

Zur Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands Zusammenfassender Endbericht 2000

Gutachten im Auftrag des
Bundesministeriums für Bildung und Forschung

- Kurzfassung -

Vorgelegt durch

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim
Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung, Hannover
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin
Fraunhofer-Institut Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe
Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft,
Essen

März 2001

HINTERGRUND UND AUFGABENSTELLUNG DES BERICHTS

Im Kontext der „New Economy“ wurde in den letzten Jahren die Bedeutung neuer Technologien für die ökonomische Entwicklung deutlich sichtbar. Die Fokussierung auf die Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) führt aber leicht zu einer Verkürzung der Diskussion. Der vorliegende Bericht analysiert daher den Stand und die Perspektiven der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands vor dem Hintergrund einer breiten Palette an Indikatoren. Denn die technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften lässt sich nicht an einem einzelnen Indikator oder einer einzelnen Technologie festmachen. Der Bericht knüpft an die bereits in den letzten Jahren vorgelegten Analysen zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands an. Er kann daher bewusst Akzente setzen und Themen ausklammern, die in den letzten Jahren analysiert wurden, gleichwohl aber nichts an Aktualität verloren haben.

Die Komplexität der Zusammenhänge stark vergrößernd, kann das folgende Fazit gezogen werden: Die deutsche Wirtschaft befindet sich in einem günstigen weltwirtschaftlichem Umfeld. Eine Reihe von Schwächen im Bereich der Zukunftsvorsorge treten daher weniger offen zu Tage als dies noch in der Mitte der 90er Jahre der Fall war. Trotz einer Reihe positiver Entwicklungen steht die nachhaltige Festigung der Innovationskraft der deutschen Wirtschaft im weltweiten Technologiewettbewerb noch aus. Deutschland hat noch nicht wieder die Position der ersten Hälfte der 80er Jahre erreicht. Insbesondere bei den Faktoren, deren ökonomische Wirkungen sich erst mittel- und langfristig einstellen, ist noch kein eindeutiger Aufwärtstrend identifizierbar. Es ist hier auf die bestehenden Schwächen im Bildungswesen hinzuweisen, die erhebliche „Nachwuchsprobleme“ mit sich bringen. Die derzeitigen Probleme auf dem deutschen Arbeitsmarkt für hoch Qualifizierte sind ein Vorbote der strukturellen Engpassfaktoren, die in Deutschland künftig die Einkommens- und Beschäftigungsentwicklung begrenzen könnten. Es gilt den Elan des aktuellen Aufschwungs für die **Intensivierung der Zukunftsinvestitionen** zu nutzen.

Das positive Bild der Entwicklung am aktuellen Rand wird in mehrfacher Weise durch den Automobilbau geprägt. Mit der zunehmenden Konzentration auf das Innovationssystem „Automobil“ hat Deutschland angesichts der zyklischen Entwicklung in dieser Branche einen riskanten Weg eingeschlagen. Eine Verbreiterung der Innovationsanstrengungen ist unerlässlich, damit nicht die nächste Wirtschaftskrise die noch nicht überwundenen Schwächen schonungslos offen legt.

Es besteht noch ein gewaltiger Strukturwandelbedarf, vor allem in Richtung junger, anspruchsvoller Spitzentechnologien. Die bereits in der letztjährigen „Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit 1999“ konstatierte Notwendigkeit zur schrittweisen Weiterentwicklung des deutschen Innovationssystems in eben diese Richtung ist durch die aktuelle Berichterstattung 2000 bestärkt worden. Auf etlichen politischen Handlungsfeldern hat es deutliche Schritte in die richtige Richtung gegeben. Angesichts der Langfristigkeit der Aufgabe sind naturgemäß noch etliche politische Signale entsprechend zu setzen. Die Autoren verweisen ausdrücklich auf die in der Berichterstattung 1999 dargelegte Politikkonzeption zur Reform des deutschen Innovationssystems. Im Grundsatz hat sie nach wie vor Gültigkeit.

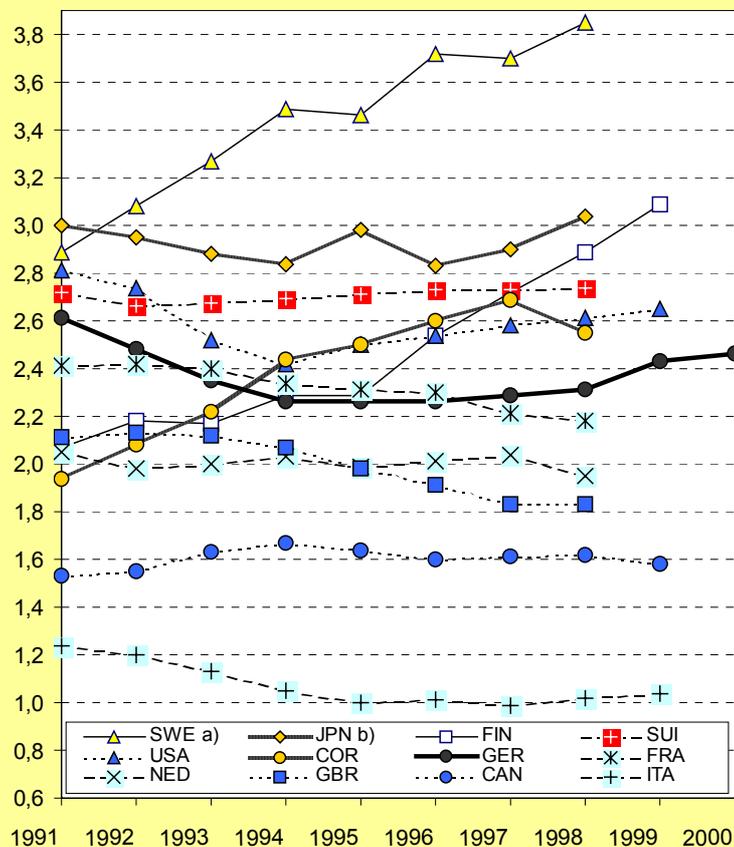
BEFUNDE ZUR TECHNOLOGISCHEN LEISTUNGSFÄHIGKEIT DEUTSCHLANDS

Ausweitung der FuE-Aktivitäten

- Die **FuE-Aktivitäten der Wirtschaft** haben in den letzten Jahren wieder zugenommen. Zwischen **1997 und 1999** wurden die internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft um **16%** erhöht. Auch für das Jahr **2000** ist mit einer weiteren Zunahme zu rechnen, die allerdings nicht ganz die Dynamik der Vorjahre erreichen und voraussichtlich bei **5 %** liegen wird. Mit diesen Steigerungen gelang es, die Position Deutschlands im internationalen Vergleich mit den beiden wichtigsten Konkurrenten am Weltmarkt für FuE-intensive Güter - USA und Japan – zu stabilisieren.
- Die FuE-Intensität Deutschlands nimmt seit 1996 wieder zu. 1999 hat sich der Anstieg etwas beschleunigt. Die FuE-Intensität liegt aktuell oberhalb von 2,4 % - ein Wert der letztmalig 1992 überschritten worden war.
- An der **Position Deutschlands unter den FuE-intensivsten Länder hat sich damit aber kaum etwas verändert**. Schweden weist - mit einigem Abstand - den höchsten Anteil der FuE-Aufwendungen am Bruttoinlandsprodukt auf. Auch Finnland, Japan, die USA, die Schweiz und Korea liegen noch vor Deutschland.
- Weltweit betrachtet verschieben sich die **regionalen Gewichte**. Konnte in den 70er und 80er Jahren eine Gewichtsverlagerung in den europäischen, vor allem jedoch in den asiatischen Raum (Japan) festgestellt werden, so erleben die 90er Jahre ein "come back" der USA sowie eine energische Forcierung der FuE-Tätigkeit in den nordeuropäischen und in anderen entwickelten asiatischen Ländern.
- Seit Mitte der 90er Jahre **steigt die FuE-Intensität weltweit** wieder an. Deutschland hat mit leichter Verzögerung diese Entwicklung nachvollzogen. In Frankreich, Großbritannien, Italien und den Niederlanden ist allerdings seit Jahren keine weitere FuE-Intensivierung festzustellen.
- Das FuE-Verhalten der Unternehmen ist in den 90er Jahren deutlich **stärker dem kurzfristigen Zyklus** unterworfen. Industrielle FuE wird zunehmend unter dem Gesichtspunkt kürzerfristiger Verwertung bewertet. Der allgemeine Trend zur FuE-Intensivierung hatte in den 70er und 80er Jahren die

FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern 1991 bis 1999*

- FuE-Ausgaben in % des Bruttoinlandsprodukts -



*) Daten zum Teil geschätzt. a) Strukturbuch in der Erhebungsmethode 1993/1995.

b) FuE-Ausgaben in Japan bis 1995 leicht überschätzt.

Quellen: OECD: Main Science And Technology Indicators. - IMD. -Angaben des WSV - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

kurzfristigen Einflüsse deutlich überdeckt. Der **sektorale Strukturwandel** hin zum weniger FuE-intensiven Dienstleistungssektor, das abgeschwächte Wachstum und hohe Realzinsen waren wesentliche Gründe für die weltweit zurückgehenden FuE-Intensitäten.

- Die **staatliche Finanzierung** von Forschung und Entwicklung hat in den 90er Jahren bei den öffentlichen Ausgaben der meisten Länder an Gewicht verloren. In Deutschland ist der Anteil der FuE-Ausgaben an den staatlichen Gesamtausgaben von 3,5 % 1990 (nur alte Länder) auf 2,6 % (1998) zurückgefallen.

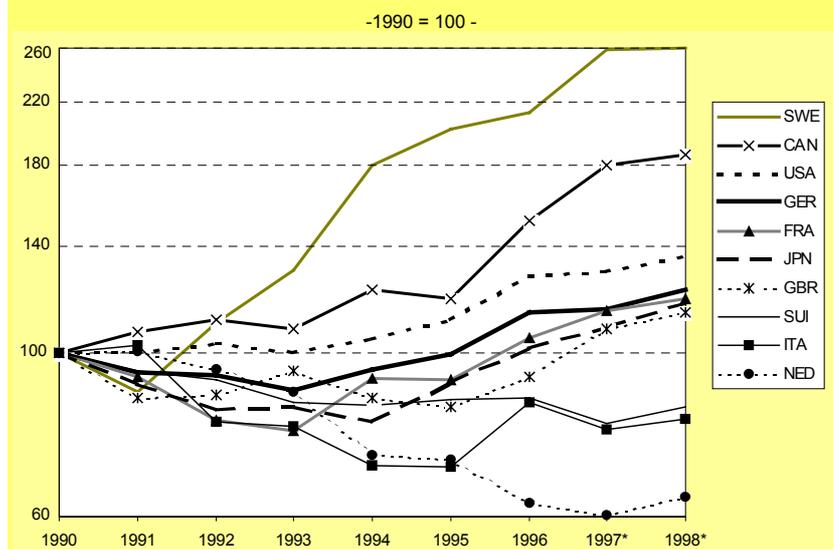
Anhaltender Anstieg der weltmarktrelevanten Patentanmeldungen

- Auch am aktuellen Rand hat die seit 1994 **anhaltende Dynamik bei weltmarktrelevanten Patenten** (Triadepatente) - das sind Erfindungen, die in Europa, USA und Japan zum Patent angemeldet wurden - eine Fortsetzung gefunden. Die strategische Bedeutung von Patenten im Technologiewettbewerb hat weiter zugenommen. Europa hat in der Einschätzung der Technologieanbieter als Absatzmarkt erheblich an Bedeutung gewonnen.

- Die Anzahl der aus **Deutschland** stammenden Triadepatente hat sich im Lauf der 90er Jahre um gut ein Drittel erhöht. Seit 1993 verläuft dabei die Entwicklung in den USA und in Deutschland nahezu parallel. Deutlich stärkere Zuwächse können dagegen Schweden und Kanada verzeichnen. Dies ist auf die hohe Patentdynamik der Kommunikationstechnik zurückzuführen.

- Deutschland weist etwa die gleiche „**Triadepatentintensität**“ auf wie die USA. Japan und die stärker auf einzelne Technologiegebiete mit hoher internationaler Patentdynamik (insbesondere Pharma und Telekommunikation) spezialisierten Volkswirtschaften Schweden, Schweiz und Finnland rangieren davor.

Triadepatente¹ ausgewählter Industrieländer 1990 bis 1998

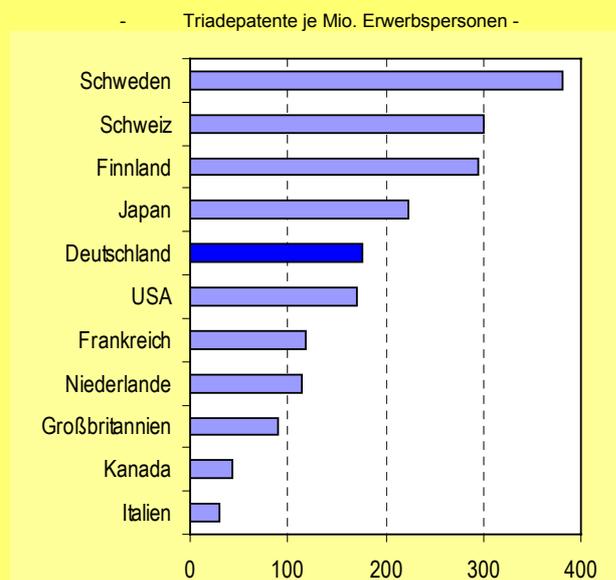


1) Patente, die am EPA, am USPAT und am JPO angemeldet sind.

*) Hochrechnung.

Quelle: EPAT. - PCTPAT. - USPAT. - JPO. - Berechnungen des FhG-ISI.

Patentintensitäten im internationalen Vergleich

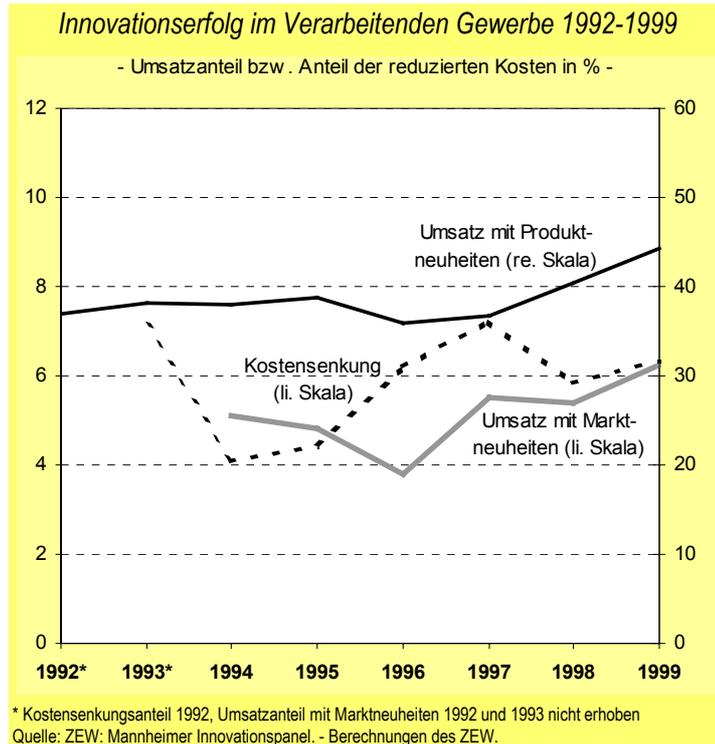


Quelle: ZEW

- In den deutschen Patentanmeldungen kommt wie bei FuE und im Außenhandel zum Ausdruck, dass das Innovationsgeschehen nicht auf „Spitzentechnologien“ spezialisiert ist. Deutschlands Stärken liegen in Sektoren, in denen anspruchsvolle, aber nicht übermäßig aufwendige FuE dominiert („Hochwertige Technik“).

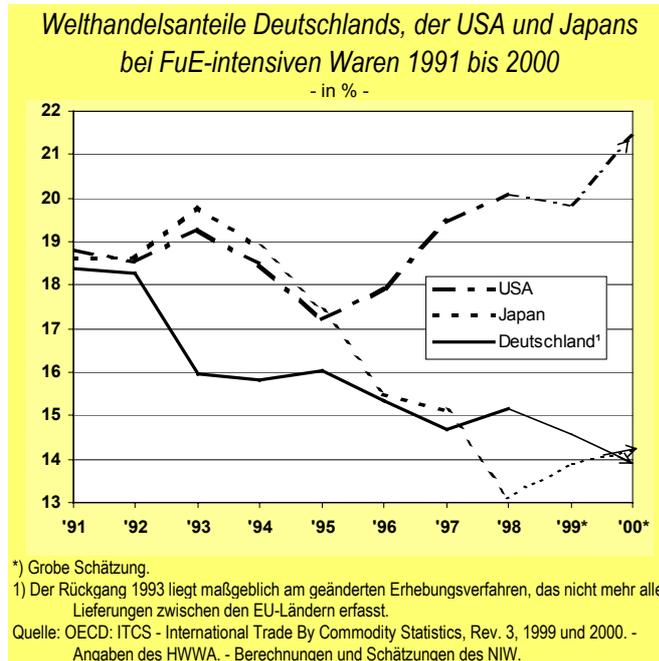
Innovationsaktivitäten mit kontinuierlichem Aufwärtstrend

- Der im Aufschwung seit einigen Jahren zu beobachtende Trend zur Verbreiterung der Innovationsstätigkeit in der Industrie hat sich fortgesetzt. Inzwischen melden zwei von drei Industrieunternehmen, dass sie in den jeweils drei zurückliegenden Jahren **Produkt-** oder **Prozessinnovationen** durchgeführt haben. Damit liegt Deutschland in Europa mit an der Spitze. Gemessen am Umsatz liegen die Innovationsaufwendungen der Industrie jedoch noch niedriger als zu Beginn der 90er Jahre.
- Der Anteil der Unternehmen, die mit **Marktneuheiten** den Erfolg suchen, ist im Jahr 1999 ebenso deutlich gestiegen wie der Umsatz mit Produkt- und Marktneuheiten.
- Auch die Innovationstätigkeit im Dienstleistungssektor hat sich weiter verbessert. Insbesondere in den unternehmensnahen und technologieorientierten Dienstleistungssektoren haben die Unternehmen ihre **Innovationsausgaben** deutlich erhöht.



Auslandsmarkt bleibt die treibende Kraft für die FuE-intensiven Industrie

- Der Auslandsmarkt bleibt die treibende Kraft für die wirtschaftliche Dynamik FuE-intensiver Industriezweige. Fast **drei Viertel des Umsatzwachses** erzielten sie im Ausland. Auf die Auslandsmärkte entfallen im Jahr 2000 bereits 54 % des Umsatzes FuE-intensiver Industrien. Noch 1995 lag diese Quote bei 45 %. Die Abwertung der D-Mark bzw. des EURO hat wesentlich zur Stimulierung des Auslandsgeschäfts beigetragen.
- Wirtschaftszweige der **Spitzentechnik** stehen beim Exportwachstum (durchschnittlich 16 % seit 1995) an der Spitze. Die Exportdynamik der



hochwertigen Technik ist mit durchschnittlich ca. 5-6 % seit 1995 deutlich geringer, obwohl dort die Abwertung aufgrund des intensiven internationalen Preiswettbewerbs für sich genommen stärker zur Verbesserung der Wettbewerbsposition beigetragen haben dürfte.

- Trotz dieser enormen Steigerungen ist der **Anteil** Deutschlands bei den weltweiten Exporten FuE-intensiver Güter in den letzten Jahren zurückgegangen, während die USA weiter deutlich zulegen konnte.
- Im Außenhandel ist Deutschland nach wie vor auf forschungsintensive Industrien spezialisiert. Die **Spezialisierungsvorteile** nehmen langfristig betrachtet deutlich ab.

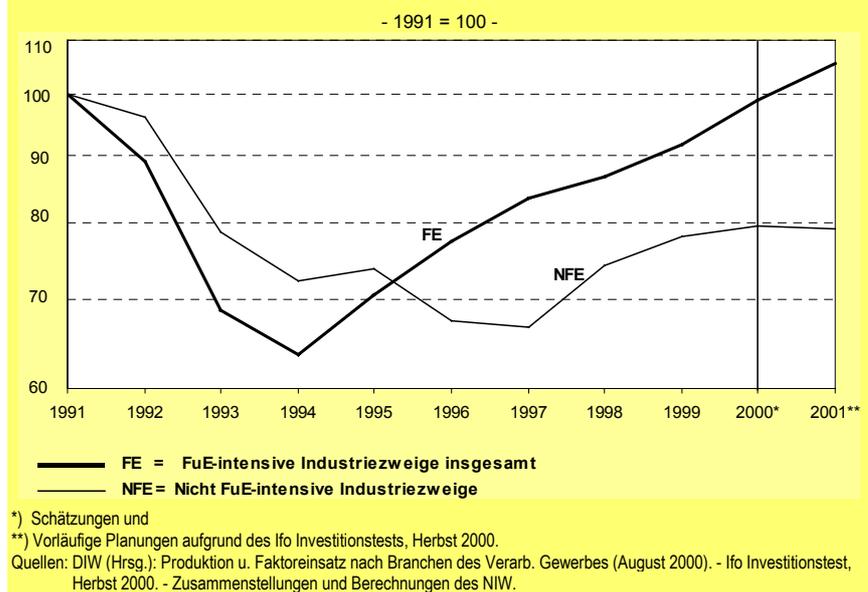
Permanenter Industriestrukturwandel zugunsten FuE-intensiver Industriezweige

- **Hohe Produktivitätssteigerungen**

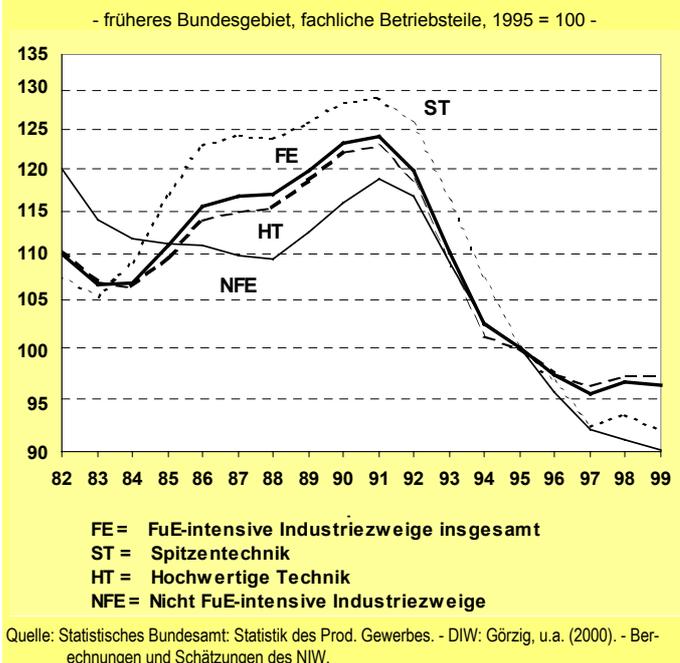
trugen dazu bei, dass die FuE-intensiven Wirtschaftszweige ihre preisliche Wettbewerbsfähigkeit entscheidend verbessern konnten. Im Sog der hohen Auslandsnachfrage konnte der FuE-intensive Sektor - selbst im Vergleich zum Aufschwung der 80er Jahre - hohe Produktionssteigerungen verbuchen.

- FuE-intensive Industrien entwickeln sich besser als die nicht-FuE-intensiven Industrien, die faktisch stagnieren. Dies wird an der **Investitionstätigkeit** besonders deutlich. Aber auch im FuE-intensiven Sektor wurde erst im Jahr 2000 das Investitionsniveau des Jahres 1991 erreicht. Im Jahr 2001 wird sich diese Entwicklung fortsetzen. Insgesamt verläuft sein Wachstumspfad in den 90er Jahren jedoch sehr viel flacher.
- Es ist nahezu ausschließlich auf den Automobilbau zurückzuführen, dass der FuE-intensive Sektor kurzfristig wieder einen **geringen Beschäftigungszuwachs** aufweist. Die Beschäftigungsbilanz des FuE-intensiven Sektors in den neunziger

Entwicklung der Bruttoanlageinvestitionen in FuE-intensiven



Entwicklung der Beschäftigung in FuE-intensiven Industriezweigen 1982 bis 1999

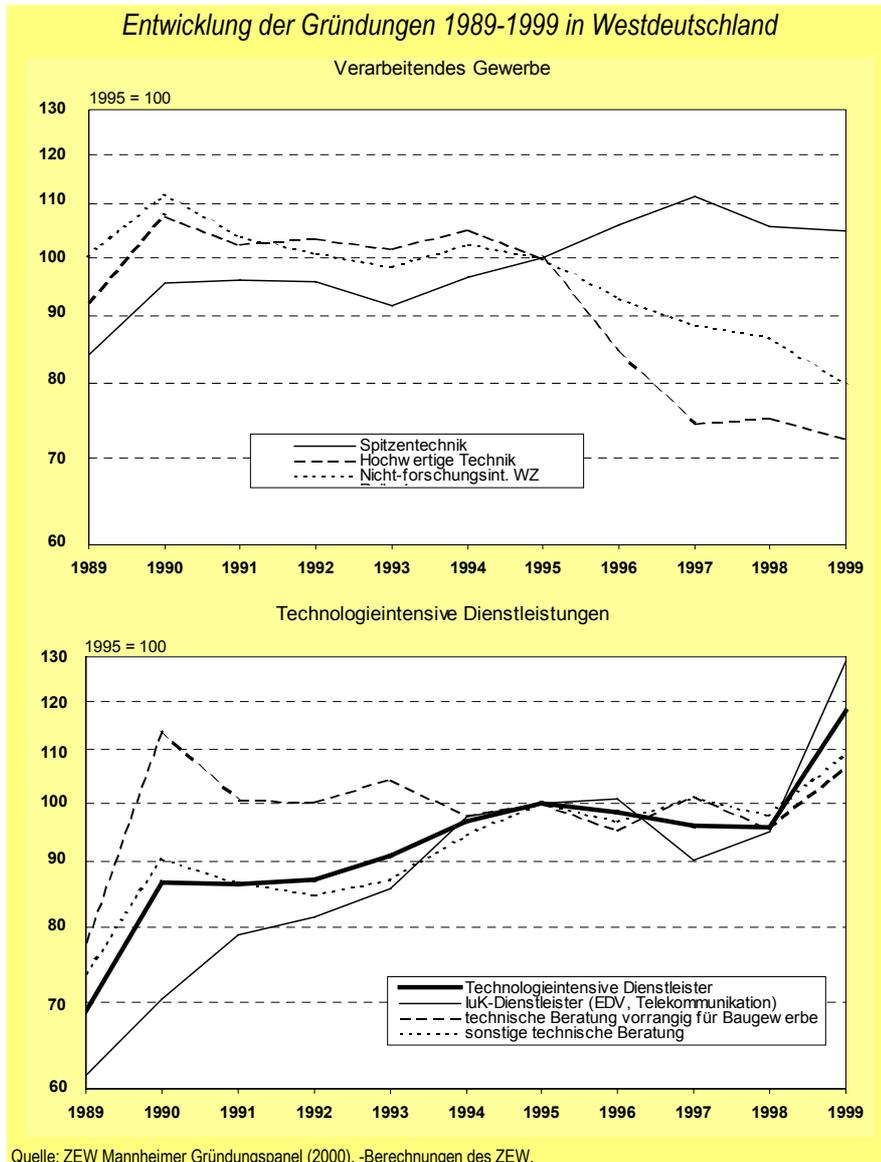


Jahren ist jedoch im Gegensatz zu den 80er Jahren negativ.

- Die **nicht-FuE-intensiven Industrien** sind weiter auf dem **Rückzug**. Die Beschäftigung schrumpft, der leichte Aufschwung der Investitionstätigkeit am Ende der neunziger Jahre ist schon wieder vorüber und die Produktion wird nur wenig ausgeweitet.

Zunehmende Neugründungsdynamik im Dienstleistungssektor

- Die Neugründungsdynamik verlagert sich zunehmend auf den Dienstleistungsbereich. 1999 hat die Anzahl der Unternehmensneugründungen im technologieorientierten Dienstleistungsbereich - angetrieben vor allem durch die Neugründungen in den IuK - Dienstleistungssektoren - **sprunghaft zugenommen**.
- In der Industrie gehen dagegen die Neugründungszahlen sogar zurück. Selbst in der Spitzentechnik lässt in den letzten Jahren die Dynamik zu wünschen übrig. In anderen Industriebereichen setzt sich der Rückgang der Zahl der Unternehmensgründungen weiter fort.



Der doppelte Strukturwandel: intersektoral zum Dienstleistungssektor, intrasektoral zu den FuE- und wissensintensiven Branchen

- Nicht die Industrie, sondern wissensintensive Dienstleistungen sind nunmehr die Motoren der Beschäftigungsentwicklung. Die stärkste **Beschäftigungsdynamik** entfalten IuK-Dienstleistungen, Medienwirtschaft und die Werbebranche.
- Wertschöpfung und Beschäftigung entfallen immer mehr auf den **Dienstleistungssektor**. Rund drei Viertel des Einkommenszuwachses der sogenannten Industrieländer resultieren aus seinem Wachstum. Die Interaktionen zwischen den Sektoren nehmen hierbei zu. So beziehen in Deutschland rund 40 % der innovativen Unternehmen der indu-

striellen Spitzentechnik wichtige Innovationsimpulse von ihren Kunden aus dem Dienstleistungsbereich. Vor allem der Lieferverbund zwischen Industrie und Dienstleistungen beschleunigt die Expansion des Dienstleistungssektors.

- Im Industrie- wie im Dienstleistungssektor verschieben sich die Gewichte jeweils zugunsten der **wissensintensiven Branchen**, hier wachsen Beschäftigung und Wertschöpfung deutlich schneller als im Durchschnitt der Sektoren. Dieser Struktureffekt beschleunigt die „Wissensintensivierung der Wirtschaft“.

Deutschlands Position im internationalen Qualifikationsvergleich verschlechtert

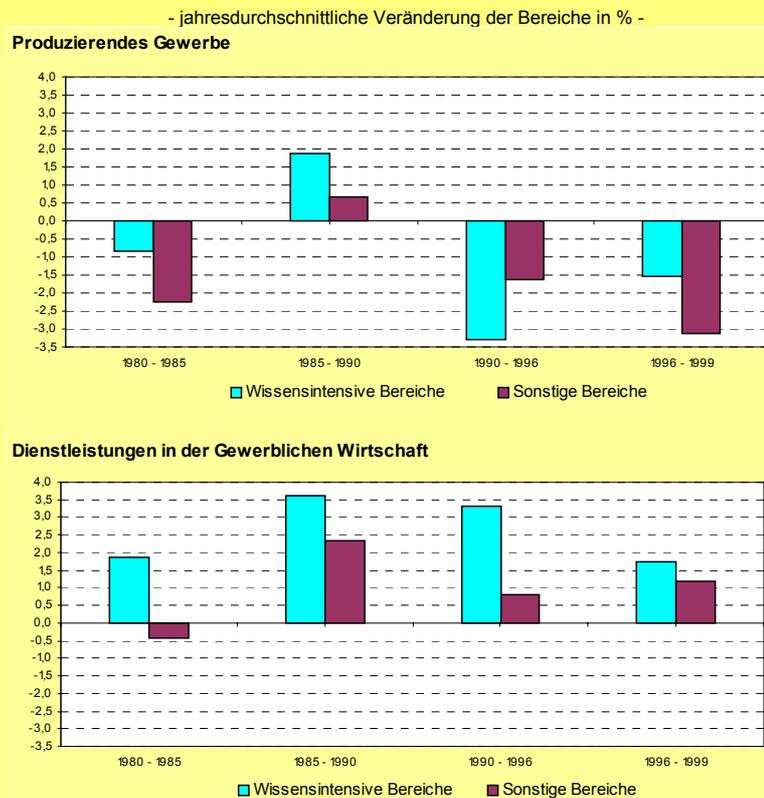
In Folge dieser Wissensintensivierung kommt den Qualifikationsniveaus der Erwerbspersonen eine steigende Bedeutung zu. Wissen und Qualifikationen in einer Volkswirtschaft determinieren ganz wesentlich ihre Entwicklungsmöglichkeiten und ihre internationale Wettbewerbsposition.

- Der Vorsprung Deutschlands im Sekundarbereich schmilzt, da mittlerweile in einer **Vielzahl von Ländern mehr als 80 % der Bevölkerung zumindest einen Sekundarstufe-II-Abschluss** aufweisen.
- Eng verbunden mit der Wissensintensivierung der Wirtschaft ist die zunehmende Bedeutung der **tertiären, namentlich der Hochschulausbildung**. Deutschland nimmt hier keine Spitzenposition ein und droht weiter zurückzufallen: Ist Deutschland gemessen am Anteil von Personen mit einem Tertiärabschluss an der Bevölkerung im internationalen Vergleich bei den älteren Jahrgängen (55-64 Jahre) noch an fünfter Position, so ist es bei der jungen Bevölkerung (25-34 Jahre) auf den 21. Rang zurückgefallen. Eine Verbesserung ist nicht in Sicht: In Deutschland beginnen nur rund 28 % der jungen Leute ein Hochschulstudium während es im OECD-Durchschnitt etwa 40 % sind.

Staatliche und private Investitionen in Ausbildung

Für die langfristige Erhaltung der technologischen Leistungsfähigkeit kommt den Investitionen für die Ausbildung eine zentrale Bedeutung zu.

Entwicklung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach der Wissensintensität der Wirtschaftsbereiche in Deutschland¹ 1980 bis 1999

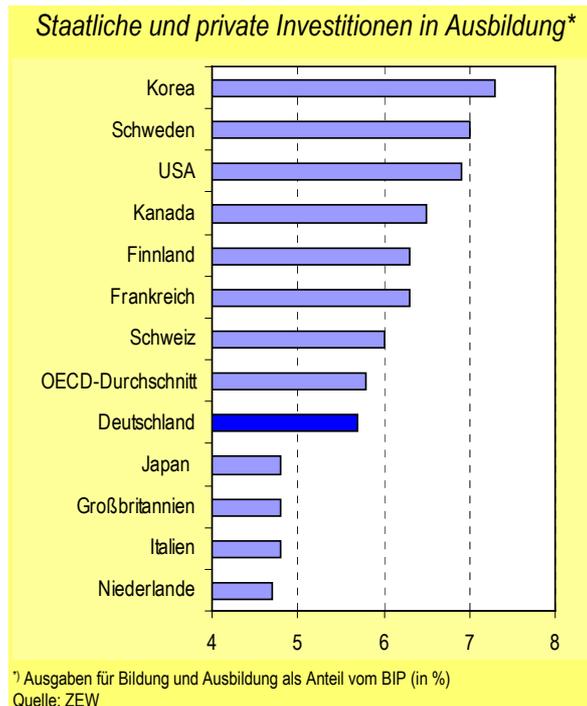


1) 1980 bis 1996 früh. Bundesgebiet.

2) Ohne Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei; öffentl. Verwalt. u. Dienstl., Bildung, Priv. Haush., etc..

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

- 1999 lag das gesamte „**Bildungsbudget**“ Deutschlands bei 6,2 % des Inlandsprodukts und befand sich damit im Mittelfeld der Industriestaaten. Rund drei Viertel davon gehen auf staatliche, ein Viertel auf private Finanzierung zurück.
- Nachdem in den 80er und 90er Jahren die **öffentlichen „Bildungsinvestitionen“** tendenziell nachließen und sowohl innerhalb der Haushalte als auch in Relation zum Inlandsprodukt an Bedeutung verloren haben, ist in jüngster Zeit insbesondere auf der Ebene der Bundesländer eine Ausweitung der Budgets zu verzeichnen. Bildung hat unter den Staatsaufgaben wieder höhere Priorität bekommen - insofern ist ein Abbremsen des Negativtrends erreicht.
- In den meisten OECD-Ländern übernimmt der **private Sektor immer mehr finanzielle Verantwortung für den Bildungsbereich**. Bedingt durch die hohe Bedeutung der dualen Ausbildung ist der Anteil privater Finanzierung in Deutschland vergleichsweise hoch (vierte Position im internationalen Vergleich). Im Zuge der „Tertiarisierung“ der Ausbildung nimmt der Anteil der Privaten an der Bildungsfinanzierung jedoch deutlich ab. Während in den angelsächsischen und den entwickelten asiatischen Ländern die privaten Mittel vornehmlich im Tertiärbereich eingesetzt werden, wird dieser in Deutschland fast ausschließlich durch den Staat finanziert. Mit dieser Finanzierungspraxis wird der Staat bei zunehmender Bedeutung der Hochschulausbildung überfordert. Es sind mehr private Mittel zu mobilisieren.



TECHNOLOGISCHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT DER NEUEN LÄNDER

Die technologische Leistungsfähigkeit der neuen Länder hat sich in der zweiten Hälfte der 90er Jahre weiter verbessert. Allerdings verliert eine Bewertung der Gesamtheit Ostdeutschlands zunehmend an Aussagekraft. Denn es zeigen sich divergente Entwicklungen, die auf eine ausgeprägte **Heterogenität zwischen den Regionen** der neuen Länder hinweisen. Im gesamtdeutschen Kontext ist der absolute Beitrag Ostdeutschlands zu den technologischen Innovationen noch sehr moderat und zeigt im Zeitablauf keine markante Veränderung.

- Erfreulicherweise ist – von einem niedrigen Niveau aus - eine **spürbare Intensivierung der europäischen Patentanmeldungen** zu verzeichnen, die der weiteren Steigerung der Exporttätigkeit ostdeutscher Unternehmen den Weg bahnen hilft. Die Einbindung der ostdeutschen Betriebe in den internationalen Handel mit einem Anteil von 3,4 % am Auslandsumsatz der forschungsintensiven Industrien ist noch ausgesprochen bescheiden.
- Das **Technologieprofil** der neuen Länder knüpft vielfach an die Stärken, aber auch Schwächen der DDR an. Selektive Neuorientierungen in einigen Hochtechnologiebereichen wie Biotechnologie, Mikroelektronik oder Oberflächentechnik sind eine wichtige Ergänzung - auch aus gesamtdeutscher Sicht.

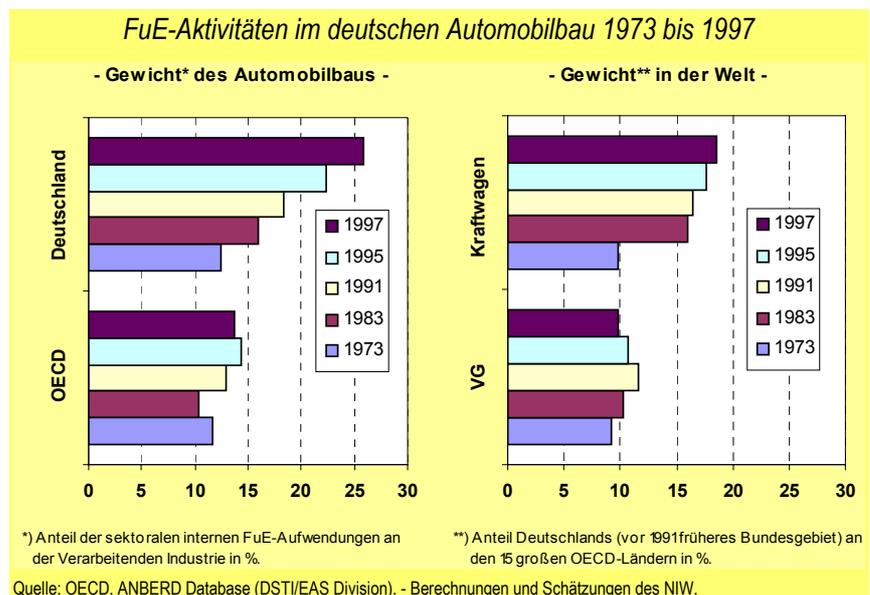
- Im Zuge dieser „Hochtechnologieorientierung“ haben sich einige Wachstumspole entwickelt. Hier sind die **Agglomerationsräume** Leipzig, Dresden, Halle/Saale, Jena, Erfurt, Chemnitz und insbesondere der Großraum Berlin zu zählen.
- Die **Unternehmensdichte in Ostdeutschland** ist noch immer deutlich geringer als die der alten Bundesländer. In nächster Zeit ist hier keine Änderung zu erwarten, da sich die Gründungsdynamik in Ostdeutschland nach einer Phase des „Gründungsbooms“ dem Niveau der alten Bundesländer angeglichen hat. Die Anteile der Unternehmensgründungen in der Spitzentechnik, der hochwertigen Technik, in den technologieorientierten und den unternehmensnahen Dienstleistungssektoren an allen Unternehmensgründungen sind in Ostdeutschland geringer als im Westen.

Verhaltensweisen und Strukturen der technologischen Leistungsfähigkeit in Ost- und Westdeutschland haben sich insgesamt gesehen in den letzten zehn Jahren nur wenig angeglichen. Trotz der vereinzelt **Herausbildung von sektoralen oder regionalen Wachstumspolen** muss davon ausgegangen werden, dass die Divergenzen im technologischen Entwicklungsniveau zwischen den neuen und alten Bundesländern noch über einen längeren Zeitraum bestehen bleiben werden.

INNOVATIONSKRAFT IN AUSGEWÄHLTEN SEKTOREN

Der deutsche Automobilbau: Der Motor der technologischen Leistungsfähigkeit

- Der Automobilbau hat seine Bedeutung für das deutsche Innovationssystem in den letzten zwanzig Jahren kontinuierlich ausgebaut. Weit über ein **Viertel der FuE-Ausgaben der Wirtschaft** entstammen diesem Sektor. Er spielt auch als Impulsgeber für technologische Neuerungen aus der Chemischen Industrie, der Elektro-



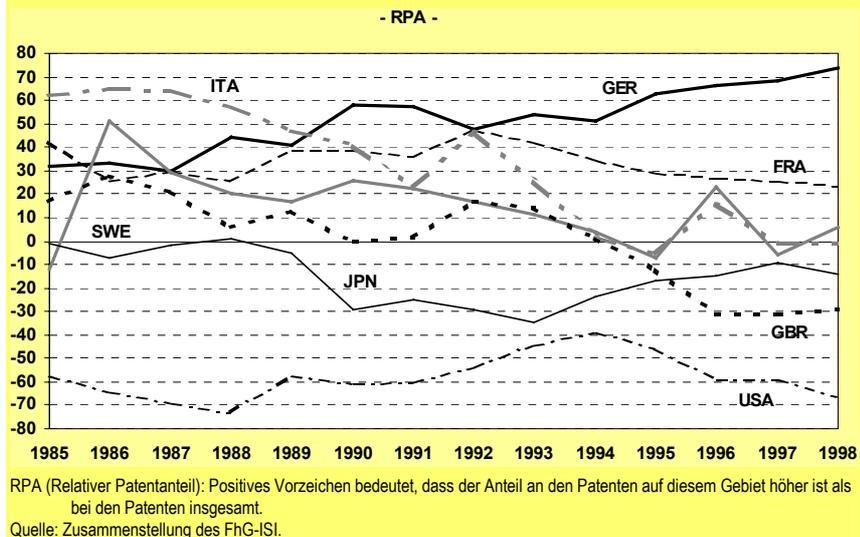
technik und Elektrotechnik sowie der Telekommunikation eine wichtige Rolle. Intensive Interaktionen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft tragen zusätzlich zur Wettbewerbsstärke bei. Ca. ein Drittel aller FuE-Aufträge der Wirtschaft an wissenschaftliche Einrichtungen kommt aus dem Automobilbau. Seine entscheidende Wettbewerbskraft bezieht der Automobilbau aus diesen vielfältigen Rückkopplungsmöglichkeiten, seiner Kompetenz zur Systemintegration und der konsequenten Ausschöpfung der Vorteile der weltweiten Arbeitsteilung in Forschung, Entwicklung, Produktion und Dienstleistung.

- Verglichen mit der Industrie insgesamt weist der deutsche Automobilbau einen **durchschnittlichen Grad der Internationalisierung von FuE** auf. Ca. ein Fünftel der FuE-Aufwendungen der deutschen Automobilunternehmen werden im Ausland getätigt. Um-

gekehrt entfallen auf ausländische Unternehmen ca. 17 % der FuE-Ausgaben dieses Sektors in Deutschland.

- Die hohe Innovationskraft kommt auch in **zunehmenden Vorteilen bei der Patenttätigkeit und im Außenhandel** zum Ausdruck. Der Welthandelsanteil liegt mit ca. 20 % deutlich oberhalb des Durchschnitts der FuE-intensiven Güter insgesamt. Die Zunahme der komparativen Vorteile im Außenhandel ist bei den höherwertigen Automobilen besonders ausgeprägt.
- Mit Produktinnovationen, neuen Werkstoffen und Fertigungstechnologien nutzt die deutsche Automobilindustrie die **Vorteile Deutschlands als Lead-Market** im Automobilsektor aus.
- Die Qualifikationsstruktur des Automobilbaus ist recht heterogen: Hohen Anteilen an Beschäftigten mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung stehen viele Arbeitsplätze für Fertigungstätigkeiten mit geringen spezifischen Qualifikationsanforderungen gegenüber. Der mit zunehmender Innovationsneigung verstärkt wahrgenommene **Fachpersonalmangel** stellt aktuell allerdings ein großes Innovationshemmnis für die Automobilindustrie dar.
- Technologische Herausforderungen** für den Automobilbau liegen vor allem im Bereich der Informationstechnik und der Berücksichtigung von Umweltschutzaspekten.
- Mit der besonderen Rolle des Automobilbaus für die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands verbinden sich jedoch auch **Risiken**. Ebenso wie die Entwicklung des Automobilbaus in der zweiten Hälfte der 90er Jahre die Bilanz der Hochwertigen Technik zum positiven gewendet hat, kann eine Nachfrageflaute in dieser Industrie die Innovationskraft der deutschen Industrie insgesamt gefährden. Die Verbreiterung der Basis des Innovationssystems ist aus diesem Grund dringend erforderlich.

Relative Patentanteile (RPA) ausgewählter Länder in der Automobiltechnik 1985 bis 1998 am EPA



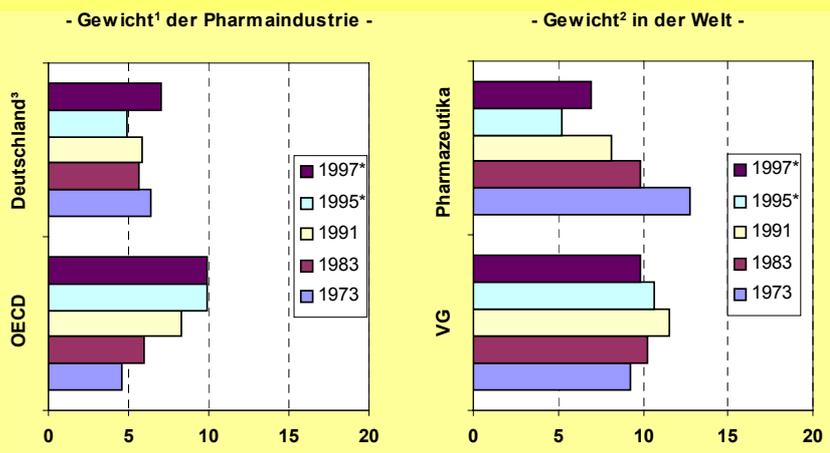
Die Pharmazeutische Industrie unter dem Einfluss der Biotechnologie

- Der Gewicht der Pharmazeutischen Industrie im FuE-Portfolio der Industrieländer hat sich in den letzten zwanzig Jahren verdoppelt. Die **pharmazeutische Industrie in Deutschland hat diese Entwicklung jedoch nicht mitvollzogen**: Entfielen 1973 noch ca. 13 % der OECD-weiten FuE-Ausgaben auf Deutschland, so hat sich dieser Anteil bis 1997 nahezu halbiert.
- Parallel zum Bedeutungsrückgang pharmazeutischer FuE in Deutschland hat sich die **USA als der führende Forschungsstandort** in der Pharmazeutik etabliert.
- Entsprechend hat die deutsche pharmazeutische Industrie **auch Anteilsverluste bei der weltweiten Patenttätigkeit und den Produktneueinführungen** zu verzeichnen. Dies gilt insbesondere für die verkaufsstärksten Neueinführungen. Der Umsatzanteil der deut-

schen Pharmaunternehmen bei den 50 weltweit umsatzstärksten neuen Wirkstoffen ging von ca. 12 % in der zweiten Hälfte der 80er Jahre auf ca. 3 % zehn Jahre später zurück.

- Allerdings sind die **Vorteile im Außenhandel** keineswegs im gleichen Ausmaß zurückgegangen. Auch Deutschland ist – nicht zuletzt auf Grund des Rückenwindes der DM- bzw. EURO-Abwertung - nach wie vor die führende Exportnation in der pharmazeutischen Industrie. Bei biopharmazeutischen und pharmazeutischen Wirkstoffen ist in den 90er Jahren eher eine Verschlechterung der relativen Außenhandelsposition zu beobachten. Zunehmende Außenhandelsvorteile ergeben sich hingegen bei Arzneimitteln.
- Steigende Kosten und das hohe FuE-Risiko sind ein Auslöser für viele Unternehmenszusammenschlüsse in der pharmazeutischen Industrie. Das hohe Ausmaß der Internationalisierung wird auch daran deutlich, dass in den meisten großen Ländern die einheimischen Unternehmen Marktanteile verlieren, während sie im Ausland Marktanteile gewinnen.
- Die **technologische Herausforderung** für die pharmazeutische Industrie liegt in der Integration der **Bio- und Gentechnologie** in die Produkt- und Prozessentwicklung. Belegt wird dies durch die stark steigende Bedeutung biotechnologisch relevanter Patentanmeldungen in der Pharmazie. Der Anteil der biopharmazeutischen an allen pharmazeutischen Patentanmeldungen aus Deutschland stieg von ca. 25% 1990-92 auf ca. 35% 1996-98. Auch der Anteil der biopharmazeutischen Wirkstoffe bei den Produktneueinführungen stieg von ca. 2 % am Anfang auf ca. 20 % am Ende der 90er Jahre.

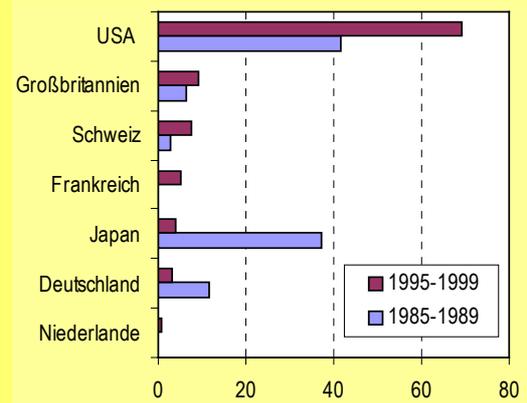
FuE-Aktivitäten in der deutschen Pharmaindustrie 1973 bis 1997



*) ab 1995 ISIC3-Gliederung, zuvor ISIC2.
 1) Anteil der sektoralen internen FuE-Aufwendungen an der Verarbeitenden Industrie in %.
 2) Anteil Deutschlands (vor 1991früheres Bundesgebiet) an den 15 größten OECD-Ländern in %.
 3) vor 1991früheres Bundesgebiet.

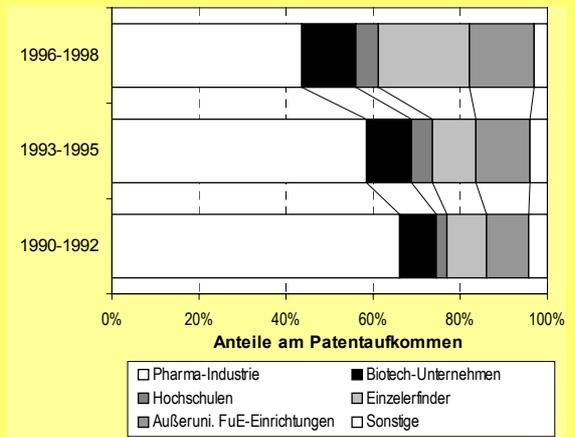
Quelle: OECD, ANBERD Database (DSTI/EAS Division). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Umsatzanteil der bestverkauften neuen Medikamente nach dem Hauptsitz des wichtigsten Herstellerunternehmens in %*



*) Anteile am Gesamtumsatz der weltweit 50 bestverkauften NCEs
 Quelle: Gambardella et al. (2000); Berechnungen des ZEW

Anteile verschiedener Akteursgruppen an den deutschen Patentanmeldungen in der biotechnologierelevanten Pharmazie



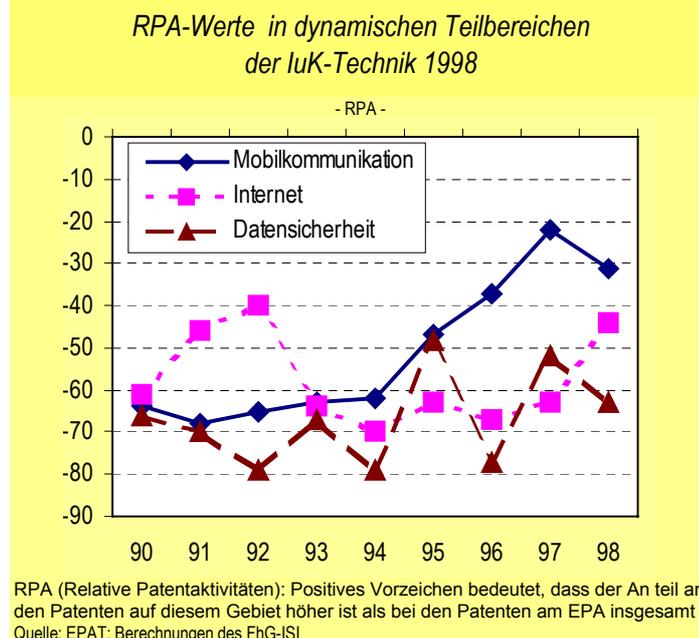
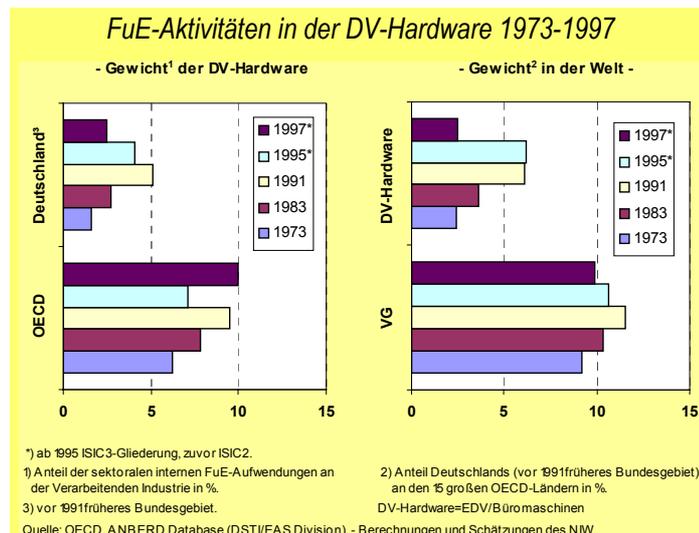
Quelle: EPAT, PCTPAT; Berechnungen des FhG-ISI

- Der **Paradigmenwechsel** in der pharmazeutischen FuE wird dazu führen, dass künftig praktisch kein neues Medikament auf den Markt kommt, das nicht in einer oder mehreren Entwicklungsphasen von biotechnologischen Erkenntnissen profitiert hat.
- Unmittelbar damit verbunden ist die Herausbildung einer **neuen Arbeitsteilung** zwischen der Wissenschaft, den großen weltweit tätigen Pharmaunternehmen und kleinen, hochspezialisierten Biotechnologieunternehmen.
- Wissenschaft und Kleinunternehmen kommt in der Biotechnologieentwicklung immer größere Bedeutung zu. Der Anteil der großen Pharmaunternehmen an den Patentanmeldungen ist in den 90er Jahren stark rückläufig und ist von 66 % zu Beginn auf 44 % am Ende der 90er Jahre gesunken. Steigende Anteilsgewinne verzeichnen die kleine Biotechnologieunternehmen, wissenschaftliche Einrichtungen und insbesondere die Einzelerfinder (meist Wissenschaftler).
- Der Rückstand Deutschlands in der pharmazeutischen Biotechnologie ist merklich geringer geworden. Das Funktionieren dieser neuen Arbeitsteilung ist die Voraussetzung für die zukünftige technologische Leistungsfähigkeit der pharmazeutischen Industrie.

Informations- und Kommunikationstechnik

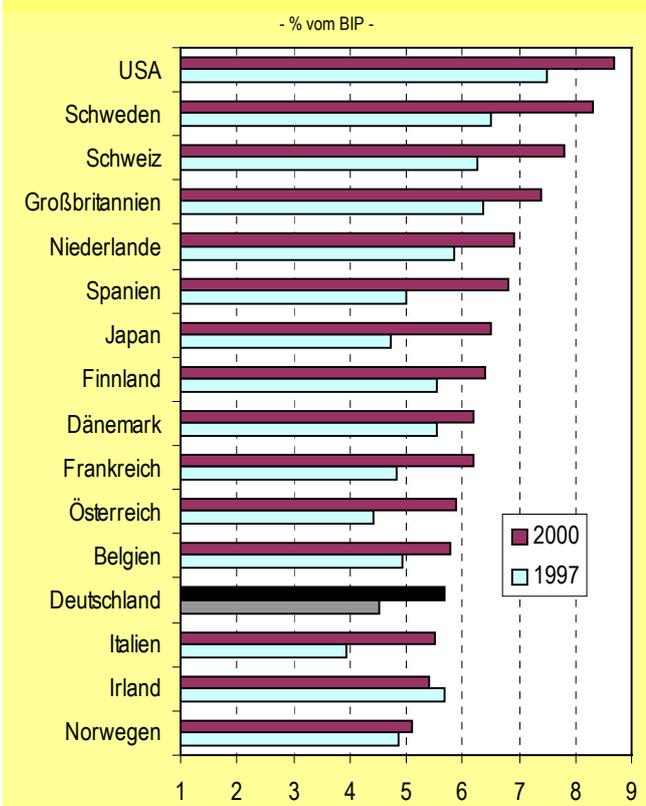
Die IKT haben sich spätestens in den 90er Jahren als die treibende Kraft für Wachstum und strukturellen Wandel herausgebildet.

- **Forschung und Entwicklung** im Bereich der IKT-Hardware gehört nicht (mehr) zu den besonderen Stärken Deutschlands. Auf Deutschland entfallen weniger als 5 % der weltweiten FuE-Aufwendungen in der IT-Hardware und knapp 8 % in der Nachrichtentechnik. Im Durchschnitt der Industrie beträgt dieser Anteil immerhin 10 %.
- In Teilbereichen der IKT-Erfindungstätigkeit deutet sich aber in den letzten Jahren eine **Verbesserung** an; von einer Trendwende zu sprechen, wäre aber noch verfrüht. Ausgehend von einem niedrigen Niveau nimmt die Patentaktivität in der Mobilkommunikation und im Internetbereich in Deutschland schneller als im Welttrend zu. Dies kann als Aufholprozess interpretiert werden. Allerdings ist der Anteil Deutschlands in diesen Feldern geringer als an der Patenttätigkeit insgesamt.



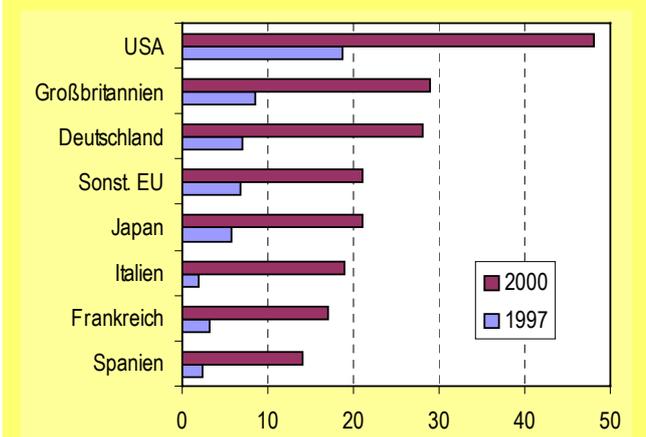
- **Wohlfahrtszuwächse** resultieren zunehmend aus der IKT-Anwendung. Trotz einer hohen Dynamik in der Ausbreitung moderner Kommunikationstechnologien in den letzten Jahren hinkt Deutschland insbesondere beim Einsatz von Informationstechnik den führenden Ländern (USA, Finnland, Schweden) nach wie vor hinterher. Gemessen am Inlandsprodukt wird in diesen Ländern deutlich mehr in IKT investiert.
- Inzwischen verfügt auch die überwiegende Mehrheit der kleinen und mittleren Unternehmen über Internet-Anschlüsse. Der Rückstand zu den USA oder Finnland hinsichtlich der Anschlussdichte der KMUs konnte weitgehend abgebaut werden.
- Entwickelt werden muss die **IKT-Anwendungskompetenz**, denn im Hinblick auf die Nutzung der Möglichkeiten neuer Anwendungen stehen Wirtschaft, Staat und private Haushalte erst am Anfang. Auch hinsichtlich der Ausnutzung der technologischen Möglichkeiten zur Umgestaltung der Geschäftsprozesse besteht ein Nachholbedarf.
- Innovations- und Wirtschaftspolitik müssen für eine Weiterentwicklung des **regulatorischen Rahmenswerks** sorgen, das der IKT-Diffusion förderlich ist. Dies gilt insbesondere für die Stimulierung des Wettbewerbs auf der „letzten Meile“ und damit für weitere Preissenkungen im Zugang zum Internet.
- Deutschland verfügt über eine im internationalen Vergleich **ausgezeichnete Infrastruktur** in der Kommunikationstechnik, die als eine zentrale Voraussetzung für ein weiteres schnelles Wachstum des IKT-Einsatzes angesehen werden kann. Diese ist auch weiterhin zügig auszubauen, denn der exponentielle Fortschritt der Prozesortechnik stellt ständig neue Herausforderungen an diese Infrastruktur.
- Die Stärke des deutschen Innovationssystem liegt weniger in der Entwicklung grundlegend neuer IKT als in der intelligenten Anwendung und Ausnutzung der mit IKT verbundenen Innovationsmöglichkeiten in anderen Technologiefeldern. Maßnahmen zur Stärkung der Innovationskraft der deutschen Wirtschaft sollten daher insbesondere an den Schnittstellen zwischen dem Innovationspotenzial in der IKT und traditionell in Deutschland starken Technologiebereichen (bspw. Automobil, Bioinformatik usw.) ansetzen.

Ausgaben für Informationstechnik und Telekommunikation im internationalen Vergleich



Quelle: EITO (2000), BITKOM (2001)

Internet-Nutzer je 100 Einwohner 1997 und 2000



Quelle: EITO (2000), BITKOM (2001)

DER ARBEITSMARKT FÜR HOCHQUALIFIZIERTE

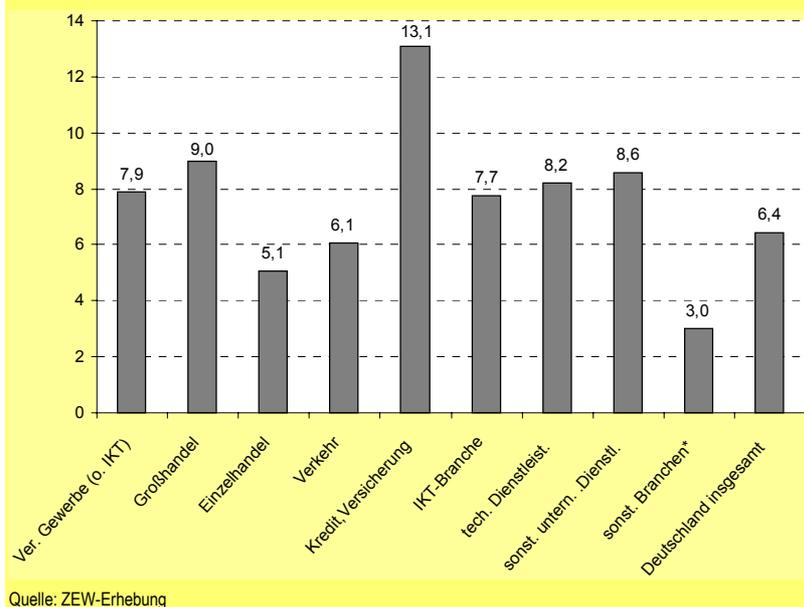
Die Wissens- und Akademikerintensivierung der deutschen Wirtschaft sowie die zunehmende Verbreitung der Informations- und Kommunikationstechnologie führen zu einem Anstieg des Bedarfs der Unternehmen an technisch-naturwissenschaftlich ausgebildeten hoch Qualifizierten und insbesondere nach qualifizierten Fachkräften für den Bereich IKT.

Der Bedarf an Fachkräften

- Der in der Industrie und im Dienstleistungssektor wahrgenommene Fachkräftemangel hat deutlich zugenommen. Die Unternehmen werden dadurch zunehmend in ihren Innovationsaktivitäten beeinträchtigt.

- Für einen nennenswerten Teil der im ersten Halbjahr 2000 von den Unternehmen zu besetzenden Stellen für Akademiker konnten keine Bewerber gefunden werden. Im produzierenden Gewerbe und im Dienstleistungsbereich blieben **rund ein Viertel der offerierten Stellen unbesetzt**. Prekärer erwies sich die Situation in den FuE-intensiven und wissensintensiven Branchen hinsichtlich der technisch-naturwissenschaftlichen Akademiker: Von den

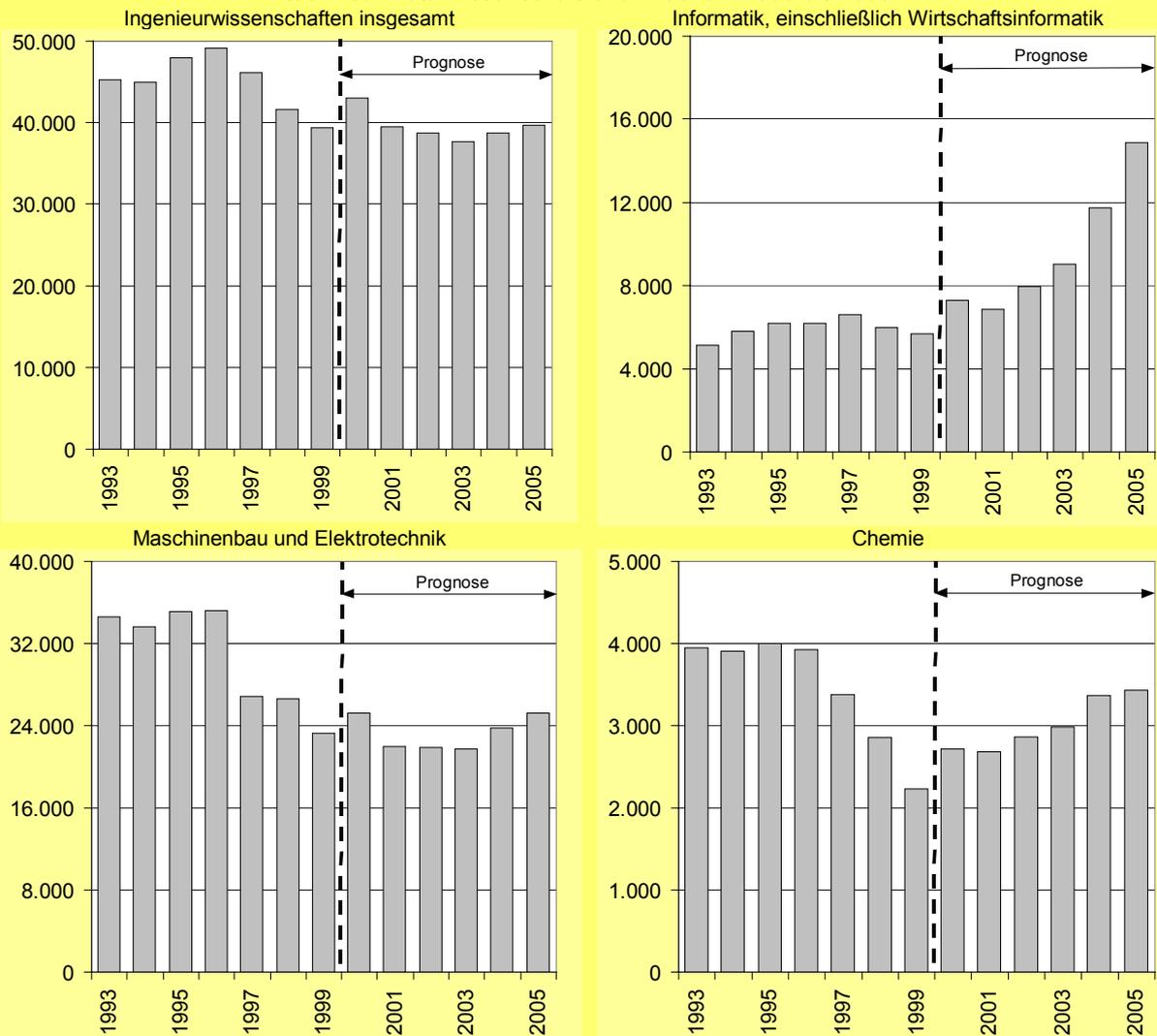
Ausmaß des IKT-Fachkräftemangels bei unterschiedlichen Branchen im ersten Halbjahr 2000 in % des IKT-Fachkräftebestands



Stellen für diese Qualifikationen waren im FuE-intensiven Industriebereich 40 % und bei den FuE-intensiven Dienstleistern 50 % nicht zu besetzen. Die Knappheit und damit die Verteuerung von technisch-naturwissenschaftlichen Akademikern stellt auch für den Wissenschaftsbereich und die Schulen zunehmend ein Problem dar.

- Eine ganz **besondere Bedeutung als Engpassfaktor kommt den IKT-Fachkräften** zu. Diese sind nicht nur für die eigentlichen IKT-Branchen von Bedeutung, sondern im Prinzip für die gesamte Wirtschaft, die auf die Nutzung und Anwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien angewiesen ist. Für IKT-Funktionen waren in der ersten Hälfte des Jahres 2000 rund 93.000 Stellen nicht zu besetzen, etwa 74.000 von diesen waren für Hochschulabsolventen vorgesehen. Die allermeisten (80 %) dieser Stellen resultierten aus einem echten Neubedarf. Am stärksten von der Knappheit betroffen sind die Anwenderbranchen Banken/Versicherungen, Großhandel, die technischen und sonstigen unternehmensnahen Dienstleister sowie das Verarbeitende Gewerbe. In den nächsten drei Jahren ist mit einem weiteren deutlichen Anstieg des gesamtwirtschaftlichen Bedarfs an IKT-Personal zu rechnen.
- Nach einem **Absinken der Absolventenzahlen der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge** in der zweiten Hälfte der 90er Jahre ist von einer Stabilisierung der Absolventenzahlen bis 2005 auf dem Niveau Ende der 90er auszugehen. In der Chemie nimmt die Zahl der Absolventen nach dem dramatischen Rückgang Ende der 90er bis

*Tatsächliche und prognostizierte Entwicklung der Absolventenzahlen in ausgewählten
technisch-naturwissenschaftlichen Fächern 1993 bis 2005*



Quelle: Statistisches Bundesamt, Hochschulstatistik, Fachserie 11, Reihen 4.1, 4.2, 4.3.1; Berechnungen des ZEW.

2005 wieder leicht zu. Im gesamten Informatikbereich ist ab 2003 mit deutlichen Steigerungsraten zu rechnen, 2004 werden sich die Zahlen von 1999 etwa verdoppelt haben, bis 2005 fast verdreifacht.

- Dem fehlenden Bedarf von rund 74.000 Akademikern im Jahr 2000 steht dann eine über den Zeitraum 2000 bis 2005 kumulierte Zahl von Informatik-Absolventen in Höhe von etwa 58.000 gegenüber.
- Die Unternehmen reagieren auf die Situation am Arbeitsmarkt für hoch Qualifizierte auf vielfältige Weise. Viele Unternehmen verstärken ihre Aus- und Weiterbildungsanstrengungen passen, aber auch unter dem Eindruck des im IKT-Bereich leergefegten Arbeitsmarkts ihre Anforderungen an Bewerber an. Kurzfristig kommen die Firmen aber am verstärkten Einsatz von Überstunden und insbesondere im Dienstleistungsbereich auch an der Ablehnung von Aufträgen nicht vorbei.
- Die Reagibilität der Studienanfänger auf neue Arbeitsmarktsignale ist relativ begrenzt und wirkt sich nur sehr langfristig auf die Absolventenzahlen aus. Nach dem Studium weisen die Zahlen auf einen hohen Mobilitätsgrad deutscher Hochschulabsolventen hin, so dass nicht davon auszugehen ist, dass ein ausgeprägtes räumliches Auseinanderklaffen von Angebot und Nachfrage vorliegt.

Humanressourcen nutzen

Die zunehmende Knappheit von hoch qualifizierten Fachkräften stellt eine bedeutende Herausforderung für eine innovationsorientierte Politik dar. Um ihr zu begegnen, sollte parallel auf zwei Ebenen angesetzt werden:

- Um **langfristig** zu einer Steigerung der Absolventenzahlen zu kommen, muss sich das Studierverhalten verändern. Dazu müssen die richtigen Rahmenbedingungen gesetzt werden. Ein weiterhin zügiges Voranschreiten bei der Einführung von zweistufigen Studiengängen nach internationalem Standard lässt gerade in den technisch-naturwissenschaftlichen Fächern höhere Studentenzahlen erwarten. Denn die Zeiträume bis zur Rentabilität der Investitionsentscheidung in Ausbildung verkürzen sich wesentlich. Die Zahl der Abbrecher wird sinken, weil ein qualifizierter Abschluss eine attraktive Ausstiegsoption bietet. Der Studierstandort Deutschland wird für ausländische Studienberechtigte deutlich attraktiver. Daneben müssen eine offensive Bildungswerbung und weitere flankierende Maßnahmen die technischen und naturwissenschaftlichen Studiengänge attraktiver machen und gezielt das für diese Bereiche ungenutzte Potenzial der Studentinnen ansprechen. Die jüngste Entwicklung im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien zeigen, dass die offensive Behandlung dieser Problematik durch die Politik durchaus Einfluss auf die Berufsentscheidungen ausüben kann.
- **Kurzfristig** muss die Politik auf die Unterstützung von Weiterbildungsmaßnahmen durch die Unternehmen und auf eine Integration der Hochschulen in ein Qualifizierungskonzept zielen. Eine noch so erfolgreiche Weiterbildungsoffensive kann aber den aktuellen Bedarf nicht befriedigen. Daher sind die Bedingungen zur Nutzung des internationalen Angebots der in Deutschland fehlenden Qualifikationen weiter zu verbessern. Arbeitserlaubnisse für ausländische Absolventen deutscher Hochschulen, eine Ausweitung der „Green-Card“-Regelung auch auf andere Bereiche und Steigerung ihrer Attraktivität durch eine Modifizierung der Befristung, der Angehörigenzugangsregelungen sowie eine Senkung der Einkommensgrenze wären hier richtige Schritte.

WISSENS- UND TECHNOLOGIETRANSFER

Unter den Bedingungen einer wissens- und technologiebasierten Wirtschaft kommt der Interaktion von Unternehmen und Wissenschaftssektor eine besondere Bedeutung zu. Ziel muss es sein, zum einen die technologische Basis kontinuierlich auf hohem Niveau weiterzuentwickeln und zum anderen die Bedingungen zur anwendungsbezogenen Nutzung der Erkenntnisse und Möglichkeiten dieser Basis effizienter zu gestalten.

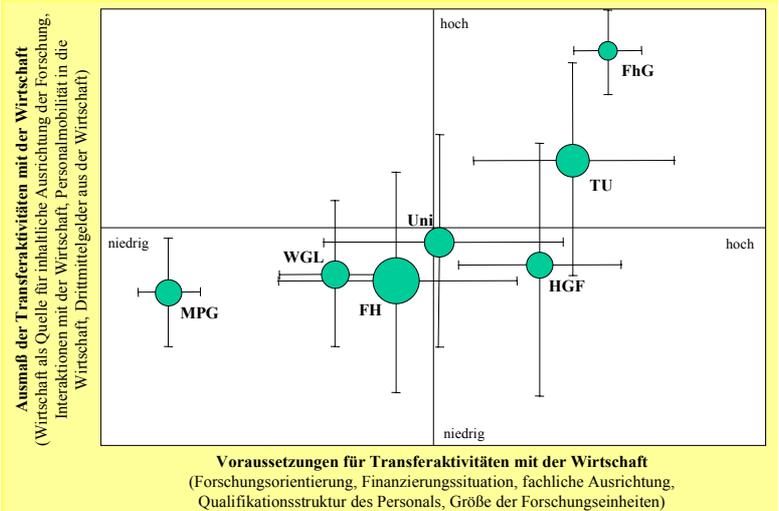
Stärken und Schwächen im Transferprozess

Das Spektrum der für die Wirtschaft relevanten Forschungs- und Ausbildungsaktivitäten der öffentlichen Forschungseinrichtungen hat sich verbreitert.

- Die **Leistungsfähigkeit** der wissenschaftlichen Einrichtungen in Deutschland ist hoch einzuschätzen und hat sich im letzten Jahrzehnt auch im internationalen Maßstab verbessert.
- **Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen** bilden daher für viele Unternehmen eine wichtige Informationsquelle für Innovationsaktivitäten. Die Zusammenarbeit von Wirtschaft und Hochschulen ist in Deutschland intensiver geworden.

- Die Wirtschaft hat sich in den letzten Jahren zunehmend des Know-hows wissenschaftlicher Einrichtungen bedient. Die **Ausgaben der Unternehmen für FuE-Aufträge an wissenschaftliche Einrichtungen** stiegen deutlich schneller als die internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen, allerdings langsamer als die für FuE-Kooperationen zwischen Unternehmen.
- Auf Seiten der wissenschaftlichen Einrichtungen zeigt sich ein **zunehmendes Interesse an der wirtschaftlichen Verwertung** von Forschungsergebnissen: Die Patentanmeldungen aus wissenschaftlichen Einrichtungen steigen. Inzwischen fallen 7-8 % der Patentanmeldungen aus Deutschland auf die Wissenschaft. Damit hat sich ihr Anteil in den letzten zwanzig Jahren verdoppelt.

Typisierung öffentlicher Forschungseinrichtungen unter dem Blickwinkel des Technologietransfers mit der Wirtschaft



Anmerkung: Die Größe der Kreise repräsentiert das Ausmaß der Wahrnehmung von Hemmnissen für Wirtschaftskontakte an den einzelnen „Typen“ öffentlicher Forschungseinrichtungen. Die gepunkteten Linien zeigen das Ausmaß der Heterogenität der Forschungseinheiten innerhalb eines „Typs“ an (Standardabweichung des Mittelwerts).

Quelle: ZEW(2000), Befragung „Interaktion Wissenschaft-Wirtschaft 2000“ entnommen aus Schmoch et al. (2000)

Wissenschaftliche Ergebnisse besser nutzen

Damit ergeben sich potenziell vielfältige Anknüpfungspunkte zur Verbesserung des Wissens- und Technologietransfers – allerdings auch noch eine Reihe von Hemmnissen, die es abzubauen gilt.

- Deutschland verfügt über eine vielfältige Landschaft an Einrichtungen zur Unterstützung des Wissens- und Technologietransfers. Die **Effizienz vieler dieser Einrichtungen** wird jedoch durch ein zu breites Aufgabenspektrum, mangelnde Kooperation untereinander und Kompetenzdefizite beeinträchtigt. Insgesamt ist die Funktionalität des existierenden Systems der Intermediäre beim Wissens- und Technologietransfer kritisch zu beurteilen.
- Essentielle Voraussetzung für das Funktionieren des Transfers von Technologien oder Wissen ist eine entsprechende **Absorptionsfähigkeit** der Unternehmen. Insbesondere für KMU sind hier Defizite zu identifizieren, die durch eine erhöhte Teilhabe dieser Unternehmensgruppe an FuE und eine Verbesserung der Innovations(management)kompetenz gemindert werden können. Hilfreich sind dabei politische Maßnahmen, die FuE-Aktivitäten kleiner Unternehmen in der Breite unterstützen, und bessere Partizipationsmöglichkeiten für KMU an Programmen der direkten Projektförderung.
- Der Transfer muss zu den originären Aufgaben von Wissenschaftlern in öffentlichen Forschungseinrichtungen gehören. Sowohl für die Institutionen als auch für die einzelnen Forscher müssen die **Anreize** entsprechend gesetzt werden. Dienstrecht, Evaluationskriterien, und die Anpassung der rechtlichen Gegebenheiten an die Erfordernisse verstärkter Personenmobilität zwischen Wirtschaft und Wissenschaft sind hier die Stichworte.
- Die **Transferinfrastruktur** sollte durch eine Internetplattform ergänzt werden, die zu Forschungsprojekten, Kompetenzen, Technologien sowie Verwertungsangeboten des

gesamten öffentlichen Forschungsbereichs führt. Die Transferstellen an den Institutionen müssen auf die Kernkompetenzen Dienstleistungen für KMU und direkte Kontaktvermittlung konzentriert werden.