer in messbare Resultate – z. B. Patente – münden (Abschnitt 11).
- FuE wird enger an Marketing und Produktion gebunden, um so rascher und umfangreicher betriebswirtschaftlich sichtbare Erfolge zu erzielen. Die stärkere Marktorientierung von FuE-Aktivitäten führt zu einem allmählichen Rückzug der Unternehmen aus langfristig orientierter Grundlagenforschung, was besonders deutlich an der Auflösung, Umorientierung oder Auslagerung der zentralen FuE-Abteilungen in Großunternehmen zu sehen ist (Abschnitt 2).
- Der steigende Kostendruck und die zunehmende technologische Komplexität von Produkt- und Prozessinnovationen erfordern eine Ergänzung der internen Innovationskapazitäten der Unternehmen durch „Strategische FuE-Allianzen" und FuE-Kooperationen sowie neue Formen der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Wissenschaft (Abschnitt 3.2).

Diese Entwicklungen werden verstärkt durch das Aufkommen und die Diffusion neuer Basistechnologien (IuK-Technologien, Bio- und Gentechnologie, Nanotechnologie und neue Materialien sowie Technologien im Umwelt- und Gesundheitsbereich) und daraus resultierend durch das Entstehen neuer Märkte. Gleichzeitig führt auf den Produktmärkten die Öffnung von zuvor staatlich regulierten Märkten zu neuen Wettbewerbsverhältnissen und einer neuen Innovationsdynamik, die die Bedeutung des Wettbewerbs als Triebkraft für Innovationen unterstreicht. Auf den Faktormärkten traten zunehmend Knappheiten auf, sowohl für Risiko tragendes Kapital als auch für hoch qualifiziertes Fachpersonal (siehe in den Abschnitten 4.2 bzw. 8.1). Auch innerhalb der wissenschaftlichen Forschung zeigt sich eine deutliche Zunahme des internationalen Austausches sei es im Rahmen grenzüberschreitender Großprojekte, bilateraler internationale Kooperationen oder in der Folge der Mobilität hoch qualifizierter Forscher, die sich in ihrer Arbeitswahl zunehmend an Arbeitsbedingungen an den jeweiligen Forschungsstätten orientieren (Abschnitt 12.2).[4]

[4] Sichtbarer Ausdruck der zunehmenden internationalen Ausrichtung der Wissenschaft ist die starke Zunahme internationaler Kopublikationen, die in Abschnitt 12.2 diskutiert wird. Damit hat sich auch in der wissenschaftlichen Forschung der Wettbewerb um die „besten" Köpfe verstärkt und die Sorge vor einem „Brain Drain" hat (wieder) für die Wissenschaftspolitik ein hohes Gewicht erhalten.

Die Grenzen von Grundlagenforschung und angewandter Forschung erscheinen heute weniger klar. Daraus resultieren neue Herausforderungen für die öffentliche Forschung als Produzent für Grundlagenwissen, als Kompetenzträger und Kooperationspartner der Unternehmen sowie als Produzent hoch qualifizierten Nachwuchses. Für die Forschungs- und Innovationspolitik bedeuten diese sich gegenseitig verstärkenden Herausforderungen, dass gleichzeitig die Rahmenbedingungen und Anreize für die Innovationsaktivitäten der Unternehmen verbessert werden müssen, die öffentlichen FuE-Investitionen verstärkt, die Effizienz und Effektivität der öffentlichen Forschung erhöht und die Schnittstellen zwischen öffentlicher Forschung und privaten Innovationsaktivitäten hin zu einer „Wissensökonomie" bzw. „Wissensgesellschaft" optimiert werden müssen (vgl. schematisch Abb. 5-1).

Abb. 5-1: Ansatzpunkte der Forschungs- und Innovationspolitik



Quelle: ZEW.

Die allgemeinen Beobachtungen lassen sich in den ausgewählten Vergleichsländern bereits an vielen Ansätzen konkretisieren (Tab. 5-1). In allen Ländern steht heute die Schaffung innovationsfreundlicher Voraussetzungen auf den Güter- und Faktormärkten und im Bereich der rechtlichen Regelungen und Institutionen auf der politischen Tagesordnung. Es geht um:

- die Sicherung eines funktionierenden **Arbeitsmarkts für Hochqualifizierte** und eines ausreichenden **Angebots an qualifiziertem Personal** durch Reform des Bildungs- und Weiterbildungssystems;
- **Reformen auf den Kapitalmärkten**, um auf die Veränderungen in der Finanzierung von Innovationen reagieren zu können, wie der gestiegenen Bedeutung von Wagniskapital für junge Technologieunternehmen oder der grenzüberschreitende Finanzierung von FuE;
- **steuerliche Anreize** für Unternehmen und Privatpersonen, die Investitionen in FuE erhöhen, sowie um Ansätze zu einer stärkeren Nutzung von privatem Vermögen für die Finanzierung von Wissenschaft und Forschung (u. a. Stiftungsrecht);
- die Ausweitung des Rechtsschutzes für intellektuelles Eigentum über eine Ausweitung des Patentschutzes (z. B. Software, Managementmethoden), die Stärkung der Rechtsposition von Patentinhabern (z. B. im Rahmen von TRIPS) oder die Einführung neuer Arten von Eigentumsrechten (z. B. EU-Marken, Gemeinschaftspatent), Reformen des Patentrechts zur Stimulierung der Kooperation Wissenschaft–Wirtschaft; sowie um
- die **Anpassung von innovationsrelevanten Regulierungen** zum Abbau von Innovationshemmnissen.

Tab. 5-1: Aktuelle Trends in der Grundausrichtung der Forschungs- und Innovationspolitik-Strategie in den USA, Japan, Großbritannien, Frankreich und Finnland Anfang des 21. Jahrhunderts

Land	Ziele
USA[1]	- Ausweitung der Forschung zu Gesundheit/Lebenswissenschaften und der wissenschaftlichen Grundlagenforschung (Verdoppelung der FuE-Budgets der NIH 1998-2002, ab 2004 eventuell Verdoppelung des NSF bis 2008)
	- Ausweitung der Forschung zu Militär-/Sicherheitstechnologien
	- Nationale Technologieinitiativen zu Nanotechnologie, IuK-Technologien, Umwelt
	- Sicherung des Technologietransfers aus der öffentlichen Forschung
	- Förderung von technologieorientierten Gründungen und FuE in KMU
	- Stärkung der Anreize für FuE in Unternehmen durch steuerliche Förderung
Japan[2]	- Erhöhung der staatlichen FuE-Ausgaben 2000 bis 2005 von 0,7 % auf 1,0 % des BIP
	- Sicherung einer qualitativ hochwertigen Grundlagenforschung in der öffentlichen Forschung durch administrative Reform und Internationalisierung
	- Verbesserung der Zusammenarbeit Wissenschaft-Wirtschaft-Staat, Ausbau regionaler Technologiecluster
	- Fokussierung der Forschungsförderung auf Lebenswissenschaften, IuK-Technologien, Umwelt sowie Nanotechnologie/Neue Materialien
	- Bessere Koordination der Forschungs- und Innovationspolitik durch den Wissenschafts- und Technologierat und Reorganisation der ministeriellen Kompetenzen
Großbritannien[3]	- Deutliche Erhöhung der FuE-Ausgaben des Staates bis 2006, vor allem durch mehr Mittel für die wissenschaftliche Forschung
	- Bessere Nutzung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse zur Erhöhung der Produktivität der britischen Wirtschaft, vor allem durch raschere Umsetzung in Innovationen
	- Erhöhung der Investitionen in die wissenschaftliche Forschung (neue Forschungsthemen, Sachkapitalausstattung, Personalausstattung)
	- Erhöhung der Innovationskraft in KMU und in Branchen mit international unterdurchschnittlicher Innovationsperformance (FuE-Steuererleichterung für KMU)
Frankreich[4]	- Ausweitung der Forschungsförderung, Fokussierung auf Verbundforschung zu IuK, Lebenswissenschaften, nachhaltige Entwicklung (Energie- und Verkehrstechnik), Raumfahrt und Kernfusion
	- Stärkung von FuE in jungen, forschungsintensiven Unternehmen durch steuerliche Anreize und Verbesserung des Angebots an privaten VC-Gebern (Business Angels)
	- Verbesserung des Technologietransfers aus der öffentlichen Forschung durch Patentverwertung, Ausgründungen und Innovations-Sensibilisierung
	- Verbesserung der administrativen Strukturen der Forschungs- und Innovationspolitik und Dezentralisierung der Umsetzungsstellen
Finnland[5]	- Erhöhung der staatlichen FuE-Ausgaben von 2002 bis 2007 um 300 Mio. € (= +21 %), vor allem in der Projektförderung und der Grundfinanzierung von Hochschulen
	- Internationalisierung des finnischen Innovationssystems auf allen Ebenen
	- Ausbau nationaler Stärken in Clusterprogrammen (IuK, Holz, Metall)
	- Technologieförderung zu aufkommenden Themen (Lebenswissenschaften, Umwelt, IuK, Wohlbefinden, wissensintensive Dienste), Stärkung von Foresight-Aktivitäten
	- Stärkung des Wissenstransfers, Reform von Universitäten und Forschungsinstituten

1 Schwerpunkte der FuE-Budgets der Bundesbehörden, vgl. AAAS (2003a, b).
2 Zweiter Basisplan für Wissenschaft und Technologie, 2001.
3 Investing in Innovation – A Strategy for Science, Engineering and Technology, DTI und DfES, 2002.
4 Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie und Ministère délégueé à la recherche et aux nouvelles technologies: „Plan d'Innovation“, revidierte Fassung von April 2003.
5 STPC: „Science and Technology Policy Review: Knowledge, Innovation and Internationalisation“ (Dezember 2002), „Innovation policy guidelines: intelligent, learning and competitive Finland“ (Mai 2001).

Die Förderung von technologieorientierten Gründungen und die Unterstützung von Innovationen in KMU ist in den 1990er Jahren eine Priorität der Forschungs- und Innovationspolitik geworden, die aktuell weiter an Stellenwert gewinnt (vgl. Abschnitt 4.2). Die Ausweitung der Finanzierung für die öffentliche Forschung geht einher mit Bemühungen, **neue wissenschaftliche Forschungsergebnisse** rasch und in großem Umfang **in innovative Produkte und Prozesse zu überführen**. Zu den Ansatzpunkten zählt die Vernetzung unterschiedlicher Akteure im Innovationssystem im Rahmen von Kompetenznetzwerken, Exzellenzzentren und Clustern. Außerdem wird der wechselseitige Personalaustausch zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen gefördert sowie die Verbesserung der Verwertungsbedingungen an öffentlichen Einrichtungen (z. B. Patentrecht, Ausgründungen, Inkubatoreinrichtungen). Die Reform öffentlicher Forschungseinrichtungen zielen darauf ab, die Grundlagenforschung zu sichern, die Effizienz zu erhöhen, eine größere Anwendungsrelevanz zu erreichen und die innovationspolitische Steuerbarkeit der Einrichtungen zu verbessern.

Innerhalb der Politik ist das verstärkte Bemühen zu erkennen, dem Querschnittscharakter der Forschungs- und Innovationspolitik und der Verzahnung verschiedener Politikbereiche durch neue Koordinationsmechanismen Rechnung zu tragen. Die geringer werdenden nationalen Unterschiede in Zielen und Konzeption der Forschungs- und Innovationspolitik legen zudem einen intensiven internationalen Erfahrungsaustausch in der forschungs- und innovationspolitischen Praxis nahe. Verstärkt wird diese Tendenz dadurch, dass ideologische Unterschiede in Bezug auf Zielsetzung und Ansatzpunkte angesichts der einheitlichen Problemsituation und der allgemeinen Akzeptanz von Forschung und Innovation als wohlstandserhöhende Faktoren kaum noch zu erkennen sind. Dadurch ist in den meisten Ländern eine hohe Kontinuität unabhängig von parteipolitischen Zusammensetzungen der Regierungen zu beobachten. Die Forschungs- und Innovationspolitik **gewinnt als politisches Handlungsfeld an Bedeutung**. Sichtbarer Ausdruck sind deutliche Umschichtungen der staatlichen Budgets zugunsten von FuE- und innovationsfördernden Ausgaben in einigen Ländern.

5.2 Trendwende bei den öffentlichen Ausgaben für Forschung und Entwicklung

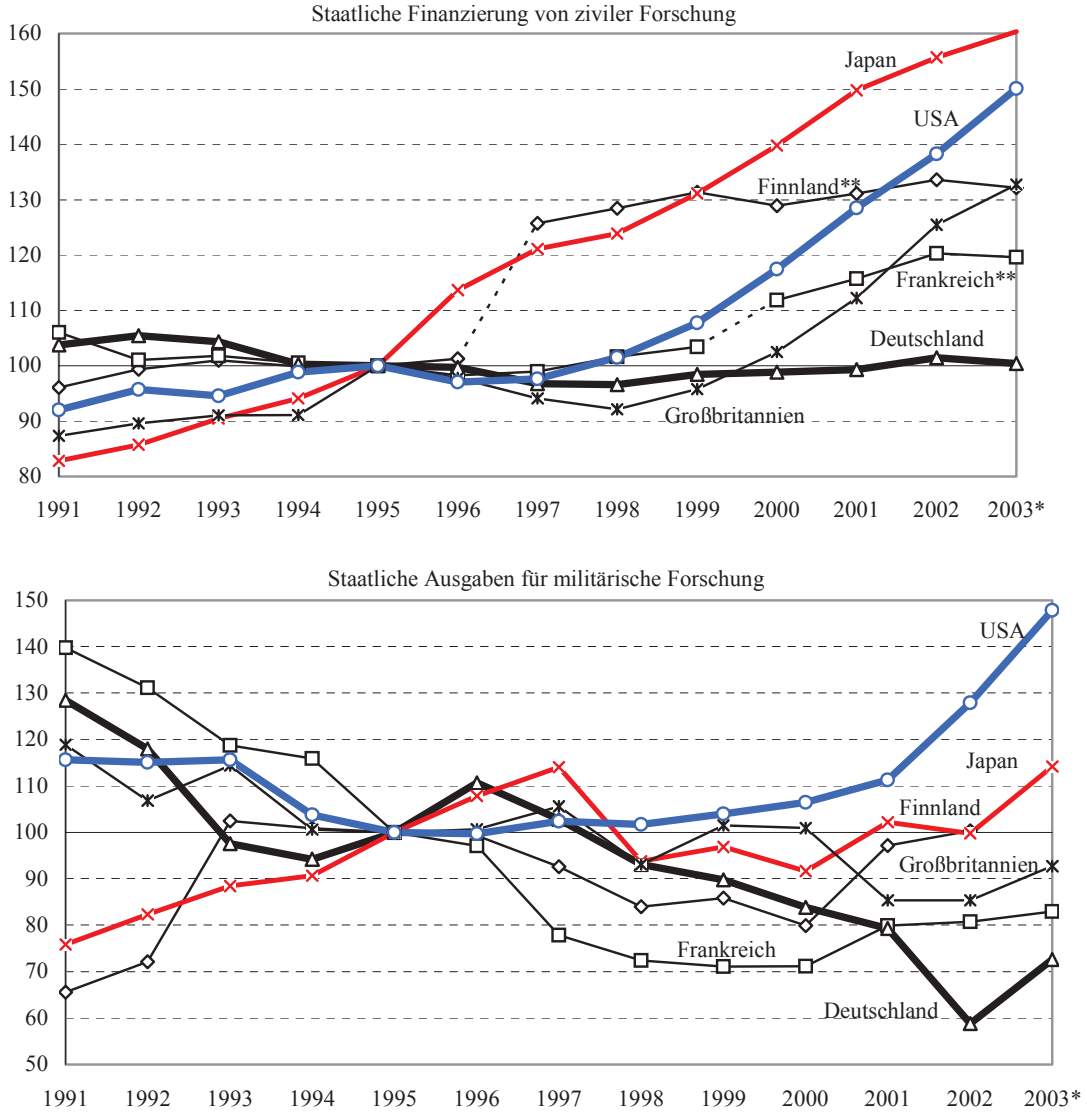
Der in den 1990er Jahren beobachtbare Trend rückläufiger staatlicher FuE-Anstrengungen ist gestoppt. Betont wird wieder stärker der Multiplikatoreffekt öffentlicher Forschung. Angesichts der zunehmenden Bedeutung von Wissensgenerierung und -diffusion setzen die meisten Länder auf eine Ausweitung der FuE-Aktivitäten auf breiter Front, insbesondere in der Grundlagenforschung. Damit reagieren sie auf die sich abzeichnende, veränderte Arbeitsteilung zwischen Unternehmen und Wissenschaft, bei der Erstere sich zunehmend auf die Umsetzung bzw. Einbindung von neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen in Innovationen konzentrieren und die Zusammenarbeit mit der Wissenschaft zur Sicherung des Wissensflusses intensivieren. In allen betrachteten Ländern wurden in den letzten Jahren **die FuE-Ausgaben des Staates deutlich ausgeweitet** (vgl. Abb. 5-2):

- In den **USA** nehmen die zivilen und die militärischen FuE-Ausgaben des Staates massiv zu (von 2000 bis 2003 um 30 bzw. 40 %)[5]. Die Steigerung der zivilen FuE adressierte dabei primär wissenschaftliche Forschung im Bereich der Lebenswissenschaften. Gestiegen ist aber auch die Förderung der FuE kleiner und mittlere Unternehmen.

[5] Alle hier genannten Zahlenangaben sind inflationsbereinigt. Nicht enthalten sind in den Zahlenangaben die Mittel, die im Rahmen der steuerlichen FuE-Förderung den Unternehmen zur Verfügung stehen.

- Im Zuge der Ausweitung der öffentlichen FuE-Ausgaben in **Japan** (ca. 30 % seit 1998) wurde die im internationalen Vergleich traditionell niedrige Quote der staatlichen FuE-Finanzierung signifikant erhöht. Die Ausgabensteigerung ging Hand in Hand mit einer Reform der öffentlichen FuE-Einrichtungen zur Stimulierung der Kooperation zwischen Wissenschaft und Unternehmen und der stärkeren Einbeziehung der KMU in technologiespezifische Förderprogramme. Die Reform der steuerlichen FuE-Förderung im Jahr 2003 führt zu einer massiven Ausweitung der Förderung der FuE der Wirtschaft.
- Ausgangspunkt der in **Großbritannien** 1998 einsetzenden Erhöhung der öffentlichen Ausgaben für FuE (1998-2003 knapp 30 %) war die Gefahr der Erosion der traditionell sehr leistungsfähigen britischen Wissenschaft. Schwerpunkt der Steigerung waren dann auch Forschungsförderungsfonds und die institutionelle Finanzierung wissenschaftlicher Einrichtungen. Zusätzlich wurde eine steuerliche Förderung der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft eingeführt.

Abb. 5-2: Entwicklung der staatlichen FuE-Ausgaben 1991-2003 nach ziviler und militärischer Forschung (zu Preisen von 1995, Indexreihen, 1995=100)



* Budgetplanzahlen, teilweise Schätzungen.
** Finnland: starker Anstieg zwischen 1996 und 1997 größtenteils durch Änderungen in der Erfassungsmethodik bedingt; Frankreich: Anstieg 1999 auf 2000 durch Definitionsänderung überzeichnet.

Quelle: OECD (MSTI 2/03) – Berechnungen des ZEW.

- Trotz massiver Haushaltsprobleme hat auch **Frankreich** in den letzten Jahren die staatlichen FuE-Ausgaben ausgeweitet (um 9 % seit 2000). Schwerpunkte sind die Förderung des Wissens- und Technologietransfers und der technologieorientierten Gründungen. Durch die jüngste Reform der steuerlichen FuE-Förderung wird die FuE-Tätigkeit der KMU zusätzlich stimuliert. In jüngerer Zeit wird aber der Zielkonflikt zwischen Haushaltskonsolidierung und öffentlichen FuE-Ausgaben zunehmend deutlich. Daraus resultieren u. a. Probleme bei den Reformbestrebungen in öffentlichen Forschungsinstitutionen.
- In **Finnland** wurden die staatlichen FuE-Ausgaben während der neunziger Jahre deutlich angehoben, was sowohl dem Wissenschaftssystem (über eine erhöhte institutionelle und Projektfinanzierung) als auch dem Unternehmenssektor (über Technologieprogramme) zugute kam. Gesteigert wurde die Verbundforschung und die Beteiligung von KMU. Bemerkenswert ist auch, dass Finnland entgegen dem internationalen Trend nicht auf eine steuerliche FuE-Förderung zurückgreift.

Deutschland schneidet beim Vergleich der Entwicklung der staatlichen FuE-Finanzierung schlecht ab (Abschnitt 2): Von 1991 bis 2000 ging die Relation von staatlichen FuE-Ausgaben zum BIP von 1 % auf 0,8 % zurück. Zwar wurde der Abwärtstrend im Jahr 2001 gestoppt, doch zu einer deutlichen Ausweitung der Finanzierungsintensität kam es nicht. Zwischen 2000 und 2003 stieg das staatliche FuE-Budget (Bund plus Länder und Kommunen) preisbereinigt um nicht einmal 1 %, während der Anstieg in Frankreich +9 %, in Japan +15 %, in Großbritannien +16 % und in den USA +34 % betrug. In den USA steigerte der Staat seine Ausgaben für FuE zwischen 2000 und 2003 von 77 auf 102 Mrd. US-$ (zu Preisen von 1995). Alleine dieser Zuwachs von gut 25 Mrd. US-$ liegt um 50 % über den gesamten staatlichen FuE-Ausgaben in Deutschland, die im Jahr 2003 knapp 17 Mrd. US-$ (zu Preisen von 1995) ausmachten.

Bei der Interpretation der Ausgabentrends und der Bewertung aus innovationspolitischer Sicht ist eine Differenzierung nach dem zivilen und militärischen Charakter der FuE-Ausgaben sinnvoll, da diese sehr unterschiedlich auf Innovationspotenzial und technologische Leistungsfähigkeit wirken. Die staatlichen Ausgaben für militärische FuE machen teilweise einen beträchtlichen Anteil der gesamten staatlichen FuE-Ausgaben aus: In den USA entfallen auf sie aktuell 54 % (nachdem Mitte der 1980er Jahre dieser Anteil sogar fast 70 % betrug), in Großbritannien stellen sie knapp 30 % (nach 50 % Mitte der 1980er Jahre) und in Frankreich 23 % (nach knapp 40 % im Jahr 1990) der staatlichen FuE-Ausgaben. In Deutschland spielt die militärische Forschung innerhalb der staatlichen FuE-Ausgaben mit einer Quote von aktuell 6 % (Ende der 1980er Jahre: 13 %) ebenso wie in Japan (4 %) und Finnland (2 %) kaum eine Rolle.[6]

Abb. 5-3 zerlegt die Zunahme der staatlichen FuE-Ausgaben nach den Hauptkategorien der Mittelverwendung und gibt damit einen groben Überblick über die Veränderung der Schwerpunktsetzungen der Forschungs- und Innovationspolitik in den letzten Jahren.

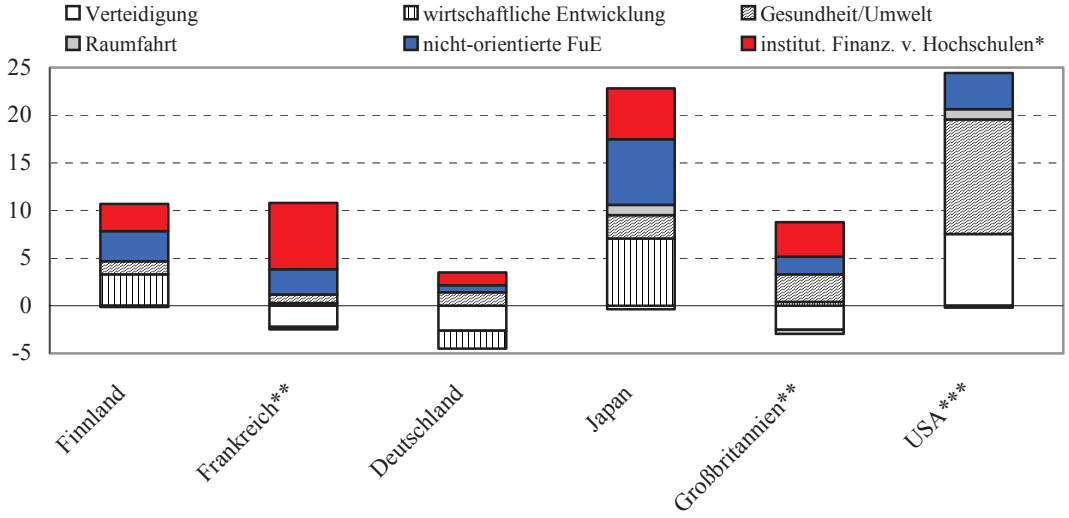
- In **Japan** flossen die Mittelzuwächse vor allem in die Finanzierung anwendungsnaher wissenschaftlicher Forschung mit direkter Umsetzungsrelevanz und in die institutionelle Förderung der Hochschulforschung. Vergleichsweise gering sind die Steigerungen bei FuE zu Gesundheit und Umwelt, der Raumfahrt und der militärischen FuE.

---

6 Stellt man nur auf die öffentliche Förderung der FuE der Unternehmen ab, liegen die Relation zwischen militärischer und ziviler Forschung deutlich höher.

- In den **USA** folgte die jüngste Mittelausweitung deutlich unterschiedlichen Prioritäten: Die beiden Hauptträger des Zuwachses sind die Gesundheitsforschung und die Militärforschung, während in der Raumfahrt ein Rückgang zu verzeichnen ist.

Abb. 5-3: Veränderung der Verwendung staatlicher FuE-Ausgaben zwischen 1996/98 und 2000/02 nach Hauptausgabenkategorien in % (zu Preisen von 1995)



* Einschließlich sonstiger, nicht einer der ausgewiesenen Kategorien zugeordneter ziviler FuE-Finanzierung.
** Frankreich und Großbritannien: 2000/01 statt 2000/02; Wachstumsrate für institut. Finanz. v. Hochschulen in Frankreich zwischen 96/98 auf 00/01 wegen methodischer Änderungen im Erhebungsinstrument überzeichnet.
*** USA: ohne institutionelle Hochschulfinanzierung.

Quelle: OECD (MSTI 2/03) – Berechnungen des ZEW.

- In **Großbritannien** lag das Schwergewicht auf der institutionellen Finanzierung der Hochschulen und bei der Ausweitung der Mittel für Gesundheits- und wissenschaftlichen Grundlagenforschung (Research Councils).
- In **Frankreich** flossen die zusätzlichen Mittel vornehmlich in eine bessere Ausstattung der Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Die Mittel für Militärforschung wurden – ebenso wie in Großbritannien – deutlich zurückgefahren.
- In **Finnland** betraf die Mittelausweitung alle großen Bereiche der zivilen Forschung gleichermaßen.
- In **Deutschland** gingen in den vergangenen Jahren die staatlichen FuE-Mittel für Verteidigung deutlich, jene für wirtschaftliche Entwicklung (FuE-Förderung an Unternehmen, anwendungsnahe wissenschaftliche Forschung) leicht zurück.

Eine zusammenfassende **innovationsökonomische Bewertung des aktuellen Anstiegs** staatlicher FuE-Ausgaben im internationalen Vergleich ist schwierig, zu unterschiedlich sind die Hintergründe und Formen der Mittelausweitung. Grundsätzlich gilt, dass FuE-Ausgaben überwiegend investiven Charakter haben, da sie zur Produktion von Gütern (d.h. Wissen, Technologie und Qualifikationen) dienen, die erst in späteren Perioden Erträge abwerfen. Zweifelsfrei kommt dem Staat bei der Produktion dieser Güter, die durch hohe Unsicherheiten über die künftigen Erträge und hohe externe Effekte gekennzeichnet sind, eine zentrale Bedeutung zu. Im Vergleich zu konsumtiven Ausgaben werfen staatliche FuE-Ausgaben auf lange Sicht die höheren Erträge ab und sind daher als wachstumsfördernd zu bewerten. Insofern setzen die Länder mit expansiven staatlichen FuE-Ausgaben zukunftsorientiertere Akzente.

Die rasche Ausweitung der Ausgaben in einigen Ländern bzw. Schwerpunktbereichen wirft allerdings auch die Frage nach der **Absorptionsfähigkeit** der Empfänger und damit nach der Effizienz des Mitteleinsatzes auf. Eine produktive Verwendung zusätzlicher FuE-Mittel setzt die Verfügbarkeit von hoch qualifiziertem Personal als dem wichtigsten Inputfaktor in FuE-Prozessen voraus. Dieses Humankapital kann nicht in kurzer Frist produziert werden. Kurzfristig stark steigende FuE-Mittel werden daher Re-Allokations-Tendenzen von Humankapital, die Zuwanderung von Forschern aus dem Ausland, knappheitsbedingte Preissteigerungen bei den Inputfaktoren (d.h. Einkommenssteigerungen für Forscher) oder eine Verschiebung des Mitteleinsatzes hin zu Investitionen und Sachmittelausgaben (mit der Gefahr einer Mittelverschwendung durch unnötig kapitalintensive Forschungsaktivitäten) auslösen. Inwieweit diese größtenteils nicht intendierten Effekte auftreten, hängt von der konkreten Allokation des Mittelzuwachses in den einzelnen Ländern ab.

In **Japan** folgt die Mittelerhöhung einem langfristigen Pfad, startete von einem sehr niedrigen Niveau aus und geht in die Breite des gesamten Wissenschaftssystems. Da parallel dazu die Zahl der Hochschulabsolventen anstieg und die Nachfrage der Unternehmen nach Hochqualifizierten aufgrund der wirtschaftlich schwierigen Lage abnahm, stellte sich das Problem der Mittelabsorption kaum. In **Großbritannien** entfällt ein großer Teil des Mittelzuwachses auf höhere Investitionen für Forschungsinfrastruktur und eine bessere Mittelausstattung von FuE-Projekten, um die jahrelange Tendenz einer die Substanz aufzehrenden Forschung zu stoppen. Gleichzeitig sollen die besseren Rahmenbedingungen für die Forschung die internationale Attraktivität Großbritanniens als Forschungsstandort stärken und ausländische Forscher anziehen. Ähnlich ist auch die Situation in **Frankreich**, wo der Zuwachs nach vielen Jahren der Mittelkürzungen stattfand und über die Ausweitung der institutionellen Finanzierung in die Breite des gesamten Wissenschaftssystems ging. In den **USA** sind am ehesten Hinweise für verzerrende Wirkungen des FuE-Ausgabenanstiegs zu beobachten. Durch die Fokussierung auf wenige thematische Felder liegen reallokative Wirkungen vor. Allerdings folgte der Mittelanstieg des Staates auf eine Phase eines noch kräftigeren Anstiegs der FuE-Ausgaben der Unternehmen Ende der 1990er Jahre und ist so in einen – im internationalen Vergleich rasanten – strukturellen Wandel der US-Wirtschaft hin zu wissensbasierten Sektoren und Tätigkeiten eingebettet. Gleichzeitig erleichtern die flexibleren institutionellen Rahmenbedingungen in der wissenschaftlichen Forschung in den USA die Absorption zusätzlicher Mittel. Der Mittelanstieg induzierte eine Zuwanderung ausländischer Forscher und einen Anstieg der Zahl ausländischer Studenten. In der Industrie kompensierte der jüngste Anstieg der FuE-Mittel für Militärforschung zu einem guten Teil die konjunkturell bedingten Rückgänge im zivilen Bereich (z. B. Luftfahrzeugbau oder IT-Sektor).

5.3 Neuausrichtung der Technologie- und Forschungsförderung

Technologiespezifische FuE-Förderprogramme bilden in allen betrachteten Ländern einen wesentlichen Bestandteil der FuE-Förderung. Ihr Merkmal ist es, dass der Staat Themen, auf die Unternehmen und öffentliche Forschungseinrichtungen ihre FuE-Ressourcen lenken sollen, zumindest im groben Rahmen vorgibt. Er beeinflusst somit die Allokation der FuE-Ressourcen nach Technologiefeldern. Die technologiespezifische Förderung umfasst einerseits zivile Technologieprogramme, um deren Mittel sich Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Rahmen von Ausschreibungen bewerben können, und andererseits die Durchführung konkreter Forschungsprojekte im Auftrag des Staates (staatliche FuE-Aufträge). Die Entwicklung von Technologien für vorwiegend militärische Zwecke ist ein weiterer spezifischer Aspekt der staatlichen Technologieförderung. Die staatliche Finanzierung

von wissenschaftlicher Forschung weist ebenfalls meist eine inhaltliche Ausrichtung auf, so im Rahmen der institutionellen Förderung von Forschungseinrichtungen mit einer bestimmten thematischen Ausrichtung oder durch FuE-Programme mit einem thematischen Fokus.

Wie die Tab. 5-2 zeigt, besitzt die **technologiespezifische Förderung** in den USA (0,3 % vom BIP) und in Japan (0,37 %) das stärkste Gewicht. In Europa nutzt insbesondere Frankreich diese Förderform besonders intensiv (0,22 %), während sie in Großbritannien ein vergleichsweise geringes Gewicht hat (0,08 %). Finnland liegt gleich auf mit Deutschland (0,15 %). Der noch vor wenigen Jahren konstatierte Rückgang „missionsorientierter Forschungspolitik" zeigt sich in der Entwicklung der letzten Jahre nicht mehr. Vielmehr fand eine Stärkung der technologiespezifischen Förderung statt. In den USA, Japan, Finnland und Großbritannien wurden die entsprechenden Budgetmittel ausgeweitet, in Frankreich fand eine Konsolidierung auf hohem Niveau statt.

Tab. 5-2: Umfang von Technologieprogrammen in ausgewählten Ländern (2002)

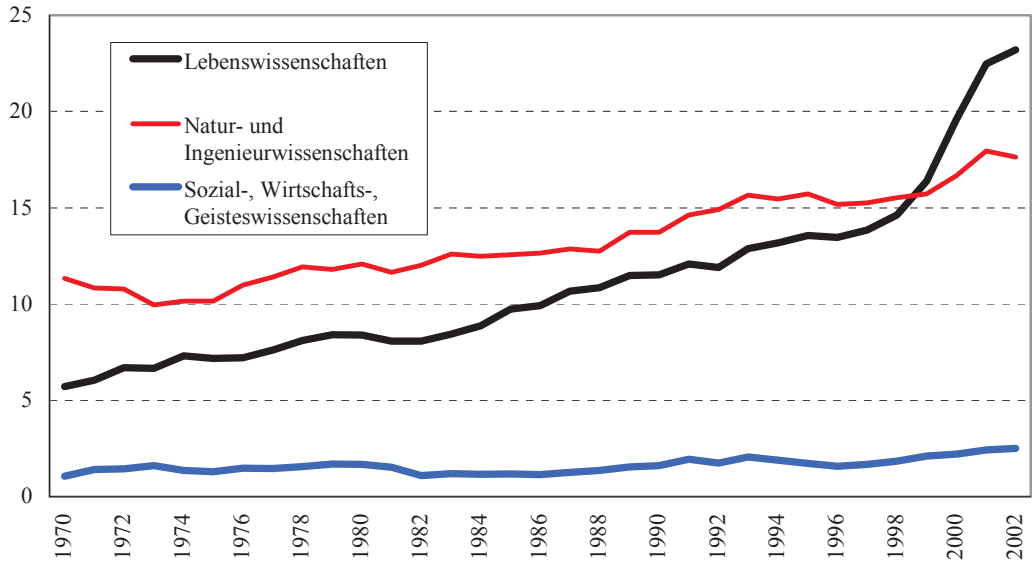
	Programm-umfang in Mio. US-$	Anteil an staatlichen FuE-Ausgaben in %	Anteil am BIP in %	finanzielle Schwerpunkte der Förderung in Technologieprogrammen	nachrichtlich: gesamte direkte Projektförderung in % des BIP[7]
USA[1]	32.500	33	0,30	alle Wissenschafts- und Technologiefelder	0,30
Japan[2]	14.500	52	0,37	Energie (38 %), Lebenswissenschaften (19 %), IuK (8 %), Raumfahrt, Meeresforschung, Klima	0,37
Frankreich[3]	3.070	21	0,22	Raumfahrt, Energie, IuK, Lebenswissenschaften, Nanotechnologie	0,25
Großbritannien[4]	1.220	11	0,08	Raumfahrt, Energie, IuK, Nahrung, Lebenswissenschaften, Neue Materialien	0,21
Finnland[5]	190	15	0,15	IuK, Energie/Umwelt, Biologie/Chemie, Produktionstechnologien (48 Programme)	0,31
Deutschland[6]	2.500	15	0,13	alle Wissenschafts- und Technologiefelder	0,19

1 2001, gesamte zivile FuE-Programme des Bundes, aber ohne Finanzierung von staatlichen Forschungszentren, inklusive FuE-Aufträge und Finanzierung wissenschaftlicher Forschungsprojekte; zuzüglich rund 1 Mrd. US-$ an FuE-Programmen der Bundesstaaten.
2 Gesamte zivile FuE-Programme inklusive wettbewerblich vergebene FuE-Projekte.
3 Grands programmes technologiques, fonds de la recherche technologique.
4 Nationales Raumfahrtprogramm, Energieforschung, LINK-Programme, Foresight-LINK, CARAD (zivile Raumfahrt), sowie zivile FuE-Aufträge der Fachministerien (ca. 1 Mrd. US-$).
5 Tekes-Technologieprogramme.
6 Zivile direkte Projektförderung der Bundesministerien.
7 Zivile Technologieprogramme plus Projektförderung für wissenschaftliche Forschung.

Quelle: nationale Statistiken, OECD (MSTI 1/03) – Berechnungen und Schätzungen des ZEW.

In allen Ländern lässt sich – unterschiedlich stark – eine **Prioritätsverschiebung** zugunsten von Biotechnologie, Gentechnik, Gesundheitsforschung, Informations- und Kommunikationstechnologie, Nanotechnologie, neuen Materialien und Umwelttechnologie beobachten. Am stärksten ausgeweitet wurden i. d. R. die Mittel für FuE in den **Lebenswissenschaften**. Am konsequentesten hat diese Schwerpunktsetzung in den USA stattgefunden. Dort wurden die öffentlichen FuE-Ausgaben für Lebenswissenschaften in nur fünf Jahren von 11,7 Mrd. US-$ (1998) auf 25,1 Mrd. US-$ (2003) verdoppelt. Die Abb. 5-4 zeigt den Ende der 1990er Jahre einsetzenden Strukturbruch:

Abb. 5-4: Forschungsfinanzierung[a)] in den USA nach thematischer Ausrichtung 1970-2002 (Summe Wissenschaft und Wirtschaft, in Mrd. US-$ zu Preisen von 2000)



a) Nur Förderung für Grundlagen- und angewandte Forschung, ohne Förderung der technologischen Entwicklung.

Quelle: Eiseman et al. (2002).

Damit übersteigen in den USA seit 2002 die FuE-Ausgaben für Lebenswissenschaften diejenigen für die „traditionelle" zivile Technologieentwicklung in Chemie, Physik und Ingenieurwissenschaften zusammen (die auch Gebiete wie IuK-Technologien, Materialforschung, Transport inkl. zivile Raumfahrt und Umwelttechnik einschließen). Gleichwohl hat auch in den letztgenannten Gebieten der Umfang der staatlichen FuE-Finanzierung zugenommen, d.h. der US-amerikanische Staat hat in den vergangenen Jahren auf eine kräftige Expansion der zivilen FuE-Ausgaben gesetzt. Die treibende Kraft war dabei weniger die Bundesregierung als der Kongress. Die Stärkung der Lebenswissenschaften erfolgte nicht durch Umschichtung von Mitteln aus anderen Themenfeldern, sondern durch zusätzliche Mittel. Der Mittelaufwuchs kam dabei primär der medizinischen und biotechnologischen Forschung in Universität, Kliniken und privaten Forschungseinrichtungen zu gute.

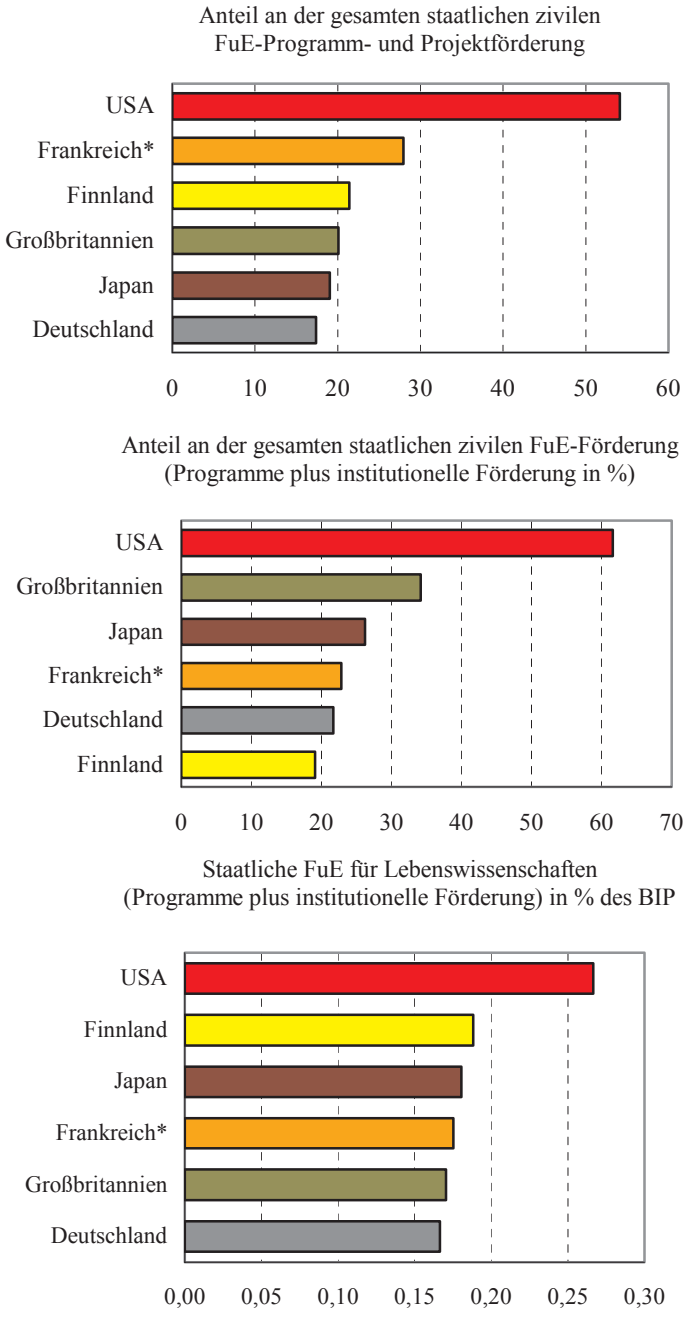
Auch in anderen Ländern sind die Lebenswissenschaften im Kontext der staatlichen FuE-Förderung bedeutender geworden. In **Japan** wurde die FuE-Förderung für Biotechnologie, Gentechnik und Gesundheit an die erste Stelle der Technologie-Prioritäten gesetzt. Die **britische Regierung** definierte Lebenswissenschaften und nachhaltige Energien als neue Priorität. **Frankreich** förderte verstärkt die Forschungskooperation zwischen Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen im Bereich der Genomforschung. In **Finnland** wurden die Mittel für Lebenswissenschaften ebenfalls ausgeweitet. Die Schwerpunktbildung im Bereich der Lebenswissenschaften ist in Abb. 5-5 dargestellt.

Diese massive Schwerpunktverlagerung bringt jedoch einige Probleme:

- Die zunächst begrenzte Absorptionskapazität des Wissenschaftssektors – an den das Gros des Mittelzuwachses fließt – führt zu steigenden Ineffizienzen.
- Die Mittelkonzentration auf die Lebenswissenschaften setzt Anreize zur Umorientierung der Forschungstätigkeit. Andere Fächer – z. B. die Ingenieurwissenschaften – werden relativ unattraktiver und ihre Fähigkeit zur Produktion neuen Wissens und neuer Technologien nimmt ab.

- Für international mobile exzellente Forscher sind die USA durch die erhebliche Mittelausweitung in den Lebenswissenschaften überaus attraktiv, da sie dort erheblich bessere Arbeits- und Einkommensbedingungen vorfinden als in anderen Ländern. Um entsprechendes Know-how zu halten, reagierten andere Länder mit einer Aufwertung der Lebenswissenschaften. Die unerwünschten Effekte übertragen sich damit auf diese Länder.

Abb. 5-5: Schwerpunktbildung im Bereich Lebenswissenschaften 2002



* Werte für Frankreich aus dem Jahr 2000.

Quelle: Verschiedene nationale Quellen, OECD (MSTI), Berechnungen und Schätzungen des ZEW.

Eine Stärkung der **militärischen FuE** findet derzeit in großem Umfang nur in den USA statt. In Frankreich, Großbritannien und Japan sind die Mittelzuwächse für militärische FuE seit 2000 be-

scheiden. Die Verlagerung von FuE-Ressourcen auf militärische Forschung lässt sich aus Sicht der Forschungs- und Innovationspolitik wie folgt bewerten:

- Die zusätzlichen FuE-Mittel der US-Regierung fließen vorrangig in die Entwicklung neuer Waffensysteme. Hier sind kaum Spillovers zur zivilen Anwendung zu erwarten; ein unmittelbarer *dual use* schließt sich in aller Regel aus. Im Vergleich zu einer alternativen Verwendung der Mittel für zivile Forschung sind mittelfristig nur geringe Wohlstandseffekte zu erwarten.
- Die Budgetausweitung erreicht aber auch Technologien mit hohem zivilen Anwendungspotenzial. Die von der *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) des US-Verteidigungsministeriums verwalteten Technologieprogramme erfuhren zwischen 2000 und 2003 eine ca. 45 %-ige Mittelausweitung auf knapp 2,7 Mrd. US-$. Diese Programme haben für kleinere Hochtechnologieunternehmen eine große Bedeutung, da sie neben der FuE-Förderung auch eine erste Nachfrage aus dem Militärbereich bieten (vgl. z. B. die Entwicklung des Silicon Valley).
- Der größte Teil der Mittel für militärische FuE geht an große Unternehmen in der Luftfahrt-, Elektronik-, Fahrzeug-, Computer- und Maschinenbauindustrie. Diese sind in der Regel sowohl in der zivilen und der militärischen Produktion tätig. Eine kurzfristige Ausweitung der FuE für militärische Zwecke führt kurzfristig zu einem *Crowding out* ziviler (privat finanzierter) FuE.

Der **Charakter der Technologieprogramme** hat sich in der letzten Dekade deutlich verändert. Zum einen haben sich Zielsetzung und die eingesetzten Instrumente verändert. Neben die Entwicklung neuer Technologien sind weitere forschungs- und innovationspolitische Ziele getreten wie z. B. die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, die Förderung der Netzwerkbildung, die KMU-Förderung oder die Stärkung der Diffusion und Kommerzialisierung neuer Technologien. Damit verbunden kamen neue Förderformen zum Einsatz (z. B. Wettbewerbe, Verbundförderung) und es wurden neue Zugangswege eröffnet. Generell sind die Technologieprogramme vielfältiger geworden und werden differenzierter eingesetzt als noch zu Beginn der neunziger Jahre. Tendenziell reduziert wurde dadurch der Lenkungsaspekt; die geförderten Institutionen oder Unternehmen sind in der Lage, innerhalb einer breit vorgegebenen inhaltlichen Zielrichtung die Förderung im Rahmen ihrer eigenen Detailziele zu nutzen.

Bei der Vorgehensweise zur **Festlegung der Programminhalte** (i. S. einer technologischen Schwerpunktsetzung) sind aus dem internationalen Vergleich nur wenig neue Entwicklungen identifizierbar. Die Auswahl der Programme folgt den traditionellen Formen der Abschätzung künftiger Technologieentwicklung (Foresight, Technologievorausschau, Prognose von wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Trends und dabei künftig relevanter Technologien) im Rahmen von Expertenpanels und mit Unterstützung von Gutachten. So folgte etwa die Auswahl von Schwerpunkten im zweiten Wissenschafts- und Technologie-Grundlagenplan der japanischen Regierung für den Zeitraum 2001 bis 2005 diesem Prinzip, und auch die Tekes-Technologieprogramme in Finnland werden im Rahmen von „Stakeholder"-Diskussionen und technologie- bzw. sektorspezifischen Studien ausgewählt und definiert. In Großbritannien wurden jüngst Foresight-Aktivitäten wieder aufgenommen, wobei einige neue Ansätze, vor allem die starke Orientierung an der Umsetzung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse, auffallen. Der von der deutschen Innovationspolitik verfolgte Ansatz der Identifizierung langfristiger Herausforderungen wie z. B. im Rahmen des futur-Dialogs[7] ist im Hinblick auf die Breite der Einbe-

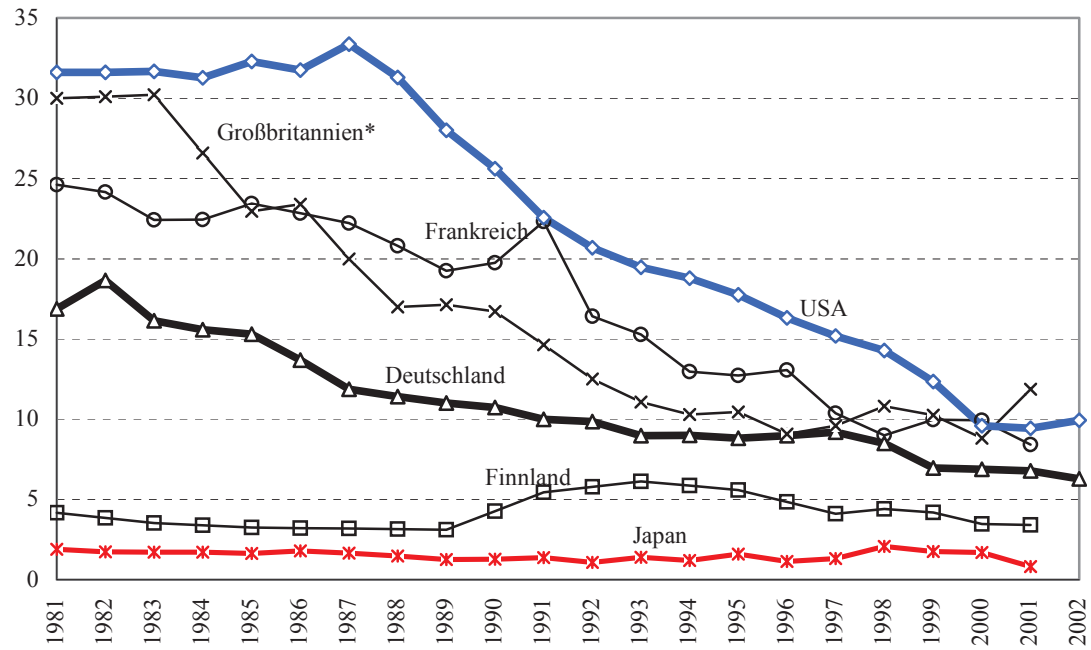
[7] Vgl. www.futur.de.

ziehung gesellschaftlicher Gruppen und im Hinblick auf seine Problemorientierung bislang in keinem der untersuchten Länder vertreten.

5.4 Staatliche Finanzierung von FuE in Unternehmen

Die Förderung von FuE-Aktivitäten der Unternehmen ist in allen entwickelten Industrieländern ein wichtiger Baustein der Forschungs- und Innovationspolitik. Gemessen an den internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen ließ sich in den neunziger Jahren ein deutlicher Rückgang der staatlichen FuE-Förderung feststellen. Der Rückgang war am stärksten ausgeprägt in den USA, Großbritannien und Frankreich und betraf vor allem den Bereich der militärischen Forschung. In Japan und Finnland blieb der staatliche Finanzierungsanteil an der FuE in der Wirtschaft weitgehend konstant (vgl. Abb. 5-6). In den letzten drei Jahren ist jedoch – mit der Ausnahme Finnlands – **wieder ein Anstieg der Förderbeträge** zu beobachten. Die Ausweitung der **steuerlichen FuE-Förderung** kompensierte in vielen Ländern die **rückläufige direkte staatliche FuE-Förderung** (vgl. Abb. 5-6).

Abb. 5-6: Anteil der direkten staatlichen Finanzierung von FuE in Unternehmen 1991-2002 (in % der gesamten internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen)



* Der Anstieg des Werts für Großbritannien im Jahr 2001 geht auf die Privatisierung großer Teile der früheren Verteidigungsforschungsanstalt DERA und der Klassifizierung der staatlichen Forschungsfinanzierung an das neue Unternehmen als FuE-Finanzierung an den Unternehmenssektor zurück. Ohne diesen Mittelfluss ist von einer leichten Abnahme der britischen Quote im Jahr 2001 auszugehen.

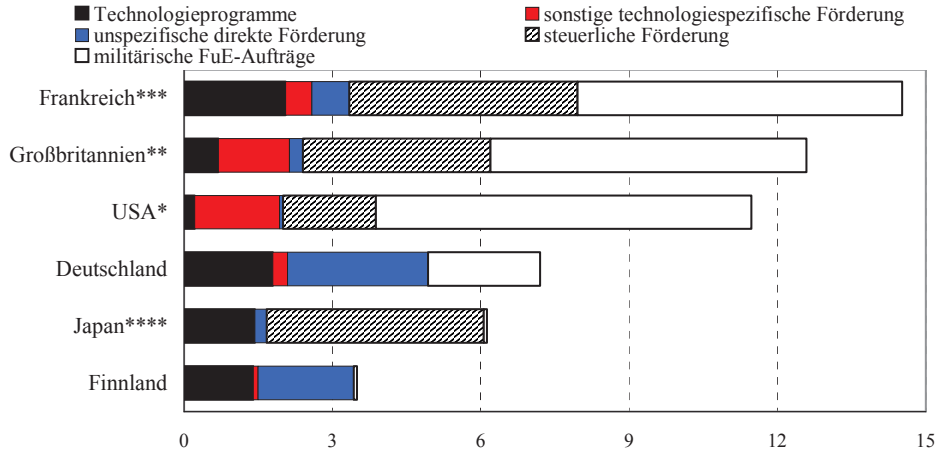
Quelle: OECD (MSTI 2/03).

Die höchsten Finanzierungsanteile des Staates an den FuE-Ausgaben der Wirtschaft weisen die Länder mit einer hohen Bedeutung militärischer FuE auf. So finanziert der Staat in Großbritannien, Frankreich und den USA 10-12 % der FuE-Ausgaben des Unternehmenssektors. In Deutschland und Japan (Stand 2003) beläuft sich dieser Anteil auf etwas mehr als 7 %. Finnland weist mit 3,5 % die geringste staatliche Finanzierungsquote auf (vgl. Abb. 5-7).

Betrachtet man nur die **zivile direkte** FuE-Förderung (Technologieprogramme, sonstige technologiespezifische plus unspezifische direkte Förderung), so liegt Deutschland innerhalb der Vergleichsgrup-

pe klar vorn. Rund 5 % der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen werden über diese Instrumente finanziert. In Frankreich und Finnland sind es etwa 3,5 %, in Großbritannien, den USA und Japan 2 bis 2,5 %. Allerdings muss dabei darauf verwiesen werden, dass insbesondere der Bereich der unspezifischen direkten Förderung (in der Diktion der deutschen Technologiepolitik „indirekte Projektförderung“) weit überwiegend von der FuE-Förderung des Aufholprozesses in den **neuen Ländern** geprägt wird und diesem Teil der Förderung von der Zielsetzung der Förderung kein Gegenstück in den Vergleichsländern entspricht.

Abb. 5-7: Anteil der unterschiedlichen staatlichen Instrumente zur FuE-Förderung in Unternehmen an den gesamten internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen in % (2000/2001)



* inkl. steuerliche FuE-Förderung durch Bundesstaaten (Annahme für 2000; ca. 400 Mio. US-$) und geschätzter zusätzlicher Kosten der Änderungen beim Alternative Incremental Credit ab 2002/03 sowie der Projektförderung durch Bundesstaaten (Annahme 2000: ca. 450 Mio. US-$).
** inkl. geschätzter Effekt der 2000 und 2002 eingeführten FuE-Steuerförderung.
*** inkl. geschätzter zusätzlicher Effekt der Ausweitung des Crédit d`Impôt Recherche im Jahr 2004.
**** steuerliche FuE-Förderung auf Basis der 2003 eingeführten steuerlichen FuE-Volumenförderung.
***** 2001.

Quelle: Nationale Statistiken, OECD (MSTI 1/03) – Berechnungen und Schätzungen des ZEW.

Generell zeigt sich in den Vergleichsländern ein **Trend zur Verstärkung der nicht-technologiespezifischen Förderung der FuE-Tätigkeit der Unternehmen.** Primäres Instrument dazu ist die Stimulierung privater FuE-Investitionen über steuerliche Präferenzen für FuE in Form von Sonderabschreibungen, spezifischen Abzugsmöglichkeiten von der Steuerbemessungsgrundlage oder der Steuerschuld. Unter den Vergleichsländern besitzt lediglich Finnland keine steuerliche FuE-Förderung. Finnland unterhält jedoch ein sehr breites Spektrum an technologie-unspezifischen („indirekten“) FuE-Fördermaßnahmen für Unternehmen. Die steuerliche FuE-Förderung wurde in Großbritannien in den Jahren 1999 eingeführt und 2001 erweitert. Die in Japan bzw. Frankreich schon lange existierende steuerliche Förderung wurde für die Jahre 2003 bzw. 2004 deutlich ausgeweitet.

Parallel zur Veränderung der finanziellen Förderung der FuE-Tätigkeit der Unternehmen wurden in den letzten Jahren auch die Rahmenbedingungen für die FuE-Investitionen der Unternehmen verbessert. Dies umfasst die generelle Senkung der Gewinnsteuern, die über Erhöhung des Cashflow nach Steuern die Finanzierung der FuE-Investitionen der Unternehmen erleichtert. Zu nennen sind in diesem Kontext auch die Ausweitung und Stärkung der intellektuellen Eigentumsrechte, die es erleichtert die Erträge aus Innovationen zu realisieren. Eine Vielzahl weiterer Maßnahmen versucht ganz allgemein positive Anreize für die FuE- und Innovationstätigkeit der Unternehmen zu setzen. Typisch für diese Maßnahmen ist einerseits, dass die unmittelbare finanzielle Belastung für den Staat gering, an-

dererseits aber auch die Wirkung der Maßnahmen auf das FuE- und Innovationsverhalten nur schwer messbar ist.

5.5 Förderung der Innovationstätigkeit von kleinen und mittleren Unternehmen

Die Forschungs- und Innovationspolitik in den hier betrachteten Ländern hat sich im vergangenen Jahrzehnt verstärkt der „Innovationsfähigkeit von KMU" und insbesondere der Förderung von „Neugründungen in technologieorientierten Branchen" gewidmet, denn den kleinen und jungen Unternehmen wird eine zunehmende Bedeutung für die technologische Entwicklung und für die Innovationsfähigkeit von Volkswirtschaften zugeschrieben. Um die vermuteten Vorteile einer sich stetig erneuernden Unternehmenspopulation und eines hohen Bestandes an flexiblen und hoch kompetenten kleinen Unternehmen für die technologische Leistungsfähigkeit der eigenen Volkswirtschaft, und damit für deren internationale Wettbewerbsfähigkeit, nutzen zu können – oder zumindest keine diesbezüglichen Nachteile hinnehmen zu müssen – verfolgen die betrachteten Länder viele Politikvarianten. Diese lassen sich, bei unterschiedlicher Schwerpunktsetzung zwischen den Ländern, in drei Gruppen subsumieren:

- Die Unterstützung bei der **Gründung innovativer Unternehmen:** Hierbei liegen die Schwerpunkte zum einen auf der Verbesserung der Frühphasenfinanzierung, beispielsweise durch den verbesserten Zugang zu Risikokapital, zum anderen auf der Stimulierung von Ausgründungen aus öffentlichen Forschungseinrichtungen (siehe Abschnitt 5.6).
- Die Stärkung des **Innovationspotenzials von KMU:** Zu diesem Bereich zählen die Unterstützung von Qualifizierungsmaßnahmen, die Durchführung von Personalaustauschprogrammen und die unterschiedlichsten Beratungsangebote.
- Die **Erhöhung der FuE-Aktivitäten in KMU:** Dies geschieht häufig durch Präferenzen für KMU im Rahmen einer steuerlichen FuE-Förderung, durch eine Ausweitung der Einbeziehung von KMU in Technologieprogramme und deren vermehrter Berücksichtigung bei staatlichen FuE-Aufträgen. Weiterhin existieren spezielle FuE-Förderprogramme für KMU beispielsweise in Form von subventionierten Krediten für FuE-Projekte von KMU.

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) haben im vergangenen Jahrzehnt wesentlich an Bedeutung für das gesamtwirtschaftliche FuE-Geschehen gewonnen. Besonders deutlich ist dies am Beispiel der USA zu sehen. Die KMU in Deutschland konnten jedoch dem FuE-Expansionsprozess der großen Unternehmen in den letzten zehn Jahren nicht folgen und ihr Anteil liegt heute bei ca. 13 % (vgl. dazu ausführlicher Abschnitt 2.2).

Ein durchgängiges Ziel in der Forschungs- und Innovationspolitik der verschiedenen Länder ist es, die Partizipation am FuE-Geschehen auf dem hohen Niveau zu halten bzw. es zu erhöhen. Hinsichtlich der **Förderung des Innovationspotenzials von KMU** im Allgemeinen ist jedoch kein länderübergreifender, einheitlicher Trend zu identifizieren. Zu den Entwicklungen, die in unterschiedlichen Ländern neue Akzente setzen, zählen die verstärkte Förderung der Innovationskompetenz statt reiner FuE-Förderung, eine stärkere Unterstützung beim Zugang zu den Kompetenzen und Kapazitäten öffentlicher Wissenschaftseinrichtungen, die Bündelung der Zuständigkeiten für die KMU-bezogene Forschungs- und Innovationspolitik in so genannten „One-Stop-Shops", sowie die Verbesserung der Humankapitalausstattung von KMU. Darüber hinaus profitierten die KMU überproportional von der Einführung bzw. Reform der steuerlichen FuE-Förderung (Großbritannien, Japan, Frankreich) und von spezifischen Präferenzen für KMU im Rahmen der öffentlichen FuE-Förderung (siehe das SBIR-

Programm in USA).[8] Finnland verstärkt, ähnlich wie Deutschland, die Integration von KMU in Verbundprojekte zwischen KMU und Großunternehmen bzw. KMU und wissenschaftlichen Einrichtungen.

In Ländern mit einer **steuerlichen FuE-Förderung** ist dies das zentrale Instrument zur staatlichen Finanzierung von FuE in KMU: Erstens profitieren KMU häufig überdurchschnittlich von einer steuerlichen Förderung beispielsweise durch Förderhöchstbeträge oder höhere Fördersätze für KMU. Zweitens bietet dieses Instrument geringe Zugangshürden und kommt daher auch solchen KMU entgegen, die bislang nur geringe Erfahrung mit der öffentliche FuE-Förderung gesammelt haben.

In Ländern, in denen die direkte FuE-Förderung in Unternehmen zu einem großen Ausmaß über FuE-Aufträge von Fachministerien (insbesondere auch dem Verteidigungsministerium) erfolgt, spielt die **bevorzugte Behandlung von KMU in der FuE-Auftragsforschung** eine besondere Rolle. Vorreiter waren hier die USA: Um die Beteiligung von KMU an staatlichen Forschungsaufträgen bzw. an Projektförderungen in den FuE-Programmen der Bundesbehörden zu erhöhen, hat die US-Regierung bereits Ende der 1970er Jahre das *Small Business Innovation Research Programme* (SBIR) eingeführt. Durch dieses Programm wird ein bestimmter Prozentsatz der von den Bundesbehörden vergebenen FuE-Mittel für KMU reserviert. Ziel ist es, technologieorientierte kleine Unternehmen zu stärken, aber auch technologieorientierte Neugründungen zu fördern. In den vergangenen Jahren haben auch Japan und Großbritannien solche Programme eingeführt. Das japanische SBIR-Programm, 1999 eingeführt, lehnt sich eng an das US-Vorbild an. Ministerien und Behörden, die an diesem Programm teilnehmen, reservieren einen bestimmten (jährlich steigenden) Betrag ihres Budgets für FuE-Aufträge bzw. -förderungen für KMU. Auch in Großbritannien wurde im Jahr 2001 ein „SBIR"-Programm gestartet, es trägt hier den Namen *Small Business Research Initiative* (SBRI). Vom gesamten Umfang an FuE-Aufträgen der Ministerien sowie der *Research Councils* sollen bis zu 5 % im Rahmen der SBRI an KMU gehen. Jedes teilnehmende Ministerium soll zumindest 2,5 % seiner FuE-Aufträge an KMU vergeben.

In Finnland und Deutschland, wo Technologieprogramme eine zentrale Rolle in der **direkten Projektförderung** spielen, werden andere Wege zur verstärkten Einbeziehung von KMU in die direkte Projektförderung beschritten. Hier ist es vor allem die Förderung von Verbundprojekten zwischen Großunternehmen und KMU, die eine stärkere Beteiligung von KMU an der Programmförderung erreichen. Gleichzeitig soll mit diesem Instrument auch ein Wissenstransfer von den Großunternehmen zu den KMU gefördert werden. Zudem existieren FuE-Programme für KMU, die üblicherweise ohne konkrete Technologieausrichtung für alle Arten von FuE-Projekten (und meistens auch marktnahe Innovationsprojekte) Fördermittel (Zuschüsse, Kredite) zur Verfügung stellen.

Deutschland weist im Bereich der **FuE-Programme für KMU** unter den Vergleichsländern das komplexeste System auf. Neben der FuE-Projektförderung und FuE-Personalkostenförderung in Ostdeutschland bestehen noch Förderprogramme für FuE-Kooperationsprojekte, die Förderung der Gemeinschaftsforschung, die Förderung von FuE in technologieorientierten Gründungen über VC-Programme sowie die vom Umfang her beträchtliche FuE-Projektförderung der Länder. Zusammen

[8] SBIR: Small Business Innovation Research Program.

ergibt dies ein Volumen von FuE-Förderung für KMU außerhalb der Technologieprogramme von rund 1 Mrd. Euro pro Jahr.

Bei einer Bewertung der Förderung von FuE-Aktivitäten in KMU ist die **große Zahl der FuE-treibenden KMU** zu berücksichtigen. Für KMU ist eine Teilnahme an einer FuE-Projektförderung mit Hürden verbunden, z. B. weil die FuE-Aktivitäten nicht als klar abgrenzbare Projekte stattfinden oder weil die administrativen Kosten (eigene Projektkostenrechnung und eigenes Berichtswesen, lange Dauer des Antragsverfahrens) im Vergleich zum Umfang der FuE unverhältnismäßig hoch sein können. Mit einer steuerlichen FuE-Förderung können prinzipiell mehr KMU erreicht werden, da der Zugang leichter ist (eine Steuererklärung muss in jedem Fall abgegeben werden) und die marginalen Kosten für die Beantragung einer FuE-Förderung geringer sind.

5.6 Förderung technologieorientierter Unternehmensgründungen

Die europäischen Vergleichsländer bedienen sich **zur Förderung von technologieorientierten Unternehmensgründungen** eines ähnlichen Sets von Politikinstrumenten. Staatliche Beteiligungskapitalprogramme dienen zur Verbreiterung der Eigenkapitaldecke der jungen Unternehmen. Haftungsübernahmen für private Investoren verringern das Ausfallrisiko für private Kapitalgeber. Steuerliche Begünstigung von Venture Capital (VC) Fonds und VC-Investitionen machen Investitionen in VC-Fonds für Anleger attraktiver und fördern das Engagement von Business Angels. Weitere Maßnahmen zielen auf die Effizienz des Matchings von Investoren und VC-suchenden Unternehmen ab.

Bis zum Jahr 2000 fanden diese Maßnahmen vor dem Hintergrund einer auf der „New Economy Euphorie“ basierenden rasanten Entwicklung der Technologiebörsen („Neue Märkte“) und eines immensen Zuflusses von Kapital statt. Im Jahr 2000 erreichten die Beteiligungsinvestitionen in der Früh- und Wachstumsphase – die zusammen die Wagniskapitalinvestitionen bilden und für die Finanzierung von technologieorientierten Gründungen sowie von FuE und Innovationen in jungen Technologieunternehmen relevant sind – ihren Höhepunkt. In den USA wurden 90 Mrd. US-$ an VC-Kapital bereitgestellt, in Großbritannien waren es 6,1 Mrd. Euro, in Deutschland 3,8 Mrd. Euro und in Frankreich 3,0 Mrd. Euro.

Tab. 5-3: Entwicklung der VC-Investitionen 2000-2002 nach Finanzierungsphasen in den USA, Großbritannien, Frankreich und Deutschland (in Mio. Euro zu Preisen von 2000)

Phase	USA			Großbritannien			Frankreich			Deutschland		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Seed	3.412	823	312	64	122	8	70	30	48	392	170	75
Startup	28.358	10.071	4.184	1.548	786	559	1.085	524	340	1.261	968	470
Wachstum	66.079	25.602	13.653	4.487	1.698	1.844	1.884	710	731	2.143	1.532	760

Zuordnung der Investitionen zu Phasen teilweise auf Fondsebene entsprechend der überwiegenden Ausrichtung der Fonds.

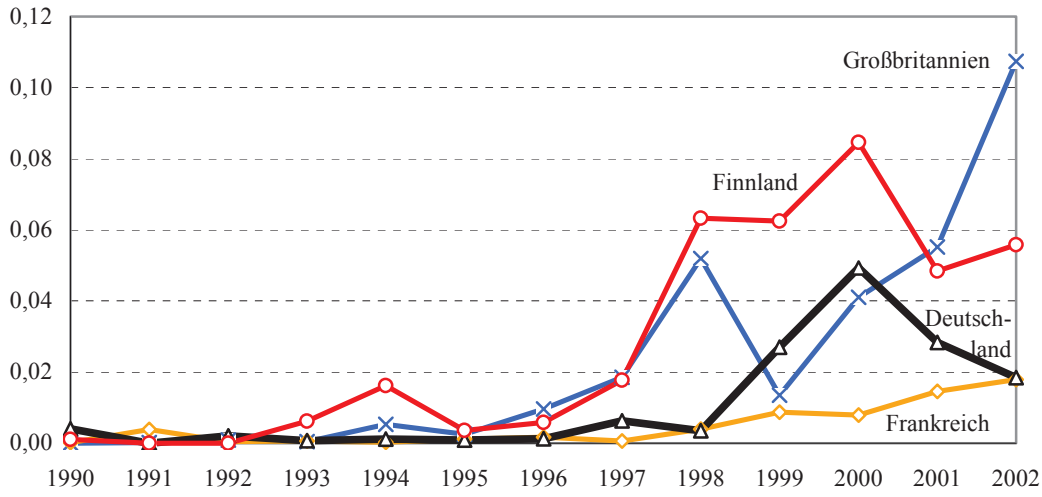
Quelle: EVCA (v.J.), NVCA (v.J.) – Berechnungen des ZEW.

Die Entwicklung der Jahre 1999 und 2000 kann retrospektiv als eine einmalige und so schnell wohl nicht mehr wiederkehrende Situation bezeichnet werden. Die Situation eines faktischen Überangebots an VC-Kapital besteht seit der zweiten Hälfte des Jahres 2000 jedoch in keinem der Länder mehr. 2001 und 2002 gingen die privaten VC-Investitionen in allen Untersuchungsländern außer Finnland

sehr stark zurück. Die **Einbrüche in den VC-Märkten**, insbesondere im Bereich der Neuinvestitionen in der Frühphase, **waren in den einzelnen Ländern unterschiedlich stark ausgeprägt**. Eine mögliche Ursache für diese heterogene Entwicklung sind unterschiedliche Ausgestaltungen der staatlichen Interventionen in den VC-Markt. In Deutschland trat der Staat als Ko-Investor zu privaten Erstinvestoren auf und stellte Mittel für die Refinanzierung und Absicherung von privaten VC-Investitionen bereit. Dadurch ist die staatliche Finanzierungsdynamik eng an die der privaten Investitionen gekoppelt. Frankreich und Großbritannien konzentrierten sich dagegen auf die Einrichtung staatlich finanzierter Dachfonds, auf die Förderung der Kapitalbereitstellung für private VC-Fonds und auf die Bereitstellung von staatlichen Mitteln für privat geführte VC-Fonds (vor allem in deren Aufbauphase). Die staatliche Intervention wirkt so beim Ausbleiben von privaten Mittelzuflüssen in den VC-Markt kompensierend. Dies hatte stabilisierende Wirkung auf die Investitionen in der Wachstumsphase, die in Großbritannien und Frankreich seit 2000 nicht so stark zurückgingen wie in Deutschland (vgl. dazu Abschnitt 4.2).

In der aktuellen Krise des VC-Marktes konzentrieren sich die Finanzierungshilfen des Staates in vielen Ländern verstärkt auf die **Frühphase** im Leben der Unternehmen, also auf die Phase während oder unmittelbar nach der Gründung. Nicht selten wird in dieser Lebensphase der Übergang von einer Invention zu einer marktfähigen Innovation vollzogen, mit der die jungen Unternehmen dann wirtschaftlich in Erscheinung treten. Und gerade diese wichtige Phase im Leben der Unternehmen – oder in der Entwicklung einer Innovation – wird von den privaten VC-Gesellschaften nicht (mehr) als Hauptbetätigungsfeld angesehen, so dass die Politik gerade in Zeiten generell rückläufigen Wagniskapital-Angebots hier eine wichtige Aufgabe sieht. Dieses verstärkte staatliche Engagement konnte in Großbritannien, Frankreich und Finnland auch dazu beitragen, dass die Anzahl der VC-Investitionen in diesen Phasen nur wenig abnahm (Frankreich) bzw. sogar weiter anstieg (Finnland und vor allem Großbritannien. Im Jahr 2002 wurden in Frankreich und Großbritannien mehr VC-Investitionen in der Frühphase getätigt als in Deutschland, und etwa so viele wie in den USA.

Abb. 5-8: Umfang des staatlichen Mittelzuflusses in den Beteiligungskapitalmarkt in ausgewählten Ländern (in % des BIP) 1990-2002



Quelle: EVCA (v. J.) – Berechnungen des ZEW.

Die Förderung von **Spinoffs aus öffentlichen Forschungseinrichtungen** wurde ein Schwerpunkt der Politikmaßnahmen zur Stimulierung des Gründungsgeschehens und der kommerziellen Nutzung von wissenschaftlichen Ergebnissen oder Kompetenzen. Die unterschiedliche Ausgestaltung der Innovationspolitik korrespondiert dabei mit unterschiedlichen Organisationsformen der Wissenschaftssysteme und unterschiedlichen Barrieren bei der Verwertung von Forschungsergebnissen über Unternehmensgründungen. Schwerpunkte innovationspolitischer Aktivitäten waren in der jüngeren Zeit **rechtliche Anpassungen**, um öffentlich angestellten Forschern die Gründung von Unternehmen oder öffentlichen Forschungseinrichtungen die Beteiligung an Unternehmen zu erleichtern, Änderungen in den **intellektuellen Eigentumsrechten, Ausbau der Beratungsangebote** und **Awarenessmaßnahmen** an öffentlichen Forschungseinrichtungen, einschließlich der Errichtung von Inkubatorinstitutionen, die Bereitstellung von **Seed-Kapital,** direkter FuE-Zuschüsse sowie der Gründung spezifischer Beteiligungsfonds für Wissenschafts-Spinoffs.

5.7 Wissens- und Technologietransfer und Reform der öffentlichen Forschung

Seit den 1980er Jahren steht die Förderung des Wissens- und Technologietransfers weit oben auf der forschungs- und innovationspolitischen Agenda. Vorreiter waren hier die USA, die über Neuregelungen im Bereich der intellektuellen Eigentumsrechte (*Bayh Dole Act* 1980, *Stevenson Wydler Technology Innovation Act* 1980), die Einführung von gemeinsamen Forschungszentren zwischen Universitäten und Unternehmen (*University Industry Cooperative Research Centers*) sowie einer verbesserten rechtlichen Basis für Forschungskooperationen an staatlichen Forschungszentren (*Cooperative Research and Development Agreements*, CRADAs) wesentliche Impulse für die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und öffentlichen Forschungseinrichtungen setzten. Die angesprochenen Reformen wurden in den letzten Jahren auch von anderen Ländern – abhängig von deren jeweiligen rechtlichen und institutionellen Kontexten – in Angriff genommen.

Verbunden damit ist das Ziel, die Effizienz öffentlicher Forschungseinrichtungen durch verschiedene institutionelle Reformen zu erhöhen. An Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sollen durch verbesserte Anreizsysteme und institutionelle Rahmenbedingungen Voraussetzungen für eine höhere wissenschaftliche Qualität, eine stärkere gesellschaftliche Relevanz und ein höheres Outputniveau der Forschungstätigkeit geschaffen werden. Einige Länder haben in den vergangenen Jahren zudem dem Beitrag von Hochschulen für die Weiterbildung von Beschäftigten – insbesondere von Hochqualifizierten – verstärkte Aufmerksamkeit geschenkt.

Es lassen sich jedoch **keine länderübergreifenden Trends** identifizieren, da die einzelnen Maßnahmen jeweils am spezifischen institutionellen Regime, an den sehr unterschiedlichen Barrieren für eine engere Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft und am vorhandenen Fördersystem ausgerichtet sind. Die wesentlichen Ansätze sind dabei:

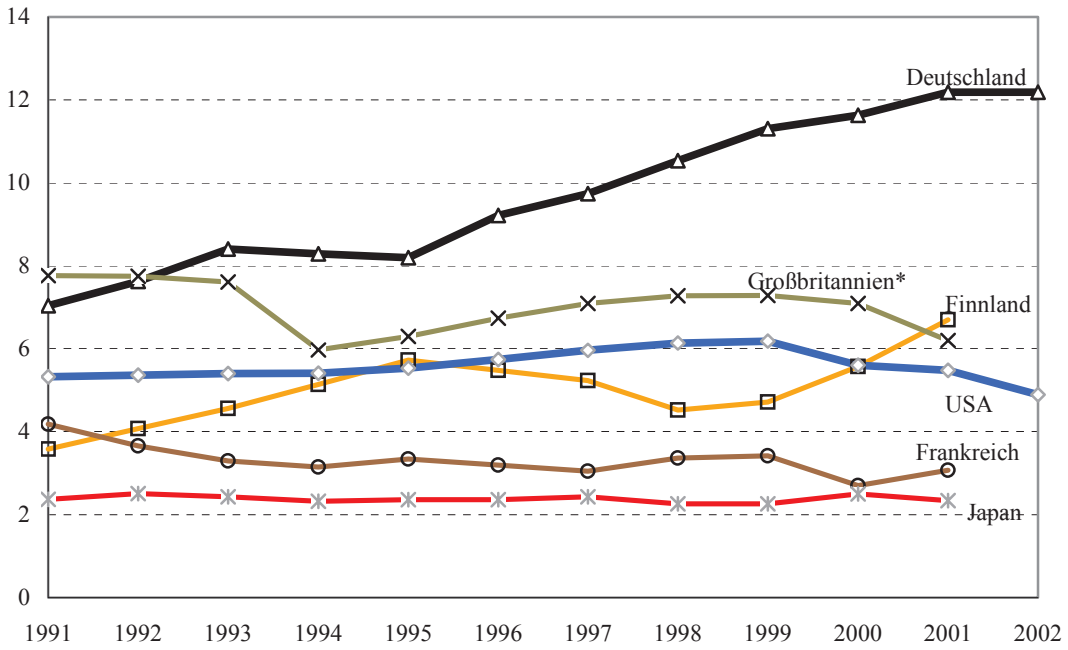
- Erweiterung der „**Mission**“ von öffentlichen Forschungseinrichtungen um den Wissens- und Technologietransfer als eine **Hauptaufgabe**;
- Einrichtung von **professionellen Technologieverwertungsstellen** an Forschungseinrichtungen („Patentverwertungsagenturen“) und Förderung von Spin-off-Gründungen durch Wissenschaftler;
- Gründung **gemeinsamer Forschungszentren** von Wissenschaft und Wirtschaft und Gründung von „Kompetenzzentren“;
- Ausweitung der **FuE-Dienstleistungen** von Forschungseinrichtungen für KMU;

- Stimulierung der **Personalmobilität** zwischen Wissenschaft und Wirtschaft.

Die vielfältigen Maßnahmen zur Förderung des Wissens- und Technologietransfers zeigen sich u. a. im steigenden wirtschaftsfinanzierten Anteil der Forschungseinrichtungen. Am **deutlichsten** fiel dieser **Anstieg in Deutschland** aus (Abb. 5-9). Vergleiche hierzu auch Abschnitt 3.2.

Die **Effizienzsteigerung der öffentlichen Forschung** wird vor allem durch die Anpassung der institutionellen und rechtlichen Rahmenbedingungen und des Anreizsystems zu erreichen versucht. Regelmäßige, verpflichtende Evaluierungen, die Umwandlung von institutionellen Fördermitteln in eine Programm- und Projektfinanzierung, mehr Wettbewerb zwischen den einzelnen Einrichtungen und mehr Entscheidungskompetenzen für einzelne Einrichtungen sind verbreitete Instrumente. Dies reicht bis zur **Privatisierung staatlicher Forschungseinrichtungen** (insbesondere in Großbritannien).

Abb. 5-9: Anteil der Forschungsaufwendungen von Hochschulen, die von Unternehmen finanziert wurden, 1991-2001 (in %)



* Rückgang in 2001 teilweise auf Grund der Privatisierung des Militärforschungszentrums DERA.

Quelle: OECD (MSTI 2/03).

Hinsichtlich der auf Performance-Indikatoren basierten **Evaluierung** der öffentlichen Forschung ist Großbritannien mit der *Research Assessment Exercise* (RAE) am weitesten vorangeschritten. Die Ergebnisse der RAE – ein Qualitätsrating auf der Basis wissenschaftlicher Publikationen – sind Grundlage für eine zusätzliche Finanzmittelausstattung der wissenschaftlichen Einrichtungen, wobei nur die Top-Einrichtungen eine Zusatzfinanzierung erhalten. 15 Jahre Erfahrung mit der RAE zeigen, dass einer verbesserten Qualitätsorientierung und einer höheren Produktivität (im Sinne einer steigenden Anzahl an Publikationen) auch zahlreiche Nachteile beispielsweise hinsichtlich der Anreize für Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sowie für unkonventionelle und interdisziplinäre Forschung gegenüberstehen. In Frankreich und Finnland finden Evaluierungen im Kontext mit dem Abschluss von mehrjährigen Finanzierungsverträgen zwischen Staat und Forschungseinrichtungen statt, wobei nur mittelbar Auswirkungen auf die Finanzierung festzustellen sind. In Japan gewinnt die Evaluation öffentlicher Forschungseinrichtungen im Kontext der Reorganisation der öffentlichen For-

schungslandschaft an Bedeutung. Wesentliche Instrumente in den letztgenannten Ländern sind Selbstevaluation ergänzt um Peer-Review.

In den USA zielten die **Reformen an den großen staatlichen Forschungseinrichtungen** – insbesondere Forschungszentren im Nuklear- und Militärbereich (z. B. Sandia, Los Alamos, Livermore, Oak Ridge) – seit den 1980er Jahren auf die **Verbesserung des direkten Technologietransfers** über Patentanmeldungen, Lizenzen und Gemeinschaftsforschungsvorhaben mit der Industrie (vgl. Jaffe und Lerner 2001). Die jüngsten Beispiele sind *Technology Transfer Commercialization Act* aus dem Jahr 2000 und der *National Laboratories Partnership Improvement Act* von 2001. Letzterer sieht die Einrichtung eines Pilotprogramms zur Technologie-Infrastruktur in den Forschungseinrichtungen vor, das die Entwicklung von Technologieclustern unterstützen, den Wissensaustausch mit anderen Forschungseinrichtungen fördern und die Transferaktivitäten erhöhen soll. Ziel ist insbesondere auch eine Verstärkung der Kooperation mit KMU. In Japan erhielten zahlreiche öffentliche Forschungseinrichtungen wesentlich umfassendere administrative Freiheiten durch Einführung einer **neuen rechtlichen Organisationsform,** die es ihnen ermöglicht wie private Einrichtungen zu agieren. Außerdem wurde die Finanzierung über eine landesweite Forschungsprogrammförderung vorangetrieben. Allerdings führt dies nur sehr allmählich zu einer Veränderung in der Mittelausstattung und der inhaltlichen Ausrichtung der Einrichtungen. Der Anteil der wettbewerblich vergebenen Mittel an den Gesamtmitteln beläuft sich auf ca. 10 %. In Frankreich ist die Stärkung der **Kooperation zwischen verschiedenen staatlichen Forschungseinrichtungen** seit vielen Jahren ein wichtiges Element in der Reform der öffentlichen Forschung. Die „gemischten Teams", die sich aus Forschern von Hochschulen und außeruniversitären Forschungszentren zusammensetzen, sind schon lange Tradition und gelten als erfolgreiches Modell, auch für das Setzen neuer inhaltlicher Schwerpunkte.

Im Bereich der **Vertragsforschungseinrichtungen** sind sehr unterschiedliche Entwicklungen zu beobachten. In mehreren Ländern wandeln sich diese Forschungsinstitute (zu denen in Deutschland vor allem die Institute der Fraunhofer-Gesellschaft zu zählen sind) immer mehr zu FuE-Dienstleistern. Sie übernehmen dabei Organisationsformen aus der Privatwirtschaft wie die Behandlung einzelner Abteilungen als ergebnisverantwortliche Einheiten oder die Führung der Institute nach den Leitlinien des strategischen Managements. Innerhalb größerer Einrichtungen werden Themengebiete zu Kompetenz- bzw. Geschäftsfeldern gebündelt. Schließlich sehen sich viele dieser Einrichtungen einer verringerten Grundfinanzierung durch den Staat bei gleichzeitig stärkerer Einflussnahme des Staates auf Ziele, Ausrichtung, Rahmenbedingungen und Erfolgskontrolle (Evaluation) gegenüber (vgl. van der Giessen 2002, PREST 2002). Diese Entwicklung birgt zwei Gefahren: Zum einen kann sie die wissenschaftliche Basis der Einrichtungen untergraben und damit deren Fähigkeit, neue wissenschaftliche Forschungsergebnisse hervorzubringen, die in praktische Anwendungen übersetzt werden können. Doch gerade dies ist ihre entscheidende Funktion und rechtfertigt die staatliche Finanzierung solcher Einrichtungen. Zum anderen kann eine Ausrichtung auf technologische Beratung und technologische Dienstleistungen, die oft mit erhöhtem Druck zu Drittmitteleinnahmen einhergeht, zu Wettbewerbsverzerrungen auf diesen Märkten in denen in der Regel bereits private Anbieter agieren, führen.

In vielen Ländern bemüht sich die Forschungs- und Innovationspolitik verstärkt um die **Erhöhung der inhaltlichen Kohärenz**, der **strategischen Ausrichtung und ihrer Sichtbarkeit** der Forschungs- und Innovationspolitik in der Öffentlichkeit und gegenüber ihren Adressaten. Ziel ist es, den Akteuren im Innovationssystem einen stabilen, verlässlichen Handlungsrahmen zu geben, der seinen Teil zum Abbau von Unsicherheiten beiträgt und damit Investitionen in Forschung und Innovation fördert. Zu-

dem soll die Effizienz erhöht und Doppelgleisigkeiten und Unübersichtlichkeiten abgebaut werden. Fünf Aktivitäten der Forschungs- und Innovationspolitik stehen dabei im Mittelpunkt:

- **Bündelung von Zuständigkeiten** (insbesondere im Hinblick auf die KMU-Förderung).
- Einrichtung von **Koordinierungs- bzw. Abstimmungsmechanismen** zwischen den verschiedenen Akteuren in der Forschungs- und Innovationspolitik und wesentlichen „Stakeholdern".
- Ausarbeitung umfassender **Strategien** und integrierter Aktionspläne.
- Evaluierungen und **internationale Politikvergleiche** (Benchmarking und Best practice).
- Explizite Einbeziehung der **regionalen Komponente in die Forschungs- und Innovationspolitik** um die Nähe zu den Adressaten zu erhöhen und die Koordination zwischen unterschiedlichen Instrumenten zu verbessern.

Der Erfolg dieser Bemühungen lässt sich jedoch noch nicht abschließend beurteilen, da es sich dabei jeweils um Entwicklungen aus jüngster Zeit handelt und der Weg von innovationspolitisch induzierten Änderungen bis zum konkreten Handeln von Forschungseinrichtungen, Unternehmen und weiteren (regionalen) Akteuren sehr weit ist.

Mit den Betrachtungen zur weltweiten Dynamik in der Forschungs- und Innovationspolitik wird ein sehr komplexes Thema angegangen. Zwar ähneln die Schwerpunkte der Forschungs- und Innovationspolitik in Deutschland denjenigen der Vergleichsländer. Der substantielle Unterschied liegt in der in Deutschland generell fehlenden Dynamik im gesamten Innovationssystem. In letzter Konsequenz ist eine deutliche politische Schwerpunktsetzung dringend notwendig. Dafür sind Umschichtungen in den öffentlichen Haushalten erforderlich. Die staatliche Finanzierung von FuE in Unternehmen, vor allem kleinen und mittleren Unternehmen, und so komplex, wie sie sich darstellt, bedarf der Umgestaltung. Mit dem für Deutschland typischen diffusionsorientierten Ansatz sollte im Wesentlichen die derzeitige inhaltliche Breite der (Spitzen-)Forschungsförderung beibehalten werden. In Bezug auf eine angemessene Erneuerung der Wirtschaftsstruktur sind auf dem Gebiet der Förderung technologieorientierter Unternehmensgründungen in jüngster Zeit einige notwendige Aktivitätsfelder bereits in Angriff genommen worden. Im Hinblick auf eine Reform der öffentlichen Forschungseinrichtungen können aus dem internationalen Vergleich hingegen noch viele Anregungen aufgenommen werden. Insgesamt ist speziell in Deutschland mit seiner Föderalstruktur auf eine genügende vertikale Koordination der nationalen Innovationspolitik zu achten.

6 Bessere Koordination im deutschen Forschungs- und Innovationssystem

Im internationalen Politikvergleich (Abschnitt 5) werden einige Koordinationsprobleme, die speziell dem vielgliedrigen deutschen Forschungs- und Innovationssystem zu eigen sind, offen gelegt und politischer Handlungsbedarf sichtbar. Das vorliegende Kapitel greift darauf aufbauend einige Governance-Aspekte und -Herausforderungen auf und stellt sie in den Kontext der technologischen Leistungsfähigkeit.[1] So wird der Wert heterogener Innovationssysteme und horizontaler Koordination sichtbar.

6.1 Innovationssystem: eine holistische Sicht

Innovation, sozial oder technologisch, ereignet sich in Gesellschaft und Wirtschaft immer wieder, teils spontan, teils gezielt betrieben. Dabei wechseln Inhalte, Orte, Akteure und Tempo; Innovation kann gewünscht oder abgelehnt, erleichtert oder gehemmt werden. Joseph Schumpeter (1934) definierte Innovation als „kreative Zerstörung“ durch Herstellung „neuer Kombinationen“ zuvor unverbundener Ideen, Wissensgebiete, Technologien oder Märkte. Erfolgreiche Innovation erfordert, so betrachtet, Grenzüberschreitungen. Grenzen zu überwinden ist nicht leicht: Konfrontiert mit komplexen, unübersichtlichen modernen Umwelten sind wir geneigt zu vereinfachen und unseren kognitiven Horizont einzuschränken (*bounded rationality*). Wissenschaftler, Unternehmer und Akteure politischer Arenen entwickeln häufig einen „Tunnelblick“: Innerhalb ihrer speziellen Arena sind sie Experten, doch fehlt ihnen der Einblick in andere Arenen, von denen sie beeinflusst werden bzw. profitieren können. Die empirische Innovationsforschung zeigt, dass Wissen und auch viele Innovationen sich überwiegend „pfadgebunden“ entwickeln (Utterback 1994); das gilt ebenfalls für die Instrumente ihrer politischen Förderung und Regulation: inkrementell, selten radikal.

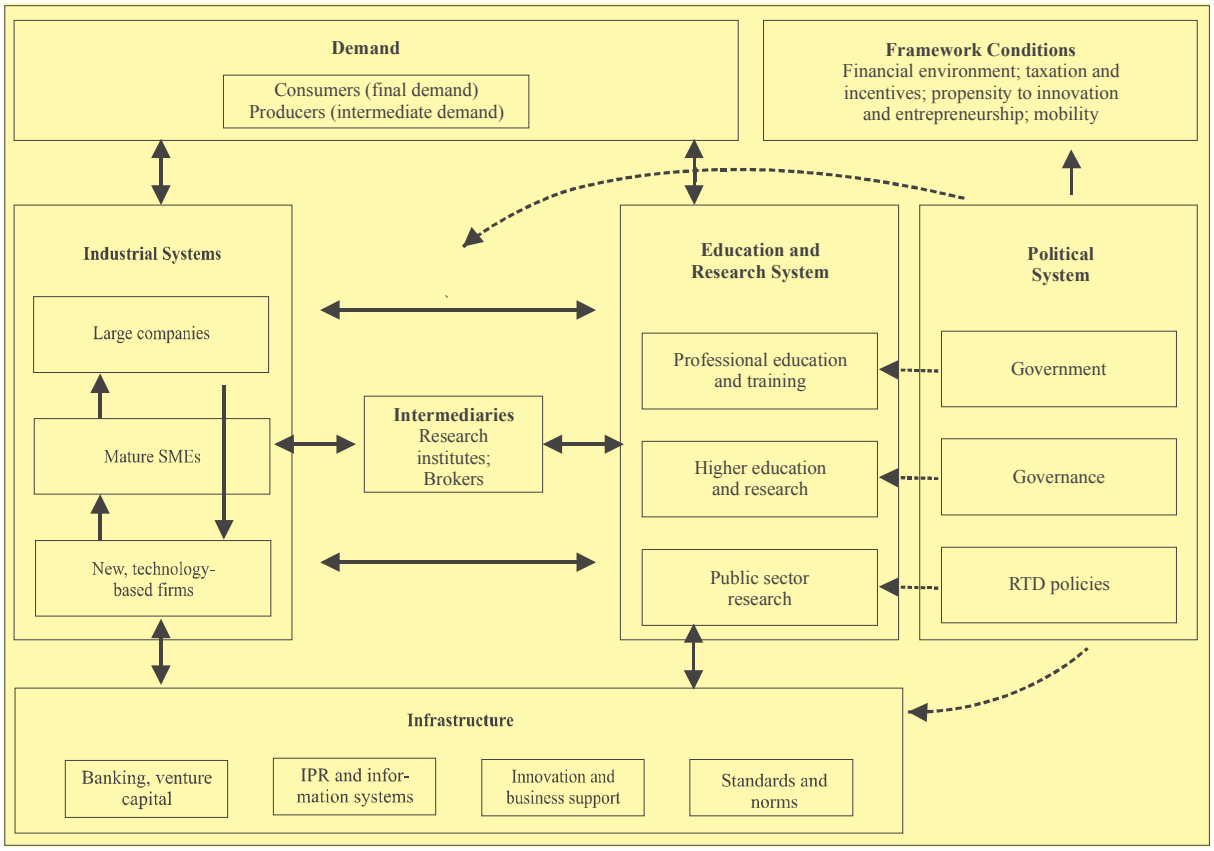
Soziologische Untersuchungen belegen jedoch, dass es häufig Grenzgänger sind, die gleichzeitig in verschiedene Welten und Rationalitäten eintauchen, neue Kombinationen entdecken und Innovationen ermöglichen (Burt 2003). Die jüngere Innovationsforschung versucht, diese Spannung zwischen dem grenzgängerischen Charakter von Innovationsprozessen und dem Tunnelpfad zu überbrücken, indem sie eine Systemperspektive eröffnet: Das Konzept des „Innovationssystems“ ist ein heuristischer Versuch, all jene gesellschaftlichen Teilsysteme, Akteure und Institutionen im Zusammenhang zu analysieren, die auf irgendeine Weise an der Entstehung von Innovationen mitwirken, tatsächlich oder potenziell.

Innovationssysteme – nationale, regionale, sektorale – umfassen nach international akzeptiertem Verständnis die „Kulturlandschaft“ all jener Institutionen, die wissenschaftlich forschen, Wissen akkumulieren und vermitteln, die Arbeitskräfte ausbilden, die Technologie entwickeln, die innovative Produkte und Verfahren hervorbringen sowie verbreiten; hierzu gehören auch einschlägige regulative Regimes (Standards, Normen, Recht) sowie die staatlichen Investitionen in entsprechende Infrastrukturen (Freeman 1987; Lundvall 1992; Edquist 1997). Innovationssysteme erstrecken sich also über Schulen, Universitäten, Forschungsinstitute, forschende Unternehmen in der Industrie, politisch-

[1] Der Text fußt auf Kuhlmann (2004) und bezieht sich konzeptionell auf Edler et al. (2003) sowie Kuhlmann et al. (2003).

administrative Instanzen sowie die Netzwerke zwischen diesen Akteuren. Sie sind „hybrid“ und repräsentieren damit einen Ausschnitt der Gesellschaft, der – wie in Abb. 6-1 schematisch dargestellt – weit in andere Bereiche hinein strahlt: Innovationssysteme prägen die Modernisierungsprozesse einer Gesellschaft entscheidend.

Abb. 6-1: *Schematische Elemente eines Innovationssystems*



Quelle: Kuhlmann, Arnold 2001.

Dabei gleicht kein Innovationssystem dem anderen, ebenso wenig wie eine Gesellschaft der anderen. Leistungsfähige Innovationssysteme entfalten ihre besonderen Profile und Stärken nur langsam, im Laufe von Jahrzehnten oder sogar Jahrhunderten (Grupp et al. 2002). Sie beruhen auf spezifischen Machtstrukturen und Kooperationsbeziehungen zwischen den Institutionen der Wissenschaft und Technik, der Industrie sowie des politischen Systems. Sie ermöglichen die Ausprägung eines für das jeweilige System charakteristischen Spektrums von verschiedenartigen, unverwechselbaren Rollendefinitionen der beteiligten Institutionen und Akteure, bringen eigene Verhandlungsarenen und Regelwerke hervor und fördern gegenseitige Verhaltenserwartungen – zusammengefasst: die besondere *governance* des Systems.[2] Zur Governance gehören auch besondere interinstitutionelle Instanzen – in Deutschland etwa die Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung, der Wissenschaftsrat –, welche den Austausch der Akteure im Innovationsgeschehen vereinfachen und

[2] Leider gibt es für diesen politikwissenschaftlichen Begriff kein ähnlich prägnantes deutsches Wort. Der Begriff schließt neben der formellen Regierungsgewalt auf der Grundlage der Verfassung und der Institutionen des Staates außerdem informelle Regelungen, die nicht-institutionalisierte Staatslenkung und normative Dimensionen ein.

verstetigen, aber auch hemmen und blockieren können. Die Governance eines Innovationssystems ist eine entscheidende Variable seiner Leistungsfähigkeit – erstarrt sie, dann „klemmt“ das System.

Lange wurden Forschungs- und Innovationsprozesse als lineare Sequenz institutionell und organisatorisch getrennter, sachlich und zeitlich aufeinander aufbauender, komplementärer Entwicklungsschritte begriffen, von wissenschaftlicher Arbeit bis zur Realisation neuer Produkte oder Produktionsabläufe. Dabei überwog die Vorstellung einer weit gehenden Organisierbarkeit und Planbarkeit dieser Schritte. Demgegenüber wird Innovation heute als interaktiver Prozess aufgefasst, der heterogenes Wissen verknüpft, das auch in anderen als ursprünglich intendierten Kontexten verwendet wird. Außerdem gewinnen wichtige Felder der Grundlagenforschung unmittelbare Bedeutung bei der Realisierung technologischer Innovationen. Die OECD (1994) spricht von „orientierter Grundlagenforschung“: Forschung, die nicht auf neue Produkten zielt, deren Ergebnisse aber in einem potenziellen Anwendungskontext stehen. Ein prägnantes Beispiel ist die Biotechnologie. Die Grundlagen erforschende deutsche Max-Planck-Gesellschaft betreibt hier zur Vermarktung ihrer Ergebnisse eine Patent- und Lizenzstelle; Industrieunternehmen führen in erheblichem Umfang Grundlagenforschung durch, um auf der Basis dieses Wissens Anwendungen realisieren zu können (zur Biopharmazie siehe 6. Abschnitt). Weitere beispielhafte Felder sind die Nanotechnologie, Werkstoffe, Mikroelektronik, Künstliche Intelligenz oder Katalysatoren (vgl. Schmoch 2003).

In Deutschland ist die interorganisatorische und Phasen übergreifende Kooperation zwischen Einrichtungen der Grundlagenforschung, der Anwendungsforschung und Akteuren industrieller Innovation häufig nur moderat entwickelt und kann erheblich erleichtert werden. So ist in dem Bericht zur „Systemevaluation“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und der Max-Plack-Gesellschaft (MPG) von einer „Segmentierung des Wissenschafts- und Forschungssystem in Deutschland“ und einer „Dominanz institutioneller Eigeninteressen“ die Rede, welche die „Nutzung möglicher Synergien schmälern“ (Internationale Kommission 1999, 7). Dieses Urteil wird von einer Studie zur Förderung der relativ jungen Nanowissenschaft unterstrichen (Bührer et al. 2002): Danach findet Kooperation quer zu der in Deutschland besonders ausgeprägten institutionellen „Versäulung“ und Abschottung von grundlagen- und anwendungsorientierter Wissenschaft zwar statt, doch Grenzgänger stoßen dabei auf erhebliche interinstitutionelle Kommunikations- und Kooperationsprobleme.

Die Analyse von Innovationssystemen deckt solche Pfadabhängigkeiten und strukturellen Verkrustungen auf, zeigt aber auch neue Kombinationen bzw. verpasste Chancen. Inspiriert davon findet die Systemperspektive neuerdings Eingang in die Innovationspolitik: in Fachkreisen diskutiert man „systemische Politikkonzepte“.[3] Erste praktische Erfahrungen zeigen, dass der bewusste Versuch, Akteure unterschiedlicher Arenen zusammenzuführen, zwar Missverstehen und Konflikte mit sich bringt, aber auch kreatives Potenzial birgt.

6.2 Innovationspolitik heute – erst in Ansätzen horizontal koordiniert und systemisch

Nicht allein in Deutschland steht einer systemischen Innovationspolitik allerdings häufig eine perspektivisch verengte und institutionell fragmentierte Wirklichkeit gegenüber. Zu den typischen Män-

[3] Aus konzeptioneller Perspektive Smits, Kuhlmann (2004); Edler et al. (2003); ein Beispiel für eine übergreifende politische Perspektive liefert der strategische Plan der schwedischen Innovationsagentur Vinnova (2002).

geln nicht-systemischer Innovationspolitik gehören die folgenden (Jacobsson, Johnson 2000): Es gibt wenig explizite Artikulationskanäle für die Nachfrage nach Innovationen; lokal begrenzte Suchprozesse erschweren die Wahrnehmung von Chancen jenseits der eigenen Arena; zu schwache Netzwerke verhindern den kreativen Austausch von Wissen; zu starke Netzwerke stabilisieren die Dominanz und den Selbstbezug zentraler Akteure und manövrieren sich in Innovations-Sackgassen; enge rechtliche Rahmenbedingungen behindern u. U. die Entwicklung effizienterer Technologien; Kapitalmärkte agieren risikoavers und mindern die Wahrnehmung von – insbesondere langfristigen – Chancen; ein Mangel an Kommunikationsmöglichkeiten und Foren steht innovationsbereiten Avantgarden im Weg.

Tab. 6-1: Instrumente staatlicher Forschungs- und Innovationspolitik

Instrumente im engeren Verständnis	Instrumente im weiteren Verständnis
1. Institutionelle Förderung von öffentlichen - Forschungseinrichtungen	6. Innovationsmanagement
- Hochschulen	- Unterstützung organisatorischer Anpassungen in Industrie (u. öff. Instituten)
- sonstige öffentliche Forschungseinrichtungen	- Unterstützung der Absorptionsfähigkeit
2. Finanzielle Anreize zur Forschung, insbesondere in der Industrie	- Innovations- und Forschungsberatung
- direkte finanzielle Anreize zur Forschung und experimentellen Entwicklung (Förderprogramme)	7. Bewusstseinsbildung und wissenschaftliche Beratung
- Steuererleichterungen	- Technikbewertung, Vorausschau etc.
3. Infrastrukturmaßnahmen	- Targeting, Langfristvisionen
- Technologieparks	- Wissenschaftliche Beratungsgremien
- Förderung von Technologieclustern	8. Unterstützung der Marktumsetzung von Innovationen
4. Maßnahmen zur Steigerung und Verbesserung des Technologietransfers	- Risikokapital, Start-ups
- Programme zur vertikalen und horizontalen Kooperation	- öffentliche Nachfrage
- Netzwerke	- Beeinflussung der privaten Nachfrage
- Intermediäre	9. Regulative bzw. ordnungspolitische Maßnahmen
5. Aus- und Fortbildung	- Regulative Politik (Schutzrechte, Standards, Normen, Dienstrecht etc.)
- universitäre Ausbildung	- innovationsfreundlicher bürokratischer und ordnungspolitischer Rahmen
- Fachhochschulen, Berufsakademien etc.	10. Innovationskatalysator in weiteren Politikfelder
- berufliche Weiterbildung	- Wettbewerbs-, Sozial, Gesundheits-, Verbraucher-, Energiepolitik etc.

Zwar zwangen die fortschreitende Internationalisierung der Märkte sowie deren Umwälzungen infolge neuer technologischer Regimes nationale und regionale Innovationssysteme immer wieder zu Anpassungsreaktionen – so etwa als die Industriestaaten, auch Deutschland, nach dem zweiten Weltkrieg und verstärkt seit den 1960er und 1970er Jahren mit dem Siegeszug der „Hochtechnologie“ ein breites Spektrum technologie- und innovationspolitischer Interventionen entwickelten und einen technologischen Wettlauf in Gang setzten (vgl. Abschnitte 3 und 4). Das Spektrum entsprechender Instrumente der Forschungs- und Innovationspolitik wurde immer weiter ausdifferenziert (siehe Tab. 6-1): Es reicht von der institutionellen Förderung von Forschungseinrichtungen über verschiedene Formen finanzieller Anreize zur Durchführung von Forschung und experimenteller Entwicklung in öffentlichen

oder industriellen Forschungslaboratorien bis zur Gestaltung einer „innovationsorientierten“ Infrastruktur einschließlich der Institutionen und Mechanismen des Technologietransfers. In Deutschland beherrschten diese Instrumente die Praxis der Forschungs- und Technologiepolitik in den vergangenen drei Jahrzehnten. Als weitere Instrumente sind auch Steuerungsversuche der öffentlichen Nachfrage, Maßnahmen der Aus- und Fortbildung und die regulativen Möglichkeiten der Ordnungspolitik (Blind et al. 2004) zu nennen.

Doch am Beginn des 21. Jahrhunderts erleben die nationalen, regionalen und sektoralen Innovationssysteme umwälzende Erschütterungen: Der wachsende Sog „globalisierender“ Wirtschaftsbeziehungen (vgl. Abschnitt 2.1) wirft eingeschliffene „lokale“ Arbeitsteilungen zwischen Industrieunternehmen, Ausbildungs- und Forschungsinstitutionen sowie Verwaltung und Politik durcheinander und entwertet viele ihrer traditionellen Stärken. Dabei bringt Globalisierung keine Gleichschaltung nationaler Innovationssysteme, die letztlich ihre Aufhebung zur Folge hätte. Die verschiedenen Innovationskulturen reagieren vielmehr sehr unterschiedlich, was sie teils in Krisen führt, teils stabilisiert, teils auch ungeahnte, neuartige Chancen im veränderten globalen Kontext freilegt. Die originären Innovationsakteure in Industrie und Wissenschaft können die erforderlichen Anpassungs- und Integrationsleistungen der Innovationssysteme nicht immer allein und aus eigener Kraft erbringen: Hier sind auch die vermittelnden, ordnenden und umverteilenden Kapazitäten politischer Systeme und der Institutionen staatlicher Politik gefragt – die politische Governance kann lernen und flexibel reagieren. Hierbei hat staatliche Politik wichtige Aufgaben und Gestaltungsmöglichkeiten:

- Sie kann den wirtschaftlichen Akteuren „lokale“ Rahmenbedingungen bereitstellen, die vor Ort und weltweit wettbewerbsfähiges Wirtschaften erleichtern; dies fordern Unternehmen, aber auch Arbeitnehmervertreter. Sie soll die Innovationsfaktoren Bildung und Forschung international wettbewerbsfähig machen, soll innovationsfreundliche regulative Rahmenbedingungen schaffen und soll hinreichende sozialpolitische Leistungen zur Sicherung des sozialen Friedens in der Gesellschaft erbringen.
- Dabei konkurrieren in globalem Maßstab viele „lokale“ politische Systeme miteinander, was die Chancen politischer Beeinflussung oder gar Steuerung internationaler industrieller Forschungs- und Technologieverbünde und multinationaler Unternehmen erschwert oder gar unmöglich macht. Hier entsteht eine *Governance-Lücke* oberhalb nationaler oder regionaler politischer Systeme, welche von deren staatlicher Politik nicht erreicht wird. Zusehends entstehen deshalb neben den klassischen nationalen auch transnationale quasi-staatliche Governance-Mechanismen, etwa im Rahmen der Europäischen Union, die der Politik möglicherweise neue Chancen bieten, die von vielen Akteuren aber noch nicht erkannt sind und noch institutionell verarbeitet und mit klassischen nationalen Staatsfunktionen in Einklang gebracht werden müssen.

Gemessen an solchen Herausforderungen ist die heutige innovationspolitische Governance in Deutschland und anderen OECD-Ländern jedoch von ernsten strukturellen Schwächen gekennzeichnet:

- Horizontale Innovationsthemen finden kaum eine Plattform: Heterogene politische Arenen bleiben unverbunden, etwa die der Forschungspolitik, der Gesundheitspolitik oder der Agrarpolitik.
- Verschiedene Regulierungsansätze widersprechen sich und können durch horizontale Koordination oft nicht verträglich gemacht werden.
- Explizite „Innovationspolitik“ wird in einem engen Spektrum spezifischer Maßnahmen zur Förderung technologischer Innovation in und durch kleine und mittlere Unternehmen betrieben (vgl. Abschnitt 5).

- Das „lineare“ Innovationsmodell dominiert oft noch die etablierten innovationspolitischen Konzepte (in Ministerien, bei Unternehmen und Forschungseinrichtungen, bei Banken, bei Beratern).
- Politik würdigt oft die innovationshemmenden, aber auch fördernden Wirkungen regulativer Maßnahmen unzureichend und behindert damit die rasche Entwicklung neuer Märkte.
- Ein hohes Maß an institutioneller Fragmentierung der vielfältigen politischen Verwaltungen behindert Austausch, verbindliche Kooperation und gemeinsames Lernen.
- Die Herausforderungen und Chancen der entstehenden „Mehr-Ebenen-Governance“ im Rahmen der europäischen Integration, insbesondere im Bereich von Forschung und Innovation, werden unvollständig wahrgenommen.

6.3 Horizontale und systemische Politikinstrumente: Ansätze und Beispiele

Eine systemische Innovationspolitik und entsprechende Governance verlangen demgegenüber neue Flexibilität und Lernfähigkeit der Politikmacher und ihrer Partner in Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft (Smits, Kuhlmann 2004; Jacobsohn, Johnson 2000), insbesondere:

- die Förderung unterschiedlicher Innovationspfade, ein breites Portfolio von Technologien, die Sicherstellung von Varietät;
- die Stärkung von Kommunikation und Austausch, das Management von Schnittstellen, die Stärkung von Nutzer-Hersteller-Kooperationen, eine Unterstützung der Bildung neuer Netzwerke (neue Kombinationen) und die Auflösung verkrusteter (kreative Zerstörung);
- die Beobachtung der Auseinandersetzungen zwischen Protagonisten neuer Lösungen und Technologien und den Bewahrern traditioneller Konzepte sowie die Förderung avantgardistischer Akteure;
- die Stimulation von Lernprozessen, die Erzeugung von Aufmerksamkeit und Interesse für innovative Konzepte, eine Erleichterung der Artikulation von gesellschaftlichen Bedürfnissen und marktlicher Nachfrage;
- eine sorgsame Abwägung der hemmenden oder fördernden Effekte regulativer staatlicher Maßnahmen sowie Prüfung der Möglichkeiten von gesellschaftlicher Selbstregulation, z. B. in Form der Standardisierung (Blind 2004) im Zusammenspiel mit staatlicher Regulierung (z. B. „New Approach“ auf europäischer Ebene);
- den Aufbau und die Nutzung einer Infrastruktur für „strategische Intelligenz“ (Kuhlmann 2003),[4] die Lern- und Entscheidungsprozesse unterstützt: hierzu gehören Verfahren „partizipativer“ (vielfältige Akteure einschließender) Vorausschau (*foresight*) künftiger wünschbarer Entwicklungen in Gesellschaft, Wissenschaft und Technologie; konstruktives *technology assessment*;
- lernorientierte Verfahren der Evaluation und des *benchmarking* innovationsrelevanter politischer Maßnahmen sowie der Abschätzung von Regulationsfolgen (*regulatory impact assessment*);
- und schließlich eine Langzeitperspektive auf erforderlichen institutionellen Wandel, das heißt auch „langen Atem“.

[4] „Strategic Intelligence“ ist ein Sammelbegriff für die unterschiedlichen Instrumente und Methoden, die angewendet werden, um systematisch Informationen für die Konzeption und Planung in der Wissenschafts-, Forschungs- und Innovationspolitik bereit zu stellen. Im Kern handelt es sich dabei um Methoden im Bereich Vorausschau, Evaluation und Technikbewertung.

Drei Beispiele (siehe die Kästen) mögen die Potenziale, aber auch Probleme systemisch orientierter Innovationspolitik anschaulich machen.

Beispiel 1: Ein Programm zur Förderung nachhaltiger technologischer Entwicklung

Seit den frühen 1990er Jahren, nach dem Erscheinen des Brundlandt-Reports, wuchs das Interesse an Konzepten nachhaltiger Entwicklung. In diesem Zusammenhang entwarf das niederländische Ministerium für Wohnungsbau, Raumplanung und Umwelt ein Forschungsprogramm zur Erkundung möglicher positiver Beiträge neuer Technologien zur nachhaltigen Entwicklung („Programma Duurzame Technologische Ontwikkeling“: DTO) (Smits, Kuhlmann 2004).

Das DTO-Programm verfolgte zwei Hauptziele: Zunächst sollte es Politikmacher anderer Bereiche vom Potenzial neuer Technologien für die Erreichung des Ziels nachhaltiger Entwicklung überzeugen, indem es an praktischen Beispielen den möglichen Nutzen illustriert und aufzeigt, wie solche Projekte initiiert und durchgeführt werden. Außerdem sollte DTO bei Technologieentwicklern größeres Interesse an den Möglichkeiten nachhaltiger Technologie wecken. Die Zielgruppe des Programms bestand daher aus einem „Viereck“: Industrie und Handel, Regierung, Wissensproduzenten sowie organisierten gesellschaftlichen Gruppen. Ziele und Zielgruppe spiegeln sich auch in den erwarteten Programmergebnissen:

- Eine Übersicht der technologischen Herausforderungen in Bezug auf die Realisierung von Nachhaltigkeitskonzepten sollte erstellt werden;
- diese Herausforderungen sollten in Pilotprojekte übersetzt werden, welche den Nutzen neuer Technologien illustrieren;
- die Erfahrungen aus solchen Demonstrationsprojekten sollten Universitäten und Unternehmen Empfehlungen liefern, wie diese Nachhaltigkeitsaspekte zum konstitutiven Teil ihrer Forschungs- und Innovationsprojekte machen können.

DTO konzentrierte sich auf fünf Bereiche gesellschaftlichen Bedarfs (Ernährung, Transport, Wasserwirtschaft, Wohnen, Chemie). 15 Projekte in diesen Bereichen sollten illustrieren, wie nachhaltige Technologien entwickelt und verbreitet werden sowie welche Wirkungen sie haben können. Falls vier dieser Projekte erfolgreich sein sollten, dann sollte auch DTO als Erfolg gewertet werden; Erfolg wurde definiert wie folgt: weitreichende Visionen künftiger Entwicklungen sollten entworfen und konkrete Maßnahmen zu ihrer Erreichung ergriffen werden, gründend auf tatsächliche (finanzielle und politische) Mitwirkung aller relevanten Akteure. Um dies zu erreichen verwendete das DTO-Programm ein besonderes, systemisch orientiertes Konzept:

- **Strategische** Problemorientierung: Analyse des Problemfeldes, einschließlich einer Identifikation der physischen und normativen Aspekte nicht-nachhaltiger Entwicklungspfade.
- **Analyse der** Betroffeneninteressen **(stakeholder)**: Skizzierung einer „sozialen Landkarte“ des Projektthemas und Problemfeldes, einschließlich der Perspektiven aller relevanten, direkt oder indirekt betroffenen Akteure.
- **Entwurf künftiger Entwicklungen**, auf der Grundlage der Perspektiven verschiedener Akteure auf nachhaltige „Problemlösungen“ in 50 Jahren: die Akteure sollten radikal in die Zukunft denken und dabei (technologische) „Durchbrüche“ mit bedenken. Dabei wurden vielfältige Kommunikations- und Analyseinstrumente und Methoden verwendet.
- **„Back casting“**: Die Zukunftsvisionen dienten als Ausgangspunkt für einen Blick zurück: Welche technologischen, organisatorischen und politischen Schritte waren erforderlich, um die Vision zu verwirklichen? Dabei wurden in verschiedenen Teilprojekten vertieft untersucht, wie der Graben zwischen der Gegenwart und künftigen Lösungen überbrückt werden könnte.
- **Programm-Management**: Die „Illustrationsprojekte“ wurden von Repräsentanten des „Vierecks“ durchgeführt sowie dem Initiator des Projekts, z. B. einem interessierten Unternehmen. Dabei wurden die Gruppen von einem DTO-Direktor als *prime mover* assistiert.

Eine Evaluation zeigte eine Reihe von Schwachpunkten des DTO-Programms: Es war schwierig, weit reichende Zukunftsbilder so zu entwerfen, dass Handlungsbedarf und Möglichkeiten von möglichst vielen Akteurgruppen ähnlich identifiziert wurden. Auch stand das Programm allein in der innovationspolitischen Landschaft; es gab keine verwandten Initiativen, mit denen es hätte kooperieren können. Wichtige Projektschritte, etwa die Finanzierung von Zwischenschritten oder erforderliche Rechtsänderungen, wurden politisch nicht unterstützt. Einige der vom Programm verwendeten Begriffe (etwa Nachhaltigkeit) waren unzureichend definiert. Radikale technologische Innovationen spielten kaum eine Rolle in den Illustrationsprojekten. Viele Projekte konzentrierten sich auf kulturelle und strukturelle, statt auf technologische Barrieren. Außerdem wurde dem Programm mangelnde Kommunikation mit der generellen Öffentlichkeit vorgeworfen.

Dennoch brachte das Programm auch positive Ergebnisse; nicht zuletzt gab es den Anstoß zu 15 ambitionierten Illustrationsprojekten sowie entsprechenden Forschungsaktivitäten. Ein nützlicher Report zum Management solcher zukunftsorientierten Initiativen wurde erstellt. Außerdem entstanden einige nicht unmittelbar intendierte Spin-off-Projekte.

Beispiel 2: Windenergie: Technologische Innovation und Diffusion durch kombinierte Forschungs- und Nachfrageförderung

Mit Hilfe traditioneller Forschungsförderung des damaligen Bundesministeriums für Forschung und Technologie (BMFT) wurde in den 1980er Jahren in Deutschland die Entwicklung verschiedener Turbinen zur Windenergienutzung unterstützt.5 Das Programm subventionierte Investitionen in Windturbinen mittels verschiedener Demonstrationsprojekte. Im Jahr 1989 wurde ein Marktstimulationsprogramm gestartet, das sich die Installation von 250 MW Windenergie zum Ziel gesetzt hatte. Das Programm garantierte ein Fixpreis für produzierte kWh Windenergie in Kombination mit einer Subvention für Investitionen durch private Betreiber, wie z. B. Landwirten. Dieses Programm lief bis zum Jahr 1995.

Zusätzlich zum 250-MW-Programm wurde im Jahr 1991 das Energieeinspeisegesetz eingeführt, das von den Betreibern der Stromnetze die Abnahme von erneuerbarer Energie, inklusive Windenergie, zu einem fixierten Anteil des durchschnittlichen Energiepreises verlangte. Um regionale Unterschiede abzumildern, mussten die Netzbetreiber die garantierten Abnahmepreise nur für maximal 5 % der gesamten Energiemenge gewähren. Schließlich führten die fallenden Energiepreise auch zu geringeren Einkünfte für die Erzeuger erneuerbarer Energien.

Im Jahr 2000 wurde das Einspeisegesetz durch das Erneuerbare Energien-Gesetz ersetzt. Die Einspeisetarife sind nun nicht mehr an die durchschnittlichen Energiepreise geknüpft, sondern sind mit einer eingebauten Preisdegression auf die nächsten 20 Jahre fixiert. Die Einspeisetarife sollen – wenn notwendig – auch regelmäßig an die Technologie- und Preisentwicklungen angepasst werden.

Unter diesen Rahmenbedingungen wurde in Deutschland vor allem seit Mitte der 1990er Jahre bis zum Jahr 2002 eine Kapazität von 12,000 MW installiert, ein Drittel der weltweiten Kapazitäten. Diese Diffusion lässt sich vor allem durch eine effiziente Abstimmung der regulativen Rahmenbedingungen erklären. Notwendige Bedingung war zunächst eine kontinuierliche und langfristig angelegte Forschungsförderung für die Entwicklung effizienter Windturbinen. Jedoch war eine gute FuE-Basis nicht hinreichend für die erfolgreiche Diffusion von Windenergie. Entscheidend waren stabile Rahmenbedingungen für die Investoren von Windenergieanlagen durch das Einspeise- und das Erneuerbare Energien-Gesetz. Denn diese Gesetze garantierten den Betreibern von Windenergieanlagen für eine bestimmte Zeit sichere Erträge, die damit das Investitionsrisiko auf ein akzeptables Niveau reduzierten. Die starken Investitionsaktivitäten haben sich bei der Produktion der entsprechenden Anlagen durch Größeneffekte (Skalenerträge) positiv auf die Produktionskosten niedergeschlagen. Ferner zwingt die automatische Degression der Einspeisetarife die Erzeuger von Windenergie zu weiteren Effizienzsteigerungen, die nur durch weitere Forschungsanstrengungen erreicht werden können. Schließlich konnten sich die deutschen Hersteller von Windanlagen im weltweiten Wettbewerb unter diesen Rahmenbedingungen eine Spitzenposition sichern. Dieser Fall ist ein Paradebeispiel für die wichtige Rolle einer koordinierten Innovationspolitik für die gemeinsame Erreichung von Umwelt- und Wettbewerbszielen, zeigt aber auch, welche Fülle von Interventionen erforderlich ist, um einer bestimmten Technologie den Weg zu ebnen.

Sie lehren Folgendes:

- Wenn einer bestimmten Technologie der Weg geebnet werden soll, z. B. wegen der gemeinsamen Erreichung von Wettbewerbs- und Umweltzielen, nimmt eine koordinierte Innovationspolitik eine wichtige Rolle ein; es ist dann aber eine Fülle von Interventionen erforderlich.
- Neben eindeutigen Stärken treten immer wieder Schwachpunkte in den Programmkonzeptionen auf, die im Rahmen begleitender Evaluationen aufgezeigt werden können.
- Wenn weit reichende Zukunftsbilder entworfen werden sollen, besteht die Schwierigkeit, Handlungsbedarf und Möglichkeiten von möglichst vielen Akteursgruppen in ähnlicher Weise zu identifizieren.
- Stehen solche ambitionierten Vorhaben allein in der innovationspolitischen Landschaft, ist das Eintreten von Lerneffekten aus verwandten Initiativen erschwert, weil kaum jemand zur Verfügung steht, mit dem kooperiert werden kann.
- Auch große Politikentwürfe bedürfen der unauffälligen Finanzierung und Organisation von Zwischenschritten, gegebenenfalls der Rechtsänderungen, die politisch unterstützt werden müssen.
- Auch gut überlegte Fachprogramme können unter einer mangelhaften Kommunikation mit der generellen Öffentlichkeit leiden; oft kommt Widerstand von unerwarteter Seite (z. B. der Vorwurf der „Verspargelung“ der Landschaft durch Windkraftanlagen auf kommunaler Ebene).

5 Die Kurzdarstellung dieses Fallbeispiels geht auf Walz und Kotz (2003) zurück.

- Generell ist zu fragen, ob auf Konsensproduktion ausgerichtete politische Kommunikationsprozesse wirklich neuartige, zukunftsweisende Themen auftun können.
- Weit reichende Vorschläge müssen umgesetzt werden; die Beispiele nähren den Vorwurf, dass neue Themen wegen der Ressortgrenzen so lange „verdaut" werden, bis sie wieder den alt bekannten Themenschwerpunkten und Fördermaßnahmen ähneln.

Beispiel 3: Frische Themen für die staatliche Forschungsförderung

In Deutschland hat das Bundesforschungsministerium einen „Futur-Prozess" in Gang gesetzt: Wissenschaftler, Unternehmer, aber auch engagierte „Nicht-Experten" wirken hier an organisierten Diskursen über neuartige Schwerpunkte künftiger staatlicher Forschungs- und Innovationsförderung mit. Traditionell werden solche Schwerpunktsetzungen in wenig transparenten, gegenseitig abgeschotteten Arenen ministerieller, akademischer und industrieller Akteure ausgehandelt, Experten allemal, jedoch mit Tunnelblick.

Anders als bisherige Vorausschau-Prozesse nimmt Futur neben Innovationen technisch-wissenschaftlicher Art auch gesellschafts- oder bildungspolitische Fragestellungen in den Blick und erarbeitet „Leitvisionen" für die künftige Forschungsförderung (Cuhls 2003). Entsprechend werden interdisziplinäre und sektorübergreifende Arbeitsgruppen eingerichtet, die mit unterschiedlichen Methoden der Zukunftsforschung arbeiten. Nicht mehr nur „Experten", sondern auch andere Gruppen der interessierten Öffentlichkeit wirken daran mit. Zusammengetragene Informationen und Zwischenergebnisse erscheinen auf der Internetseite www.futur.de, um Transparenz zu gewährleisten. Futur ist als selbstlernender Prozess konzipiert, der von „strategischer Intelligenz" unterstützt wird. Dabei greifen verschiedene methodische Bausteine ineinander:

- Fokusgruppen: Die Bearbeitung von Zukunftsthemen erfolgt in kleinen interdisziplinären Fokusgruppen mit bis zu 30 Teilnehmern; diese analysieren die Fragestellungen und konkreten Forschungsbedarf in ihren Themenfeldern und formulieren den möglichen Beitrag einzelner Disziplinen.
- Kreativworkshops: Um das „Nachdenken über die Zukunft" und die Entwicklung von Zukunftsvisionen anzuregen, arbeitet Futur mit verschiedenen Formen von Kreativworkshops. Dazu gehören „Zukunftswerkstätten", die bei der Themengenerierung und auch im Rahmen der Zukunftsdialoge eingesetzt werden. Hier entwerfen die Futur-Teilnehmer Bilder von einer wünschbaren Zukunft und suchen nach Realisierungsmöglichkeiten für diese Visionen.
- Workspace: Über die virtuelle Arbeitsplattform von Futur im Internet kann der Forschungsdialog auch zwischen den „realen" Treffen fortgeführt werden. Definierte Benutzergruppen haben Zutritt zu bestimmten Räumen im Workspace.
- Mit „Zukunftsdialogen" will Futur in die Öffentlichkeit gehen und durch Debatten mit verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen ein Nachdenken über die Zukunft anregen. Die Themen der Zukunftsdialoge kommen aus Futur.
- Szenarien: Um künftigen Forschungsbedarf und Innovationspotenziale plastisch werden zu lassen, wendet Futur die in der Technikfolgenabschätzung und der Zukunftsforschung etablierte Methode der Szenariotechnik an.
- Umfragen: Der Verabschiedung von ersten vier Leitvisionen 2003 ging ein mehrstufiger Entscheidungsprozess voraus, der sich auch auf verschiedene Umfragen unter den beteiligten Akteuren stützte.
- Systematische Personen- und Themenrecherche: Um künftige Trends frühzeitig zu erkennen, das Futur-Themenspektrum kontinuierlich zu ergänzen und weitere Fachexperten für den Akteurskreis zu identifizieren, betreibt Futur systematische Recherche. Dafür werden Foresight-Aktivitäten im In- und Ausland beobachtet, Forschungs- und Förderprogramme aufmerksam verfolgt und die Positionen verschiedener gesellschaftlicher Gruppierungen aufgenommen und ausgewertet.
- Internationale Kooperation und Vernetzung: Futur kooperiert mit anderen Foresight-Projekten auf europäischer Ebene: Ziel ist es, den methodischen und inhaltlichen Austausch der verschiedenen Projekte untereinander zu verstärken.

Der Futur-Prozess enthält mithin viele Elemente systemischer Innovationspolitik; er bietet neue „Räume" für den Austausch und das gemeinsame Lernen heterogener Akteure an. Der Prozess wird mit Interesse, aber auch viel Skepsis von der internationalen Fachöffentlichkeit verfolgt. Eine der kritischen Fragen lautet, ob vorwiegend auf Konsensproduktion ausgerichtete Kommunikationsprozesse wirklich neuartige, zukunftsweisende Themen hervorbringen können. Eine weitere, wenigstens ebenso schwer wiegende Befürchtung besteht darin, dass der ministerielle Apparat und die ihn umgebenden, gewachsenen Netzwerke – wenn sie Futur-Themen überhaupt aufgreifen – diese so lange „verdauen", bis sie wieder altbekannten Themenschwerpunkten und Fördermaßnahmen ähneln, wenn auch unter neuem Namen. Auch ist unklar, ob Futur auf ausreichende interministerielle Kooperation bauen kann: Futur-Ideen, die über das Aufgabenfeld Bildung und Forschung hinaus weisen, stoßen schnell an Ressortgrenzen. Auch ist die Frage offen, ob dieser Prozess alsbald genügend systematisch vergleichbare, fachgebietsübergreifende Prioritäten hervorbringt.

6.4 Koordination von Innovationspolitik: Potenziale und Paradoxien

Effektive Innovationspolitik verlangt horizontale und vertikale Zusammenarbeit und Koordination – ein föderales Innovationssystem mehr als zentralistische. Die Fallbeispiele illustrieren Möglichkeiten und Grenzen. Das Innovationspotenzial von Ressorts und Ebenen übergreifender Koordination wird heute in Deutschland nicht ausgeschöpft. Erforderlich sind Ansätze, die nicht nur die beiden bisher formell zuständigen Ministerien enger miteinander verzahnen, sondern weitere Ressorts mit in die Innovationspflicht nähmen. Gerade durch die ressortübergreifende Innovationsinitiative des Bundeskanzleramts vom Jahresanfang 2004 und die hierfür erarbeiteten Dokumente ist deutlich geworden, dass auch Umwelt-, Verbraucher- oder Gesundheitsministerium zum Innovationssystem gehören und dass Innovationspotenziale in ihrem Zuständigkeitsbereichen identifiziert werden müssen, die gleichzeitig ihren Ressortzielen dienen. Solche Potenziale ergeben sich insbesondere aus einer Perspektive, welche die Nachfrage nach neuen Produkten und Dienstleistungen zum Ausgang nimmt und fragt, wie denn auf die Nachfrager eingewirkt werden muss (Bewusstseinsbildung, monetäre Anreize), um Innovationen zu induzieren. Es ist zu hoffen, dass sich im Rahmen oder als Folge der Innovationsinitiative interministeriale Task Forces gründen, welche von Bedarfen und gesellschaftlichen Zielen ausgehend diese Nachfrageorientierung mit unterstützenden Rahmenbedingungen (Regulationen, Wagniskapital, Qualifikation) und angebotsseitigen Instrumenten (Forschungsförderung) verknüpfen, um in der Privatwirtschaft entsprechende Innovationsprozesse in Gang zu setzen. Solche Task Forces sollten zumindest vorübergehend mit ressortübergreifenden Kompetenzen ausgestattet sein. Ein Mitwirken an solchen Task Forces müsste zum Karrierebeschleuniger in den Ressorthierarchien führen. Wenn man solchermaßen definierte Innovationspfade in den Kontext international aufnahmefähiger Märkte stellte, wären politische Zielerreichung und Diffusion privatwirtschaftlich generierter Innovationen miteinander verbunden. Die Anforderungen an die Rationalität aller beteiligter Akteure, die systemisch und langfristig sein müsste, sind immens, Lösungen fallen auch bei allseits gutem Willen nicht leicht. Die Innovationsoffensive Deutschlands hat sich hier ehrgeizige Ziele vorgenommen. Allein, so scheint es, ihre Erfüllung wird zunehmend zur conditio sine qua non einer Innovationspolitik, die – im Schumpeterschen Sinne – nach neuen Kombinationen und dynamischen Innovationspfaden strebt.

Ein weiterer Aspekt der intelligenten Politikkoordination führt zu einem interessanten Paradoxon: der mangelnden Koordination zwischen verschiedenen Ressorts steht eine fortschreitende und augenscheinlich vielversprechende vertikale und – in Ansätzen – internationale Koordination gegenüber. Innovationspolitik wird seit vielen Jahren nicht mehr nur national, sondern – wenn auch zu noch geringen Teilen – europäisch diskutiert, formuliert und implementiert. Ein qualitativer Sprung gelang der Europäischen Kommission mit dem Ansatz des Europäischen Forschungsraumes (ERA) und den verschiedenen Mechanismen der Integration zwischen Europäischer Kommission und den für Forschung verantwortlichen nationalen Administrationen und Beratungsstrukturen.[6] Mit diesen Schritten ist die Kommission auf dem Weg, die Abstimmung zwischen nationalen und europäischen Aktivitäten zu verbessern und gleichzeitig die Grundlagen für eine neue Form der internationalen Koordination nationaler Forschungsadministrationen zu legen. Zum jetzigen Zeitpunkt spricht vieles dafür, dass ein

[6] Genannt seien hier die so genannte *Offene Methode der Koordination*, mit der die Kommission die Entwicklung gemeinsamer Indikatoren, Problemsichten und Politikansätzen vorantreibt (vgl. hierzu Caracostas 2003), die *Initiative ERA-Net*, mit der grenzüberschreitende Vernetzungs- und Abstimmungsaktivitäten von Förderorganisationen und Administrationen der Forschungspolitik finanziell unterstützt werden sowie ganz generell der Koordinationsdruck, den die ERA-Debatte auf höchster politischer Ebene in Europa angestoßen hat.

Koordinierungssog entsteht, dem sich nicht mehr viele Forschungsministerien werden versperren können. Dies ist dann produktiv, wenn Koordination als Optimierung der Vielfalt Europas und nicht als Harmonisierung und Vereinheitlichung verstanden wird.

Das Paradox besteht jedoch darin, dass die augenscheinliche Verbesserung der internationalen und vertikalen Koordination, als Ausweis systemischem Denkens, auch im Ansatz der Europäischen Kommission nicht einher geht mit einer verbesserten horizontalen Innovationspolitik. Auch auf europäischer Ebene ist die Versäulung von Politikfeldern zu beobachten, die systemischem Wandel beharrlich entgegensteht. Integrierte Innovationspolitik, welche die Generaldirektionen Unternehmen und Forschung miteinander verbindet, findet sich nur in Ansätzen.[7] Dies spiegelt die oben beschriebene Situation in vielen – nicht allen – Mitgliedstaaten wider. Das Potenzial Europas insgesamt als Innovationsraum jedoch wird nicht über eine Vertiefung der Integration und Koordination von Forschungspolitik allein, sondern nur über eine ressortübergreifende, moderne Innovationspolitik gelingen.

[7] Bezeichnend ist die Begriffsverwirrung, die in Bezug auf den Europäischen Forschungsraum herrschte, welcher anfänglich häufig als Europäischer *Forschungs- und Innovationsraum* bezeichnet worden war.

7 Neue Märkte durch Biopharmazie

Am Beispiel einer Sektorstudie zur pharmazeutischen Industrie können die im vorstehenden 6. Abschnitt allgemein dargestellten Koordinations- und Systemaspekte verdeutlicht werden. Die Wettbewerbsfähigkeit des Pharmasektors wird wesentlich durch die Biotechnologie beeinflusst. Ein sektorales Innovationssystem „Biopharmazie“ scheint sich in diesem Zusammenhang herauszubilden. Struktur und Funktion dieses sektoralen Systems interessieren im internationalen Vergleich.[1] Dabei stehen die Identifizierung von Systemmängeln („system failures“), die Ermittlung der Offenheit bzw. Geschlossenheit des deutschen Systems und deren Konsequenzen für die Wettbewerbsfähigkeit sowie die Analyse der Bedeutung der Nachfrageseite im Mittelpunkt.

7.1 Momentane Wettbewerbssituation der pharmazeutischen Industrie

Noch in den 1980er Jahren führten Unternehmen aus Deutschland wie die Hoechst AG oder die Bayer AG die Liste der Top 10 der pharmazeutischen Unternehmen auf der Welt an. Deutschland war die „Apotheke der Welt“. Seither hat sich die Wettbewerbsposition der deutschen pharmazeutischen Industrie insbesondere im Vergleich zu Wettbewerbern aus Großbritannien und den Vereinigten Staaten deutlich verschlechtert (Hinze et al. 2001). Im Jahr 2001 fand sich mit Ausnahme der deutsch-französischen Aventis kein deutsches Unternehmen mehr unter den Top 10; auch diese Rangposition hat sich inzwischen erledigt.

Die aktuelle Situation der Branche lässt sich wie folgt zusammenfassen: Im Jahr 2002 stellte die pharmazeutische Industrie in Deutschland pharmazeutische Erzeugnisse im Wert von 20,7 Milliarden Euro her (BPI 2003). Seit Mitte der 1990er Jahre ist damit das Produktionsvolumen kontinuierlich gewachsen, allerdings ist die Wachstumsrate mit 2,5 % im aktuellen Zeitraum im Vergleich zum Vorjahreszeitraum (über 9 %) deutlich gefallen. Eine ähnliche Wachstumsdynamik lässt sich auch beim Umsatz der Branche seit 1995 beobachten. Im Jahr 2002 wurden 23,2 Milliarden Euro umgesetzt (Abb. 7-1). Im selben Jahr waren 114.990 Mitarbeiter in der pharmazeutischen Industrie beschäftigt. Damit konnte nach dem deutlichen Beschäftigungseinbruch seit Mitte der 1990er Jahre die positive Beschäftigungsentwicklung der vergangenen drei Jahre fortgesetzt werden (Abb. 7-1).

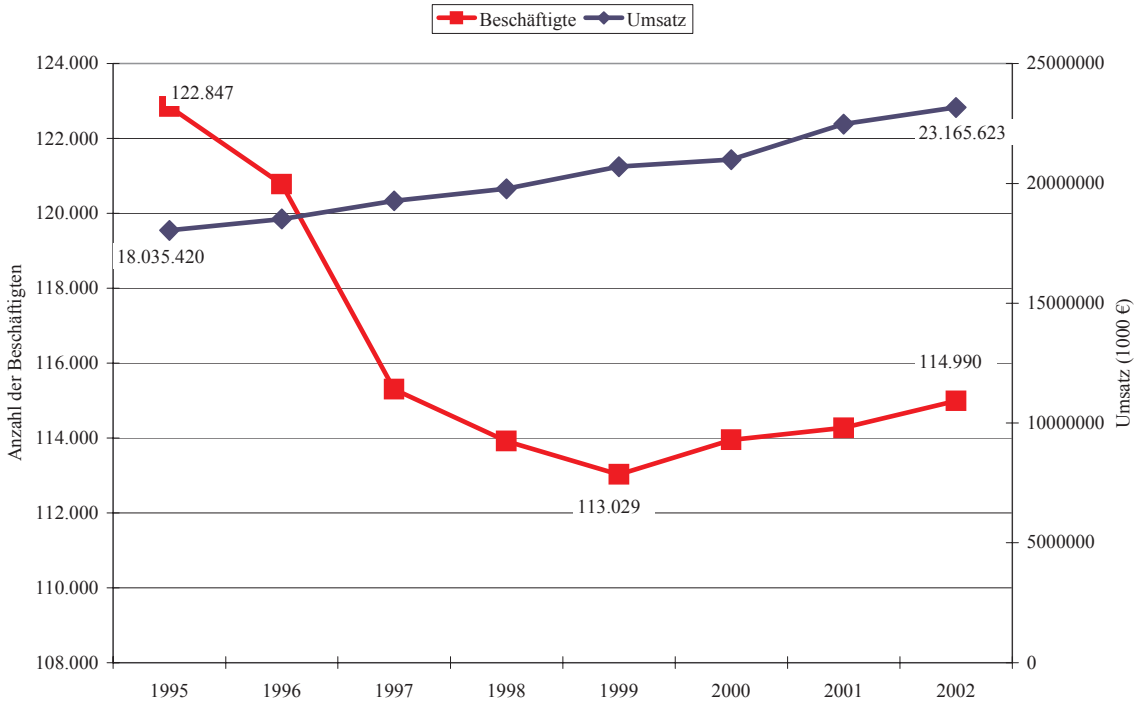
Zwischen 1991 und 2001 hat die deutsche pharmazeutische Industrie immer eine positive Außenhandelsbilanz erzielt. Im Jahr 2002 hat sich der Außenhandel jedoch erstmals negativ entwickelt. Das Exportvolumen pharmazeutischer Erzeugnisse ging von 19,2 Milliarden Euro auf 16,2 Milliarden Euro zurück, während gleichzeitig das Importvolumen nur leicht von 19,1 Milliarden Euro auf 18,8 Milliarden Euro abnahm (BPI 2003). Diese Entwicklung wird einerseits durch stark wachsende Importe aus Irland beeinflusst, andererseits sind deutliche Rückgänge der Exporte in führende Märkte, die USA, die Schweiz, Frankreich, Italien und Japan zu verzeichnen.

Die generelle Marktentwicklung auf dem Pharmaweltmarkt verläuft schon seit Jahren sehr positiv. Zwischen 1991 und 2002 hat sich das Marktvolumen von 195 Milliarden US$ auf 424 Milliarden US$

[1] Dieses Kapitel fußt auf Reiß und Hinze (2003).

mehr als verdoppelt. Die jährlichen Wachstumsraten lagen in diesem Zeitraum zwischen 2 % und 15 % (Reiß, Hinze 2003).

Abb. 7-1: Trends in Beschäftigungszahlen und Umsatz der deutschen pharmazeutischen Industrie seit 1995



Quelle: Statistisches Bundesamt 1995 – 2003.

In den vergangenen zehn Jahren sind deutliche strukturelle Änderungen auf dem Pharmaweltmarkt zu beobachten. In den frühen 1990er Jahren steuerten die USA und Europa jeweils rund ein Drittel zum gesamten Marktvolumen bei. Seither wuchs der US-Markt jedoch mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 11,6 %, deutlich schneller als der europäische Markt (7,4 %; die Angaben sind nicht inflationsbereinigt). Entsprechend hat sich das Gewicht der USA erhöht; im Jahr 2002 nahm der US-Markt fast 50 % des gesamten Pharmaweltmarkts ein. Der europäische Marktanteil fiel entsprechend auf rund 25 % zurück (VFA 2003, EFPIA 2003). Mit dem europäischen Markt hat auch der deutsche Markt an Attraktivität eingebüßt. Noch zu Beginn der 1990er Jahre betrug der Anteil am Weltmarkt rund 8 %, im Jahr 2002 dagegen nur noch 4 % (VFA 2003).

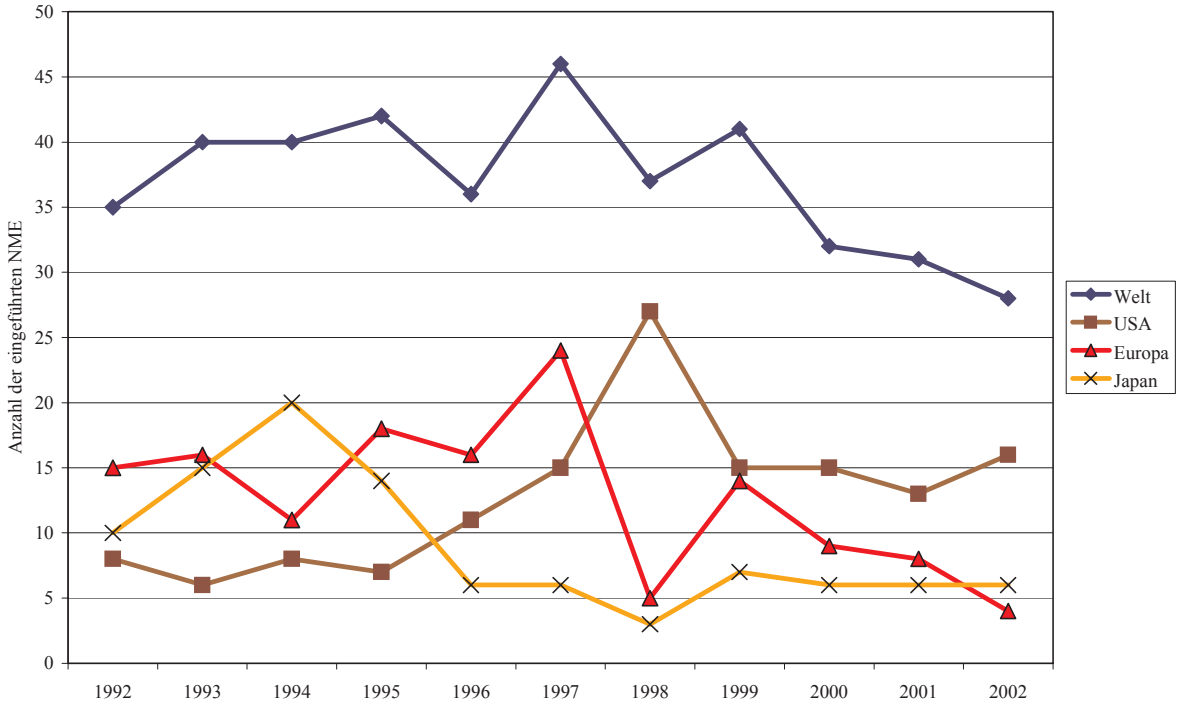
Insgesamt zeigt die Marktentwicklung, dass sich die USA eindeutig zum attraktivsten Markt für Pharmazeutika entwickelt haben. Dies gilt insbesondere für neu eingeführte Medikamente. Seit 1997 wurden 62 % des weltweiten Umsatzes mit neuen Medikamenten auf dem US-Markt erzielt, während die europäische Vergleichsquote bei 21 % liegt (EFPIA 2003).

Eine genaue Betrachtung der Marktentwicklung für neue Medikamente zeigt, dass weltweit die Anzahl der neuen Wirkstoffe (New Molecular Entities: NME), die auf den Markt gelangen, seit 1997 drastisch abgenommen hat (Abb. 7-2). Dies deutet darauf hin, dass die pharmazeutische Industrie in den letzten Jahren immer weniger Innovationen hervorgebracht hat. Gleichzeitig lässt sich eine Strukturverschiebung auf dem Markt für NME beobachten. Zwischen 1992 und 1997 war Europa die attraktivste Region für die Neueinführung von NME. Seit 1998 werden dagegen die meisten NME zuerst

in den USA eingeführt (VFA 2003). Die USA haben somit nicht nur ihre generelle Marktbedeutung in der Pharmazie verbessert, sondern sind insbesondere auch zum wichtigsten Markt für innovative Produkte geworden. Vor diesem Hintergrund ist die Präsenz auf dem dynamischen, attraktiven US-Markt von zentraler Bedeutung für die Pharmaindustrie. Im Jahr 1989 hielten Unternehmen aus Deutschland noch einen Anteil von 14 % am US-Markt, bis 1999 ist der Marktanteil auf knapp 5 % gesunken. Im gleichen Zeitraum konnten Unternehmen aus Großbritannien ihre Marktanteile von 9 % auf 15 % steigern (Gambardella et al. 2000). Offensichtlich haben deutsche Pharmaunternehmen ihre einst starke Wettbewerbsposition auf dem führenden US-Markt verloren.

Die neue internationale Arbeitsteilung kann – cum grano salis – so aussehen: geforscht wird in den USA, produziert in Irland, verpackt in China oder den EU-Beitrittsländern, vertrieben in Belgien und verschrieben, konsumiert und bezahlt in Deutschland.

Abb. 7-2: Anzahl neu eingeführter „New Molecular Entities“ (NME)



Quelle: CMR International.

7.2 Biopharmazie – ein sektorales Innovationssystem

Struktur und Dynamik

Innovationen in der pharmazeutischen Industrie werden zunehmend durch die Biotechnologie getrieben (Hinze et al. 2001, Jungmittag et al. 2000, Reiß, Hinze 2002). Die Biotechnologie stellt modernste Methoden und Technologien für die Entdeckung und Entwicklung neuer Pharmazeutika, bereit. Zunehmend wird sie auch zur Produktion von Wirkstoffen, den so genannten Biopharmazeutika, eingesetzt. Die steigende Bedeutung der Biotechnologie verdeutlicht sich beispielsweise am Wachstum des Marktsegments der Biopharmazeutika in Deutschland. Seit 1996 ist dieses Segment mit jährlichen Wachstumsraten von rund 26 % auf 1,5 Milliarden Euro im Jahr 2002 angewachsen (VFA 2003).

Dies entspricht einem Marktanteil von 8,3 %. Die Dynamik des Marktsegments der Biopharmazeutika äußert sich auch darin, dass drei Biopharmazeutika (Erythropoietin, Betainterferon, Insulin) zu den 15 am stärksten wachsenden Medikamenten in Deutschland zählen (VFA 2003). Informationen über die Wirkstoffpipelines der pharmazeutischen Industrie lassen erwarten, dass Biopharmazeutika in den kommenden Jahren noch größere Marktanteile einnehmen können. So macht diese Stoffgruppe bei allen Produkten, die sich in der Zulassungsphase kurz vor dem Markteintritt befinden, einen Anteil von über 12 % aus, in der letzten klinischen Entwicklungsphase III liegt der Biopharmazeutikaanteil bei rund 20 % und in den frühen klinischen Entwicklungsphasen und der präklinischen Forschung sind derzeit 26 % aller Projekte mit Biopharmazeutika befasst (VFA 2003).

Das sektorale Innovationssystem der Biopharmazie in Deutschland wird durch seine Akteure und ihre Interaktionen charakterisiert. Auf der Seite der Forschungseinrichtungen sind neben zahlreichen Universitäten[2] insbesondere Institute der außeruniversitären Forschungseinrichtungen im Bereich Biopharmazie tätig. Die größte Bedeutung kommt der Max-Planck-Gesellschaft zu, bei der 21 ihrer 80 Einrichtungen entsprechende Forschungsarbeiten durchführen. Hinzu kommen fünf Institute der Helmholtz-Gemeinschaft, sechs Leibniz-Institute und vier Fraunhofer-Institute. Ein weiterer wichtiger Akteur ist das European Laboratory for Molecular Biology (EMBL) in Heidelberg, das nicht nur biomolekulare Grundlagenforschung durchführt, sondern sich auch sehr aktiv beim Transfer seiner Forschungsergebnisse in die industrielle Anwendung zeigt (Reiß, Hinze 2003; vgl. auch die Standortdiskussion in Kapitel 12).

Die Schlüsselakteure in der Biopharmazie auf Seiten der Wirtschaft sind die großen pharmazeutischen Unternehmen mit Aktivitäten in der Biotechnologie, reine Biotechnologieunternehmen, Zulieferer sowie Unternehmen, die auf die Durchführung klinischer Prüfungen spezialisiert sind. Unter den rund 600 pharmazeutischen Unternehmen in Deutschland ist nur ein kleiner Anteil im Bereich Biopharmazie aktiv: Rund 30 Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern, die in Deutschland produzieren oder FuE-Aktivitäten durchführen, zählen zu dieser Kategorie. Die Anzahl der deutschen Biotechnologieunternehmen im Bereich Biopharmazie im Jahr 2003 wird auf rund 350 geschätzt (Reiß, Hinze 2003). Eine genaue Abgrenzung der Zuliefererunternehmen ist kaum möglich, da sich hier erhebliche Überschneidungen mit diesen Biotechnologiefirmen ergeben.

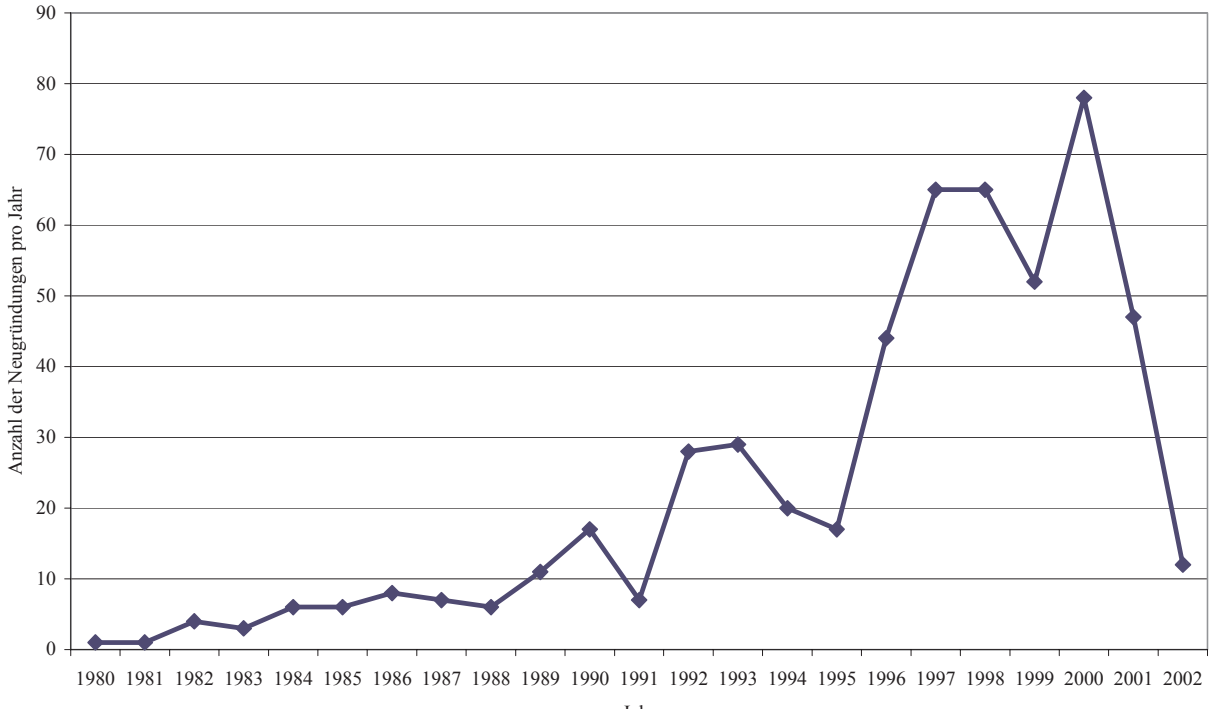
Die Offenheit bzw. Geschlossenheit des Systems wird überwiegend durch die Dynamik bei den Biotechnologieunternehmen geprägt. Bei den pharmazeutischen Unternehmen hat sich die Anzahl der Akteure, die in der Biotechnologie aktiv sind, in den letzten Jahren nur wenig geändert. Insbesondere haben bisher nur sehr wenige der zahlreichen mittelständischen Unternehmen in Deutschland Biotechnologieaktivitäten aufgegriffen (BPI, Cap Gemini Ernst & Young 2002).

Bei den spezialisierten Biotechnologieunternehmen ist im Zeitraum 1990 bis 2000 eine intensive Gründungsaktivität zu beobachten (Abb. 7-3). Zu Beginn des neuen Jahrtausends hat die Gründungsdynamik jedoch erheblich abgenommen (wie auch allgemein das Gründungsgeschehen; vgl. Abschnitt 4.2). Der Verlauf der Gründungsaktivitäten scheint Bezüge zu politischen Initiativen in der Biotechnologie aufzuweisen. Die Gründungswelle zwischen 1996 und 2000 steht in engem zeitlichen Zusammenhang mit der BioRegio-Initiative des BMBF im Jahr 1995. Die Gründungseuphorie gegen

[2] Die meisten der 92 deutschen Universitäten verfügen über naturwissenschaftliche oder medizinische Fakultäten, die Forschungsarbeiten mit Relevanz für den Bereich Biopharmazie durchführen.

Ende der 1990er Jahre ging einher mit dem Boom an den Technologiebörsen, der erhebliches Kapital in den Sektor brachte.

Abb. 7-3: Start-up-Aktivitäten deutscher Biotechnologiefirmen



Quelle: ISB 2003.

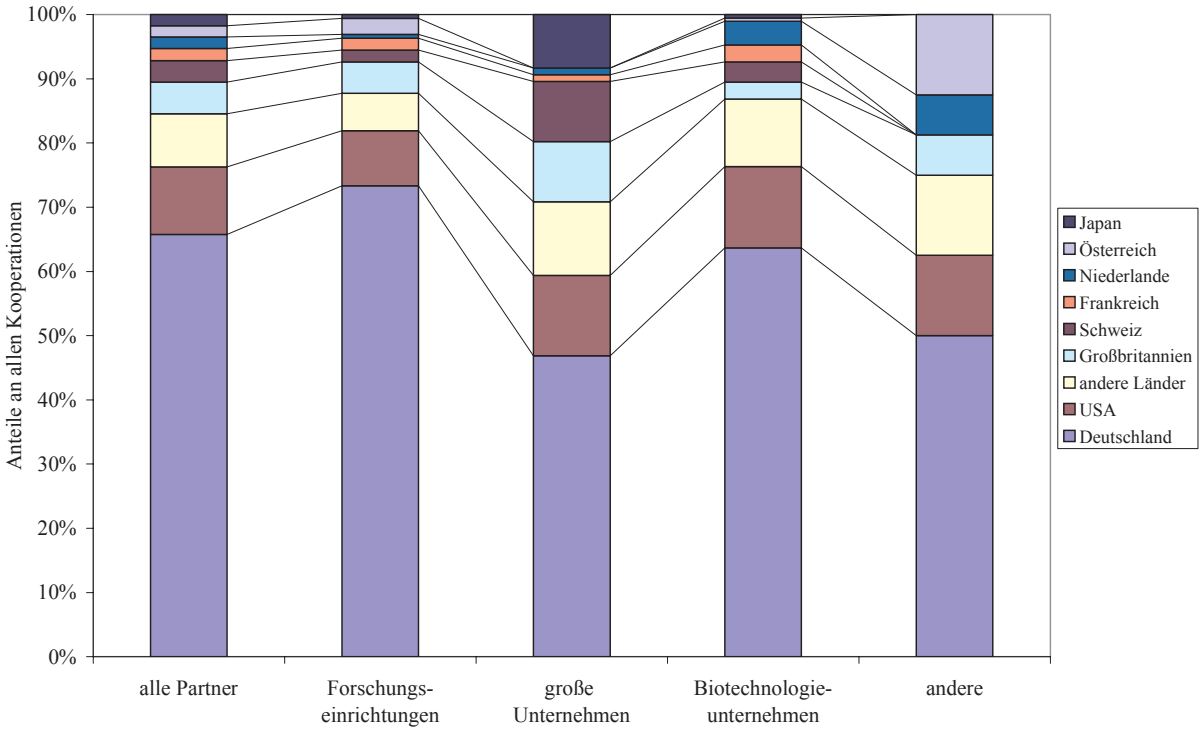
Seit 2001 sind in Deutschland zunehmend auch Firmenzusammenbrüche in der Biotechnologie zu verzeichnen. Nach aktuellen Schätzungen sind zwischen 2001 und 2003 50 bis 60 Biotechnologieunternehmen insolvent geworden (Ernst & Young 2003). Zusätzlich scheinen auch deutsche Biotechnologieunternehmen dem in den USA zu beobachtenden Trend der horizontalen Firmenzusammenschlüsse zu folgen. Zwischen den Jahren 2000 und 2002 werden im Biotechnologiesektor insgesamt rund 25 Fusionen und Übernahmen berichtet (Ernst & Young 2003). In der Mehrheit dieser Fälle waren internationale Partner beteiligt. Offensichtlich ist die Sicherung der internationalen Präsenz ein wesentliches Motiv hinter diesen Aktivitäten. Insgesamt deuten die aktuellen Entwicklungen darauf hin, dass sich der biopharmazeutische Sektor in Deutschland derzeit in einer Konsolidierungsphase befindet, bei der die Rate der Firmengründungen durch Firmenaustritte über Insolvenzen oder Mergers und Acquisitions kompensiert wird. Die Biotechnologieindustrie in Deutschland folgt damit dem international zu beobachtenden Konsolidierungstrend. Dies bedeutet aber auch, dass trotz einiger teilweise spektakulärer Firmenzusammenbrüche bisher nicht von einer Krise des gesamten Sektors die Rede sein kann.[3]

Als ein weiterer Aspekt der Frage nach der Offenheit bzw. Geschlossenheit des Sektors ist seine internationale Orientierung zu betrachten. Die Analyse der Kooperationspartner der spezialisierten Biotechnologieunternehmen im Biopharmaziesektor (Abb. 7-4) zeigt, dass rund 50 % der Kooperationen

[3] Es gibt auch innerhalb der Unternehmen Konsolidierungsinteresse, die auf eine Reduzierung des Produktportfolios und Schrumpfung hinausläuft.

mit Industriepartnern mit internationalen Akteuren erfolgt. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf den USA. Weiterhin deuten auch Patentanalysen auf eine starke internationale Orientierung des Sektors hin. Im Zeitraum 1994 bis 2000 wurden zwischen 24 % und 32 % aller Patente aus Deutschland im Bereich Biopharmazie gemeinsam mit internationalen Partnern angemeldet. Wiederum sind die USA wichtigstes Partnerland. Insgesamt weisen die industriellen Akteure im Sektor somit eine starke internationale Orientierung auf.

Abb. 7-4: Standorte von Kooperationspartnern deutscher Biotechnologiefirmen



Quelle: Reiß, Hinze 2003.

Die genauere Analyse des Kooperationsverhaltens der spezialisierten Biotechnologieunternehmen im Biopharmaziesektor zeigt, dass nahezu alle Unternehmen intensiv kooperieren und dass Forschungseinrichtungen und Universitäten als wichtigste Kooperationspartner zählen. Sie machen 52 % aller Kooperationspartner aus. Rund 30 % der Kooperationspartner sind andere Biotechnologieunternehmen, 16 % kommen aus dem Bereich der großen pharmazeutischen Unternehmen. Die Aufschlüsselung der Nationalität der Kooperationspartner nach Partnertyp ergibt interessante Unterschiede (Abb. 7-4). Während Kooperationen mit Forschungseinrichtungen und Universitäten überwiegend mit nationalen Partnern abgeschlossen werden, sind Kooperationen mit großen Unternehmen hauptsächlich international. Die Kooperationspartner sind dabei hauptsächlich in den USA, Großbritannien, der Schweiz und Japan angesiedelt, was im Wesentlichen die wichtigsten Standorte der global agierenden pharmazeutischen Unternehmen widerspiegelt. Insgesamt deutet die Kooperationsanalyse darauf hin, dass Biotechnologieunternehmen in Deutschland, die im Biopharmaziesektor aktiv sind, hauptsächlich die nationale Wissensbasis für ihre Innovationsaktivitäten nutzen. Dies unterstreicht die Bedeutung einer leistungsfähigen Forschungslandschaft in der Biotechnologie, auch für die kommerzielle Entwicklung der Biotechnologie (Reiß et al. 2003). Kooperationen zwischen Unternehmen werden

dagegen zunehmend durch internationale Partner geprägt, wobei die USA die wichtigste Rolle spielen.

Leistungsfähigkeit des deutschen Innovationssystems

Die Leistungsfähigkeit des Innovationssystems Biopharmazie wird zunächst für den Forschungsbereich mit Hilfe von bibliometrischen Indikatoren betrachtet.[4] Die Entwicklung des Publikationsaufkommens in diesem Bereich zeigt in Deutschland und anderen OECD-Ländern im Zeitraum 1994 bis 2001 ein erhebliches Wachstum, das deutlich über dem Zuwachs des gesamten Publikationsaufkommens in allen Fachbereichen liegt. Die meisten Publikationen wurden von den USA beigesteuert. Allerdings ist kein Unterschied zwischen den USA und der EU insgesamt zu erkennen. In beiden Regionen wurden im Jahr 2001 knapp über 13.000 Publikationen veröffentlicht. Deutschland hat sich unter den EU-Ländern seit 1999 an die Spitze noch vor Großbritannien gesetzt. Die jährlichen Wachstumsraten des Publikationsaufkommens in Deutschland im Zeitraum 1994 bis 2001 liegen mit 11 % deutlich über dem OECD-Durchschnitt von 8 %.

Zur Messung der relativen Leistungsfähigkeit der Forschungssysteme wird im Folgenden die Anzahl der Publikationen auf die Größe der Länder bezogen.[5] In Deutschland ist die Anzahl der Publikationen in der Biopharmazie pro Million Einwohner von gut 40 im Zeitraum 1994/95 auf über 70 im Zeitraum 1999/2000 angestiegen (Abb. 7-5). Damit hat Deutschland seine Position in der OECD leicht verbessert und ist beispielsweise über den EU-Durchschnitt gerückt. Allerdings ist der Publikationsoutput Deutschlands immer noch deutlich niedriger als der anderer EU-Länder wie beispielsweise der Niederlande, Belgiens oder Großbritanniens.

Die Analyse der Beiträge unterschiedlicher Akteursgruppen zum Publikationsaufkommen in der Biopharmazie ergibt, dass mit Abstand die aktivsten Akteure aus den Universitäten stammen. Sie trugen im Jahr 1994 73 % und im Jahr 1999 77 % aller Publikationen bei. An zweiter Stelle stehen die außeruniversitären Forschungseinrichtungen mit Anteilen von 14 % im Jahr 1994 und 11 % im Jahr 1999. Kliniken sind dagegen gemessen am Publikationsaufkommen keine wichtigen Akteure im deutschen Forschungssystem Biopharmazie. Die Industrie hat in beiden Zeiträumen rund 4 % zum gesamten Publikationsaufkommen beigesteuert. Dabei konnten Biotechnologieunternehmen ihre Anteile von 1 % auf 1,3 % erhöhen, während pharmazeutische Unternehmen entsprechend Anteile verloren.

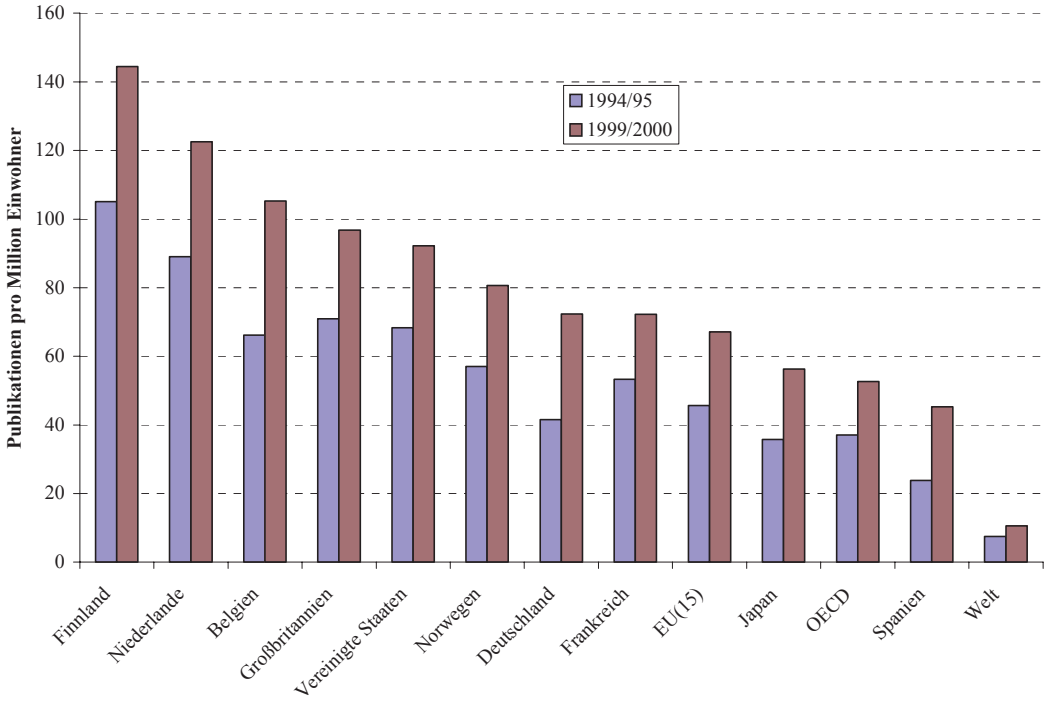
Insgesamt zeigen die bibliometrischen Daten, dass das deutsche Forschungssystem im Bereich Biopharmazie seinen wissenschaftlichen Output deutlich steigern konnte. Der Zuwachs wurde hauptsächlich durch Publikationen aus Universitäten getrieben, welche die bedeutendste Forschungsleistung erbringen. Betrachtet man die Effizienz des Forschungssystems, so hat sich auch hier die Situation Deutschlands verbessert, allerdings liegt Deutschland immer noch unterhalb des EU-Durchschnitts.

---

4 Die Daten dieses Abschnitts beruhen auf Reiß und Hinze (2003).

5 Da keine statistischen Daten über die Anzahl der Wissenschaftler im Bereich Biopharmazie oder auch im Gesamtbereich der Pharmazie verfügbar sind, müssen die Publikationen auf die Einwohnerzahl bezogen werden. Daher sind die folgenden Daten mit einer gewissen Zurückhaltung zu interpretieren, da sie auch durch unterschiedliche Spezialisierungen der nationalen Forschungssysteme beeinflusst werden können.

Abb. 7-5: Publikationen in der Biopharmazie



Quelle: Reiß, Hinze 2003.

Rückschlüsse auf die Leistungsfähigkeit im Bereich der technologischen Entwicklung lassen sich aus Patentanmeldungen in der Biopharmazeutik ziehen. Deutschland konnte das absolute Patentvolumen seit Mitte der 1990er Jahre von 274 Patenten pro Jahr auf 620 Patente pro Jahr (1999 und 2000) erheblich steigern. Auch die spezifische Patentieraktivität gemessen als Anzahl von Patentanmeldungen pro Million Einwohner wuchs entsprechend von 3,4 (OECD: 3,0) in den Jahren 1994/95 auf 7,5 (OECD: 5,2) in den Jahren 1999/2000. Deutschland konnte seine Position innerhalb der OECD somit deutlich verbessern, mehr als im Durchschnitt der gesamten Technik. Gemessen an der spezifischen Patentieraktivität lag Deutschland Ende der 1990er Jahre nahezu gleichauf mit Großbritannien. Allerdings weisen einige europäische Länder wie z. B. Belgien und die Niederlande deutlich höhere Patentieraktivitäten aus und auch die USA liegen mit einem spezifischen Wert von 11,5 Ende der 1990er Jahre deutlich vor Deutschland.

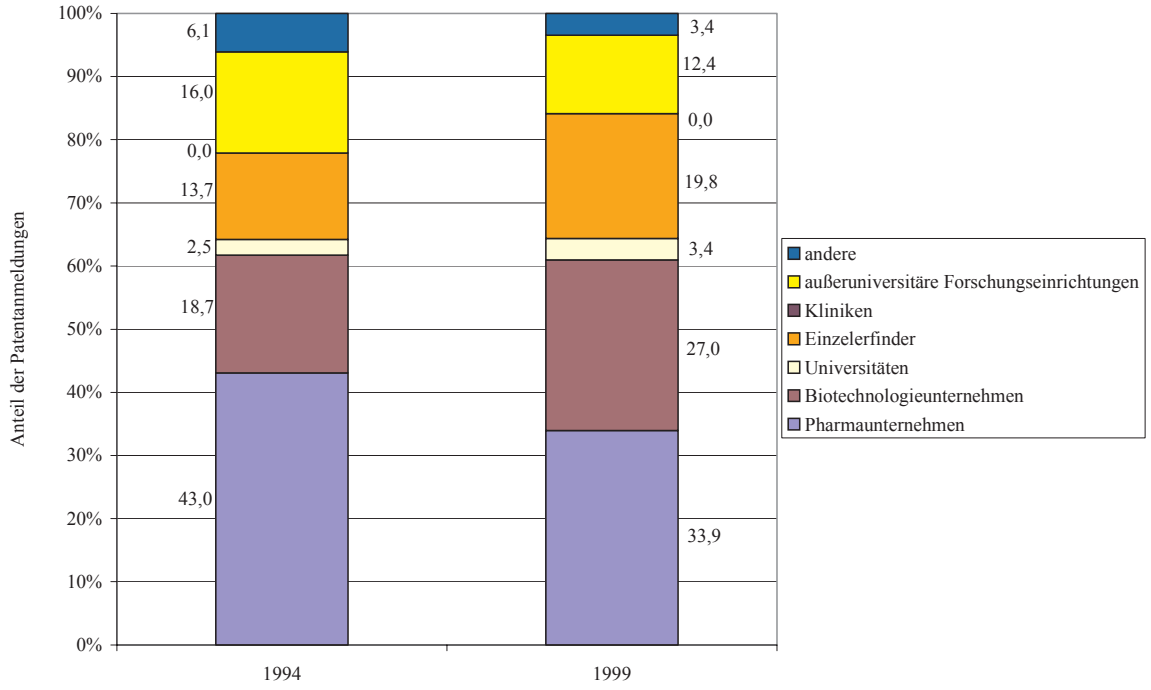
Ähnlich wie bei den Publikationen wurde auch eine Analyse der Beiträge verschiedener Akteursgruppen zum Patentaufkommen in der Biopharmazeutik durchgeführt (Abb. 7-6). Im Jahr 1994 steuerte die pharmazeutische Industrie mit 43 % mit Abstand die meisten Patentanmeldungen bei, gefolgt von Biotechnologieunternehmen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Gegen Ende der 1990er Jahre hat sich diese Struktur deutlich verändert. Die pharmazeutische Industrie hat ihre führende Rolle verloren und kann nur noch einen Beitrag von rund 34 % an allen Patentanmeldungen leisten. Gleichzeitig sind Biotechnologieunternehmen und Universitäten zu den wichtigsten Patentanmeldern aufgestiegen.[6] Diese Strukturverschiebung beim Patentieraufkommen zeigt, dass die tradi-

[6] Bei der Bewertung der Universitäten ist zu beachten, dass sich hinter den zahlreichen Einzelerfindern überwiegend Hochschulangehörige verbergen, die vor der Reform des Arbeitnehmererfindergesetzes als Eigentümer der Patente auftraten. Um den tatsächlichen Beitrag

→

tionellen Akteure des Innovationssystems – die pharmazeutische Industrie – ihre dominierende Rolle eingebüßt hat, während gleichzeitig neue Akteurstypen wichtiger für die Generierung technologischen Wissens werden. Insbesondere Biotechnologieunternehmen und Universitäten spielen eine entscheidende Rolle. Dies bedeutet für die pharmazeutische Industrie, dass sie Strategien entwickeln muss, um das von diesen Akteuren bereitgestellte Know-how nutzen zu können.

Abb. 7-6: Beiträge verschiedener Akteursgruppen zu Patentanmeldungen in der Biopharmazie



Quelle: Reiß, Hinze 2003.

Nachfrage nach Biopharmazeutika

Auf der Nachfrageseite gelten für biopharmazeutische Produkte die gleichen grundsätzlichen Konstellationen wie für Pharmazeutika generell: Es liegt eine Trennung zwischen Entscheider (Arzt), Finanzier (gesetzliche oder private Krankenkasse) und Endnutzer (Patient) vor. Im deutschen Gesundheitssystem spielen Kassenärzte und gesetzliche Krankenkassen über ihre Vertretungsorganisationen auf Grund ihrer Entscheidungsgewalt über die Kostenerstattung für Medikamente eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Tendenziell nehmen diese Akteure eher eine konservative Rolle gegenüber innovativen Lösungen, wie sie beispielsweise die Biotechnologie bereitstellt, ein (Reiß, Hinze 2003). Patienten üben dagegen bisher im deutschen System nur einen geringen Einfluss aus, obwohl eine sehr große Anzahl von Interessensvertretungen (über 500) existiert. In einigen anderen Ländern, speziell in den USA und in Großbritannien, beeinflussen Patientengruppen dagegen den Innovationsprozess wesentlich stärker, indem sie beispielsweise mit eigenen Mitteln FuE-Arbeiten unterstützen oder durch politische Einflussnahme die Zulassung und Markteinführung bestimmter Medikamente vorantreiben.

der Universitäten adäquat abschätzen zu können, ist es daher erforderlich, Patente von Einzelerfindern und Universitäten zusammen zu betrachten.

Der Einbezug von Patienten in den Innovationsprozess kann sich über folgende Mechanismen innovationsfördernd auswirken: Die praktische Erfahrung von Patientengruppen mit spezifischen Krankheitsbildern kann dazu genutzt werden, den medizinischen Bedarf besser zu erkennen und zu definieren, um somit gezielter innovative Lösungsbeiträge zu entwickeln. Weiterhin kann ein stärkerer Einbezug von Patientengruppen die Durchführung klinischer Prüfungen verbessern, indem die Rekrutierung von Patienten und die Vergleichbarkeit klinischer Prüfungen mit Alltagssituationen erleichtert wird. Schließlich können Informationen über neue therapeutische Ansätze ausgehend von Patientengruppen zu den über die Kostenerstattung entscheidenden Ärzte- und Kassenvertretungen kanalisiert werden und so den Marktzugang für innovative Produkte erleichtern. Bisher werden diese potenziellen Vorteile der stärkeren Berücksichtigung von Patientengruppen im deutschen System kaum oder nicht genutzt.

Auf Grund seiner Größe und der Erstattungsmöglichkeiten für innovative Arzneimittel ist Deutschland grundsätzlich ein interessanter Markt für biopharmazeutische Innovationen. Das risikounabhängige Finanzierungssystem für Medikamente der gesetzlichen Krankenkassen über Beiträge übt grundsätzlich einen positiven Effekt auf den Marktzugang für innovative Medikamente aus. Ebenso wird dadurch das Preisbewusstsein der Patienten geschwächt, was sich negativ auf die Wettbewerbsposition von Generika auswirkt. Generell wird der Preiswettbewerb auf dem deutschen Arzneimittelmarkt als schwach eingeschätzt (Burr, Musil 2003). Teure Altmedikamente führen zu niedrigen Innovationsrenditen. Dehalb kann Deutschland derzeit nicht als ein Lead-Markt für biopharmazeutische Produkte angesehen werden. Vielmehr scheint sich derzeit die Lead-Marktposition der USA eher noch zu verstärken. Die USA können nicht nur immer größere Marktanteile auf sich vereinen, sondern insbesondere auch eine immer wichtigere Rolle für die Einführung innovativer Medikamente und für Investitionen in Innovation einnehmen. Die Existenz von exzellenten Forschungseinrichtungen in den USA ist nur ein Grund für die Verschiebung von Innovationsaktivitäten in den USA. Die Marktdimension spielt hierbei eine weitere zentrale Rolle. Stark wachsende Märkte wie in den USA ziehen über entsprechende steuerliche Abschreibungsmöglichkeiten Investitionen in Innovation nach sich.

7.3 Leistungsfähigkeit und Systemmängel

Betrachtet man verschiedene Einzelindikatoren für die Leistungsfähigkeit des Biopharmaziesektors wie z. B. die Publikationsintensität oder das Patentaufkommen, so ergibt sich jeweils ein überwiegend positives Bild für die Leistungsfähigkeit des Sektors. Dennoch hat Deutschland bei der Entwicklung und Einführung innovativer Medikamente unter Nutzung der Biotechnologie an Boden verloren, das Innovationsgeschehen scheint sich in die USA zu verschieben, die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen auf dem US-Markt hat sich verschlechtert. Diese Tendenzen deuten darauf hin, dass möglicherweise Systemmängel vorliegen, die als fehlende Passfähigkeit zwischen einzelnen Elementen des Innovationssystems definiert werden und sich insgesamt hemmend auf die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems auswirken. Ursachen für Systemmängel können fehlende oder unangemessene Innovationsfunktionen, Akteure oder Rahmenbedingungen sowie zu intensive oder zu geringfügige Wechselwirkung zwischen Einzelelementen sein. Reformen im Gesundheitswesen – die hier nicht zu bewerten sind – können zu Kollateralschäden im pharmazeutischen Innovationssystem führen oder aber umgekehrt das Innovationssystem beflügeln.

Funktionen

Bezüglich der Innovationsfunktionen im Forschungsbereich zeigt sich in Deutschland ein Ungleichgewicht bei der Durchführung von anwendungsorientierten biopharmazeutischen Forschungsaktivitäten. Die Forschungsagenda wird durch große Pharmaunternehmen bestimmt, öffentliche Forschung spielt keine wesentliche Rolle. Diese Konstellation kann dazu führen, dass längerfristige Forschungsaktivitäten, die keine kurzfristigen Gewinne versprechen, vernachlässigt werden. Weiterhin kann die Bereitstellung und Weiterentwicklung einer adäquaten Wissensbasis für die wenig forschungsintensive mittelständische Industrie gefährdet sein. Ein zweiter Aspekt betrifft die patientenorientierte klinische Forschung. Diese Forschungsrichtung ist in Deutschland im internationalen Vergleich wenig entwickelt (Bührer et al. 1999). Da sie gleichzeitig von entscheidender Bedeutung für Innovationen in der Biopharmazie ist, wird entsprechendes Wissen im Ausland akquiriert. Auf der Finanzierungsseite wird es zunehmend schwieriger, Mittel von privaten Finanziers zu bekommen. Zwar ist nach wie vor genügend Venture Capital vorhanden. Jedoch ist eine deutliche Verschiebung der Investitionstätigkeit von der Frühphasenfinanzierung zu späteren und weniger risikoreichen Unternehmensstadien zu erkennen (EVCA 2003; vgl. Abschnitt 3.4.2). Dadurch werden die Bedingungen für junge und innovative Biotechnologieunternehmen nach einiger Zeit schwieriger.

Akteure

Derzeit besteht kein genereller Mangel an qualifiziertem Personal für den Biopharmaziesektor. Allerdings ist damit zu rechnen, dass künftig in den meisten naturwissenschaftlichen und Ingenieursdisziplinen Engpässe auftreten, die den Sektor negativ beeinflussen werden (Menrad et al. 2003). In der biopharmazeutischen Industrie ist eine Phase eingetreten, bei der sich Neugründungen und Insolvenzen derzeit die Balance halten. Dieser Konsolidierungsprozess dürfte mittelfristig zu einer Stärkung des Sektors beitragen, indem sich mehr international wettbewerbsfähige Unternehmen herauskristallisieren. Falls die Gründungsintensität weiter zurück geht, kann dies jedoch auch zu einer Beeinträchtigung der Funktion des Systems führen, da ein zentraler Mechanismus des Wissens- und Technologietransfers aus Forschungseinrichtungen – die Unternehmensgründung – an Bedeutung verliert. Auf Seite der großen pharmazeutischen Unternehmen hat die zunehmende Internationalisierung dazu geführt, dass nur noch wenige internationale Pharmakonzerne ihre Hauptaktivitäten in Deutschland halten. Auf Grund ihrer dominierenden Rolle bei der Finanzierung und Durchführung von FuE im Bereich Biopharmazie stellen diese Unternehmen jedoch Schlüsselakteure für einen funktionsfähigen Sektor dar. Eine Fortsetzung der Verlagerung von innovativen Tätigkeiten in den internationalen Bereich dürfte sich negativ auf andere Akteure des Systems auswirken (z. B. indem die Anzahl der potenziellen Kooperationspartner für Biotechnologieunternehmen abnimmt) und somit insgesamt die Wettbewerbsfähigkeit des Systems beeinträchtigen.

Rahmenbedingungen

Die politischen Rahmenbedingungen für den Sektor Biopharmazie sind durch widersprüchliche Zielsetzungen gekennzeichnet. Auf der einen Seite steht das Ziel der Kosteneinsparung im Gesundheitswesen, auf der anderen Seite das der Erhaltung und Verbesserung des internationalen Wettbewerbs durch Innovationen. In diesem Spannungsfeld scheint dem Innovationsbegriff vor allem eine kostentreibende Rolle zugesprochen zu werden. Konzepte zur Verbesserung der Kosteneffizienz durch Innovationen sind bisher wenig verbreitet. Weitere Inkonsistenzen sind bei den Erstattungsregeln für Pharmazeutika durch die gesetzlichen Krankenkassen in Deutschland zu beobachten. Einige Maß-

nahmen wie beispielsweise die Negativliste, die Festpreisregelung oder die Aut-Idem-Regelung unterstützten bislang innovative Lösungen und damit auch biopharmazeutische Entwicklungen, da sie nicht für patentierte (innovative) Medikamente gelten. Andere Regelungen dagegen wie z. B. die Abgabe für patentierte Medikamente und insbesondere die von den industriellen Akteuren als willkürlich aufgefasste Festsetzung der Höhe der Rabattquote tragen nicht zur Schaffung von Planungssicherheit für innovative Projekte in der Industrie bei. Insgesamt scheint hauptsächlich die instabile finanzielle Situation der Krankenkassen die wesentliche Triebkraft für Erstattungsregeln zu sein.

Schließlich erweist sich auch die für Biopharmazeutika verbindliche europäische Zulassungsprozedur für kleine und mittelständische Unternehmen als problematisch, da die hiermit verbundenen Kosten wesentlich größer sind als bei der nationalen Zulassung. Daher werden insbesondere diejenigen Akteure, die in erheblichem Maße zu Innovationen in der Biopharmazie beitragen – kleine und mittlere Biotechnologieunternehmen – benachteiligt. Für die großen forschenden Unternehmen der Branche gelten hingegen sowieso die internationalen Rahmenbedingungen.

Interaktionen

Auf den ersten Blick sind die erforderlichen Wechselwirkungen zwischen den Akteuren des Innovationssystems Biopharmazie intensiv ausgeprägt. Insbesondere zwischen den industriellen Akteuren und Forschungseinrichtungen wird häufig kooperiert. Allerdings scheint eine vollständige vertikale Integration von Kooperationen von grundlegenden Forschungsarbeiten bis zur klinischen Entwicklung in Deutschland im Vergleich zum vor allem englischsprachigen Ausland weniger verbreitet zu sein. Zudem rufen die Einbindungsstrategien der wenigen Großunternehmen, die wegen ihrer hohen FuE-Kosten in kurzen Abständen international fusionieren, immer wieder Irritationen hervor.

Ein anderer Bereich, in dem Wechselwirkungen zwischen Akteuren suboptimal ablaufen, betrifft Zulassungsbehörden und Industrie. Die Kommunikation zwischen diesen Akteuren wird als unzureichend eingeschätzt, was insgesamt zu Verzögerungen im Zulassungsprozess führt. Schließlich ist die Nachfrageseite nicht genügend in den Innovationsprozess integriert. Insbesondere der Einbezug des Wissens von Patienten und Patientengruppen ist in Deutschland selten üblich, wodurch die Chance verpasst wird, Innovationen marktorientierter anzugehen. Ein zukunftsweisendes Konzept würde ein neues Rollenverständnis des Patienten erfordern, in dem er nicht mehr nur als Objekt für eine bestimmte medizinische Handlung betrachtet wird, sondern auch als eine wichtige Informationsquelle für innovative Vorhaben.

Das Beispiel der Biopharmazie kann als eine weitere Fallstudie im Sinne der Frage nach einer besseren Koordination im deutschen Forschungs- und Innovationssystem (Abschnitt 6) verstanden werden. Was kann man hieraus in diesem allgemeinen Sinne lernen? Alles deutet darauf hin, dass in diesem Fall Systemmängel vorliegen und eine volle Passfähigkeit zwischen den einzelnen Elementen des Innovationssystems nicht gegeben erscheint. Aspekte der **technologischen Leistungsfähigkeit** sind jedoch aufs Engste an die **Reformen im Gesundheitswesen** gekoppelt; deren Implikationen für das Innovationssystem werden jedoch in der politischen Arena kaum diskutiert. Als Fallbeispiel verstanden, weisen die Beobachtungen im Bereich der Biopharmazie in Deutschland deutlich darauf hin, dass Innovationspolitik ressortübergreifend verstanden werden muss.

8 Forschung und Innovationen brauchen Bildung

Ein ganz spezielles und dabei hoch bedeutendes Koordinationsproblem der im 6. Kapitel beschriebenen Art ist die effiziente Ausrichtung des Bildungssystems auf den Humankapitalbedarf, denn technologisches Wissen ist international gesehen ein äußerst knapper Faktor. Diejenigen Volkswirtschaften, in denen dieser Faktor relativ reichlich verfügbar ist, haben Standortvorteile. Vor allem gut ausgebildete technisch-naturwissenschaftliche Fachkräfte (Akademiker und sonstige technische Berufsgruppen) spielen für die technologische Leistungsfähigkeit eine herausragende Rolle. Die Knappheit an hoch qualifizierten Erwerbspersonen hat sich Ende der 1990er Jahre vermehrt als **Innovationshemmnis** erwiesen.

Zunehmend wird der **akademische Abschluss** wichtig, denn in den FuE-Abteilungen der deutschen Industrie erhöht sich der „Akademisierungsgrad". Der Anteil der Wissenschaftler und Ingenieure mit Schlüsselqualifikationen für den FuE-Prozess ist seit Ende der 1970er Jahre von 30 % über 38 % Ende der 1980er Jahre auf mittlerweile über die Hälfte gestiegen (Tab. 2-1 in Abschnitt 2.2). Kann die Nachfrage nach Hochqualifizierten in der deutschen Wirtschaft (Abschnitt 8.1) durch die aktuellen und absehbaren Entwicklungen des „Angebots" an akademischen Qualifikationen, speziell solchen mit technisch-naturwissenschaftlicher Ausrichtung (Abschnitt 8.2) befriedigt werden?

Für die **berufliche Ausbildung** (Abschnitt 8.3) im Dualen System geht es einmal um ein ausreichendes Angebot an Ausbildungsplätzen, insbesondere jedoch um die Anpassung an die Erfordernisse der „Wissenswirtschaft", sprich die Bereitstellung ausreichend und zunehmend höher qualifizierter Fachkräfte mit Schlüsselkompetenzen wie IuK-Anwendung, Teamfähigkeit etc. Im Mittelpunkt stehen dabei neue und modernisierte Berufe.[1]

8.1 Einsatz von Hochqualifizierten in der deutschen Wirtschaft

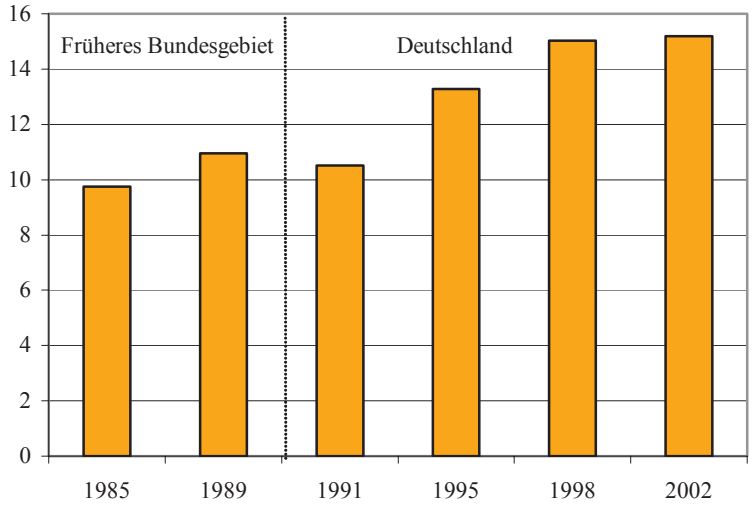
Der weltweit stark steigende Bedarf an akademischen Qualifikationen ist einmal auf die Verschiebung der Gewichte hin zu den Branchen mit einer hohen Forschungs- und Wissensintensität und auf den Übergang zur Dienstleistungswirtschaft (Abschnitt 4.1) mit deren höheren Qualifikationserfordernissen zurückzuführen. Zudem nimmt in jeder Branche der Innovationsdruck zu und mit ihm die Nachfrage nach wissenschaftlich ausgebildetem Personal für FuE- und Innovationsaktivitäten. Hochwertige Dienstleistungsfunktionen (Produkt- und Programmplanung, Entwicklung, Konstruktion, Marketing, Finanzierung usw.) sind wichtig, um Innovationen in Gang zu bringen und umzusetzen. Hierfür werden meist Akademiker benötigt.

Seit langem kommen in Deutschland immer mehr hoch qualifizierte Personen zum Einsatz. Der Anteil der Erwerbstätigen mit Universitäts- oder Fachhochschulabschluss ist seit 1991 von rund 10 auf mittlerweile über 15 % (2002) gestiegen (Abb. 8-1). Während sich die Zahl der Erwerbstätigen insgesamt (mit einem Minus von gut 900.000 Personen) sowie in allen anderen beruflichen Qualifikationsstufen im gleichen Zeitraum rückläufig entwickelt hat, ist die Zahl der Akademiker um über 1,6 Mio. Perso-

[1] Der Beitrag basiert zu großen Teilen auf den Arbeiten von Egeln et al. (2004), Frietsch (2003), Dohmen und Hoi (2004) sowie Beicht und Walden (2004).

nen – und damit um mehr als 3 % pro Jahr – gestiegen. Zusätzliche Erwerbsmöglichkeiten hat es netto also ausschließlich für hoch qualifizierte Personen gegeben.

Abb. 8-1: Anteil der Erwerbstätigen mit Universitäts-/Fachhochschulabschluss an allen Erwerbstätigen (ab 15 Jahren) in Deutschland in %



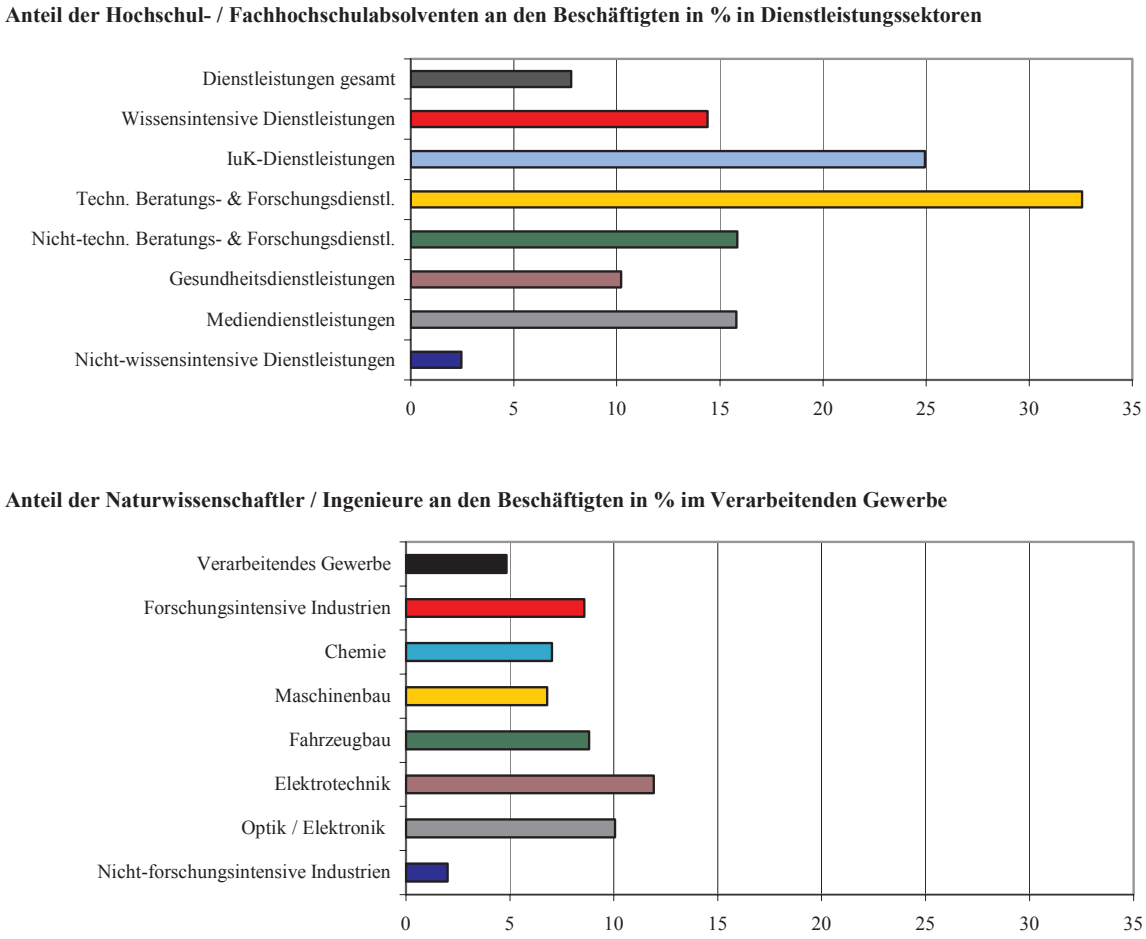
Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 1, Reihe 4.1.2, Aprilwerte, verschiedene Jahrgänge. - Berechnungen des NIW.

Insgesamt verfügen in Deutschland in den wissensintensiven Sektoren der gewerblichen Wirtschaft im Jahr 2002 mehr als 14 % der Beschäftigten über einen Hochschulabschluss (Abb. 8-2). Das sind im Schnitt vier- bis fünfmal mehr als in den übrigen, weniger wissensintensiven Zweigen (gut 3 %).

- Besonders prägnant fällt das Qualifikationsgefälle im Dienstleistungssektor aus. Dort hat die **Akademikerquote** eine Spanne von 2½ % in nicht-wissensintensiven bis 14½ % in wissensintensiven Wirtschaftszweigen. Besonders intensiv kommen Akademiker in den stark expandierenden unternehmensorientierten Dienstleistungssparten (Beratung und Forschung, IuK und Medien) sowie bei Gesundheitsdienstleistungen zum Einsatz. Die mit Abstand höchsten Quoten finden sich in den Bereichen technische Beratung und Forschung (33 %) sowie bei IuK-Dienstleistungen (25 %).
- In forschungsintensiven Industrien ist der Bedarf an **Naturwissenschaftlern und Ingenieuren,** die Schlüsselqualifikation für technische FuE und Innovationen mitbringen, besonders hoch: Dort verfügen 8,6 % der Beschäftigten über einen entsprechenden Abschluss, in den übrigen Industriezweigen lediglich 2 %.

Der hohe Bedarf an akademischen Qualifikationen in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen wird daran deutlich, dass die in den Jahren 1998 bis 2002 zusätzlich beschäftigten 230.000 Hochqualifizierten per Saldo fast ausschließlich in forschungsintensiven Industrien (zu knapp einem Fünftel) und wissensintensiven Dienstleistungen (zu fast drei Viertel) zum Einsatz gekommen sind. Zwei von drei zusätzlichen Arbeitsplätzen für Akademiker mit naturwissenschaftlich-technischen Qualifikationen wurden in forschungsintensiven Industrien geschaffen. Vor allem Ende der 1990er Jahre war dort schon eine gewisse Knappheit zu verzeichnen. Die wenig forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweige sind im Wettbewerb um naturwissenschaftlich-technische Qualifikationen in dieser Zeit überhaupt nicht zum Zuge gekommen.

Abb. 8-2: Einsatz von Hochqualifizierten in Industrie und Dienstleistungen in Deutschland im Jahr 2002 in %



Quelle: Statistisches Bundesamt: Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. - Berechnungen des NIW.

8.2 Nachwuchs von Akademikern

Der Ausbildung an Universitäten und Hochschulen kommt eine entscheidende Bedeutung für die zukünftigen Innovationspotenziale der deutschen Wirtschaft zu, denn dort wird der Nachwuchs nicht nur für die Unternehmen, sondern auch für Wissenschaft, Lehre und Schulen ausgebildet. In Bezug auf die technologische Leistungsfähigkeit liegt das Hauptaugenmerk auf den besonders technikrelevanten Fächergruppen Ingenieurwissenschaften sowie Mathematik/Naturwissenschaften.

Studienberechtigte und Studienanfänger

Der Anteil der altersgleichen Bevölkerung in Deutschland mit **Studienberechtigung** hat sich von 6 % (1960) auf gut 38 % (2002) versechsfacht. Zu dieser Expansion haben besonders die stärker gestiegene Bildungsbeteiligung junger Frauen sowie die Einführung der Fachhochschulreife beigetragen. Allerdings hat sich die Entwicklung im vergangenen Jahrzehnt deutlich abgeflacht und ist seit Mitte der 1990er Jahre kaum noch vorangekommen. Bis 2020 prognostiziert die Kultusministerkonferenz

(KMK) auch nur noch einen geringfügigen Anstieg der Studienberechtigtenquote auf etwa 39½ %.[2] Die im internationalen Vergleich niedrige Studienberechtigtenquote führt zu einem niedrigen Anteil der **Studienanfänger** an der alterstypischen Bevölkerung: Während in Deutschland gut 35 % eines Jahrgangs[3] eine akademische Ausbildung anstrebt, sind dies im Schnitt der OECD-Länder rund 47 % (2002). Alle Vergleichsländer, an der Spitze Finnland und Schweden (mit um die 70 %), mobilisieren ihre nachrückenden Altersjahrgänge deutlich stärker für die Aufnahme einer akademischen Ausbildung.

Seit 1999 holt Deutschland bei den Studienanfängern jedoch aufgrund von steigenden Jahrgangsstärken, wachsenden Studienberechtigtenquoten, wieder bis auf 73 % (2002) steigenden Studierquoten und überproportionalen Zuwächsen bei ausländischen Studienanfängern merklich auf. Für die gestiegene Studierfreudigkeit deutscher Studienberechtigter dürfte die als relativ günstig wahrgenommene Situation auf einigen Teilarbeitsmärkten für Akademiker eine wichtige Rolle spielen, dies gilt z. B. für Ingenieure, Naturwissenschaftler und Lehrer. Die Appelle aus der Politik, von Verbänden und Unternehmen zur Aufnahme eines Studiums haben hier offensichtlich Wirkung gezeigt, wurden sie doch untermauert und flankiert von der BAföG-Reform.[4] Andererseits hat in den letzten beiden Jahren sicherlich auch die Verknappung von Arbeitsplätzen und betrieblichen Ausbildungsstellen in für Akademiker (in spe) attraktiven Berufen zu der höheren Studierneigung beigetragen (vgl. auch Abschnitt 8.3). Mit durchgreifenden Verbesserungen der Arbeitsmarktlage rechnet dieser Personenkreis wohl nicht, so dass viele Studienberechtigte von einer akademischen Qualifikation auch eine Verbesserung ihrer Arbeitsmarktchancen erwarten.

Alles in allem ist daher die (auf Deutsche und Ausländer bezogene) Studienanfängerquote in den letzten Jahren (nach nationaler Berechnung) rasch von 29 % im Jahr 1999 auf 37 % (2002) gestiegen. Hiervon haben auch die technikrelevanten Fächergruppen profitieren können (Tab. 8-1), die vom Einbruch der Studienanfängerzahlen in den 1990er Jahren besonders stark betroffen waren. Lediglich im Studiengang Informatik, wo sich die Zahl der Studienanfänger allerdings von 1992 bis 2000 annähernd verdreifacht hatte, ist seitdem wieder ein leichter Rückgang bei den Studienanfängerzahlen zu verzeichnen – erneut eine Reaktion auf die, zumindest kurzfristig, verschlechterten Arbeitsmarktaussichten. In den übrigen Fächergruppen des Bereichs Mathematik/Naturwissenschaften (zu dem auch Informatik gezählt wird) nehmen die Anfängerzahlen schon seit 1998 überproportional zu. In den Ingenieurwissenschaften ist der Anfang der 1990er Jahre einsetzende tiefe Einschnitt bis 2002 trotz eines deutlichen Aufschwungs bei den Studienanfängern noch nicht wieder ausgeglichen worden.

---

2 Im Hinblick auf technische Qualifikationen ist zudem das seit den 1990er Jahren nachlassende Interesse (männlicher) Fachoberschüler für technische Fächer bedenklich, weil gleichzeitig in diesem Bereich bei jungen Frauen kaum neue Adressaten hinzugewonnen werden konnten.

3 Auch die von der nationalen Statistik berechnete Quote von 37 % für das Jahr 2002 liegt zwar über dem in international vergleichenden Statistiken ausgewiesenen Wert, aber noch immer deutlich unter dem OECD-Durchschnitt.

4 So hat eine deutlich größere Zahl von Personen den zweiten Bildungsweg zur Hochschulreife beschritten (Fachhochschule nach einer Berufsausbildung) und auch die Studierneigung von bildungsfernen Schichten ist gestiegen.

Tab. 8-1: Entwicklung der Studienanfänger in Deutschland in ausgewählten Fächergruppen und Studienbereichen von 1992 bis 2002

– Index 1992 = 100 –

Fächergruppe	1992	1995	1998	1999	2000	2001	2002	
Studienbereich	Anzahl	Index 1992 = 100					Anzahl	Index 1992 = 100
Mathematik, Naturwissenschaften	**42.039**	**81**	**97**	**113**	**140**	**153**	**63.522**	**151**
Biologie	5.699	107	116	126	132	146	8.183	144
Chemie	5.593	65	76	84	98	124	7.488	134
Informatik	9.940	84	146	191	273	265	23.023	232
Mathematik	8.002	74	69	80	95	122	10.816	135
Physik, Astronomie	5.061	59	60	69	81	101	5.768	114
Ingenieurwissenschaften	**62.181**	**77**	**76**	**79**	**85**	**92**	**60.388**	**97**
Elektrotechnik	15.880	58	67	74	79	92	14.571	92
Maschinenbau, Verfahrens-technik, Verkehrstechnik	26.530	65	71	77	87	98	28.230	106
Insgesamt[1]	**283.078**	**92**	**96**	**103**	**111**	**122**	**358.792**	**127**

[1] einschl. Verwaltungsfachhochschulen.

Quelle: Statistisches Bundesamt; Berechnungen des HIS.

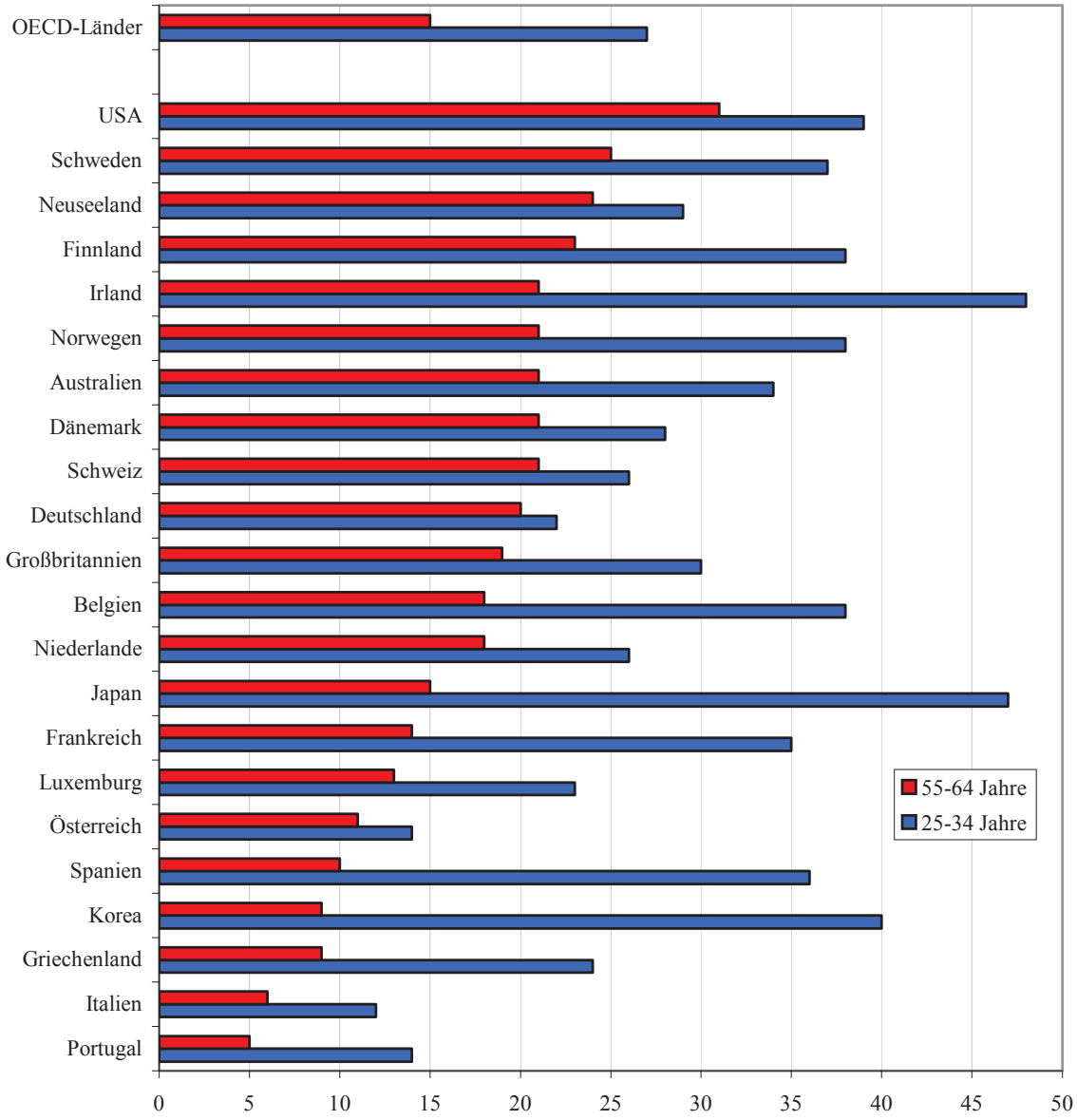
Hochschulabsolventen und „Ersatzbedarf“ an Akademikern

Insgesamt gilt es, junge Menschen stärker für ein Hochschulstudium zu mobilisieren – insbesondere Frauen sowie Jugendliche aus bildungsfernen Schichten – und verstärkt Überlegungen anzustellen, wie die Studienanfängerzahlen auf ein höheres Niveau gebracht werden können. Die Verfügbarkeit von akademisch ausgebildeten Erwerbspersonen für die Weiterentwicklung der „Wissenswirtschaft“ ist für Deutschland vornehmlich ein quantitatives Problem. Denn wenn man bspw. an die hohe Repräsentanz in renommierten Fachzeitschriften oder die Ausstattung mit promovierten jungen Leuten denkt, dann dürfte die Qualität der Ausbildung und der Forschung an den Hochschulen als ausreichend gut einzustufen sein.

Deutschland ist jedoch – quantitativ betrachtet – beim Anteil der Hochschulabsolventen an der Bevölkerung nicht weit vorne zu finden (Abb. 8-3). Auch wenn sich hinter den Abschlüssen unterschiedlich intensive und lange Studienzeiten verbergen: Bei Hochqualifizierten ist der Bildungsvorsprung Deutschlands insgesamt merklich zusammengeschrumpft, bei den jüngeren Bevölkerungsgruppen gar nicht mehr gegeben. Dies wird insbesondere bei Akademikern mit technisch-naturwissenschaftlichen Qualifikationen offensichtlich. Ein entsprechender Abschluss wird in Deutschland zur Zeit pro Jahr nur von rund 7 von 1.000 Personen der Alterklasse 25 bis 34 erworben. In anderen Ländern liegt der Wert etwa doppelt so hoch und konnte z. T. drastisch gesteigert werden (Finnland, Schweden, Frankreich und Großbritannien). Hier bleibt abzuwarten, ob die in den letzten Jahren gestiegenen Studienanfängerzahlen für Deutschland einen nachhaltigen Aufholprozess in Bezug auf diese Qualifikationen in Gang setzen können. Denn seit Mitte der 1990er Jahre hat sich die Zahl der Hochschulabsolventen in allen technikrelevanten Studiengängen in Deutschland rückläufig entwickelt (Tab. 8-2). Dies gilt insbesondere für Maschinenbau und Elektrotechnik, wobei ein Teil der Studierenden zwischenzeitlich in die stark expandierende Informatik gewechselt und dort abgeschlossen haben dürfte. Auch im Jahr 2002, in dem die Zahl der Absolventen insgesamt geringfügig angestiegen ist, hat sich bei den Ingenieurwissenschaften gegen den allgemeinen Trend erneut eine niedrigere Absolventenzahl gegenüber

dem Vorjahr ergeben. Im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich zeigen sich im Verhältnis der wichtigsten Studienbereiche zwischen 1993 und 2002 sehr klare Verschiebungen. Vor allem in Chemie und Physik sind die Absolventenzahlen drastisch zurückgegangen. Nur noch 8 % der Absolventen sind Physiker, 9 % stammen aus der Chemie. Es ist zu vermuten, dass beide Fächer an die benachbarten Disziplinen Informatik (für die Physik) und Biologie (für die Chemie) Studierende und Absolventen verloren haben. Denn bei den Biologen ist der Absolventenanteil in den letzten Jahren angestiegen (Tab. 8-2). Eine positive Entwicklung zeigt sich – korrespondierend mit der über Jahre kontinuierlich gestiegenen Zahl von Studienanfängern – für die Informatik.

Abb. 8-3: Bevölkerung mit einem Abschluss im Tertiärbereich 2001 nach ausgewählten Altersgruppen in %



Quelle: OECD, Bildung auf einen Blick 2003. - Zusammenstellung des NIW.

Tab. 8-2: Absolventen der Ingenieurwissenschaften und Naturwissenschaften in Deutschland 1993-2002

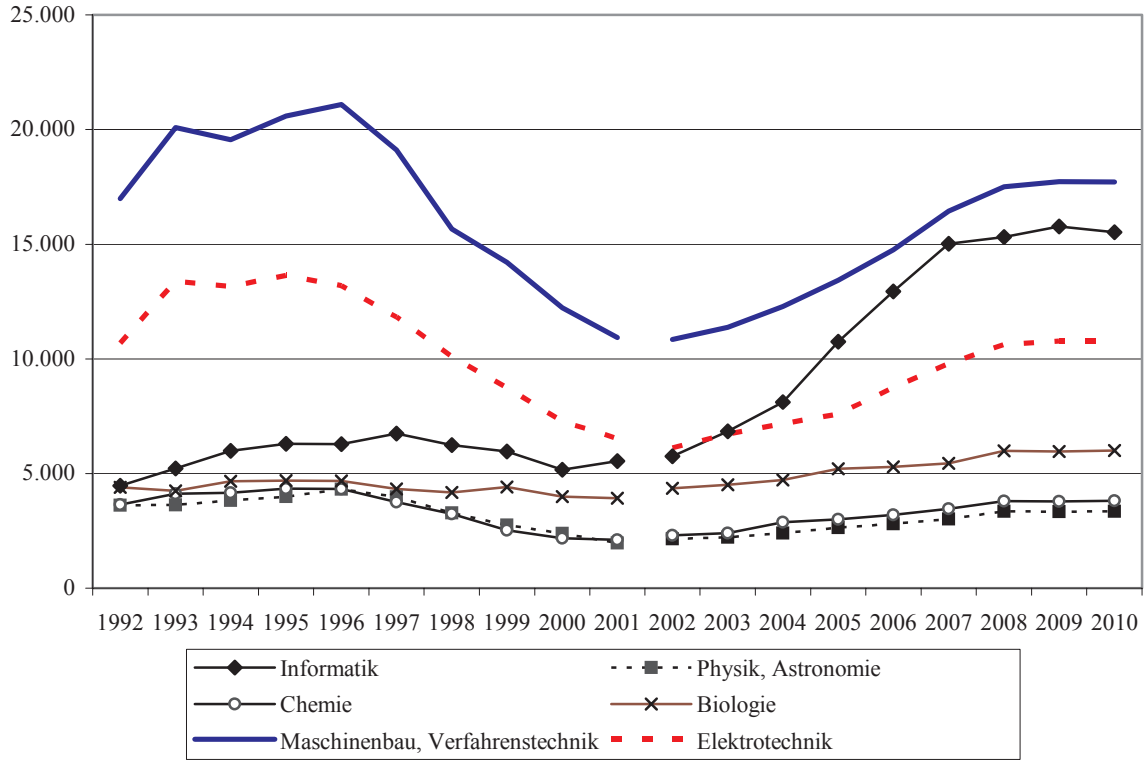
Fächergruppe bzw. Studienbereich	1993	1996	1999	2000	2001	2002
Ingenieurwissenschaften[2]	**44.629**	**48.304**	**38.471**	**35.725**	**33.626**	**32.414**
1993 = 100	100	108	86	80	75	73
Anteil an allen Absolventen	25,7%	23,9%	20,8%	20,2%	19,6%	18,8%
Maschinenbau[3]	21.109	21.775	14.804	13.039	11.851	11.419
1993 = 100	100	103	70	62	56	54
Anteil an allen Absolventen	47,3%	45,1%	38,5%	36,5%	35,2%	35,2%
Elektrotechnik	13.166	12.900	8.532	7.166	6.443	5.925
1993 = 100	100	98	65	54	49	45
Anteil an allen Absolventen	29,5%	26,7%	22,2%	20,1%	19,2%	18,3%
Mathematik/Naturwissenschaften[2]	**24.519**	**28.500**	**24.000**	**21.844**	**20.664**	**21.594**
1993 = 100	100	116	98	89	84	88
Naturwissenschaftleranteil an allen Abs.	14,1%	14,1%	13,0%	12,4%	12,0%	12,5%
Informatik	5.013	6.052	5.565	4.994	5.166	5.757
1993 = 100	100	121	111	100	103	115
Anteil an allen Absolventen	20,4%	21,2%	23,2%	22,9%	25,0%	26,7%
Mathematik	3.183	4.349	3.559	3.190	2.821	2.799
1993 = 100	100	137	112	100	89	88
Anteil an allen Absolventen	13,0%	15,3%	14,8%	14,6%	13,7%	13,0%
Physik/Astronomie	3.543	4.207	2.685	2.316	1.909	1.718
1993 = 100	100	119	76	65	54	48
Anteil an allen Absolventen	14,5%	14,8%	11,2%	10,6%	9,2%	8,0%
Chemie	4.040	4.221	2.420	2.102	2.018	1.912
1993 = 100	100	104	60	52	50	47
Anteil an allen Absolventen	16,5%	14,8%	10,1%	9,6%	9,8%	8,9%
Biologie	4.183	4.552	4.307	3.917	3.824	4.448
1993 = 100	100	109	103	94	91	106
Anteil an allen Absolventen	17,1%	16,0%	17,9%	17,9%	18,5%	20,6%
Absolventen insgesamt[1]	**173.756**	**202.042**	**185.001**	**176.654**	**171.714**	**172.606**
1993 = 100	100	116	106	102	99	99

[1] Absolventen eines Erststudiums.
[2] einschließlich künstl. Abschlüsse, Lehramt, Sonstige, Bachelor/Master (ab 2000).
[3] einschließlich Verfahrenstechnik, Verkehrstechnik/Nautik.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Hauptberichte, Berechnungen des HIS.

Zwar zeichnet sich in jüngerer Zeit wieder eine beachtlich steigende Studierneigung ab, so dass das Jahr 2001 übereinstimmend mit der KMK-Prognose die vorläufige Talsohle bei den Absolventen markieren dürfte (Abb. 8-4). Dennoch ist zumindest auf mittlere Sicht eine durchgreifende Ausweitung des Angebots an akademisch Qualifizierten in den technikrelevanten Bereichen nicht zu erwarten: So ist z. B. davon auszugehen, dass die Zahl der Absolventen in Maschinenbau/Verfahrenstechnik und Elektrotechnik trotz günstigerer Prognose im Jahr 2008 noch immer unter derjenigen von Mitte der 1990er Jahre liegen wird. Ähnlich stellt sich die Situation für Physik und Chemie dar, während Biologie und vor allem Informatik deutlich zulegen werden. Damit scheint sich die disziplinäre Basis für die technologieintensiven Sektoren der Volkswirtschaft etwas zu verbreitern. Allerdings ist mittelfristig eine erhebliche Aufstockung der Absolventenzahlen **und** ein Strukturwandel hin zu den Lebenswissenschaften, zur Informationstechnik und – allgemein – zu technologieintensiven produktionsbezogenen Dienstleistungen erforderlich. Gleichzeitig müssen Sektoren wie Maschinen- und Fahrzeugbau ihre disziplinäre Basis verbreitern und insbesondere den starken Zuwachs in der Informatik nutzen. Denn die „reine“ Anwendung der Informatik in den Wirtschaftszeigen der Informationstechnik beschäftigt nur einen kleineren Teil der Absolventen.

Abb. 8-4: Deutsche und ausländische Hochschulabsolventen von 1992 bis 2001 und Prognose für ausgewählte Studienbereiche der Ingenieurwissenschaften und der Mathematik/Naturwissenschaften 2002 bis 2010



Quelle: KMK, Fächerspezifische Prognose der Hochschulabsolventen bis 2015, KMK Statistische Veröffentlichungen, Band 168, Juni 2003.

Die absehbar schwache Entwicklung der Absolventenzahlen in Maschinenbau/Verfahrenstechnik und Elektrotechnik sowie Chemie und Physik wird in der derzeitigen Rezession mit ihrer stark gebremsten Nachfrage nach Arbeitskräften vielleicht kaum als Engpass empfunden. Sie wiegt jedoch durch den hohen Ersatzbedarf aufgrund von anstehenden altersbedingten Austritten von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern aus dem Erwerbsleben doppelt schwer. Denn allein aufgrund dieses demographischen Effektes ist in den Jahren 2000 bis 2007 in der gewerblichen Wirtschaft mit einem Substitutionsbedarf von insgesamt 71.000 Naturwissenschaftlern, 109.000 Ingenieuren und 72.000 sonstigen Akademikern zu rechnen.

Zur Deckung dieses Ersatzbedarfs, der angesichts des Trends zur Wissensintensivierung sowie eines möglichen wachstumsbedingten Mehrbedarfs lediglich die Untergrenze bilden dürfte, müsste die Zahl neu ausgebildeter, weitergebildeter (umso wichtiger, betrachtet man die noch immer recht hohe Zahl vor allem älterer arbeitsloser Ingenieure und Naturwissenschafter!) oder zugewanderter (!) Akademiker in etwa in gleichem Maße zunehmen, um allein den Status quo zu erhalten: Dies ist jedoch gerade in den für die technologische Entwicklung besonders wichtigen Fachrichtungen nicht in Sicht. Ein extrem wichtiger Schritt ist daher systemimmanente Anpassung, d. h. vor allem Maßnahmen zur Erhöhung der Effizienz.

Studiendauer und -verlauf

Nicht jeder Studienanfänger beendet das begonnene Studium auch mit einem Abschluss. Es kann sein, dass es zu einer vollständigen Aufgabe des Studiums kommt, d. h. die betreffende Person das Hochschulsystem ohne Abschluss verlässt (**Studienabbruchquote**). Ebenso kann es zu einer Revision der ursprünglichen Studienfachwahl kommen, wenn das einmal begonnene Studium nicht weitergeführt und ein anderes aufgenommen wird (**Schwundquote**).

Tab. 8-3: Schwundbilanz ausgewählter Fächergruppen (Absolventenjahrgang 1999 in vH)

Fächergruppe	Studien-abbruch	+	Abnahme durch Fachwechsel	=	Schwund	-	Zunahme durch Fachwechsel	=	Schwund-bilanz
Universitäten	24	+	16	=	40	-	12	=	28
Mathematik	12	+	45	=	58	-	7	=	51
Informatik	37	+	16	=	53	-	10	=	43
Physik, Geowissen-schaften	26	+	25	=	51	-	7	=	44
Chemie	23	+	32	=	56	-	4	=	52
Pharmazie	17	+	7	=	24	-	18	=	6
Biologie	15	+	21	=	35	-	16	=	19
Maschinenbau	25	+	17	=	43	-	6	=	37
Elektrotechnik	23	+	20	=	43	-	1	=	42
Fachhochschulen	20	+	5	=	24	-	13	=	11
Informatik	36	+	7	=	42	-	19	=	23
Maschinenbau	25	+	6	=	31	-	10	=	21
Elektrotechnik	20	+	4	=	24	-	8	=	16

Quelle: HIS-Studienabbruchuntersuchung 2002.

Insgesamt liegt in Deutschland die Studienabbruchquote an Universitäten bei rund einem Viertel, an Fachhochschulen bei einem Fünftel. In einzelnen technisch relevanten Fächergruppen zeigen sich allerdings deutliche Abweichungen. So ergibt sich z. B. an Universitäten im Studienbereich Informatik eine Studienabbruchquote von 37 %, in der Biologie lediglich von 15 %, bei Ingenieurwissenschaften von 26 %. Darüber hinaus verlieren alle technisch relevanten Studiengänge an den Universitäten per Saldo durch Fachwechsel, so dass sich die tatsächliche „Schwundbilanz“ dort deutlich erhöht **(**Tab. 8-3**)**. Hier ergibt sich ein entscheidender Unterschied zu den Fachhochschulen: Diese profitieren von Fachwechslern, so dass der in der Schwundbilanz ausgewiesene Verlust an Studienanfängern deutlich unter den Werten für die Universitäten liegt.

Im Zusammenhang mit der Diskussion um die Effizienz der Ausbildung an Hochschulen ist auch die **Studiendauer** zu thematisieren. So wird bemängelt, hohe Studienzeiten führen dazu, dass Männer und Frauen ihre kreativste Zeit im Studium und nicht in Forschungs- oder Wirtschaftstätigkeit verbringen und somit für die Entwicklung neuer Ideen, neuer Dienstleistungsformen und neuer Produkte nicht verfügbar sind. Trifft diese These zu, so würde auch die technologische Leistungsfähigkeit durch hohe Studienzeiten geschmälert werden. Auch bedeuten lange Studienzeiten hohe Aufwendungen für die Herausbildung hoch qualifizierten Humankapitals. Sie erhöhen auch meist das Risiko, dass die an aktuellen und erwarteten Arbeitsmarktsituationen orientierte fachliche Entscheidung der Studienberechtigten bzw. Studienanfänger obsolet wird, da sich zwischenzeitlich die Arbeitsmarktbedingungen grundsätzlich verändert haben. Letztlich ist die lange Studiendauer das Ergebnis von fehlender interner Effizienz und von Qualitätsmängeln in der Ausbildung.

Alles in allem kann festgestellt werden, dass Deutschland u. a. aufgrund der langen Studienzeiten zu den Ländern mit den ältesten Hochschulabsolventen zählt. Allerdings gilt es zu beachten, aus welchen Gründen und mit welchem **Effekt** lange studiert wird. Denn gegenzurechnen ist auch, dass eine lange Studienzeit zu höheren Qualifikationen und unmittelbarer Marktfähigkeit der vermittelten Qualifizierungen führt und sich damit aufwändige „Nachqualifizierungen" in der Wirtschaft erübrigen. Hinter der Frage „kurze oder lange Studienzeiten" stecken unterschiedliche gesellschaftliche Vorstellungen zur Ausbildung:

- So wird in den USA und in Frankreich im Schwerpunkt in eine kurze Ausbildung investiert, die später durch spezifische Anpassungsqualifikationen je nach beruflicher Erfordernis aufzustocken ist. Die berufliche und sektorale Mobilität gilt als hoch.
- In Deutschland richtet sich hingegen bereits die (lange) Erstausbildung gerade in natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächern sehr stark nach den spezifischen beruflichen Erfordernissen, so dass branchenübergreifende Arbeitsplatzwechsel recht selten sind. Gerade in Zeiten schnellen Strukturwandels und des Abbaus von Arbeitsplätzen bei herkömmlichen Produktionsprozessen sind jedoch schnelle Anpassungen erforderlich.

Zu einer **effektiveren Gestaltung** des Studiums gibt es sehr verschiedene Auffassungen und Strategien. Inwiefern die neu eingeführten Bachelor-Studiengänge – auf freiwilliger Basis – dazu beitragen können, die langen Studienzeiten effektiv zu verringern, wird sich noch erweisen müssen. Auch sind die langfristigen Konsequenzen dieses Abschlusses noch unbekannt. Sicher scheint nur, dass eine Arbeitswelt, die zunehmend lebenslanges Lernen und mehrere Qualifikationsphasen verlangt, im Widerspruch zu einem überlangen Studium vor Aufnahme der Berufstätigkeit steht. Als Lösung bietet sich dafür eine „Modularisierung" der Ausbildung in verschiedene, kürzere und arbeitsmarktnähere Stufen an, deren jeweilige Abschlüsse für sich genommen Beschäftigungschancen ermöglichen, gleichzeitig aber auch Anreize für weitere Qualifizierungsstufen – auch in andere Bildungsgänge hinein – setzen. Die Finanzierung könnte ggf. über Bildungsgutscheine erfolgen.

Monetäre Effizienz des deutschen Hochschulsystems

Ein Maß für die Investitionsanstrengungen einer Volkswirtschaft in die akademische Qualifikation sind die Ausgaben für die Hochschulen. Bezogen auf verschiedene hochschultypische Kennziffern (Studienanfänger, Studierende, Studium, Absolvent) lassen sie in der Zusammenschau Aussagen über die monetäre Effizienz der Hochschulsysteme einzelner Länder zu[5] (Tab. 8-4).

Wegen der niedrigen Beteiligungsquoten an der Hochschulbildung sollte erwartet werden, dass Deutschland auch einen geringeren Anteil an Finanzmitteln in die akademische Bildung investiert als andere Länder. Das ist aber nicht der Fall. Das deutsche Hochschulsystem stellt sich somit im Vergleich mit den ausgewählten Industrienationen als nicht besonders effizient dar. Die vergleichsweise hohen Kosten je Studienanfänger und insbesondere je Absolvent dürfen – wie die hohen Hochschulausgaben je Studium belegen – nicht als Indiz für eine qualitativ besonders hochwertige Ausbildung

[5] Die „Ausgaben/Studienanfänger" geben Informationen über die anfängerbezogene Mittelausstattung, die „Ausgaben/Studierenden" sind Ausdruck für die studentenbezogene Mittelauslastung der Hochschulen in den Vergleichsländern, „Ausgaben/Studium" bereinigen um die durchschnittliche Studiendauer und berücksichtigen somit unterschiedliche Studienzeiten und Abbrecherquoten. Der Indikator „Ausgaben/Absolvent" steht für die Durchschnittskosten eines erfolgreichen Studiums und bildet somit gewissermaßen ein Effizienzkriterium für das jeweilige Hochschulwesen.

verstanden werden. So sind die hohen Kosten je Studienanfänger nicht zuletzt auch und gerade Ausdruck der geringen Ausschöpfung von Bildungspotenzialen und die verhältnismäßig hohen „Hochschulausgaben je Absolvent“ sind das Ergebnis eines noch immer ineffizient organisierten Hochschulsystems. Dabei spielen u. a. die hohe Studienabbruch- und Schwundquote an Universitäten gerade in technikrelevanten Fächern eine maßgebliche Rolle, aber vor allem die vergleichsweise langen Studienzeiten für das Erststudium in Deutschland.[6] Länder mit Kurzzeitstudiengängen als Regelangebot und kurzen Verbleibszeiten von Abbrechern weisen – wie zu erwarten – die geringsten Ausgaben je Studium auf. Dies gilt z. B. für Australien und Großbritannien.

Tab. 8-4: Bildungsausgaben je Studienanfänger, je Studierenden, je Studium und je Absolvent in US$ für ausgewählte Länder im Jahr 2000

Land	Ausgaben / Studienanfänger (US$ KKP)	Ausgaben / Studierenden (US$ KKP)	Ausgaben / Studium (US$ KKP)	Ausgaben / Absolvent (US$ KKP)
Australien	44.300	14.050	35.950	64.150
Kanada	k.A.	16.700	k.A.	91.900
Finnland	45.800	8.450	50.450	85.000
Frankreich	42.750	8.250	43.650	45.600
Deutschland	71.950	11.750	70.650	114.650
Italien	50.950	8.150	45.300	94.100
Japan****	51.500	11.300	k.A.	56.700
Niederlande**	50.150	12.000	46.550	75.400
Spanien	38.150	6.700	31.600	50.950
Schweden*,**	50.850	15.100	69.550	109.550
Großbritannien*,**	32.850	9.650	34.200	42.650
USA*	99.350	20.350	k.A.	134.800
Durchschnitt***	71.550	14.250		91.900
Durchschnitt ohne USA	52.700	10.300	41.500	65.250

* Die Bildungsausgaben wurden errechnet, indem die Anzahl der Studenten mit den Ausgaben in US$ KKP pro Studierenden (Vollzeitäquivalenz) der ISCED Bereiche 5A und 6 multipliziert wurden. In diesen Ländern schließen die Durchschnittsausgaben pro Student Studierende aus dem Bereich ISCED 5B ein.

** Die Ausgaben pro Studium umfassen die ISCED Bereiche 5B, 5A und 6.

*** Der Durchschnittswert für Ausgaben / Studium bezieht sich auf 19 OECD Länder und umfasst die ISCED Bereiche 5B, 5A und 6. Bei den Ausgaben / Absolvent wurde Finnland bei der Berechnung des Durchschnitts wegen des unrealistischen Wertes nicht berücksichtigt.

**** Den japanischen Werten für 2000 liegt die Anzahl der Studierenden für 1999 zu Grunde, da die Zahl der Studierenden für 2000 unrealistisch niedrig ist (13.602.296 Studierende im Jahr 19999 vis a vis 254.658 Studierende im Jahr 2000).

KKP = Kaufkraftparität.

Quelle: ZEW/HIS.

Die zentrale Frage der Investitionen in akademische Ausbildung zur Steigerung der technologischen Leistungsfähigkeit in Deutschland ist demzufolge nicht in erster Linie ein monetäres Problem, sondern primär eine Frage der Organisationsstrukturen

- sowohl an Schulen (gezielte frühe Förderung von Kindern aus sozial schwachen und bildungsfernen Schichten, eher spätere als frühe Differenzierung, stärkere Ausrichtung auf naturwissenschaftliche Fächer und technisches Verständnis, speziell bei Mädchen etc.)
- als auch an Hochschulen (Ausbau von Bachelor-/Masterstudiengängen mit entsprechend zugeschnittenen Studieninhalten, mehr Durchlässigkeit zwischen beruflicher und hochschulischer Bil-

6 Hinsichtlich der Abbrecherquoten liegt Deutschland international gesehen im Mittelfeld.

dung und Weiterbildung, Erhöhung des Qualitätswettbewerbs zwischen den Hochschulen z. B. über die Vergaben von Bildungsgutscheinen an die Studienberechtigten: Selektion/Bewertung mit den „Füßen“...).

8.3 Berufliche Bildung und technologische Leistungsfähigkeit

Ohne qualifiziertes Personal ist die Umsetzung von Innovationen im Produktionsprozess und die Adaption von neuen Technologien und Prozessen nicht möglich. Zudem ist berufliche Ausbildung in der Regel die Voraussetzung für Weiterqualifizierung (z. B. zum Meister oder Techniker). Entsprechend ist der Anteil der Beschäftigten ohne abgeschlossene Berufsausbildung in der deutschen gewerblichen Wirtschaft von rund einem Drittel (1990) auf aktuell unter 30 % gesunken. Eine gute berufliche Qualifizierung ist der Schlüssel zum Arbeitsmarkt.

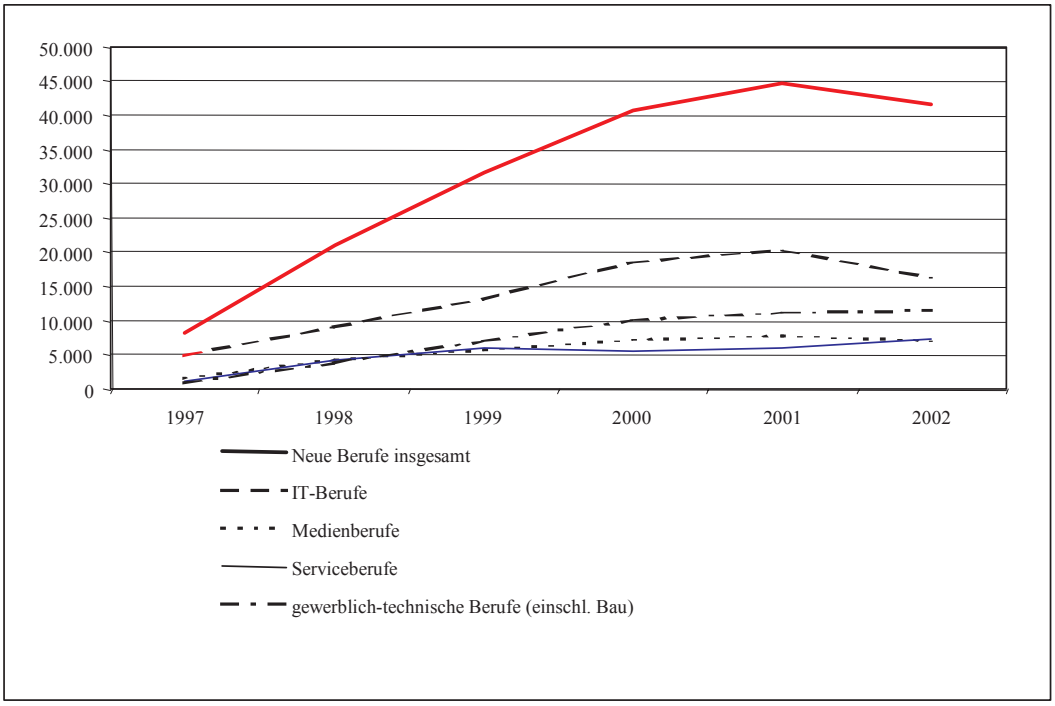
Das duale Berufsbildungssystem hat maßgeblich zur über lange Zeit günstigen Beurteilung der Ausstattung Deutschlands mit gut ausgebildeten und produktiven Arbeitskräften beigetragen. Prinzipiell sorgt das System auch dafür, das produktive Potenzial junger Menschen zu nutzen und die Jugendarbeitslosigkeit vergleichsweise niedrig zu halten. Die hohe Attraktivität und Akzeptanz ist sicher auch zu einem Teil ursächlich für die traditionell im Vergleich zu anderen Ländern geringere Beteiligung junger Menschen an tertiären Bildungsgängen. Im Mittelpunkt stehen vor allem technisch relevante Berufe und so genannte „neue Berufe“, denen im Hinblick auf technische Neuerungen und auf den Trend zur Wissenswirtschaft besondere Bedeutung beigemessen wird.

Dynamik der Berufsstrukturen

Auch die berufliche Bildung ist im Rahmen struktureller und technologischer Veränderungen einem kontinuierlichen und beschleunigten Weiterentwicklungsbedarf unterworfen. Berufsbilder verändern sich, werden obsolet, neue Berufe entstehen. Die qualifikatorischen Anforderungen der Arbeitsplätze und die Qualifikationsanforderungen an die Auszubildenden nehmen zu. Ausbildungsordnungen müssen überarbeitet werden, damit die Kenntnisse und Fertigkeiten der ausgebildeten Fachkräfte den Anforderungen des Marktes auch künftig genügen können. In den letzten acht Jahren wurden die Ausbildungsordnungen in einem Umfang modernisiert wie noch nie. Während noch in den 1980er Jahren für die Modernisierung von Ausbildungsordnungen bis zu zehn Jahre zu veranschlagen waren, geschieht dies heute häufig in Zeiträumen von ein bis drei Jahren.

Seit 1996 wurden insgesamt 47 **neue Ausbildungsberufe** erlassen, die sowohl in quantitativer wie in qualitativer Hinsicht große Bedeutung für das duale System gewonnen haben. Sie haben zwar ihren Einsatzschwerpunkt im Dienstleistungsgewerbe, verstärken aber dennoch die technologische Ausrichtung der Lehrberufe, denn die meisten Auszubildenden erlernen einen Beruf aus den Bereichen Informationstechnik oder Medien. Auch andere gewerbliche Berufe wie Mechatroniker und Fertigungsmechaniker sind stark vertreten. Darüber hinaus spielen vor allem neue Berufsbilder in den Servicebereichen Gesundheit, Sport, Fitness, Veranstaltung, Finanzen, Verkehr und Sicherheit eine beachtliche Rolle und haben auch im Jahre 2002 gegen den Trend – die Zahl der neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge lag um insgesamt 40.000 und damit fast 7 % niedriger als im Vorjahr – erhebliche Zuwächse zu verzeichnen (Abb. 8-5). Insgesamt entfielen im Jahr 2002: 7,3 % aller neu abgeschossenen Ausbildungsverträge auf neue Berufe.

Abb. 8-5: Entwicklung der neuen Berufe nach Gruppen

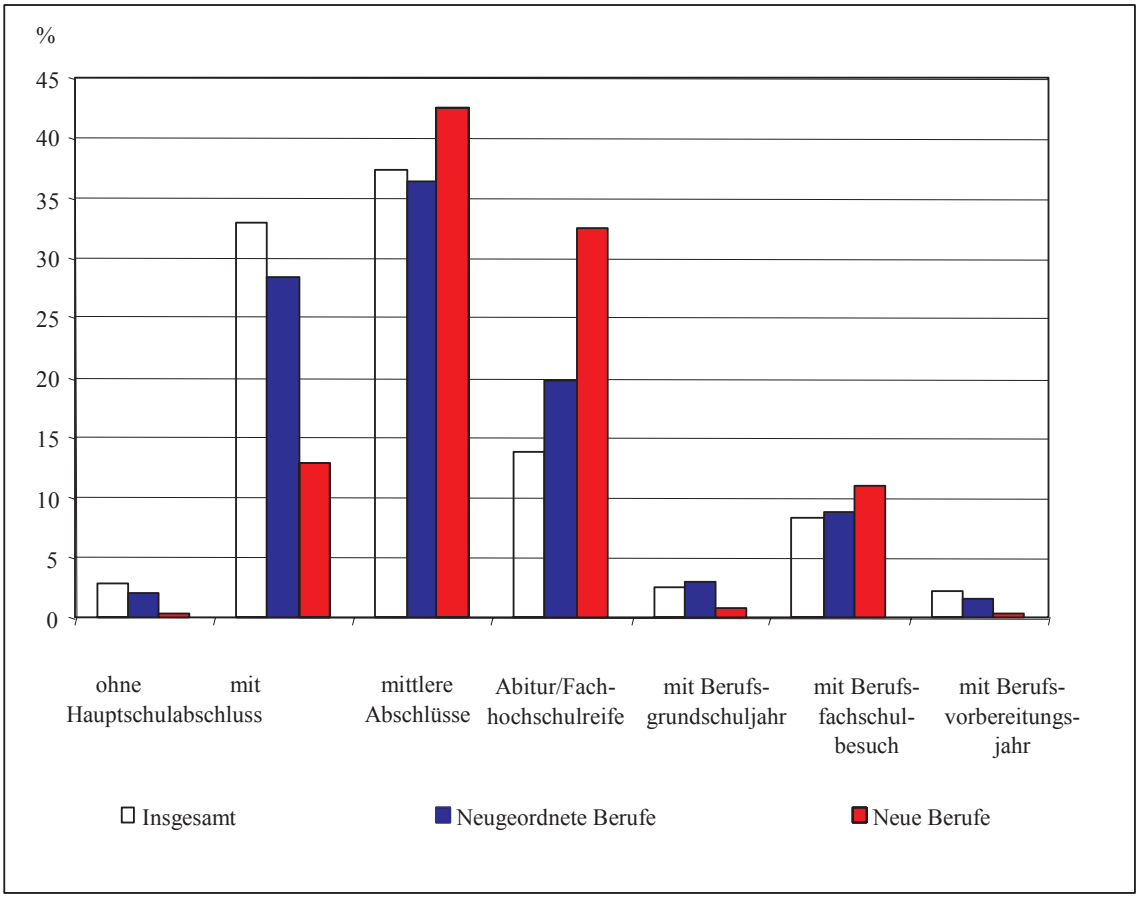


Quelle: Statistisches Bundesamt, Berufsbildungsstatistik. - Berechnungen des BIBB.

- Während die **IT-Berufe** bis zum Jahre 2001 regelmäßig Steigerungen von 30 % und mehr verzeichnen konnten, gab es im Jahre 2002 einen Rückgang bei den neu abgeschlossenen Ausbildungsverträgen von fast einem Fünftel, der durch die Krise der Branche, die konjunkturelle Flaute bei den Anwendern und nicht zuletzt auch infolge einer gewissen Sättigung durch die hohen Ausbildungsleistungen der Vorjahre zu erklären ist. Auch im Jahre 2003 hat sich dieser Rückgang fortgesetzt. Die Entwicklung beruht vor allem auf den Rückgängen bei dem am stärksten besetzten Beruf, dem Fachinformatiker (-22 %). Insbesondere die Zahl der mit jungen Frauen besetzten Plätze ging zurück (-33 %).
- Auch die **Medienberufe** als weiteres besonders technikrelevantes Feld gehören einem konjunkturanfälligen Bereich an und haben wie die IT-Berufe einen deutlich überdurchschnittlichen Rückgang (-10,6 %) zu verzeichnen.
- In den **anderen neuen und modernisierten** Berufen verlief die Entwicklung deutlich günstiger. Sie konnten ihren Stand zumindest halten, so dass die Zahl der abgeschlossenen Verträge in neuen Berufen (ohne IT-Berufe) von 2001 bis 2002 nochmals um 3,5 % gewachsen ist.

In neuen Berufen, speziell in IT- und Medienberufen, werden besonders viele Realschüler und Abiturienten ausgebildet, sie sind eine ernsthafte Alternative zum Studium (Abb. 8-6). Der **Frauenanteil** liegt bei den neuen Berufen mit 25 % deutlich unter dem Durchschnitt des dualen Systems (43 %). Dies gilt besonders für den IT-Bereich (14 %). Demgegenüber sind Frauen bei Medienberufen überdurchschnittlich (56 %) vertreten. **Ausländische** Auszubildende kommen sowohl in IT-Berufen als auch im Medienbereich nur in geringem Umfang zum Zuge (mit Anteilen von 2,5 bzw. 3,2 % gegenüber 6,5 % im Durchschnitt des dualen Systems).

Abb. 8-6: Schulische Vorbildung in den neuen und modernisierten Berufen



Quelle: Berechnungen des BIBB.

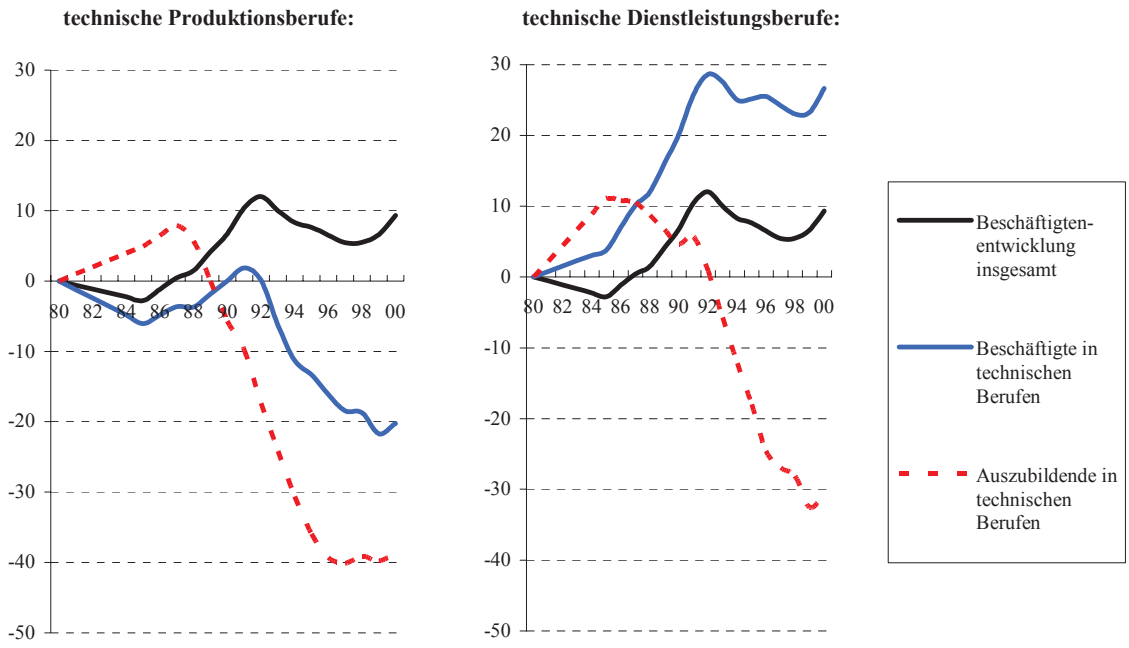
Zusätzlich zu den neuen Berufen wurden seit 1996 (bis 2002) 125 bestehende Berufe überarbeitet. Im Jahr 2002 begannen 44 % aller Ausbildungsanfänger in solchen **modernisierten Berufen**. Im Jahr 2003 folgten mit den Elektro- und Kraftfahrzeugberufen wiederum große Bereiche in der Modernisierung. Damit werden rund 60 % der Ausbildungsanfänger in einem erst in jüngster Zeit modernisierten Berufsbild ausgebildet. Auch die modernisierten Berufe sind für Schulabgänger mit Studienberechtigung besonders attraktiv (Abb. 8-6).

Für die neuen/modernisierten Berufe ist bis 2001 gegen den Trend der nicht modernisierten Berufe eine steigende Tendenz festzustellen. In diesem Jahr gab es 30.000 Plätze (12 %) mehr als 1996. Im Jahre 2002 wurde der Rückgang bei den IT-Berufen durch Steigerungen bei anderen Berufen kompensiert, so dass per Saldo der Stand ungefähr gehalten wurde. Die nicht modernisierten Berufe haben demgegenüber seit 1996 kontinuierliche Abnahmen zu verzeichnen. Zwar müssen hierbei Substitutionseffekte für bestehende Berufe berücksichtigt werden, denn nicht jeder Vertrag in einem neuen Beruf ist ein zusätzlicher Vertrag. Dennoch leisten die neuen/modernisierten Berufe einen bedeutenden Beitrag zum Ausbildungsplatzangebot.

Dennoch besteht noch weiterer Anpassungsbedarf bei den neuen technischen Dienstleistungsberufen. Denn der Rückgang in der betrieblichen Ausbildung bei gleichzeitigem Zulauf in schulischen Ausbildungsgängen (Fachschulen) spricht für Defizite in der betrieblichen Ausbildung in diesen Bereichen. Auch bei den modernisierten Berufen gibt es Bereiche, die von Abnahmen gekennzeichnet sind – so bei Banken, Reiseverkehr, Groß- und Außenhandel sowie im Bürobereich des Handwerks. Generell ist zu beobachten, dass die im Dienstleistungssektor schon immer niedrige Ausbildungsquote in den

letzten Jahren nochmals gesunken ist: Gerade dort werden verstärkt Akademikerqualifikationen nachgefragt bzw. es sind auch Jobs entstanden, die den derzeit vorhandenen Berufsbildern/Ausbildungen nicht entsprechen; hier gilt es, attraktive berufliche Angebote für die Betriebe zu schaffen, damit in diesen Feldern auch stärker ausgebildet wird.

Abb. 8-7: Prozentuale Veränderung von Beschäftigung und Ausbildung in technischen Berufen zum Basisjahr 1980 (=100) im früheren Bundesgebiet



Quelle: Beschäftigtenstatistik der Bundesanstalt für Arbeit. - Berechnungen des BIBB.

Die Bedeutung der traditionellen **technischen Berufe** in der beruflichen Bildung, insbesondere die der industriellen Metall- und Elektroberufe, deren Qualifikationen vor allem in den deutschen Schwerpunktbranchen Maschinen- und Fahrzeugbau sowie Elektrotechnik zum Einsatz kommen, geht seit langem zurück. Zum einen sind die Auszubildendenzahlen in diesen Berufen Anfang der 1990er Jahre überdurchschnittlich gefallen und stagnieren seit Mitte der 1990er Jahre. Zum anderen verliefen auch die Ausbildungsquoten (Auszubildende bezogen auf die Beschäftigten in diesen Berufen) sowohl in technischen Produktions- als auch in technischen Dienstleistungsberufen seit 1980 kontinuierlich rückläufig. Diese Entwicklung kam erst in jüngster Zeit zum Stillstand (Abb. 8-7). Die Gründe für den Bedeutungsverlust der traditionellen technischen Berufe in der Ausbildung sind vielfältig. Vor allem wirkt hier der strukturelle Bedeutungsverlust der Industrie als größtem Einsatzfeld für technische Berufe innerhalb der Gesamtwirtschaft.

Ausbildungsquoten und Ausbildungserfolg

Durch den Rückgang der Neuabschlüsse ist die Ausbildungsquote (das Verhältnis der Ausbildungsanfänger zu den Altersgruppen der entsprechenden Wohnbevölkerung) im Jahr 2002 auf 62 % gesunken. Den Höhepunkt bildete das Jahr 1999 mit 69 % und 631.000 Neuabschlüssen. Die hohe Ausbildungsquote dieser Zeit bedeutet jedoch nicht, dass der Ausbildungsmarkt entspannt gewesen wäre. In den alten Ländern gab es nur einen geringfügigen rechnerischen Überhang, in den neuen Ländern betrug

das Defizit mehr als 10.000 Plätze. In den Folgejahren ging das Angebot an Ausbildungsplätzen wie auch die Zahl der Neuabschlüsse im dualen System stark zurück. Auch im dualen System besteht allerdings eine beachtliche und in jüngster Zeit zunehmende Abbrecherproblematik: Die Schere zwischen Ausbildungsquoten und drei Jahre später erfolgreich abgelegten Prüfungen wird tendenziell größer (Tab. 8-5). Eine Verringerung des Anteils der Ungelernten bedeutet also nicht nur, ausbildungsferne Jugendliche in das System hineinzuholen, sondern es müssen auch diejenigen, die sich im System befinden, zum Ausbildungsabschluss geführt werden.

Tab. 8-5: Ausbildungsquote des dualen Systems, bezogen auf Ausbildungsanfänger/innen und auf erfolgreiche Prüfungen 1993 – 2002

	Anfängerquote	Prüfungsquote
	In Prozent	
1993	66	54
1994	65	55
1995	66	56
1996	65	55
1997	66	55
1998	66	54
1999	69	54
2000	67	55
2001	66	53
2002	62	54

Quelle: Statistische Bundesamt, Berufsbildungsstatistik. - Berechnungen des BIBB.

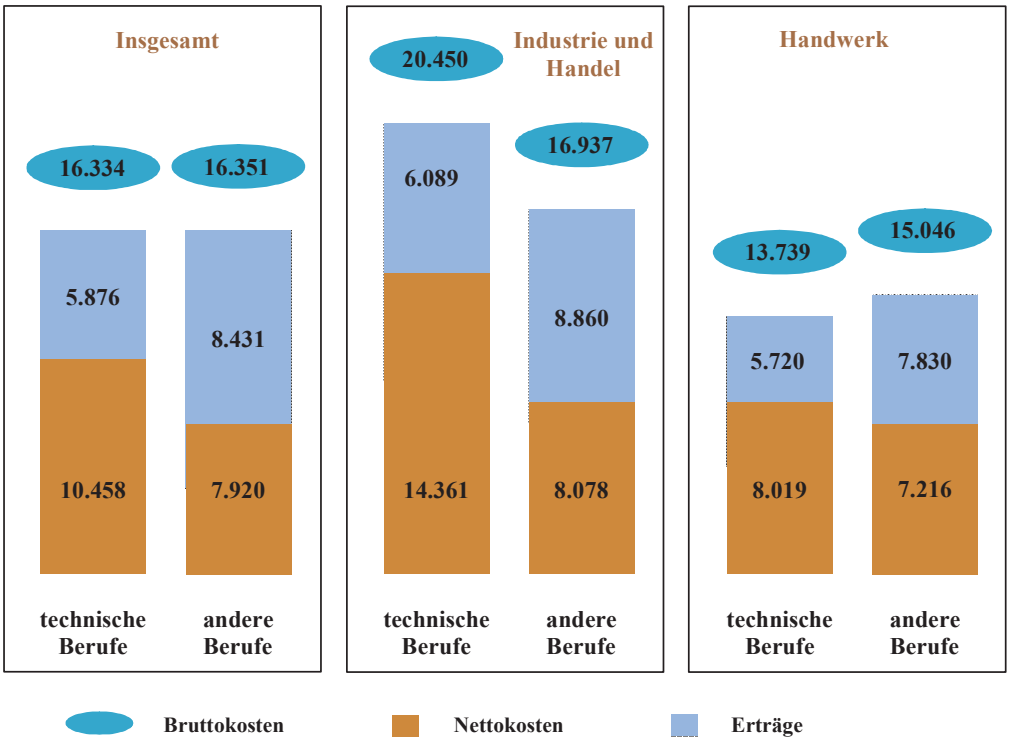
- Eine Modularisierung in der beruflichen Bildung, in der „theoretische Teile“ reduziert werden (derzeit läuft eine Probephase für zweijährige Ausbildungsgänge), kann Einstiegs- und Abschlussquoten näher zueinander bringen.
- Oftmals wird die Qualität der Berufsschulen durch die Betriebe negativ bewertet, z. T. wegen gravierender Ausstattungsmängel, auch im Vergleich zu anderen Ländern, und teilweise fehlenden Praxisbezugs bei den Berufsschullehrern. Zudem – und dies ist eine wichtige Voraussetzung für den Ausbildungserfolg – gelten die schulischen Vorkenntnisse der Auszubildenden häufig als unbefriedigend. Beide Faktoren verringern die Erfolgswahrscheinlichkeit der Ausbildung. Zusätzlich dämpfen sie die Ausbildungsneigung der Betriebe erheblich – neben den sowieso schon als wenig rosig erachteten Wachstumsaussichten in vielen Wirtschaftszweigen.

Bezogen auf einen Jahrgang erhält immer noch mehr als jeder zweite einen Ausbildungsabschluss im dualen System, allerdings mit sinkender Tendenz. Grund ist nicht nur die Ausbildungsstellenknappheit, sondern auch die zunehmende Konkurrenz durch Hochschulen sowie durch duale Ausbildungsformen, die im tertiären Bereich angesiedelt sind (z. B. Sonderausbildungsgänge für Abiturienten). Das duale System hat bei den Studienberechtigten trotz der enormen Modernisierung an Attraktivität verloren. Sicher spielen dabei auch Klagen über die niedrige Studierquote eine Rolle, die den direkten Weg zur Hochschule aufgewertet haben. Andererseits darf nicht übersehen werden, dass die Wissenswirtschaft „von oben“ an den typischen Lehrberufen nagt, die Anforderungen steigen. Hauptzielgruppe von verstärkten Bemühungen um eine Höherqualifizierung müssen diejenigen sein, denen – mit Aussicht auf Erfolg – nur schwer ein Ausbildungsplatz vermittelt werden kann.

Kosten und Nutzen der Ausbildung

Aus der Sicht der Wirtschaft spielen vor allem Nutzen- und Kostenaspekte für das Angebot an beruflichen Ausbildungsplätzen eine große Rolle. Vergleichende Analysen zu den Ausbildungskosten in unterschiedlichen Berufen zeigen insbesondere eine relativ hohe Kostenbelastung der Betriebe für die Ausbildung in technischen gegenüber anderen Berufen (Abb. 8-8).

Abb. 8-8: Bruttokosten, Erträge und Nettokosten 2000 in technischen und anderen Berufen[1] - Durchschnittliche Beträge pro Auszubildenden und Jahr in Euro



1) Bruttokosten: Vollkostenrechnung, d. h. Kosten für nebenberuflich mit der Ausbildung befasstes Personal werden einbezogen. Bei den Nettokosten bleiben die nebenberuflichen Ausbilder, d. h. Mitarbeiter, die neben ihren eigentlichen Aufgaben zeitweise auch in der Ausbildung tätig sind, unberücksichtigt.

Quelle: Kostenerhebung des BIBB. - Berechnungen des BIBB.

- Die Unterschiede sind zu einem Teil durch eine unterschiedliche Organisation der Ausbildung im Betrieb zu erklären. Die Ausbildung in technischen Berufen wird in größeren Betrieben häufig zeitweise in betrieblichen Lehrwerkstätten durchgeführt, deren Kosten (vor allem für hauptberufliche Ausbilder, Anlage- und Sachkosten) die von den Auszubildenden erbrachten produktiven Leistungen (Erträge) bei weitem übersteigen. In anderen Berufen kommt Lehrwerkstattausbildung dagegen nur selten vor und fällt dort daher bei den Ausbildungskosten kaum ins Gewicht.
- Ein erheblicher Unterschied besteht zudem in den produktiven Leistungen, die von den Auszubildenden bei der Ausbildung am Arbeitsplatz erbracht werden: Sie liegen in technischen Berufen um 35 % unter denen in anderen Berufen. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass in technischen Berufen eine Beteiligung der Auszubildenden an den im Betrieb anfallenden Arbeiten schwieriger und daher nur in geringerem Umfang möglich ist als in anderen Berufen.

Die Möglichkeiten für Betriebe, bereits während der Ausbildung zumindest einen Teil der Kosten durch den produktiven Einsatz ihrer Auszubildenden zu decken, sind also bei technischen Berufen generell deutlich weniger günstig als bei kaufmännischen und anderen Berufen. Dabei kommt hinzu,

dass die durch Ausbildung verursachten Kosten bei den technischen Berufen generell höher als bei anderen Berufen sind.

Tab. 8-6: Sehr große und große Vorteile selbst ausgebildeter Fachkräfte gegenüber extern rekrutierten Fachkräften in technischen und anderen Berufen

- Anzahl der Nennungen für Stufen 1 und 2 in Prozent -

Vorteile im Hinblick auf ...	Technische Berufe	Andere Berufe
Kenntnisse über die Besonderheiten der im Betrieb eingesetzten Technik/Computersysteme u. ä.	80	75
Kenntnisse über die besonderen Verfahrensweisen, Arbeitsabläufe und Produkte im Betrieb	86	86
Erfahrungen mit Kunden und Lieferanten des Betriebs	72	78
Vertrautsein mit Betriebszielen und Unternehmenskultur	76	79
Eingespielte Zusammenarbeit mit Arbeitskollegen des Betriebs	81	85
Betrieblicher Weiterbildungsaufwand	59	56
Betriebliche Informationsstrukturen und -abläufe	78	79

Quelle: Erhebung des BIBB. - Berechnungen des BIBB.

Dies ist umso problematischer, als die Unternehmen hinsichtlich des **Nutzens** der Ausbildung, sprich der Vorteile selbst ausgebildeter Fachkräfte versus der externen Rekrutierung von Fachkräften, keine signifikanten Unterschiede zwischen technischen und anderen Berufen sehen (Tab. 8-6). Allerdings werden die Möglichkeiten zur Rekrutierung externer Fachkräfte von den Betrieben generell als eher ungünstig beurteilt. In technischen Berufen, speziell in gewerblich-technischen Industrieberufen und IT-Berufen, wird die Situation auf dem externen Arbeitsmarkt dabei als besonders schlecht eingeschätzt. Eine eigene Ausbildung dürfte also – in technischen Berufen noch in gesteigertem Maße – in deutlicher Weise zur Vermeidung von Ausfallkosten beitragen (Tab. 8-7). Besonders gravierend ist, wenn es wegen Fachkräftemangel z. B. zu Produktionsengpässen, entgangenen Aufträgen und, wie in den letzten Jahren immer häufiger genannt, zur Nichtaufnahme von Innovationsprojekten kommt. Insbesondere größeren Betrieben sind stärker die Risiken des Fachkräftemangels vor Augen führen, die sie eingehen, wenn sie nicht ausbilden, die langfristige Nutzendimension ist zu verdeutlichen.

Tab. 8-7: Einschätzung der Rekrutierungssituation auf dem externen Arbeitsmarkt für technische und andere Berufe

- Anzahl der Nennungen in Prozent -

Einschätzung	Technische Berufe	Andere Berufe	Insgesamt
Zahl der in der Region auf dem Arbeitsmarkt verfügbaren Arbeitskräfte ist ...			
sehr gut	7	7	7
gut	13	19	17
teils/teils	28	28	28
schlecht	28	24	25
sehr schlecht	25	23	24
Einsätzfähigkeit der Arbeitskräfte im Betrieb ist ...			
sehr gut	3	3	3
gut	16	17	17
teils/teils	36	38	37
schlecht	29	25	26
sehr schlecht	17	17	17

Quelle: Erhebung des BIBB. - Berechnungen des BIBB.

Für die Ausbildung in technischen Berufen sind Betriebe in besonderem Maße darauf angewiesen, dass sich die hohen Ausbildungskosten durch eine Übernahme und Beschäftigung der Ausgebildeten amortisieren lassen. Gerade für technische Berufe gilt ein besonders ausgeprägtes Interesse an der eigenen Ausbildung. Weiterbildung oder Qualifizierung spielt als Alternative kaum eine Rolle. Die stärkere Investitionsausrichtung der Betriebe bei den technischen Berufen korrespondiert hier also mit den höheren Ausbildungskosten. Allerdings sind Investitionsentscheidungen immer Entscheidungen unter Unsicherheit und für die Betriebe mit Risiken verbunden.

- Dies betrifft zum einen die Frage, ob der tatsächliche Bedarf einigermaßen zuverlässig prognostiziert werden kann. Kommt es hier zu Bedarfsüberschätzungen, so ist wegen der höheren Kosten bei technischen Berufen eher eine ungünstige Nutzen-Kosten-Relation der Ausbildung zu erwarten als bei anderen Berufen, welche mit niedrigeren Kosten verbunden sind. Hohe Kosten ergeben sich dabei insbesondere für die technischen Berufe im Bereich der Industrie. Zwar ist auch hier im Normalfall ein hoher Ausbildungsnutzen zu erwarten, gleichwohl ist auch das Risiko einer Fehlinvestition besonders hoch.
- Zum anderen liegen Risiken für die Betriebe auch in der Einstellung der Auszubildenden selbst. Analysen zur Übernahme von Auszubildenden zeigen, dass die Betriebe Übernahmeangebote vor allem den besseren Auszubildenden unterbreiten und Auszubildende mit schlechteren Noten in der Abschlussprüfung weniger oft übernehmen. Im Falle technischer Berufe führen Auszubildende, welche für eine Übernahme nicht geeignet sind, wegen der höheren Ausbildungskosten für den Betrieb zu stärkeren Einbußen als bei anderen Berufen.
- Die Organisation von Ausbildungsverbünden sowie die Förderung der überbetrieblichen Ausbildung kann zu einem nicht erheblichen Teil gerade bei technischen Berufen die Ausbildungskosten reduzieren helfen. Von einer flächendeckenden Ausbildungsabgabe ist hingegen nichts zu halten, eher sind Instrumente, die Nutzen und Kosten besser zur Deckung bringen, adäquat.

9 Bessere Einbindung von Frauen in das Innovationssystem

In verschiedenen Beiträgen (Abschnitt 4.1, Kapitel 8) wurde die Bedeutung eines hohen Bildungsniveaus für die technologische und wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit einer Volkswirtschaft herausgestellt. Viele Analysen und Studien zeigen eine zunehmende Verknappung von qualifiziertem Humankapital, insbesondere in den technisch orientierten Bereichen auf. In diesem Zusammenhang rückt das Potenzial von Frauen als unausgeschöpftem Reservoir für qualifiziertes Humankapital verstärkt ans Licht. Anteile von Frauen mit tertiärem Bildungsabschluss,[1] in FuE, an der Hochschule und in der Wirtschaft sowie Beiträge der Frauen zu den Erträgen der Forschung werden in diesem Abschnitt zusammengestellt und diskutiert.[2]

9.1 Zur Rolle von Frauen im Innovationssystem

Frauen bieten ein großes Humankapitalreservoir: In den meisten Ländern der EU stellen die Frauen die Mehrheit unter den Studienanfängern, den Studierenden und den Absolventen im Tertiärbereich. In Deutschland sind diese Anteile ebenfalls hoch, doch stehen sie im Vergleich zu den anderen EU-Ländern am Ende einer allerdings dicht gedrängten Skala (vgl. Tab. 9-1).

In den Ingenieurstudiengängen ist der Frauenanteil in allen Ländern im Vergleich zu den Sozial- und Geisteswissenschaften niedrig und rangiert zwischen 11 % in Japan und 28 % in Schweden. Deutschlands Anteil bei den Studierenden liegt bei 18,8 %, während die Abschlüsse der Frauen in dieser Fächergruppe bei 16,7 % liegen.

Trotz der hohen Anteile der Frauen unter den Studierenden und Absolventen aller tertiären Bildungswege ist der Anteil an Forscherinnen in allen EU-Ländern deutlich geringer. Im deutschen Hochschulsektor ist ihr Anteil mit knapp 21 % bescheiden, hat aber in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen. Die Anteile in den europäischen Ländern liegen mit 31 % für Schweden und mit 37 % für Finnland zum Teil erheblich höher. Die einzelnen Forschungsgebiete zeigen allerdings unterschiedliche „Genderdominanzen“: Insbesondere die Naturwissenschaften, Ingenieur- und Technikwissenschaften sind deutlich männerlastig, während in der Medizin, den Sozial- und Geisteswissenschaften ein größerer Anteil an Frauen forscht. Eine Einengung der Betrachtung auf Frauen mit Lehrbefugnis an den Hochschulen zeigt eine noch drastischere Zuspitzung: mit einem durchschnittlichen Anteil von ungefähr 26 % für die EU (15) haben Frauen noch viel Entwicklungsraum. Der Anteil ist für Deutschland mit 9 % (11,9 % im Jahr 2002) erstaunlich niedrig, während hier Finnland mit 36 % an der Spitze liegt.

---

1 ISCED 5a, 5b und 6.

2 Hierzu werden Daten und Publikationen von unterschiedlicher Herkunft herangezogen. Ein Vergleich der Daten ist nur bedingt möglich, da diesen Studien und Publikationen unterschiedliche Grundgesamtheiten, Erhebungsmethoden oder Analyseverfahren zugrunde liegen. Die Angaben über Hochschulabsolventen, FuE-Personal und Beschäftigung werden länderübergreifend standardisiert für die EU-Statistiken erfasst. Dahingegen beschränken sich die Auswertungen über wissenschaftliche Veröffentlichungen international bekannter Journale auf sechs Länder der EU. Die Studie über Patentanmeldungen stützt sich auf Angaben des EPA, die ebenfalls auf sechs Länder der EU begrenzt ist. Es wurden die neuesten verfügbaren Daten herangezogen, allerdings wird zu Gunsten einer besseren Vergleichbarkeit in manchen Fällen auf aktuellste Daten einzelner Länder verzichtet. Für den Gendervergleich bei Patenten und Publikationen liegen keine aktuelleren Zahlen vor. Zur Prüfung der Frage, ob sich am Abstand der Geschlechter inzwischen etwas verbessert hat, wären neue Erhebungen dringend erwünscht.

In derselben Größenordung liegt der Anteil der Frauen am FuE-Personal in der Wirtschaft. Mit knapp 10 % findet sich Deutschland unter den EU-Ländern am unteren Rand der Skala, während die skandinavischen Länder mit 18-23 % an der Spitze liegen. Im Wirtschaftssektor ist ebenfalls eine stärkere Beschäftigung von Frauen in der zur Chemie und Pharmazie und weniger in den technischen Arbeitsbereichen festzustellen. Im Staatssektor ist hingegen der Forscherinnenanteil für deutsche Verhältnisse relativ hoch, rangiert aber mit ca. 22 % im Vergleich zu über 30 % in den anderen europäischen Ländern am Ende der Liste.[3]

Tab. 9-1: Anteile von Frauen im Innovationssystem im europäischen Vergleich in %

Länder	Studierende[1)] 2001		Absolventen des tertiären Bildungswegs[2)] 2001				Forscherinnen[8)]			Publikationen[6)] 1995	Patente[6)] 1998
	insgesamt	Ingenieur, Fertigung, Bauwesen	insgesamt	Ingenieur, Fertigung, Bauwesen	Abschluss mit Promotion	mit Lehrbefugnis[3)] 1999	im Hochschulsektor[4)] 1999[9)]	beim Staat[5)] 1999[9)]	in der Wirtschaft[5)] 1999[9)]		
EU	53,2	22,0	55,9	20,9	39,6	26	-	-	-	22,7 [7)]	7,0 [7)]
GER	48,7	18,8	51,6	16,7	35,2	9	20,6	22,1	9,6	15,3	4,6
ESP	52,5	25,5	57,2	25,1	42,9	32	37,5	41,2	19	28,5	15,8
FRA			55,8	18,7	42,7	29	29	-	-	27,5	11,1
ITA	56,0	18,7	55,9	18,0	50,8	12	28	36	-	28,1	8,8
SWE	59,1	28,3	58,5	27,5	39,2	33	30,9	-	-	19,9	6,3
GBR	54,5	16,6	56,6	18,0	39,5	24	26	23	-	21,5	7,6
FIN	53,9	18,2	61,7	20,3	45,8	36	36,6	37,5	17,8	-	-
NOR	-	-	-	-	34,4	-	35,7	34,7	19,2	-	-
DEN	-	-	-	-	37,4	21	30,1	35,1	22,6	-	-
nachrichtlich:											
JPN	44,9	11,3	49,4	12,2	22,8	-	-	-	-	-	-
USA			57,0	18,7	44,1	-	-	-	-	-	-

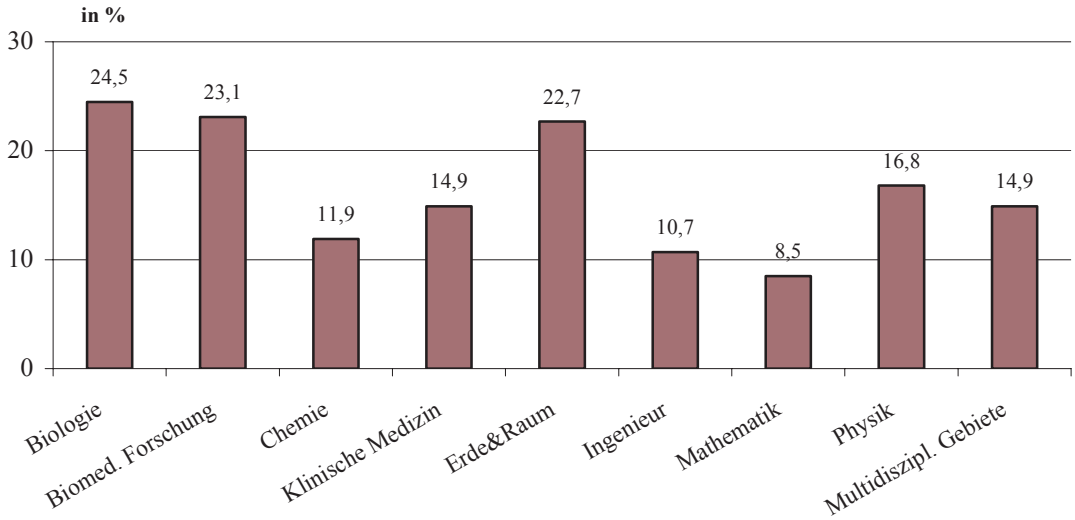
Quelle: Zusammenstellung des IWW aus verschiedenen Quellen: [1)] Statistik kurz gefasst, Wissenschaft und Technologie, Eurostat, Thema 9-9/2003: S&T statistics – UOE questionnaire. [2)] Statistik kurz gefasst, Wissenschaft und Technologie, Eurostat, Thema 9-9/2003, [3)] Statistik kurz gefasst, Wissenschaft und Technologie, Eurostat, Thema 9-7/2001, Personaldaten an Hochschulen mit Lehrbefugnis beinhalten in Deutschland nur Professorinnen. [4)] Statistik kurz gefasst, Wissenschaft und Technologie, Eurostat, Thema 9-7/2003 und 9-6/2004, Angaben in Kopfzahl. [5)] Statistik kurz gefasst, Wissenschaft und Technologie, Eurostat, Thema 9-3/2003 und 9-6/2004, Angaben in Vollzeitäquivalent. [6)] Scientific and Technological Performance by Gender, Vol I, Statistical Analysis, Biosoft sas, Consiglio Natzionale delle Ricerche, 2002, im Auftrag der Europäischen Kommission, Zahl der Frauen in % zu allen Autoren bzw. Erfindern. [7)] Durchschnittlicher Wert für Publikationen oder Patentenmeldungen in den untersuchten sechs Ländern der EU. [8)] Die Sektorabgrenzung folgt dem Frascati-Handbuch, Ziffern 163, 184 und 206. „Forscherinnen" sind Wissenschaftlerinnen und Ingenieurinnen unter dem FuE-Personal; Frascati-Handbuch Ziffer 301. [9)] Die Daten für NOR, DEN und ESP sind für 2001.

Die Erträge der wissenschaftlichen Arbeiten werden in Veröffentlichungen und Patentanmeldungen dokumentiert. Hier werden die Publikationen in den Bereichen Biologie, Biomedizinische Forschung, Chemie, Klinische Medizin, Erde und Raum, Ingenieurwissenschaften, Mathematik, Physik und multidisziplinäre Gebiete betrachtet. Unter den sechs Vergleichsländern nehmen Deutschlands Frauen mit einem Anteil von 15,3 % an allen wissenschaftlichen Autoren in der untersuchten Stichprobe von

[3] Zur geringen Präsenz deutscher Wissenschaftlerinnen in der EU-Forschung vgl. Heidel (2004).

wissenschaftlichen Veröffentlichungen den letzten Platz ein, während die südeuropäischen Länder Spanien und Italien mit einem Frauenanteil von gut 28 % an der Spitze liegen.[4] Auch Nachbarland Frankreich hat – neben dem Vereinigten Königreich und Schweden – mit einem Anteil der Frauen an den Autoren insgesamt mit guten 27 % eine weitaus bessere Stellung. Frauen mit wissenschaftlichen Publikationen sind in Relation zum Forscherinnenanteil in Wirtschaft und Wissenschaft in Deutschland auch unterdurchschnittlich präsent. Zwar liegen in einigen naturwissenschaftlichen Fächern (vgl. Abb. 9-1) die Publikationsbeiträge der Frauen über dem durchschnittlichen Forscherinnenanteil in den Naturwissenschaften von ca. 14 % (im Hochschulsektor, 1999) insgesamt, doch sind in diesen naturwissenschaftlichen Fachgebieten auch die Frauenanteile unter den Forschern hoch. Überraschend hoch ist aber, gemessen am weiblichen Anteil des FuE-Personals in den Ingenieur- und Technikwissenschaften im Hochschulsektor[5] (9 % in Deutschland, 1999), der Anteil der Frauen mit Publikationen in diesem Bereich (10,7 %, 1995). Hier weisen die engagierten Frauen einen im Verhältnis gesehen hohen Output auf.

Abb. 9-1: Anteil der Frauen unter allen Verfassern wissenschaftlicher Veröffentlichungen nach Fachbereichen in Deutschland, in Prozent, 1995



Quelle: Scientific and Technological Performance by Gender, Vol I, Statistical Analysis, Biosoft sas, Consiglio Natzionale delle Ricerche, 2002, im Auftrag der Europäischen Kommission, wissenschaftliche Publikationen in 157 Zeitschriften, für 6 EU-Länder.

Bei den Patentanmeldungen in den Sektoren Raumfahrt, Computer und Büromaschinen, Elektronik, Instrumente, Pharmazeutische Wirkstoffe, Chemikalien, Elektrogeräten und Kraftfahrzeuge liegt der Anteil der Frauen in Deutschland, die an Erfindungen beteiligt waren, mit 4,6 % der Gesamtzahl der Erfinder deutlich unter den Frauenanteilen in der Wirtschafts-FuE insgesamt (vgl. Abb. 9-2).[6] Dagegen haben in Spanien (knapp 16 %) und Frankreich (11 %) die Frauen schon verstärkt als Erfinder reüssiert. Eine Differenzierung nach Fachbereichen oder Sektoren zeigt, dass bei Patentanmeldungen Frauen in den Sektoren Chemie und Pharmazie überdurchschnittlich aktiv sind, während die Publikationsschwerpunkte der Frauen in den Fachgebieten Biologie, Biomedizin und Geowissenschaften lie-

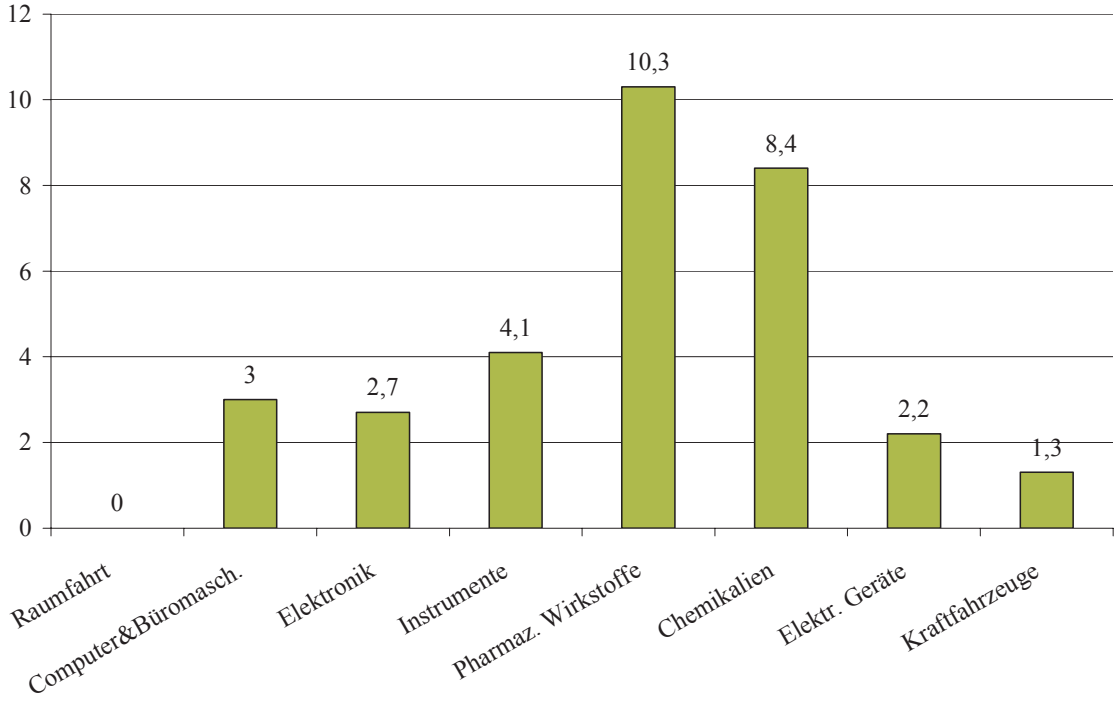
4 Gemessen an der Anzahl der Autoren, publiziert in Journalen des SCI in den Fachbereichen.

5 Statistik kurz gefasst, Wissenschaft und Technologie, Eurostat, Thema 9-7/2003. Zahlen für direkt vergleichbare Jahre liegen nicht vor.

6 Gemessen an der Anzahl der Erfinder mit Patentanmeldungen am EPA in den Technologiebereichen, nicht bezogen auf alle Patentanmeldungen.

gen. Dieses Muster für Deutschland spiegelt auch die EU-weiten Beiträge der Frauen zu Publikationen und Patenten wider (vgl. auch Tab. 9-1).

Abb. 9-2: Anteil der Frauen bei Patentanmeldungen unter allen Erfindern nach Industriesektoren in Deutschland, in Prozent, 1998



Quelle: Scientific and Technological Performance by Gender, Vol I, Statistical Analysis, Biosoft sas, Consiglio Natzionale delle Ricerche, 2002, im Auftrag der Europäischen Kommission, Anmeldungen von Erfindungen am EPA und über IPC-Verfahren, von 6 EU-Ländern.

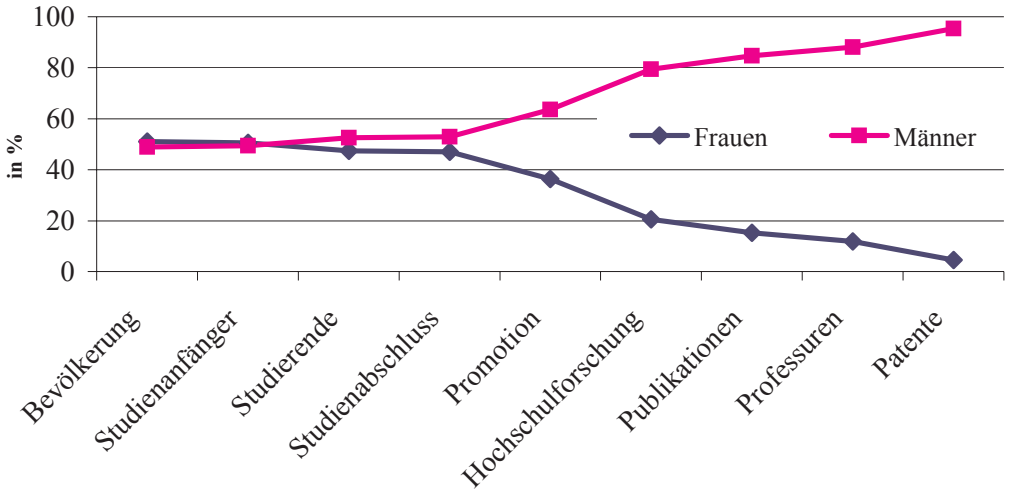
9.2 Vertikale Strukturen in Wissenschaft und Wirtschaft

Eine hierarchische Betrachtung der beruflich engagierten Frauen offenbart folgende Tendenz für Deutschland: ein Auseinanderlaufen der Frauen- und Männeranteile mit zunehmender beruflicher Qualifizierung (Abb. 9-3). Sind nach Abschluss des tertiären Bildungsweges die Anteile zwischen Männern und Frauen in etwa gleich groß, so laufen sie mit fortschreitender Professionalisierung auseinander. Insbesondere fällt die Abweichung zwischen den Absolventinnen des tertiären Bildungswegs und den Promotionen ins Auge. Allerdings ist festzuhalten: in den letzten Jahren haben Frauen in Deutschland verstärkt Promotions- oder Habilitationsprüfungen angestrebt und somit ihre Anteile unter den Prüflingen in 2002 auf gute 36 % bzw. knappe 22 % gesteigert.

Unter den Lehrkräften an Hochschulen sind die Professorinnen mit knapp 10 % vertreten: Im Vergleich haben dazu Frauen mit einem tertiären Bildungsabschluss unter den Personen im erwerbsfähigen Alter einen Anteil von ca. 39 % erreicht, wobei ungefähr 20 % dieser Frauen einer Teilzeittätigkeit nachgehen. Im Vergleich dazu gehen nur 3 % aller Männer mit tertiärem Bildungsabschluss einer Teilzeittätigkeit nach. Bei einer Einengung der Betrachtung auf Personen im erwerbsfähigen Alter mit tertiärem Bildungsabschluss und einer Beschäftigung als leitende Verwaltungsbedienstete, Führungs-

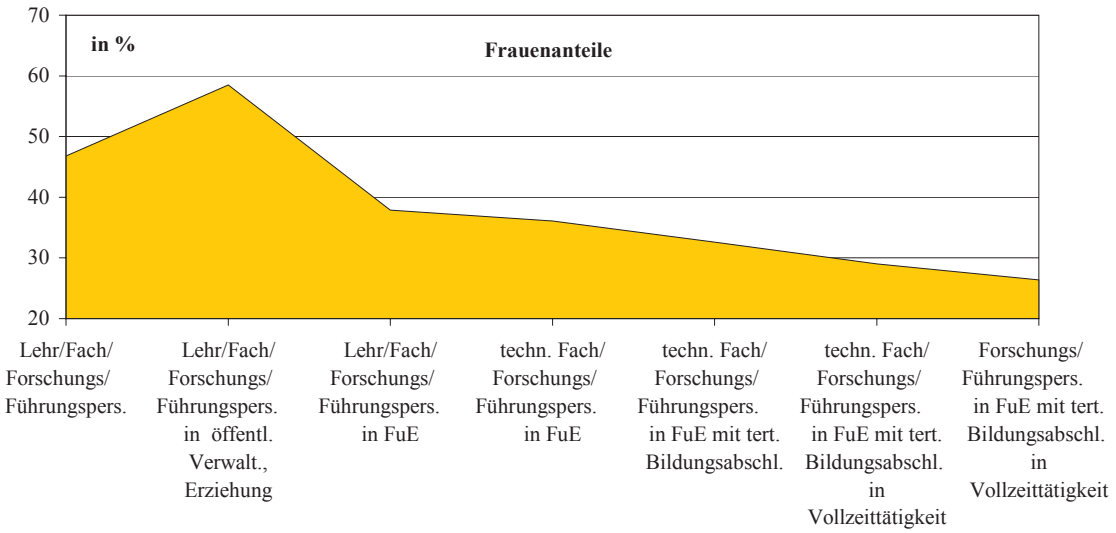
kraft, Wissenschaftler oder eines ähnlichen Berufs[7] erreichen Frauen einen Anteil von beinahe 34 %. Diese Frauenanteile sind in anderen europäischen Ländern höher.

Abb. 9-3: Gleichstellung in der deutschen Wissenschaft



Quelle: Zusammenstellung aus verschiedenen Quellen (Zahlen für 2001 oder 2002 außer Publikationen und Patente): Statistik kurz gefasst, Wissenschaft und Technologie, Eurostat, Thema 9-6/2004, - DeStatis: www.destatis.de/basis/b/biwiku/hochtab8.php, Dez. 2003, Scientific and Technological Performance by Gender, Vol I, Statistical Analysis, Biosoft sas, Consiglio Natzionale delle Ricerche, 2002, im Auftrag der Europäischen Kommission, -1995 und 1998.

Abb. 9-4: Anteile von erwerbstätigen Frauen an allen Erwerbstätigen nach Berufsgruppen, Wirtschaftszweigen und Bildungsabschluss, für Deutschland 2001



Quelle: Eurostat, LFS, Berechnungen des IWW/ISI. Anmerkung: Eingruppierung der Berufsgruppen nach ISCO88, hier: ISCO88 1-3 für leitende Positionen, Wissenschaftler, Lehrpersonal, für sonstige Wissenschaftler und verwandte Berufe und Techniker und gleichrangige nichttechn. Berufe, Lehrkräfte. ISCO88 300-315 für Techniker und ISCO88 320-322 für Biotechniker und medizinische Fachberufe. ISCED 5 oder 6: tertiärer Bildungsabschluss. WZ 75-80: Öffentl. Verwaltung, Erziehung, WZ 73: Forschung und Entwicklung für Unternehmen. Auswahl nach ISCO88 Gruppen basiert nicht auf dem HRST-Konzept.

[7] ISCO88 Gruppe 1 und 2.

In Abb. 9-4 sind die Anteile der Frauen nach Berufsgruppen und weiteren Kriterien dargestellt. Die Stellen in leitenden Positionen, in wissenschaftlichen, technischen oder gleichrangig nicht-technischen Berufen sind mit 46,8 % nahezu paritätisch mit Frauen besetzt. In einzelnen Sektoren zeigt sich, dass insbesondere in der öffentlichen Verwaltung und dem Erziehungswesen[8] die Anteile der Frauen sehr hoch sind (anders als im Wirtschaftszweig FuE für Unternehmen[9]). Eine Einschränkung der Berufsgruppe auf reine Tätigkeiten als Führungskraft, Wissenschaftler oder Techniker zeigt einen weiteren leichten Abfall des Frauenanteils. Die weitere Begrenzung auf einen tertiären Bildungsabschluss und Vollzeittätigkeit ergibt einen Frauenanteil von nur noch 29 % in FuE für die Berufsgruppen der Techniker, Wissenschaftler und Führungskräfte, während unter den gleichen Bedingungen nur auf die Berufsgruppe der Wissenschaftler und Führungskräfte bezogen der Frauenanteil bei ungefähr 26 % liegt. Dies bedeutet, dass mit zunehmender Spezialisierung und Qualifizierung Frauen aus dem Bereich FuE aussteigen, während sie im Staatsdienst eher eine berufliche Zukunft sehen.

Betrachtet man die Führungskräfte und Wissenschaftler differenzierter, zeigt sich das bereits bekannte Bild: In den Wissenschaften sind Frauen verstärkt in den Lebens-, Informations-, Literatur- und Sozialwissenschaften vertreten, während sie Positionen in leitender Funktion recht schwach besetzen. Augenfällig ist aber ihr hoher Anteil unter dem Lehrpersonal, abgesehen vom Hochschulbereich. Hierbei wird klar, dass Frauen mit einem tertiären Bildungsabschluss, wenn sie berufstätig bleiben, bevorzugt als Lehrkraft oder im sozialen und künstlerischen wissenschaftlichen Bereich arbeiten.

Eine Erweiterung der Bezugsbasis auf alle Erwerbspersonen in Deutschland ergibt zunächst ein zufriedenstellendes Bild: Mit einem Frauenanteil an Wissenschaftlern und Ingenieuren von ca. 5,2 % an allen Erwerbspersonen liegt Deutschland im europäischen Mittelfeld.[10] Der Anteil der Frauen unter den Wissenschaftlern und Ingenieuren – gemessen an den Erwerbspersonen – liegt aber mit 1,1 % eher am Ende der Skala und wird nur leicht von ein paar Ländern unterschritten. Hingegen ist der Anteil von Frauen und Männern in Wissenschaft und Technik mit wissenschaftlich-technischer Tätigkeit[11] – gemessen an allen Arbeitskräften zwischen 25 und 64 Jahren – mit 16 % und 17 % nahezu gleichverteilt.[12] Dies lässt darauf schließen, dass Frauen ebenso wie Männer Interesse an Technologie und Wissenschaft haben, aber mit zunehmender wissenschaftlicher Qualifikation der Frauenanteil in diesen Bereichen de facto niedriger ausfällt. Mehrere Gründe lassen sich hierzu anführen:[13]

- Die dynamische Betrachtung geht davon aus, dass der Frauenanteil unter Forschern und Hochschullehrern sich mit zunehmenden Studentinnenanteilen im Laufe der Zeit erhöhen und an die „Männerquote“ angleichen wird. Die vor Jahrzehnten an Universitäten unterrepräsentierten Studentinnen sind heute in der Wissenschaft oder Wirtschaft unterrepräsentiert.

---

8 WZ 75 und 80.

9 WZ 73.

10 In: Statistik kurz gefasst, Wissenschaft und Technologie, Thema 9-5/2003.

11 HRSTO: Humanressourcen in Wissenschaft und Technik mit wissenschaftlich-technischen Tätigkeiten nach ISCO-88, Gruppe 2 oder 3, tertiärer oder sekundärer Bildungsabschluss.

12 In: Statistik kurz gefasst, Wissenschaft und Technologie, Thema 9-9/2003.

13 Europäische Kommission, 2003.

- Die sozio-kulturelle Betrachtung sieht Frauen häufig im Konflikt zweier Anforderungen: der Verantwortung für Familie und Beruf. Teilweise begrenzt auf einzelne Länder oder Fachbereiche ergibt sich je nach sozio-kulturellen Einflussfaktoren und staatlichen Betreuungsangeboten folgendes Bild:
  - In vielen europäischen Ländern ist die Wahrscheinlichkeit, dass Wissenschaftlerinnen eine Familie gründen, deutlich geringer als im Vergleich zu Nichtwissenschaftlerinnen oder zu ihren männlichen Kollegen.
  - Frauen scheinen sich zwischen Kindern und Karriere entscheiden zu müssen.
  - die Gründung einer Familie scheint sich bei Männern positiv auf Ihre Karrieremöglichkeiten auszuwirken, bei Frauen negativ (Europäische Kommission 2003, S. 267).
- Häufig werden Männer – gemessen an Publikationen und Patentanmeldungen – scheinbar als produktiver betrachtet als Frauen. Mehrere Faktoren spielen hierfür eine Rolle. Zum einen sind Frauen häufig in wissenschaftlichen Spitzenpositionen unterrepräsentiert oder gehen einer Teilzeittätigkeit nach. Zum anderen bestehen Ungleichheiten in den Karrieremöglichkeiten, denn eine höhere Verantwortung oder Position erfordert bzw. bewirkt zugleich auch mehr Output in Form von Patenten oder Publikationen.
- Ursächlich für die behauptete größere Produktivität von Männern in Forschung und Entwicklung sind auch Gruppeneffekte bei der Organisation von Arbeit: Mitarbeiter weiblicher Vorgesetzter sind in Deutschland schlechter qualifiziert und werden schlechter bezahlt als Mitarbeiter männlicher Vorgesetzter. Hierbei spielt nicht Diskriminierung eine Rolle, sondern Mitarbeiter mit gleichgeschlechtlichen Vorgesetzten sind generell produktiver (Voß 2004, S. 5). Die geringe Zahl weiblicher Vorgesetzter wirkt sich daher zum Nachteil der Frauen aus.

Festzuhalten bleibt, dass mit zunehmender Professionalisierung und wissenschaftlicher Qualifikation die Anzahl der forschenden Frauen über alle Forschungsgebiete hinweg abnimmt, wobei aber die Frauenanteile seit mehreren Jahren am Steigen sind. Unterschiede zwischen den Ländern sind auf sozio-kulturelle und strukturelle Bedingungen zurückzuführen, wobei jedoch Männer über alle Länder hinweg weniger Probleme mit der Vereinbarkeit von Beruf und Familie haben. Aussagen über Forschungsproduktivität, gemessen am Patent- und Publikationsoutput, sind mit Vorsicht zu betrachten, da diese sich nach den Gegebenheiten des Forschungsgebiets unterscheiden und Frauen häufig aus beruflich ungünstigen Situationen heraus Forschungsergebnisse produzieren.

9.3 Wege aus dem volkswirtschaftlichen Dilemma

Die deutschen Frauen erwerben zu einem großen Teil einen hohen Bildungsabschluss. Während ihre Anteile am FuE-Personal und ihre Publikationsbeiträge schon etwas abfallen, sind sie in der Lehre an den Hochschulen bis heute unterrepräsentiert. Auch ihr Forschungsbeitrag in der Wirtschaft und damit der Anteil am Patentoutput ist sehr bescheiden. Doch ein Blick auf Tab. 9-2 zeigt: sie holen deutlich auf. Im Vergleich der letzten 20 Jahre engagieren sie sich verstärkt in Wissenschaft und Technologie und erkämpfen sich Spitzenpositionen. Deutlich ist diese Entwicklung auch in den Altersgruppen zu sehen. Die in Führungsposition[14] erwerbstätigen 50-64-jährigen Frauen mit tertiärem Bil-

[14] ISCO88, Gruppe 1, 2 und 3: Führungskraft, Wissenschaftler, Techniker, gleichrangige Nicht-Techniker.

dungsabschluss stellen einen Anteil von ca. 29 % aller entsprechenden Stellen. Dagegen haben sie in der Gruppe der 25-32-Jährigen bereits einen Anteil von 47 % erreicht.[15]

Tab. 9-2: Anteile der Frauen an den Studienanfängern, Studierenden, am Personal in Hochschulen und Habilitationen für 1980 und 2000/03

	Anteile der Frauen in % an			
Jahr	Studienanfänger	Studierende	hauptberufl., wissenschaft./künstl. Personal	Habilitierte
1980	39,9	37,1	12,5	7,1 [1)]
2000	48,5	46,0	25,6	18,4
2002	50,6	47,0	27,7	22,0 [2)]

Quelle: Grund- und Strukturdaten 2001/2002, BMBF, Berechnungen des IWW. [1)] Für 1985 ausgewiesen. [2)] Für 2003.

Die zunehmende Berufsorientierung von Frauen geht vielfach zu Lasten des Nachwuchses (an qualifiziertem Humankapital). Somit steht Deutschland vor einem volkswirtschaftlichen Dilemma. Auf der einen Seite sollte das wissenschaftliche und wirtschaftliche Potenzial der Frauen genutzt werden. Auf der anderen Seite benötigt Deutschland aber dringend qualifizierten Nachwuchs: Seit 30 Jahren lässt sich eine ansteigende Erwerbstätigkeit der Frauen bei einem Rückgang der Geburtenrate beobachten (IW 2003). 2001 lag diese für Deutschland bei 1,3 Kindern pro Frau, während die heute 70-Jährigen noch im Durchschnitt 2,2 Kinder zur Welt brachten (IW 2003a, Seyda 2003). Vor allem die hochgebildeten Frauen entscheiden sich zunehmend gegen Nachwuchs. Während 2001 ungefähr 42 % der Akademikerinnen in Westdeutschland im Alter von 35-40 Jahre keine Kinder hatten, lag diese Zahl zehn Jahre zuvor bei 31 %. Allerdings sind die Verhältnisse in Ostdeutschland etwas entspannter. Hier scheint die Familie vor allem auf Grund der auf DDR-Traditionen zurückgehenden Kinderbetreuungsangebote noch eher mit der Berufsplanung vereinbar zu sein, denn nur 17,3 % (2001) der Akademikerinnen sind kinderlos.[16] Dabei wünschen sich 80 % der Studentinnen mindestens ein Kind (IW 2003). Der Kinderwunsch ist also vorhanden, wird aber im Laufe der Berufstätigkeit immer häufiger aufgegeben. Dass gerade gebildete Frauen keine Kinder bekommen, ist nicht nur unter demographischem Blickwinkel zu bewerten. Eine Erkenntnis der Pisastudie ist, dass der Lernerfolg der Kinder hierzulande stark vom Bildungsstand der Mutter abhängt. Somit leisten Akademikerinnen auch einen deutlichen Beitrag zur Heranbildung von zukünftigem qualifizierten Humankapital – wenn sie auch Nachwuchs erziehen.

Das erwähnte Dilemma lässt sich also so formulieren: In kurzfristiger Sichtweise wird die Knappheit an Hochgebildeten durch die Einbeziehung der Frauen in das Wirtschafts- und Wissenschaftsleben reduziert, aber auf lange Sicht verschärft sich das Knappheitsproblem weiter: Der gut ausgebildete Nachwuchs wird geringer. Auf der anderen Seite führt die Entscheidung gegen einen Beruf aus volkswirtschaftlicher Sicht zu einer Fehlallokation von Humankapital bzw. zu einer Fehlinvestition während der Bildungsphase. Ein Blick über die Grenzen zeigt, wie dieses Dilemma gelöst werden kann: Frankreich weist eine höhere Geburtenrate als Deutschland auf und verfügt über mehr (berufstä-

15 Eurostat, LFS, 2001, Berechnungen des IWW.

16 Wird das Kinderbetreuungsangebot in Westdeutschland gemäß den derzeitigen Planungen ausgeweitet, dürfte eine Angleichung an die ostdeutschen Zahlen zu erwarten sein.

tige) Akademikerinnen. Neben seiner sozio-kulturellen Unterschiede bietet Frankreich schon seit Jahrzehnten eine umfassende Kinderbetreuung – für Kleinkinder als auch für Schüler. Frauen müssen in Frankreich nicht Kinder und Karriere **alleine** organisieren.

Die Entscheidung gegen einen Beruf erhöht den Fachkräftemangel (Kap. 8). Umfrageergebnisse belegen, dass deutsche Unternehmen unter allen Wegen, dem Ingenieurmangel zu begegnen, „spezifische Programme zur Einbindung weiblicher Arbeitnehmer" nennen (Boockmann und Zwick 2004). Richtigermaßen steht allerdings die bedarfsorientierte Fort- und Weiterbildung an erster Stelle der Nennungen (79 %), während die Einbindung von Frauen nur in 12 % der Fälle genannt wird (danach rangiert noch die Einbindung älterer Arbeitnehmer mit 10 % und die Integration Arbeitsloser mit 8 %).

Um weitere Fehlallokationen zu vermeiden, ist eine bessere Kinderbetreuung, die es Frauen leichter ermöglicht, im Arbeitsleben integriert zu bleiben oder nach kurzer Pause zurückzukehren, erforderlich. Weitere konkrete Maßnahmen sind familienfreundliche Arbeitszeitmodelle, die Förderung familienfreundlicher Arbeitsformen, wie z. B. alternierende Telearbeit zur besseren Synchronisierung der Anforderungen aus Arbeits- und Lebenswelt, eine frauenadäquate Bildungs- und Qualifizierungsoffensive, insbesondere eine Beeinflussung des Berufswahlverfahrens und veränderte Ausbildungsformen in Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie frauenadäquate Konzepte für lebenslanges Lernen.

Von zentraler Bedeutung ist also die bessere Vereinbarkeit von Familie **und** einer qualifizierten beruflichen Tätigkeit für Frauen und Männer. Anders können das beschriebene Dilemma und die damit verbundenen Fehlallokationen nicht überwunden werden. Hierbei ist nicht nur eine Erhöhung des Frauenanteils in technologisch orientierten Bereichen wichtig, sondern eine Parität der Geschlechter insgesamt, über alle Fachbereiche hinweg und zwar nicht nur während des Studiums, sondern auch in der anschließenden beruflichen Qualifikation. Das Argument, die Reserve qualifizierter Frauen in den akuten Mangelbereichen – vor allem im Ingenieurbereich – sei gering, überzeugt nur vordergründig. Denn eine bessere Nutzung des vorhandenen Potenzials an gut ausgebildeten Frauen kann in einigen nichttechnischen – dann eventuell frauendominierten – Berufsfeldern zu Verdrängungseffekten führen und männliches Humankapital aus diesen Bereichen in Richtung auf technische Tätigkeiten lenken.

10 Langer Atem für FuE und Innovation im Konjunkturverlauf

FuE- und Innovationsprozesse vollziehen sich in nur langsam veränderbaren Strukturen. Die Frage stellt sich grundsätzlich, ob der Staat Innovationspolitik nach Konjunkturlage betreiben kann und soll.

10.1 Hängt das Innovationsgeschehen von Boomphasen ab?

In jüngster Zeit gerät die Frage der Konjunkturabhängigkeit des FuE- und Innovationsverhaltens von Unternehmen aus aktuellem Anlass verstärkt in den innovationspolitischen Blickpunkt.[1] Für das wiedererwachte Interesse an dieser Frage sind zwei Entwicklungen maßgebend: Erstens kam es im Anschluss an die Rezession Anfang der 1990er Jahre zum ersten Mal zu einem merklichen und weltweiten Rückgang der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft. Zuvor hatten die FuE-Aufwendungen der Unternehmen in den OECD-Ländern mehr oder weniger kontinuierlich zugenommen. Insbesondere die 1980er Jahre sahen – trotz stärkerer konjunktureller Schwankungen nach dem zweiten Ölpreisschock 1981 – einen ungebrochenen Aufwärtstrend bei der „Zukunftsinvestition" FuE. Zweitens bringt die aktuelle Schwächephase der Weltwirtschaft seit der zweiten Jahreshälfte 2000 die Frage der Fluktuation unternehmerischer FuE-Investitionen wieder auf die Tagesordnung auch der Forschungs- und Innovationspolitik. Die FuE-Ausgaben der Wirtschaft in den OECD-Ländern wuchsen im Jahr 2001 real nur mehr um 2 %, nachdem 1995 bis 2000 jährliche Wachstumsraten zwischen 5 und 6 % verzeichnet wurden. Für 2002 und 2003 wird in Deutschland mit real stagnierenden FuE-Ausgaben der Wirtschaft gerechnet.

Untersuchungen zur Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft kommen fast ausnahmslos zum Ergebnis, dass FuE und Innovationen prozyklisch schwanken. Guellec und Ioannidis (1999) untersuchen die Veränderungen in der Höhe der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in größeren OECD-Ländern im Zeitraum 1972-1995. Die jährlichen Schwankungen werden wesentlich durch (a) das Wirtschaftswachstum, (b) den Umfang der staatlichen Finanzierung von Unternehmens-FuE sowie (c) der Strukturverschiebung von der Industrie hin zum Dienstleistungssektor erklärt. Bei kleineren OECD-Ländern spielt auch der Realzinssatz eine Rolle. Eine Zunahme der Zyklizität über die Zeit können sie nicht feststellen. Hall und Mairesse (1995) sowie Himmelberg und Petersen (1994) betonen den positiven, zyklisch schwankenden Einfluss des Cash-Flows auf die Höhe der FuE-Aufwendungen.

Während FuE-Aufwendungen einen Inputfaktor darstellen, bilden Innovationen das Ergebnis von FuE-Prozessen und der Bemühungen zur Neu- und Weiterentwicklung von Technologien. Zur Innovationstätigkeit liegen allerdings keine international vergleichbaren Indikatoren auf Jahresbasis für einen längeren Zeitraum vor, so dass Aussagen zur konjunkturellen Schwankung von Innovationen nur sehr eingeschränkt getroffen werden können. Patente – als ein Outputmaß von FuE-Aktivitäten – sind als Indikator insofern problematisch, als in den vergangenen zwei Jahrzehnten die Entwicklung der Patentanmeldezahlen wesentlich von Änderungen im strategischen Verhalten der Unternehmen beeinflusst war und diese Verhaltensänderungen in einzelnen Ländern offenbar zu unterschiedlichen Zeit-

[1] Dieser Abschnitt beruht auf einer Ausarbeitung von Rammer et al., 2004a.

punkten aufgetreten waren, eine exakte Gewichtung dieser „strategische Wachstumskomponente“ jedoch nicht möglich ist (vgl. Kapitel 11). In einer Untersuchung, die die Periode bis Anfang der 1980er Jahre abdeckt, zeigen Geroski und Walters (1995) eine Ballung von Innovationsaktivitäten (weltweite Marktneuheiten und Patentanmeldungen im Zeitraum 1948-1983) in wirtschaftlichen Boomphasen. Auf Basis von deutschen Unternehmensdaten zeigte Smolny (2001) für den Zeitraum 1980-1992, dass die Innovationsaktivitäten von Industrieunternehmen (sowohl was die Innovationsbeteiligung als auch die Innovationsaufwendungen betrifft) von der Kapazitätsauslastung, den mittelfristigen Nachfrageerwartungen und der aktuellen Nachfragesituation in einer Branche positiv beeinflusst werden.

Die bislang vorliegenden Untersuchungen differenzieren jedoch nicht nach unterschiedlichen Zeiträumen und können daher etwaige Änderungen in der Konjunkturabhängigkeit von FuE- und Innovationsentscheidungen der Unternehmen zwischen den 1980er und den 1990er Jahren nicht abbilden. Auch wird nicht zwischen kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) und Großunternehmen unterschieden. Es kann jedoch vermutet werden, dass der Konjunktureinfluss auf FuE und Innovationen in KMU systematisch anders als in Großunternehmen ist, u. a. wegen deutlich unterschiedlicher Fixkosteneffekte, Finanzierungsbedingungen, Internationalisierungsgrade und Absorptionsfähigkeiten. Deshalb müssen die Zusammenhänge erneut betrachtet werden.[2]

10.2 Übertragungsmechanismen zwischen Konjunktur und FuE

Das konjunkturelle Umfeld beeinflusst Entscheidungen von Unternehmen, in FuE und Innovationen[3] zu investieren, auf vielfältige Weise.[4] Dabei gelten im Prinzip ähnliche Transmissionsmechanismen, die Konjunkturschwankungen auf FuE-Entscheidungen übertragen, wie für Investitionsentscheidungen im Allgemeinen:

- Erstens beeinflusst die aktuelle konjunkturelle Situation die **internen Finanzierungsbedingungen** von Unternehmen: In Zeiten hoher und wachsender Nachfrage ist die Profitabilität der Unternehmen meist überdurchschnittlich gut, und damit auch die Eigenfinanzierungsmöglichkeit von unsicheren Investitionen aus dem Cashflow.
- Zweitens ändern sich im Konjunkturzyklus auch die **Angebots- und Nachfrageverhältnisse am Kapitalmarkt**. Kräftiges Marktwachstum führt zu einer steigenden Nachfrage nach Krediten, insbesondere um bei hoher Kapazitätsauslastung Erweiterungsinvestitionen zu finanzieren. Dadurch steigt in der Regel der Realzinssatz. Dies verteuert generell die Fremdfinanzierung von Investitionen. Für FuE kommt hinzu, dass gerade in Boomphasen der interne Zinsfuß von ergebnisunsicheren FuE-Projekten meist unter dem von Erweiterungsinvestitionen unter Bedingungen rascher (erwarteter) Marktausweitung liegt. Auch für alternative Finanzierungsformen von FuE-Projekten wie z. B. *Wagniskapital* können Zusammenhänge zwischen Angebotsbedingungen und Konjunktur

---

2 Dazu wurde das FuE- und Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft in den 1980er und 1990er Jahren auf Unternehmensebene mit Hilfe von Daten des Stifterverbands (FuE-Erhebung) und des ifo Instituts für Wirtschaftsforschung (ifo Konjunkturtest, Sonderfrage Innovation) untersucht. Ergänzend wurden mit zehn Unternehmen qualitative Interviews geführt. Der Zusammenhang zwischen Konjunktur und FuE-Aufwendungen der Wirtschaft wurde darüber hinaus im internationalen Vergleich auf Basis von Branchendaten der OECD analysiert.

3 Im Folgenden wird verkürzend nur von FuE gesprochen, womit stets Investitionen in die Entwicklung neuen Wissens, neuer Produkte und neuer Verfahren gemeint sind.

4 Vgl. Guellec und Ioannidis (1999), Guellec und van Pottelsberghe de la Potterie (2001), Le Bas (2001), Geroski et al. (1997), Geroski und Walters (1995), Geroski und Machin (1993), Hall und Mairesse (1995), Himmelberg und Petersen (1994), Brockhoff und Pearson (1998).

vermutet werden, wenngleich prozyklischer Art: Wagniskapital ist in Hochkonjunkturphasen wegen der insgesamt positiveren Zukunftserwartungen und den günstigeren Ausstiegsoptionen für Wagniskapitalinvestoren über Aktienmärkte (hohes Kursniveau) in der Regel leichter erhältlich als in Rezessionsphasen.

- Drittens können Knappheiten am **Arbeitsmarkt für Hochqualifizierte** Entscheidungen über FuE beeinflussen. Da das Angebot an Hochqualifizierten in der Regel über die Konjunkturzyklen hinweg relativ konstant und kurzfristig kaum ausweitbar ist – von der Zuwanderung Hochqualifizierter aus dem Ausland abgesehen – kann eine kurzfristig hohe Nachfrage nach diesem Arbeitskräftesegment zu absoluten Barrieren für FuE-Projekte führen, wenn das benötigte Personal nicht verfügbar ist. Fachkräftemangel in der Hochkonjunktur kann aber auch zu Verschiebungen zwischen Unternehmensaktivitäten zuungunsten von FuE führen: Bei günstigen Absatzaussichten und knappen Humankapitalressourcen können die verfügbaren Kräfte verstärkt für Produktion und Vermarktung eingesetzt werden, um das Absatzpotenzial voll auszuschöpfen. Demgegenüber werden FuE-Projekte – zumindest temporär – zurückgestellt.
- Viertens ist die aktuelle Entwicklung von Angebot und Nachfrage auf den Absatzmärkten der Unternehmen meistens der am nächsten liegende und einfachste Indikator für die **künftige Marktentwicklung**. Entscheidungen über Investitionen in FuE werden unter Unsicherheit gefällt, wobei der Ertrag der FuE-Investition nicht nur vom technologischen Erfolg des Projekts, sondern auch von der künftigen Akzeptanz durch den Markt und der Nachfrage nach den aus FuE-Projekten hervorgegangenen neuen Produkten abhängt. Aktuell wachsende Märkte versprechen zumindest in der kurzfristigen Perspektive weiteres Wachstum und können unsichere Investitionen stimulieren, während eine aktuell schrumpfende Nachfrage die Bereitschaft, Zukunftsinvestitionen zu tätigen, einschränken kann.
- Fünftens ist auch zu beachten, dass sich das Angebot **staatlicher FuE-Finanzierung** für Unternehmen mit der konjunkturellen Situation ändern kann. Ob dieses Angebot pro- oder kontrazyklisch schwankt, hängt von politischen Entscheidungen ab. Denkbar ist einerseits, dass der Staat in konjunkturell schwachen Zeiten die Funktion eines „Stabilisators“ einnimmt und versucht, die privaten FuE-Aufwendungen durch eine Ausweitung der Fördermittel auf einem aus langfristiger Perspektive gewünschten hohen Niveau zu halten. Andererseits bringen gerade Rezessionsphasen niedrigere Steuereinnahmen und damit interne Finanzierungsschwierigkeiten des Staates mit sich. Ausgabenkürzungen könnten überdurchschnittlich stark die FuE-Förderung für Unternehmen betreffen, da hier meist leichter reduziert werden kann, während viele andere staatliche Ausgabenbereiche wegen vertraglicher Verpflichtungen schwerer kurzfristig angepasst werden können.

Die Wirkungszusammenhänge zwischen Konjunktur und FuE sind somit nicht eindeutig. **Prozyklischen Effekten** (Erwartungen über künftige Marktentwicklung, Innenfinanzierung, Wagniskapital) stehen **antizyklische** (Fachkräftemangel, Kreditfinanzierung) gegenüber.

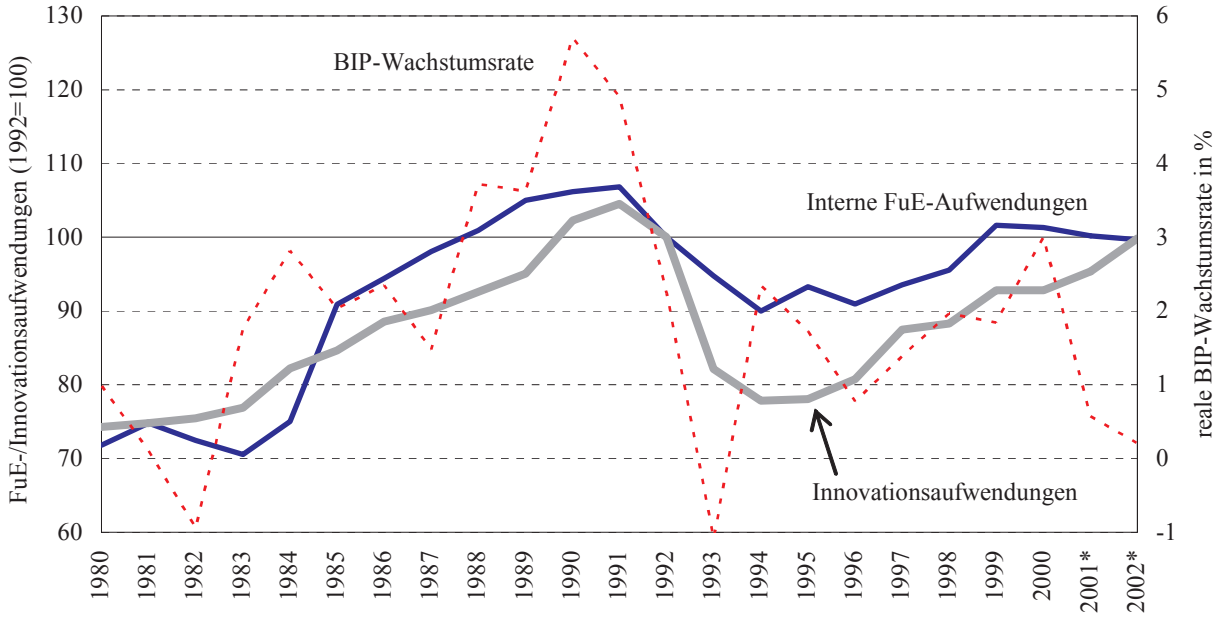
10.3 FuE, Innovationen und Konjunktur in Deutschland 1980-2002

Die **konjunkturelle Entwicklung** in Deutschland[5] im Untersuchungszeitraum war in den 1980er Jahren durch eine Rezession in den Jahren 1981/82, einem Wirtschaftsaufschwung mit Wachstumsraten zwischen 2 und 3 % von 1983 bis 1986, einer Konjunkturabschwächung im Jahr 1987 und schließlich einer Hochkonjunkturphase mit Wachstumsraten von 3,5 bis 5,5 % in den Jahren 1988-1991 gekenn-

[5] Bis 1990: Westdeutschland, ab 1991: Gesamtdeutschland.

zeichnet (Abb. 10-1). Der vereinigungsbedingte Produktionsanstieg im Jahr 1991 führte zu einer faktischen Vollauslastung der gesamtwirtschaftlichen Produktionskapazitäten. Im gleichen Jahr erlebten die USA bereits eine Rezession. Im Jahr 1992 schwächte sich die Konjunktur dann auch in Deutschland ab und ging 1993 in die schwerste Rezession seit dem Zweiten Weltkrieg über. In den folgenden Jahren bis 1999 blieb das Wirtschaftswachstum mit Jahressteigerungsraten von 0,8 % (1996) bis 2,4 % (1994) niedrig und die gesamtwirtschaftliche Kapazitätsauslastung nahm kaum zu. Erst 2000 folgte nach langem wieder ein Jahr mit starkem Wachstum (3 %), das schon im Jahr 2001 von einer seither andauernden Stagnationsphase abgelöst wurde.

Abb. 10-1: Interne FuE-Aufwendungen und gesamte Innovationsaufwendungen im verarbeitenden Gewerbe in Westdeutschland 1980-2002 (zu konstanten Preisen von 1991) im Konjunkturverlauf



* 2001 und 2002 vorläufig, FuE-Aufwendungen in den geraden Jahren teilweise geschätzt.
Interne FuE-Aufwendungen und Innovationsaufwendungen deflationiert mit dem Index für tarifliche Monatsgehälter im produzierenden Gewerbe (für laufende Aufwendungen) und dem Index für Bruttoanlageinvestitionen in Ausrüstungen (für investive Aufwendungen) zu Preisen von 1991 (Quelle: VGR, Sachverständigenrat), Wachstum des Bruttoinlandsprodukts (BIP) zu Preisen von 1991, bis 1990/91: Westdeutschland nach alter VGR (Quelle: DIW), ab 1991/92: Gesamtdeutschland nach neuer VGR (Quelle: Sachverständigenrat).

Quelle: Interne FuE-Aufwendungen: Stifterverband; Innovationsaufwendungen: bis 1992 ifo Innovationstest, ab 1992 ZEW - Mannheimer Innovationspanel. - Berechnungen des ZEW.

Die **internen FuE-Aufwendungen** der Industrieunternehmen in Westdeutschland[6] nahmen in den Jahren 1982 und 1983 zu konstanten Preisen berechnet leicht ab und stiegen dann von 1984 bis einschließlich 1991 mit einer durchschnittlichen jährlichen realen Wachstumsrate von über 5 % kräftig an. Von 1992 bis 1994 kam es zu einem realen Rückgang der internen FuE-Aufwendungen in westdeutschen Industrieunternehmen, dem von 1997 bis 1999 wieder eine deutliche Zunahme folgte. In den Jahren 2000 bis 2002 stiegen die FuE-Aufwendungen nominell dann nur mehr geringfügig, was bei einer FuE-spezifischen Inflationsrate von 2 bis 2,5 % einen leichten realen Rückgang bedeutete.

6 Zur besseren Vergleichbarkeit wird im Folgenden nur das verarbeitende Gewerbe Westdeutschlands betrachtet.

Ein ähnliches Verlaufsmuster zeigen die **Innovationsaufwendungen**. Allerdings machte sich die Rezession Anfang der 1980er Jahre weniger stark bemerkbar als bei den FuE-Aufwendungen. Von 1984 bis 1991 ist eine stetige, kräftige Zunahme der realen Innovationsaufwendungen zu beobachten. Von 1992 bis 1995 folgte ein sehr starker Rückgang. Seither steigen die Innovationsaufwendungen westdeutscher Industrieunternehmen wieder an. Im Gegensatz zu den FuE-Aufwendungen nehmen die Innovationsaufwendungen auch in den wachstumsschwachen Jahren 2001 und 2002 zu konstanten Preisen gerechnet weiter zu.[7]

Bei der genaueren Untersuchung des Einflusses konjunktureller Rahmenbedingungen auf die FuE-Entscheidungen von Unternehmen werden nur jene betrachtet, die über einen längeren Zeitraum hinweg (mindestens 5 Jahre, d. h. Teilnahme an drei FuE-Erhebungen hintereinander) FuE-Aufwendungen melden, differenzierte Angaben zur Finanzierung und Verwendung der FuE-Mittel machten und FuE-Personal einsetzen. Nicht betrachtet worden ist damit externe FuE (z. B. durch Ausgliederung). Durch eine Verknüpfung der Unternehmensdaten mit branchenspezifischen Konjunkturindikatoren sowie weiteren konjunkturellen Einflussfaktoren auf Branchenebene kann die Bedeutung der verschiedenen Übertragungsmechanismen zwischen Konjunktur und FuE bestimmt werden.

Im Ergebnis zeigt sich: Die Unternehmensgröße, die Produktivität und das Umsatzwachstum üben jeweils einen positiven Einfluss auf unternehmerische Entscheidungen aus, für FuE finanzielle Mittel bereitzustellen. Diese Einflussfaktoren bilden insbesondere die Innenfinanzierungsmöglichkeiten von Unternehmen ab und zeigen, dass die Verfügbarkeit interner finanzieller Mittel wesentlich die Höhe der FuE-Aufwendungen in kontinuierlich forschenden Unternehmen bestimmen.

Ein bemerkenswertes Ergebnis ist der starke Einfluss der Faktorpreise auf die Höhe der FuE-Aufwendungen. Eine Erhöhung des inflationsbereinigten Tariflohnindex um einen Prozentpunkt führt kurzfristig zu einem Rückgang der gesamten (internen) FuE-Aufwendungen um etwa 0,3 %. Steigt der Realzinssatz um einen Prozentpunkt, bewirkt dies kurzfristig einen Rückgang bei den FuE-Aufwendungen von knapp 0,2 %. Dies zeigt, dass FuE-Entscheidungen auch von den aktuellen Angebotsbedingungen an den relevanten Faktormärkten abhängen und keineswegs nur von technologischen Möglichkeiten oder erwarteten künftigen Erträgen. FuE-Entscheidungen unterscheiden sich strukturell gesehen somit nicht wesentlich von Investitionsentscheidungen in Sachkapital.[8]

Beachtenswert ist der positive Zusammenhang zwischen der **Exportorientierung der Branche**, dem das Unternehmen angehört, und seinen FuE-Aufwendungen: Steigt die Exportquote der Branche um einen Prozentpunkt, wachsen die FuE-Aufwendungen der Unternehmen um 1 %. Dies deutet darauf hin, dass eine zunehmende Exportorientierung zusätzliche FuE-Anstrengungen erfordert. Der ursächliche Zusammenhang ist allerdings nicht eindeutig. Denn gleichzeitig stärken FuE-Aufwendungen als Investitionen in neue Produkte und neue Technologien auch die Wettbewerbsposition und versprechen von daher bessere Absatzchancen auf Märkten, die durch einen Qualitätswettbewerb gekennzeichnet sind. Die FuE-Intensität einer Branche im Durchschnitt der OECD – ein grobes Maß für die technologischen Möglichkeiten und die Bedeutung von FuE als Wettbewerbsparameter – nimmt interessanterweise einen negativen Einfluss. Dies bedeutet, dass die deutschen Unternehmen in Branchen

---

[7] Dabei ist zu beachten, dass der Preisindex für Innovationsaufwendungen langsamer steigt als der für FuE, da die Investitionskomponente bei den Innovationen ein höheres Gewicht hat, und hier während der 1990er Jahre kaum Preissteigerungen stattfanden.

[8] Vgl. Smolny (2003).

mit niedriger bis mittlerer FuE-Intensität ihre FuE-Aufwendungen überdurchschnittlich stark erhöht haben - und umgekehrt, dass die FuE-Dynamik in den besonders FuE-intensiven Branchen im internationalen Vergleich zurückblieb.

In Hinblick auf die kurzfristige Anpassung der FuE-Aufwendungen an Veränderungen in der konjunkturellen Situation können mehrere Übertragungsmechanismen identifiziert werden:

- Die stärksten Impulse der Konjunktur laufen über die Umsatzentwicklung der Unternehmen. Ein **Umsatzwachstum** (bzw. ein Umsatzrückgang) von 10 % führt kurzfristig zu einer Erhöhung (Verringerung) der gesamten FuE-Aufwendungen von 2 %. In Bezug auf die internen FuE-Aufwendungen ist der kurzfristige Effekt mit knapp 3 % größer, während die externen FuE-Aufwendungen von der Umsatzentwicklung nicht beeinflusst werden. Der FuE-Personaleinsatz reagiert weniger stark auf eine Umsatzveränderung als die Höhe der FuE-Aufwendungen: Die Umsatzentwicklung der Unternehmen hat schon alleine deshalb eine stark positive Wirkung auf die Höhe der FuE-Aufwendungen, da ein bedeutender Teil der Kosten für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten unmittelbar vom Auftragsvolumen abhängt. Dies trifft insbesondere auf jene Branchen zu, in denen Einzel- und Kleinserienfertigungen bei Ausrichtung auf die spezifischen Wünsche einzelner Kunden dominiert, wie etwa in vielen Bereichen des Maschinen- und Anlagenbaus.
- Die **Konjunktureinschätzung** auf Branchenebene – gemessen anhand von Indikatoren zur Geschäftserwartung, zur Kapazitätsauslastung und zum Vorhandensein von Fachkräftemangel[9] – spielt dagegen nur eine geringe Rolle für die Entscheidungen der Unternehmen, in FuE zu investieren. Nur die Kapazitätsauslastung wirkt positiv: Erhöht sich diese um einen Prozentpunkt, steigen die FuE-Aufwendungen um 0,2 %.

Eine Differenzierung zwischen KMU (bis 249 Beschäftigte) und größeren Unternehmen (ab 250 Beschäftigte) sowie zwischen den 1980er und den 1990er Jahren zeigt einige markante Unterschiede im Einfluss der Konjunktur auf FuE-Entscheidungen, die die allgemeinen Ergebnisse zum Teil deutlich abändern:

- Die Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen nahm von den 1980er zu den 1990er Jahren leicht ab. Diese Abnahme ist alleine den KMU geschuldet. Forschende KMU betreiben in den 1990er Jahren offenbar stetiger FuE als noch in den 1980er Jahren. Hierbei kommt sicherlich auch den ostdeutschen KMU eine stabilisierende Rolle zu. In Großunternehmen nahm die Konjunkturabhängigkeit von FuE dagegen leicht zu.
- Kontinuierlich FuE-treibende KMU reagieren in ihren FuE-Aufwendungen deutlich geringer auf Umsatzveränderungen als größere Unternehmen, allerdings ist die Umsatzelastizität der FuE-Aufwendungen bei KMU in den 1990er Jahren wesentlich ausgeprägter als in den 80er Jahren. In Großunternehmen beeinflusst die Umsatzveränderung in beiden Dekaden die FuE-Entscheidungen, der Einfluss ist in den 1990er Jahren ebenfalls stärker geworden.
- Die oben festgestellte Lohnreagibilität von FuE ist ein Ergebnis des Verhaltens der Großunternehmen, und dies wiederum ist in den 1990er Jahren ausgeprägter. Kontinuierlich forschende KMU reagieren dagegen in ihren Entscheidungen über die Höhe der FuE-Aufwendungen nicht auf Veränderungen des Reallohns.

---

[9] Neben diesen drei Indikatoren wurden auch weitere berücksichtigt (z. B. Geschäftslage, Veränderung der Nachfragesituation, des Auftragsbestands, der inländischen Produktionstätigkeit, des Exportgeschäfts), die jedoch mit jeweils einem der drei Indikatoren hoch korrelieren und daher nicht in das Modell einbezogen wurden. Die Daten werden im Rahmen des ifo-Konjunkturtests erhoben.

- Dass die Geschäftserwartungen in der Summe aller forschenden Unternehmen keinen Effekt auf deren FuE-Entscheidungen haben, liegt an gegenläufigen Effekten bei KMU und Großunternehmen. Für KMU haben nämlich die Geschäftserwartungen sehr wohl einen positiven Effekt auf die Höhe der FuE-Aufwendungen, während er bei Großunternehmen sogar negativ ist. Der positive Effekt der Kapazitätsauslastung auf die Veränderung der FuE-Aufwendungen ist im Wesentlichen durch das entsprechende Verhalten von Großunternehmen bedingt.
- Der stark positive Zusammenhang zwischen der Exportorientierung einer Branche und den FuE-Aufwendungen ist Resultat des Verhaltens der Großunternehmen generell sowie der KMU in den 1990er Jahren. Er ist in den 1990er Jahren auch stärker als in den 1980er Jahren.

Neben der Höhe der FuE-Aufwendungen und des FuE-Personaleinsatzes wird auch die **Einführung von Innovationen** (differenziert nach Produkt- und Prozessinnovationen) sowie der **marktseitige Erfolg mit Produktinnovationen** (gemessen am Umsatzanteil mit Produkten in der Markteinführungs- und der Wachstumsphase) betrachtet. Diese Indikatoren stellen auf die Ergebnisse von FuE- und Innovationsprozessen ab, nämlich inwieweit Unternehmen in einem bestimmten Jahr erfolgreich neue Produkte bzw. Prozesse eingeführt haben und welchen Umsatz sie damit erzielen konnten.[10]

Die **Innovationsbeteiligung** westdeutscher kontinuierlich FuE-betreibenden Industrieunternehmen ist deutlich stärker von konjunkturellen Rahmenbedingungen beeinflusst als die Höhe der FuE-Aufwendungen. Dies gilt insbesondere, wenn die Konjunktureinschätzungen der Unternehmen selbst (anstelle der durchschnittlichen Konjunktureinschätzung in einer Branche) herangezogen werden: Nahezu alle Konjunkturindikatoren haben den erwarteten positiven Einfluss. Unternehmen mit einer positiven Einschätzung der aktuellen konjunkturellen Lage und mit positiven Konjunkturerwartungen sind eher bereit, Innovationstätigkeit neu aufzunehmen (wenn sie zuvor Nicht-Innovatoren gewesen waren), und umgekehrt gilt für Innovatoren, dass jene mit einer negativen Konjunktureinschätzung eher auf die Durchführung von Innovationsprojekten ganz verzichten und so zu Nicht-Innovatoren werden.

Im Vergleich zwischen Produkt- und Prozessinnovationen zeigt sich das erwartete Bild, dass nämlich Produktinnovationen stärker von den Erwartungen über die Konjunkturentwicklung sowie von der Exportnachfrage und der Kapazitätsauslastung beeinflusst werden. Die Entscheidung zur Durchführung von Prozessinnovationen hängt dagegen von der aktuellen Geschäftslage und der Kapazitätsauslastung ab, Geschäftserwartungen und die Exportnachfrage üben keinen merklichen Einfluss aus. Dies bestätigt einerseits den unmittelbaren Zusammenhang zwischen konjunktureller Situation und Umfang der Prozessinnovationen und zeigt zum anderen die Zukunftsorientierung von Produktinnovationsaktivitäten. Die konjunkturellen Rahmenbedingungen wirken – abgesehen von dem Innenfinanzierungseffekt aufgrund der Umsatz- und Produktivitätsveränderung – auf Letztere nur mittelbar, indem die aktuelle konjunkturelle Lage mangels anderer zuverlässiger Informationen als ein Indikator für die künftige Marktentwicklung gilt. Dies bedeutet gleichzeitig, dass die Vermittlung positiver Zukunftserwartungen die Produktinnovationstätigkeit stimulieren kann.

---

[10] Der Einfluss der Konjunktur auf das Innovationsverhalten wird mit Hilfe der Daten des ifo-Konjunkturtests ermittelt. Dabei werden im Bereich der Indikatoren zur Einschätzung der konjunkturellen Situation nicht – wie dies bei den Berechnungen für die FuE-Aufwendungen erfolgt ist – die branchenweiten Konjunkturindikatoren herangezogen, sondern die Konjunktureinschätzung durch das Unternehmen selbst.

Differenziert nach KMU und Großunternehmen sind Unterschiede zu beobachten. Der konjunkturelle Einfluss auf die Innovationsbeteiligung ist bei KMU stärker ausgeprägt, die Persistenz der Innovationsbeteiligung ist bei Großunternehmen erwartungsgemäß höher. KMU werden bei der Entscheidung, Innovationstätigkeiten aufzunehmen oder einzustellen relativ stärker von der aktuellen Geschäftslage beeinflusst, während der Einfluss der Geschäftserwartungen in Großunternehmen höher ist als für KMU. Zwischen den 1980er und 1990er Jahren sind nur wenig Unterschiede hinsichtlich der Bedeutung konjunktureller Einflussfaktoren festzustellen. Ein wesentlicher Unterschiede betrifft die Bedeutung der Exportorientierung des Unternehmens sowie der Einschätzung der Exportentwicklung. Für beide nimmt der positive Einfluss auf die Innovationsbeteiligung in den 1990er Jahren zu.

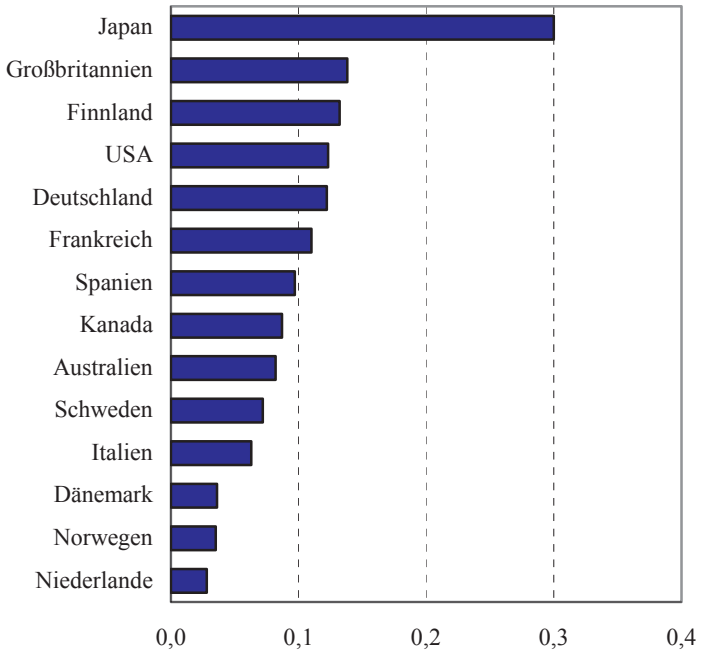
Der **Umsatzanteil**, den Unternehmen mit Produkten, die sich in der **Markteinführungsphase** befinden, erzielen, wird im Wesentlichen durch das Vorjahresniveau dieses Umsatzanteils bestimmt. Die konjunkturelle Entwicklung übt über die aktuelle Geschäftslage sowie in geringerem Maß über die Geschäftserwartungen einen gewissen Einfluss aus. Die Entwicklung der Exportnachfrage hat ebenso wie die Kapazitätsauslastung keinen Effekt. Dies kann damit erklärt werden, dass Produktinnovationen zu einem guten Teil für konkrete Kunden bzw. direkt in deren Auftrag entwickelt werden und sich daher kein konjunkturbedingtes Absatzproblem für Produktneuheiten ergibt. Anders ist dies beim Umsatzanteil mit Produkten in der **Wachstumsphase** des Produktlebenszyklus. Dieser ist in hohem Maß von der konjunkturellen Situation abhängig. Da Produkte in der Wachstumsphase, also Innovationen früherer Jahre, einen weitaus höheren Umsatzanteil als Produkte in der Markteinführungsphase bringen und somit für die Gesamterträge von Produktinnovationsaktivitäten maßgebend sind, ergibt sich insgesamt ein bedeutender Einfluss der Konjunktur auf den Innovationserfolg. Dieser erklärt auch, warum trotz geringer Konjunkturabhängigkeit der unmittelbaren Innovationsumsätze die Entscheidung, Produktinnovationen durchzuführen, von den Erwartungen über die Nachfrageentwicklung abhängen.

10.4 FuE und Konjunktur im internationalen Vergleich

Die konjunkturelle Reagibilität der FuE-Aufwendungen in Unternehmen in Deutschland ist im Vergleich zu anderen größeren OECD-Ländern durchschnittlich (Abb. 10-2).[11] Generell lässt sich feststellen, dass größere Länder in der Tendenz eine höhere Konjunkturabhängigkeit der Wirtschafts-FuE zeigen als kleinere OECD-Länder. Eine Ausnahme stellt unter den kleinen Ländern Finnland dar, dessen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft sich bei kurzfristigen Konjunkturveränderungen stark anpasst. Die Höhe des Anpassungsparameters für Deutschland von 0,12 besagt, dass sich die Höhe der FuE bei einem konjunkturellen Schock von 1 % in der vorangegangenen Periode – d. h. einer kurzfristigen Änderung der Produktion um 1 % – um 0,12 % anpasst. Zu beachten ist, dass das Modell auch für die nachfolgenden Perioden jeweils eine Anpassung von 0,12 % vorhersagt, solange bis sich das langfristige Gleichgewicht zwischen FuE und Produktion wieder eingestellt hat.

[11] Die Zeitreihenschätzungen beruhen auf einer Verknüpfung der branchenspezifischen FuE-Aufwendungen (ANBERD-Datenbank der OECD) und der branchenspezifischen Produktion (STAN-Datenbank der OECD) sowie Daten zum Zinssatz (lt. IMF) als Proxy für die Faktorkosten. In der Analyse werden Australien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Japan, Kanada, Niederlande, Norwegen, Schweden, Spanien und die USA einbezogen. Auf einer sektoralen Ebene wird ein Modell geschätzt, das die kurzfristige Anpassung der FuE-Aufwendungen als Reaktion auf konjunkturelle Schocks (Veränderung des Produktionswerts) abbildet, wobei für weitere Einflussfaktoren (Zinsniveau, internationale Trends in FuE, Marktstrukturen) kontrolliert wird.

Abb. 10-2: Ausmaß der Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern im Zeitraum 1976-2000



Die Werte stellen das Ausmaß des konjunkturellen Einflusses auf die Höhe der FuE-Aufwendungen (zu konstanten Preisen) an, je größer der Wert ist, desto stärker ist der konjunkturelle Einfluss.

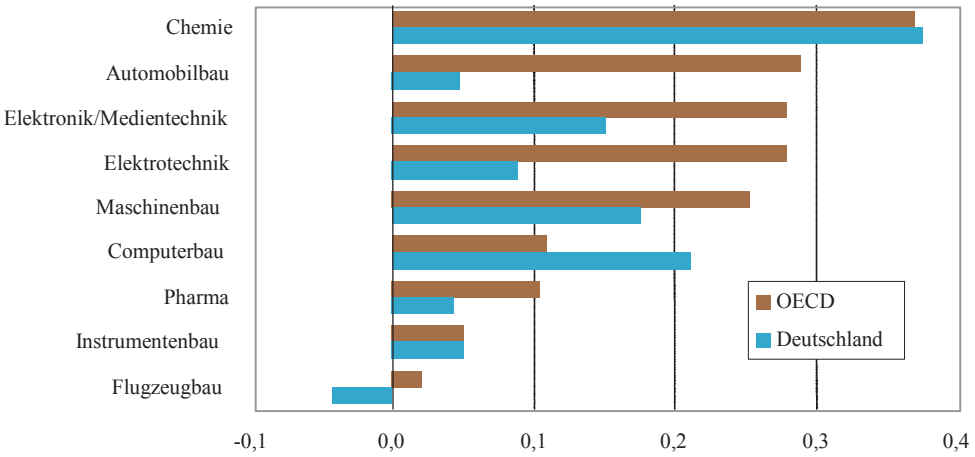
Quelle: OECD (ANBERD, STAN) - Berechnungen des DIW.

Die durchschnittliche konjunkturelle Anpassung der FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft überrascht insofern, als Deutschland – ebenso wie Japan – von der Branchenzusammensetzung seiner FuE-Aufwendungen her ein Schwergewicht in jenen Branchen aufweist, in denen die FuE-Aufwendungen im internationalen Vergleich in größerem Maß auf konjunkturelle Änderungen reagieren (Abb. 10-3). Am höchsten ist die kurzfristige Reaktion von FuE auf Veränderungen in der Produktion in der Elektrotechnik, der Chemie (ohne Pharma), im Automobilbau, der Elektroindustrie und im Maschinenbau. Dies alles sind Branchen, die in Deutschland einen höheren Anteil an den gesamten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft aufweisen als im Durchschnitt der OECD-Länder. In diesen überwiegend zur Hochwertigen Technologie zählenden Branchen ist die Produktionsanbindung von FuE vergleichsweise hoch, mitunter ist FuE auch ein integraler Bestandteil des Produktionsprozesses. Daraus resultiert wesentlich der im Allgemeinen stärkere konjunkturelle Einfluss. Demgegenüber weisen Branchen der Spitzentechnologie (Pharma, Büromaschinen, Instrumentenbau, Flugzeugbau) eine deutlich niedrigere Beeinflussung durch kurzfristige Produktions- und Nachfrageschwankungen auf.

Die insgesamt unterdurchschnittliche Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen in der deutschen Wirtschaft trotz einer für konjunkturbedingte FuE-Schwankungen affinen Branchenstruktur bedeutet, dass in Deutschland in diesen Branchen vergleichsweise stetig FuE betrieben wird und der konjunkturelle Einfluss auf die FuE-Aufwendungen geringer als in anderen OECD-Ländern ist. Differenziert nach Branchen erweisen sich insbesondere der Automobilbau und die Elektrotechnik in Deutschland als deutlich weniger konjunkturbeeinflusst in ihrem FuE-Verhalten als dieselben Branchen in anderen Ländern. Eine niedrige Konjunkturreagibilität weist Deutschland auch in den Branchen Flugzeugbau, Instrumente, Pharma und Elektronik/Medientechnik auf. Im Maschinenbau exis-

tiert zwar ein positiver Einfluss der Produktionswertveränderung, er ist jedoch niedriger als in Japan, den USA oder Großbritannien. Die einzige der größeren Branchen, in der Deutschland eine im internationalen Vergleich hohe Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen aufweist, ist die Chemieindustrie. Eine einprozentige kurzfristige Abweichung vom langfristigen Gleichgewicht löst im Mittel eine Anpassung der FuE von knapp 0,4 % aus. Einzig die US-amerikanische Chemieindustrie ist noch stärker konjunkturreagibel (Anpassungseffekt von über 0,6 %).

Abb. 10-3: Ausmaß der Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in der OECD und in Deutschland im Zeitraum 1980-2001 differenziert nach Branchen



Die Werte stellen das Ausmaß des konjunkturellen Einflusses auf die Höhe der FuE-Aufwendungen (zu konstanten Preisen) an, je größer der Wert ist, desto stärker ist der konjunkturelle Einfluss.

Quelle: OECD (ANBERD, STAN) - Berechnungen des DIW.

10.5 Vermutungen zu den Perspektiven im deutschen Innovationssystem

Unter der Annahme, dass die grundsätzlichen Zusammenhänge fortbestehen, lassen sich Schlussfolgerungen für die Innovationspolitik sowie Mutmaßungen über die Zukunftsperspektiven anstellen. Was galt bisher?

- Von einer günstigen konjunkturellen Entwicklung geht in der Summe ein positiver Einfluss auf die Entscheidung von Unternehmen aus, FuE- und Innovationsprojekte durchzuführen bzw. in FuE zu investieren, umgekehrt wirkt sich eine Verschlechterung der Konjunktur negativ aus. Das **FuE- und Innovationsverhalten schwankt tendenziell prozyklisch**.
- Im **internationalen Vergleich** ist der Konjunktureinfluss auf die FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft durchschnittlich. Dies ist insbesondere deshalb bemerkenswert, da in der deutschen Industrie Branchen, die in ihrem FuE-Verhalten stärker konjunkturabhängig sind (Hochwertige Technologie: Chemieindustrie, Maschinenbau, Elektrotechnik, Automobilbau), ein sehr hohes Gewicht für die gesamten FuE-Aktivitäten haben. Mit Ausnahme der Chemieindustrie weisen diese Branchen in Deutschland allerdings eine geringe Konjunkturabhängigkeit ihrer FuE auf.
- Für die **Anpassung der FuE-Ausgaben** an konjunkturelle Veränderungen ist die **Veränderung des Unternehmensumsatzes** von größter Bedeutung. Ebenfalls einen merklichen Einfluss üben die **Faktorpreise**, insbesondere die Lohnentwicklung aus. Reallohnerhöhungen und Steigerungen der Realzinsen führen zu sinkenden FuE-Aufwendungen und einem verringerten FuE-Personaleinsatz. Beides zusammen deutet auf die starke Finanzierungs- und Kostenabhängigkeit

der FuE-Aufwendungen hin, jedenfalls was die kontinuierlich forschenden Unternehmen betrifft. Für die Innovationsbeteiligung spielt die Faktorpreisentwicklung dagegen keine Rolle.

- Der Einfluss, der von der konjunkturellen Entwicklung auf das FuE- und Innovationsverhalten der Unternehmen ausgeht, bewirkt auch, dass dem **Export als Treiber für Innovationen** und FuE in den 1990er Jahren eine steigende Bedeutung zukommt. Die schwächere Konjunkturentwicklung in Deutschland führte dazu, dass Unternehmen in exportorientierten Branchen ihre FuE stärker ausweiteten bzw. die Exportorientierung der Unternehmen einen positiven Einfluss auf die Innovationsbeteiligung ausübt.
- Die **konjunkturellen Rahmenbedingungen im jeweiligen Produktmarkt** (Auslastung der Produktionskapazitäten, Geschäftserwartungen) sind für die Höhe der FuE-Aufwendungen kaum relevant. Sie beeinflussen aber wesentlich die Entscheidung, in Innovationsprojekte einzusteigen bzw. die Innovationsaktivitäten (vorübergehend) einzustellen. Für die Einführung neuer Produkte oder die Verbesserung der Produktionstechnik spielt das richtige Timing in Bezug auf die Konjunktur nahe liegender Weise eine wesentliche Rolle: Werden neue Produkte in einer Phase expansiver Nachfrage auf den Markt gebracht, ist die Wahrscheinlichkeit einer positiven Marktakzeptanz deutlich höher als bei einer kontraktiven Nachfrageentwicklung. FuE-Projekten lassen sich wegen der oft langen Projektlaufzeiten dagegen weniger gut auf Nachfrageschwankungen abstimmen.
- **KMU reagieren** auf Änderungen in den konjunkturellen Rahmenbedingungen **stärker** als Großunternehmen. Dies bedeutet, dass FuE- und Innovationsaktivitäten in KMU weniger kontinuierlich sind und enger mit dem Konjunkturverlauf schwanken. Für KMU spielt eher die aktuelle konjunkturelle Situation eine Rolle, während Großunternehmen sich tendenziell an den mittelfristigen Nachfrageerwartungen orientieren.
- Im Vergleich der vergangenen beide Jahrzehnte kann eine **leichte Zunahme des Konjunktureinflusses** auf das FuE- und Innovationsverhaltens beobachtet werden. Insbesondere der kurzfristige Effekt der Umsatzentwicklung auf Entscheidungen über FuE-Aufwendungen ist in den 1990er Jahren stärker als in den 80er Jahren. Dies gilt nicht nur für Deutschland, sondern auch für die OECD-Länder insgesamt.

Konjunkturelle Schwankungen bewirken über verschiedene Transmissionsmechanismen Fluktuationen in der unternehmerischen FuE und in der Innovationsbeteiligung. Daraus resultieren Anpassungskosten bei den Unternehmen (z. B. Kosten des Abbaus und Wiederaufbaus von FuE-Ressourcen), die langfristig die Effizienz von FuE- und Innovationsprozessen – im Vergleich zu einer gleichmäßigen Auslastung der FuE-Ressourcen – verringern können (z. B. durch Verlust an Wissen und technologischen Kompetenzen).

Für die **Forschungs- und Innovationspolitik** ergeben sich aus den oben diskutierten Befunden verschiedene Schlussfolgerungen:

- Eine Vermeidung der konjunkturell bedingten kurzfristigen Anpassungen von FuE- und Innovationsaktivitäten in Unternehmen durch staatliche Maßnahmen im Sinn einer "Feinsteuerung" zur Abfederung von FuE-Zyklen erscheint nicht sinnvoll. Da die unternehmerischen Anpassungen ökonomischer Rationalität folgen, würden solche gezielten antizyklischen Maßnahmen ein **hohes Interventionsniveau** erfordern, dessen Effizienz fraglich und dessen Wirkung auf andere Unternehmensaktivitäten ungewiss ist.
- Allerdings sollte der Staat es auch unterlassen, zusätzlich **destabilisierend** zu wirken, indem er selbst eine prozyklische Förderpolitik betreibt. Demgegenüber sollten in der Forschungs- und Innovationspolitik eine langfristige Orientierung und eine über Konjunkturzyklen hinweg gleichmäßige jährliche Ausstattung von Förderprogrammen gestärkt werden. Im Rahmen staatlicher Kredit-

programme wirkt eine laufende Anpassung der Konditionen an die Marktzinsen (d. h. eine konstante Differenz zwischen staatlichen und privaten Kreditkonditionen) entsprechend stabilisierend.

- Stabilisierung und Förderung des wirtschaftlichen Wachstums sind die wichtigeren Beiträge zu einer **erfolgreichen Innovationspolitik**. Denn positive Konjunkturerwartungen stimulieren FuE- und Innovationsaktivitäten, wenngleich sie keineswegs alleine ausreichen, um ein Mehr an Investitionen in FuE und Innovationen auszulösen. Negative konjunkturelle Signale schränken demgegenüber die Bereitschaft, in FuE und Innovationen zu investieren, ein.
- Besonderes Augenmerk sollte den KMU geschenkt werden. Sie sind durch konjunkturelle Schwankungen mehrfach und stärker als Großunternehmen in ihren FuE- und Innovationsaktivitäten beeinflusst. Ansatzpunkte für eine Erhöhung der Persistenz von FuE- und Innovationsaktivitäten von KMU auch in konjunkturell schwachen Phasen liegen vor allem im Finanzierungsbereich. Eine Breitenförderung von FuE in KMU, die in ihrer Ausgestaltung auch bei KMU mit Verlusten wirkt, wäre hierfür ein taugliches Instrument. Zu prüfen wäre auch, inwieweit KMU von konjunkturell bedingten Kürzungen in der staatlichen FuE-Förderung ausgenommen werden können.

Für die aktuelle konjunkturelle Situation in Deutschland, die Ende 2003 durch nunmehr drei Jahre der wirtschaftlichen Stagnation bei verhalten optimistischen Zukunftsaussichten, jedoch einer weiterhin fehlenden Perspektive für einen kräftigen Aufschwung geprägt ist, können aus den vorliegenden Ergebnisse einige **Vermutungen** über das FuE- und Innovationsverhalten der Unternehmen gezogen werden:

- Die Mehrzahl der Faktoren spricht dafür, dass die derzeitige Konjunkturschwäche sich bislang in geringeren Ausmaß als die Rezessionen Anfang der 1980er und vor allem Anfang der 1990er Jahre negativ auf FuE- und Innovationsentscheidungen ausgewirkt hat. Erstens ist die Innenfinanzierungssituation der meisten Unternehmen günstiger als in vorangegangenen Schwächephasen, d. h. die weit überwiegende Zahl der Unternehmen schreibt trotz Absatzrückgangs Gewinne. Gleichzeitig scheinen zweitens Konjunktur**erwartungen** heute eine insgesamt geringere Rolle für FuE- und Innovationsentscheidungen zu spielen, während der kurzfristige Einfluss der Umsatzentwicklung (die als eine Näherungsgröße für die Cashflow-Entwicklung angesehen werden kann) an Bedeutung gewonnen hat. Orientieren sich Unternehmen stärker an ihrer eigenen aktuellen Situation und nicht an den als ungünstig wahrgenommenen Erwartungen und Rahmenbedingungen, sollten weniger starke Revisionen der FuE- und Innovationspläne nach unten erfolgen, als dies etwa 1992-94 der Fall war.
- Die zunehmende **Internationalisierung** ist als ein weiterer **stabilisierender Faktor** zu werten. Erstens hat die Exportnachfrage an Bedeutung gewonnen. Und von ihr gehen eher positive Konjunktursignale aus als von der Binnenmarktnachfrage. Außerdem trägt zweitens die zunehmende Orientierung der Unternehmen an dem Verhalten ihrer Wettbewerber im Ausland zu einer indirekten Übertragung der – insgesamt höheren – FuE- und Innovationsdynamik in anderen Märkten auf Deutschland bei.

11 Strategische Patentierung in Deutschland

Nicht nur das FuE-Geschehen ist von Konjunkturzyklen gekennzeichnet, sondern auch das Patentwesen. Denn das Erfindungs- und Innovationsverhalten der Unternehmen ist keineswegs nur an den wissenschaftlichen und technologischen Möglichkeiten orientiert, sondern immer stärker an den Märkten. Mit der Marktorientierung der FuE- und Innovationsprozesse wird auch der Schutz des technologischen Wissens und der Innovationen immer wichtiger. Patente haben als Schutzinstrument für Erfindungen mit wirtschaftlichem Verwertungsinteresse in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre den höchsten Bedeutungszuwachs erfahren. Sie sind im internationalen Technologiewettbewerb ein strategisches Instrument. Es ist jedoch schwierig, den ökonomischen Wert von Patenten zu ermitteln.[1]

11.1 Dynamik der Patententwicklung

Ein Kriterium, die Spreu vom Weizen zu trennen, ist die Weltmarktrelevanz von Patenten. Das sind solche Patente, die sowohl beim Europäischen, US- und Japanischen Patentamt angemeldet werden („Triade-Patente“).[2] Sie gelten als Indiz für Expansionsmöglichkeiten auf innovativen Märkten. Gleichzeitig spiegeln sie die internationale Ausrichtung der anmeldenden Unternehmen wider, da für die Anmeldung neben den FuE-Ergebnissen vor allem (weltmarkt-)strategische Aspekte der Geschäftspolitik eine Rolle spielen.

Die Dynamik der Patentanmeldungen war Ende der 1980er Jahre sehr hoch, kühlte sich in der ersten Hälfte der 1990er Jahre stark ab und nahm erst mit dem weltwirtschaftlichen Aufschwung wieder Fahrt auf – dies jedoch mit einem bis dato selten gekannten Tempo. Aktuell haben die Anmelder jedoch wieder den Fuß vom Gaspedal genommen, einige Länder haben gar den Rückwärtsgang eingelegt – ein Reflex auf die Bremslichter in der industriellen FuE.

Als wesentliche Gründe für die in den 1990er Jahren weltweit wieder erwachte Patentdynamik werden eine erhöhte Umsetzungseffizienz von FuE, ein erhöhter Patentierungsdruck aufgrund des verschärften internationalen Technologiewettbewerbs, eine stärkere Auslandsmarktorientierung der Innovatoren sowie eine verbesserte internationale Durchsetzbarkeit von Rechten am geistigen Eigentum genannt. Aber auch strategische Überlegungen, die in den USA schon wesentlich früher angestellt wurden, wie die Bedeutung von Patenten bei Kooperationen, Lizenztausch und Firmenübernahmen sollen eine wichtige Rolle spielen. Die Dynamik der internationalen Patentanmeldungen hängt somit neben den FuE-Aktivitäten von einer Reihe von anderen Faktoren ab. Hierzu gehören auch die Blockade der Konkurrenz, technologischer Reputationsgewinn, interne Leistungsanreize und erleichterter Kapitalmarktzugang. Diesen Faktoren wird in den Abschnitten 11.5 und 11.6 nachgegangen.

Finnland war im Jahre 2001 – bezogen auf die Zahl der Erwerbstätigen – das Land mit den meisten Patentanmeldungen, vor Schweden, den Niederlanden, Japan und Deutschland (Abb. 11-1). Hohe Zahlen patentgeschützter Erfindungen werden auch für die Schweiz und die USA gezählt. Deutsch-

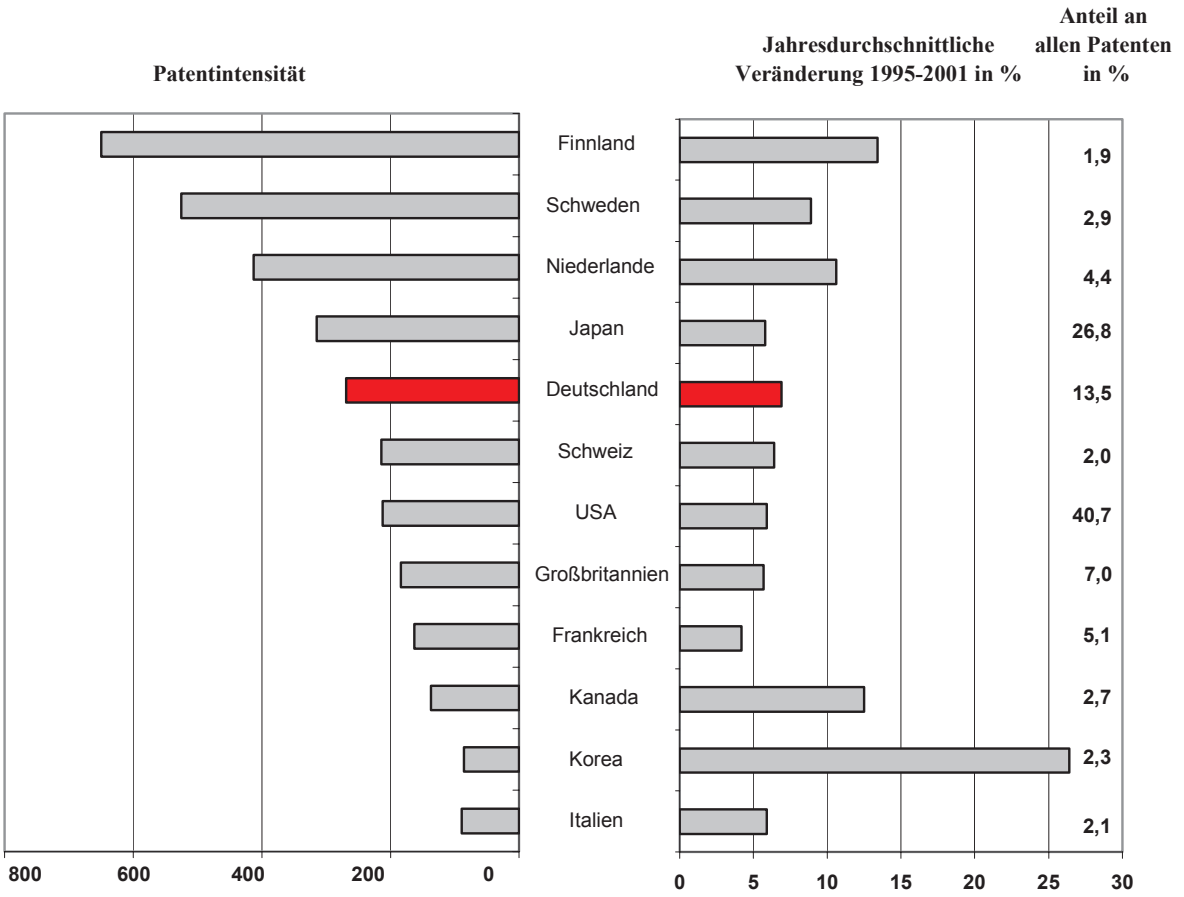
---

1 Der Abschnitt beruht auf den Arbeiten von Blind et al. (2003), Frietsch (2004), Frietsch und Breitschopf (2003) und Edler et al. (2003).

2 Zur Logik des Triadepatents siehe Grupp (1997). „Weltmarktrelevante“ oder „Triade“-Patente müssen inhaltsgleich in den USA, am europäischen und japanischen Amt angemeldet sein.

land liegt mit einem Anteil von 13,5 % an den Triadepatenten der OECD-Länder hinter den USA (40,7 %) und Japan (26,8 %) vor Großbritannien (6,8 %) und Frankreich (5,1 %). Korea, Kanada, Finnland und die Niederlande haben mittelfristig Steigerungsraten im zweistelligen Bereich pro Jahr zu vermelden; bei Schweden wird die sehr gute Bilanz der 1990er Jahre nur durch eine unerklärliche Zurückhaltung bei der Anmeldung von internationalen Patenten im letzten Berichtsjahr getrübt.

Abb. 11-1: Patentintensität ausgewählter Staaten 2001 und deren Veränderung***



*) Weltmarktrelevante Patente je 100.000 Einwohner.
**) Jahresdurchschnittliche Veränderung der Patentintensität 1991 bis 2001.

Quelle: EPATENT. - WOPATENT. - OECD, Main Science and Technology Indicators. - Berechnungen des Fraunhofer ISI.

An der Zahl der Patente gemessen hat es den Anschein, als ob die FuE-Effizienz stark angestiegen ist (vgl. hierzu Abschnitt 11.3). Doch auch die o. a. Bestimmungsfaktoren haben an dieser Entwicklung teil. Bei den zuletzt genannten Ländern sind zusätzlich deutliche Zusammenhänge mit der Entwicklung der FuE-Aktivitäten einerseits und der zunehmenden Integration in die Weltwirtschaft (Korea) sowie hoher Internationalisierung (Niederlande) und starker Ausrichtung auf die patentintensiven IuK-Technologien (nordische Länder) andererseits gegeben. Deutschland und die Schweiz, die über einen sehr langen Zeitraum in den 1980er und 1990er Jahren die Spitzenposition einnahm, markieren ungefähr den Durchschnitt. Deutschland hat sich hinsichtlich der Dynamik seit dem Tiefpunkt Anfang der 1990er Jahre immerhin in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre deutlich mit an die Spitze der Bewegung gesetzt. Die Unternehmen haben ihre Erfindungen immer stärker an den wettbewerblichen Bedürfnissen des Weltmarktes orientiert. Die übrigen „großen“ europäischen Volkswirtschaften (Großbritannien, Frankreich, Italien), Japan und die USA halten das Tempo hingegen nicht ganz mit.

Die USA und Japan sind jeweils unterschiedlich zu beurteilen: Während Japan ausgangs der „Asienkrise“ patentmäßig noch einmal einen deutlichen Sprung nach vorn getan hat, verlief die Entwicklung in den USA – trotz der enorm starken Ausdehnung der FuE-Aktivitäten – etwas ruhiger. Ein Grund hierfür mag sein, dass Patente nicht nur das FuE-Verhalten widerspiegeln, sondern sehr stark marktorientiert angemeldet werden. Dies hat bspw. im Falle der USA dazu geführt, dass die weniger dynamischen Auslandsmärkte Japan und Europa nicht so intensiv ins Visier der patentierenden Unternehmen geraten sind wie der Binnenmarkt.

11.2 Technologische Ausrichtung: Spitzen- und gehobene Gebrauchstechnologie im internationalen Vergleich

Der scharfe Anstieg der Patentanmeldungen ist zu einem nicht unerheblichen Teil auf Anmeldungen in den Technologiefeldern Bio- und IuK-Technologie zurückzuführen. Die forschungsintensiven Felder haben natürlich auch im Patentgeschehen ihre besondere Bedeutung; 60 % der Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt (EPA) sowie der übergeleiteten Euro-PCT-Anmeldungen[3] kommen aus diesem Sektor. Allerdings entfallen weltweit fast 90 % der industriellen FuE-Aktivitäten auf den forschungsintensiven Sektor. Dies zeigt, dass Patent- und FuE-Intensität zwischen den Sektoren ziemlich stark auseinander klaffen können.

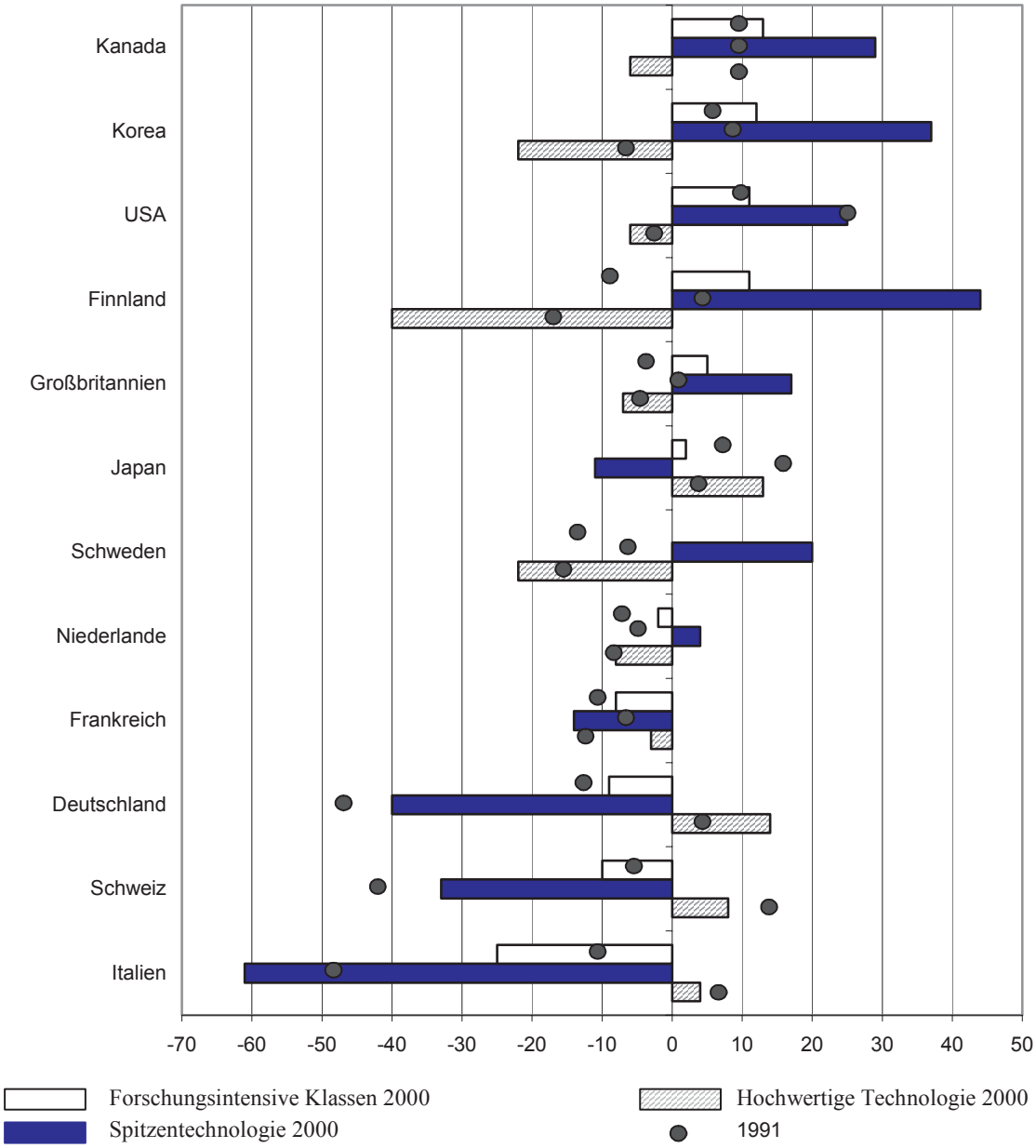
Im Zuge der z. T. stark gestiegenen Anmeldungen hat sich die Spezialisierung der Länder ziemlich verändert (Abb. 11-2). Im forschungsintensiven Sektor melden insbesondere die USA überdurchschnittlich stark Erfindungen zum Patent an, daneben aber auch Kanada, Finnland und Korea. Deutschland hängt bei Patenten aus dem forschungsintensiven Sektor der Industrie hingegen im Vergleich zu dessen hoher binnen- und außenwirtschaftlichen Bedeutung zurück. Hier mag eine Rolle spielen, dass die regionale Nähe zum EPA (der „Heimvorteil“) zu einem Patentportfolio führt, das auch eine ganze Reihe von wenig FuE-intensiven Branchen mit vielen Erfindungen und guten Exportaussichten in der Nachbarschaft beinhaltet. Allerdings zeichnet sich für Deutschland eine leichte Verschiebung der Patentstruktur in Richtung FuE-intensiver Klassen ab. Japan hat hingegen ein deutliches Minus zu verzeichnen. Bei einer Differenzierung des forschungsintensiven Sektors nach dem Grad der FuE-Intensität (Spitzen- und Hochwertige Technologie), wird die technologische Ausrichtung der Volkswirtschaften besonders plastisch:

- Deutschland und Japan haben Vorteile in der anwendungsorientierten Hochwertigen Technologie (insbesondere Fahrzeugbau, Maschinenbau, „klassische“ Elektrotechnik, Chemie sowie hochwertige Instrumente) und diese Position in diesem breiten Segment auch noch kräftig ausbauen können.
- Recht schwach ist Deutschland hingegen bei Spitzentechnologien vertreten (Abb. 11-3, insbesondere Elektronik, Büromaschinen/EDV, Pharma, Medizintechnik) – allerdings mit aufsteigender Tendenz. Dies ist ein deutlicher Unterschied zu Japan, das auf den Spitzenpatentmärkten extrem schnell an Boden verloren und seinen Platz in der vorderen Gruppe der auf Spitzenpatente spezialisierten Länder abgegeben hat. Dort tummeln sich mittlerweile auch viele kleine Volkswirtschaf-

[3] Internationale Anmeldungen nach dem Patent Co-operation Treaty (PCT), deren Bestimmung u. a. EPA-Vertragsländer sind, werden an das EPA übergeleitet und mit „Euro-PCT“ oder „EPA/PCT“ bezeichnet. Man kann von ihrem hohen ökonomischen Wert ausgehen, da der spezielle Weg nur dann gewählt wird, wenn sie außer in Europa auch in Übersee angemeldet werden sollen. Diese Patente können, müssen aber nicht, Triadepatente sein.

ten (z. B. Finnland, Schweden, Niederlande), die gar keine andere Wahl haben, als sich auf wenige Bereiche zu konzentrieren.

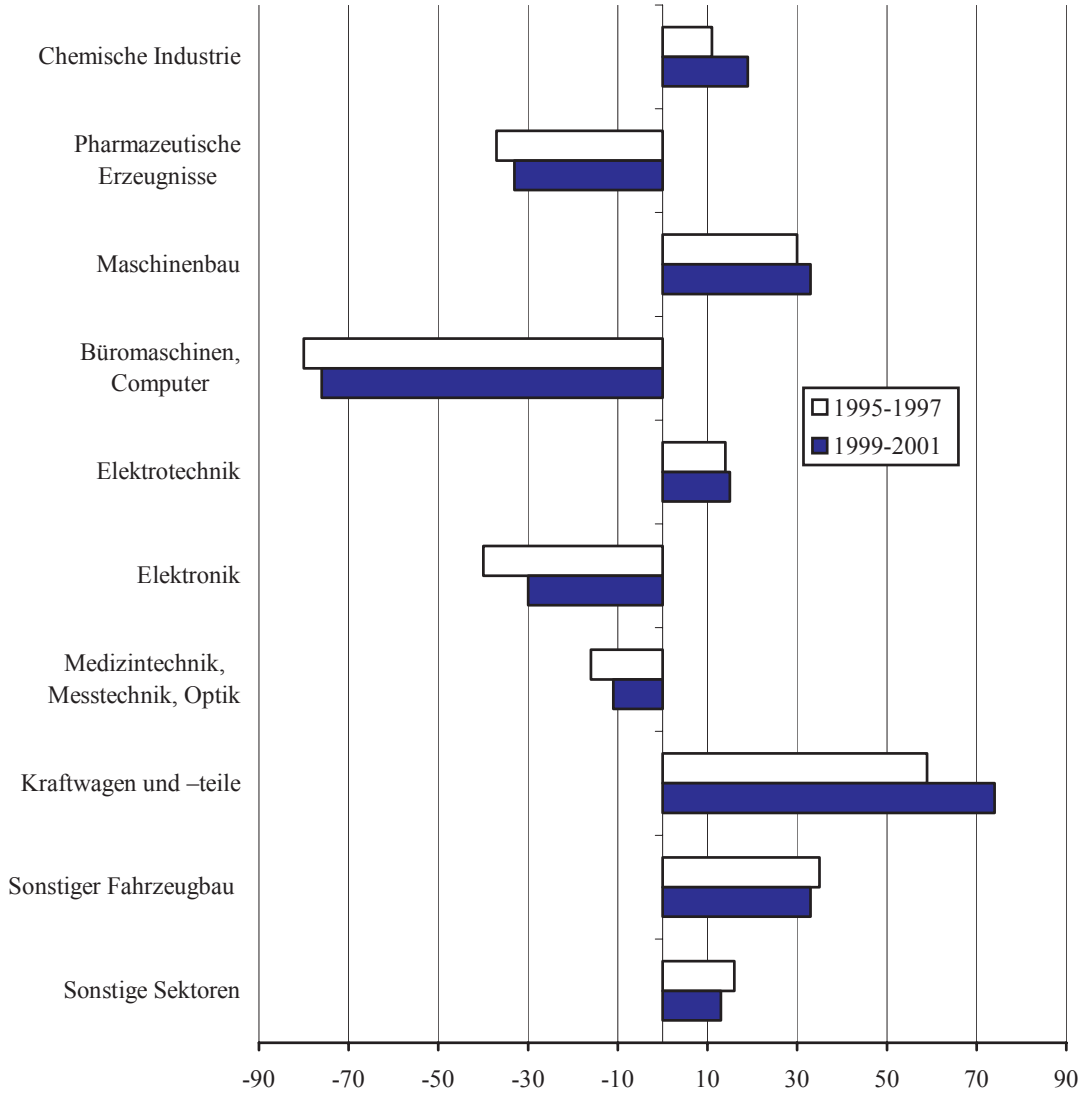
Abb. 11-2: Patentspezialisierung ausgewählter Länder nach Technologieklassen 1991 und 2000*



*) RPA (Relativer Patentanteil): Positives Vorzeichen bedeutet, dass der Anteil der Patente auf diesem Gebiet höher ist als bei Patenten dieses Landes insgesamt.

Quelle: EPAPAT. - WOPATENT. - EPA. - OECD, Main Science and Technology Indicators. - Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abb. 11-3: Spezialisierung Deutschlands bei EPA/PCT-Anmeldungen nach Sektoren 1995-1997 und 1999-2001



RPA (Relative Patentaktivitäten): Positives Vorzeichen bedeutet, dass der Anteil an den weltweiten Patenten auf diesem Gebiet höher ist als bei den Patenten insgesamt.

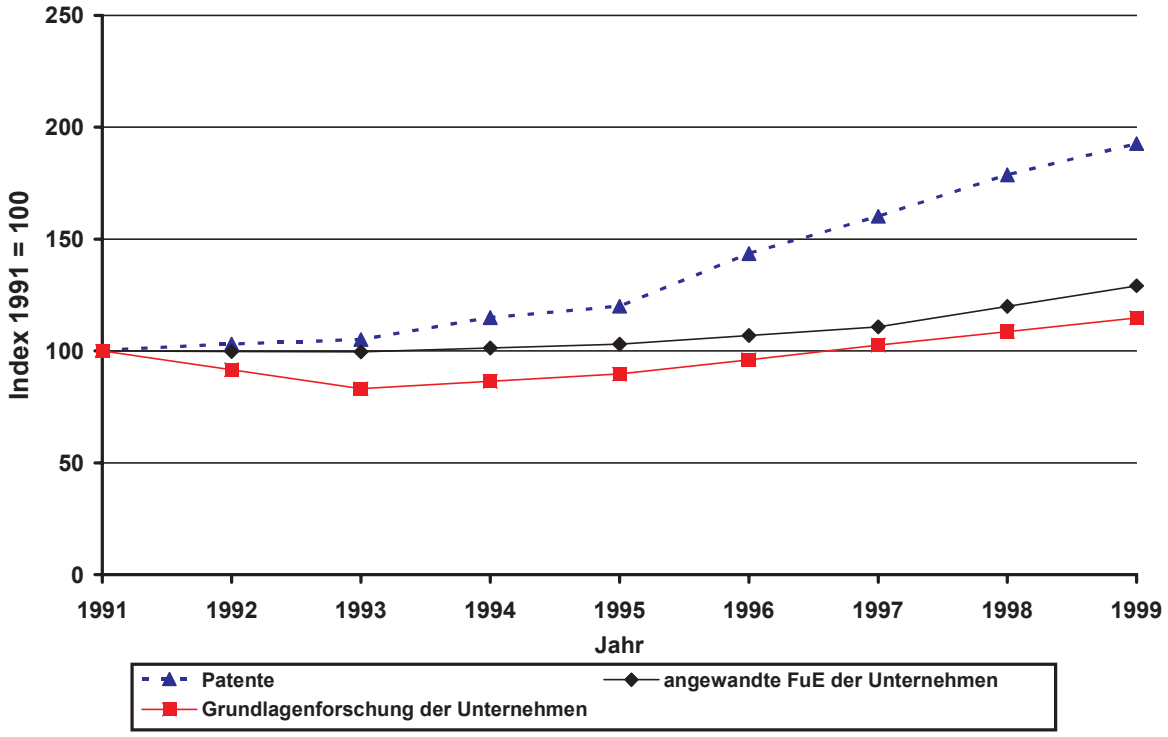
Quelle: PATDPA (STN). - Berechnungen des Fraunhofer ISI.

11.3 FuE-Effizienz im Spiegel der Patentanmeldung

Im letzten Jahrzehnt ist in den OECD-Ländern die Zahl von Patentanmeldungen wesentlich stärker angestiegen als die Ausgaben für industrielle Forschung und Entwicklung. Für Deutschland ist diese Schere offensichtlich. Während die Patentanmeldungen deutscher Herkunft – am Europäischen Patentamt oder internationale Patentanmeldungen (PCT-Anmeldungen) – zwischen 1991 und 1999 um fast 100 % bzw. ca. 8 % pro Jahr angestiegen sind, haben sich die FuE-Ausgaben insgesamt um weniger als 25 % erhöht (siehe Abb. 11-4). Differenzierte patentstatistische Analysen bestätigen eindeutig, dass es insbesondere seit Mitte der 1990er Jahre zu einem massiven Anstieg der FuE-Produktivität (Patentanmeldungen pro industrielle FuE-Ausgaben) gekommen ist. Nur ein Teil des Anstiegs der eu-

ropäischen und internationalen Patentanmeldungen kann durch die zunehmende Auslandsorientierung der Unternehmen erklärt werden.

Abb. 11-4: Entwicklung der Patentanmeldungen deutscher Herkunft (EPA und PCT) und FuE-Ausgaben der Unternehmen (angewandte FuE vs. Grundlagenforschung) in Deutschland



Quelle FuE-Zahlen: Stifterverband 2001, S. 28, Patente: EPPATENT (Questel-Orbit), WOPATENT (Questel-Orbit); Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Diese Diskrepanz ist also erklärungsbedürftig. Eine erste, nahe liegende Erklärung, wonach sich lediglich die Produktivität der FuE-Prozesse derart erhöht habe, dass mit konstanten FuE-Ressourcen im Vergleich zur Vergangenheit mehr patentierungswürdige Erfindungen generiert werden können,[4] ist empirisch nicht ausreichend belegt und wird auch nicht mehrheitlich vertreten. Ein Patentzuwachs ist nicht automatisch mit einem Zuwachs an erzeugtem Wissen gleichzusetzen. Vielmehr muss beachtet werden, dass sich die Ziele unternehmerischer FuE selbst geändert haben: Heute werden die monetären Mittel mehr für E (Entwicklung) und weniger für F (Forschung) eingesetzt; auch besteht ein höherer Umsetzungsdruck. Dagegen spielt offensichtlich die gewandelte Bedeutung von Patenten als strategischem Wettbewerbsinstrument eine entscheidende Rolle.

4 Vgl. Janz, N. et al. (2001).

11.4 Zunehmende Konzentration der Anmeldungen

Neben der veränderten FuE-Produktivität ist ein zweites wichtiges Phänomen der 1990er Jahre die Tatsache, dass es in allen Technikbereichen – mit Ausnahme der Chemie – zu einer weiteren Konzentration der Anmeldungen auf sehr große Anmelder und damit sehr große Unternehmen gekommen ist, trotz einer insgesamt gestiegenen Anzahl der Anmelder in den letzten zehn Jahren.

Für das Jahr 1991 zeigt sich, dass 44,9 % aller Anmeldungen von EPA- und PCT-Patenten von den 3,16 % der Unternehmen mit den höchsten Anmeldezahlen hinterlegt wurden (siehe Tab. 11-1).[5] Diese Quote ist im Jahre 1995 auf 48,0 % gewachsen und hat mit 51,6 % im Jahre 1999 weiter zugenommen. Dieses Resultat einer zunehmenden Konzentration ergibt sich auch, wenn die oberen 10 % der Unternehmen analysiert werden. Hier steigt der Anteil der Anmeldungen zwischen 1991 und 1999 von 60,3 auf 66,3 %. Trotz der Zunahme der Zahl der Unternehmen, die ihre Erfindungen zum Patent anmelden, ist somit die Konzentration der Anmelder gestiegen.

Tab. 11-1: Strukturdaten zu deutschen Anmeldern von EPA- und PCT-Patenten insgesamt und nach Sektoren für ausgewählte Jahre

	1991	1995	1999
Zahl aller Anmeldungen	12449	14728	24144
Zahl der Unternehmen	3242	3583	5239
Anteil freier Erfinder	10,2	10,6	9,4
Anmeldungen/Unternehmen	3,4	3,7	4,2
Anteil der Anmeldungen der Top-3,16 %-Unternehmen	44,9	48,0	51,6
Anteil der Anmeldungen der Top-10 %-Unternehmen	60,3	63,7	66,3
Anmeldungen/Untern. für Top-10 %-Unternehmen (Basis 91)	20,8	25,3	40,5

Quelle: EPPATENT (Questel-Orbit), WOPATENT (Questel-Orbit); Berechnungen des Fraunhofer ISI.

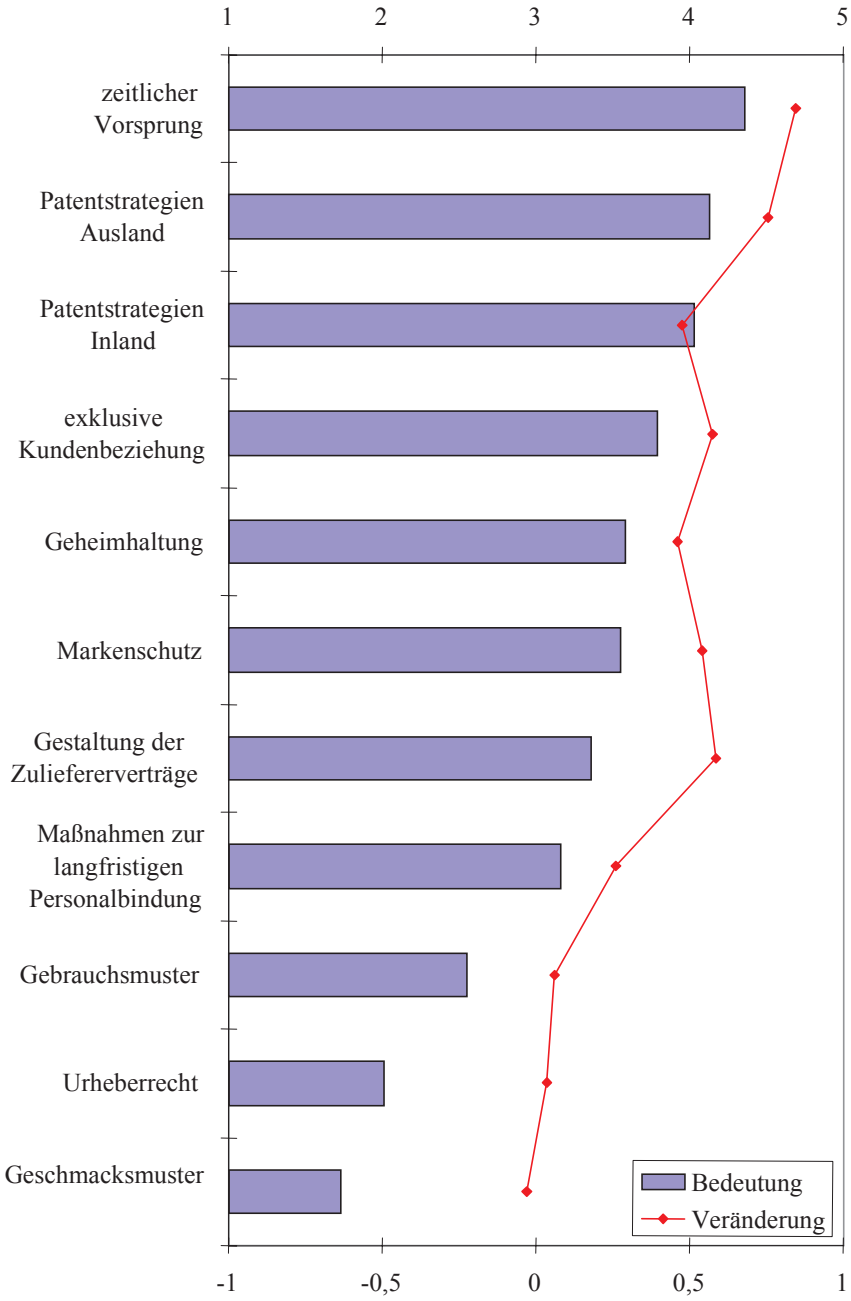
Die Betrachtung der Anmeldungen am deutschen Patentamt DPMA – und damit tendenziell auch stärker die Aktivitäten von national aktiven KMU – zeigt eine noch stärkere Konzentration als im internationalen Bereich. Hier dürfte eine Rolle spielen, dass bei EPA- und PCT-Anmeldungen die Kosten deutlich höher als bei Inlandsanmeldungen sind, was auch aus der Sicht der großen Unternehmen zu einer entsprechenden Begrenzung der Anmeldezahlen führt und vielleicht noch höheren Konzentrationswerten entgegenwirkt. Das heißt, die Konzentration der Anmeldungen auf die großen Unternehmen ist auch im nationalen Kontext gegeben. Die wichtigste Schlussfolgerung aus diesen patentstatistischen Analysen lautet, dass die Erhöhung der Patentierneigung vor allem durch die großen Unternehmen getrieben wird.

[5] Da sich bei der Anordnung der Anmelder nach Anmeldehäufigkeit in etwa eine exponentielle Zunahme ergibt, bietet sich an Stelle einer arithmetischen eine geometrische Aufteilung der Intervalle an. Bei der Errechnung der vierten Wurzel aus 100 ergeben sich daraus die Intervallstufen 3,16 %, 10 %, 31,6 % und 100 %.

11.5 Zunehmende Bedeutung von Patenten

In einer Stichprobe[6] patentaktiver Unternehmen nehmen Patente unter alternativen formellen und informellen Schutzmechanismen eine sehr hohe Bedeutung für Erfindungen und Innovationen ein. Sie haben auch in den letzten fünf Jahren den höchsten Bedeutungszuwachs aller abgefragten Schutzmechanismen – mit Ausnahme des „zeitlichen Vorsprungs“ – erfahren (siehe Abb. 11-5).

Abb. 11-5: Schutzstrategien – Bedeutung und Veränderung in den letzten fünf Jahren



6 Da insbesondere die Aktivitäten der großen Anmelder die Patentzahlen bestimmen, wurden zum Patentierverhalten im Jahr 2002 über 1.500 deutsche Unternehmen, die im Jahr 1999 eine Mindestanzahl von Patenten angemeldet hatten, befragt. Das große Interesse an der Thematik hat zu über 500 ausgefüllten Fragebögen und damit zur einer Rücklaufquote von über 33 % geführt. Die Stichprobe deckt Sektoren und die verschiedenen Größenklassen breit ab (vgl. Blind et al. 2003).

Die Befragung bestätigt zudem, dass die Auslandsorientierung der Patentanmeldungen wichtiger geworden ist. Während Branchenunterschiede eher schwach ausgeprägt sind, machen die Befragungsergebnisse zudem deutlich, dass mit steigender Unternehmensgröße die Bedeutung von Patenten zunimmt und ihre Bedeutung dort auch am stärksten gewachsen ist. Diese Bewertung von Patenten als Schutzinstrument spiegelt sich auch in den **tatsächlichen** Patentanmeldungen bzw. in den Prognosen für die Veränderung der Anmeldungen in der Zukunft. Mehr als zwei Drittel der ganz großen Unternehmen berichten gestiegene Patentanmeldungen in den letzten fünf Jahren, während dies für die ganze Stichprobe nur die Hälfte tut (Tab. 11-2).

Tab. 11-2: Anteil der Unternehmen, die ein Wachstum der Patentanmeldungen in den letzten fünf Jahren berichten – Größenklassen (Beschäftigte)

	1-49	50-249	250-499	500-1999	2000-4999	5000 und mehr	Gesamt
Nationale Anmeldung	42,1	47,4	42,1	43,2	37,3	67,2	46,3
Internationale Anmeldung	50,0	53,7	47,3	51,7	42,2	70,6	52,6

Quelle: Fraunhofer ISI, Befragung 2002.

Bezüglich der zukünftigen Entwicklung der Anmeldungen erwarten alle Unternehmen mit Ausnahme der ganz großen Unternehmen eine weitere Zunahme ihrer Patentieraktivitäten (siehe Tab. 11-3).

Tab. 11-3: Nationale und internationale Patentanmeldungen und deren Veränderung – Größenklassen (Beschäftigte)

	1-49	50-249	250-499	500-1999	2000-4999	5000 und mehr
Durchschnittliche Anzahl Patente im Jahr 2001						
Inland	4.3	5.8	8.0	14.7	28.8	248.1
Ausland	4.5	6.4	7.8	12.0	32.3	185.5
Veränderung der Inlandsanmeldungen in den letzten fünf Jahren*						
Vergangenheit	0.3	0.4	0.1	0.3	0.2	0.9
Zukunft	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6
Veränderung der Auslandsanmeldungen in den kommenden fünf Jahren*						
Vergangenheit	0.4	0.6	0.3	0.5	0.3	0.9
Zukunft	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.7

* Skala: –2 = Anzahl gesunken/ wird sinken bis +2 = Anzahl gestiegen/ wird steigen.

Quelle: Fraunhofer ISI, Befragung 2002.

Diese Einschätzung wird im Kontext der Antworten auf die Frage nach dem Anteil der zum Patent angemeldeten Erfindungsmeldungen bekräftigt, weil die Gruppe der großen Unternehmen mit sehr hohen Anteilen in der Zukunft von keiner weiteren Steigerung ausgeht, sondern eher von einer Stagnation. Insgesamt deuten die Antworten auf die Fragen nach der Bedeutung von Patenten und nach den Patentierungsaktivitäten darauf hin, dass die ganz großen Unternehmen schon am Anfang eines Konsolidierungsprozesses stehen, während die kleinen und mittleren Unternehmen ihr strategisches Verhalten noch intensivieren wollen.

11.6 Strategischer Nutzen der Patentierung?

Für den Anstieg der Anzahl der Patente sind verschiedene Erklärungsfaktoren denkbar. Betrachtet man zunächst die Entwicklung der FuE-Aktivitäten an Hand der FuE-Ausgaben, so zeigt sich, dass die Mehrheit – nämlich zwei Drittel der Unternehmen – in den letzten fünf Jahren eine Zunahme ihrer FuE-Ausgaben verzeichnen. Ferner ist der Zusammenhang zwischen dem Anstieg der FuE-Ausgaben und dem Anstieg der Patentanmeldungen für die gesamte Stichprobe positiv und signifikant (vgl. aber Abschnitt 11.3). Jedoch sind die Entwicklungen bezüglich Branche und Unternehmensgröße sehr unterschiedlich. Für die Inlandspatente ist der Zusammenhang nur für die drei Branchen Chemie, Maschinenbau und Elektrotechnik – also für die drei patentintensivsten Sektoren – eindeutig und signifikant. Für die anderen untersuchten Sektoren ist die Zunahme der Patentanmeldungen von der Zunahme der FuE-Ausgaben – zumindest teilweise – entkoppelt.

Am wichtigsten jedoch erscheint, dass es bei den sehr großen Unternehmen, welche ihre Patentanmeldungen am stärksten erhöht haben, gerade keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Anstieg der Patentanmeldungen und der Veränderung von FuE-Ausgaben gibt (Tab. 11-4). Dieses Ergebnis passt zur patentstatistischen Analyse, nach der die sehr großen Unternehmen mit einer Vielzahl von Anmeldungen hauptverantwortlich sind für das Auseinanderklaffen der Entwicklung von Patentanmeldungen und FuE-Ausgaben.

Tab. 11-4: Korrelation zwischen der Veränderung der Patentanmeldungen und der Veränderung der FuE-Ausgaben – Größenklassen (Beschäftigte)

	1-49	50-249	250-499	500-1999	2000-4999	ab 5000
Inlandspatente	0,34*	0,45**	0,42**	0,47**	0,33*	0,11
Auslandspatente	0,00	0,34*	0,38**	0,38**	0,46**	0,15

** Signifikanzniveau 0,01 %; * Signifikanzniveau 0,05.

Quelle: Fraunhofer ISI, Befragung 2002.

Es ist deutlich geworden, dass die FuE-Effizienz zwar nicht allein, aber doch als eine weitere Triebfeder für Patentsteigerungen bei konstanten FuE-Ausgaben in Frage kommt. Über 80 % der Unternehmen geben eine gestiegene FuE-Effizienz an, wobei die Messung der Effizienz auf subjektiven Selbsteinschätzungen beruht. Dabei nehmen insbesondere der Kfz- und Chemiesektor sowie die Gruppe der sehr großen Unternehmen mit annähernd 90 % sehr hohe Werte an. Jedoch relativiert sich dieser Zusammenhang, wenn man andere Einflussvariablen mitberücksichtigt. So ist zum Beispiel die Patentierneigung, d. h. der Anteil der Erfindungen, der zum Patent angemeldet wird, bei den Unternehmen, die die FuE-Effizienz gesteigert haben, ebenfalls höher und wesentlich stärker gestiegen, als bei den Unternehmen mit stagnierender FuE-Effizienz. Angesichts der Tatsache, dass ein Drittel der Unternehmen die FuE-Effizienz mit Hilfe von Patenten misst, kann ein Teil der Effizienzsteigerungen durch die gesteigerte Patentierneigung erklärt werden. Zudem korreliert der Anstieg der Patentanmeldungen mit der Bedeutung von Patenten im internen Management. Die Unternehmen, für die Patente auch als interner Leistungsanreiz dienen, berichten eine signifikant höhere Zunahme an Patentanmeldungen in der Vergangenheit als die Unternehmen, für die Patente als interner Leistungsindikator keine Rolle spielen. Desgleichen ist der Anstieg der Patentanmeldungen für die Unternehmen, welche ihre FuE-Effizienz über Patente messen, größer als für die Unternehmen, die ihre Effizienz nicht über Patente messen. Damit ist der Schluss, dass Effizienzgewinne in FuE zu mehr Patenten führen, zu einem gewissen, schwer quantifizierbaren Teil ein Zirkelschluss. Dieser Schluss kann nämlich auch lau-

ten, dass die Patentanmeldungen ansteigen, weil sie interne Leistungsindikatoren sind.

Nach der Identifikation der treibenden Akteure und der FuE-relevanten Erklärungsfaktoren für den starken Anstieg der Patentanmeldungen stellt sich nun die Frage nach den Gründen für die teilweise Entkopplung von Patentier- und FuE-Aktivitäten auf Unternehmensebene neu. Dabei haben sich zwei Bündel von Erklärungen ergeben. Zum einen ist der Anstieg der Patentierung schlicht auch ein Ausdruck der gestiegenen Wettbewerbs- bzw. Kooperationsintensität. Die statistischen Zusammenhänge zwischen Patentierungen einerseits und Kooperationsneigung andererseits sind evident und signifikant. Gleiches gilt für die Wettbewerbsintensität.

Ein weiteres Bündel von Erklärungsfaktoren besteht in den veränderten Motivationsstrukturen bezüglich der Nutzung von Patenten. Die Mehrzahl der Studien, die sich mit dem Anstieg der Patentanmeldungen in den 1990er Jahren auseinandersetzen, haben zunehmend solche Triebkräfte mit untersucht, die nicht im engeren Sinne mit dem Input, Output und der Organisation von FuE zusammenhängen, sondern mit dem **strategischen** Nutzen von Patenten. Die strategischen Motive, die in der Literatur besprochen werden, sind zum Teil sehr unterschiedlich.[7] Einig sind sich alle Untersuchungen zur Motivation der Patentierung darin, dass der klassische Imitationsschutz zwar nach wie vor am wichtigsten ist, dass aber eine Reihe unterschiedlicher Motivationen das Patentmanagement prägen. Das heißt, die Entscheidungen für die Anmeldung von Patenten haben sich – bei aller Bedeutung des Schutzmotivs – zum Teil von den technologischen Notwendigkeiten des Schutzes der eigenen Erfindung vor Imitation durch andere Marktteilnehmer entkoppelt, das strategische Verhalten anderer Marktteilnehmer wird immer stärker mit ins Kalkül gezogen und Patente dienen über Lizenzeinnahmen zunehmend auch als eigenständige Einnahmequellen. Dieser Wandel in der Bedeutung von Patenten hat zu einer Erweiterung, einem Bedeutungsgewinn und in Teilen zu einer Verselbstständigung des Managements von Eigentumsrechten geführt. Damit vollzogen die europäischen Unternehmen in den 1990er Jahren eine Entwicklung, die in den USA und in Japan schon in den 1980er Jahren eingesetzt hatte.[8]

Die Komplexität der Patentmotivation kann auf fünf Motivbündeln verdichtet werden (siehe Tab. 11-5):[9]

Tab. 11-5: Motivbündel für die Patentierung auf der Basis einer Faktorenanalyse

Motivbündel	Abgefragte Einzelmotive
Schutzmotive	Schutz vor Imitation, Sicherung nationaler, europäischer und internationaler Märkte
Blockademotive	Defensive und offensive Blockierung der Konkurrenz
Reputationsmotive	Verbesserung des technologischen Images, Steigerung des Unternehmenswertes
Austauschmotive	Verbesserung der Position in Kooperationen, verbesserter Zugang zum Kapitalmarkt, Tauschpotenzial, Lizenzeinnahmen
Anreizmotive	Mitarbeitermotivation, interner Leistungsindikator

Quelle: Fraunhofer ISI, Befragung 2002.

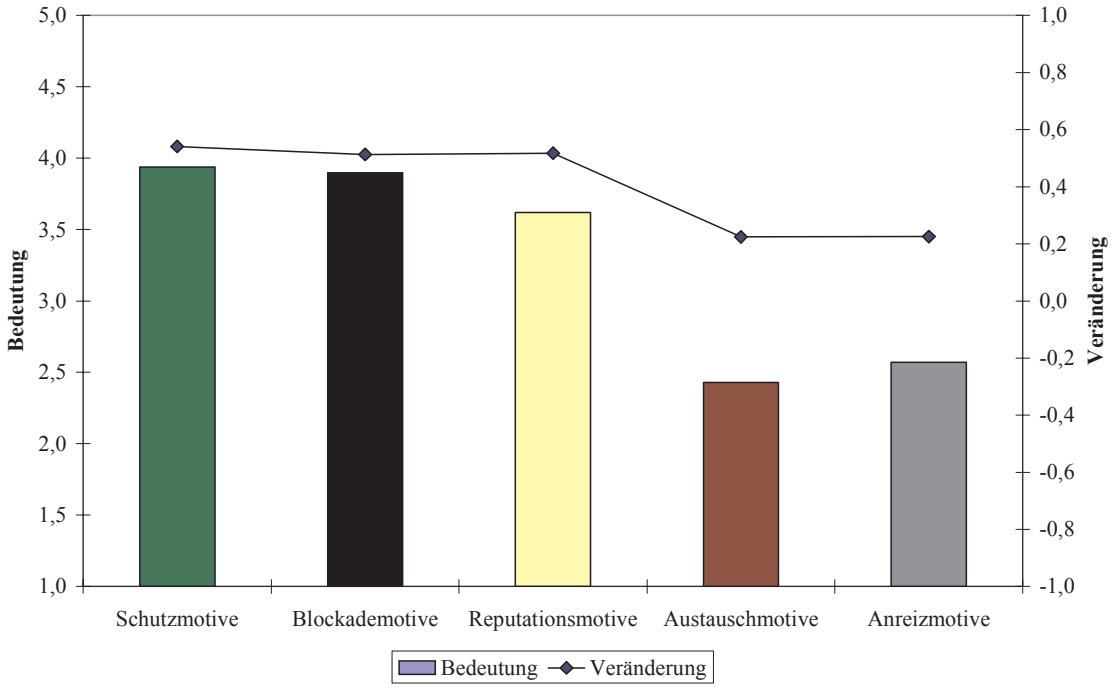
7 Zentrale empirische Arbeiten der 1990er Jahre sind Cohen et al. (2002); Cohen et al. (2000); Arundel et al. (1995); ifo Institut für Wirtschaftsforschung (1999); OECD - Committee for Scientific and Technological Policy (2003).

8 Siehe insbesondere Cohen et al. (2002).

9 In der Befragung der großen deutschen Anmelder wurden 15 verschiedene Motive genannt, welche sich dann mittels einer Faktorenanalyse auf fünf Motivbündel verdichten ließen.

Die Analyse dieser fünf Motivbündel macht deutlich, dass Patente zwar immer noch und vor allem als **Imitations-** und **Marktsicherungsschutz** genutzt werden und diese Bedeutungsdimension angesichts steigender Wettbewerbsintensität weiter zugenommen hat (siehe Abb. 11-6). Gleichzeitig haben jedoch weitere Motivgruppen, die nur noch mittelbar mit den FuE-Aktivitäten in Verbindung stehen, einen starken Bedeutungszuwachs erfahren. Zunächst sind die **Blockade** der Konkurrenz durch Patentierung zu nennen, so dass zum einen der eigene Handlungsspielraum erhalten bleibt, zum anderen aber auch der Handlungsspielraum der Konkurrenz eingeschränkt wird. Patente tragen aber auch zur **Reputation** des eigenen Unternehmens bei und steigern damit den Unternehmenswert. Patente übernehmen in der Wissensgesellschaft eine **Tauschfunktion** nicht nur gegenüber Kooperationspartnern und Lizenznehmern, sondern auch bezüglich Kapitalgebern. Da der Kooperationsdruck und die Optionen in den letzten Jahren zugenommen haben, sind entsprechend auch die Patentanmeldungen angestiegen. Schließlich sind Patente geeignete Instrumente für die **interne Leistungs- und Motivationssteuerung**.

Abb. 11-6: Gruppierte Patentierungsmotive – Bedeutung und Veränderung



Bedeutung: Skala von 1 = niedrig bis 5 = hoch,
Veränderung: Skala von –2 = gesunken bis +2 = gestiegen.

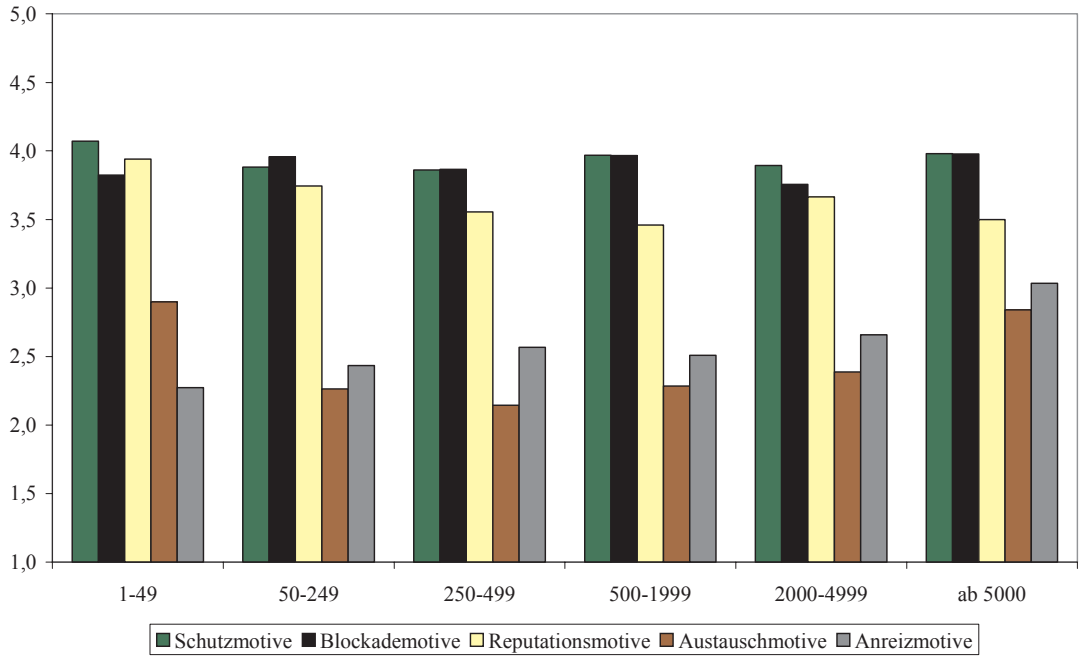
Quelle: Fraunhofer ISI, Befragung 2002.

Obwohl die **Nutzung** von Patenten sich nach Branchen unterscheidet, ergeben sich hinsichtlich der Bedeutung und der Bedeutungsveränderung der Motive nach Branchen grundsätzlich vergleichbare Strukturen. Das heißt, dass sich die grundsätzlichen Strategien und Triebkräfte über die Branchen sehr stark ähneln und auch angenähert haben, dass mithin differenzierte Patentstrategien ein Phänomen für die gesamte Industrie geworden sind. Damit kann auch eine gängige These in der Literatur **nicht** bestätigt werden,[10] wonach Sektoren, die durch „komplexe", modulare Technologien (z. B. Elektrotech-

[10] Vgl. vorstehende Fußnote.

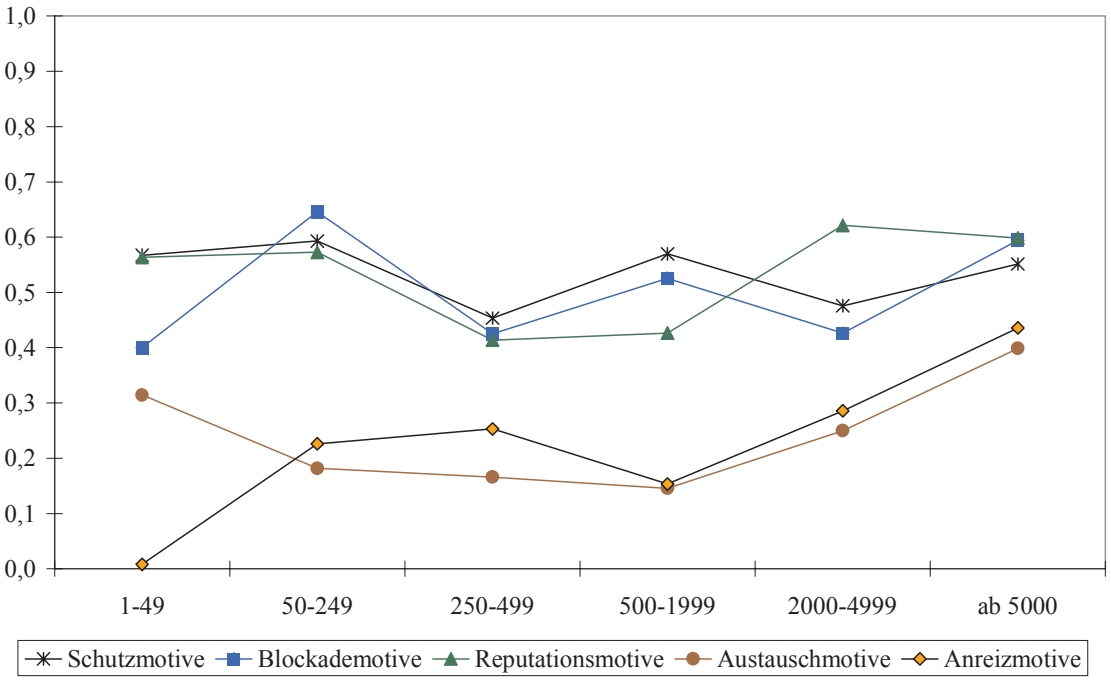
nik) gekennzeichnet sind, andere **Motivations**strukturen aufweisen als solche mit so genannten distinkten Technologien (Chemie).

Abb. 11-7: Bedeutung der gruppierten Patentierungsmotive nach Unternehmensgröße (Beschäftigte)



Bedeutung: Skala von 1 = niedrig bis 5 = hoch.
Quelle: Fraunhofer ISI, Befragung 2002.

Abb. 11-8: Veränderung der Bedeutung der gruppierten Patentierungsmotive nach Unternehmensgröße (Beschäftigte)



Bedeutung: Skala von –2 = Bedeutung gesunken bis +2 = Bedeutung gestiegen.
Quelle: Fraunhofer ISI, Befragung 2002.

Dagegen enthüllt die Differenzierung nach Unternehmensgröße einige wichtige Unterschiede (siehe Abb. 11-7). Während das Imitationsschutz- und das Blockademotive für alle Unternehmensgrößen gleichbedeutend sind, ebenso die Austausch- und internen Anreizmotive, sind für die kleinen Unternehmen Patente offensichtlich wichtige Aktiva in den Verhandlungen mit Kapitalgebern, aber auch mit großen Kooperationspartnern. Patente sind demnach wichtig für den Markteintritt kleiner Unternehmen und ihre Etablierung am Markt.

Überdies zeigt die Analyse auch, dass in den letzten Jahren für die Großunternehmen die Blockademotive und die nicht unmittelbar mit FuE-Aktivitäten verbundenen Gründe (interne Anreize, Austausch) besonders stark an Bedeutung gewonnen haben (Abb. 11-8).

Für die sehr großen Unternehmen, welche die Veränderungen in den Patentzahlen bestimmen, gibt es also **keinen Zusammenhang** zwischen Steigerung der FuE-Ausgaben und Steigerung der Patentanmeldungen und gleichzeitig haben in diesen Unternehmen in den letzten Jahren die Motivgruppen Blockade, interner Leistungsanreiz und Austauschmotive am stärksten an Bedeutung gewonnen. Damit ist der Anstieg der Patentanmeldungen nicht so sehr auf FuE-Effizienzgewinne zurückzuführen, sondern wesentlich dadurch bestimmt, dass die großen Patentanmelder Patente gezielt im Technologiewettbewerb einsetzen (Blockade) und sie als „Währung“ im externen Technologiemarkt sowie als Indikator im internen FuE-Management verstehen. Das zentrale Fazit lautet daher, dass die Dynamisierung der Patentierung im Wesentlichen aus einem Patentwettbewerb der sehr großen Unternehmen resultiert.

Schließlich ist auch die **internationale Dimension** der Thematik zu bedenken: Verschiedene Analysen haben deutlich gemacht, dass zunächst japanische und dann auch US-amerikanische Unternehmen zu Beginn der 1990er Jahre zunehmend strategisch patentierten. Der Patentboom aus den USA war stark von Informationstechnik und Hochtechnologie getragen – nicht aus der Breite. Die europäischen Unternehmen haben eine strategisch ausgerichtete Patentierungskultur erst Mitte der 1990er Jahre entwickelt und sind somit den japanischen und US-amerikanischen Vorbildern gefolgt. Allerdings kann der deutsche Patentboom nicht auf die schwächelnde Informationstechnik zurückgeführt werden wie in den USA, sondern stellt ein Breitenphänomen dar. Ferner sind die großen multinationalen Unternehmen in allen Triaderegionen nicht nur in FuE, sondern auch bezüglich der Patentierung aktiv. Diese Gruppe trägt nicht nur mit ihrem eigenen Verhalten, sondern auch mit den Gegenreaktionen, die sie bei den Wettbewerbern hervorrufen, zu einer internationalen Konvergenz der FuE-Patent-Relation bei.

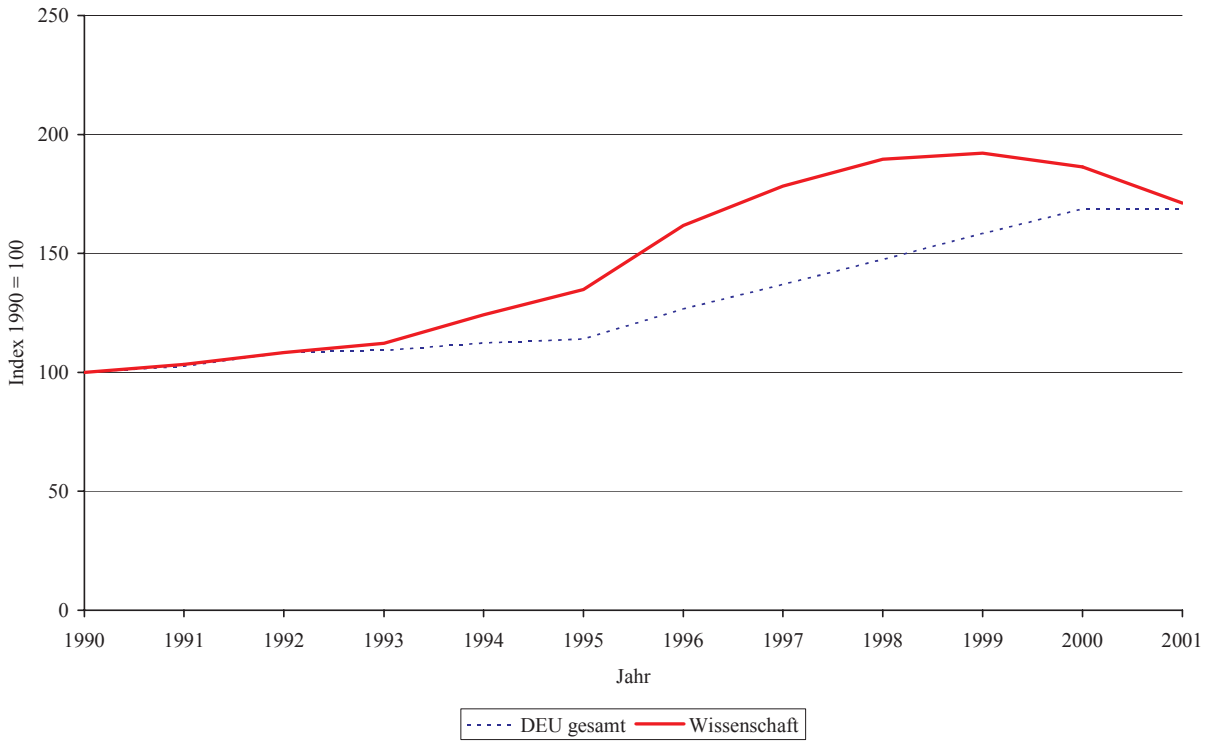
Das neue Gleichgewicht mag Konsequenzen für die Innovationspolitik haben. Die Förderung des Patentwesens vor allem bei öffentlichen Einrichtungen und kleineren Unternehmen war unproblematisch, so lange Patente dem FuE-Input folgten und Innovationsergebnisse absicherten. Wenn Patente zu strategischen und Managementinstrumenten von Großunternehmen werden, die auch die Blockierung von Wettbewerbern zum Inhalt haben können oder das Erzeugen freier Software behindern, können politische Unterstützungsmaßnahmen auch problematisch werden.

12 Forschungsexzellenz in ausgewählten Gebieten

12.1 Relevanz der öffentlichen Forschung für die technologische Entwicklung

Die gegen Ende der 1990er Jahre beobachtbare partielle Rückbesinnung der Unternehmen auf stärker an mittelfristigen Zielen orientierte FuE-Aktivitäten (Abschnitt 2.1) entlässt den Staat keinesfalls aus seiner Funktion, weiterhin intensiv in Grundlagenwissen und -forschung zu investieren und gleichzeitig zusätzliche Schnittstellen zu den Unternehmen herzustellen. Der Aufbau und die Ausweitung der öffentlich geförderten Forschung in strategischen Feldern auf hohem Niveau wird immer wichtiger. Denn Universitäten und Institute bilden für viele Unternehmen eine wichtige **Informationsquelle** für Innovationsaktivitäten. Insbesondere für „neue", forschungsintensive und wissensbasierte Technologiefelder (wie etwa Biotechnologie/Pharmazie, Mikroelektronik und neue Werkstoffe) sind Ergebnisse der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenforschung an Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen in erheblichem Maße anwendungsrelevant. Deshalb ist in den letzten Jahren die Erwartung gestiegen, dass auch öffentliche Forschungseinrichtungen einen unmittelbaren Beitrag zur Technikentwicklung leisten sollen. Dieses äußert sich beispielsweise darin, dass der Technologietransfer im Hochschulrahmengesetz explizit als Aufgabe der Hochschulen festgeschrieben worden ist.

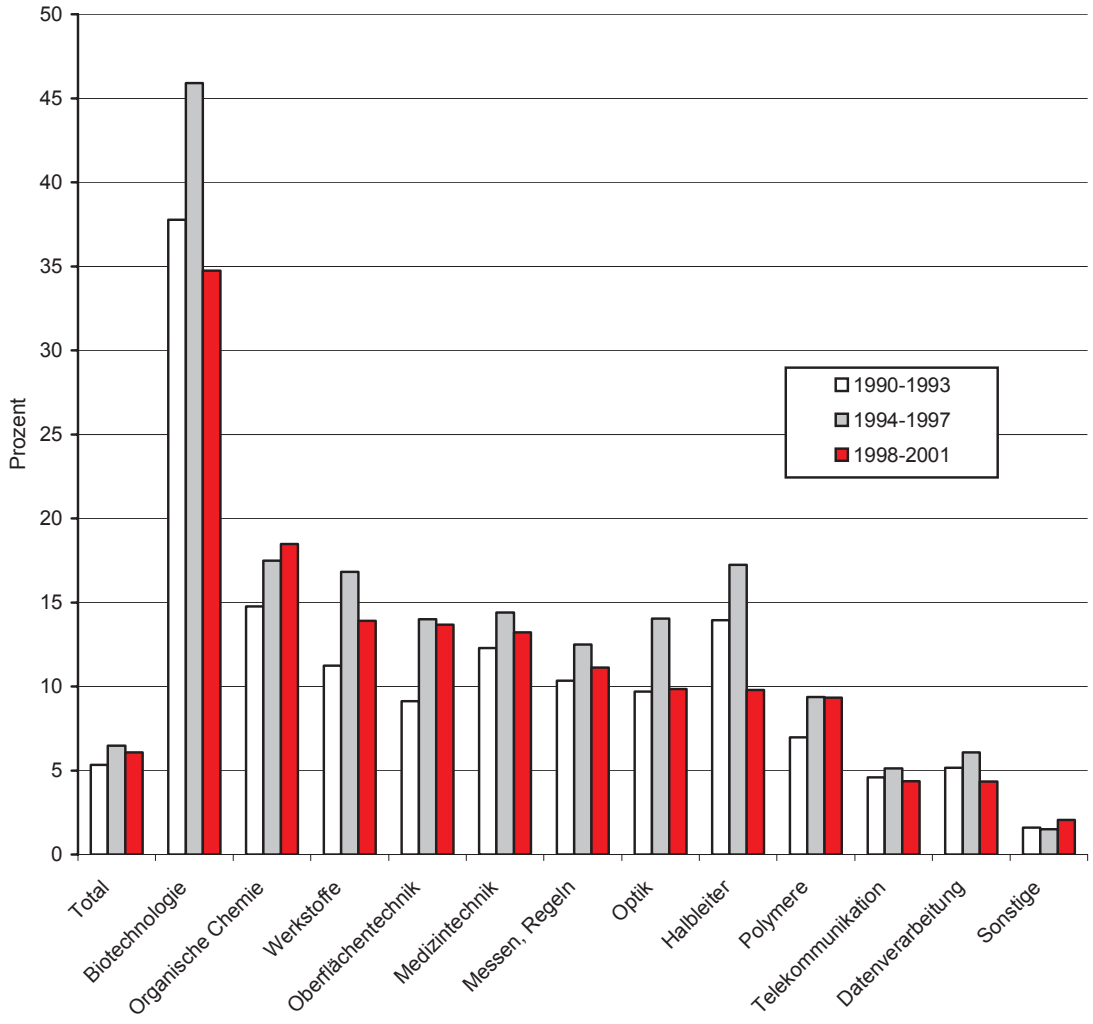
Abb. 12-1: Trends der Patentanmeldungen am DPMA aus wissenschaftlichen Einrichtungen und für deutsche Anmeldungen insgesamt



Quelle: PATDPA. - Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Der unmittelbare Beitrag der öffentlichen Forschungseinrichtungen zu technischen Innovationen ist nur schwer messbar, da er zu einem erheblichen Teil über informelle Kontakte zwischen den Forschungseinrichtungen und Unternehmen erfolgt. Es ist davon auszugehen, dass die wissenschaftliche Forschung nicht zu allen Technikgebieten in gleicher Weise einen wesentlichen Beitrag leistet, sondern vorwiegend in „wissensbasierten" Technikfeldern aktiv ist. Wissensbasierte Technikfelder sind solche, in denen ein besonders enger Zusammenhang zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung besteht, so dass Ergebnisse der Grundlagenforschung sehr schnell in die Anwendung überführt werden.[1]

Abb. 12-2: Anteil der Patentanmeldungen aus der Wissenschaft an den gesamten deutschen Patentanmeldungen (DPMA) 1990-2001 in %



Quelle: PATDPA. - Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Patentanmeldungen aus wissenschaftlichen Einrichtungen können als Gradmesser für deren Verwertungspotenziale angesehen werden. Die Anmeldungen sind im Laufe der 1990er Jahre stärker als die aus der Wirtschaft angestiegen, wobei im Jahre 1999 ein Maximum erreicht wurde (Abb. 12-1). Seit-

[1] Dieser Abschnitt beruht auf Schmoch (2004).

dem haben sich die Anmeldezahlen konsolidiert, so dass im Hinblick auf den Anteil an den gesamten deutschen Anmeldungen aktuell ein ähnliches Niveau wie Anfang der 1990er Jahre erreicht wird (6 %). Absolut gesehen stehen bei Patentanmeldungen aus wissenschaftlichen Einrichtungen mit deutlichem Abstand Hochschulen im Vordergrund gefolgt von der Helmholtz-Gemeinschaft und der Fraunhofer-Gesellschaft.

Bei einzelnen Technikfeldern zeigt sich eine deutlich höhere Konzentration von Patentanmeldungen aus wissenschaftlichen Einrichtungen. Zahlenmäßig ragen insbesondere die Felder Biotechnologie, Organische Chemie sowie Messen/Regeln heraus, wobei die Biotechnologie mit einer Quote von aktuell 35 % besonders herausticht. Mitte der 1990er Jahre lag sie sogar bei 46 % (Abb. 12-2). Hierin zeigt sich die Vorreiterrolle wissenschaftlicher Einrichtungen für die Technologieentwicklung in wissenschaftsbasierten Technikfeldern: Dort baut die technologische Leistungsfähigkeit maßgeblich auf dem unmittelbaren Beitrag der Wissenschaft auf. Mit Anteilen von 10 bis 15 % sind weiterhin die Felder Halbleiter, Organische Chemie, Optik, Werkstoffe, Messen, Regeln, Oberflächentechnik sowie Medizintechnik zu nennen. Die Felder Datenverarbeitung und Telekommunikation erweisen sich dagegen als Domänen der Industrieforschung, so dass der Anteil wissenschaftlicher Einrichtungen bei nur etwa 5 % liegt.

Alle Einrichtungsarten mit Ausnahme der Fraunhofer-Gesellschaft haben einen ausgeprägten Fokus auf Biotechnologie und Organische Chemie; in der Fraunhofer-Gesellschaft – obschon stark auf Mikroelektronik und Datenverarbeitung ausgerichtet – werden im patentierbaren Ertrag mit Werkstoffen und Oberflächentechnik eher die verschiedenen Aspekte der Materialforschung betont.

Der zeitliche Verlauf zeigt als typisches Muster, dass wissenschaftliche Einrichtungen in frühen Phasen einer neuen Entwicklung einen hohen Anteil der patentgeschützten Erfindungen auf sich vereinigen, der im Laufe der Reifung eines Gebietes zu Gunsten industrieller Aktivitäten wieder zurückgeht. In diesem Kontext ist bemerkenswert, dass aktuell die Quote wissenschaftlicher Einrichtungen bei dem Feld „Organische Chemie“ zunimmt, was auf neuartige Entwicklungen innerhalb dieses an sich etablierten Feldes hindeutet.

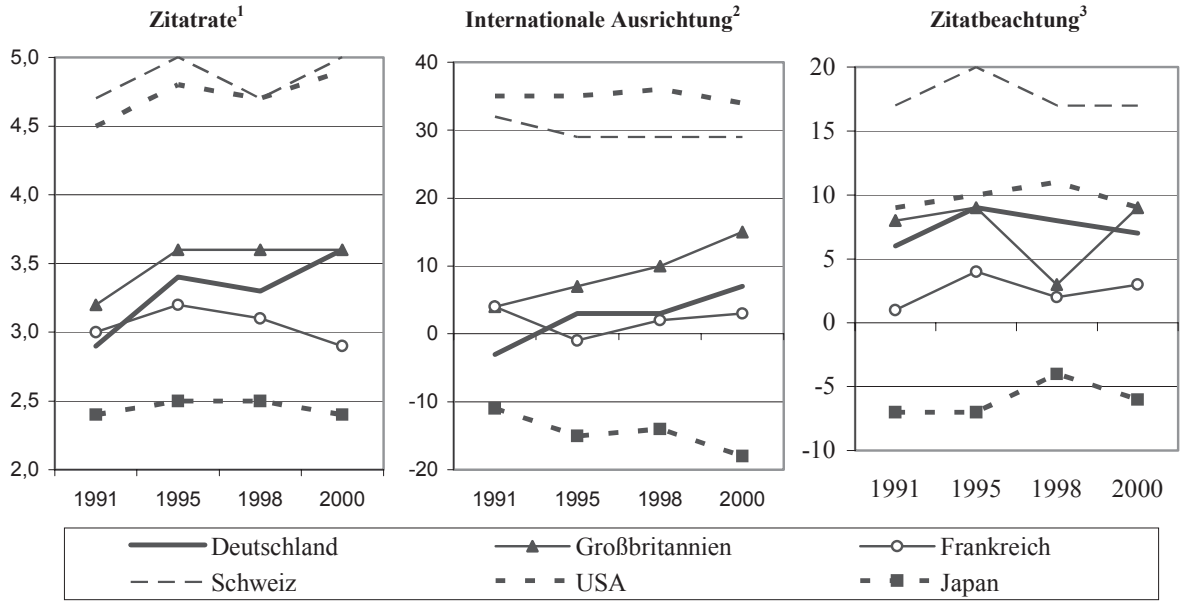
12.2 Leistungsfähigkeit der wissenschaftlichen Forschung im internationalen Vergleich

Der „Output“ des Wissenschaftssystems und der öffentlich geförderten Forschung enthält verschiedene Komponenten. Zu seiner wichtigsten zählt sicherlich die Ausbildung von Wissenschaftlern und Ingenieuren mit Schlüsselqualifikationen für den Innovationsprozess. Darüber hinaus geben neue wissenschaftliche Erkenntnisse eine wichtige Orientierung für die weitere Technologieentwicklung. Von daher haben die Strukturen des Wissenschaftssystems und die Leistungsfähigkeit der Wissenschaftler einen erheblichen Einfluss auf die technologische Entwicklung. In wissenschaftlichen Publikationen sind praktisch alle relevanten Forschungsergebnisse dokumentiert. Mit der Ausweitung wissenschaftlicher Aktivitäten und dem erhöhten Druck auf Forscher zur Veröffentlichung ihrer Forschungsergebnisse – Publikationen sind vielfach ein Instrument zur Evaluierung von Wissenschaftlern, Hochschulinstituten und Forschungseinrichtungen – hat auch die Zahl der wissenschaftlichen Zeitschriften und Artikel kontinuierlich zugenommen.

Gerade angesichts der Klagen über die Arbeitsbedingungen an den Hochschulen und die vergleichsweise schwache Expansion der Tertiärausbildung in Deutschland ist es erstaunlich, dass sich deutsche

Wissenschaftler auf dem Markt für **Publikationen** in international renommierten natur-, ingenieur- und medizinwissenschaftlichen Zeitschriften gut behaupten. Ihr Anteil am weltweiten Publikationsaufkommen liegt bei 9 %, sie rangieren damit an dritter Stelle hinter den USA (32 %) und Japan (10 %), gleichauf mit Großbritannien und vor Frankreich. Das Publikationsaufkommen dieser fünf Länder entspricht mit rund zwei Dritteln in etwa ihrem Anteil am FuE-Aufkommen und FuE-Personal der westlichen Industrieländer in Hochschulen. Besonders hoch ist das Prokopf-Publikationsaufkommen in der Schweiz (etwas mehr als das Doppelte des OECD-Durchschnitts), in den nordischen sowie in den englischsprachigen Ländern. Deutschlands Wissenschaftler halten sich ungefähr im OECD-Mittel. Hinsichtlich der Publikationshäufigkeit haben Deutschlands Wissenschaftler gar eine deutliche und kontinuierliche Produktivitätssteigerung mitgemacht. Ihr Anteil hat in den letzten zehn Jahren um 1½ Prozentpunkte zugelegt. Dies wird auf die Integration der ostdeutschen Wissenschaftler zurückgeführt.

Abb. 12-3: Beobachtete Zitatraten, internationale Ausrichtung und Zitatbeachtung für ausgewählte Länder 1991-2000



[1] Zitatrate = jährliche Zitate pro Publikation.
[2] Positives Vorzeichen: Im Schwerpunkt wird in international überdurchschnittlich beachteten Zeitschriften publiziert.
[3] Positives Vorzeichen: Überdurchschnittlich hohe Zitathäufigkeit, gemessen am Durchschnitt der Zeitschriften, in denen publiziert wird.

Quelle: SCI. – CWTS. – Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Um die Masse von der Klasse zu trennen und so die tatsächliche Leistungsfähigkeit der wissenschaftlichen Forschung beurteilen zu können, werden vielfach „Bereinigungen" vorgenommen. Ein Indikator für die Qualität einer Publikation ist die Häufigkeit, mit der sie von anderen Autoren **zitiert** wird (Abb. 12-3). Dabei wird unterstellt, dass besonders häufig zitierte Publikationen in der Regel eine hohe wissenschaftliche Qualität haben. Hier zeigt sich, dass Deutschlands Wissenschaftler auf international hohem Niveau arbeiten und viel beachtet werden.

- Die Arbeiten von Wissenschaftlern in der Schweiz werden mit klarem Abstand relativ gesehen am meisten **beachtet**. Deutschland hält sich im oberen Mittelfeld, deutlich oberhalb des EU-Durchschnitts. Deutschlands Wissenschaftler finden in der Breite der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächer Beachtung. Man kann aber auch erkennen, dass die Beachtung seit Mitte der 1990er Jahre eher abgenommen hat.

- Sie könnten noch mehr wahrgenommen werden, wenn sie sich in ihrem Publikationsverhalten stärker an international renommierte Zeitschriften wenden würden. Die USA haben hinsichtlich der **internationalen Ausrichtung** eine dominierende Stellung, da die eigenen Fachzeitschriften über eine breite Leserschaft verfügen. Deutschland erreicht nur einen leicht überdurchschnittlichen Wert, konnte sich allerdings klar verbessern, insbesondere im Zuge der zunehmenden „Internationalisierung" der ostdeutschen Wissenschaftler. Dennoch besteht noch ein deutliches Verbesserungspotenzial. Vor allem in Wissenschaftsfeldern mit Bezug auf die Elektro- und Informationstechnik ist die internationale Orientierung vergleichsweise schwach ausgeprägt, nimmt jedoch – wie in der Biotechnologie – deutlich zu.

Es gelingt deutschen Wissenschaftlern also zunehmend, in international renommierten Zeitschriften Fuß zu fassen und am internationalen Wissensaustausch teilzunehmen. Das allein ist schon ein Gütesiegel. Allerdings werden die dort erreichten Standards nicht immer in dem Maße erreicht, wie dies hoch entwickelten Volkswirtschaften gut zu Gesicht stehen würde.

12.3 Spitzenleistungen in ausgewählten Gebieten

Ist die nach internationalen Maßstäben gemessene Forschungsleistung als Spitzenleistung einzustufen? Dies ist vor dem Hintergrund zu bewerten, dass generell, vor allem aber im Hochschulbereich, Mittelkürzungen beklagt werden (z. B. im Rahmen von so genannten Solidarpakten mit der jeweiligen Landesregierung). Die Abstriche für eine noch bessere Bewertung der Forschungsleistung, die in Abschnitt 12.2 gemacht werden mussten, könnten mit schlechter gewordener Ausstattung zu tun haben. In der Tat lässt sich seit dem Abklingen der „Bildungsexpansion" in den 1970er Jahren ein solcher Trend erkennen: der Anteil der Grundausstattung, der neben der Lehre für die selbstbestimmte Forschung entscheidend ist, hat sich von über 70 % (1980) über fast 65 % (1990) im Jahr 2000 auf 57,9 % verringert. Gestiegen sind seitdem sowohl die Verwaltungseinnahmen wie auch die Drittmittel (Statistisches Bundesamt, 2003, S. 25). Die Drittmittelanteile haben sich dabei von einem niedrigen Niveau aus in diesem Zeitraum fast verdoppelt (von 5,8 auf 10,7 %).

Noch schärfer treten die Veränderungen auf der Finanzierungsseite hervor, wenn man nur die Finanzierung von FuE betrachtet (also ohne Lehre, Klinikbetrieb etc.). Die hierfür insgesamt zur Verfügung stehenden Mittel sind stetig gewachsen – wie auch die Publikationen: von knapp 3 Mrd. Euro im Jahr 1980 (Westdeutschland) auf über 7 Mrd. Euro nach der Vereinigung (1995), schließlich auf 8 Mrd. Euro (2001). Dabei stagnieren die Grundmittel auf einem Niveau von etwa 5 Mrd. Euro seit 1995. Sprich, der Zuwachs in den letzten zehn Jahren geht allein auf Drittmittel zurück (2,3 Mrd. Euro 1995 bis 3,3 Mrd. Euro 2001). Es ist den Hochschulen offenbar gelungen, ihren wachsenden Forschungsoutput trotz mancher Zweckbindung bei den Drittmitteln zu erhalten bzw. auszubauen. Denn die Drittmittel stammen nur zu einem knappen Drittel von der DFG und in fast der gleichen Höhe von Unternehmen. Der drittwichtigste Drittmittelgeber ist der Bund, während Stiftungen, internationale Organisationen und sonstige öffentliche Einrichtungen zusammen weniger als 1/6 zu den Drittmitteln beitragen (Statistisches Bundesamt, 2003, S. 55).

Mit der Diskussion um die „Eliteuniversitäten" ist die Frage aufgeworfen worden, wie sich Spitzenleistungen momentan in Deutschland verteilen, bzw. ob diese zu wenig gebündelt sind. Um hier einige

Strukturangaben zu gewinnen, kann die Verteilung von Spitzenleistungen in der deutschen Forschung nach Standorten und Institutionen in sechs ausgewählten Gebieten betrachtet werden.[2] Die betrachteten Gebiete erstrecken sich auf die Natur- und Lebenswissenschaften wie auch die Sozialwissenschaften. Es handelt sich dabei um

- die Genetik,
- die Immunologie,
- die Neurowissenschaften,
- die Bioinformatik,
- die Nanotechnologie sowie
- Teilgebiete der Wirtschaftsforschung.

Exzellenzzentren lassen sich fachübergreifend nur dann vergleichend darstellen, wenn strikte Abschneideregeln beachtet werden. Für die nachfolgende Betrachtung wurden als Auswahlkriterien eine gewisse Mindestgröße der Forschungseinheit sowie eine weit über die Durchschnittswerte gehende internationale Beachtung der Forschungsergebnisse genommen.[3]

Die moderne Genetik befasst sich mit der Struktur, den Funktionen und den Eigenschaften der Gene und den Charakteristiken der Vererbung. Auch die Populationsgenetik sowie Krankheiten im Vermehrungsprozess gehören dazu. Es handelt sich um ein durchaus älteres Forschungsgebiet, das mit dem modernen Aufschwung der Lebenswissenschaften viele neue Forschungsfragen und Methoden hinzugewonnen hat. Allerdings ist das Gebiet weniger bekannt und auch weniger umstritten als die Gentechnik. In Abgrenzung zur Molekularbiologie liegt die Betonung auf dem Gen als funktionaler Einheit und seine Effekte auf den Organismus als Ganzes.

Abb. 12-4 verortet die international hervorragend positionierten Forschungseinrichtungen auf diesem Gebiet. Berlin ist mit zwei Institutionen vertreten, die anderen Orte mit je einer. Darunter befindet sich beispielsweise das deutsche Primatenzentrum (Göttingen), das Max-Planck-Institut für Psychiatrie (München) wie auch die Universität Heidelberg. Der Standort Berlin wird nicht nur wegen einer öffentlichen Forschungseinrichtung (MPI) erwähnt, sondern auch auf Grund der außerordentlich hoch zitierten Publikationen eines Unternehmens (Schering); ebenso Ludwigshafen (BASF). In Bad Nauheim ist das Kerckhoff-Institut und in Mühlheim das MPI für Kohlenforschung.

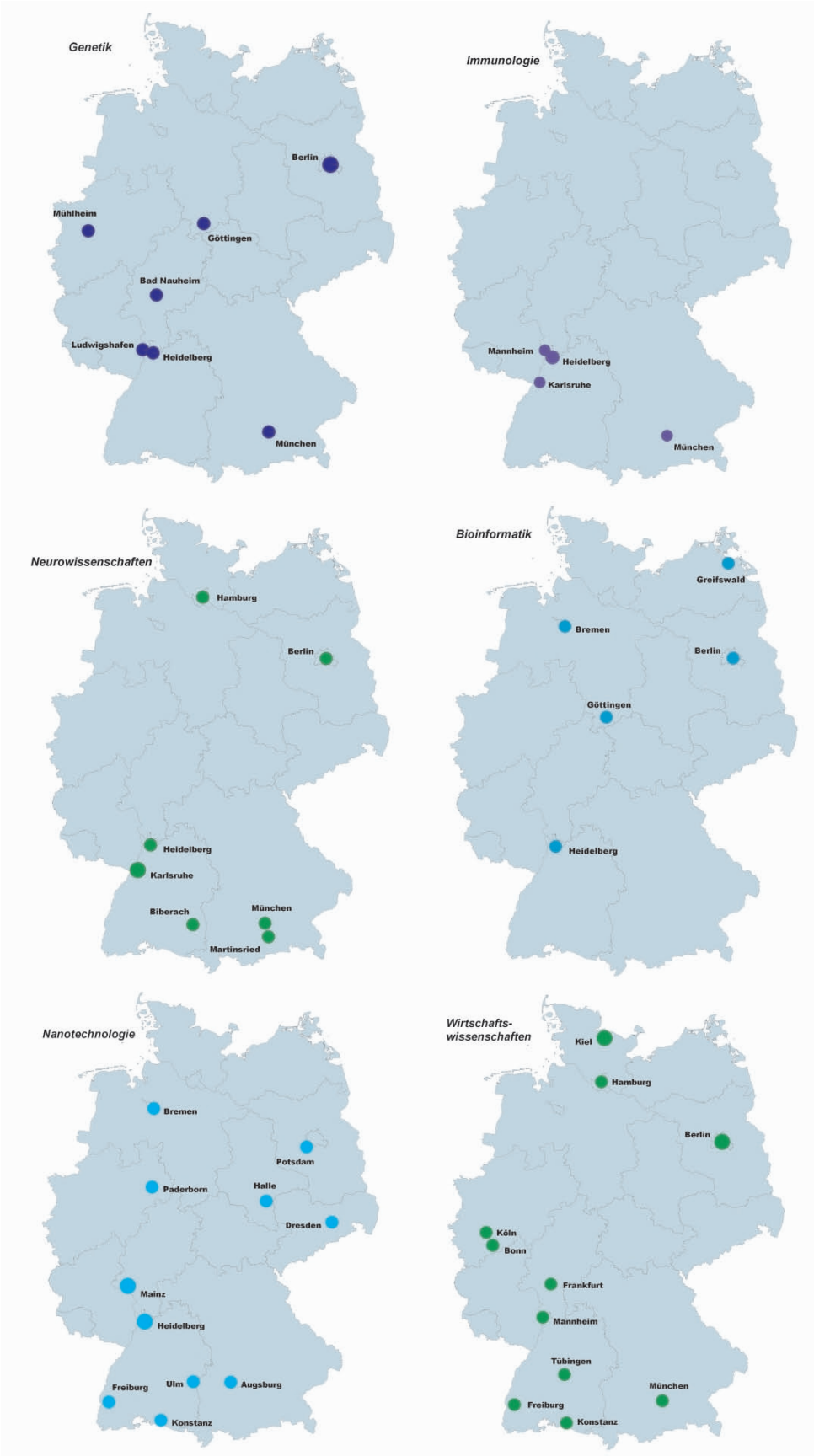
Die moderne Immunologieforschung ist allen Aspekten der Immunreaktion und -regulation gewidmet, und zwar sowohl auf dem zellulären bzw. molekularen Niveau (im Labor) als auch im klinischen Bereich (z. B. mit der Erforschung von Immuntherapien). Größeren Bevölkerungskreisen ist das Forschungsgebiet im Zusammenhang mit Allergien bekannt geworden.

---

2 Die Daten entstammen dem Projekt „Mapping of Excellence“ der Europäischen Kommission; die Auswahl der Fachgebiete wurde von der High-Level Group of Experts on Benchmarking, Excellence, Co-ordination of National Policies der Europäischen Union in Absprache mit der Kommission vorgenommen. Gemeinsam ist den Gebieten eine hohe Wissenschaftsbindung bei gleichzeitigem breiten Anwendungspotenzial. Siehe auch Schmoch (2004).

3 Die Mindestgröße wird über eine bestimmte Zahl von wissenschaftlichen Publikationen im Zeitraum 1996 bis 2002 festgelegt (durchschnittlich zwei pro Jahr, also 14 im ganzen Zeitraum), die überdurchschnittliche internationale Beachtung durch eine 2½fach so hohe Zitatrate pro Publikation, als auf dem jeweiligen Gebiet üblich ist. Die Daten entstammen einer von der Europäischen Kommission der Öffentlichkeit kostenlos angebotenen Datenbank, die vom Center for Science and Technology Studies (CWTS) der Universität Leiden (Niederlande) und dem Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, hergestellt wurde: http://studies.cwts.nl/projects/ec-coe.

Abb. 12-4: Verteilung von Exzellenzzentren in ausgewählten Gebieten



Kleiner Kreis: eine Institution, großer Kreis: zwei Institutionen.

Quelle: Datenbank EU Mapping, CWTS und Fraunhofer ISI. – Berechnungen des IWW.

Die leistungsfähigen Forschungszentren in der Immunologie (Abb. 12-4) sind im Rhein-Neckar-Gebiet und in München anzutreffen. Heidelberg kann das Europäische Molekularbiologische Laboratorium sowie die Universität vorweisen; die Bundesforschungsanstalt für Ernährung in Karlsruhe sowie Boehringer (Mannheim) und das Deutsche Herzzentrum (an der TU München) betreiben ebenfalls hochangesehene Forschung auf diesem Gebiet.

Die Neurowissenschaften – populär auch unter dem Stichwort der Hirnforschung bekannt geworden – haben im Zusammenhang mit Erkrankungen des Nervensystems ebenfalls eine klinische Komponente. Interessante transdisziplinäre Aspekte eröffnen sich im Grenzgebiet zwischen Stofftransporten (Neurochemie) und der Molekularelektronik mit ihren Übergängen zur Neuroinformatik. Die Karte (Abb. 12-4) zeigt zwei Exzellenzzentren im Großraum München, die Max-Planck-Institute für Psychiatrie (München) und für Biochemie (Martinsried). Das Unternehmen Boehringer Ingelheim/Thomae in Biberach kann auf exzellente Forschungsarbeiten verweisen. Ein anderes Unternehmen mit bedeutenden und international ausstrahlenden Forschungsergebnissen ist in Karlsruhe angesiedelt (Schwabe). Neben einem Institut der Fraunhofer-Gesellschaft in Berlin auf dem Gebiet der Informationstechnik (ehemals GMD) sind das Forschungszentrum Karlsruhe, das MPI für medizinische Forschung in Heidelberg und das Bernhard-Nocht-Institut vertreten, also kein Universitätsinstitut.

Die Bioinformatik ist in großen Bevölkerungskreisen in den letzten Jahren durch den internationalen Wettlauf zur Entschlüsselung des menschlichen Genoms bekannt geworden. Das Gebiet ist jedoch umfassender und behandelt auch andere biologische Datensätze außer Genomdaten. Der Grenzbereich zur Computerwissenschaft ist offensichtlich.

Auf diesem Gebiet sind noch relativ wenig Exzellenzzentren in Deutschland bekannt geworden (Abb. 12-4). Erwähnt werden sollte das Heidelberger Europäische Molekularbiologische Laboratorium, die Universität Greifswald, das Robert-Koch-Institut in Berlin und zwei Max-Planck-Institute (Bremen und Göttingen).

Auf die Nanotechnologie werden große Hoffnungen im Hinblick auf wissenschaftliche Durchbrüche, praktische Anwendungen und entsprechende Effekte auf das Wirtschaftswachstum gesetzt. Dieser Technologie wird eine Schlüsselfunktion zugeschrieben, sie soll die Ingenieurwissenschaft auf atomarer und molekularer Ebene ermöglichen. Das typisch interdisziplinäre Gebiet im Grenzbereich von Elektronik, Informationstechnik, Werkstoffwissenschaft, Biotechnologie und Mikromechanik ist disziplinär nicht ohne Weiteres abzugrenzen; vielfach bildet sich ein gemeinsames Verständnis erst heraus.

Abb. 12-4 zeigt weit gestreute Aktivitäten mit besonderen Akzenten in Ostdeutschland. Einige Universitätsorte, die sonst mit herausragenden technologischen Aktivitäten nicht assoziiert werden, treten in Erscheinung. Hier sind etwa die Universitäten Bremen, Paderborn, Mainz und Konstanz zu nennen. Zwei Fraunhofer-Institute in Freiburg und Dresden sowie zwei Kliniken (Ulm, Augsburg) bereichern die institutionelle Landschaft auf diesem Gebiet. Die Max-Planck-Institute für Mikrostrukturphysik in Halle und für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam belegen auch Aktivitäten in der Max-Planck-Gesellschaft. Heidelberg ist mit dem EMBL und dem Krebsforschungszentrum auch auf diesem Gebiet vertreten ebenso wie auch das Mainzer Institut für Mikrotechnologie. Einige erst jüngst eingerichtete Kompetenzzentren treten deswegen noch nicht in Erscheinung, weil sich vielzitierte Publikationen erst nach einigen Jahren kontinuierlicher Forschungsleistung einstellen.

Zur Prüfung der wirtschaftlichen Anwendungsrelevanz kann neben der Betrachtung der Forschungsleistung auch die technologische Entwicklungsleistung herangezogen werden. So lässt sich die Karte (Abb. 12-4) dahingehend modifizieren, dass man das Kriterium außergewöhnlich hoher internationaler Anerkennung durch Zitiertwerden absenkt und stattdessen das Vorliegen von Patentanmeldungen auf dem Gebiet der Nanotechnologie heranzieht. Dann ändert sich das Gesicht der Karte (ohne Abbildung): Gruppen an der Universität und dem Forschungszentrum Karlsruhe, an den Universitäten Stuttgart, Regensburg, Freiburg, Konstanz, Halle, Leipzig und andere treten hervor. Beachtlich ist, dass unter Hinzuziehung des Patentkriteriums auffallend viele Universitäten zu erwähnen sind. Das hat man so nicht erwarten können. Offenbar orientieren sich die relativ jungen Kompetenzzentren auf diesem Gebiet stark auf Anwendungen und schneiden daher nach dem klassischen Exzellenzkriterium des Zitiertwerdens (nach wenigen Jahren der FuE-Tätigkeit) noch nicht überragend ab. In einem wissensintensiven, anwendungsträchtigen Forschungsgebiet lässt sich Grundlagen- und Anwendungsforschung nicht trennen.

Das Panorama der Darstellung von Spitzenforschungseinrichtungen in ausgewählten Gebieten wird mit einem Blick auf die Wirtschaftswissenschaften abgerundet. Wegen einer grundsätzlich anderen Einschätzung von der Messbarkeit von Forschungsleistungen im Bereich der Wirtschafts-, Sozial- und Geisteswissenschaften ist die hierbei zu verwendete Methode im Vergleich zu den bisherigen Gebieten modifiziert worden und nicht direkt vergleichbar.[4] Zu Grunde gelegt wurden auch nicht alle Gebiete der Wirtschaftswissenschaften (wegen schlechter Vergleichbarkeit in internationalen Datenbanken), sondern die vier im Zusammenhang mit der technologischen Leistungsfähigkeit besonders bedeutenden Teildisziplinen Mathematische Methoden und Ökonometrie, Arbeits- und Bevölkerungsökonomie, Industrieökonomik sowie Innovation und Wachstum. Weitere wichtige Gebiete wie Wettbewerb und Außenhandel fehlen in der Datenbasis.

Abb. 12-4 gibt zunächst die Standorte in Deutschland an, an denen in der Summe dieser vier Gebiete besonders zahlreiche Publikationen vorliegen, die in hochbeachteten internationalen Zeitschriften platziert werden konnten. Abb. 12-4 zeigt ausschließlich Standorte von universitären Einrichtungen, in Kiel und Mannheim mit einer eng verbundenen außeruniversitären Forschungseinrichtung (Institut für Weltwirtschaft bzw. ZEW). Die Vorstellung, die genannten Top-Institute verdanken ihre Position einer breiten Forschungsleistung in allen vier ausgewählten Gebieten der Wirtschaftswissenschaften, trügt jedoch. Tab. 12-1 macht deutlich, dass selbst innerhalb der ausgewählten Disziplin ganz unterschiedliche Forschungsschwerpunkte gesetzt werden. Beispielsweise nimmt die Humboldt-Universität auf dem Gebiet der mathematischen Methoden und der Ökonometrie den Spitzenplatz ein, ist auf dem Gebiet der Arbeits- und Bevölkerungsökonomie und der Industrieökonomik im Mittelfeld der ausgewiesenen Einrichtungen vertreten und auf dem Gebiet Innovation und Wachstum nicht unter den 12 Spitzenpositionen angesiedelt. Umgekehrt nimmt mit dem IAB Nürnberg eine nichtuniversitäre Forschungseinrichtung den Spitzenplatz bei der Arbeits- und Bevölkerungsökonomie ein. Auf diesem Zerlegungsniveau treten MPG- und FhG-Institute sowie Einrichtungen der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried-Wilhelm-Leibnitz auf wichtigen Positionen hervor. Dies unterstreicht die Vielgestaltigkeit von Spitzenleistungen in Deutschland nach Regionen und Organisationen pro Teildisziplin.

---

[4] Einzelheiten im Bericht der Europäischen Kommission „Mapping of Excellence in Economics“, im Erscheinen, 2004. Die verwendete Datenbank ECONLIT ist stärker auf Deutschland ausgerichtet als der Social Sciences Citation Index; daher erscheinen weniger auf die internationale Community ausgerichtete Publikationen mit größerer Prominenz.

Tab. 12-1: Publikationsstärkste Forschungseinrichtungen auf vier ausgewählten Gebieten der Wirtschaftswissenschaften

	Mathematische Methoden und Ökonometrie	Arbeits- und Bevölkerungsökonomie	Industrieökonomik	Innovation und Wachstum
1	Humboldt U Berlin	IAB Nürnberg	U München	U Kiel/IFW
2	U Bonn	U Mannheim/ZEW	U Mannheim/ZEW	U Bonn
3	U Mannheim/ZEW	U Bonn	WZB Berlin	U Bielefeld
4	U Bielefeld	U München	U Bonn	U Mannheim/ZEW
5	U Dortmund	U Konstanz	U Kiel	U München
6	U München	MPIs	U Köln	U Tübingen
7	U Karlsruhe	U Hannover	Humboldt U Berlin	WZB Berlin
8	Freie U Berlin	Humboldt U Berlin	U Freiburg	Fraunhofer ISI Karlsruhe
9	U Kiel/IFW	U Kiel	Freie U Berlin	U Heidelberg
10	U Hamburg	DIW Berlin	U Hamburg	U Köln
11	U Köln	WZB Berlin	U Magdeburg	U Augsburg
12	U Tübingen	U Hamburg	U Tübingen	U Dortmund

12.4 Regionale und institutionelle Dimensionen der Spitzenleistung

Die im vorigen Abschnitt dargestellten Beispiele zur Verteilung von Spitzenleistungen in Deutschland haben eines gemeinsam. Ihre Verteilung auf Standorte und Institutstypen variiert sehr stark zwischen den Fachgebieten und auch innerhalb dieser. „Geborene“ Spitzeneinrichtungen, denen dieses Attribut in vielen oder allen Fällen zukommt, wurden nicht aufgefunden. Zwar kommen gewisse Großstädte in allen Fachgebieten prominent vor, dies liegt aber an jeweils anderen Forschungseinrichtungen in diesen Städten, die reüssiert haben. Nichtuniversitäre Forschungseinrichtungen spielen je nach Fachgebiet eine wichtige Rolle; einige der breiten Öffentlichkeit weniger bekannte Standorte treten bei Anwendung einer strikten Systematik erst in Erscheinung.

Was sollen Begriffe wie Eliteuniversität oder Spitzenforschungsinstitution dann bedeuten? Jede Universität und jede außeruniversitäre Forschungseinrichtung ist einem Wettbewerb ausgesetzt und versucht, sich dort gut zu positionieren, wo ihre historisch gewachsenen Stärken sind. Die Kumulationseffekte und Pfadabhängigkeiten beim Erwerb neuen Wissens sind hinlänglich beschrieben worden; wenn Ausbildungsaufgaben hinzukommen, wie im Falle der Hochschulen, tritt zusätzlich der Effekt des „Zulaufs“ auf, der gewisse Fächer an gewissen Institutionen begünstigt, andere benachteiligt. Von einer „Abstimmung mit den Füßen“ wird gesprochen, wenn „der gute Ruf“ einer Lehr- und Forschungsstätte zur Überlastung führt – genauso wie das Gegenteil. In immer größerer Zahl und Vielfalt veröffentlichte Rankings (nicht nur der Forschungsleistung, sondern auch der Ausstattung, der Lehrleistung) tragen das ihrige dazu bei, Informationen zu verbreiten und Transparenz zu schaffen. Einen guten Ruf zu erwerben oder zu verlieren, kann viele Jahre dauern, bevor es sich herumgesprochen hat.

In diesem Wettbewerb stehen einzelne Wissenschaftsbereiche und nicht ganze Hochschulen oder Einrichtungen; die Spezialisierung der Hochschulen wird auch durch die Kooperation mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen verstärkt, da diese Organisationen keine wissenschaftlichen Universalanbieter sein können, sondern bestimmte Forschungsprofile einbringen und somit gewisse Forschungsgebiete an Hochschulen, aber nicht diese in ganzer Breite, verstärken können. Die Forschungsstrategie der fachlichen Spezialisierung kann nicht in einem späteren Konzept der Exzellenz in der Breite aufgehen – jedenfalls in überschaubaren Zeiträumen. Insofern ist es folgerichtig, in der

deutschen Hochschulpolitik einen fachlich geprägten Wettbewerb um Spitzenleistungen anzustoßen, bei dem sich Hochschulen mit ihren gewachsenen Stärken profilieren und fachlich besser mit außeruniversitären Spitzeninstituten vernetzen können.

Literaturverzeichnis

Arundel, A., G. van de Paal und L. Soete (1995), *Innovation Strategies of Europe's Largest Industrial Firms: Results of the PACE Survey for Information Sources, Public Research, Protection of Inovations and Government Programmes*, European Commission.

Audretsch, D.B., B. Bozeman, K.L. Combs, M. Feldman, A.N. Link, D.S. Siegel, P. Stephan, G. Tassey und C. Wessner (2002), The economics of science and technology, *The Journal of Technology Transfer*, 27, 155-203.

Beicht, U. und G. Walden (2004), *Empirische Ergebnisse zum Nutzen der betrieblichen Berufsausbildung: Ein Vergleich zwischen technischen und anderen Berufen, Studien zum deutschen Innovationssystem*, Nr. 2-2004, Bonn (www.technologische-leistungsfaehigkeit.de).

Belitz, H. (2004), *Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen, Studien zum deutschen Innovationssystem*, Nr. 8-2004, Berlin (www.technologische-leistungsfaehigkeit.de).

Blind, K. (2004), *The Economics of Standards: Theory, Evidence, Policy*, Cheltenham, UK and Northhampton, US: Edward Elgar, ISBN 1-84376_793-7.

Blind, K., B. Bührlen, Ch. Kotz, K. Menrad und R. Walz (2004), *New Products and Services: Analysis of Regulations Shaping New Markets*, wird herausgegeben von DG Enterprise der Europäischen Kommission, Luxembourg.

Blind, K., J. Edler, R. Frietsch und U. Schmoch (2003), *Erfindungen kontra Patente. Studien zum deutschen Innovationssystem*, Karlsruhe: FhG-ISI.

BMBF (2002), *Grund- und Strukturdaten 2001/2002*, Berlin.

BMBF (2003), *Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2002*, Bonn.

BMBF (2004), *Deutschland. Das von morgen – Erfolgreich durch Innovationen*, Bonn.

Boockmann, B. und T. Zwick (2004), Jugendkult bei Ingenieuren, *ZEWNews*, März, 3.

BPI (2003), *Pharmadaten 2002*.

BPI, Cap Gemini Ernst & Young (2002), *Mittelständische Pharmaindustrie – neue Wege zum Erfolg mit Biotechnologie?* Berlin, Stuttgart.

Brockhoff, K.K. und A.W. Pearson (1998), R&D budgeting reactions to a recession, *Management International Review*, 38, 363-376.

Bührer, S., Th. Heinze und R. Bierhals (2002), *Die Kompetenzzentren der Nanotechnologie in der Frühphase der Bundesförderung. Ein Bericht der begleitenden Evaluation*, Karlsruhe: Fraunhofer ISI, mimeo.

Bührer, S., V. Peter, D. Braun und S. Kuhlmann (1999), *Interdisziplinäre Zentren für klinische Forschung – Kommunikation & Kooperation*, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

Burr, W. und A. Musil, (2003), *Institutionelle Rahmenbedingungen als Unterstützungs- und Hemmfaktoren für Innovationen im Gesundheitswesen – am Beispiel der Pharmaindustrie*, paper to tim2003, 23.-25. Oktober 2003, Munich.

Burt, R.S. (2003), *Social Origins of Good Ideas*, Chicago: University of Chicago (http://gsbwww.uchicago.edu/fac/ronald.burt/research/SOGI.pdf).

Caracostas, P. (2003), Shared governance through mutual policy learning. Some implications of the ERA strategy for the „open coordination“ of research policies in Europe, in: Edler, J., S. Kuhlmann und M. Behrens (Hrsg.), *Changing Governance of Research and Technology Policy – the European Research Area*, Cheltenham, UK and Northhampton, US: Edward Elgar, ISBN 1-84376-597-7, 33-63.

Cohen, W.M., A. Goto, A. Nagata, R.R. Nelson und J.P. Walsh (2002), R&D spillovers, patents and the incentives to innovate in Japan and the United States, *Research Policy*, 31, 1349-1367.

Cohen, W.M., R.R. Nelson und J.P. Walsh (2000), *Protecting their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S. Manifacturing Firms Patent (or Not)*, in: NBER Working Paper, 7552.

Consiglio Natzionale delle Ricerche (2002), *Scientific and Technological Performance by Gender*, Vol I, Statistical Analysis, Biosoft sas, im Auftrag der Europäischen Kommission.

Cuhls, K. (2003), From forecasting to foresight processes – new participative foresight activities in Germany, *Journal of Forecasting*, 22 (2003), 2/3, 93-111.

Deutsche Welle (2003), *Arbeit oder Kinderwunsch: Entweder oder?*, 19. August 2003.

Dohmen, D. und M. Hoi (2004), *Bildungsaufwand in Deutschland – eine erweiterte Konzeption des Bildungsbudgets, Studien zum deutschen Innovationssystem*, Nr. 3-2004, Köln (www.technologische-leistungsfaehigkeit.de).

Edler, J., R. Döhrn und M. Rothgang (2003), *Internationalisierung industrieller Forschung und grenzüberschreitendes Wissensmanagement. Eine empirische Analyse aus der Perspektive des Standortes Deutschland*, Heidelberg: Physika-Verlag.

Edler, J., S. Kuhlmann und R. Smits (2003), *New Governance for Innovation. The Need for Horizontal and Systemic Policy Co-ordination*, report on a workshop of the Six Countries Programme – the Innovation Policy Network, Karlsruhe: Fraunhofer ISI, working papers „Innovation System and Policy Analysis“, 2003/2; ISSN 1612-1430 (http://www.isi.fhg.de/ ti/departm.htm).

Edquist, Ch. (Hrsg.) (1997), *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*, London and Washington: Pinter.

EFPIA (2003), *The Pharmaceutical Industry in Figures*. Brussels.

Egeln, J., T. Eckert, C. Heine, C. Kerst und B. Weitz (2004), *Indikatoren zur Ausbildung im Hochschulbereich, Studien zum deutschen Innovationssystem*, Nr. 4-2004, Mannheim, Hannover (www.technologische-leistungsfaehigkeit.de).

Eiseman, E., K. Koizumi, und D. Fossum (2002), *Federal Investment in R&D*, Arlington: RAND Science and Technology Policy Institute.

Ernst & Young (2003), *Zeit der Bewährung, Ernst & Young Deutscher Biotechnologiereport 2003*, Mannheim.

EU-Council (2004), *Presidency Conclusions*. Brussels European Council, 25.-26. März 2004.

Europäische Kommission (2003), *Third European Report on Science & Technology Indicators*.

EVCA (2003), *Yearbook*, Brussels.

Freeman, C. (1987): *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, London: Pinter.

Frietsch, R. (2003), *„Intensivierung" von Bildungsabschlüssen zwischen 1970 und 2000, Studien zum deutschen Innovationssystem*, Nr. 5-2004, Karlsruhe (www.technologische-leistungsfaehigkeit.de).

Frietsch, R. (2004), *Entwicklung der internationalen Wissenschaftskooperationen, Studien zum deutschen Innovationssystem*, Nr. 11-2004, Karlsruhe: FhG-ISI (www.technologische-leistungsfaehigkeit.de).

Frietsch, R. (2004), *Entwicklung des internationalen Patentaufkommens, Studien zum deutschen Innovationssystem*, Nr. 12-2004, Karlsruhe (www.technologische-leistungsfaehigkeit.de).

Frietsch, R. und B. Breitschopf (2003), *Patente – Aktuelle Entwicklungen und längerfristige Strukturänderungen bei industriellen Innovationen, Studien zum deutschen Innovationssystem*, Nr. 6-2003, Karlsruhe (www.technologische-leistungsfaehigkeit.de).

Gambardella, A., L. Orsenigo und F. Pammolli (2000), *Global Competitiveness in Pharmaceuticals – a European Perspective*. Brussels.

Geroski, P. und C.F. Walters (1995), Innovative activity over the business cycle, *Economic Journal*, 916-928.

Geroski, P. und S. Machin (1993), Innovation, profitability and growth over the business cycle, *Empirica*, 20, 33-50.

Geroski, P., J. van Reenen, C.F. Walters (1997), How persistently do firms innovate? *Research Policy*, 26, 33-48.

Giessen, van der (2002), *Report on Joint Interest Meeting on S&T Policy Studies in RTOs*, Delft: TNO.

Grupp, H. (1997), *Messung und Erklärung des Technischen Wandels. Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik*, Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

Grupp, H., I. Dominguez-Lacasa und M. Friedrich-Nishio (2002): *Das deutsche Innovationssystem seit der Reichsgründung*, Heidelberg: Physica.

Guellec, D. und B. van Pottelsberghe de la Potterie (2001), *R&D and Productivity Growth: Panel Data Analysis of 16 OECD Countries*, Paris: OECD.

Guellec, D. und E. Ioannidis (1999), Causes of fluctuations in R&D expenditures: a quantitative analysis, *OECD Economic Studies*, 29, 123-138, Paris: OECD.

Hall, B.H. und J. Mairesse (1995), Exploring the Relationship between R&D and Productivity Growth in French Manufacturing Firms, *Journal of Econometrics*, 65, 263-293.

Hausberg, B., C. Becker, S. Ekert, R. Glitz, M. Krux und S. Stahl-Rolf (2001), *Zur Einführung der Neuheitsschonfrist im Patentrecht – ein USA-Deutschland-Vergleich bezogen auf den Hochschulbereich*, Düsseldorf: VDI-Technologiezentrum.

Heidel, U. (2004), Weniger Geld für deutsche Forscherinnen, *Wissenschaftsmanagement*, 10 (3), 9.

Hempell, T. (2004), *Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Deutschland 2002, Studien zum deutschen Innovationssystem*, Nr. 16-2004, Mannheim (www.technologische-leistungsfaehigkeit.de).

Himmelberg, C. and B. Peterson (1994), R&D and internal finance: a panel study of small firms in High-tech Industries, *Review of Economics and Statistics*, 76, 38-51.

Hinze, S., T. Reiss, I. Dominguez Lacasa und S. Wörner (2001), *Einfluss der Biotechnologie auf das Innovationssystem der pharmazeutischen Industrie*, Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

ifo, Institut für Wirtschaftsforschung (1999), *Wissensverbreitung und Diffusionsdynamik im Spannungsfeld zwischen innovierenden und imitierenden Unternehmen: neue Ansätze für die Innovationspolitik*, München.

Institut der Deutschen Wirtschaft (IW) (2003), Karriere kontra Kinder, *iwd*, Nr. 38, 18. September 2003.

Institut der Deutschen Wirtschaft (IW) (2003a), Zwei Seelen in der Brust, *iwd*, Nr. 29, 17. Juli 2003.

Internationale Kommission (1999), *Forschungsförderung in Deutschland, Bericht der internationalen Kommission zur Systemevaluation der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Max-Planck-Gesellschaft*, Hannover: Volkswagen-Stiftung.

Jacobsson, S. und A. Johnson (2000), The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research, *Energy Policy*, Vol. 28, Issue 9, 625-640.

Jaffe, A.B. und J. Lerner (2001), Reinventing pulbic R&D: patent policy and the commercialization of national laboratory technologies, *Rand Journal of Economics*, 32, 167-198.

Janz, N., G. Licht und T. Doherr (2001), *Innovation Activities and European Patenting of German Firms – a Panel Data Analysis*, Mannheim: ZEW.

Jungmittag, A., G. Reger und T. Reiss (2000), *Changing Innovation in the Pharmaceutical Industry*, Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

Koschatzky, K., M. Reinhard, C. Grenzmann et al. (2002), *FuE-Dienstleistungen in Deutschland. Bestandsaufnahme, Marktanalyse und innovationspolitische Schlussfolgerungen*, Karlsruhe: FhG-ISI.

Krawcyk, O., B. Gehrke, H. Legler, D. Schumacher und J. Vollrath (2004), *Deutschlands forschungsintensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen: Außenhandel Produktion und Beschäftigung, Studien zum deutschen Innovationssystem*, Nr. 17-2004, Hannover, Berlin (www.technologische-leistungsfaehigkeit.de).

Kuhlmann, S. (2003), Evaluation as a source of „strategic intelligence“, in: Shapira, Ph. und S. Kuhlmann (Hrsg.), *Learning from Science and Technology Policy Evaluation: Experiences from the United States and Europe*, Cheltenham, UK and Northhampton, US: Edward Elgar, 352-379.

Kuhlmann, S. und E. Arnold (2001), *RCN in the Norwegian Research and Innovation System, Background Report No 12 in the Evaluation of the Research Council of Norway*, Oslo: Royal Norwegian Ministry for Education, Research and Church Affairs.

Kuhlmann, S., U. Schmoch und Th. Heinze (2003), *Governance der Kooperation heterogener Partner im deutschen Forschungs- und Innovationssystem*, Karlsruhe: Fraunhofer ISI, working papers „Innovation System and Policy Analysis“, 2003/1; ISSN 1612-1430 (http://www.isi.fhg.de/ti/departm.htm).

Le Bas, C. (2001), *How Variations of Economic Activity Can Push or Pull Innovative Activity: a Survey*, Lyon: Centre Walras, Université Lyon 2.

Legler, H. (2003), *Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im internationalen Vergleich, Studien zum deutschen Innovationssystem*, Nr. 9-2004, Hannover (www.technologische-leistungsfaehigkeit.de).

Legler, H., C. Grenzmann und R. Marquardt (2004), *Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft, Studien zum deutschen Innovationssystem*, Nr. 10-2004, Hannover (www.technologische-leistungsfaehigkeit.de).

Legler, H., B. Gehrke, U. Schasse, C. Rammer und U. Schmoch (2003), *Innovationsindikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit der östlichen Bundesländer, Studien zum deutschen Innovationssystem,* Nr. 20-2004, Hannover, Mannheim, Karlsruhe (www.technologische-leistungsfaehigkeit.de).

Lundvall, B.-Å. (Hrsg.) (1992), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London: Pinter.

Menrad, K., K. Blind, R. Frietsch, B. Hüsing, C. Nathani, T. Reiß, O. Strobel, R. Walz und R. Zimmer (2003), *Beschäftigungspotenziale in der Biotechnologie*, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, ISBN 3-8167-6375-8.

OECD – Committee for Scientific and Technological Policy (2003), *Preliminary Results of OECD/BIAC Survey on the Use and Perception of Patents in the Business Community – Working Party on Innovation and Policy*, 19.-20. Juni 2003.

OECD (2004), *Science and Innovation Policies – Key Challenges and Opportunities – Meeting of the OECD Committee for Scientific and Technological Policy at Ministerial Level*, 29.-30. Januar 2004, Paris.

OECD (Hrsg.) (1994), *Frascati Manual 1993. Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development*, Paris: OECD.

OECD (Hrsg.) (2003), *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard*, Paris: OECD.

PREST (2002*)*, *A Comparative Analysis of Public, Semi-Public and Recently Privatised Research Centres*, Manchester: PREST.

Rammer, C. (2004), *Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland, Studien zum deutschen Innovationssystem*, Nr. 15-2004, Mannheim (www.technologische-leistungsfaehigkeit.de).

Rammer, C. (2004a), *Unternehmensdynamik in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen in Deutschland und der deutsche Wagniskapitalmarkt, Studien zum deutschen Innovationssystem*, Nr. 14-2004, Mannheim (www.technologische-leistungsfaehigkeit.de).

Rammer, C., B. Peters, T. Schmidt und T. Doherr (2004), *Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft.* Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2003. Mannheim.

Rammer, C., H. Penzkofer, A. Stephan, C. Grenzmann (2004a), *FuE- und Innovationsverhalten von KMU und Großunternehmen unter dem Einfluss der Konjunk*tur. Schwerpunktstudie zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Mannheim, München, Berlin, Essen: ZEW, ifo, DIW, SV.

Rammer, C., W. Polt, J. Egeln, G. Licht und A. Schibany (2004b), *Internationale Trends der Innovations- und Forschungspolitik – Fällt Deutschland zurück?* ZEW Wirtschaftsanalysen, Band 73, Nomos-Verlag: Baden-Baden.

Reiss, T. und S. Hinze (2002), *Diffusion of Biotechnology into the Pharmaceutical Industry During the 1990s*, paper to the tenth Triple Helix Conference 2002, Copenhagen.

Reiss, T., J. Calvert, I. Dominguez Lacasa, C. Enzing, A. van der Giessen, S. Hinze, S. Kern, V. Mangematin, L. Nesta, P. Patel und J. Senker (2003), *Efficiency of Innovation Policies in High Technology Sectors in Europe (EPOHITE)*, EUR 20904, October 2003, Office for Official Publications of the European Communities, Nº de catalogue : KI-NA-20-904-EN-C, Nº de I.S.B.N. : 92-894-5466-0.

Reiss, T., S. Hinze (2003), *OECD TIP: Case Study on Biotechnology Innovation Systems – National Report Germany*, Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Schmoch, U. (2003), *Hochschulforschung und Industrieforschung. Perspektiven der Interaktion*, Frankfurt/M.: Campus, Bd. 858.

Schmoch, U. (2004), *Leistungsfähigkeit und Strukturen der Wissenschaft im internationalen Vergleich, Studien zum deutschen Innovationssystem*, Nr. 13-2004, Karlsruhe (www.technologische-leistungsfaehigkeit.de).

Schmoch, U. (2004), The technological output of scientific institutions, in: Moed, H., W. Glänzel und U. Schmoch (Hrsg.), *Handbook of Quantitative Science and Technology Research. The Use of Publication and Patent Statistics in Studies on R&D Systems*, Kluwer.

Schumpeter, J.A. (1934), *The Theory of Economic Development*, Cambridge: Harvard University Press.

Seyda, S. (2003), Frauenerwerbstätigkeit und Geburtenverhalten, *iw-trends*, 2/2003.

Smits, R. und S. Kuhlmann (2004), The rise of systemic instruments in innovation policy, *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 1 (2004).

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2003), *Bericht zur finanziellen Lage der Hochschulen*, Wiesbaden.

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (2003), *FuE Info*, 2/2003.

Tichy, G. (1994), *Konjunktur. Stilisierte Fakten, Theorie, Prognose*, 2. Auflage, Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

Utterback, J. (1994), *Mastering the Dynamics of Innovation*, Harvard Business School Press.

VFA (2003), *Auf einen Blick. Forschende Arzneimittelhersteller in Zahlen und Fakten*, Berlin.

VINNOVA, Swedish Agenca for Innovation Systems (2002), *Effective Innovation Systems and Problem-oriented Research for Sustainable Growth*, Stockholm.

Voß, K. (2004), Herausforderungen an den Wirtschaftsstandort Deutschland, *ZEWNews*, März, 4-5.

Walz, R. and Ch. Kotz (2003), *The Impact of Regulation on the Development of New Technologies in the Environmental Sector: Part D of the Third Interim Report*, Karlsruhe (http://www.cordis.lu/innovation-smes/src/studies.htm).

Frühere Berichte zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands sowie alle diesem Bericht zu Grunde liegenden *Studien zum deutschen Innovationssystem* können von www.technologische-leistungsfaehigkeit.de heruntergeladen werden.

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unentgeltlich abgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen/Wahlwerbern oder Wahlhelferinnen/Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament.
Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung.
Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin/dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung