

# Pharma-Innovationsstandort Deutschland: Leistungsfähigkeit, Innovationshemmnisse und Handlungsempfehlungen

von Michael Nusser\*

## ABSTRACT

**In einer aktuellen Studie** analysierte das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI) den Pharma-Innovationsstandort Deutschland. Aus Innovationssystem-Perspektive wurde die Entwicklung der Leistungskraft des Pharma-Innovationsstandortes mittels geeigneter Outputindikatoren bewertet. Insgesamt zeichnen die aktuellen marktnahen Leistungsindikatoren (unter anderem Umsatz mit innovativen Produkten) ein ungünstiges Bild des Pharmasektors. Frühindikatoren zur Leistungskraft von Forschung und Entwicklung (FuE), wie zum Beispiel Publikationen und Patente, lassen dagegen einen positiven Trend erkennen. Die Studie identifizierte anhand geeigneter input- und prozessorientierter Indikatoren die Innovationshemmnisse hinsichtlich Wissensbasis, Wissens-/Technologietransfer, industrieller FuE-Prozesse, Kapitalmärkte, Marktattraktivität und Rahmenbedingungen (unter anderem zu geringe Patientenorientierung in der Forschung, zu hohe Fragmentierung von Technologietransferstellen, zu geringe industrielle FuE-Ausgaben, unzureichende Verfügbarkeit von Risikokapital, geringe Marktdynamik). Auf dieser Grundlage werden Empfehlungen zur Stärkung des Pharma-Innovationssystems abgeleitet (unter anderem Ausbau öffentlicher Forschungsförderung, fachspezifische Bündelung von Technologietransferstellen, stärkere Koordination verschiedener Politikressorts, Stärkung des Wettbewerbs).

**Schlüsselworte:** *Innovationssystem, Innovationsstandort, Innovationshemmnisse, Pharmasektor, Gesundheitssystem, Outputindikatoren, input- und prozessorientierte Indikatoren*

**In a current study** Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research (Fraunhofer ISI) has evaluated Germany as a location for research and development (R&D). The development of Germany's performance as a location for pharmaceutical innovation is assessed from an innovation systems perspective by using appropriate output indicators. The current close-to-market performance indicators (e. g. turnover with innovative products) draw an unfavourable picture of the pharmaceutical sector. Early R&D indicators, such as publications, patents, however, show a positive trend. Using appropriate input- and process-oriented indicators, the study identified obstacles to innovation with respect to knowledge base, knowledge/technology transfer, industrial R&D processes, capital markets, market attractiveness and framework (e. g. insufficient patient-oriented research, technology transfer, industrial R&D spending, insufficient risk capital and market growth). Finally, recommendations to strengthen the pharmaceutical systems of innovation are derived on this basis (e. g. extension of publicly funded research and development, specific bundling of technology transfer offices, increased coordination of various political departments, incentives for competition).

**Keywords:** *innovation systems, location for research and development, obstacles to innovation, pharmaceutical industry, health care system, output indicators, input- and process-oriented indicators*

## 1. Die Studie des Fraunhofer-Instituts: Zielsetzung und methodischer Ansatz

Der Pharma-Innovationsstandort Deutschland hat eine mehr als 100-jährige Tradition. Deutschland spielte einst in der Arzneimittel-

forschung und -entwicklung weltweit eine führende Rolle. Firmen wie Hoechst oder Bayer gehörten zu den Top Ten der Pharmaunternehmen in der Welt. Deutschlands Position als Standort für Forschung und Entwicklung (FuE) im Pharmabereich hat sich allerdings in den letzten drei Jahrzehnten deutlich verschlechtert: Der

\*Dr. Michael Nusser  
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)

Breslauer Straße 48, 76139 Karlsruhe · Tel.: (0721) 68 09 336 · Fax: (0721) 68 09 315 · E-Mail: michael.nusser@isi.fraunhofer.de

Anteil Deutschlands an den pharmaspezifischen FuE-Ausgaben der wichtigsten 15 OECD-Länder sank kontinuierlich von rund 13 Prozent zu Beginn der 1970er-Jahre auf rund fünf Prozent in 1995. Seit 1996 ist jedoch wieder ein positiver Trend zu erkennen, sodass der FuE-Anteil auf rund sieben Prozent in 2000 anstieg (OECD 2004a).

Die Studie „Stärkung des Pharma-Innovationsstandortes Deutschland“ des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI) beschäftigte sich mit den Ursachen für die Verschlechterung der Position Deutschlands als FuE-Standort in den letzten drei Jahrzehnten.<sup>1</sup> Zielsetzung der Studie (Laufzeit: August 2003 bis Mai 2005) war es, erstmals eine umfassende „Landkarte“ der Leistungsfähigkeit sowie wichtiger Innovationshemmnisse des Pharma- und Gesundheitssektors in Deutschland zu entwickeln. Auf dieser Basis konnten konkrete Handlungsempfehlungen zur Stärkung des Pharma-Innovationsstandortes Deutschland abgeleitet werden mit dem Ziel, bestehende Potenziale zu erhalten, zu (re-)aktivieren, auszubauen sowie Innovationshemmnisse abzubauen. Eine Stärkung des Standortes hat zum Ziel, dass nationale und internationale Pharmaunternehmen, die sich zunehmend globaler aufstellen, wieder verstärkt Ausgaben und Investitionen am Standort Deutschland tätigen. Dies hätte positive gesamtwirtschaftliche Impulse, unter anderem auf die Innovationskraft und Beschäftigung, zur Folge (vgl. Abschnitt 2).

Der methodische Ansatz setzt auf den Erkenntnissen der aktuellen Innovationsforschung auf. Diese geht davon aus, dass Innovationen systematisch in einem Innovationssystem entstehen, an dem diverse Akteure und Institutionen in einem interaktiven, interdisziplinären und kollektiven Prozess beteiligt sind (unter anderem Nelson/Wright 1993; Freeman 1988, Edquist 1997, Kline 1985, Lundvall 1992, Malerba 2002). Zur Analyse der Akteure, ihrer Rollen und der wichtigsten Einflussfaktoren können, wie in *Abbildung 1* dargestellt, vier Teilsysteme unterschieden werden (Senker et al. 2001):

- Wissenschaft und Ausbildung: unter anderem Wissensbasis sowie Wissens- und Technologietransfer,
- industrielle Akteure: unter anderem industrielle FuE-Prozesse zur Umsetzung neuer Technologien und neuem Wissen in international wettbewerbsfähige Produkte,
- Kapitalmärkte und Wettbewerb: unter anderem Verfügbarkeit von Risikokapital,
- Nachfrage und Rahmenbedingungen: unter anderem Marktattraktivität (zum Beispiel Marktvolumen, Marktdynamik) und Rahmenbedingungen (gesundheits-)politischer, rechtlicher und gesellschaftlicher Natur.

### Vernetzung der Teilsysteme bestimmt die Innovationskraft

Zukünftig wird kaum ein neues Medikament auf den Markt kommen, das nicht in einer oder mehreren Phasen seines Entwicklungsprozesses mit biotechnologischen Methoden bearbeitet wird oder von biotechnologischem Know-how profitiert (Reiss/Hinze 2000).

Die zunehmende Bedeutung der Biotechnologie in den FuE-Prozessen der pharmazeutischen Industrie, sowohl als FuE-Werkzeug beziehungsweise Methode zur Identifikation neuer Wirkorte und Wirkstoffe als auch zur Entwicklung und Herstellung neuer pharmazeutischer Produkte („Biopharmazeutika“), erfordert eine neue Wissensbasis (zum Beispiel Genomsequenzierung, Screening-Methoden, kombinatorische Chemie). Ebenso wächst die Anzahl der wissenschaftlichen Disziplinen, die diese Wissensbasis bereitstellen (zum Beispiel Biologie, Biochemie, Bioinformatik).

Deshalb wird zukünftig kein Unternehmen in der Lage sein, den gesamten Pharma-Innovationsprozess alleine effizient zu steuern. In einem prosperierenden Innovationssystem müssen daher nicht nur die Teilsysteme leistungsstark, sondern auch untereinander hochgradig vernetzt sein (unter anderem Porter 1990, 1999). Nicht einzelne Faktoren oder Akteure, sondern das Zusammenspiel und die Vernetzung leistungsstarker Teilsysteme und deren Akteure innerhalb des Innovationssystems entscheiden über die Innovationskraft eines nationalen Pharma-Innovationsstandortes.

Forderungen der verschiedenen Akteure bezüglich der Gestaltung des Pharma-Innovationsstandortes sind häufig geprägt von subjektiven Einschätzungen und tagesaktuellen Entwicklungen. Um ein wissenschaftlich fundiertes Gesamtbild zu erhalten, wurde – unter Einbeziehung aller relevanten Stakeholder (Industrie, Wissenschaft, Politik, Krankenkassen, Ärztevertreter und Patientenorganisationen) – ein qualitativer und quantitativer Methoden-Mix eingesetzt.

Dieser Mix umfasste schriftliche Befragungen (unter anderem 79 Industrieunternehmen, 47 Einrichtungen der Forschung und Entwicklung, vier Verbände, sechs Patientenvertretungen), 43 persönliche und telefonische Experteninterviews und einen Workshop mit 20 Vertretern aus Industrie und Wissenschaft. Diese Sicht wurde durch Auswertung der einschlägigen Fachliteratur und Datenbanken um eine weitere Außensicht ergänzt. Jedes Instrumentarium spiegelt damit einen Ausschnitt aller möglichen Meinungen wider. In Summe ergibt sich daraus ein objektiveres Bild. Die dadurch erzielte Transparenz soll zur Versachlichung der oftmals emotional aufgeladenen Debatte beitragen.

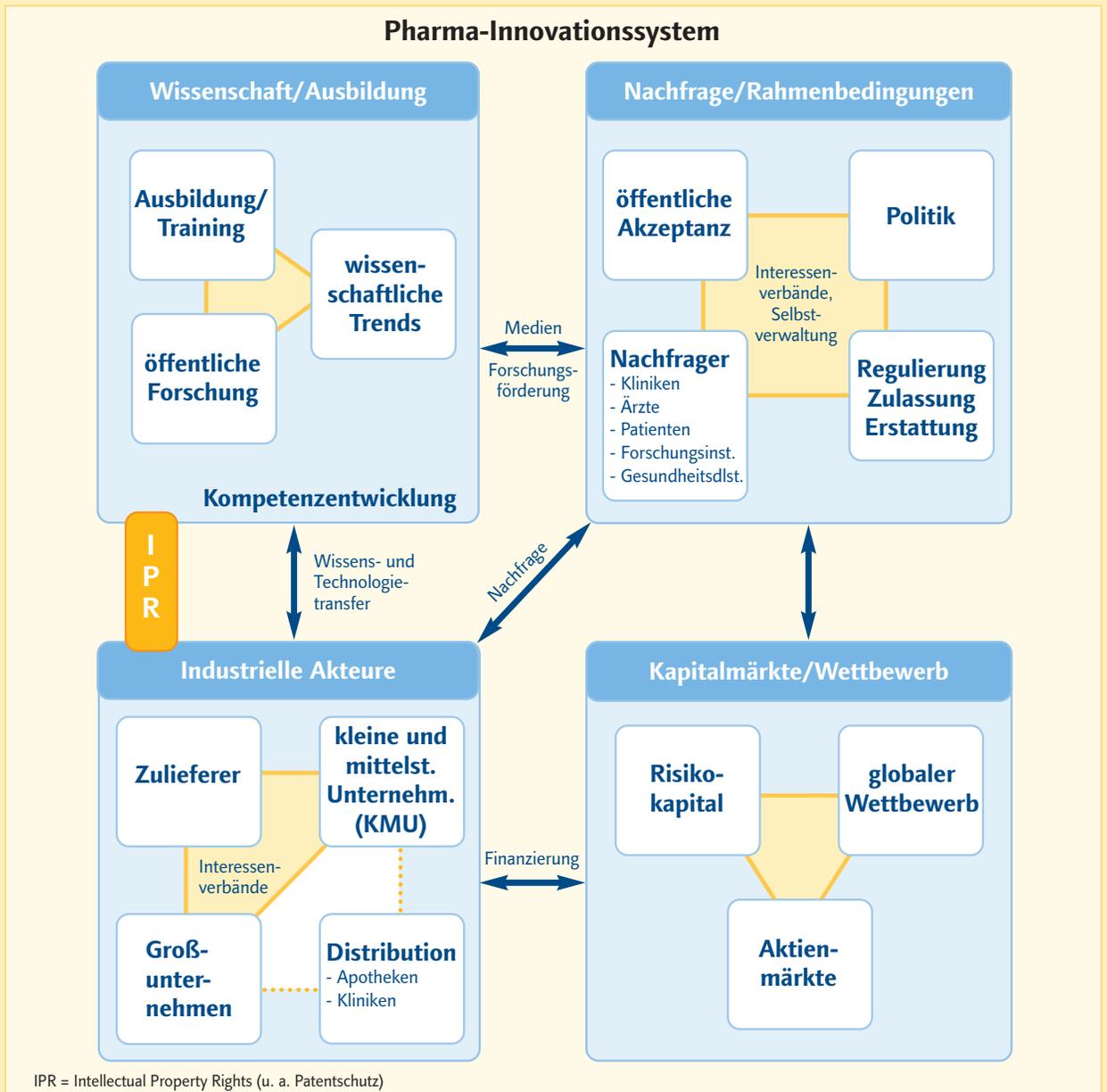
■ 2. Gesamtwirtschaftliche Bedeutung des Pharmasektors

Deutschland wird vor allem als Innovationsstandort für wissens- und forschungsintensive Wirtschaftssektoren ein hohes gesamtwirtschaftliches Entwicklungspotenzial beigemessen (BMBF 2000-

2005). Der Pharmasektor gehört ebenso wie zum Beispiel der Fahrzeugbau zu den Wirtschaftsbranchen, in denen viel Forschung und Entwicklung und technologisches Wissen zur Herstellung neuer Produkte benötigt wird. Mit einer sehr hohen FuE-Intensität, gemessen als Anteil der FuE-Beschäftigten an den Gesamtbeschäftigten (15,7 Prozent) sowie der FuE-Gesamtaufwendun-

ABBILDUNG 1

Teilsysteme und Netzwerke im Pharma-Innovationssystem



Quelle: Fraunhofer ISI in Anlehnung an Senker et al. 2001

gen am Umsatz (12,1 Prozent), nahm die pharmazeutische Industrie in 2001 eine Spitzenposition unter allen Wirtschaftssektoren ein (Stifterverband 2004).

Ausgaben für Arzneimittel werden in der tagespolitischen Diskussion und in den Medien häufig nur hinsichtlich der Kosten betrachtet, die sie im Gesundheitssystem verursachen. Innovationen im Pharmasektor haben aber unbestritten einen hohen volkswirtschaftlichen Nutzen (unter anderem BCG 1998): Sie entlasten das Gesundheitswesen (unter anderem durch geringere Verweildauer in Krankenhäusern), sie entlasten die Rentensysteme (unter anderem durch Vermeidung von Frühverrentung), sie entlasten die Pflegesysteme (unter anderem verringern sie Pflegebedürftigkeit und -intensität), sie sorgen für einen Zuwachs an Lebensqualität (unter anderem durch Verringerung von Morbidität und Sterblichkeit), sie erhöhen den Gesamtproduktionswert (unter anderem durch Verkürzung der Arbeitsunfähigkeitszeiten) und sie schaffen und sichern Beschäftigung.

Das gesamte, durch die Pharmaindustrie beeinflusste Beschäftigungspotenzial lag in 2002 bei circa 242.000 Erwerbstätigen (Weiß et al. 2004). Der Pharmasektor selbst beschäftigte rund 117.000 direkt Erwerbstätige, rund 27 Prozent dieser Beschäftigten haben eine akademische Ausbildung und etwa zwölf Prozent eine Meister-/Technikerausbildung (Menrad et al. 2003). Über seinen direkten Beitrag zur Beschäftigung hinaus ist der Pharmasektor durch seine Investitionstätigkeiten (unter anderem Modernisierung der Produktionsanlagen und Labore) und Ausgaben für Vorleistungskäufe (unter anderem FuE-Dienstleistungen, chemische Erzeugnisse) an der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung beteiligt. Diese Lieferverflechtungen mit anderen Wirtschaftssektoren generieren zusätzliche 125.000 indirekt Erwerbstätige. Bei etlichen der vorgelagerten Wirtschaftssektoren handelt es sich um „wissensintensive und hochwertige“ Dienstleistungen, zum Beispiel FuE-Dienstleistungen von Biotechnologieunternehmen, mit überdurchschnittlich hohem Akademikeranteil (Weiß et al. 2004).

Aufgrund seiner Verflechtung mit vorgelagerten Wirtschaftssektoren nimmt der Pharmasektor einerseits als wichtiger Abnehmer von innovativen Produkten (zum Beispiel FuE-Dienstleistungen von Universitätskliniken) eine Spitzenposition unter allen Sektoren ein. Andererseits ist er als Lieferant innovativer Produkte für nachgelagerte Dienstleistungssektoren (insbesondere im Gesundheitswesen) von sehr hoher Bedeutung (ZEW und NIW 2005).

### ■ 3. Standortwahl: Erfolgskritische Faktoren

Unternehmen denken in miteinander verknüpften Wertschöpfungsprozessen. Bei Standortentscheidungen sind daher sowohl

Angebots- als auch Nachfragefaktoren von Bedeutung. Hinsichtlich der Frage, an welchen Standorten (global agierende) Unternehmen ihre Forschung und Entwicklung durchführen, muss im Technikfeld Pharmazie deutlich zwischen der Präklinik und der klinischen Forschung unterschieden werden (Reger et al. 1999). In der Präklinik geht es unter anderem um die Identifizierung von Wirkorten und Wirkstoffen, in der klinischen Forschung dagegen um den Test neuer Wirkstoffe/Medikamente am Menschen.

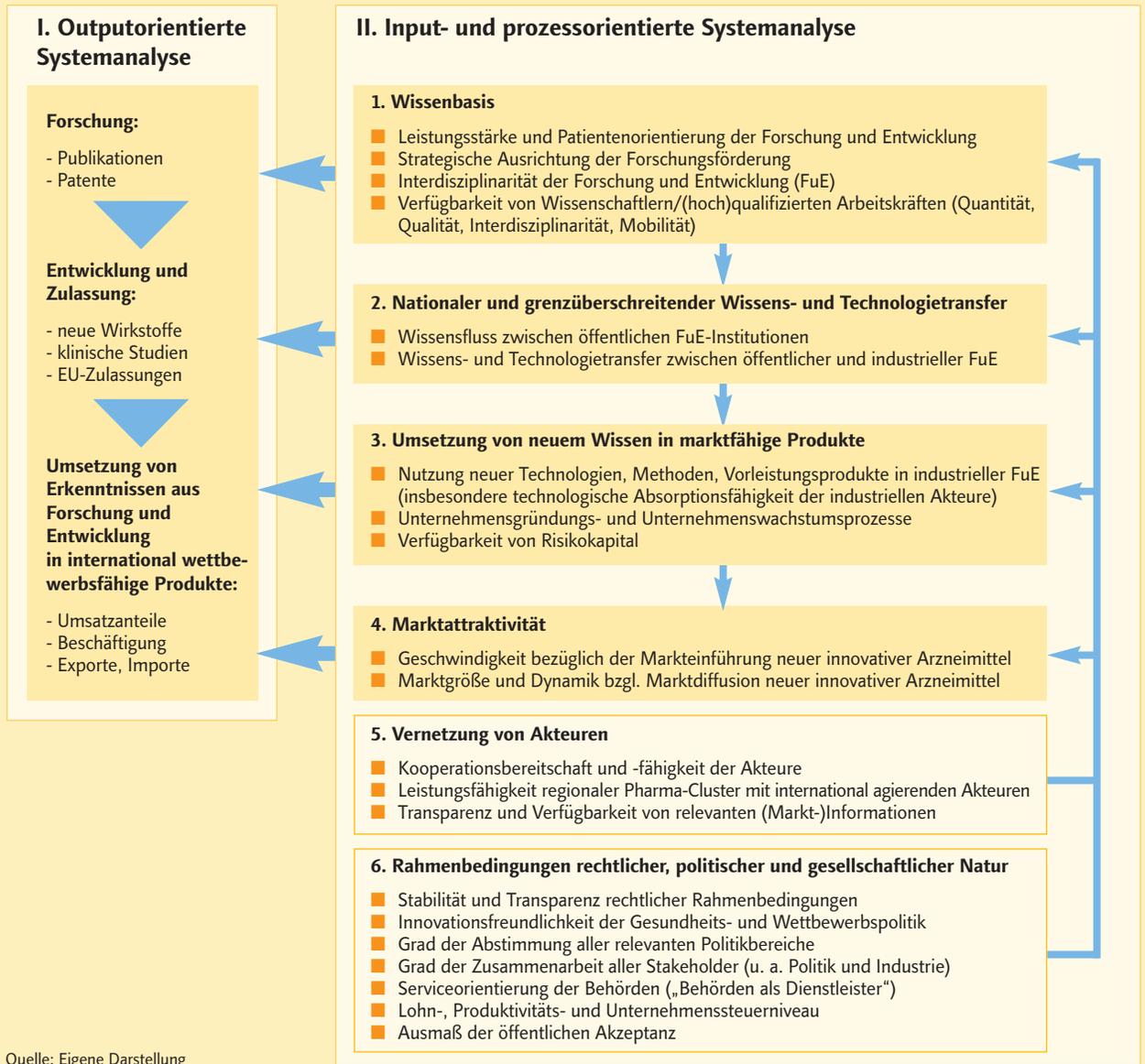
Die Forschung in der Präklinik wird sehr stark von der Forschungsinfrastruktur beeinflusst. Wissenschaftliche Exzellenz und neueste Forschungsergebnisse treiben die Generierung neuer Arzneimittel voran. Die Exzellenz der Forschung in Form von innovativen, forschenden Technologieunternehmen, Universitäten, Kliniken und anderen Forschungseinrichtungen mit internationaler Reputation bietet sehr starke Anreize für die Ansiedlung der Forschungsaktivitäten nationaler und multinationaler Unternehmen. Sämtliche Akteure müssen über hohe Kooperations- und Managementfähigkeiten verfügen, da ansonsten der Wissens- und Technologietransfer nicht effizient stattfinden kann. In der klinischen Forschung (unter anderem klinische Studien Phase I, II, III) ist für die Unternehmen eine frühzeitige Bindung an führende Märkte (Lead Markets beziehungsweise Vorreitermärkte) entscheidend. Ein Set aus folgenden Elementen kennzeichnet einen Lead Market (vgl. Gerybadze et al. 1997):

- eine Nachfragesituation, die durch hohe Einkommens- und niedrige Preiselastizitäten und ein hohes Pro-Kopf-Einkommen geprägt ist,
- eine Nachfrage mit hohen Qualitätsansprüchen und großer Bereitschaft, Innovationen aufzunehmen (das heißt hohe Marktdynamik), Innovationsneugier und hohe Technikakzeptanz,
- gute Rahmenbedingungen für rasche Lernprozesse bei Anbietern,
- Zulassungsstandards, die wegweisend für Zulassungen in anderen Ländern sind,
- ein funktionierendes System des Explorations-Marketing („Lead-User“-Prinzip),
- ein spezifischer, innovationstreibender Problemdruck,
- offene, innovationsgerechte Regulierung und
- intensiver Wettbewerb.

Eine hohe quantitative und qualitative Bedeutung des Marktes für das jeweilige Produkt ist für die Pharmaunternehmen ebenso wichtig wie eine gute Zusammenarbeit mit serviceorientierten

ABBILDUNG 2

Kriteriensystematik zur Bewertung des Pharma-Innovationsstandortes Deutschland



Zulassungsbehörden, eine hohe Transparenz der Zulassungskriterien und eine exzellente Infrastruktur zur professionellen Durchführung klinischer Studien. Eine enge Kopplung der FuE-Aktivitäten an die Produktion ist bei forschenden Arzneimittelherstellern dagegen nur ein geringer Einflussfaktor für die FuE-Standortwahl. Die Herstellung ist meist relativ unabhängig von der FuE organisiert. Bei bio-/gentechnisch hergestellten Medikamenten zeigt sich allerdings eine zunehmende Verzahnung von FuE und Produktion.

**4. Bewertung der Leistungsfähigkeit des Pharma-Innovationsstandortes Deutschland**

Auf Basis des Innovationssystem-Ansatzes (vgl. Abschnitt 1), verschiedener Systematiken zu erfolgskritischen Standortfaktoren (vgl. Abschnitt 3), der schriftlichen Befragung und von Experteninterviews wird eine Kriteriensystematik entwickelt, mit deren Hilfe der Pharma-Innovationsstandort Deutschland umfassend bewertet werden kann (Abbildung 2). Hierbei wird zunächst die Leistungs-

fähigkeit des Pharma-Innovationsstandortes Deutschland mittels geeigneter Outputindikatoren (unter anderem Publikationen, Patente) bewertet. Da diese Leistungsfähigkeit stark vom Zusammenspiel und der Vernetzung leistungsstarker Teilsysteme und deren Akteure beeinflusst wird, werden in einem zweiten Schritt an Hand von 21 input- und prozessorientierten Kriterien, die als erfolgskritische Standortfaktoren zu verstehen sind, die Innovationshemmnisse des deutschen Pharma-Innovationssystems untersucht. Die Untersuchungsergebnisse der Studie des Fraunhofer ISI zur Leistungsfähigkeit des Pharma-Innovationssystems lassen sich wie folgt zusammenfassen (Nusser/Hinze 2005):

## Forschung und Entwicklung

### Publikationen:

Deutschland konnte seit Anfang der 1990er-Jahre seine Aktivitäten hinsichtlich wissenschaftlicher Publikationen deutlich steigern. In allen untersuchten Technikfeldern (Pharmazeutik, Biotechnologie und Biopharmazeutik) verzeichnet Deutschland mit jährlichen Wachstumsraten von fünf bis zehn Prozent die höchste Wachstumsdynamik im Vergleich zu wichtigen Konkurrenzländern.

### Patentaktivitäten:

Auch bei den Patentanmeldungen weist Deutschland im Zeitraum 1993 bis 2000 in den Technikfeldern Pharmazeutik, Biotechnologie und Biopharmazeutik mit jährlichen Wachstumsraten von zehn bis 17 Prozent die höchste Wachstumsdynamik im Vergleich zu wichtigen Wettbewerbern auf (siehe Tabelle 1). Hinsichtlich des absoluten Niveaus bei Publikationen und Patentanmeldungen liegt Deutschland hinter den USA in der Regel an zweiter oder dritter Stelle. Bei Berücksichtigung qualitativer und relativer Outputindikatoren (unter anderem Zitierung von Publikationen und Patenten, „Pro-Kopf“-Werte) verschlechtert sich allerdings die Position Deutschlands.

### Produktpipeline:

Hinsichtlich der Befüllung der Produktpipeline schneidet Deutschland in den „marktnahen“ Entwicklungsphasen (Phase I, II und III) im Vergleich zu wichtigen Konkurrenzländern wie USA, Japan,

Großbritannien und Frankreich schlechter ab. In der „marktfernen“ Phase Präklinik verbessert sich das Bild zu Gunsten von Deutschland (Reiss/Hinze 2004). Somit dürften ab circa 2010 wieder mehr Produkteinführungen aus Deutschland zu erwarten sein.

## International wettbewerbsfähige Produkte

### Entwicklung Umsatzanteile:

Vergleicht man die Zeiträume 1985 bis 1989 und 1995 bis 1999 miteinander, so konnten die USA ihren Umsatzanteil bei den 50 wichtigsten neuen Arzneimittelwirkstoffen („New Chemical Entities“) von 41,5 Prozent auf 69,1 Prozent erhöhen. Die Pharmaunternehmen mit Sitz des Mutterkonzerns am Standort Deutschland mussten hingegen einen Umsatzverlust von 11,7 Prozent auf 3,3 Prozent hinnehmen. Länder wie beispielsweise das Vereinigte Königreich, die Schweiz und Frankreich konnten bezüglich ihrer Umsatzanteile zulegen (Gambardella et al. 2000).

### Exportstärke:

Obgleich Deutschland seit Jahren die Pharma-Exportnation Nummer Eins ist, deuten einige Indikatoren auf eine Verschlechterung der Position Deutschlands hin. Der Exportanteil bezogen auf die wichtigsten 23 OECD-Länder sank von 18 Prozent in 1990 auf 14 Prozent in 2000. Auf Grund stark zunehmender Importe sank bei den sehr forschungsintensiven Pharmaprodukten die Export-Importquote von 1,8 in 1993 auf 1,1 in 2001. Einiges deutet darauf hin, dass sich Deutschland in einigen sehr forschungsintensiven Bereichen der Spitzentechnik zunehmend zu einem „Vertriebsstandort“ multinational agierender Pharma-Großkonzerne entwickelt, während die Forschung und Entwicklung und teilweise auch die Produktion an andere Standorte verlagert wird. In der biotechnologischen Produktion hat sich Deutschland allerdings zum zweitwichtigsten Produktionsstandort nach den USA entwickelt.

### Beschäftigung:

Die Zahl der Beschäftigten im Pharmasektor nahm von rund 136.000 in 1992 auf 113.000 in 1999 ab (VFA 2003). Seit 1999 verzeichnet der Sektor wieder Beschäftigungszuwächse.

TABELLE 1

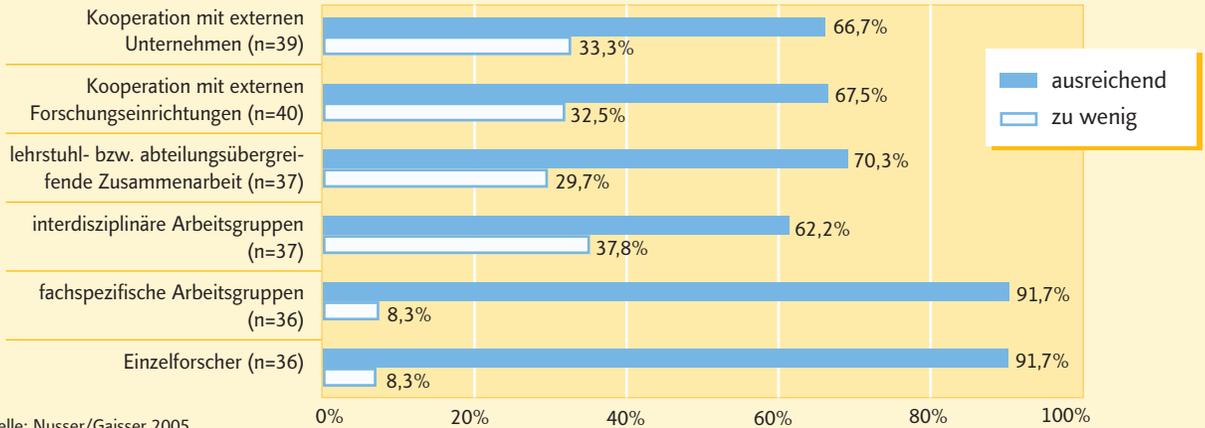
### Patentanmeldungen: Durchschnittliche jährliche Wachstumsraten (1993-2000)

	Welt	USA	Japan	Deutschland	Vereinigtes Königreich	Frankreich	Dänemark	Schweden
Pharmazeutik	8 %	8 %	6 %	10 %	9 %	9 %	10 %	11 %
Biotechnologie	11 %	9 %	9 %	17 %	10 %	11 %	7 %	12 %
Biopharmazeutik	11 %	9 %	10 %	16 %	11 %	13 %	13 %	12 %

Quelle: Nusser/Hinze 2005 (EPAT, PCTPAT; Berechnungen Fraunhofer ISI)

ABBILDUNG 3

## Einschätzung der Vernetzung und Interdisziplinarität (Antworten aus Forschungs- und Entwicklungs-Einrichtungen)



Quelle: Nusser/Gaisser 2005

Insgesamt zeichnen die aktuellen marktnahen Leistungsindikatoren (u. a. Umsatz mit innovativen Produkten) ein ungünstiges Bild des Pharmasektors. FuE-Frühindikatoren (unter anderem Publikationen, Patente) lassen dagegen einen positiven Trend erkennen.

## 5. Innovationshemmnisse

Die im Rahmen der Studie des Fraunhofer ISI identifizierten Innovationshemmnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen (Nusser/Gaisser 2005):

### Wissensbasis und Transfer

#### Forschungsförderung:

Die (bio-)pharmazeutische Forschungsförderung liegt in Deutschland unter dem Niveau bedeutender Konkurrenzländer. Gemessen am Bruttoinlandsprodukt machen staatliche Forschungsausgaben für die Lebenswissenschaften in Deutschland rund 0,17 Prozent aus. Der Vergleichswert in den USA liegt bei 0,27 Prozent (BMBF 2005). Strukturelle Fördermaßnahmen sind häufig zu kurzfristig ausgerichtet, es fehlen Fördermaßnahmen zum Erhalt der aufgebauten Strukturen. Dies trifft besonders die Lebenswissenschaften bedingt durch die langen FuE-Zyklen von über zehn Jahren.

#### Forschungsausrichtung:

Die anwendungs- und patientenorientierte Forschung ist einerseits nicht ausreichend in der öffentlichen Forschung und in den Förderprogrammen verankert. Andererseits ist sie innerhalb des akademischen Karrierepfades weniger hochrangig angesiedelt. Institutionelle Rahmenbedingungen (unter anderem unzureichende Integration der klinischen Forschung in die universitäre

Forschung) schränken die Patientenorientierung der Forschung ein. Dadurch erfolgt zu wenig Forschung „am Krankenbett“.

#### Vernetzung und Interdisziplinarität:

33 Prozent der befragten FuE-Einrichtungen kritisieren die ungenügende Kooperation mit anderen FuE-Einrichtungen wie beispielsweise Universitätskliniken (Abbildung 3). Zudem ist die Vernetzung von Fachdisziplinen begrenzt. Knapp 30 Prozent der FuE-Einrichtungen beklagen eine zu geringe lehrstuhl- und abteilungsübergreifende Zusammenarbeit. Unzureichende Anreizsysteme behindern eine intensivere Vernetzung von öffentlichen FuE-Einrichtungen mit anderen externen FuE-Einrichtungen und Unternehmen. Die mangelnde Interdisziplinarität schränkt die Forschung und die qualitativ hochwertige Lehre ein. So gehören zwar in fast 80 Prozent der FuE-Einrichtungen Biologen zum wissenschaftlichen Personal. Mediziner und Pharmazeuten sind nur in jeder zweiten Arbeitsgruppe vertreten. Nur rund zehn Prozent der öffentlichen FuE-Einrichtungen beschäftigen Informatiker. Interdisziplinäre Ausbildungsinhalte (zum Beispiel Betriebswirtschaftslehre) im Rahmen des medizinisch-naturwissenschaftlichen Studiums werden unzureichend berücksichtigt.

#### Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal:

Mittelfristig ist in Deutschland mit einer deutlichen Verknappung an (bio-)pharmarelevanten Akademikern zu rechnen. Prognosen deuten auf eine Verringerung der Hochschulabsolventen in den Bereichen Medizin, Chemie, Physik und Ingenieurwissenschaften um 20 bis 40 Prozent im Jahr 2010 im Vergleich zur Mitte der 1990er-Jahre hin (Kultusministerkonferenz 2001). Aktuelle Zahlen hinsichtlich der Hochschulanfänger zeichnen wieder ein positiveres Bild (BMBF 2003).

*Wissens- und Technologietransfer:*

Unzureichende Wertschätzung und Kenntnisse über Patentierung und bürokratische zeitintensive Prozeduren auf Ebene der Universitäten behindern den Wissens- und Technologietransfer. Öffentliche Forscher in Deutschland schätzen das Publizieren wissenschaftlicher Ergebnisse als deutlich wichtiger ein als das Patentieren der FuE-Ergebnisse. In anderen Ländern (zum Beispiel in den USA) haben Forschungs- und Entwicklungs-Einrichtungen dagegen ein größeres Interesse an der Patentierung der Forschungsergebnisse und an deren Verkauf an industrielle Akteure. Zudem behindert eine zu starke Fragmentierung der Technologietransferstellen und Patentverwertungsagenturen eine fachspezifische Schwerpunktbildung. Des Weiteren gibt es einen unzureichenden Personalaustausch zwischen öffentlichen FuE-Einrichtungen sowie öffentlicher und industrieller Forschung und Entwicklung. Dies behindert den Wissenstransfer durch Köpfe. Nur 30 Prozent der FuE-Einrichtungen denken über einen gezielten (zeitlich befristeten) Personaltransfer nach, bei den Unternehmen sogar nur knapp zehn Prozent.

**Industrielle Forschungs- und Entwicklungs-Prozesse**

Bei der industriellen Forschung und Entwicklung sind im internationalen Vergleich erhebliche Versäumnisse der deutschen industriellen Akteure bis Mitte der 1990er-Jahre zu erkennen:

*Industrielle Aufwendungen in zukunftsgerichtete FuE:*

Von 1980 bis 1997 lag in Deutschland die jahresdurchschnittliche Zuwachsrate bei industriellen Ausgaben für Forschung und Entwicklung bei rund sechs Prozent. In wichtigen Konkurrenzländern wie zum Beispiel Vereinigtes Königreich und USA lag der Wert bei jährlich zwölf Prozent (Legler et al. 2000). Pharmaunternehmen in Deutschland haben von 1991 bis 2001 bezogen auf ihren Produktionswert weniger in Forschung und Entwicklung (re-)investiert als andere Länder: Deutschland sieben bis zehn Prozent, Vereinigtes Königreich 17 bis 25 Prozent und die USA elf bis 13 Prozent (OECD 2004a). Seit 1996 ist in Deutschland eine positive dauerhafte Trendwende zu verzeichnen.

*Strategische Ausrichtung der Forschung und Entwicklung:*

Deutsche Unternehmen fokussierten sich stark auf die hinteren Stufen der Wertschöpfungskette (das heißt Produktion, Marketing, Vertrieb anstatt FuE): Zum Beispiel kauften in den 1990er-Jahren deutsche Pharmaunternehmen meist sichere (aber teurere) Lizenzen für bereits zugelassene oder sich im Markt befindende Arzneimittel (rund 75 Prozent aller Lizenzkäufe). US-Unternehmen hingegen erwarben zu rund 70 Prozent riskantere (aber billigere) Lizenzen von Arzneimitteln in der Präklinik oder Phase I und II und führten die (Weiter-)Entwicklung selbst durch (Gambardella et al. 2000).

*Internationalisierung:*

Trotz ihrer Exportstärke haben Pharmaunternehmen in Deutschland nur unterdurchschnittlich am weltweit starken Wachstum des Pharmasektors partizipiert. Für die befragten kleinen und mittelständischen Pharmaunternehmen (Pharma-KMU) und Großunternehmen ist Deutschland mit einem Umsatzanteil von durchschnittlich 78 Prozent (KMU) und 48 Prozent (Großunternehmen) der wichtigste Markt. Zwar konnten deutsche Pharmaunternehmen ihren Absatz im wachstumsstärksten Markt USA in absoluten Zahlen deutlich steigern, doch sank der Anteil der US-Importe aus Deutschland von 16 Prozent in 1990 und 24 Prozent 1998 auf unter 14 Prozent in 2001 (OECD 2004b). Andere, meist kleinere Länder konnten hingegen im Zeitraum von 1990 bis 2001 zulegen: zum Beispiel Singapur (von 0,3 auf 2,4 Prozent), Irland (von 6,5 auf 12,7 Prozent). Diese Zahlen können auch als Indiz für eine abnehmende Bedeutung Deutschlands als Produktionsstandort gedeutet werden: Die weltweit größten Pharmaunternehmen (vorwiegend aus den USA) verlagern ihre Produktion zunehmend in Länder wie beispielsweise Irland oder Singapur anstatt in Deutschland zu produzieren.

*Vernetzung und leistungsfähige Cluster:*

Die deutschen Unternehmen zeigten bis Mitte der 1990er-Jahre deutliche Schwächen hinsichtlich ihrer Vernetzung mit anderen Akteuren. Bei den großen Pharmaunternehmen ist seit Mitte der 1990er-Jahre eine Trendwende festzustellen. Bei Pharma-KMU ist die Neigung zur Kooperation bis heute gering ausgeprägt und meist auf Deutschland begrenzt. Dieser Mangel an KMU-Kooperationsaktivitäten kann zukünftig aufgrund der zunehmenden Bedeutung von individuell auf den Patienten abgestimmten Medikamenten/Therapien in Verbindung mit der Nähe der Pharma-KMU zum (End-)Kunden ein Innovationshemmnis darstellen. Aufgrund eines Mangels an starken industriellen Kooperationspartnern im eigenen Land besteht die Gefahr, dass FuE-Einrichtungen oder junge deutsche Biotechnologieunternehmen vor Ort keine starken Kooperationspartner, Auftraggeber oder Käufer für ihre Produkte mehr finden. Dadurch wird die Bildung leistungsfähiger nationaler (regionaler) Pharma-Cluster in Deutschland dauerhaft behindert.

**Kapitalmärkte zur Finanzierung von Innovationen***Verfügbarkeit Risikokapital:*

Verschiebungen bei der Risikokapitalfinanzierung von der Frühphasen-Finanzierung hin zu späteren, sichereren Phasen (EVCA 1990-2003) deuten auf eine Finanzierungslücke bei Unternehmensgründungen sowie auf Finanzierungsengpässe bei expandierenden jungen Biotechnologieunternehmen hin. In 2000 entfielen beim Risikokapital in den Frühphasen („early stage capital“) 8,2 Prozent auf das „seed capital“ (Kapital zur Finan-

zierung der Umsetzung einer Geschäftsidee und unter Umständen eines Prototypen) und 26,5 Prozent auf das „start-up capital“ (Kapital zur Finanzierung der Gründungsphase, in der Produkte noch nicht beziehungsweise kaum vermarktet werden). Diese Werte sind in 2002 auf 3,1 Prozent und 19,3 Prozent gefallen. Darunter kann der Wissens- und Technologietransfer von der öffentlichen in die industrielle FuE zukünftig erheblich leiden (unter anderem weniger akademische Spin-offs).

### Marktattraktivität und Rahmenbedingungen

#### Marktattraktivität:

Deutschland rangiert hinsichtlich der Zeitspanne vom Zulassungsantrag bis zur Markteinführung lediglich im Mittelfeld (PICTF 2003). Der Weltpharmamarkt verzeichnet seit 1990 ein starkes Wachstum mit teilweise zweistelligen jährlichen Zuwachsraten. In Deutschland ist die Wachstumsdynamik mit rund sechs Prozent vergleichsweise gering (Hinze et al. 2001). Dies führte dazu, dass der Weltmarktanteil Deutschlands von sechs Prozent in 1992 auf circa vier Prozent in 2002 sank (VFA 2003). Trotz seiner Stellung als weltweit drittgrößter Markt hat der deutsche Markt aufgrund der geringeren Marktdynamik für die zunehmend international agierenden Pharmaunternehmen deutlich an Marktattraktivität

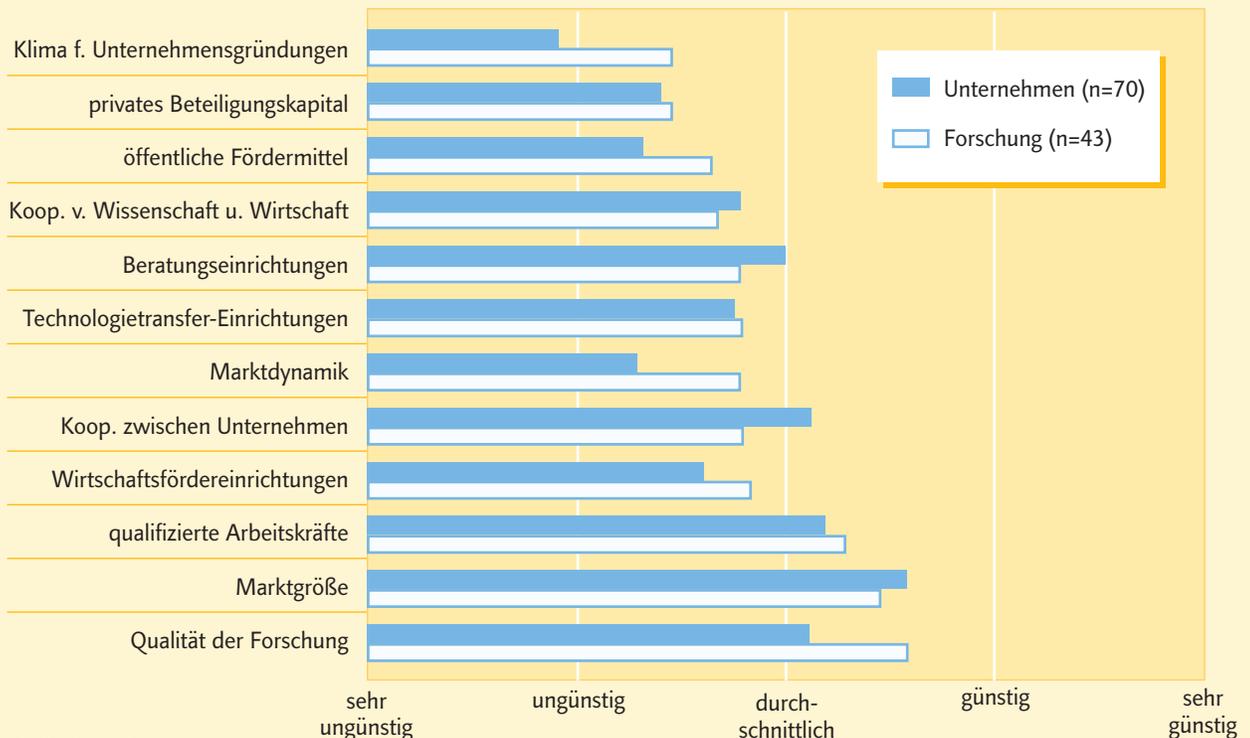
verloren. Wie in Abschnitt 3 dargestellt, sind ein schneller und breiter Marktzugang sowie eine hohe Marktdynamik vor allem für die Frage, wo global agierende Unternehmen ihre klinische Entwicklung durchführen, ein erfolgskritischer Standortfaktor.

#### Rahmenbedingungen:

Sich häufig ändernde rechtliche und politische Rahmenbedingungen und eine starre (nationale) Auslegung administrativer Vorgaben durch Behörden erzeugen Intransparenz, Inflexibilität und beeinträchtigen die Planungssicherheit. Vor allem die gesundheitspolitischen Rahmenbedingungen werden in Deutschland als überwiegend ungünstig bewertet. Lediglich die Qualität der klinischen Prüfung wird als durchschnittlich (nicht aber exzellent) eingeschätzt. Das Pharma-Innovationssystem ist mit widersprüchlichen Signalen konfrontiert: Einerseits wird ein Beitrag zur Kostendämpfung gefordert, andererseits soll es zu Innovationen und einer Steigerung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit beitragen. Häufig werden in Deutschland Risiken stärker gewichtet als die mit Innovationen verbundenen Chancen. Dies führt laut Expertenmeinung zum Beispiel dazu, dass Pharmaunternehmen Probleme haben, ausreichend Patienten für die Durchführung von klinischen Studien zu gewinnen und dass bei der Überführung von EU-Recht in nationales Recht stets die höchsten Regulierungsanforderungen zur Anwendung kommen.

ABBILDUNG 4

### Einschätzung der Marktattraktivität und der Rahmenbedingungen (durch Pharmaunternehmen und FuE-Einrichtungen)



Quelle: Nusser/Gaisser 2005

Die Ergebnisse der schriftlichen Befragung von Industrieunternehmen und FuE-Einrichtungen hinsichtlich der Marktattraktivität und Rahmenbedingungen sind in *Abbildung 4* (auf Seite 23) zusammenfassend dargestellt. Die befragten Pharmaunternehmen bewerten die gesundheitspolitischen Rahmenbedingungen in Deutschland deutlich schlechter als die allgemeinen Rahmenbedingungen. *Abbildung 5* zeigt, dass innerhalb der Gruppe der Unternehmen die kleinen und mittelständischen Pharmaunternehmen (KMU) die gesundheitspolitischen Rahmenbedingungen ungünstiger einschätzen (insbesondere die Arzneimittelzulassung und Kostenerstattung). Großunternehmen kommen anscheinend, bedingt durch eine größere Personalstärke und juristische In-house-Kompetenzen, besser mit den (rechtlichen) Rahmenbedingungen zurecht. Die gesundheitspolitischen Rahmenbedingungen werden von den FuE-Einrichtungen im Vergleich zu den Unternehmen in der Regel um einen halben Notenpunkt (bei fünf möglichen Punkten) günstiger bewertet.

## 6. Handlungsempfehlungen

Die wichtigsten Empfehlungen der Fraunhofer ISI-Studie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

### Wissensbasis und Transfer

Ohne solide Wissensbasis beziehungsweise hervorragende Forschung fehlen den industriellen Akteuren Ansatzpunkte zur Um-

setzung von neuem Wissen in international wettbewerbsfähige Produkte. Die Wissensbasis ist damit ein entscheidender Faktor für die Stärke eines Innovationssystems. Um die Potenziale im Bereich Wissensbasis zu erhalten und auszubauen, sollten Maßnahmen in unterschiedlichen Bereichen ergriffen werden.

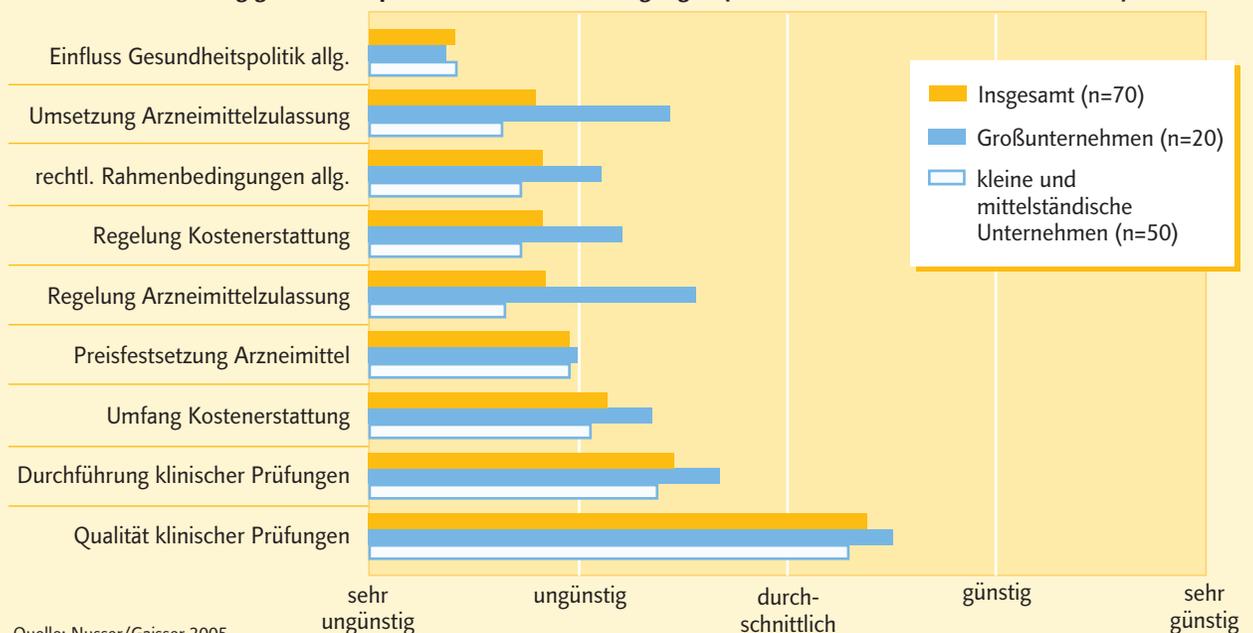
- Zur Optimierung der Forschungsförderung sollte eine Intensivierung bezüglich des Umfangs und der Langfristigkeit von öffentlichen Fördermaßnahmen, eine stärkere Einbindung der Vertreter aus angewandter und patientenorientierter Forschung in „peer review“-Prozesse, eine Stärkung wettbewerblcher Vergabekriterien, die Etablierung kontinuierlicher Evaluationsprozesse sowie eine Intensivierung alternativer Förderungen (unter anderem Stiftungen) erfolgen.

- Zur Verbesserung der Qualität und Patientenorientierung von Forschung und Entwicklung ist eine engere Verzahnung von medizinischer Fachausbildung, Patientenorientierung und industriellem Praxisbezug wichtig, ohne dabei die Grundlagenforschung zu vernachlässigen. Dazu sollten unter anderem Lehrstühle mit patientenorientierten Forschern besetzt und die klinische Forschung in der Mediziner Ausbildung verankert werden.

- Ein Abbau administrativer Hürden, wie beispielsweise durch Entwicklung einfacher und transparenter Standardverträge und Mitnahme von Rentenansprüchen, könnte einen zeitlich befristeten Personalaustausch zwischen öffentlichen FuE-Einrichtungen

ABBILDUNG 5

### Einschätzung gesundheitspolitischer Rahmenbedingungen (Antworten aus Pharma-Unternehmen)



fördern sowie öffentlichen und industriellen FuE-Akteuren und den Wissenstransfer durch Köpfe beschleunigen.

■ Zur Stärkung von Interdisziplinarität und Vernetzung sollten Anreizsysteme geschaffen werden, die interdisziplinäre Forschung belohnen. Zudem können konzertierte und konzentrierte Aktionen dazu dienen, um Perspektiven themenspezifischer Kooperationen, zum Beispiel für einzelne Indikationsgebiete, zu entwickeln.

■ Zur Sicherung eines hohen Ausbildungsniveaus sollten die Curricula hinsichtlich ihrer Relevanz und Vollständigkeit der Ausbildungsinhalte kritisch geprüft werden – naturwissenschaftliche Studiengänge zum Beispiel hinsichtlich des Umfangs ökonomischer Ausbildungsinhalte. Um die Verfügbarkeit von hoch qualifizierten Arbeitskräften sicherzustellen, sollten die Rahmenbedingungen für eine unbürokratischere Einwanderung ausländischer Wissenschaftler verbessert werden.

■ Zur Optimierung des Wissens- und Technologietransfers ist eine stärkere Spezialisierung und fachspezifische Bündelung der bisher stark fragmentierten Technologietransferstellen/Patentverwertungsagenturen wichtig. Unter anderem könnten einige der existierenden Transferstellen zusammengelegt werden. Zudem muss eine adäquate Aus- und Fortbildung sichergestellt werden sowie unter Umständen ein Outsourcing von „Intellectual Property Rights“-Angelegenheiten (unter anderem Patentschutz) an Spezialisten erfolgen, um ausreichend Fachkompetenz bereitstellen zu können. Zudem sollten Rahmenbedingungen, die eine Patentierung an öffentlichen FuE-Einrichtungen und eine Vermarktung von FuE-Ergebnissen stimulieren, geschaffen werden, ohne dabei die Grundlagenforschung zu vernachlässigen.

### Industrielle Forschungs- und Entwicklungs-Prozesse

Das Ausmaß und die Effizienz des Wissens- und Technologietransfers hängt nicht nur von der Qualität der Forschung und des Transfers ab, sondern auch von der Fähigkeit der Unternehmen, externes Wissen zu integrieren. Bei der Ausrichtung industrieller FuE-Prozesse sollte anstelle des „Blockbuster-Modells“ (Fokussierung auf Produkte mit sehr hohem Umsatz, aber auch sehr hohem Forschungs- und Entwicklungsaufwand) eine stärkere Verankerung des „Open Market Innovation“-Gedankens erfolgen (*Duelli/van der Locht 2004*). Dies impliziert bei den Pharmaunternehmen unter anderem eine stärkere FuE-Fokussierung, eine Intensivierung des Ideenaustausches im Unternehmen, zum Beispiel durch das Wissensmanagement per Intranet und global verfügbare Molekülbibliotheken sowie den Aufbau strategischer FuE-Partnerschaften, statt im Alleingang zu forschen (unter anderem Innovationsimport von Biotechnologieunternehmen sowie Innovationsexport von FuE-Wissen, das nicht zur FuE-Fokussierung passt). Bei den Phar-

ma-KMU ist eine stärkere Durchdringung wachstumsstarker ausländischer Märkte erforderlich, zum Beispiel mittels Vertriebskooperationen, um sich so finanzielle Freiräume für erforderliche FuE-Aktivitäten zu schaffen. Um die Effektivität und Umsetzungseffizienz öffentlicher Förderprogramme, beispielsweise zur Bildung von Kompetenznetzwerken der kleinen und mittleren Pharmaunternehmen, zu erhöhen, sollten Wissenschaft und Industrie bereits bei deren Entwicklung und bei der Ausgestaltung des Designs eingebunden werden. Dies erfordert unter anderem ein Impact Assessment oder eine ex ante-Evaluation von Förderprogrammen.

### Kapitalmärkte zur Finanzierung von Innovationen

Um Verzerrungen im Marktmechanismus zu vermeiden, wird nur in speziellen Fällen eine direkte finanzielle Unterstützung empfohlen. Für Biotechnologieunternehmen, die am Übergang zur Wachstumsphase stehen, sollten vielmehr die Rahmenbedingungen verbessert werden. Das kann unter anderem durch die Unterstützung bei der Rekrutierung von Wissenschaftlern, bei Regulierungsfragen, beim Schutz von Intellectual Property Rights und hinsichtlich privater Finanzierungsmöglichkeiten geschehen.

### Marktattraktivität und Rahmenbedingungen

Durch ein systemübergreifendes Health Technology Assessment zur wissenschaftlich neutralen Klärung von Patientennutzen und Kosteneffizienz, eine öffentliche Bereitstellung allgemeinverständlicher Informationen zu Innovationen, eine Forcierung der Fortbildung von Ärzten zur Bedeutung innovativer Produkte durch neutrale Institutionen sowie eine Stärkung wettbewerblicher Elemente (unter anderem Entwicklung eines Preisbildungssystem, das dauerhaft sowohl Pharma-Innovationen als auch Kosteneffizienz im Gesundheitssystem gewährleistet) sollte die Marktattraktivität erhöht werden. Eine Entbürokratisierung und eine zunehmende Serviceorientierung staatlicher Behörden würden die nationalen Zulassungsverfahren beschleunigen. Eine stärkere Koordination der verschiedenen Politikressorts, unter anderem der Gesundheits-, Wirtschafts-, Bildungs-, Forschungspolitik, kann die Passfähigkeit der politischen Rahmenbedingungen erhöhen.

Das übergeordnete Ziel sollte die Entwicklung einer gemeinsamen nationalen Pharma-Strategie sein, unter Einbeziehung von Wissenschaft, Industrie, Politik, Krankenkassen, Ärztervertretungen und Patientenorganisationen. Die positiven Entwicklungen in wichtigen europäischen Konkurrenzländern, wie zum Beispiel im Vereinigten Königreich, Dänemark, Schweden, Finnland (*Reiss et al. 2003*), zeigen, dass sich ein solcher gemeinsamer Weg lohnt. ♦

## Fußnote

- 1 Die Studie wurde am Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung mit finanzieller Unterstützung der Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie (IGBCE) durchgeführt. Die Projektleitung oblag Dr. Sibylle Gaisser. Zu den Mitarbeitern gehörten Dr. Bernhard Bührlen, Dr. Sybille Hinze, Dr. Michael Nusser und Dr. Thomas Reiß. Die Gesamtstudie kann unter [http://www.isi.fhg.de/t/irb\\_bt\\_pharmainno\\_gr.htm](http://www.isi.fhg.de/t/irb_bt_pharmainno_gr.htm) bestellt werden.

## Literatur

**BCG Boston Consulting Group (1998):** Innovationskraft: Forschende Arzneimittelhersteller am Standort Deutschland; Düsseldorf.

**BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung (2000-2005):** Jährliche Berichte zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands (inkl. der jeweiligen ergänzenden Berichte); Bonn.

**Duelli J/van der Locht A (2004):** Vom Blockbuster-Modell zur Open-Market-Innovation; in: Pharm. Ind. 66, 8/2004, 943-947 und 9/2004, 1074-1078.

**Edquist C (Hrsg.) (1997):** Systems of Innovations, Technologies, Institutions and Organisations; London.

**European Venture Capital Association (EVCA) (1990-2003):** Yearbooks; Brussels.

**Freeman C (1988):** Japan: A New National System of Innovation; in: Dosi G et al. (Hrsg.): Technical Change and Economic Theory; London, 331-348.

**Gambardella A/Orsenigo L/Pammolli F (2000):** Global Competitiveness in Pharmaceuticals: a European Perspective; Brüssel.

**Gerybadze A/Meyer-Kramer F/Reger G (1997):** Globales Management von Forschung und Entwicklung; Stuttgart.

**Hinze S et al. (2001):** Einfluss der Biotechnologie auf das Innovationssystem der pharmazeutischen Industrie; Karlsruhe.

**Kline SJ (1985):** Innovation is not a Linear Process; in: Research Management, 28/1985, 34-45.

**Kultusministerkonferenz (2001):** Fächerspezifische Prognose der deutschen Hochschulabsolventen; in: Statistische Veröffentlichungen der Kultusministerkonferenz, Bd. 156.

**Legler H et al. (2000):** Innovationsstandort Deutschland: Chancen und Herausforderungen im internationalen Wettbewerb; Landsberg/Lech.

**Lundvall BA (1992):** National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning; London.

**Malerba F (2002):** Sectoral Systems of Innovation and Production; in: Research Policy, 32/2002, 247-254.

**Menrad K et al. (2003):** Beschäftigungspotenziale in der Biotechnologie; Stuttgart.

**Nelson RR/Wright G (1993):** National Innovation Systems: a Comparative Analysis; New York.

**Nusser M/Gaisser S (2005):** Input- und prozessorientierte Systemanalyse des Pharma-Innovationsstandortes Deutschland; in: Gaisser S/Nusser M/Reiss T (Hrsg.) (2005): Stärkung des Pharma-Innovationsstandortes Deutschland; Stuttgart, 81-184.

**Nusser M/Hinze S (2005):** Outputorientierte Systemanalyse des Pharma-Innovationsstandortes Deutschland; in: Gaisser S/Nusser M/Reiss T (Hrsg.) (2005): Stärkung des Pharma-Innovationsstandortes Deutschland; Stuttgart, 29-80.

**OECD (2004a):** ANBERD database

**OECD (2004b):** STAN BILATERAL TRADE database

**Pharmaceutical Industry Competitiveness Task Force (PICTF) (2003):** Competitiveness and Performance Indicators 2003, <http://www.advisorybodies.doh.gov.uk/pictf/pictf-indicators.pdf>.

**Porter ME (1990):** The Competitive Advantage of Nations; New York.

**Porter ME (1999):** Unternehmen können von regionaler Vernetzung profitieren; in: Harvard Business Manager, 3/1999, 51-63.

**Reger G/Beise M/Belitz H (Hrsg.) (1999):** Innovationsstandorte multinationaler Unternehmen; Heidelberg.

**Reiss T/Hinze S (2000):** Innovation Process and Techno-scientific Dynamics; in: Jungmittag R/Reger G/Reiss T (Hrsg.): Changing Innovation in the Pharmaceutical Industry; Berlin, 53-69.

**Reiss T et al. (2003):** Efficiency of Innovation Policies in High Technology Sectors in Europe (EPOHITE), <http://www.isi.fhg.de/t/projekte/EPOHITE-final%20ESN-160304.pdf>

**Reiss T/Hinze S (2004):** The biopharmaceutical innovation system in Germany. OECD case study on structure, performance, innovation barriers and drivers; Stuttgart.

**Senker J et al. (2001):** European Biotechnology Innovation System. Final report: EC TSER Contract No: SOEI-CT98-1117; Brighton (UK): SPRU.

**Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (2004):** FuE-Datenreport 2003/04: Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft; Essen.

**Verband forschender Arzneimittelhersteller (VFA) (2003):** Statistics 2003; Berlin.

**Weiß JP/Raab S/Schintke J (2004):** Die pharmazeutische Industrie im gesamtwirtschaftlichen Kontext: Ausstrahlung auf Produktion und Beschäftigung in den Zulieferbereichen, [http://www.diw.de/deutsch/produkte/publikationen/diwkompakt/docs/diwkompakt\\_2004-004.pdf](http://www.diw.de/deutsch/produkte/publikationen/diwkompakt/docs/diwkompakt_2004-004.pdf)

**Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW)/ Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung (NIW) (2005):** Innovationsmotor Chemie 2005 – Leistungen und Herausforderungen; Mannheim.

### DER AUTOR



**Dr. rer. pol. Michael Nusser**  
Studium der Volkswirtschaftslehre, anschließend bis 2000 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Finanzwissenschaft sowie Sozial- und Wirtschaftspolitik an der Universität Bamberg. Von 2000 bis Ende 2003

Unternehmensberater. Seit Anfang 2004 Projektleiter am Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI) in der Abteilung Neue Technologien.