

Krawczyk, Olaf; Legler, Harald; Gehrke, Birgit

Article

Asiatische Aufhol-Länder im globalen Technologiewettbewerb: die FuE- und Bildungsanstrengungen von Korea, China und Indien im Vergleich

Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung

Provided in Cooperation with:

German Institute for Economic Research (DIW Berlin)

Suggested Citation: Krawczyk, Olaf; Legler, Harald; Gehrke, Birgit (2008) : Asiatische Aufhol-Länder im globalen Technologiewettbewerb: die FuE- und Bildungsanstrengungen von Korea, China und Indien im Vergleich, Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung, ISSN 1861-1559, Duncker & Humblot, Berlin, Vol. 77, Iss. 2, pp. 79-94, <https://doi.org/10.3790/vjh.77.2.79>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/99508>

Standard-Nutzungsbedingungen:

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

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

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

Terms of use:

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

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

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

Asiatische Aufhol-Länder im globalen Technologiewettbewerb – Die FuE- und Bildungsanstrengungen von Korea, China und Indien im Vergleich*

von Olaf Krawczyk, Harald Legler und Birgit Gehrke**

Zusammenfassung: China, Indien und Korea sind aufgrund ihrer Wachstumsdynamik, aber vor allem auch als Konkurrenten und Kooperationspartner auf den Technologiemärkten in den weltweiten Fokus gerückt. Auslösendes Moment für den technologischen Aufholprozess war die Öffnung für ausländische Unternehmen und der damit verbundene Technologietransfer, seine Geschwindigkeit wird maßgeblich von Investitionen in Bildung und Forschung und Entwicklung bestimmt. Korea hat schon seit längerem zur Gruppe der hochentwickelten Volkswirtschaften aufgeschlossen. China und vor allem Indien hängen vom Entwicklungsstand her zwar noch zurück, holen aber spürbar auf. China ist mittlerweile zum bedeutendsten Exporteur von Informations- und Nachrichtentechnologien und größten Empfänger internationaler Direktinvestitionen aufgestiegen. Indiens Stärken liegen vor allem bei Softwaredienstleistungen und in der biotechnologischen Forschung. Aus deutscher Sicht erhöht dies den Druck, permanent zu innovieren und sich auf die Bereiche zu fokussieren, in denen komparative Vorteile bestehen.

Summary: China, India and Korea have come to the fore due to dynamic economic growth and particularly as new competitors on global technological markets. Their catch up process started with technology transfer in consequence of foreign direct investment, its dynamic is determined by own investment in human capital and research and development (R&D). Meanwhile Korea already belongs to the group of highly developed countries in the world. Compared to this China and particularly India are still lagging behind, but they are catching up considerably. China is at this stage the world's largest exporter of IC-technology and the most popular target for foreign direct investment. India's strengths are up to ICT-services and biotechnological R&D. To persist the rising technological competition with these countries, Germany has to increase its efforts in innovation and to focus on its comparative advantages.

JEL Classification: I20, O14, O15, O30, O53, O57

Keywords: Technological competition, asian thresh-old countires, national innovation system

1 Einleitung

Asiatische Schwellenländer sind sehr stark in den Fokus weltwirtschaftlicher Analysen gerückt. Sie sind nicht nur aufgrund ihrer Wachstumsdynamik als Absatzmärkte interes-

* Der Beitrag stützt sich im Wesentlichen auf die Analyse von Krawczyk, Frietsch, Schumacher et al. (2007), die das NIW mit dem DIW und dem Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung 2006 durchgeführt hat.

** Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung (NIW), Hannover, E-Mail: krawczyk@niw.de, legler@niw.de, gehrke@niw.de

sant, sondern zunehmend auch als Konkurrenten und Kooperationspartner auf den internationalen Technologiemarkten. Was Japan in den 1960er und 1970er Jahren und Korea in den 1980er und 1990er Jahren vollzog, setzt sich aktuell in China und Indien fort: Es gelingt ihnen immer mehr, sich in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen in der Welt zu etablieren. Knapp ein Viertel des Weltexportwachstums bei forschungsintensiven Gütern seit 2000 stammte aus China, Korea und Indien – genauso viel wie aus USA, Deutschland und Japan (Tabelle 1). Ihr großer Vorteil liegt bei niedrigen Kosten bei gleichzeitig für viele Produktionen ausreichend qualifiziertem Personal.

Auf China, Indien und Korea entfallen im Jahr 2006: 22 % des Weltsozialproduktes, in Dollar-Kaufkraftparitäten (KKP) berechnet. China ist mit 14 % die zweitgrößte Volkswirtschaft hinter den USA (20,6 %). Indien liegt mit einem Anteil von 6,2 % knapp hinter Japan und deutlich vor Deutschland (4,1 %), Korea mit 1,9 % in der Größenklasse von Spanien, Mexiko und Kanada. 1995 lagen die Beiträge zum Weltsozialprodukt erst bei 8,8 % (China), 4,9 % (Indien) und 1,7 % (Korea) (IMD 2007).

Korea hat an allen sozio- und innovationsökonomischen Indikatoren gemessen mittlerweile zur Gruppe der forschungsintensiv produzierenden Volkswirtschaften aufgeschlossen. Die beiden bevölkerungsreichsten Länder der Erde China und Indien besitzen weltweit die meisten Humanressourcen und größten Marktpotenziale. Nach Japan und Korea fordern nun auch diese Länder die westlichen Industrienationen im internationalen Technologiewettbewerb heraus. Hier wird untersucht, welche Position Korea, China und Indien dabei inzwischen erreicht haben. Der Fokus liegt dabei auf den Schlüsselfaktoren für den technologischen Aufholprozess, Forschung und Bildung:

- Mit fortschreitender Entwicklung der Aufhol-Länder nehmen Preisvorteile ab, der Imitationsspielraum verringert sich, sie müssen zunehmend in Innovationen investieren. Insbesondere Investitionen in Forschung und Entwicklung (FuE) werden zum zentralen Faktor für Wettbewerbsfähigkeit, Wachstum und Beschäftigung.¹
- Fundamentale Voraussetzung für die Effektivität von FuE-Investitionen sowie für die Ausweitung der FuE-Kapazitäten ist die Bildung von Humanressourcen.

Im Folgenden werden Unterschiede in den Strategien zur Intensivierung von FuE und Bildung, in der Arbeitsteilung zwischen Staat und Unternehmen bei FuE und in der Ausbildung, im FuE-Engagement internationaler Unternehmen sowie in der sektoralen Schwerpunktsetzung herausgearbeitet.

2 Ausweitung der FuE-Kapazitäten und FuE-Intensität

Seit Mitte der 1990er Jahre verlagert sich das globale FuE-Wachstum zunehmend in den asiatischen Raum, vor allem in Aufhol-Länder. China, Indien und Korea haben ihren Anteil an den Welt-FuE-Kapazitäten von 8 % auf 18 % im Jahr 2005 erhöht. Fast 28 % der zwischen 1995 und 2005 zusätzlich aufgebrauchten FuE-Aufwendungen von OECD und Aufhol-Ländern insgesamt entfallen auf China, Indien und Korea (vgl. Tabelle 1).

¹ Der Einsatz von FuE ist zwar notwendig, allerdings angesichts komplexer Wirkungszusammenhänge keine hinreichende Bedingung für Wachstum und Produktivitätsfortschritte (vgl. in jüngster Zeit u. a. Dehio et al. 2005 sowie Vosskamp und Schmidt-Ehmke 2006).

China gibt das Tempo bei der FuE-Expansion vor; es hat seine FuE-Ausgaben zwischen 1995 und 2005 auf 115 Milliarden KKP-Dollar versiebenfacht, in Indien sind sie fast verdreifacht worden, in Korea um das Zweieinhalbfache gestiegen. Dagegen ist selbst die FuE-Expansion im forschungsreichsten Land – den USA (75%) – recht bescheiden ausgefallen, Deutschland (40%) und Japan (15%) liegen in der Dynamik gar weit zurück. Das FuE-Aufkommen in China ist beinahe doppelt so hoch wie das in Deutschland (62 Milliarden KKP-Dollar). Das große FuE-Volumen gibt natürlich keinen Hinweis auf die Intensität, mit der FuE betrieben wird.

Tabelle 1

Wachstumsbeitrag ausgewählter Volkswirtschaften zu FuE, Patenten, Publikationen und Exporten

1995 bis 2005, in %

	Korea	China	Indien	USA	Japan	Deutschland
FuE-Ausgaben insgesamt						
1995–2000	2,1	12,2	4,6	37,3	7,3	5,4
2000–2005	5,7	26,8	3,1	21,6	12,2	4,2
1995–2005	3,8	20,1	3,8	28,8	9,9	4,7
FuE-Ausgaben der Wirtschaft						
1995–2000	2,2	11,9	0,9	43,3	10,1	6,3
2000–2005	6,5	30,8	1,4	15,4	17,7	4,2
1995–2005	4,4	21,5	1,2	29,1	14,0	5,2
EPA/Wipo-Patente						
1995–2000	3,1	2,4	0,5	32,2	17,2	16,8
2000–2005	17,6	8,2	2,9	10,4	18,6	9,5
1995–2005	7,3	4,0	1,2	25,9	17,6	14,7
Wissenschaftliche Publikationen						
1995–2000	8,1	17,2	2,0	12,8	14,5	14,1
2000–2005	8,5	27,7	5,7	25,4	2,0	5,5
1995–2005	8,3	23,5	4,2	20,3	7,0	9,0
Exporte von FuE-Intensiven Gütern						
1995–2000	5,0	6,8	0,4	19,1	2,9	4,4
2000–2005	5,0	16,9	0,7	3,4	4,0	15,6
1995–2005	5,0	13,7	0,6	8,3	3,6	12,1
Exporte unternehmensorientierter Dienstleistungen						
2000–2006	1,5	3,6 ¹	6,9	11,9	4,2	7,2

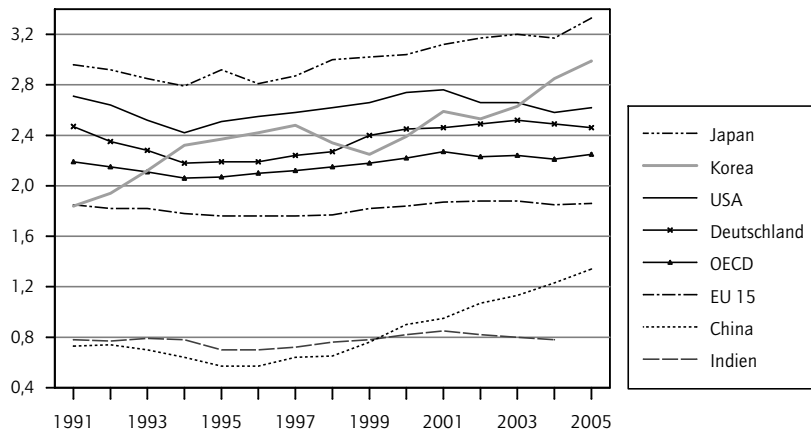
¹ 2000–2005.

Quellen: OECD, Main Science And Technology Indicators (2007/1), IMD World Competitiveness Yearbook (diverse Jahrgänge), WTO, Statistical Database, Ministry of Science and Technology India, Fraunhofer ISI, Berechnungen, Zusammenstellungen und Schätzungen des NIW.

Abbildung 1

Entwicklung der FuE-Intensität in ausgewählten Ländern und Regionen

Anteil der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE am BIP, 1991 bis 2005



Quellen: OECD, MSTI 1/2007, MOST India 2006.

Der Ausbau der FuE-Kapazitäten in China, Indien und Korea ist vor allem seit Beginn dieses Jahrzehnts stark beschleunigt worden. In den westlichen Industrienationen sind die FuE-Ausgaben als Folge der begrenzten Wachstumsaussichten hingegen gedämpft erhöht, z. T. sogar zurückgefahren worden. Zwischen 1995 und 2000 haben die USA, Japan und Deutschland noch 50% zum FuE-Ausgabenwachstum beigetragen, China, Indien und Korea zusammen 19%. In der darauf folgenden Periode bis 2005 leisteten beide Länder-Trios mit 38 bzw. 36% annähernd gleich große Beiträge zum Wachstum der weltweiten FuE-Kapazitäten (vgl. Tabelle 1).

Das Ausmaß, mit dem die Staaten am internationalen Technologiewettbewerb beteiligt sind, ist natürlich immer noch sehr unterschiedlich. Zentraler Indikator ist die Intensität, mit der eine Volkswirtschaft FuE betreibt (FuE-Anteil am Inlandsprodukt, vgl. Abbildung 1). Hieran gemessen hat Korea den Status eines Aufhol-Landes bereits hinter sich gelassen. Es liegt mit einer FuE-Intensität von 3% noch vor den USA und Deutschland, hinter Japan (3,3%). China und Indien rangieren hingegen noch weit unterhalb des EU-15-Durchschnitts.

In Korea setzte die technologische Expansion schon in den 1980er Jahren ein, Anfang der 1990er Jahre hatte Korea bereits zum EU-15-Schnitt (1,86%) aufgeschlossen, 1994 wurde Deutschland überholt. Nach einem kurzen Einbruch als Folge der Finanz- und Wirtschaftskrise legte Koreas FuE-Intensität weiter zu und liegt 2005 auf Rang 5 in der Welt.

In China und Indien nahm die FuE-Intensität bis Mitte der 1990er Jahre ab. Mit 0,6 bzw. 0,7% lagen beide Staaten weit unterhalb des OECD-Schnitts. Der recht deutliche Anstieg der FuE-Intensität seither kann als Aufbruchsignal gewertet werden, denn die FuE-Ausgaben – Zukunftsinvestitionen, die erst in späteren Jahren ihre Wirkung entfalten – wachsen schneller als das Inlandsprodukt. 2005 befindet sich China mit 1,3% zwar immer noch deutlich unter dem Durchschnitt der EU-15, liegt aber schon vor Italien und Spanien.

Indiens FuE-Intensität ist im letzten Jahrzehnt insgesamt leicht gestiegen, stagniert jedoch seit einigen Jahren bei rund 0,8%.

3 Arbeitsteilung von Wirtschaft und Staat bei FuE

In der Regel gilt: In avancierten Volkswirtschaften liegt der Anteil des Staates an der *Finanzierung* von FuE tendenziell niedriger, im Durchschnitt der OECD-Länder betrug er im Jahr 2004 etwa 30% (vgl. Tabelle 2). In weniger avancierten und industrialisierten Volkswirtschaften beträgt er hingegen häufig die Hälfte und mehr. Dies gilt unter den betrachteten Ländern nur noch für Indien, wo der Staat 80% der FuE-Ausgaben finanziert. Selbst in China tragen die Unternehmen mittlerweile zwei Drittel der FuE-Ausgaben, in Korea sind es sogar drei Viertel.

Die Verteilung der FuE-Kapazitäten nach *durchführenden* Institutionen vermittelt ein Bild über die Aufgaben, die Wirtschaft und Staat innerhalb des „nationalen Innovationssystems“ übernehmen (vgl. Tabelle 2). In *Korea* wird FuE mittlerweile zu über drei Vierteln in der Wirtschaft durchgeführt. FuE in außeruniversitären Einrichtungen und Hochschulen ist nicht in gleicher Geschwindigkeit ausgebaut worden, der Staat spielt also bei der Durchführung von FuE eine geringere Rolle. Die Finanzierungs- und Ausgabenstruktur Koreas ähnelt stark der japanischen. Die Forschung in den Unternehmen dominiert und der Anteil der Grundlagenforschung an den gesamten Forschungsausgaben ist mit 12% eher gering. Zum Vergleich: In den USA liegt dieser Anteil bei 19%. Auch der Hochschulanteil von 10% ist im Vergleich zur OECD niedrig. Dennoch haben koreanische Wissenschaftler im

Tabelle 2

Struktur von Finanzierung und Durchführung der nationalen FuE in ausgewählten Ländern zwischen 1995 und 2005

Anteile in % der FuE-Ausgaben

	USA		Japan		Deutschland		China		Indien		Korea		OECD	
	1995	2005	1995	2005	1995	2005	1995	2005	1996	2003	1995	2005	1995	2005
Finanzierung von FuE														
Unternehmen	60	64	67	76	60	67	58	67	22	20	76	75	59	62
Staat	35	30	23	17	38	31	33	26	78	80	19	23	34	30
Andere	4	6	10	7	2	3	9	7	–	–	5	2	7	8
Durchführung von FuE														
Unternehmen	71	70	65	76	66	69	44	68	22	25	74	77	67	68
Staat	14	12	10	8	15	14	42	22	78	71	17	12	14	12
Hochschulen	12	14	21	13	18	17	12	10	(1)	4	8	10	16	18
Sonstige	3	4	4	2	–	–	2	–	–	–	1	1	3	3

(1) in Staat enthalten.

Finanzierung: Deutschland, OECD = 2004 statt 2005; China = 2000 statt 1995.

Quellen: OECD, MSTI 1/2007, MOST India 2006.

letzten Jahrzehnt zum weltweiten Zuwachs an natur- und ingenieurwissenschaftlichen Publikationen über 8 % – und damit überdurchschnittlich viel – beigetragen (Tabelle 1).

China befindet sich in einer Phase der massiven Expansion von FuE, insbesondere im Unternehmenssektor. Der Schwerpunkt verlagert sich vom Sektor Wissenschaft/Forschung in die Wirtschaft. 1995 war der Staat mit einem Drittel an der Finanzierung der FuE-Aufwendungen beteiligt, schon fünf Jahre später betrug dieser Anteil nur noch ein Viertel (vgl. Tabelle 2). Während 1995 FuE noch überwiegend im öffentlichen Sektor durchgeführt wurde – zu 42 % in den staatlichen Forschungseinrichtungen und zu 12 % an Hochschulen – entfällt 2005 nur noch ein knappes Drittel auf diesen Bereich. FuE im Unternehmenssektor hat mittlerweile das Übergewicht. Dessen ungeachtet wird FuE auch im Sektor Wissenschaft/Forschung stark ausgeweitet. Dies spiegelt sich auch auf den internationalen Märkten für wissenschaftliche Publikationen wider: Chinas Beitrag zum Zuwachs seit 2000 liegt bei 28 % (vgl. Tabelle 1).

Die Dynamik von FuE in der Wirtschaft und die Verlagerung der FuE-Aktivitäten vom Staat in die Wirtschaft sind nicht nur auf Strukturreformen im chinesischen Innovationssystem zurückzuführen. Sie liegen viel mehr im grundsätzlichen Systemwandel zu einer „sozialistischen Marktwirtschaft“ (Hennemann 2005) begründet. Mit ihm ist ein enormer Kapitalzufluss durch Direktinvestitionen aus dem Ausland verbunden, der sich auch im Aufbau von FuE-Kapazitäten und damit Technologietransfer niederschlägt.

Die – zunächst punktuelle – Liberalisierung des Marktes und Zulassung marktwirtschaftlicher Mechanismen in „Sonderwirtschaftszonen“ funktionierte nach dem gleichen Muster, wie es auch die „Tiger“ Korea, Taiwan und Singapur praktiziert haben: Mit der Fertigung arbeitsintensiver Produkte und der Endmontage elektronischer Gebrauchsgüter kam Know-how ins Land, das den Wettbewerbsdruck auf die heimische Industrie erhöhte. Eine Unternehmensreform, die den Unternehmen Eigenverantwortung übertrug und gewinnorientierte Anreizsysteme schuf, eröffnete ihnen den notwendigen Spielraum, die Produktivität zu steigern und zunehmend FuE einzusetzen (vgl. Hennemann 2005 sowie die dort zitierte Literatur).

Chinesische FuE-Akteure sind (noch) vornehmlich in der Weiterentwicklung importierter Technologie tätig. Dennoch ist es ihnen gelungen, zunehmend am Wachstum weltmarktrelevanter Patente mit Hauptstoßrichtung Europa (EPA/Wipo-Patente) zu partizipieren. Diese Dynamik hat sich beschleunigt: Über 8 % der zusätzlichen Patentanmeldungen seit 2000 stammt aus China. Dies ist allerdings etwas weniger als Chinas Beitrag zum weltweiten Ausbau der FuE-Kapazitäten oder zum Angebot an wissenschaftlichen Publikationen. Knapp drei Viertel der gesamten FuE-Ausgaben Chinas gingen in die experimentelle Entwicklung, rund 20 % entfallen auf die angewandte Forschung und 5 % auf die Grundlagenforschung. Zwar ist diese Verteilung stark durch den Unternehmenssektor geprägt, aber selbst in den staatlichen Forschungseinrichtungen und in den Hochschulen spielt Grundlagenforschung (jeweils 6 %) eine untergeordnete Rolle. Angewandte Forschung findet noch eher im Hochschulsektor (55 %) statt als in den staatlichen Forschungsunternehmen (35 %, vgl. MOST China 2006).

Indien hat sich lange Zeit recht strikt gegenüber dem Ausland abgeschottet. Technologieimport unterlag strengen Restriktionen, heimische Produktion über Lizenzen wurde ausländischen Direktinvestitionen in technologieorientierten Produktionsstätten vorgezo-

gen. Erst seit Beginn der 1990er Jahre öffnet sich der Markt sowohl Technologieimporten als auch ausländischen Unternehmen, was auch zunehmende FuE-Aktivitäten im Unternehmenssektor auslöste (vgl. Krawczyk et al. 2002).

Seit 1996 sind in Indien die FuE-Aufwendungen des Unternehmenssektors stärker gestiegen als die staatlichen, vor allem bedingt durch eine verstärkte Forschungsförderung der Unternehmen durch den Staat. Denn bei der Finanzierung von FuE ist der staatliche Anteil von 1996 bis 2003 sogar gestiegen (vgl. Tabelle 2). Der Staat spielt aber auch bei der Durchführung von FuE nach wie vor eine dominierende Rolle. 70% der FuE-Aktivitäten wurden im Jahr 2003 im staatlichen Bereich durchgeführt. Die Forschungsschwerpunkte sind daher stark durch staatliche Ziele geprägt. Die FuE-Ausgaben gehen zu 18% in die Militärforschung, ebenfalls 18% entfallen auf die Agrarforschung, 12% werden der Raumfahrtforschung gewidmet, 9% der Gesundheitsforschung und 6% der Erforschung der Energieversorgung. 18% der nationalen FuE-Ausgaben sind der Grundlagenforschung gewidmet. Die angewandte Forschung hat mit 42% einen Anteil, der von kaum einem anderen OECD-Staat erreicht wird. Dieser hohe Anteil kommt vor allem durch die hohe Bedeutung staatlicher FuE-Einrichtungen zu Stande, in denen mehr als die Hälfte der FuE-Aufwendungen der angewandten Forschung dienen (MOST India 2006). In den USA, Japan und Korea liegt dieser Anteil zwischen 21 und 25%. Offensichtlich gelingt auf dieser Basis die Umsetzung von Ergebnissen der Grundlagen- und angewandten Forschung in marktfähige Innovationen bzw. Erfindungen recht gut, was sich auch in einem gestiegenen Beitrag bei den Patentanmeldungen widerspiegelt (vgl. Tabelle 1).

Da Industrieforschung in Indien noch wenig betrieben wird, liegt der Anteil der experimentellen Entwicklung erst bei 34%. (Zum Vergleich: In den USA, Japan und Korea beträgt dieser Anteil zwischen 60 und 64%.) Ein Grund hierfür ist eine geringe Risikobereitschaft, ein Verhaltensrelikt aus der planwirtschaftlichen Vergangenheit. Weitere Ursachen sind noch unzureichende Kenntnisse über erfolgreiche Technologieentwicklungen, geringes Vertrauen in staatliche FuE-Einrichtungen, unzureichende Vernetzung der Forschungseinheiten mit der Wirtschaft und nicht zuletzt das nationale Patentrecht, das offensichtlich nur unzureichenden Schutz bietet (Thakur und Malecki 2005).

4 FuE im Unternehmenssektor: Dynamik und Schwerpunkte

Die FuE-Expansion des letzten Jahrzehnts stützt sich vor allem in China und Korea auf den Unternehmenssektor (vgl. Tabelle 1).

Die hohen FuE-Ausgaben im koreanischen Unternehmenssektor, die im Jahr 2005 2,3% des Inlandsprodukts ausmachten, werden vor allem von den forschungsintensiven Sektoren Konsumelektronik, Automobilindustrie, Informations- und Telekommunikationstechnologie (IuK) gespeist (vgl. Tabelle 3). Der gesamte IuK- und Elektronikbereich beansprucht fast 60% der FuE-Ressourcen im Verarbeitenden Gewerbe, 15 Prozentpunkte mehr als noch 1995. Auf den Fahrzeugbau entfallen 17%, auf die chemische Industrie und auf den Maschinenbau 5–6%.² In diesen dynamischen Branchen ist eine hohe FuE-Intensität erforderlich, um den Anschluss an die internationale Konkurrenz nicht zu verlieren. Als

² Der Dienstleistungssektor bindet 7% der gesamten FuE-Kapazitäten im Unternehmenssektor, die Hälfte davon IT-Dienstleistungen.

Tabelle 3

FuE-Ausgabenstruktur im Unternehmenssektor in China (2003), Indien (2003) und Korea (2004) – Verarbeitendes Gewerbe = 100

	Korea	China	Indien
Chemie	5,7	7,3	7,1
Pharmazie	2,1	3,8	24,6
Maschinenbau	5,4	20,7	13,2
IuK	58,4	33,0	17,0
Fahrzeugbau	16,7	13,3	17,0
Sonstiges VG	11,8	21,9	21,1

Quellen: OECD, Main Science and Technology Indicators und ANBERD-Datenbank, MOST China 2006, MOST India 2006, Berechnungen des NIW.

Nachteil gilt in Korea allerdings das Fehlen innovativer Klein- und Mittelunternehmen und das dadurch wenig ausdifferenzierte Forschungsspektrum. Der Anteil von KMU mit FuE-Aktivitäten hat sich zwar von 1997 bis 2003 von 10% auf 24% erhöht. Allerdings ist die Intensität, mit der dort FuE betrieben wird, wohl sehr niedrig, denn ein Drittel der FuE-Ressourcen im Wirtschaftssektor entfällt allein auf die fünf größten koreanischen Industriekonglomerate, die Global Player in der IuK- und Consumertechnologie sowie im Automobilbau (vgl. OECD 2005).

In *China* sind die unternehmerischen FuE-Ausgaben seit 1995 jahresdurchschnittlich um 26% gestiegen. Rund 20% der global seit 1995 zusätzlich im Unternehmenssektor investierten FuE-Mittel entfallen auf China. Die industriellen Forschungsschwerpunkte liegen in den Sektoren, in denen sich die Direktinvestitionen aus dem Ausland konzentrieren. Mit einem Drittel (2003) hält der Elektronik-/IuK-Sektor den größten Anteil der FuE-Aufwendungen im Verarbeitenden Gewerbe (vgl. Tabelle 3), der Maschinenbau folgt mit 21%, auf den Fahrzeugbau entfallen gut 13%. Die chemische Industrie spielt mit rund 7% eine weniger bedeutende Rolle, ebenso die pharmazeutische Industrie (4%).³

Indiens Industrieforschung ist maßgeblich durch staatliche Unternehmen geprägt. Ein sehr deutlicher Schwerpunkt liegt bei der pharmazeutischen Industrie, die rund ein Viertel der FuE-Kapazitäten im Verarbeitenden Gewerbe beansprucht (vgl. Tabelle 3). Demgegenüber fällt der Anteil des IuK/Elektroniksektors mit 17% im Vergleich zu China und Korea eher bescheiden aus. Ebenfalls 17% nimmt der Fahrzeugbau ein, auf den Maschinenbau entfallen 13%, 7% auf die chemische Industrie.

Die indische Industrie reicht mit einem FuE-Anteil am Umsatz von 0,5% nicht an die Industrieländer heran (MOST India 2006). Einige Branchen heben sich jedoch deutlich ab: Allen voran die pharmazeutische Industrie, die 2005 fast 6% ihrer Umsätze in FuE investiert hat,⁴ über 1% kommen die KFZ- und Zulieferindustrie und die Elektronik (bfai 2005). Nach MOST India (2006) entfallen auf den Softwarebereich im Jahr 2003 gut 4% der FuE-Ausgaben im Unternehmenssektor. Indiens weltweite Reputation in diesem Sek-

³ Wie auch in Korea entfallen von den gesamten FuE-Ausgaben des Unternehmenssektors etwa 7% auf den Dienstleistungssektor (vgl. OECD 2007).

⁴ Das Niveau in der „westlichen Welt“ wird damit allerdings noch lange nicht erreicht.

tor ist hoch (UNCTAD 2005). Sie machen zwar nur 3 % des indischen BIP aus, jedoch 50 % der Dienstleistungsexporte (Deutsche Bank Research 2006). Zum Wachstum des Weltmarkts für unternehmensorientierte Dienstleistungen hat Indien seit 2000 bereits einen gleich hohen Beitrag wie Deutschland geleistet. Die Tendenz ist stark steigend. Insbesondere amerikanische Unternehmen haben sich dort auch mit FuE-Einheiten niedergelassen. So ist Texas Instruments als Vorreiter seit 1986 in dem mittlerweile zum IT-Zentrum herangewachsenen Bangalore. Fast ein Drittel aller ausländischen Investitionsprojekte gehen in den IT-Sektor.

5 Ausländische FuE-Investitionen im Entwicklungsprozess

Neben großen einheimischen Konzernen treiben nicht zuletzt multinationale Unternehmen aus westlichen Industrieländern die FuE-Aktivitäten in den Aufhol-Ländern voran. Anpassungsentwicklungen, FuE-Outsourcing, strategische Allianzen, länderübergreifende Gründungen und Fusionen stärken dort die FuE-Basis. Wie üblich, wurde der Aufbau von eigenen FuE-Kapazitäten in den Ländern erst in Erwägung gezogen, nachdem bereits exportbegleitende Dienstleistungen erbracht und Produktionskapazitäten aufgebaut worden waren. Mittlerweile laufen die Prozesse schneller, teilweise gar synchron, ab – sowohl um die Märkte besser mit innovativen Produkten zu bedienen als auch um vom Wissen und vom qualifizierten Personal der „Gastgeberländer“ zu profitieren. Vielfach sind Aktivitäten in Aufhol-Ländern zwar noch Entwicklungs- und Anpassungsmaßnahmen an die regionalen Märkte (Revilla Diez und Berger 2005). FuE von multinationalen Unternehmen hat jedoch zunehmend auch Weltmarktrelevanz.

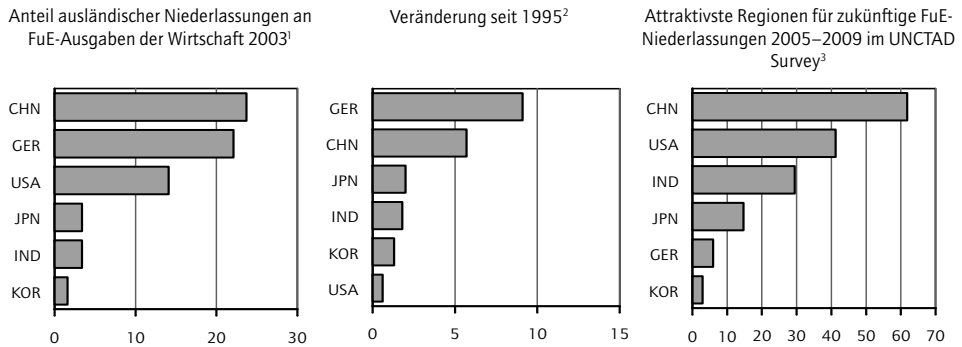
In *Korea* spielen ausländische FuE-Aktivitäten allerdings noch kaum eine Rolle (vgl. Abbildung 2). FuE in der Wirtschaft ist fast ausschließlich eine koreanische Angelegenheit: Nur knapp 2 % der FuE-Ressourcen sind in ausländischer Hand (OECD 2005). Korea war daher auch lange Zeit über das Adaptieren und Imitieren von Technologien nicht hinaus gekommen. Das Land hat in den 1980er Jahren den für Entwicklungs- und Schwellenländer typischen Weg des Kopierens ausländischer Produkte und Technologien beschritten und eine Imitationskultur entwickelt, in der innovative Weiterentwicklungen zu Gunsten von kostengünstigen Nachahmungen vernachlässigt wurden. In den letzten Jahren explodiert jedoch das weltmarktrelevante Patentaufkommen geradezu: Fast 18 % des seit 2000 zusätzlichen Aufkommens am EPA/Wipo stammt aus koreanischen Erfindungen (vgl. Tabelle 1).

2003 entfielen rund 24 % der FuE-Ressourcen im *chinesischen* Unternehmenssektor auf ausländische Unternehmen, etwa soviel wie beispielsweise in Deutschland oder in den Niederlanden (vgl. UNCTAD 2005, Belitz 2006, Liefner 2006). Die FuE-Intensität ausländischer Unternehmen ist dort durchgängig niedriger als in einheimischen Unternehmen (MOST China 2006). Sie beschränken sich auch heute noch überwiegend auf Produktanpassung und marktspezifische Weiterentwicklung, wenngleich ausländische Unternehmen im IuK-Sektor durchaus weltmarktorientierte FuE im Visier haben.

Ausländische Unternehmen spielten in *Indien* bis zur konsequenten Öffnung der Märkte 1999/2000 keine bedeutende Rolle, auf sie entfielen 2003 lediglich 3,5 % der unternehmerischen Forschungsaktivitäten (vgl. UNCTAD 2005). Das war politisch so gewollt (Dossani 2005). Indien hat sich jedoch in den letzten Jahren vor allem für die Softwareentwick-

Abbildung 2

Trends bei FuE-Aktivitäten ausländischer Unternehmen in den Aufhol-Ländern sowie Deutschland, USA und Japan



1 IND = 1999, JPN, GER = 2001, KOR, USA = 2002.

2 CHN = seit 1998.

Quelle: UNCTAD World Investment Report 2005.

lung und für Pharmazie/Biotechnologie zu einem beliebten FuE-Standort ausländischer Unternehmen entwickelt. Sie gründen dort vielfach – anders als beispielsweise in China – produktionsunabhängige FuE-Stätten, bis Ende 2004 waren es 100. Multinationale Unternehmen forschen und entwickeln in Indien keineswegs nur zur Anpassung ihres Sortiments an die regionalen Marktbesonderheiten, sondern auch für den Weltmarkt.

Bei US-Unternehmen sind Japan und Europa im letzten Jahrzehnt eher Verlierer beim Aufbau von FuE-Kapazitäten im Ausland gewesen, während der asiatische Raum eine starke Aufwertung erfahren hat. China und Indien sind nach einer Erhebung der UNCTAD aus dem Jahr 2005 – neben Japan und den USA – die am häufigsten genannten Regionen für FuE-Einrichtungen multinationaler Unternehmen (vgl. Abbildung 2). Das sind die Länder, in denen die Märkte am stärksten wachsen, wo ausländische Unternehmen allein um die Märkte zu erschließen, auch mit Entwicklungsarbeiten präsent sein müssen und wo für diese Zwecke auch meist ausreichend qualifiziertes Personal zu wettbewerbsfähigen Preisen zur Verfügung steht. Ende 2005 waren in China 750 multinationale Unternehmen gezählt worden, die dort FuE betreiben; die meisten Forschungsstätten waren in den drei Jahren zuvor errichtet worden.

Es gibt gewisse Unterschiede in der relativen Attraktivität von China, Indien und Korea als FuE-Standort für multinationale Unternehmen. Dies lässt sich anhand der Motive für Investitionsprojekte in diesen Ländern zeigen. Denn zwischen 2003 und 2006 galten gut ein Viertel aller Direktinvestitionsprojekte in Indien vornehmlich dem Aufbau von FuE-Einheiten, FuE war gar der meist genannte Hauptanlass. In China hingegen waren es nur 8% der Projekte. In China war FuE für 450 Investitionsprojekte der Hauptanlass, in Indien waren es gar 700. In Korea spielt FuE in 12% aller Direktinvestitionsfällen eine Rolle, das sind gerade einmal 50 Projekte (vgl. Tabelle 4). Die als leistungsfähig angesehene Wissenschafts- und Forschungslandschaft in Indien mit britischer Tradition mag für multinationale Unternehmen ein Anreiz sein, direkt in FuE-Einrichtungen zu investie-

Tabelle 4

Hauptanlässe für Direktinvestitionen in China, Indien und Korea

2003–2006 (kumuliert)

	China	Indien	Korea
Investitionsprojekte insgesamt	5 478	2 715	423
darunter (Anteile in %)			
Produktion	43	21	30
Vertrieb und Marketing	29	28	44
FuE	8	25	12
Unternehmens- und Kundenservice	12	19	8
Verwaltung	2	1	2
Infrastruktur	4	4	3
Sonstige	2	2	1

Quellen: OCO Consulting 2007, LOCOMonitor, Berechnungen des NIW.

ren. Die geringere Bedeutung der Investitionen in Produktionsstätten und die relativ hohe Bedeutung von Vertriebsinvestitionen in Indien mögen auch durch die z.T. erheblichen Defizite und Probleme in der technischen Infrastruktur des Landes begründet sein: Die Distribution von Waren ist z.T. eher zu gewährleisten als die Produktion. In Korea haben Direktinvestitionen zu Produktionszwecken mit 30% nicht die Bedeutung wie in China (43%), hingegen sind Investitionen in Vertrieb und Marketing mit 44% aller Projekte das bedeutendste Motiv: Korea ist allein aufgrund des Einkommensniveaus ein wichtiger asiatischer Absatzmarkt.

6 **Bildung und Qualifizierung als Fundament für FuE**

Der schnellen Ausweitung der FuE-Kapazitäten konnte die Bereitstellung von Naturwissenschaftlern/Ingenieuren, die im Innovationsprozess eine Schlüsselrolle einnehmen, meist nicht folgen. So sind zwar in China die FuE-Ausgaben real verfünffacht worden, der Einsatz von FuE-Personal hat sich jedoch nicht einmal verdoppelt (vgl. Tabelle 5). In den anderen Ländern ist es ähnlich. Dies lässt darauf schließen, dass ein Großteil der FuE-Aufwendungen in Ausrüstungs- und Infrastrukturinvestitionen sowie in eine höhere Entlohnung des FuE-Personals geflossen ist.

Die asiatischen Aufhol-Länder haben ihre staatlichen Aufwendungen im Bildungssektor z.T. stark forciert. Korea befindet sich mittlerweile auf einem Niveau weit über dem Durchschnitt der OECD-Länder. Auch China und Indien haben ihre Anstrengungen im Bildungsbereich gesteigert, ihr Ausgabeniveau ist im internationalen Vergleich jedoch noch recht niedrig. Der Anteil privater Bildungsaufwendungen ist vergleichsweise groß. In Korea erreicht er mit fast 40% gar den höchsten Wert unter den OECD-Ländern. Für die öffentliche Hand besitzt Bildung dennoch hohe Priorität: Auch die Anstrengungen des Staates sind gegenüber 1995 stark forciert worden, sie machen in Korea über 15% des Staatshaushaltes aus. Indiens steigender Bildungsausgabenanteil ist fast ausschließlich

Tabelle 5

Ausgaben für Bildung und Tertiärabschlüsse in der Erwerbsbevölkerung

	Nationale Ausgaben für Bildung in % des BIP		Öffentliche Ausgaben für Bildung in % des BIP		Anteil der 25–64-jährigen Bevölkerung mit einem Tertiärabschluss 2004 ³	
	1995	2003 ¹	1995	2003 ¹	25–34-Jährige	55–64-Jährige
Korea	6,2	7,5	3,6	4,6	49	10
China	3,1	4,2	2,4	3,3	5	3
Indien	3,5	4,8	3,3	3,8	5	2
USA	7,2	7,5	5,0	5,4	39	36
Japan	4,7	4,8	3,5	3,5	52	19
Deutschland	5,4	5,3	4,5	4,4	23	23
OECD ²	5,4	5,7	4,8	5,0	31	18

1 China = 1999, Indien = 2004.

2 OECD-Durchschnitt aller OECD-Länder, für die Daten für 1995 und 2003 vorliegen.

3 Indien = 1996; China = 1998; Japan = 2003.

Quellen: OECD, Education at a Glance, Main Science and Technology Indicators; Unesco; ILO; IMD; MOST India 2006.

privat finanziert, wogegen in China schwerpunktmäßig der Staat seine Anstrengungen ausgeweitet hat (vgl. Tabelle 5).

Die verstärkten finanziellen Anstrengungen schlugen sich auch in einem steigenden Bildungsstand nieder: Gemessen am Anteil der Erwerbsbevölkerung mit einem Tertiärabschluss hat Korea eine außergewöhnlich hohe Dynamik zu verzeichnen. 2004 hatten fast 50 % der 25–34-Jährigen einen Tertiärabschluss, in der Gruppe der 55–64-Jährigen lag dieser Anteil bei 10 % (vgl. Tabelle 5). Die Daten für China und Indien sind veraltet, sie beziehen sich auf die zweite Hälfte der 1990er Jahre. Es ist aber zumindest für Indien fraglich, ob der Anteil von 5 % der 25–34-Jährigen mit Tertiärabschluss gesteigert werden konnte.

Der hohe Anteil privater Bildungsausgaben in *Korea* ist insbesondere auf den extrem hohen Anteil privater Finanzierung im Tertiärbereich zurückzuführen. Dennoch wird die Leistungsfähigkeit des koreanischen Ausbildungssystems aus Sicht der Wirtschaft (Ranking aus Befragungen des IMD) zwar von Jahr zu Jahr besser, jedoch insgesamt nicht sehr hoch eingestuft. Die sehr guten basalen Kompetenzen der nachwachsenden Generationen – so wie sie jungen Koreanern durch die PISA-Studien bescheinigt wurden – sind offensichtlich noch nicht gut auf den Bedarf der Wirtschaft abgestimmt. Eine Vielzahl nicht besetzter Stellen für Ingenieure und Naturwissenschaftler ist das Ergebnis, obwohl gleichzeitig eine große Zahl entsprechend ausgebildeter Personen verfügbar ist, die Arbeit sucht. Insbesondere Klein- und Mittelunternehmen haben große Probleme, ihren Fachkräftebedarf adäquat zu decken.⁵

⁵ Vgl. Ki-Wan Kim, Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, auf dem OECD-Chinese MOST Workshop 19–20 October 2006/Chongqing, China.

Der noch niedrige Anteil an hoch qualifizierten Erwerbspersonen ist auch für den öffentlichen Forschungssektor ein Problem und damit auch für die Vernetzung von Unternehmen, Universitäten und staatlichen Forschungseinrichtungen (OECD 2005). So ist es weniger die Zahl der nachkommenden Hochqualifizierten als deren Qualität, die nach Meinung von Unternehmern in Korea das endogene Innovationspotenzial begrenzt. Der hohe Anteil von jungen Erwerbspersonen mit Tertiärabschluss zeigt jedoch, dass in die Spitze hinein intensive Bildungsanstrengungen unternommen werden, die nachwachsenden Generationen und der Wirtschaft zu Gute kommen werden (vgl. Tabelle 5).

Die Ausbildung qualifizierten Personals ist in *China* ein Engpass für das Innovationssystem. Zwar ist der Akademisierungsgrad des FuE-Personals in den Unternehmen mit 73 % einer der höchsten, der Anteil des FuE-Personals an den Erwerbspersonen insgesamt hingegen fällt weit ab. Bei hoch qualifizierten Erwerbspersonen besteht generell noch ein Defizit. Im IMD-Ranking nimmt China bei der Bewertung der Bildungsindikatoren durchweg trotz deutlich verbesserter Urteile in den letzten Jahren noch einen hinteren Rang ein: bei der Bewertung des Bildungssystems insgesamt, der Hochschulausbildung, beim Technologietransfer aus Forschungseinrichtungen wie auch bei der Verfügbarkeit von qualifizierten Ingenieuren (IMD 2007).

Insofern scheinen die Anstrengungen Chinas bei Bildung und Qualifizierung noch nicht zu genügen. Der Anteil der Ausgaben für Bildung betrug 1999 gemessen am BIP 4,2 %; dies ist zwar mehr als 1993, aber im internationalen Vergleich wenig. 1998 hatten lediglich 4 % der Bevölkerung im Alter zwischen 25 und 64 Jahren einen Tertiärabschluss, 12 % einen erweiterten Sekundarabschluss. Die breite Masse der Bevölkerung besitzt hingegen – wenn überhaupt – nur einen elementaren Ausbildungsstand.

In *Indien* ist der Anteil der akademisch ausgebildeten Erwerbspersonen besonders niedrig. Dennoch wird das indische Bildungssystem wie auch das universitäre System im internationalen Vergleich aus Sicht der Anforderungen aus der Wirtschaft als besonders leistungsfähig eingeschätzt: Indien liegt hier unter den Top 15 – und damit sogar klar vor Deutschland. Dies ist vorwiegend auf die gute Qualifikation der Absolventen aus privaten Bildungseinrichtungen zurückzuführen. Die Qualität der staatlichen Hochschulausbildung wird demgegenüber eher kritisch gesehen (Kapur und Mehta 2004). Der niedrige Anteil an Beschäftigten in FuE ist also auf die geringe Absorptionsfähigkeit der indischen Wirtschaft von hochqualifiziertem Personal zurückzuführen. Die Verfügbarkeit qualifizierten Personals scheint in Indien kein Problem zu sein. 1996 hatten zwar erst 6 % der Bevölkerung im Erwerbsalter einen Hochschulabschluss, dies waren aber immerhin etwa 30 Millionen Menschen. Der Anteil der Bevölkerung unter 15 Jahren ist mit 30 % in kaum einem anderen Land so groß wie in Indien – auch nicht in China. Mit entsprechendem Nachwuchs an Akademikern ist zu rechnen, auch wenn der Zugang zu höherer Bildung bisher noch sehr Wenigen vorbehalten ist. Nur 12 % der Studienberechtigten nutzen diese Möglichkeit (Bundeszentrale für politische Bildung 2007). Als Folge zeichnet sich ein erhöhter „Brain Export“ von Wissenschaftlern und Ingenieuren ab. Auch die deutsche „Green Card“-Initiative hatte sich bevorzugt auf Wissenschaftler aus Ländern wie Indien mit geringen Einsatzmöglichkeiten für Hochqualifizierte konzentriert. Allerdings ist der anglophone Sprachraum für Hochqualifizierte aus Indien weitaus attraktiver, dort sind die Zuwanderungsbedingungen und Entwicklungsmöglichkeiten besser als in Deutschland.

Die Ausgaben für Bildung und Ausbildung insgesamt sind in Indien mit 4,8% des BIP zwar nicht sehr hoch, jedoch sind seine Anstrengungen im Bildungsbereich enorm gestiegen, vor allem die privaten Aufwendungen für Bildung und Qualifizierung. Der Anteil der öffentlichen Bildungsausgaben am BIP hat sich 2004 (3,8%) gegenüber 1995 (3,3%) hingegen kaum verändert.

7 Zusammenfassung und Konsequenzen für Deutschland

China, Indien und Korea sind bezüglich ihrer technologischen Leistungsfähigkeit nicht nur auf einem unterschiedlichen Entwicklungsstand, sie haben auch unterschiedliche Wege eingeschlagen. Auslösendes Moment für den technologischen Aufholprozess war der internationale Wettbewerb und die Öffnung für ausländische Unternehmen. Der damit verbundene Technologietransfer ist dort auf fruchtbaren Boden gefallen, wo in Bildung investiert wurde. Dies ist vor allem in Korea der Fall, das inzwischen kein „Aufhol-Land“ mehr ist.

Korea beschreitet eher einen typischen Weg traditioneller Industrieländer wie Deutschland, nämlich die Integration von Spitzentechnologie in anwendungsorientierte Gebrauchstechnologie (beispielsweise Fahrzeugbau, Maschinenbau) (vgl. Gehrke et al. 2007). FuE-Aktivitäten von ausländischen Unternehmen sind in Korea seltener als in China und Indien. Die enormen Anstrengungen in Bildung und Qualifizierung in den vergangenen Jahren schlagen sich in einem stark gestiegenen Ausbildungsstand der (jungen) Bevölkerung nieder. Dennoch ist der Einsatz von hochqualifizierten Erwerbspersonen immer noch unterdurchschnittlich, beklagt die Wirtschaft einen Mismatch von benötigten und verfügbaren Qualifikationen.

China ist zum größten Zielland internationaler Direktinvestitionen aufgestiegen und steht als Standort für zukünftige ausländische FuE-Investitionen auf Platz 1. Jedoch wird vorrangig Fertigungswissen und weniger Produktwissen nach China transferiert. Es zeigt sich ferner, dass chinesische Unternehmen nur in Ausnahmefällen Weltmarktneuheiten hervorgebracht haben, mehrheitlich handelt es sich um Adaptionsprozesse (vgl. Liefner 2006). Ausländische Unternehmen investieren in China, um einerseits von den günstigen Produktionskosten zu profitieren und andererseits den Zugang zum weltweit größten Wachstumsmarkt zu erhalten. Andererseits werden aus China aber auch zunehmend weltmarktrelevante Patente angemeldet. Dies deutet auf eine Steigerung des „technologischen Gehalts“ von technologischen Erfindungen aus China und eine weltmarktorientierte Innovationsstrategie hin. China kann auf ein gewaltiges Angebot von Hochschulabsolventen zurückgreifen: Knapp eine Million Menschen haben 2002 eine Hochschulausbildung abgeschlossen, zwei Millionen haben ein Studium aufgenommen. Rund 150 000 Chinesen studieren im Ausland, 80% von ihnen kehren nach Studienabschluss wieder in ihre Heimat zurück.

Attraktiv sind für ausländische Investoren in *Indien* vor allem die wissenschaftliche Tradition sowie die verfügbaren Humanressourcen. FuE gewinnt als unternehmerischer Aktionsparameter zunehmend an Bedeutung, insbesondere im IuK-Softwarebereich und vor allem in der Pharmazie und Biotechnologie.

Das Teilnehmerfeld am internationalen Technologiewettbewerb ist durch Korea, Indien und China breiter geworden.⁶ Hinsichtlich der Wirkungen auf den FuE-Standort Deutschland muss man zwischen den einzelnen Formen und Phasen von FuE differenzieren. Was die Arbeitsteilung in der Wirtschaft angeht, so dürfte weniger die Grundlagen- und die angewandte Forschung betroffen sein, die in Deutschland ein vergleichsweise hohes Gewicht hat, sondern vor allem die marktorientierte experimentelle Entwicklung. Zusätzlich hängt der Grad der Betroffenheit davon ab, inwieweit eine regionale Trennung der Produktions- von den Forschungsstätten möglich ist. In dem Maße, in dem Innovation und Produktion auf „tacit knowledge“, hochwertige Dienstleistungen vor Ort und auf Systemkompetenz in der Wertschöpfungskette angewiesen sind (z. B. im Maschinen- und Automobilbau), wird dies nur begrenzt möglich sein. Ein zweiter Aspekt ist, inwieweit der FuE- und Innovationsprozess selbst zerlegt werden kann. Je mehr dies der Fall ist, desto leichter fällt es bei einer gut ausgebauten Telekommunikationsinfrastruktur, die Vorteile einer internationalen FuE-Arbeitsteilung mit Aufhol-Ländern auszuschöpfen. Hochwertige Dienstleistungen wie FuE lassen sich mit der steigenden Leistungsfähigkeit der IuK-Technologien immer leichter modularisieren; sie werden damit „handelbar“.

Dies erhöht den Druck auf Deutschland und die „alten“ Industrieländer, permanent zu innovieren. Der internationale Wettbewerb mit aufstrebenden Schwellenländern kann von der deutschen Wirtschaft nicht im Preis-, sondern nur im Qualitätswettbewerb bestanden werden. Dies bedarf einerseits höherer Anstrengungen. Andererseits übt die Erweiterung der internationalen FuE-Arbeitsteilung Druck auf das Spezialisierungsprofil der hoch entwickelten Volkswirtschaften aus (vgl. Legler und Krawczyk 2006). Mit Thailand, Malaysia, Indonesien, den Philippinen und Vietnam schickt sich eine neue Generation asiatischer „Tiger“ an, den Industrienationen auf dem Weltmarkt für Technologiegüter Paroli zu bieten. Für die westlichen Industrienationen sollte dies eine noch stärkere Spezialisierung auf die ersten Phasen der Innovationswertschöpfungsketten, in denen hochwertige Dienstleistungen wie eigene FuE erforderlich sind, auslösen.

Literaturverzeichnis

- Belitz, H. (2006): *Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen 2005*. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 6-2006. Berlin.
- Bfai (2005): *Indiens Industrie investiert wenig in Forschung und Entwicklung*. Köln.
- Bundeszentrale für politische Bildung (2007): Chancen für alle? Bildung zwischen Alphabetismus und Eliten-Förderung. Download unter: www.bpf.de/themen/1B1LA9.html, zuletzt 24.07.2007
- Dehio, Jochen, D. Engel, R. Graskamp und M. Rothgang (2005): *Beschäftigungswirkungen von Forschung und Innovation*. RWI Projektberichte. Essen.
- Deutsche Bank Research (2006): *Indien – Auf dem Weg zur Weltmacht?* Frankfurt a. M.
- Dossani, R. (2005): *Origins and Growth of the Software Industry in India*. Download unter: http://iis-db.stanford.edu/pubs/20973/Dossani_India_IT_2005.pdf, zuletzt 06.08.2007.
- Gehrke, Birgit, O. Krawczyk und H. Legler (2007): *Forschungs- und wissensintensive Wirtschaftszweige in Deutschland: Außenhandel, Spezialisierung, Beschäftigung und*

⁶ Die Chancen, die sich dadurch für die deutsche Exportwirtschaft ergeben, sind hier nicht behandelt worden, sollten jedoch nicht unerwähnt bleiben.

- Qualifikationserfordernisse*. Studie zum deutschen Innovationssystem Nr. 17-2007. Hannover.
- Hennemann, St. (2005): *Technologischer Wandel und wissensbasierte Regionalentwicklung in China – Kooperationen im Innovationsprozess zwischen Hightech-Unternehmen und Forschungseinrichtungen/Universitäten*. Dissertation. Hannover.
- IMD (2007): *World Competitiveness Yearbook 2007*. Lausanne.
- Kapur, D. und P. B. Mehta (2004): *Indian Higher Education Reform: From Half-Bakes Socialism to Half-Baked Capitalism*. CID-Workung Paper No. 108. Harvard Universität.
- Krawczyk, O., R. Frietsch und D. Schumacher (2002): *Aufhol-Länder im weltweiten Technologiewettbewerb*. In: *Indikatorenbericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2000/2001*. Hannover, Berlin, Karlsruhe, Essen, Mannheim.
- Krawczyk, O., H. Legler, R. Frietsch, T. Schubert und D. Schumacher (2007): Die Bedeutung von Aufhol-Ländern im globalen Technologiewettbewerb. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 21-2007. Download unter: www.technologische-leistungsfahigkeit.de/pub/sdi-21-07.pdf
- Legler, H. und O. Krawczyk (2006): *Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich*. Studie zum deutschen Innovationssystem Nr. 8-2007. Hannover.
- Liefner, I. (2006): *Ausländische Direktinvestitionen und internationaler Wissenstransfer nach China*. Wirtschaftsgeographie. Bd. 34. Berlin, Münster.
- MOST Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China (2006): *China Science and Technology Indicators 2004*. Peking.
- MOST Ministry of Science and Technology of India (2006): *Research and Development Statistics 2004–2005*. Neu-Delhi.
- OCO Consulting (2007): *LOCOMonitor*. Belfast.
- OECD (2005): *Sustaining High Growth through Innovation: Reforming the R&D and Education Systems in Korea*. Economics Department Working Papers No. 470. Paris.
- OECD (2007): *Main Science and Technology Indicators 1/2007*. Paris.
- Revilla Diez, J. und M. Berger (2005): The role of multinational corporations in metropolitan innovation systems: empirical evidence from Europe and Southeast Asia. *Environment and Planning A* 2005, 37, 1813–1835.
- Thakur, S., E. J. Malecki (2005): *Location Determinants of Research and Development Institutions in India*. Paper für das 52. Regional Science Association International Meetings. Las Vegas, 12.11.2005.
- UNCTAD (2005): *World Investment Report 2005*. New York, Genf.
- Voßkamp, R. und J. Schmidt-Ehmcke (2006): FuE in der Wirtschaft – Auswirkungen auf Produktivität und Wachstum. In: H. Legler und Chr. Grenzmann (Hrsg.): *FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft*. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 15, 7–18.