

INNOVATIONSMOTOR CHEMIE 2007

Die deutsche Chemieindustrie im globalen Wettbewerb

Studie im Auftrag des Verbands der
Chemischen Industrie e. V.

mit Unterstützung der Industriegewerkschaft
Bergbau, Chemie, Energie

ZEW

Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung GmbH

niw

Niedersächsisches Institut
für Wirtschaftsforschung

ZEW

Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung GmbH

Kontakt und weitere Informationen:

Dr. Christian Rammer
Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW)
Forschungsbereich Industrieökonomik und
Internationale Unternehmensführung
L 7, 1 · D-68161 Mannheim
Telefon +49 / (0) 621 / 1235-184
Telefax +49 / (0) 621 / 1235-170
E-Mail: rammer@zew.de

INNOVATIONSMOTOR CHEMIE 2007

Die deutsche Chemieindustrie im globalen Wettbewerb

**Studie im Auftrag des Verbands der
Chemischen Industrie e. V.**

**mit Unterstützung der Industriegewerkschaft
Bergbau, Chemie, Energie**

**Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim**

Christian Rammer unter Mitarbeit von Anja Schmiele
und Wolfgang Sofka

**Niedersächsisches Institut für
Wirtschaftsforschung (NIW), Hannover**

Harald Legler, Olaf Krawczyk
unter Mitarbeit von Mark Leidmann

Mannheim und Hannover, Juni 2007

Inhalt

0	Zusammenfassung	1
1	Die Chemieindustrie als ein Pfeiler des deutschen Innovationssystems	3
1.1	Bedeutung für Forschung und Innovation in Deutschland	3
1.2	Beitrag der Chemie zu Innovationen in anderen Sektoren	6
1.3	Innovationsprozesse in der Chemie	15
2	Der Chemiestandort Deutschland im Vergleich	21
2.1	Forschungsstandort Deutschland	21
2.2	Position in Produktion und Außenhandel	30
3	Globalisierung von Innovationsprozessen	37
3.1	Internationalisierung von FuE und Innovation	37
3.2	China und Indien: neue Märkte und neue Standorte	41
3.3	Fallbeispiele	46
4	Innovationspolitik unter veränderten Rahmenbedingungen	51

0 Zusammenfassung

Die Chemieindustrie ohne Pharma nimmt eine herausgehobene Position im deutschen Innovationssystem ein: Sie ist mit Abstand **wichtigster Lieferant von neuen Materialien** für die Industrie und versorgt auf diesem Weg eine Vielzahl anderer Branchen mit Innovationsideen. Keine andere Branche aus dem Bereich der Materiallieferanten wendet so viel für **Forschung und Innovation** auf wie die Chemieindustrie, und kaum eine hat eine so breite Ausstrahlung. Auf die Chemieindustrie entfallen aktuell 9 % der gesamten Aufwendungen für Forschung und Entwicklung (FuE) der deutschen Wirtschaft. Im Jahr 2006 wurden über 4,5 Mrd. € für FuE bereitgestellt. 4,6 % der Umsatzerlöse der chemischen Industrie werden in FuE investiert. Das deutsche Innovationssystem profitiert dabei von einer im internationalen Vergleich besonders **hohen Innovationsorientierung der heimischen Chemieindustrie**: 15 % der FuE-Aufwendungen in der Chemieindustrie der OECD-Länder entfallen auf Deutschland. Im Jahr 2004 kamen 17 % aller Patentanmeldungen in der Chemie von Erfindern aus Deutschland. Die technologische Stärke der deutschen Chemieindustrie zeigt sich auch an den hohen Außenhandelsüberschüssen mit forschungsintensiven Chemiewaren.

Die Bedeutung der Chemieindustrie als **Innovationsmotor** hat allerdings sowohl global als auch für die deutsche Wirtschaft im vergangenen Jahrzehnt etwas **nachgelassen**. Einerseits hat die Chemieindustrie selbst ihre Innovations- und FuE-Anstrengungen nicht mehr weiter intensiviert. Andererseits haben sich im sektoralen Strukturwandel zur Informations- und Dienstleistungswirtschaft die Anforderungen an die technologische Entwicklung verschoben. So ging der Anteil der Chemieindustrie an den gesamten Forschungsvorleistungen, die in Lieferungen von Vorprodukten, Investitionsgütern und Dienstleistungen an Industriebranchen enthalten sind, von 20 % (1995) auf 15,5 % (2003) zurück. Hinzu kommt, dass die Komplexität der Innovationsprozesse in der Chemieindustrie häufiger zu **Innovationshemmnissen** führt. Neben hohen Innovationskosten, hohen wirtschaftlichen und technologischen Risiken und einem Mangel an Innovationskapital und -personal spielen auch Gesetzgebung, Regulierungen und Verwaltungshandeln eine große Rolle. Dadurch bleiben Innovationspotenziale ungenutzt.

Im Vergleich zu anderen Branchen verlief die **weltweite Dynamik** von wissenschaftlicher Forschung und unternehmerischer FuE in der Chemie zuletzt recht unterschiedlich: Die Zahl der wissenschaftlichen Publikationen aus der Chemie steigt seit einigen Jahren schneller als in den meisten anderen Technikfeldern. Anders ist die Situation bei **FuE** und weltmarktrelevanten **Patenten**: Hier stagniert seit ei-

nem Jahrzehnt das Innovationspotenzial der Chemie global. Die geringe FuE-Dynamik ist auch Ergebnis geringer Technologieimpulse. Denn die großen Technologietrends – Stichwort Informationstechnologie – hatten für die Innovationstätigkeit der Chemieindustrie weniger Relevanz als für die meisten anderen Branchen. Insofern könnte die wachsende Publikationstätigkeit einen **neuen Technologieschub** andeuten, von dem auch der „Innovationsmotor Chemie“ profitieren könnte. Eine besondere Bedeutung könnten hierbei **neue Energietechnologien** spielen. Für effizientere Formen der Energiegewinnung und -nutzung sind Innovationen der Chemie an vielen Stellen von entscheidender Bedeutung. Hier könnte die Chemieindustrie als Impulsgeber für neue technische Lösungen prominent auftreten.

Das vergangene Jahrzehnt war auch durch große Verschiebungen bei der Chemieproduktion und der Nachfrage nach Chemieerzeugnissen gekennzeichnet. Beide expandierten besonders kräftig im **asiatisch-pazifischen Raum**, allen voran in **China** und **Indien**. Über die Hälfte des weltweiten **Produktionswachstums** in der Chemie seit 2000 stammt aus China, gleichzeitig ist China zum größten Exportabsatzmarkt der Welt bei Chemieprodukten avanciert. Asien gewann aber auch als Innovationsstandort an Bedeutung: Das starke Wachstum bei **wissenschaftlichen Publikationen** geht wesentlich auf die aufholenden Schwellenländer aus Asien zurück. Deren Arbeiten werden mittlerweile international stark beachtet. Auch bei FuE und Patentanmeldungen erzielen China und Indien überdurchschnittliche Wachstumsraten. **Industrielle FuE** dient dort vor allem der Erschließung der großen Marktpotenziale, im Zentrum steht die Weiterentwicklung von Produkten an die lokalen Anforderungen. Generell gilt: Joint Ventures, Investitionen, FuE und Kooperationen mit wissenschaftlichen Einrichtungen gehen meist Hand in Hand mit der Produktion.

Deutschland profitiert von der Globalisierung in der Chemieindustrie. Inlandsproduktion und Exporte werden stark durch das rasante Wachstum in Asien angetrieben. Gleichzeitig konnten sich die deutschen Unternehmen gut in Asien positionieren: Sie sind für 14 % aller ausländischen Direktinvestitionsprojekte in der chinesischen Chemieindustrie verantwortlich, darunter auch für die größten Einzelinvestitionen. Die neuen Standorte in Asien sind in erster Linie eine Chance für die deutsche Chemieindustrie als eine Gefahr durch neue Konkurrenten: Die Ausweitung von Produktion und FuE dient dem Wettbewerb um Marktanteile vor Ort. **Die Innovationsaktivitäten folgen den Märkten**. Damit wird auch die Strahlkraft und das Wirkungspotenzial des „Innovationsmotors Chemie“ an den neuen Standorten gestärkt.

0 Summary

The Chemical Industry (excluding pharmaceuticals) occupies a prominent role in the national innovation system of Germany. No other industry is more important in **supplying the manufacturing sector with innovative materials and substances**. By doing this, the Chemical Industry provides many other industries with impulses to innovate. At the same time, the Chemical Industry devotes more resources to **research and innovation** than any other supplier of materials. Since the Chemical industry serves a vast variety of different sectors, it triggers innovation broadly across industry. The Chemical Industry's share in total business expenditure for research and development (R&D) in Germany currently stands at 9 percent. In 2006, it spent more than €4.5 billion on R&D, an amount equivalent to 4.6 percent of the industry's total sales. The German innovation system benefits from the domestic Chemical Industry's **high commitment to innovation** by international standards: 15 percent of R&D expenditure in the Chemical Industry in OECD countries takes place in Germany. In 2004, 17 percent of all patent applications in Chemistry were made by inventors from Germany. The technological strength of the German Chemical Industry is revealed by the country's high surplus in trade with R&D-based chemical products.

The significance of the Chemical Industry as an **engine for innovation has lessened** during the last decade, however, both globally and in Germany. The Chemical Industry has not expanded research and innovation efforts over the last ten years. At the same time, sectoral change towards an information and service economy has reshaped the demand for new technologies at the expense of the Chemical Industry. As a consequence, the sector's share in the total incorporated R&D input provided to other manufacturing industries through the supply of intermediary products, producer durables and services fell from 20 percent in 1995 to 15.5 percent in 2003, though this is still the highest figure for any sector. What is more, complex innovation processes in the Chemical industry result in **innovation barriers** appearing more frequently. Alongside high costs, high risk and a lack of financing and qualified personnel, legal regulation and administrative procedures are important obstacles to efficient innovation. Some potential for innovation is thus lying idle.

The **global dynamics** of academic research and business R&D in Chemistry have developed in different directions. The number of scientific publications in Chemistry has increased in recent years more rapidly than in most other fields of technology. At the same time, R&D expenditure and **patent ap-**

plications relevant to the world market remain static. The low dynamics in R&D and patenting may be the result of shrinking technological opportunities. While the main technology trends of the last decade, such as information technologies, have spurred innovation in many other sectors, they are of limited relevance to innovation in the Chemical Industry. The growing number of scientific publications may indicate **new technology impulses** from which the "Innovation Engine Chemistry" might profit. In particular, **new energy technologies** can be of utmost importance in this respect since more efficient ways of producing and using energy demand innovation in Chemistry in many respects. This could reinforce the Chemical Industry's prominent role as a transmitter of innovation to other sectors.

The past ten years saw great regional shifts in the production and demand of chemical products. The **Asian-Pacific region** has experienced high rates of growth, most particularly in **China** and **India**. More than 50 percent of global **growth in chemical production** since 2000 has taken place in China. Today, China is the world's largest export market for chemicals. Asia is also gaining in importance with respect to innovation. The strong increase in **scientific publications** is basically coming from emerging economies in Asia. Their scientific output is receiving a great deal of attention internationally. China and India also clearly show above-average growth rates in R&D and patenting. The growing **industrial R&D** in Asia is primarily targeted at developing domestic market potential, focussing on further development of products to meet local requirements. In general, increasing numbers of joint ventures, direct investment, R&D sites and co-operations with academic institutions are closely linked to increasing production and demand.

Germany is profiting from globalisation in the Chemical Industry. Both domestic production and exports are driven by rapid growth in Asia. German Chemical companies have been able to occupy a strong position in these emerging markets: They are responsible for 14 percent of all foreign direct investment projects in the Chinese Chemical Industry, including the largest single investments. Asia is first and foremost an opportunity for growth, rather than a threat through new competitors. Increasing production and R&D at Asian sites primarily serves local markets and helps to gain market shares. **Innovation activities** by and large **follow market developments**. This is likely to reinforce the effects of the "Innovation Engine Chemistry" at these emerging locations.

1 Die Chemieindustrie als ein Pfeiler des deutschen Innovationssystems

Die Chemieindustrie ist für den produzierenden Sektor der wichtigste Lieferant von innovativen Materialien, praktisch übernimmt sie für viele Industriezweige einen Großteil der Forschungsarbeit. Sie ist damit in fast allen Ländern einer der wichtigsten Impulsgeber für neue Technologien, Produkt- und Prozessinnovationen – wenn überhaupt, dann nur vom Maschinenbau und der Elektronik übertroffen. Die Innovationsprozesse in der Chemischen Industrie sind äußerst komplex, z. T. auch langwierig. Sie sind daher überdurchschnittlich forschungs- und entwicklungsintensiv und erfordern vielfältige Kooperationen sowie den Austausch von Wissen mit Unternehmen und Wissenschaft/Forschung im In- und Ausland.

Die Bedeutung der Chemieindustrie für die Innovationskraft hat allerdings – sowohl global als auch für die deutsche Wirtschaft – im vergangenen Jahrzehnt etwas nachgelassen. Einerseits hat

die Chemieindustrie selbst ihre Innovations- und FuE-Anstrengungen nicht mehr intensiviert, originäre Marktneuheiten tragen Jahr für Jahr weniger zum Umsatz der Chemieindustrie bei. Andererseits haben sich im sektoralen Strukturwandel zur Informations- und Dienstleistungswirtschaft die Anforderungen an die technologische Entwicklung verschoben, sodass sich die Chemieindustrie im Schatten der wichtigsten Technologietrends befand.

Die Komplexität der Innovationsprozesse macht die Chemieindustrie anfälliger gegen hemmende Faktoren wie hohe Innovationskosten und -risiken, Mangel an Innovationskapital und -personal, aber auch gegen Defizite im Wettbewerb sowie in Gesetzgebung, Regulierungen und Verwaltungshandeln. Es sind längst nicht alle Innovationshemmnisse beseitigt. Weil die Chemieindustrie davon stärker als andere Branchen betroffen ist, liegt Innovationspotenzial brach.

Die Chemieindustrie zählt zu jenen Wirtschaftszweigen in Deutschland, die in besonderem Maß in die Entwicklung und Einführung neuer Produkte und effizienterer Verfahren investieren. Ein bedeutender Teil der gesamtwirtschaftlichen Aufwendungen für Forschung und Innovation wird von der Chemischen Industrie gestellt (Abschnitt 1.1). Sie ist aber nicht nur von ihrer Größe her ein wichtiges Element des deutschen Innovationssystems. Als mit Abstand wichtigster Hersteller von innovativen Materialien kommt ihr auch eine entscheidende qualitative Bedeutung zu: Sie legt für viele andere Branchen die materiellen Grundlagen für neue Produkte und Prozesse und treibt mit ihrer eigenen Technologieentwicklung Innovationen in anderen Wirtschaftszweigen an (Abschnitt 1.2). Die Innovationsfähigkeit der Chemieindustrie ist daher für die deutsche Volkswirtschaft insgesamt von erheblicher Bedeutung. Effiziente Innovationsprozesse und der Abbau von Innovationsbarrieren sind eine Voraussetzung, damit die Chemieindustrie ihrer Rolle als Innovationsmotor gerecht werden kann (Abschnitt 1.3).

1.1 Bedeutung für Forschung und Innovation in Deutschland

Die Innovationsfähigkeit einer Volkswirtschaft ist von Jahr zu Jahr wichtiger geworden. Sie zeigt sich an hohen Beiträgen der Wissenschaft zum naturwissenschaftlich-technischen Fortschritt, an einer intensiven Anwendung von technischem Wissen, in permanenten Neu- und Weiterentwicklungen von Gütern und Dienstleistungen sowie im Einsatz von neuen, wirtschaftlicheren Verfahren in Produktion und Leistungserstellung. In der Chemischen Industrie sind Innovationen stär-

ker als in den meisten anderen Industriebranchen die treibende Kraft für Wachstum und ein entscheidender Parameter für die (internationale) Wettbewerbsfähigkeit. Innovationsaufwendungen beanspruchen in der Chemieindustrie deshalb einen deutlich überdurchschnittlich hohen Anteil der Unternehmensressourcen.

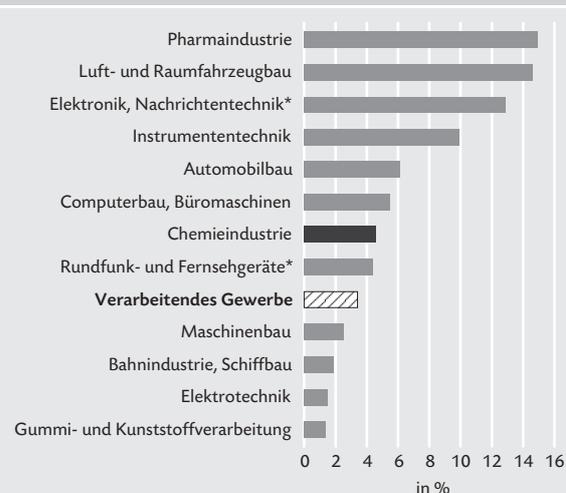
Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Unternehmen

Die Chemieindustrie¹ gehört in die Spitzengruppe der forschungsintensiven Industrien (Abb. 1.1–1). Sie rangiert

Das Wichtigste in Kürze

- Die Chemieindustrie¹ stellt rund **9 % der gesamten Aufwendungen für Forschung und Entwicklung (FuE)** der deutschen Wirtschaft. 2006 beliefen sich die gesamten FuE-Aufwendungen der Chemieindustrie auf 4,5-4,6 Mrd. €. Mit einer FuE-Intensität (FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen) von 4,6 % zählt sie zu den forschungsintensiven Branchen.
- Die **Innovatorenquote** (Anteil der Unternehmen mit Produkt- oder Prozessinnovationen) war 2005 mit knapp 80 % die zweithöchste unter allen Branchen. Besonders viele Unternehmen sind mit neuen Produkten erfolgreich. Der Umsatzanteil mit neuen Produkten (= jünger als 3 Jahre) ist mit 14 % im Branchenvergleich als Folge der branchenspezifischen Produktzyklen jedoch niedrig.
- Kleine und mittlere Unternehmen (**KMU**) der Chemieindustrie sind im Branchenvergleich besonders **forschungsorientiert**: Etwa 50 % betreiben regelmäßig FuE, ein weiteres knappes Viertel gelegentlich. Ihr Anteil an den gesamten FuE-Aufwendungen ist mit 7 % allerdings gering.

¹ Die Chemieindustrie umfasst in diesem Bericht – sofern nicht anders vermerkt – die Herstellung von **chemischen Erzeugnissen ohne Arzneimittel** und deren Vorprodukte, d. h. den Wirtschaftszweig 24 exklusive 24.4 der amtlichen Wirtschaftszweigsystematik.

Abb. 1.1–1: FuE-Intensität forschungsintensiver Industriebranchen in Deutschland 2005


FuE-Gesamtaufwendungen in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen.
 * 2003 statt 2005.
 Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – StaBuA: FS 4, Reihe 4.1.1 und 4.3.
 – Berechnungen des NIW.

zwar hinter der Pharmazeutischen Industrie, der Medien- und Nachrichtentechnik, dem Luft- und Raumfahrzeugbau, der Instrumententechnik, der Automobilindustrie und der Hersteller von EDV- und Büromaschinen, aber noch vor der Rundfunk- und Fernsehertechnik, der Bahnindustrie, dem Maschinenbau und der Elektrotechnik. Der Anteil der FuE-

Aufwendungen am Umsatz aus eigenen Erzeugnissen liegt in der Chemieindustrie Deutschlands derzeit (2005) mit 4,6 % ein Drittel über dem Durchschnitt der Verarbeitenden Industrie (3,4 %).

Nach einer aktuellen Schätzung beliefen sich die gesamten Aufwendungen für FuE (unternehmensinterne Ausgaben plus Aufträge an Externe) in der Chemieindustrie in **Deutschland** im Jahr 2006 auf 4,5 bis 4,6 Mrd. €. Dies entspricht rund 9 % der gesamten FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft. Absolut höhere FuE-Aufwendungen als die Chemieindustrie melden nur der Automobilbau, die Elektronik/Nachrichtentechnik, der Maschinenbau, die Elektrotechnik und die Pharmaindustrie.

Die FuE-Aufwendungen der Chemieindustrie werden ganz überwiegend aus den eigenen Mitteln der Unternehmen finanziert. Der staatliche Finanzierungsbeitrag belief sich 2003 auf nur 0,7 % (Industrie insgesamt: 3,0 %), und auch der Beitrag des Auslands (das sind überwiegend von ausländischen Chemieunternehmen für ihre deutschen Töchter bereitgestellte Mittel) ist mit 0,5 % (2003) äußerst niedrig. Gleichzeitig hat jüngst der Anteil der an Externe vergebenen FuE-Aufträge an den gesamten FuE-Aufwendungen stark auf 18 % zugenommen. Der überwiegende Teil dieser Mittel ging an das Ausland, d. h. vorrangig an Auslands-töchter deutscher Chemieunternehmen (s. Abschnitt 2.1).

Im Jahr 2005 waren rund 25.000 Personen in Vollzeitstellen gerechnet in der Chemieindustrie mit FuE befasst, das sind 7,8 % aller Beschäftigten (Tab. 1.1–1). Dies ist

Tab. 1.1–1: FuE-Indikatoren der deutschen Chemischen Industrie im Vergleich – 1995 bis 2005

Merkmal	Chemische Industrie						Verarbeitende Industrie					
	1995	1997	1999	2001	2003	2005	1995	1997	1999	2001	2003	2005
FuE-Gesamtaufwendungen in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen	5,5	4,6	4,9	4,6	4,9	4,6	3,2	3,3	3,5	3,6	3,8	3,4
Anteil an der FuE-Finanzierung in %												
Staat	0,9	0,9	1,0	0,7	0,7		6,3	7,1	5,9	3,2	3,0	
Ausland	0,8	*	2,7	2,5	0,5		2,1	3,8	2,8	3,1	2,4	
FuE-Kostenstruktur in %												
Personalausgaben	57	56	51	51	48		54	54	50	48	47	
Sachmittel	32	34	33	33	28		31	27	28	28	27	
Investitionen	7	9	10	9	7		6	6	7	7	7	
externe Aufträge	3	2	6	7	17	18	10	13	15	17	19	19
Anteile der Auftragnehmer von externer FuE in %												
Wirtschaft Inland	23	53	52	62	18		61	66	71	73	63	
Hochschulen Inland	15	25	7	10	3		10	7	5	5	9	
außerunivers. Einrichtungen Inland	2	5	1	2	1		9	6	4	4	5	
sonstige Inland	1	5	2	2	1		3	2	1	1	1	
Ausland	59	12	37	24	76		17	19	19	17	23	
FuE-Personal (Vollzeit) in % der Beschäftigten	8,2	7,5	7,7	7,3	7,2	7,8	4,0	4,2	4,3	4,2	4,3	4,5
Personalstruktur in FuE (in %)												
Wissenschaftler und Ingenieure	24	24	24	25	30		45	45	48	50	53	
Techniker	45	46	44	43	42		28	28	27	25	24	
sonstiges Personal	31	30	32	32	28		27	27	26	25	22	

* aufgrund von Geheimhaltungen nicht verfügbar.
 Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik: Datenreport (versch. Jgge.) sowie unveröffentlichte Angaben. StaBuA: FS. 4, Reihe 4.1.1. Angaben des DIW.
 – Zusammenstellung, Schätzungen und Berechnungen des NIW.

Tab. 1.1–2: FuE-Gesamtaufwendungen 1995-2003 in der Chemieindustrie nach Größenklassen

Beschäftigten- größenklasse	Anteil in %					Anteil in % des Umsatzes				
	1995	1997	1999	2001	2003	1995	1997	1999	2001	2003
unter 100	1,9	2,1	2,1	1,7	1,7	1,5	1,5	1,5	1,2	1,0
100 bis unter 250	3,0	3,2	3,2	2,5	3,0	1,7	1,7	1,7	1,1	1,3
250 bis unter 500	2,5	2,7	2,7	2,1	2,5	1,7	1,7	1,4	1,0	1,0
500 bis unter 1000	2,5	4,2	4,1	3,1	4,3	1,3	1,8	1,7	1,1	1,7
1000 und mehr	90,3	87,9	88,0	90,7	88,5	6,1	5,8	6,9	6,2	6,8
insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	4,7	4,5	4,9	4,3	4,5

Quelle: StaBuA: Fachserie 4, Reihe 4.3 (versch. Jgge.). SV-Wissenschaftsstatistik: Datenreport (versch. Jgge.). – Berechnungen des NIW.

deutlich mehr als in der verarbeitenden Industrie insgesamt (4,5 %). Der Anteil der **FuE-Beschäftigten** an der Gesamtbelegschaft ist jüngst wieder gestiegen, nachdem er 2001 und 2003 bei 7,3 bzw. 7,2 % lag. Die Verringerung der Beschäftigtenzahl in der deutschen Chemieindustrie hat damit das FuE-Personal weniger stark betroffen als andere Beschäftigtengruppen.

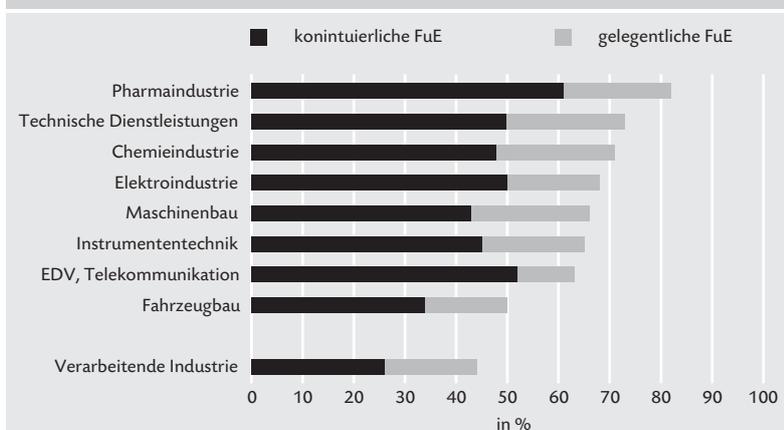
Forschung und Innovation in der Chemieindustrie sind so stark wie in kaum einer anderen Branche von den Aktivitäten der **Großunternehmen** geprägt. 93 % der gesamten FuE-Aufwendungen der deutschen Chemieindustrie entfallen auf Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten. Dies ist mehr als im Industriemittel (90 %). Dieser hohe Anteil hat sich im vergangenen Jahrzehnt kaum geändert (Tab. 1.1–2). Großunternehmen wenden auch deutlich höhere Anteile ihres Umsatzes für FuE auf. 2003 betrug die FuE-Intensität der Unternehmen mit über 1.000 Beschäftigten fast 7 %, während Unternehmen mit unter 500 Beschäftigten auf eine FuE-Intensität von kaum mehr als 1 % kommen.

Trotz des geringen Anteils von KMU an den gesamten FuE-Aufwendungen der Chemieindustrie sind die KMU dennoch sehr **forschungsorientiert**: Im Jahr 2005 betrieben fast 50 % aller Chemieunternehmen kontinuierlich FuE, ein weiteres knappes Viertel befasste sich gelegentlich mit FuE. Innerhalb der Industrie weist nur die Pharmabranche höhere Anteilswerte auf. Im Mittel der verarbeitenden Industrie betrieben im Jahr 2005 nur 26 % der Unternehmen kontinuierlich und weitere 18 % gelegentlich unternehmensintern FuE.

Innovationsaktivitäten von Unternehmen

FuE ist oftmals Ausgangspunkt und wichtigster Bestandteil der Innovationsaktivitäten von Unternehmen. Dies gilt in ganz besonderem Maße für die Chemieindustrie. Von den gesamten finanziellen **Aufwendungen für Innovationen**, die neben FuE auch Aufwendungen für Weiter-

Abb. 1.1–2: Anteil von forschenden Unternehmen in Deutschland nach forschungsintensiven Branchen 2005



Anteil der Unternehmen, die im Zeitraum 2003-2005 kontinuierlich oder gelegentlich unternehmensintern FuE betrieben haben, in % aller Unternehmen ab 5 Beschäftigten.
Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel (Erhebung 2006). – Berechnungen des ZEW.

bildung, Marketing, Produktionsvorbereitung, Konstruktion, externes Wissen und die Anschaffung neuer Anlagen im Rahmen von Innovationsprojekten umfassen, entfallen in der Chemieindustrie über drei Viertel auf FuE. In den meisten anderen forschungsintensiven Branchen macht FuE zwischen der Hälfte und zwei Drittel der gesamten Innovationsaufwendungen aus.

Vier von fünf Chemieunternehmen gelingt es, innerhalb eines Dreijahreszeitraums zumindest ein neues Produkt erfolgreich im Markt einzuführen oder ein neues Verfahren unternehmensintern zu realisieren. Damit weist die Chemieindustrie nach der Pharmabranche die höchste **Innovatorenquote** vor. Beim Anteil der Unternehmen, die erfolgreich neue Produkte im Markt platzieren konnten, liegt die Chemieindustrie sogar an erster Stelle.

Im Jahr 2005 konnten die in Deutschland ansässigen Chemieunternehmen einen **Umsatz mit neu eingeführten Produkten** (= Produkte, die nicht älter als 3 Jahre sind) von 20 Mrd. € erzielen. Das entspricht 14 % des Gesamtumsatzes der Branche. Dies ist weniger als in den anderen forschungsintensiven Branchen und liegt um etwa die Hälfte unter dem Mittel für die verarbeitende Industrie. In der Chemieindustrie haben somit sehr viele Unternehmen neue

Tab. 1.1–3: Innovationsindikatoren der forschungsintensiven Wirtschaftszweige Deutschlands im Jahr 2005

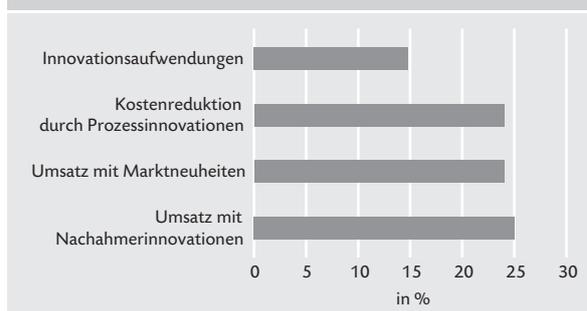
	Innovationsaufwendungen ¹⁾ in Mrd. €	Innovatorenquote ²⁾ in %	Produktinnovatorenanteil ²⁾ in %	Prozessinnovatorenanteil ²⁾ in %	Umsatz mit neuen Produkten ³⁾ in Mrd. €	Umsatzanteil mit neuen Produkten ³⁾ in %
Chemieindustrie	5,0	79	69	42	20	14
Pharmaindustrie	5,6	83	64	64	8	17
Maschinenbau	9,5	73	67	47	59	32
Elektroindustrie	13,1	77	68	46	68	43
Instrumententechnik	3,3	73	67	42	11	29
Fahrzeugbau	27,5	61	51	41	186	56
verarbeitende Industrie	79,2	58	47	37	434	27
EDV/Telekommunikation	8,5	72	69	30	37	28
Technische Dienstleist.	2,8	67	56	48	4	13

1) Aufwendungen für FuE sowie innovationsbezogene Aufwendungen für Weiterbildung, Marketing, Produktionsvorbereitung, Konstruktion, externes Wissen und die Anschaffung neuer Anlagen.

2) Anteil der Unternehmen, die im Zeitraum 2003-2005 zumindest eine Produkt- bzw. Prozessinnovation erfolgreich eingeführt haben.

3) Produkte, die im Zeitraum 2003-2005 neu eingeführt wurden; Umsatz bezogen auf den Gesamtumsatz inkl. Handelswaren und fachfremde Umsätze.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel (Erhebung 2006). – Berechnungen des ZEW.

Abb. 1.1–3: Anteil von KMU an ausgewählten Innovationsindikatoren der deutschen Chemieindustrie 2004/2005


Anteil der Unternehmen mit weniger als 500 Beschäftigten am Gesamtwert des jeweiligen Indikators in der Chemieindustrie im Durchschnitt der Jahre 2004 und 2005.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel (Erhebungen 2005 und 2006). – Berechnungen des ZEW.

Produkte in ihrem Angebot, erzielen damit jedoch im Mittel nur geringe Umsätze. Ein wesentlicher Grund hierfür sind die langen Produktlebenszyklen in der Chemieindustrie sowie die langen Anlaufzeiten, bis Neuheiten auf hohe Umsatzzahlen kommen. Damit sich die Investitionen in neue Produkte rechnen, sind somit lange Verwertungszeiten notwendig (siehe Abschnitt 1.3).

Der Anteil der KMU an den gesamten Innovationsaufwendungen liegt bei 15 %. Ihr Beitrag zum Gesamtumsatz mit neuen Produkten in der Chemieindustrie ist mit 25 % dagegen deutlich höher. KMU sind dabei mit Nachahmerinnovationen (Anteil von 25,5 %) etwas erfolgreicher als mit originären Innovationen („Marktneuheiten“, Anteil von 23,5 %). Auch zum prozessseitigen Innovationserfolg in der Chemie-

industrie, gemessen anhand der Stückkosteneinsparungen, tragen sie mit 23 % deutlich mehr bei als ihr Anteil an den Innovationsaufwendungen erwarten lassen würde. **KMU** in der Chemieindustrie sind somit in der Lage, bei verhältnismäßig geringen finanziellen Aufwendungen hohe Erfolge am Markt zu erzielen. Dies gelingt ihnen vor allem durch die Fokussierung der Innovationsaktivitäten auf wenige Innovationsprojekte, das Besetzen von **Nischen** und durch **kundenspezifische Produktangebote**, aber auch durch das Auffinden und Entwickeln von neuen Produktangeboten mit einem besonders hohen Wachstumspotenzial.

1.2 Beitrag der Chemie zu Innovationen in anderen Sektoren

Chemieindustrie als wichtigster Lieferant von innovativen Materialien

Die besondere Rolle der Chemieindustrie im Innovationssystem ist die des **Lieferanten von innovativen Vormaterialien** für andere Industriezweige. Neue Werkstoffe, neue Komponenten und neue Chemikalien ermöglichen anderen Produzenten die Entwicklung innovativer Produkte mit verbesserten Eigenschaften oder die Einführung effizienterer Herstellungsverfahren. Gut 10 % des gesamten **Material- und Vorproduktebedarfs** der deutschen Industrie (Bezug aus inländischer Produktion plus Importen, ohne brancheninterne Lieferungen und ohne den Bezug von Investitionsgütern und Dienstleistungen) stammen aus der Chemie (Abb. 1.2–1).² Damit sind Chemieprodukte hinter

2 Die Bedeutung von Chemiewaren für andere Branchen wird im Folgenden aus einer technologischen Perspektive betrachtet, unabhängig davon, ob die eingesetzten Produkte aus inländischer Produktion oder aus Importen stammen.

Das Wichtigste in Kürze

- Die Chemieindustrie ist der **wichtigste Lieferant von innovativen Materialien** für die deutsche Industrie: Chemiewaren stellen 10 % des gesamten Bezugs von Materialien und Vorprodukten, und sie weisen einen weit überdurchschnittlichen FuE-Gehalt auf. So stammen 15,5 % der gesamten vom deutschen Produktionssektor über Vorleistungen (Materialien, Anlagegüter, Dienstleistungen) bezogenen „inkorporierten FuE“ aus anderen Branchen aus der Chemieindustrie. Dies ist der Spitzenplatz im Branchenvergleich. Die Intensität der FuE-Leistungen an andere Branchen hat in den letzten Jahren allerdings abgenommen.
- Die Chemieindustrie ist ein wichtiger **Impulsgeber für Innovationen in ihren Kundenbranchen**: Diese konnten

2002 einen Umsatz mit **chemiegetriebenen Produktneheiten** von rund 3 Mrd. € erzielen. Von allen lieferantenseitigen Anstößen für neue Produkte in der deutschen Industrie entfallen fast 20 % auf die Chemie – das ist hinter der Elektronik der zweite Platz. Innovative Chemiematerialien sind außerdem eine bedeutende **Quelle für Prozessinnovationen** in den Abnehmerbranchen. Wichtigster Nutzer von Innovationsimpulsen der Chemie ist die Automobilindustrie.

- 23 % der von deutschen Chemieunternehmen angemeldeten Patente sind auch für andere Branchen technologisch von Bedeutung. Die Chemieindustrie nimmt hinter dem Maschinenbau die zweite Position als **sektorübergreifender Technologieimpulsgeber** ein. Die Technologieimpulse strahlen auf eine **große Zahl von anderen Branchen** aus.

Metallwaren und Bergbauprodukten die **quantitativ wichtigste Materialgrundlage** für die deutsche Wirtschaft.

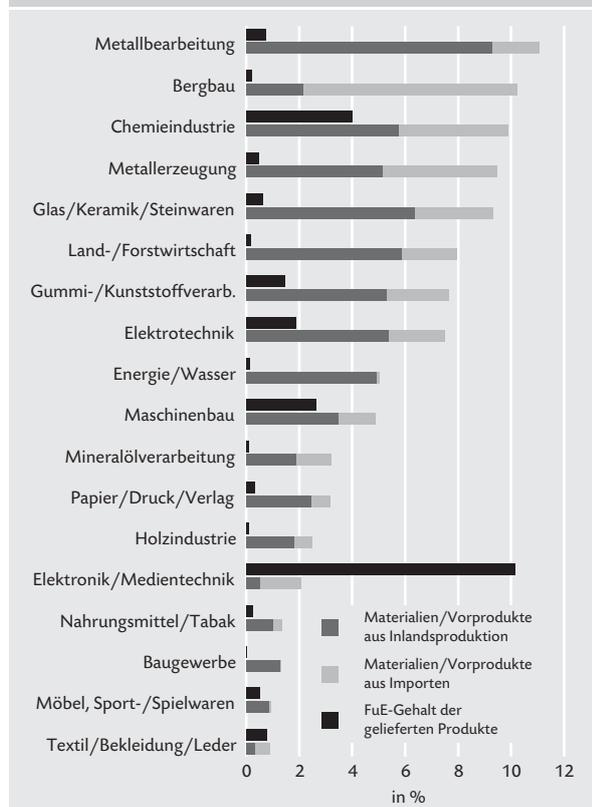
Unter den wesentlichen Materiallieferanten sticht die Chemieindustrie mit ihrer hohen Forschungsintensität hervor. Der Herstellerpreis von Chemiewaren aus inländischer Produktion beinhaltet im Schnitt knapp 4 % an internen FuE-Kosten. Alle anderen klassischen Materiallieferanten – Metallindustrie, Gummi- und Kunststoffverarbeitung, Glas-, Keramik- und Steinwarenindustrie, Elektrotechnik, Papierindustrie, Textilindustrie, Holzindustrie und der Energiesektor – bleiben unter der 2%-Marke. Die Chemie ist somit der wichtigste Lieferant an **forschungsintensiven Materialien**.

Der **Bezug von Chemiewaren** durch andere Industriebranchen in Deutschland ist gleichzeitig **stark internationalisiert**, wenngleich der Importanteil in den Input-Output-Tabellen beträchtlich schwankt. 1999/2000 wurde über die Hälfte der in anderen Produktionsbranchen in Deutschland verwendeten Chemiewaren aus dem Ausland bezogen, in den Jahren 2001 bis 2003 sank diese Quote jedoch auf 36 bis 42 %. Die heimischen Chemieunternehmen konnten ihre Position als Lieferanten innovativer Vorprodukte damit in diesem Zeitraum verbessern.

Chemiewaren werden in nahezu allen Produktionszweigen eingesetzt. Kaum eine andere Industriebranche weist eine so **breite Abnehmerstruktur** auf. Die größten Abnehmer sind die gummi- und kunststoffverarbeitende Industrie, gefolgt von den privaten Haushalten (vor allem über die Nachfrage nach Reinigungs- und Pflegemittel), dem Textil-, Bekleidungs- und Ledergewerbe, dem Automobilbau, dem Baugewerbe, der Papier- und Druckindustrie, der Metallherzeugung und der Pharmaindustrie (Abb. 1.2–2).

In einzelnen Branchen dominiert die Chemieindustrie als Materiallieferant ganz klar, so beziehen die Gummi- und Kunststoffverarbeitung und die Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie mehr als die Hälfte ihrer Materialien und Vorprodukte aus der Chemie, bei der Pharmaindustrie sind es rund 50 % (Abb. 1.2–3). In der Elektronik und Medientechnik entfällt über ein Viertel der Warenbezüge auf Chemieprodukte. Die Technologiebranchen Elektrotechnik, Fahrzeugbau, Maschinenbau, Instrumententechnik und

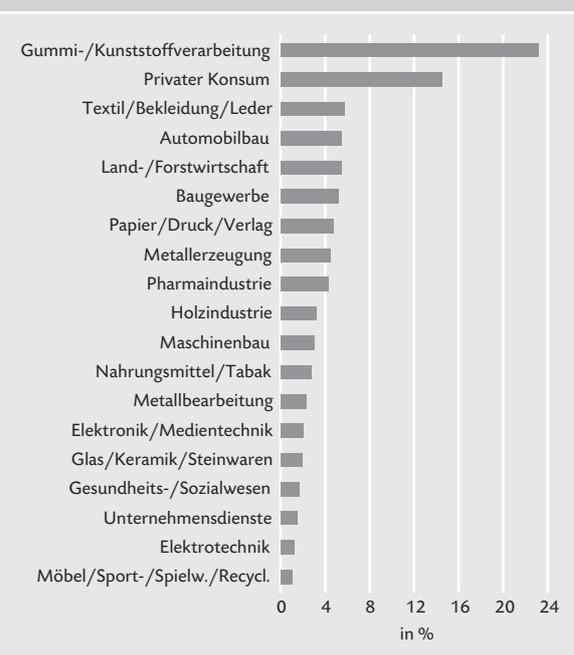
Abb. 1.2–1: Bezug von Materialien/Vorprodukten durch den Produktionssektor und durchschnittlicher FuE-Gehalt der gelieferten Produkte 2003



Anteil einer Branche an allen Lieferungen von Materialien und Vorprodukten an den Produktionssektor in Deutschland in % (ohne brancheninterne Lieferungen), differenziert nach Inlandsproduktion und Importen, sowie interne FuE-Aufwendungen der zuliefernden Branche in Deutschland in % der gesamten branchenexternen Lieferungen und Leistungen („FuE-Gehalt der gelieferten Produkte“) ohne Lieferungen von Investitionsgütern – Lieferungen des Maschinenbaus und der Elektronik/Medientechnik umfassen somit nur Vorleistungsprodukte (z.B. Maschinenteile, Speicherchips).
Quelle: StaBuA (Input-Output-Tabellen für 2003). SV-Wissenschaftsstatistik (FuE-Erhebung 2003). – Berechnungen des ZEW.

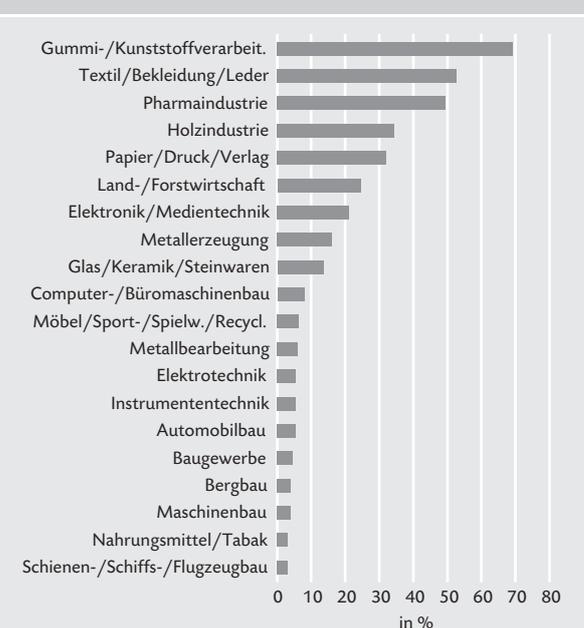
Computerbau decken zwar nur zwischen 4 und 8 % des Materialbedarfs direkt aus der Chemie. Zum Teil erhalten sie aber Materialinnovationen der Chemieindustrie indirekt über Zwischenproduzenten wie die Gummi- und Kunststoffverarbeitung oder die Textilindustrie. So erreichen

Abb. 1.2–2: Abnehmerbranchen von Chemiewaren in Deutschland (2003)



Anteil an der gesamten branchenexternen Verwendung von Chemiewaren in Deutschland (aus inländischer Produktion und aus Importen) in %.
Quelle: StaBuA (Input-Output-Tabellen für 2003).
– Berechnungen des ZEW.

Abb. 1.2–3: Bedeutung der Chemie als Materiallieferant für Branchen des Produktionssektors in Deutschland (2003)



Anteil von Chemiewaren am gesamten Bezug von Materialien und Vorprodukten (ohne Investitionsgüter und Dienstleistungen) aus inländischer Produktion und aus Importen.
Quelle: StaBuA (Input-Output-Tabellen für 2003).
– Berechnungen des ZEW.

Chemiewaren im Automobilbau und in der Elektronik/Medientechnik einen Anteil von 25 bis 30 % an den gesamten Materialbezügen. Viele der chemischen Produkte finden sich in Kunststoffen für Elektronik, Fahrzeuginnenausstattungen, Tankbehältern, Beleuchtungsteilen oder Chemiefasern wieder.

FuE-Vorleistungen durch die Chemie

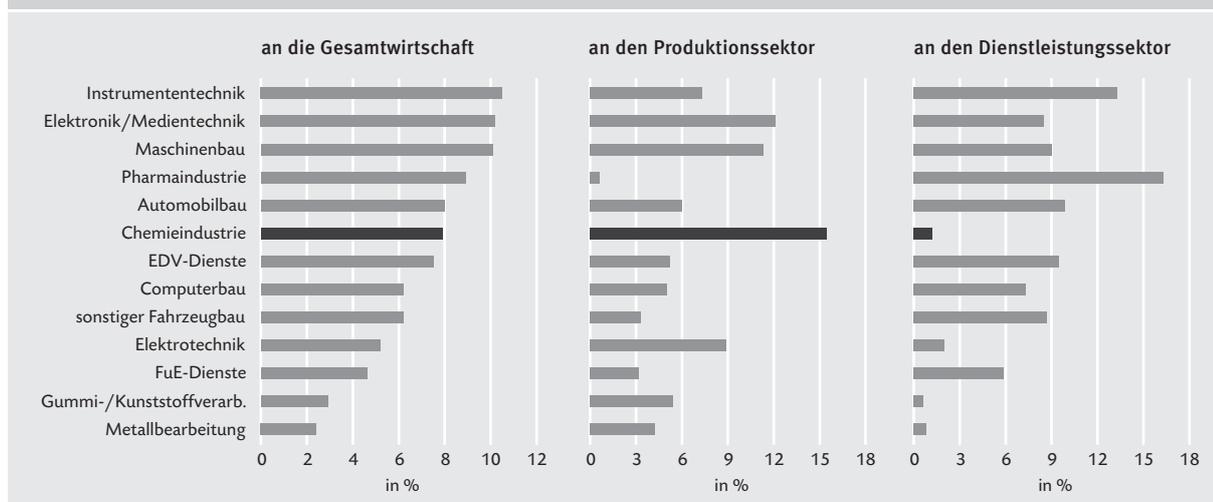
Mit der Lieferung von Materialien und Vorprodukten stellt die Chemieindustrie ihren Kundenbranchen die Ergebnisse der eigenen FuE-Aktivitäten zur Verfügung. Diese in den Lieferungen enthaltenen FuE-Ausgaben – die „inkorporierte FuE“ – ist ein Indikator für den Umfang der innovativen Vorleistungen einer Branche und für den Wissens- und Technologietransfer zwischen Sektoren. Im Jahr 2003 beliefen sich die über Materialien, Dienstleistungen und Investitionsgüter zwischen Branchen transferierte inkorporierte FuE in der deutschen Wirtschaft (Produktionssektor plus Dienstleistungen) auf rund 17,0 Mrd. €. Hier von stammten rund 11,8 Mrd. € aus inländischer Produktion und rund 5,2 Mrd. € aus Importen. Aus der Chemieindustrie kamen 8,3 % der gesamten „inkorporierten FuE“. Damit

liegt die Chemieindustrie auf dem sechsten Rang, hinter der Instrumententechnik (Medizin-, Mess-, Steuer-, Regeltechnik, Optik), der Elektronik/Medientechnik dem Maschinenbau, der Pharmaindustrie und dem Automobilbau (Abb. 1.2–4).

Die besondere Stellung der Chemieindustrie wird bei einer Unterscheidung zwischen Produktions- und Dienstleistungssektor als Empfänger von Vorleistungen und Investitionsgütern deutlich: Im **Produktionssektor** ist die **Chemie der wichtigste FuE-Geber** für andere Branchen: 15,5 % der gesamten vom deutschen Produktionssektor bezogenen inkorporierten FuE stammt aus Chemiewaren. Dies ist klar die Spitzenposition noch vor Produkten des Maschinenbaus, der Elektronik/Medientechnik und der Elektrotechnik. Von den rund 1,3 Mrd. € an inkorporierter FuE aus der Chemie im Jahr 2003, die an andere Produktionssektoren floss, kamen **vier Fünftel aus inländischer Produktion** und nur ein Fünftel aus importierten Chemiewaren. Dies unterstreicht die hohe Bedeutung von Chemie-FuE am Standort Deutschland als Grundlage für Innovationsimpulse an die Abnehmer von Chemieprodukten in Deutschland.

3 Brancheninterne Lieferbeziehungen sind hier nicht berücksichtigt. Es wurden 23 Branchen des Produktionssektors (inkl. Land- und Forstwirtschaft, Bergbau, Energie- und Wasserversorgung und Baugewerbe) und 14 Dienstleistungsbranchen berücksichtigt.
4 Diese Rechnung ist allerdings nur überschlagsmäßig, da mit dem durchschnittlichen FuE-Gehalt von Produkten gerechnet wird. Bei den inländischen Lieferungen ist zu vermuten, dass der durchschnittliche FuE-Gehalt der Exporte tendenziell höher ist als derjenige von im Inland verwendeten Produkten. Bei den importierten Lieferungen wird der durchschnittliche FuE-Gehalt der Güter einer Branche im Mittel von 18 OECD-Ländern herangezogen. Tatsächlich unterscheidet sich dieser aber je nach Bezugsland und Zusammensetzung der Chemieimporte deutlich. Für das Jahr 2003 konnte wenigstens eine detailliertere Berechnung nach Lieferländern vorgenommen werden.

Abb. 1.2-4: „Inkorporierte FuE“: Übertragung von FuE an andere Branchen in Deutschland (2003)



Anteil eines Sektors an der gesamten FuE, die in branchenexternen Lieferungen (aus inländischer Produktion und aus Importen) von Materialien, Vorprodukten, Investitionsgütern und Dienstleistungen enthalten ist (in %); FuE-Gehalt der Importe auf Basis der durchschnittlichen sektoralen FuE-Intensität von 18 OECD-Ländern (ohne Deutschland) berechnet.
 Quelle: StaBuA (Input-Output-Tabellen für 2003). SV-Wissenschaftsstatistik (FuE-Erhebung 2003). OECD (ANBERD und STAN Datenbanken).
 – Berechnungen und Schätzungen des ZEW und NIW.

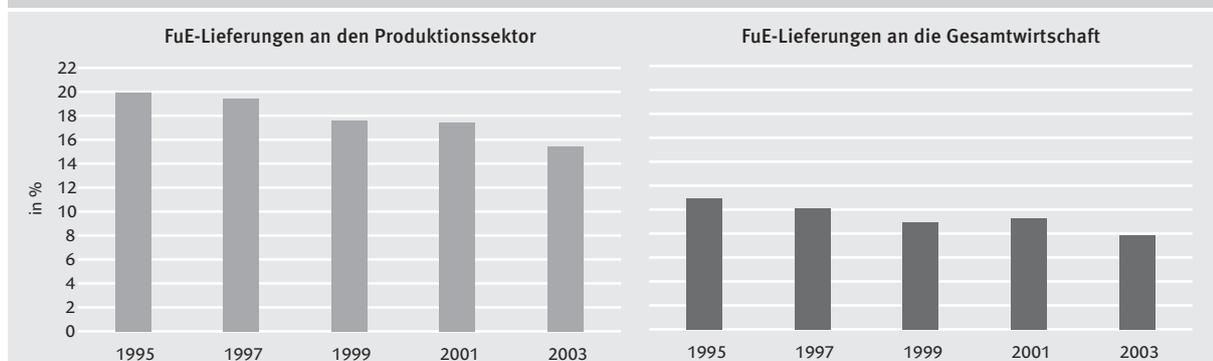
Für den **Dienstleistungsbereich** spielt die Chemieindustrie als Lieferant von innovativen Vorprodukten dagegen kaum eine Rolle. Nur gut 1 % der im Dienstleistungssektor von anderen Branchen bezogenen inkorporierten FuE stammt aus der Chemie. Die wichtigsten FuE-Inputs für den Dienstleistungssektor kommen aus der Pharmaindustrie und der Instrumententechnik, dem Fahrzeugbau, der Informationstechnik sowie dem Maschinenbau.

Von den knapp 3,3 Mrd. € an internen FuE-Aufwendungen der Chemie im Jahr 2003 wurden rund 1,05 Mrd. € auf diesem indirekten Weg anderen Branchen in Deutschland bereitgestellt. Der ganz überwiegende Teil davon – über 0,95 Mrd. € – entfiel auf Industriebranchen, nur rund 0,1 Mrd. € auf Dienstleistungen. In Konsumgütern (z. B. Wasch- und Reinigungsmittel, Kosmetika) finden sich etwa 0,2 Mrd. €. Die hohe Exportorientierung der Chemieindustrie bedeutet aber auch, dass 2,05 Mrd. € an heimischer

Chemie-FuE (d.h. über 60 % der internen FuE-Aufwendungen) über Chemieprodukte exportiert werden. Dieser intensive „internationale Technologietransfer“ ist auch für andere forschungsintensive Industriezweige Deutschlands typisch. So kommen der Automobilbau, die Elektronik/Nachrichtentechnik und der sonstige Fahrzeugbau auf einen Exportanteil von inkorporierter FuE von zwei Drittel und mehr. Die Pharmaindustrie, der Maschinenbau und die Metallherzeugung erreichen wie die Chemie Quoten von etwa 60 %.

Seit Mitte der 1990er Jahre hat allerdings das **Gewicht der Chemie als FuE-Vorleister** sowohl innerhalb der Industrie als auch gesamtwirtschaftlich betrachtet **deutlich abgenommen** (Abb. 1.2-5). 1995 und 1997 stammten noch 20 % der „inkorporierten“ FuE-Lieferungen an die Industrie aus der Chemie, d.h. 4,5 %-Punkte mehr als 2003. Gesamtwirtschaftlich reduzierte sich das Gewicht der Che-

Abb. 1.2-5: Anteil von Chemiewaren an den gesamten in Vorleistungen und Investitionsgütern enthaltenen FuE-Lieferungen 1995-2003 in Deutschland



Anteil der Chemieindustrie an den gesamten branchenexternen „FuE-Lieferungen“ (aus inländischer Produktion und aus Importen), die in Vorprodukten, Investitionsgütern und Dienstleistungen enthalten sind (in %).
 Quelle: StaBuA (Input-Output-Tabellen für 1995, 1997, 1999, 2001, 2003). SV-Wissenschaftsstatistik (FuE-Erhebungen 1995, 1997, 1999, 2001, 2003). OECD (ANBERD und STAN Datenbanken). – Berechnungen und Schätzungen des ZEW und NIW.

miewaren am gesamten über den Güterbezug stattfindenden FuE-Transfer zwischen Branchen von 11,0 % (1995) auf 7,9 % (2003). Drei Trends bestimmen diese Entwicklung:

- Die **Dynamik der FuE-Ausgaben** der Chemischen Industrie **blieb** von 1995 bis 2001 deutlich hinter der anderer Branchen **zurück**, und zwar sowohl in Deutschland wie auch in anderen Ländern (vgl. Abschnitte 1.1 und 2.1). Mit dem verringerten Gewicht an der gesamten industriellen FuE muss notwendigerweise auch das Gewicht an der gesamten in den Güterlieferungen enthaltenen FuE sinken.
- Ein **steigender Anteil** der in Deutschland nachgefragten **Chemiewaren wird importiert**. Da importierte Chemiewaren im Schnitt einen geringeren FuE-Gehalt aufweisen als in Deutschland hergestellte – was ein Spiegelbild der höheren FuE-Intensität der deutschen Chemieindustrie als der Welt-Chemieindustrie ist –, reduziert sich dadurch der durchschnittliche FuE-Gehalt von in Deutschland eingesetzten Chemiewaren.
- Die **wirtschaftliche Dynamik in den wichtigsten Abnehmerbranchen der Chemie** war in Deutschland im betrachteten Zeitraum meist **niedriger** als im gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt. Baugewerbe, Kunststoffverarbeitung, Textil- und Bekleidungsindustrie, Papier- und Druckindustrie oder Land- und Forstwirtschaft weiteten ihre Güternachfrage zwischen 1995 und 2003 kaum aus oder verringerten sie sogar. Einzig die Automobilindustrie und die Pharmazie als wichtige Nachfrager von Chemiewaren scheren aus diesem Muster aus. Das Wachstum der deutschen Wirtschaft verschob sich zugunsten der wissensintensiven Dienstleistungssektoren (EDV, Gesundheitswesen, Unternehmensdienste, Finanzdienstleistungen) und Logistikdienstleistungen (Großhandel, Transportgewerbe). Die Chemieindustrie spielt für diese Branchen als Lieferant kaum eine Rolle. Demgegenüber konnten Branchen, die den Dienstleistungssektor mit forschungsintensiven Gütern versorgen – z.B. Software, Instrumententechnik, Pharma, Computerbau, Fahrzeugbau – ihr Gewicht innerhalb des FuE-Transfers zwischen Branchen deutlich erhöhen.

Innovationsanstöße aus der Chemie

Die Lieferung von innovativen Materialien an andere Branchen ist oftmals Voraussetzung für Innovationen in den Kundensektoren der Chemieindustrie. **Die Wirkung von Chemie-Innovationen** auf die Innovationstätigkeit in anderen Branchen ist dabei vielfältig:

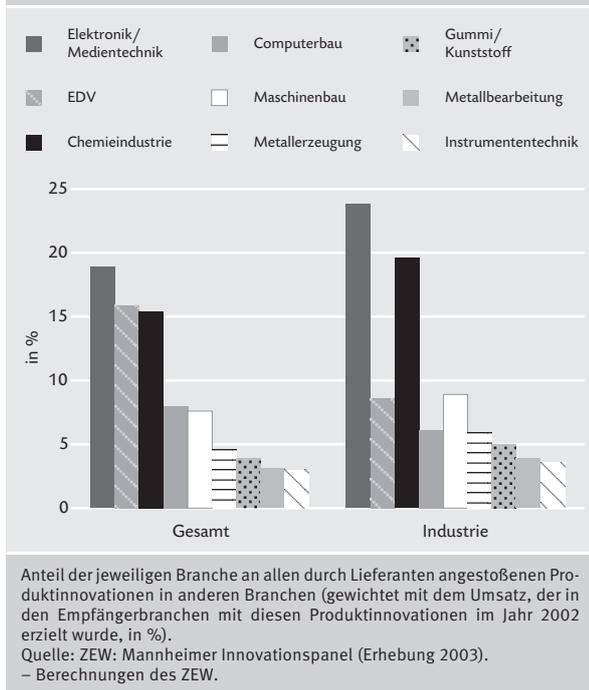
- **Neue Werkstoffe für neue Produkte:** Produktinnovationen bieten durch eine neue Funktionalität und eine verbesserte Performance gegenüber Vorgängerprodukten zusätzlichen Nutzen. Dies gilt für Investitions-

güter (z. B. Maschinen, Computer) gleichermaßen wie für Konsumgüter (z. B. Autos, Telekommunikationsgeräte). Funktionalität und Performance werden oft erst durch den Einsatz innovativer Materialien ermöglicht. Diese erhöhen die Belastbarkeit und Haltbarkeit, reduzieren das Gewicht, verringern Ressourcenverbrauch und Umweltbelastung, verbessern optische Eigenschaften oder erlauben eine Miniaturisierung von Produkten. Hier kommt der Chemie eine ganz zentrale Rolle zu: Sie ist der wichtigste Entwickler und Anbieter von neuen Werkstoffen mit verbesserten Materialeigenschaften.

- **Neue Materialien für Prozessinnovationen:** Innovationen der Chemie tragen häufig auch dazu bei, Produktionsverfahren zu beschleunigen sowie kostengünstiger und umweltschonender zu gestalten. Als Materiallieferant kommt der Chemie die Rolle zu, derartige neue Prozesse durch verbesserte Materialien anzutreiben. Dabei geht es z. B. um höhere Leistungsfähigkeit von Wirkstoffen, vielfältigere Einsatzmöglichkeiten, einfachere Handhabbarkeit, höhere Belastbarkeit oder bessere Recyclebarkeit. Bei den Kunden kommen diese Innovationen der Chemie in Form von niedrigeren Fertigungskosten, d. h. Produktivitätsgewinnen, an.
- **Verbilligung von Vorprodukten:** Innovationen der Chemie – insbesondere im Prozessbereich – erlauben die kostengünstigere Herstellung von Materialien. Die Kostenersparnis wird aufgrund des intensiven internationalen Wettbewerbs in der Chemie meist rasch an die Chemie-Kunden über niedrigere Preise weitergereicht. Als Folge weisen die Erzeugerpreise der Chemie tendenziell nach unten. Diese Verbilligung erhöht die preisliche Wettbewerbsfähigkeit der Kundenbranchen und ermöglicht oft erst einen wettbewerbsfähigen Preis für Produktneuheiten, die von Chemie-Kunden hervorgebracht wurden. Dies ist für die Diffusion von Innovationen entscheidend: Denn die ganz überwiegende Zahl der potenziellen Kunden eines neuen Produkts reagiert sehr sensitiv auf das Preisniveau. Die Akzeptanz neuer Produkte auf breiter Front setzt neben einem höheren Nutzen gegenüber etablierten Substitutionsgütern in der Regel auch eine preisliche Wettbewerbsfähigkeit gegenüber den Substituten voraus. Wenn die Chemie durch Verfahrensverbesserungen entscheidende Preissenkungen für Materialien zustande bringt, kann dies somit den Innovationserfolg anderer Branchen wesentlich erhöhen.
- **Anforderungen an die Produkte der Chemie-Zulieferer:** Innovationen der Chemie stellen oft auch neue Ansprüche an Vormaterialien, Anlagen, Maschinen und produktionsbegleitende Dienstleistungen. Die Chemie fordert als Kunde auch ihre eigenen Lieferanten zu Innovationen heraus und stimuliert auf diesem Weg die Einführung neuer Produkte in anderen Branchen.⁵

5 Dieser Aspekt wird hier nicht weiter betrachtet, zur Bedeutung der Chemieindustrie als kundenseitige Innovationsquelle s. ZEW und NIW, „Innovationsmotor Chemie 2005. Leistungen und Herausforderungen“, Mannheim/Hannover, 2005.

Abb. 1.2–6: Die wichtigsten „Innovationslieferanten“ für neue Produkte (2002)



Die Bedeutung der Chemie als Anstoßgeber von Innovationen in anderen Branchen wird über ihren Beitrag zu den Produkt- und Prozessinnovationen, die von Unternehmen aus den unterschiedlichsten Branchen der deutschen Wirtschaft eingeführt wurden, gemessen. Hierfür wurden Produkt- und Prozessinnovatoren nach den unverzichtbaren Auslösern ihrer Innovationen („**Innovationsquellen**“) gefragt, ohne die eine erfolgreiche Einführung der Innovationen nicht möglich gewesen wäre. Dabei wurde u. a. zwischen kunden- und lieferantenseitigen Impulsen unterschieden und es wurden die Branchen, aus denen diese Impulse kamen, erfasst. Die Bedeutung der einzelnen Innovationsquellen wird am **Innovationserfolg** gemessen, der aus den Innovationsanstößen der einzelnen Quellen resultiert. Für Produktinnovationen wird der **Umsatz mit neuen Produkten** herangezogen, die von einer bestimmten Quelle angestoßen wurden. Für Prozessinnovationen werden die **Kosten**, die mit Hilfe von neuen Verfahren **eingespart** werden konnten, als Maß der Bedeutung einer Prozessinnovation genommen und den jeweils Ausschlag gebenden Quellen zugeordnet. Zur Quantifizierung der unterschiedlichen Innovationsquellen wird auf Daten der Innovationserhebung des ZEW des Jahres 2003 zurückgegriffen. Die Erhebung ist repräsentativ für die gesamte deutsche Wirtschaft und ermöglicht somit eine Aufteilung der gesamten Innovationsaktivitäten in Deutschland nach der Herkunft der Anstoßgeber.⁶

Unter allen **Innovationslieferanten für neue Industrieprodukte** (inklusive Baugewerbe und Energie) nimmt die Chemie hinter der Elektronik den zweiten Platz ein, mit wei-

tem Abstand zum Maschinenbau und der Softwareindustrie (Abb. 1.2–6). Dabei sind nur Innovationsanstöße berücksichtigt, die in andere Branchen ausstrahlen, d. h. die Zulieferung von Innovationen an Unternehmen der gleichen Branche wird ausgeblendet. Fast jede fünfte von Lieferanten angestoßene Produktinnovation in der Industrie wurde erst durch neue Materialien aus der Chemie ermöglicht. Dies entspricht einem jährlichen Umsatz mit neuen Produkten in anderen Branchen von 3,0 Mrd. €. Im Vergleich zum gesamten Umsatz mit Produktneuheiten der Chemieindustrie – rund 20 Mrd. € pro Jahr – ist das ein bedeutender zusätzlicher Innovationseffekt der Chemie.

In der **Gesamtwirtschaft** ist die Bedeutung der Chemie etwas geringer als in der Industrie, da sie als direkter Innovationslieferant für Dienstleistungsunternehmen fast ganz ausfällt. In den Dienstleistungen hat die Computer- und Softwareindustrie mit weitem Abstand die höchste Bedeutung. Trotzdem ist die Chemie auch aus gesamtwirtschaftlicher Betrachtung einer der zentralen Innovationslieferanten und liegt hinter Elektronik/Medientechnik und EDV mit einem Anteil von 15 % an dritter Stelle.

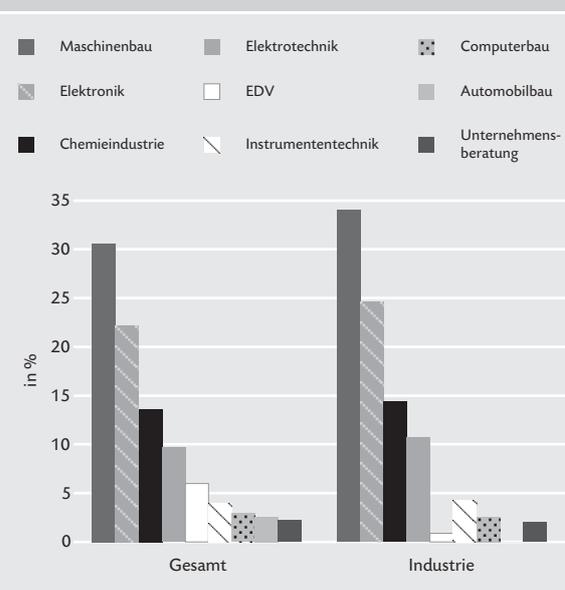
Etwas anders ist das Bild, wenn man die **Innovationslieferanten für Prozessinnovationen** betrachtet: Hier spielen der Maschinenbau sowie die Elektronik als klassische Anbieter von Prozesstechnologie eine herausragende Rolle. Dahinter folgt aber bereits die Chemie: Neue Materialeigenschaften, die von der Chemie entwickelt wurden, ermöglichen einem bedeutenden Teil der Prozessinnovatoren, ihre Kosten zu senken. Hierzu zählen z. B. neue Kunststoffe, die die Handhabung und Bearbeitung vereinfachen, umweltverträglich sind und mit geringerem Energieaufwand als alternative Materialien verarbeitet werden können.

Im Jahr 2002 haben Lieferanten-Impulse aus der Chemie zu Kosteneinsparungen in anderen Branchen im Ausmaß von 1¼ Mrd. € geführt. Das entspricht 13 % aller von Lieferanten angestoßenen Einsparungseffekte von Prozessinnovationen (Abb. 1.2–7) und etwa 1 % der gesamten Kostenreduktion, die die deutsche Wirtschaft mit Hilfe von Verfahrensverbesserungen erzielen konnte. Angesichts des Umstands, dass ein großer Teil dieser Einsparungen aus internen Verbesserungsprozessen der Unternehmen stammt, ist dieser Effekt der Chemie nicht gering zu schätzen. Dies gilt auch im Vergleich zu den Kosteneinsparungen durch Prozessinnovationen, die die Chemieindustrie selbst erzielt (2002: knapp 15 Mrd. €).

Über **zwei Drittel der von der Chemie** als Lieferant neuer Materialien **ausgelösten Innovationsumsätze und Kosteneinsparungen finden im Automobilbau statt** (Abb. 1.2–8). Dieser enorm hohe Anteil hat drei Ursachen: Erstens dominiert der Automobilbau in Deutschland das Innovationsgeschehen wie keine andere Branche. Rund 20 % des gesamten Umsatzes, den die deutsche Wirtschaft im Jahr 2002 mit neuen Produkten erzielt hatte, geht auf das Konto dieser Branche. Bei den prozessinnovationsbedingten Kostenein-

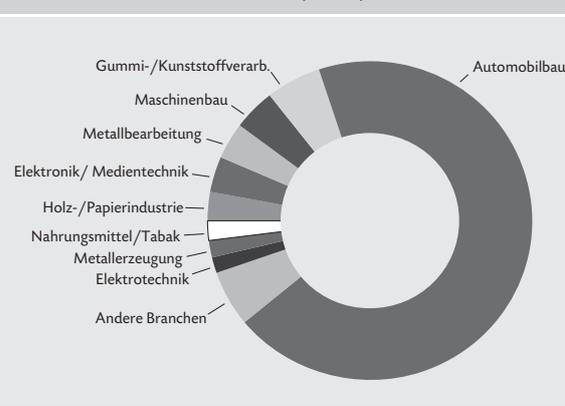
⁶ Vgl. Rammer, C. et al., „Innovationen in Deutschland. Ergebnisse der deutschen Innovationserhebung 2003“, ZEW Wirtschaftsanalysen 76, Baden-Baden: Nomos, 2005.

Abb. 1.2–7: Die wichtigsten „Innovationslieferanten“ für Prozessinnovationen (2002)



Anteil der jeweiligen Branche an allen durch Lieferanten angestoßenen Prozessinnovationen in anderen Branchen (gewichtet mit den Kosteneinsparungen, die mit Hilfe dieser Prozessinnovationen im Jahr 2002 erzielt wurde, in %).
Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel (Erhebung 2003).
– Berechnungen des ZEW.

Abb. 1.2–8: Verteilung der Innovationsimpulse der Chemie nach Branchen (2002)



Anteil der jeweiligen Branche an allen von der Chemie ausgehenden lieferantenseitigen Innovationsimpulsen für Produkt- und Prozessinnovationen, gewichtet mit dem Umsatz bzw. den Kosteneinsparungen, die durch diese Innovationen in der jeweiligen Branche im Jahr 2002 erzielt wurden.
Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel (Erhebung 2003).
– Berechnungen des ZEW.

sparungen liegt ihr Anteil bei 15 %. Dies ist deutlich mehr als das gesamtwirtschaftliche Gewicht (6 % des Produktionswerts, 2 % der Beschäftigung). Zweitens ist der Automobilbau im Innovationsprozess intensiver als andere Branche mit seinen Zulieferern vernetzt – lieferantenseitige Impulse spielen hier eine doppelt so große Bedeutung wie im gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt, das Gewicht des Automobilbaus als Nutzer von Lieferanten-Innovationen liegt bei rund 35 %. Drittens spielt schließlich die Chemie als Innovationslieferant für den Automobilbau eine erheblich grö-

Abb. 1.2–9: Bedeutung von Innovationsimpulsen aus der Chemie nach Branchen (2002)



Anteil der von der Chemie angestoßenen Lieferanten-Innovationen an allen Lieferanten-Innovationen (Produkt- und Prozessinnovationen, gewichtet mit dem Umsatz bzw. den Kosteneinsparungen, die durch Lieferanten-Innovationen im Jahr 2002 erzielt wurden, ohne brancheninterne Beziehungen, in %).
Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel (Erhebung 2003).
– Berechnungen des ZEW.

ßere Rolle als im Mittel aller Branchen: Rund ein Viertel aller externen, lieferantenseitigen Innovationsimpulse im Automobilbau stammen aus der Chemie. Damit ist sie nach der Elektronik der zweitwichtigste Innovationslieferant in dieser Schlüsselbranche der deutschen Wirtschaft.

Angesichts dieses Gewichts des Automobilbaus verblissen auf den ersten Blick die anderen Branchen, die ebenfalls stark von Chemieinnovationsimpulsen profitieren: die Gummi- und Kunststoffverarbeitung, der Maschinenbau, die Metallbearbeitung, die Elektronik, die Holzindustrie, das Nahrungsmittelgewerbe, die Metallerzeugung, die Elektrotechnik und viele andere mehr. In vielen dieser Branchen ist die **Chemie der mit weitem Abstand wichtigste Lieferant von Innovationsanstößen**: In den materialverarbeitenden Branchen Glas/Keramik/Steinwaren, Gummi- und Kunststoffverarbeitung und Metallerzeugung stammen zwischen zwei Drittel und 90 % der Lieferantenimpulse für Innovationen aus der Chemie (Abb. 1.2–9). Auch in der Möbel-, Sport- und Spielwarenindustrie, der Holz- und Papierindustrie und der Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie ist die Chemieindustrie mit einem Anteil zwischen 30 und 50 % an allen „Lieferanten-Innovationen“ der wichtigste externe Impulsgeber.

Diese Branchen, die selbst nur wenig in FuE investieren, profitieren in ihrer Innovationstätigkeit ganz enorm von den Materialentwicklungen der Chemie. Sie verbessern die Funktionalität ihrer Produkte, erlauben effizientere und qualitativ bessere Produktionsverfahren und ermöglichen

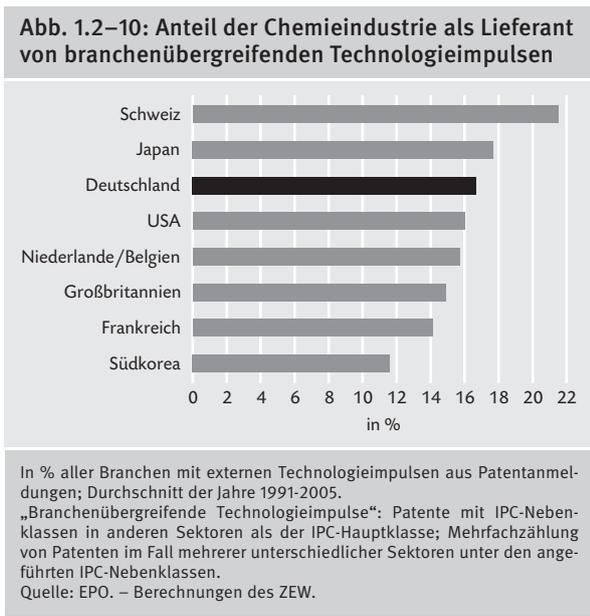
die Entwicklung neuer Produkte unter Zuhilfenahme neuer oder verbesserter Vorprodukte aus der Chemie. Diese Rolle der Chemieindustrie im Innovationssystem, nämlich des „Forschungsvorleisters“ für nicht-forschungsintensive Industriezweige, darf nicht unterschätzt werden.

Technologieimpulse für andere Branchen

Neben der Bereitstellung innovativer Materialien und Vorprodukte leistet die Chemieindustrie auch auf einem anderen Feld wichtige Beiträge für Innovationen in anderen Branchen: Neue technologische Kenntnisse, die durch die Chemieforschung gewonnen wurden, sind auch für andere Branchen relevant und können dort die Hervorbringung von neuem Wissen befördern. Gemessen werden kann dieser Wissensfluss z. B. mit Hilfe der Patentstatistik: Patente können neben der IPC-Hauptklasse (die das technologische Feld angibt, für die das angemeldete Patent die höchste Bedeutung hat) auch IPC-Nebenklassen aufweisen, die weitere Technologiefelder anführen, für die das Patent von Relevanz ist. Über eine Zuordnung der IPC-Klassen zu Branchen⁷ können jene Patente identifiziert werden, die auch für andere Branche als die Hauptklasse von technologischer Relevanz sind. Grundlage der folgenden Auswertungen sind Patentanmeldungen am EPA und an der WIPO seit Mitte der 1980er Jahre. Über den Standort des Patentanmelders wurden die Patente Ländern zugeordnet.

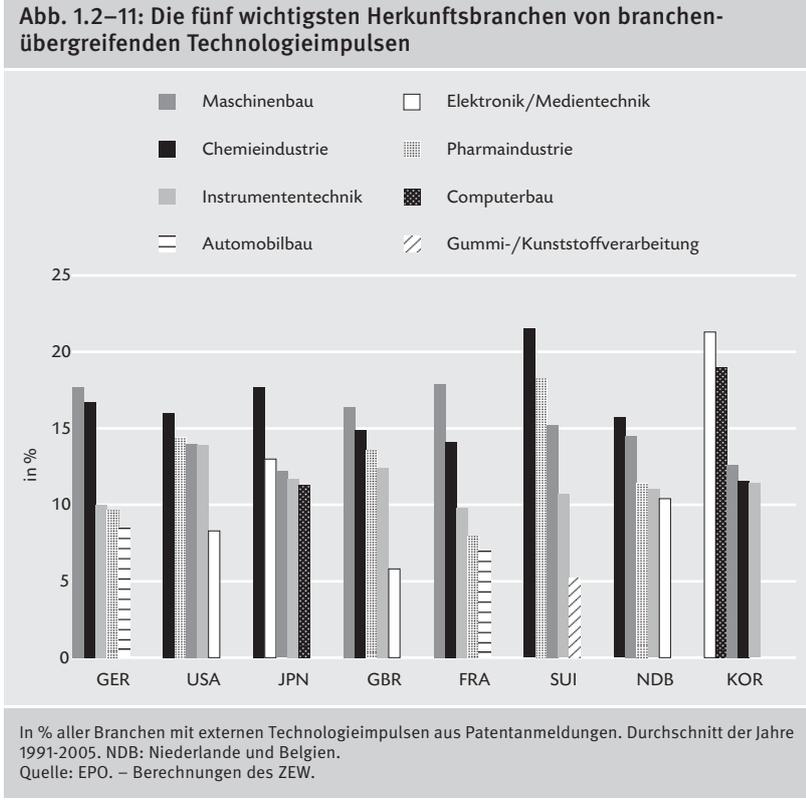
Auch auf Basis von Patentdaten zeigt sich die zentrale Bedeutung der Chemie als externer **Technologieimpulsgeber** für andere Branchen. Von allen von Patenten ausstrahlenden externen Technologieimpulsen entfallen in Deutschland knapp 17 % auf die Chemieindustrie (Abb. 1.2–10).⁸ Das entspricht in etwa dem Anteil, der auch für inkorporierte FuE und für lieferantenseitige Innovationsimpulse festgestellt werden konnte. Im internationalen Vergleich liegt die deutsche Chemieindustrie dabei hinter der Schweiz und Japan an dritter Stelle.

Die **Chemieindustrie** nimmt in Deutschland als Technologieimpulsgeber über Patente knapp hinter dem Maschinenbau den **zweiten Platz** ein (Abb. 1.2–11). In Japan, den USA, der Schweiz und Niederlande/Belgien liegt die Chemieindustrie sogar auf Platz eins. Andere wichtige Branchen, von denen zahlreiche Technologieimpulse für andere Branchen ausgehen,



sind neben dem Maschinenbau und der Chemie noch die Instrumententechnik, der Automobilbau, die Elektronik/Medientechnik, die Pharmaindustrie und der Computertechnik.

Ein spezifisches Ergebnis zeigt sich, wenn man die **Branchen** betrachtet, die die Technologieimpulse der Chemie



7 Eine eindeutige Zuordnung von IPC-Klassen zu Wirtschaftszweigen ist nicht möglich. Hier wird die von Schmoch, U., F. Laviell, P. Patel, R. Frietsch (2003), Linking Technology Areas to Industrial Sectors (Karlsruhe: ISI) entwickelte Konkordanztafel genutzt. Sie ordnet jede IPC-Klasse zu einem von 44 Wirtschaftszweigen des verarbeitenden Gewerbes eindeutig zu (d.h. es gibt keine Mehrfachzuordnungen).

8 Die Pharmaindustrie wird dabei - wie auch in allen anderen Abschnitten dieser Studie - als ein eigenständiger Sektor betrachtet, Technologieimpulse zwischen Chemie- und Pharmaindustrie sind daher mitgezählt.

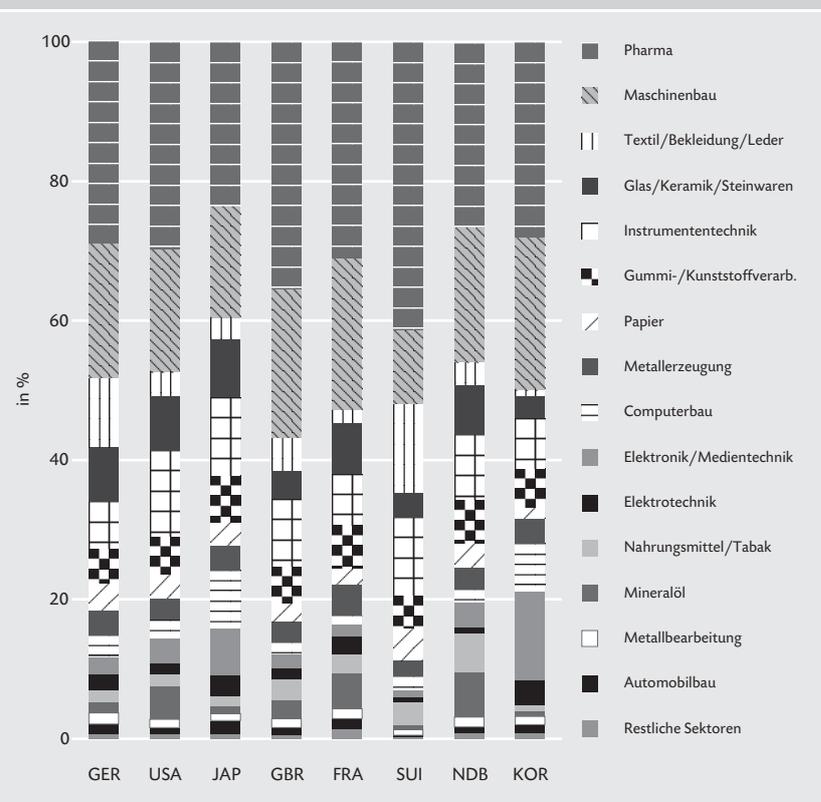
aufnehmen können. Denn während in Bezug auf die lieferantenseitigen Innovationsanstöße der Chemie der Automobilbau der mit Abstand wichtigste Empfänger ist, spielt die Autoindustrie als Empfänger von Technologieimpulsen über Patente kaum eine Rolle (ca. 2 % aller von der Chemie in andere Branchen ausgehenden Impulse). Wichtigste Empfängerbranche ist in allen Ländern die Pharmaindustrie (Abb. 1.2–12). Viele Technologieimpulse von der Chemie erhalten außerdem der Maschinenbau, die Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie, die Glas-, Keramik- und Steinwarenindustrie, die Instrumententechnik, die Gummi- und Kunststoffverarbeitung, das Papiergewerbe, die Elektronik/Medientechnik und die Elektrotechnik. Während in Deutschland die weiterverarbeitenden Sektoren ein hohes Gewicht haben, spielt in Japan und Südkorea die Elektroindustrie eine größere Rolle. Dies spiegelt auch die generell höhere Bedeutung dieses Industriezweigs im nationalen Innovationssystem wider. In den USA, Frankreich sowie Niederlande/Belgien ist außerdem die mineralölverarbeitende Industrie ein wichtiger Empfänger von Technologieimpulsen aus der Chemie.

Der geringe Anteil des Automobilbaus als Empfänger von chemieseitigen Technologieanstößen aus der Chemie hat drei Gründe: Erstens werden über Technologieimpulse aus Patenten zu einem hohen Anteil prozesstechnologische Anstöße gemessen (die z.B. in den Maschinenbau und die Instrumententechnik gehen). Zweitens spielen die Branchen, die Chemieprodukte unmittelbar weiterverarbeiten, eine größere Rolle (Textil, Glas/Keramik/Steinwaren, Gummi-/Kunststoffverarbeitung, Metallindustrie). Dritt-

tens ist der Automobilbau hier technologisch (und nicht institutionell) abgegrenzt und umfasst im Wesentlichen Patente im Bereich der Antriebstechnik (Motor- und Getriebbau, Rad-/Lenktechnik, Fahrwerktechnik). Für diese Technologien besteht eher selten eine direkte Beziehungen zu chemischen Technologien.

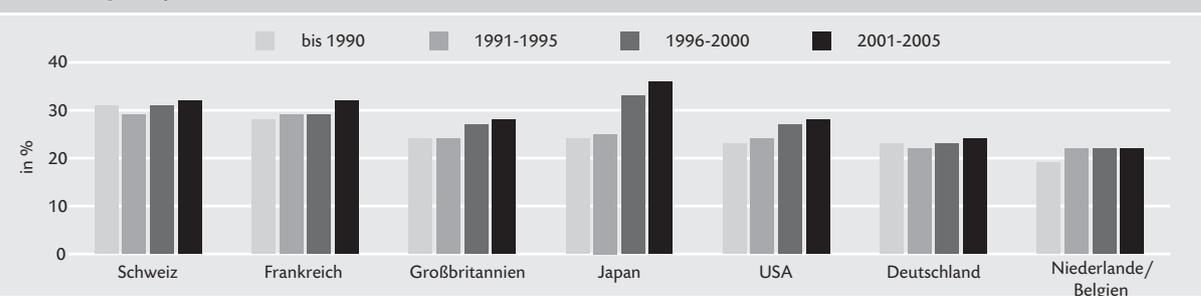
Von allen Anmeldungen von Chemie-Patenten an EPA und WIPO durch deutsche Anmelder sind im Mittel über alle Jahre 22,5 % für andere Branchen relevant. Dies ist im internationalen Vergleich wenig. In der Schweiz, in Frankreich und in Japan weist über ein Viertel der Chemie-Pa-

Abb. 1.2–12: Verteilung der branchenübergreifenden Technologieimpulse aus der Chemie nach Empfängerbranchen



In % aller Branchen mit externen Technologieimpulsen aus Patentanmeldungen; Durchschnitt der Jahre 1991-2005. NDB: Niederlande und Belgien. Quelle: EPO. – Berechnungen des ZEW.

Abb. 1.2–13: Anteil der Patentanmeldungen in der Chemieindustrie mit branchenübergreifenden Technologieimpulsen



In % aller Chemiepatente. Lesehilfe: 23 % der Patentanmeldungen aus der deutschen Chemieindustrie im Zeitraum 2001-2005 weisen auch eine technologische Relevanz für andere Branchen auf. Quelle: EPO. – Berechnungen des ZEW.

tente eine technologische Bedeutung für andere Branche auf (Abb. 1.2–13). Die deutsche Chemieindustrie ist mit ihren Technologieimpulsen eher nach „innen gerichtet“, d. h. neue Technologien sind häufiger als in anderen Ländern mit Blick auf die Verwendung in der Chemieindustrie gedacht und ermöglichen seltener Innovationen in anderen Industriezweigen.

In den vergangenen ca. 20 Jahren hat in Deutschland der Anteil der Chemiepatente mit externen Technologieimpulsen kaum zugenommen. In Japan, Frankreich, den USA und Großbritannien stieg der Anteil von Patentanmeldungen mit branchenexterner Relevanz dagegen zum Teil kräftig an: Die Erfindungstätigkeit in der Chemie hat sich dort immer stärker an den Bedürfnissen der übrigen Wirtschaft ausgerichtet.

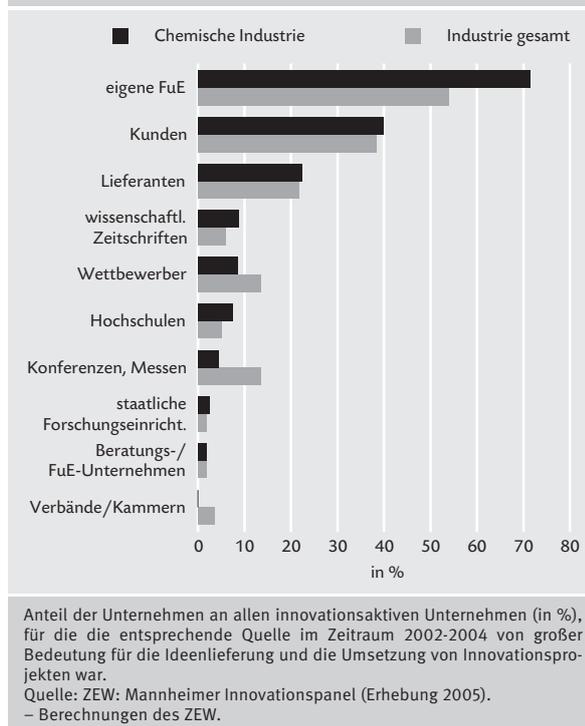
1.3 Innovationsprozesse in der Chemie

Effiziente Innovationsprozesse sind eine wichtige Voraussetzung, damit die Chemieindustrie ihrer Rolle als Anstoßgeber für Innovationen in anderen Branchen gerecht werden kann. Neben den Investitionen in die eigenen FuE-Kapazitäten und der Nutzung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse kommt der Gestaltung von Innovationsprozessen und der erfolgreichen Umsetzung von FuE in neue Produkte und Prozesse eine entscheidende Bedeutung zu. Nur durch die umfassende Nutzung der Potenziale für neue Materialien und Verfahren können die Ausstrahlungseffekte der Chemie in vollem Umfang zur Geltung kommen. Hemmnisse, die Innovationsaktivitäten in der Chemie einschränken, sollten hierfür so weit wie möglich beseitigt werden.

Ausrichtung von Innovationsprozessen

Die **große Heterogenität** der Chemieindustrie in Bezug auf Produktspektrum, Abnehmerstrukturen und Produktionsprozesse und die damit einher gehenden unterschiedlichen Produktions-, Markt- und Absatzbedingungen **erfordern unterschiedliche Innovationswege**. Dementsprechend vielfältig sind die Innovationsstrategien, die in der Chemieindustrie anzutreffen sind.

Abb. 1.3–1: Informationsquellen für Innovationen in der Chemieindustrie Deutschlands 2004

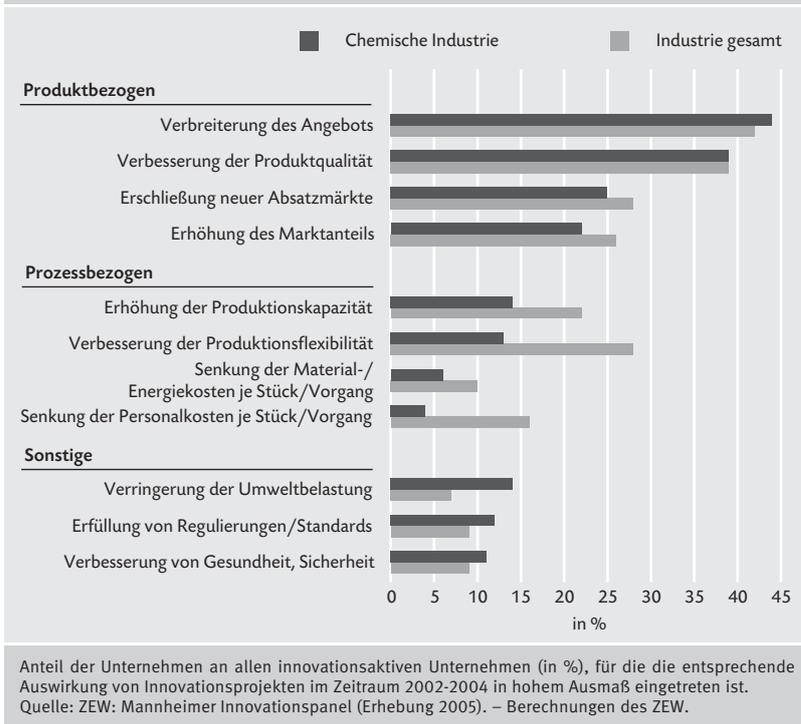


Ein gemeinsames Merkmal von Innovationsprozessen in der Chemie ist die herausragende Bedeutung der **eigenen FuE-Aktivitäten** als Impulsgeber für Innovationen. Über 70 % der innovativ tätigen Chemieunternehmen erhalten aus der eigenen FuE die entscheidenden Anstöße für Innovationen. Zweitwichtigste Quelle sind die **Kunden**, die bei 40 % der innovativen Chemieunternehmen zentraler Impulsgeber sind (Abb. 1.3–1). Die Herausforderung besteht oft darin, Kundenwünsche und technologische Möglichkeiten effizient zu kombinieren und dabei FuE, Produktmanagement, Marketing und Produktion im Innovationsprozess zusammenzuführen. Für ein knappes Viertel aller innovativen Chemieunternehmen sind **Lieferanten** ein bedeutender Impulsgeber. Hierbei handelt es sich vor allem um Anstöße für Prozessinnovationen, die von Maschinen- und Anlagenbauern ausgehen. Zum anderen

Das Wichtigste in Kürze

- Die **eigene FuE-Tätigkeit** ist in der Chemieindustrie mehr noch als in anderen Branchen die entscheidende Grundlage für Innovationen. Bei 40 % der innovativen Chemieunternehmen sind außerdem **Kunden** ein wichtiger Impulsgeber. Im Vergleich zu anderen Sektoren spielen **Umweltinnovationen** und die **Erfüllung von Regulierungen** eine besonders große Rolle.
- Innovationskooperationen** sind weit verbreitet, wichtigste Kooperationspartner sind **Hochschulen** und **Kunden**. Kooperationen mit **internationalen Partnern** gewinnen an Bedeutung.
- Der **Innovationserfolg** mit Marktneuheiten ebenso wie mit Prozessinnovationen ist in den letzten Jahren **rückläufig**. Das Verhältnis zwischen Innovationsaufwendungen und Innovations-

erträgen ist in der Chemieindustrie ungünstig: Auf einen Euro Ausgaben für Innovationsprojekte kommt ein Umsatz mit neuen Produkten von 1,25 €, andere Branchen erzielen bis zu 2 €. Um diese Innovationserfolge zu erzielen, musste die Hälfte aller innovativen Chemieunternehmen **Innovationshemmnisse** im Zeitraum 2002-2004 überwinden. Am häufigsten werden **Gesetzgebung** und **Regulierungen** genannt. Von den Chemieunternehmen ohne Innovationen wurden 75 % gar durch Hemmnisse von erfolgreichen Innovationsaktivitäten völlig abgehalten. Hohe Kosten und Finanzierungsengpässe waren hierfür die häufigsten Gründe. Das wegen Hemmnissen **nicht genutzte Innovatorenpotenzial** ist in der Chemie größer als in den meisten anderen Branchen: Bei Beseitigung aller Hemmnisse hätte 2004 die Innovatorenquote um 12 Prozentpunkte höher liegen können.

Abb. 1.3–2: Auswirkung von Innovationen in der Chemieindustrie Deutschlands 2004


gibt es aber auch Innovationsimpulse innerhalb der Chemieindustrie, etwa von Herstellern von Additiven an Weiterverarbeiter wie Farben-, Lack- oder Spezialchemieunternehmen. Im Vergleich zur Industrie insgesamt spielen in der Chemie **wissenschaftliche Zeitschriften, Hochschulen** und staatliche Forschungseinrichtungen eine überdurchschnittliche, wenngleich in Summe geringe Rolle als direkter Ideenlieferant für Innovationen. Wettbewerber sowie Konferenzen und Messen sind im Vergleich zu anderen Industriebranchen in der Chemie von geringerer Bedeutung.

FuE- und Innovationsaktivitäten in der Chemie zielen überwiegend auf die Einführung neuer Produkte ab. 58 % der FuE-Aufwendungen zielen auf Produktinnovationen ab, weitere 10 % dienen sowohl Produkt- wie Prozessinnovationen. Die **Ausweitung des Angebots** (im Sinn einer Verbreiterung des Sortiments) und die **Erhöhung der Produktqualität** sind die dominierenden Ziele von Produktinnovationen in der Chemie (Abb. 1.3–2). Die Erschließung neuer Absatzmärkte und die Erhöhung des Marktanteils spielen dagegen eine geringere Rolle, auch im Vergleich zu anderen Industriebranchen. Dies zeigt an, dass Produktinnovationen sich überwiegend an den bestehenden Kundenkreis richten und diesem qualitativ höherwertige Produkte oder Produkte für neue oder ergänzende Anwendungsbereiche anbieten. Die Chemieindustrie versteht sich

somit als Partner ihrer Abnehmerbranchen, Chemieinnovationen müssen in erster Linie einen Zusatznutzen für die Kunden bringen.

Aber auch **Prozessinnovationen** sind in der Chemieindustrie von großer Bedeutung. Chemieunternehmen wenden mit 42 % ihrer internen FuE-Aufwendungen im Vergleich zu anderen forschungsintensiven Branchen einen überdurchschnittlich hohen Anteil für die Neu- und Weiterentwicklung von Verfahren auf. Dabei spielen **Umweltinnovationen** sowie Prozessinnovationen zur Erfüllung von Regulierungen und zur Verbesserung von Gesundheit und Sicherheit eine deutlich größere Rolle als in anderen Branchen. Für 12 bis 14 % aller innovierenden Chemieunternehmen waren diese Auswirkungen von hoher Bedeutung, gegenüber 7 bis 9 % im Industriedurchschnitt. Kapazitätserhöhungen und die Verbesserung der Flexibilität werden in der Chemie im Vergleich zu anderen Branchen dagegen seltener genannt.

Kostenreduzierungen standen im Zeitraum 2002-2004 am Ende der Innovationswirkungen. Dies deutet auf die Schwierigkeiten der Chemieindustrie hin, die in der Regel bereits hocheffizienten Prozesse weiter zu rationalisieren.

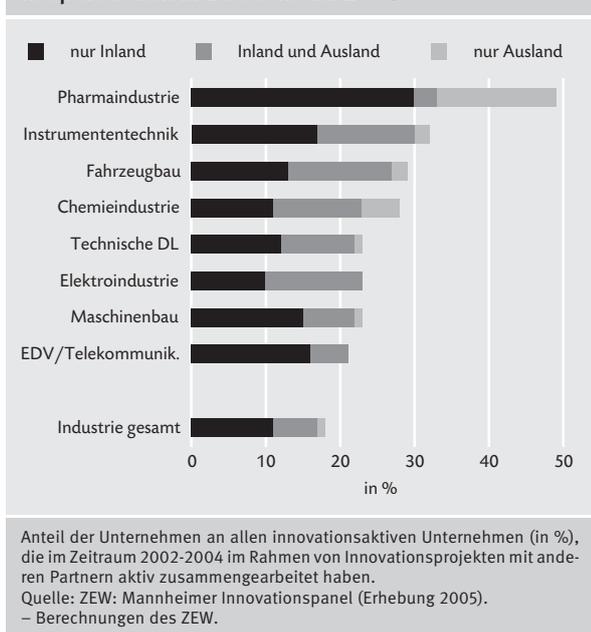
Innovationsprozesse in der Chemie sind komplex und langwierig. Häufig erfordern sie die **aktive Zusammenarbeit mit externen Partnern**, um deren Wissen für die eigene Innovationstätigkeit zu nutzen. Im Zeitraum 2002-2004 unterhielten knapp 30 % aller innovierenden Chemieunternehmen Innovationskooperationen mit Unternehmen, Wissenschaft und Forschung (Abb. 1.3–3).⁹ Im Industriedurchschnitt sind es 17 %. Die höchste Kooperationsorientierung hat die Pharmaindustrie (50 %). In den vergangenen zehn Jahren zeigte sich in fast allen Branchen eine abnehmende Kooperationsneigung von KMU, vor allem was die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen betrifft. Dies könnte auf den Aufbau unternehmensinterner FuE-Kapazitäten und die stärkere Nutzung von FuE-Aufträgen (die nicht als Kooperation zählen) zurückzuführen sein.¹⁰

Gleichzeitig ist die Chemieindustrie in der Einbindung von externen Partnern in Innovationsprojekte in hohem Maß **international ausgerichtet**. Fast zwei Drittel der kooperierenden Unternehmen der deutschen Chemieindustrie arbeiten auch mit ausländischen Partnern zusammen,

9 Wegen geänderter Fragestellung ist ein unmittelbarer Vergleich zu den im „Innovationsmotor Chemie 2005“ dargestellten Ergebnissen nicht möglich.

10 Vgl. Rammer, C.: „Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland 2005. Aktuelle Entwicklungen – öffentliche Förderung – Innovationskooperationen – Schutzmaßnahmen für geistiges Eigentum“, Studien zum Deutschen Innovationssystem Nr. 13-2007, Berlin: BMBF, 2007.

Abb. 1.3–3: Verbreitung von Innovationskooperationen in Deutschland 2004



ein knappes Fünftel kooperiert sogar ausschließlich mit ausländischen Partnern. Der Anteil der Unternehmen mit internationalen Kooperationen nahm im Zeitablauf zu. Dies hängt natürlich mit der hohen Exportintensität und der intensiven internationalen Verflechtung über Investitionen und ausländische Tochterunternehmen zusammen. Der auf FuE-Aufträge an ausländische Kooperationspartner entfallende Anteil an den gesamten FuE-Aufwendungen beträgt bereits 12 % (siehe Tab. 1.1–1). Andere forschungsintensive und ähnlich stark internationalisierte Branchen wie Maschinenbau, Automobilbau und Instrumententechnik zeigen aber nicht eine so hohe Nutzung ausländischer Kooperationspartner. Offenbar verspricht sich die Chemieindustrie von ausländischen Partnern mehr oder bessere Impulse, als sie im Inland bekommen kann.

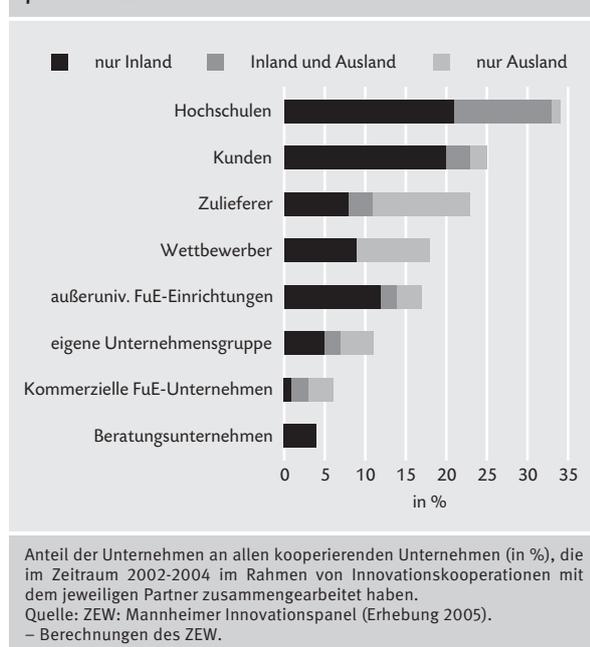
Wichtigste Kooperationspartner der Chemie in Innovationsprojekten sind **Hochschulen** und **Kunden**. Jeweils knapp zwei Drittel aller kooperierenden Unternehmen arbeiten mit Partnern aus diesen beiden Gruppen zusammen, wobei auch häufig ausländische Einrichtungen bzw. Unternehmen vertreten sind (Abb. 1.3–4). Die Kombination von externem Wissen aus der Grundlagenforschung mit den Anregungen von Kunden, die aus der täglichen Anwendung von Chemieprodukten resultieren, ist typisch für die Chemieindustrie – und stellt gleichzeitig eine große Herausforderung im Innovationsprozess dar: Um Kundenimpulse umzusetzen, müssen oft neue wissenschaftliche Lösungswege gefunden werden, gleichzeitig müssen die meist engen Zeit- und Kostenanforderungen der Kunden erfüllt werden. Wichtige Kooperationspartner sind außerdem staatliche Forschungseinrichtungen (vorwiegend aus dem Inland), die eigene Unternehmensgruppe (dies gilt insbesondere für Niederlassungen ausländischer Chemieunternehmen) und Zulieferer.

Innovationserfolg

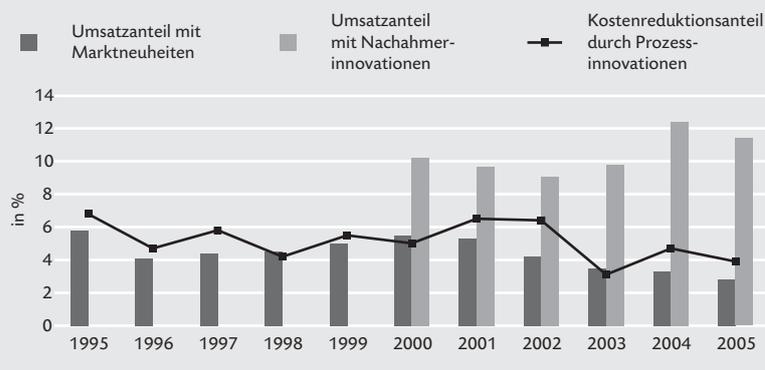
Der Markterfolg, d. h. die Erträge, die die Unternehmen mit ihren Innovationsanstrengungen aus neuen Produkten oder neuen bzw. verbesserten Verfahren erzielen, ist nur über Erhebungen zu erfassen. Für den Innovationserfolg ist man auf Daten aus Innovationserhebungen angewiesen. Als Erfolgsindikatoren werden – internationalen Konventionen folgend – der Umsatzanteil mit neuen Produkten, die in den vorangegangenen drei Jahren auf den Markt gebracht wurden, sowie die durch Prozessinnovationen erzielte Verringerung der Stückkosten betrachtet.

Im Jahr 2005 trugen **neue Produkte** gut 14 % zum Gesamtumsatz (inkl. Handelswaren und fachfremder Umsätze) der Chemieindustrie Deutschlands bei. Knapp 3 % entfielen auf Marktneuheiten, also auf originäre Innovationen, die erstmals im Markt angeboten wurden. Nachahmerinnovationen, also Produkte, die zwar für das entsprechende Unternehmen neu sind, zuvor aber bereits von anderen im Markt angeboten wurden, machen 11,5 % aus. Während nach 2001 der Umsatzanteil von Marktneuheiten merklich nachgelassen hat, stieg der Umsatzanteil mit Nachahmerinnovationen an. Zusammengenommen erreichte der Markterfolg mit Produktinnovationen 2004 und 2005 wieder die Werte der Jahre 2000 und 2001, während die wirtschaftlichen Stagnationsjahre 2002 und 2003 zu

Abb. 1.3–4: Innovationskooperationen in der deutschen Chemieindustrie nach Kooperationspartnern 2004



geringen Innovationserfolgen führten. Beim Umsatzanteil mit Marktneuheiten ist gerade in der Chemieindustrie zu berücksichtigen, dass hohe Umsatzerfolge oft erst nach vielen Jahren der Marktpräsenz erzielt werden und daher ein nur dreijähriger Referenzzeitraum u. U. zu kurz greift. Gerade in wirtschaftlich weniger dynamischen Zeiten und

Abb. 1.3–5: Innovationserfolg in der Chemieindustrie Deutschlands 1995–2005


Werte für den Umsatzanteil mit Nachahmerinnovationen vor 2000 mit den Folgejahren nicht vergleichbar und daher nicht ausgewiesen.
 Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel (Erhebung 2005). – Berechnungen des ZEW.

bei starkem Preisdruck kann der Absatz von originären Produktinnovationen zurückbleiben.

Der **kostenseitige Innovationserfolg** unterliegt in der Chemieindustrie deutlichen jährlichen Schwankungen. 2005 konnten mit Hilfe von Prozessinnovationen im Mittel aller Chemieunternehmen rund 4 % der Stückkosten eingespart werden, nach knapp 5 % im Jahr 2004. In den Jahren 2001 und 2002 lag dieser Wert noch bei rund 6,5 % und damit über dem Mittelwert der Industrie, während er 2003 auf fast 3 % abfiel (Abb. 1.3–5).

Setzt man die Höhe des Innovationserfolgs in Relation zum Umfang der Innovationsaufwendungen (FuE- plus nachgelagerte innovationsbezogene Aufwendungen), zeigt sich für die Chemie im Vergleich zu anderen forschungsintensiven Branchen ein ungünstiges Verhältnis: Einem Euro an Innovationsaufwendungen stehen im Mittel der Jahre 2000 bis 2005 in der Chemieindustrie Umsätze mit neuen Produkten von 1,25 € gegenüber.¹¹ Maschinenbau und Fahrzeugbau kommen demgegenüber auf Innovationsumsätze von über 2 €, Elektroindustrie und die Dienstleistungsbranche EDV/Telekommunikation auf etwa 1,75 €, was auch dem Industriemittel entspricht (Abb. 1.3–6). Eine ungünstigere **Input-Output-Relation** zeigen nur die technischen Dienstleistungen (zu denen u. a. auch die FuE-Dienstleister zählen) und die Pharmaindustrie. Auch im Bereich des prozessseitigen Innovationserfolgs liegt die Chemieindustrie beim Input-Output-Verhältnis hinter dem Maschinen- und Fahrzeugbau zurück, wenngleich der Abstand hier geringer ist. Je Euro Innovationsaufwendungen können 0,40 € an Kosten senkungen erzielt werden. Dabei ist zu bedenken, dass Prozessinnovationen in der Chemieindustrie ein höheres Gewicht als FuE- und Innovationsziel als in den meisten anderen Branchen haben und daher auch höhere Erfolgsbeiträge aus diesem Bereich erwartet werden können.

Diese Situation einer ungünstigen Relation zwischen Input und Output von Innovationsaktivitäten hat mehrere Konsequenzen für die Chemieindustrie:

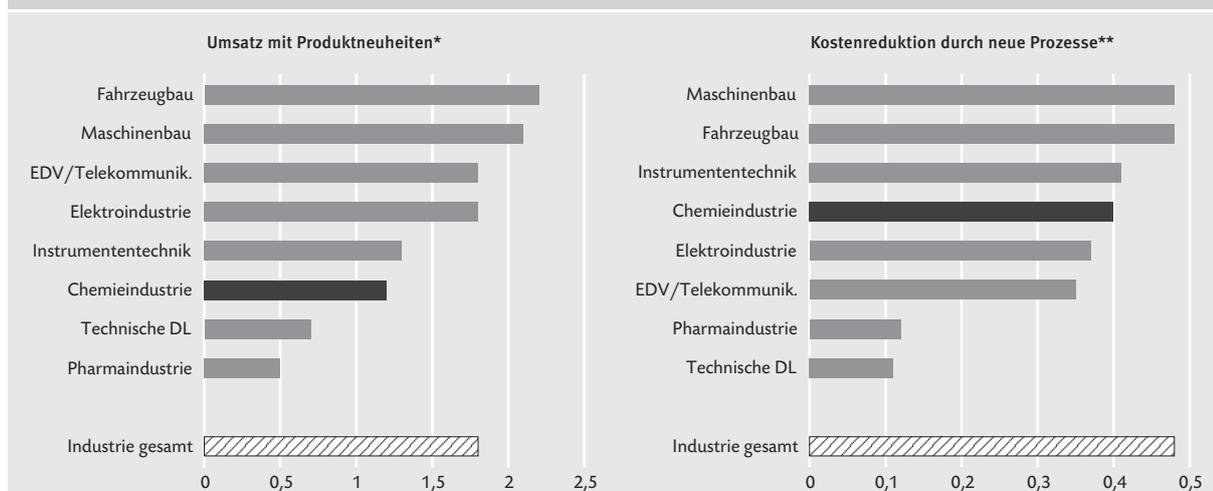
- Um vergleichbare Innovationsrenditen wie anderen Branchen zu erzielen, sind längere Amortisationszeiträume nötig, d.h. neue Produkte müssen länger im Markt bleiben und Umsätze erzielen. Dies bedeutet wiederum, dass langfristig **stabile Vermarktungsbedingungen für Chemieprodukte von großer Bedeutung** sind. Wird beispielsweise durch Regulierungen der Einsatz innovativer Materialien aus der Chemie erschwert oder gar unterbunden, so gibt dies nicht nur keine Anreize für künftige Innovationen, es

verschlechtert auch die Renditen bereits früher getätigter Innovationen und untergräbt damit die Finanzierungsbasis für FuE und Innovationen in der Chemieindustrie.

- Lange Rückflussperioden erfordern auch lange **Schutzzeiträume für geistiges Eigentum**. Diese sind mit der derzeit geltenden Regelung im Patentrecht zweifelsfrei gegeben. Die Situation in der Chemieindustrie (ebenso wie in der Pharmabranche) unterstreicht aber, dass eine Verkürzung solcher Schutzzeiträume weitreichende Folgen auf Innovationsanreize in einzelnen Branchen hätte.
- Eine weitere Strategie ist die Erhöhung der **Anwendungsbreite von neuen Produkten**. Dies kann einerseits durch die Erschließung zusätzlicher regionaler Absatzmärkte für neue Produkte, sprich: Exporte, erfolgen. Andererseits wird versucht, auch noch lange nach der Markteinführung eines Produktes immer wieder neue Anwendungsfelder zu erschließen und damit neue Kundengruppen anzusprechen.
- Lange Rückflussperioden bei gleichzeitig hoher Unsicherheit über die künftige Nachfrageentwicklung für innovative Produkte legen nahe, für innovative Produkte in der ersten Phase der Marktpräsenz hohe Margen anzusetzen, um den Amortisationszeitraum zu verkürzen. Hierfür wären allerdings eine temporäre, innovationsbedingte Marktmacht und eine hohe Zahlungsbereitschaft der Kunden notwendig. Angesichts der intensiven internationalen Konkurrenz und des Substitutionswettbewerbs gegenüber anderen Materialien, in dem Chemiewaren fast immer stehen, ist eine **Hochpreisstrategie jedoch nur begrenzt durchsetzbar**. Zumal zu beachten ist, dass dadurch die Verbreitungsgeschwindigkeit neuer Produkte

¹¹ Hierfür wurden die jahresdurchschnittlichen Umsätze von neu eingeführten Produkten, die in den ersten drei Jahren nach Produkteinführung erzielt wurden, in Bezug zu den durchschnittlichen jährlichen Innovationsaufwendungen gesetzt. Für das Jahr 2005 ergibt sich bei einem Innovationsumsatz von 6,64 Mrd. € (d.h. ein Drittel des Umsatzes mit bis zu 3 Jahre alten Produkten von 19,9 Mrd. €, vgl. Tab. 1.1–3) bei Innovationsaufwendungen von 5,0 Mrd. € ein Wert von 1,32.

Abb. 1.3–6: Relation von Innovationserfolg und Innovationsaufwendungen 2000/2005



*) Durchschnittlicher Umsatz mit Produktneuheiten, die in den Jahren 2000-2005 neu eingeführt wurden, je € Innovationsaufwendungen der Jahre 2000-2005.
 **) Durchschnittliche Höhe der durch Prozessinnovationen der Jahre 2000-2005 eingesparten Kosten je € Innovationsaufwendungen der Jahre 2000-2005.
 Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel (Erhebung 2005). – Berechnungen des ZEW.

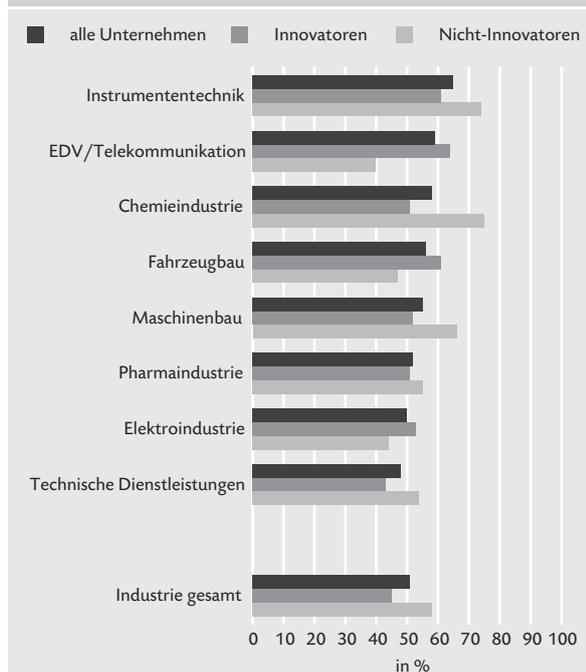
reduziert wird und nur langsam großvolumige Produktionen mit den entsprechenden Kostenvorteilen erreicht werden.

Behinderung von Innovationsaktivitäten

Innovationshemmnisse führen dazu, dass die in den Unternehmen vorhandenen Innovationspotenziale nicht voll ausgeschöpft werden. Innovationshemmnisse können erfolgreich innovierende Innovatoren betreffen (indem sie einzelne Projekte verhindern oder verzögern), sie können aber auch Unternehmen gänzlich von der erfolgreichen Einführung einer Innovation abhalten. In der Chemieindustrie gaben 51 % aller **Innovatoren** an, im Zeitraum 2002-2004 von Innovationshemmnissen betroffen gewesen zu sein (Abb. 1.3–7). Unter den **Nicht-Innovatoren** sind Hemmnisse sogar noch weiter verbreitet: 75 % sahen sich an erfolgreichen Innovationsaktivitäten durch Hemmnisse gehindert. Im Branchenvergleich liegt die Chemieindustrie bei den Innovatoren damit leicht über dem Durchschnitt. Der Anteil der Nicht-Innovatoren mit Innovationshemmnissen ist in der Chemie dagegen der höchste unter allen forschungsintensiven Branchen Deutschlands.

Betrachtet man die Hemmnisse, die nach Unternehmensangaben eine **hohe Bedeutung** für die Be- oder Verhinderung von Innovationen haben, so wirken für **Nicht-Innovatoren** vor allem die **hohen Kosten**, das **hohe Risiko** und der **Mangel an externen Finanzierungsmitteln** besonders stark. Für **Innovatoren** sind dagegen **Gesetzgebung und Regulierungen** das wichtigste Hemmnis. 17 % aller Innovatoren in der Chemie sehen diesen Faktor als wichtige Innovationsbarriere, noch vor Kosten, Risiko und Finanzierung (Abb. 1.3–8). Dies ist deutlich mehr als im Mittel der Industrie (7 %). Finanzierungsseitige Barrieren spielen für innovierende Chemieunternehmen eine ähnlich große Rolle wie im Durchschnitt aller Industriebranchen, sie sind

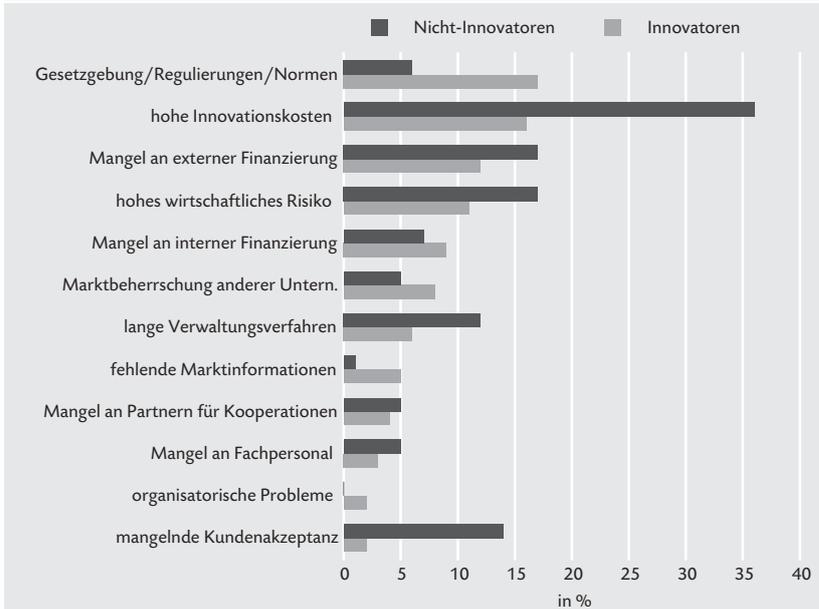
Abb. 1.3–7: Verbreitung von Innovationshemmnissen in Deutschland nach Branchen 2004



Anteil der Innovatoren bzw. Nicht-Innovatoren (in %), für die zumindest ein Innovationshemmnis eine hohe Bedeutung für die Behinderung von Innovationsprojekten im Zeitraum 2002-2004 hatte.
 Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel (Erhebung 2005).
 – Berechnungen des ZEW.

jedoch deutlich weniger weit verbreitet als unter Nicht-Innovatoren. Die Marktbeherrschung durch etablierte Unternehmen spielt in der Chemieindustrie vor allem für innovierende Unternehmen eine Rolle (8 % aller Innovatoren messen ihm eine hohe Bedeutung zu) und ist deutlich wichtiger als im Industriemittel (4 %). Eine mangelnde Kundenakzeptanz und lange Verwaltungsverfahren werden häufig

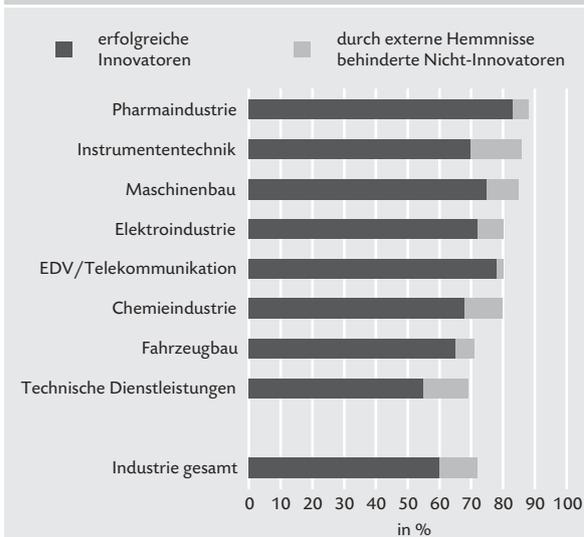
Abb. 1.3–8: Innovationshemmnisse mit hoher Bedeutung in der Chemieindustrie 2004



Anteil der Innovatoren bzw. Nicht-Innovatoren (in %), für die das entsprechende Hemmnis eine hohe Bedeutung für die Behinderung von Innovationsprojekten im Zeitraum 2002-2004 hatte.
Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel (Erhebung 2005). – Berechnungen des ZEW.

von Nicht-Innovatoren als bedeutendes Hemmnis genannt, während sie für erfolgreich innovierende Unternehmen von geringer Bedeutung sind. Fachpersonalmangel war im Zei-

Abb. 1.3–9: Potenzial zur Erhöhung der Innovatorenquote bei Beseitigung von externen Innovationshemmnissen 2004



Anteil an allen Unternehmen in %, Innovatoren: Unternehmen mit erfolgreich eingeführten Produkt- und/oder Prozessinnovationen im Zeitraum 2002-2004; externe Hemmnisse: Gesetzgebung/Regulierungen/Normen, lange Verwaltungsverfahren, Mangel an externen Finanzierungsquellen, Mangel an Fachpersonal, fehlende technologische Informationen, fehlende Marktinformationen, mangelnde Kundenakzeptanz, Marktbeherrschung durch etablierte Unternehmen.
Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel (Erhebung 2005). – Berechnungen des ZEW.

traum 2002-2004 kein wichtiges Innovationshemmnis in der Chemieindustrie.

Innovationshemmnisse tragen dazu bei, dass der Innovationsoutput – d.h. die Einführung neuer Produkte im Markt oder neuer Herstellungsverfahren im Unternehmen – verringert wird. Das Ausmaß dieser Effekte auf die Innovationsleistung in Unternehmen, die trotz Hemmnissen erfolgreich innovieren, ist schwierig zu erfassen, da in diesen Unternehmen wohl häufig Substitutionseffekte auftreten: Die Ressourcen, die in Innovationsprojekten frei werden, deren Umsetzung be- oder verhindert wurde, werden in der Regel für andere Innovationsvorhaben genutzt. Direkt gemessen werden kann aber der Anteil der Unternehmen, die wegen Hemmnissen gar kein Innovationsprojekt erfolgreich abschließen konnten, sei es, weil sich die Projekte verzögert haben, weil sie abgebrochen werden mus-

ten, oder weil schon in der Konzeptphase beschlossen wurde, das Projekt fallen zu lassen. Aus innovationspolitischer Sicht sind vor allem jene Behinderungen von Bedeutung, deren Auftreten durch die Politik zumindest indirekt beeinflusst werden kann. Dabei handelt es sich typischerweise um Hemmnisse, die das institutionelle oder Marktumfeld der Unternehmen betreffen („**externe Hemmnisse**“). Hierzu zählen Gesetze, Regulierungen und Verwaltungshandeln, aber auch Angebotsdefizite auf den Faktormärkten (Fremdkapital, Fachpersonal), Defizite im Zugang zu externen Informationsquellen, Wettbewerbsbeschränkung aufgrund von Marktbeherrschung durch etablierte Unternehmen sowie eine generelle Nachfrageschwäche.

In der Chemieindustrie hätte die Innovatorenquote im Jahr 2004 statt bei 68 % (Anteil der erfolgreich innovierenden Unternehmen an allen Unternehmen) um weitere 12 Prozentpunkte höher liegen können (d.h. bei 80 %), wenn keines dieser externen Hemmnisse aufgetreten wäre (Abb. 1.3–9). Dieses wegen Hemmnissen nicht genutzte **Innovatorenpotenzial ist in der Chemie höher als in den meisten anderen forschungsintensiven Branchen**. Es liegt auch etwas über dem Niveau für die Industrie insgesamt. Dieses wird vor allem durch wenig forschungsintensive Branchen bestimmt, wo hohe Anteile der Nicht-Innovatoren (vor allem KMU) Finanzierungsprobleme melden. In der Chemie nennen die Unternehmen ohne erfolgreiche Innovationen, aber mit externen Innovationshemmnissen, Mangel an Fremdkapital, mangelnde Kundenakzeptanz sowie **lange Verwaltungsverfahren** als wichtigste Gründe für ihre erfolglosen Innovationsbemühungen.

2 Der Chemiestandort Deutschland im Vergleich

Die weltweite Dynamik bei Chemieforschung und -innovationen zeigt in unterschiedliche Richtungen: Einerseits eilt die Chemie seit einigen Jahren bei den wissenschaftlichen Publikationen den meisten anderen Technikfeldern wieder davon. Hier könnte sich ein neuer Technologieschub andeuten, von dem auch der „Innovationsmotor Chemie“ profitieren kann. Maßgeblich ist dieser Prozess angetrieben durch die Publikationstätigkeit aufholender Schwellenländer aus Asien, deren Arbeiten mittlerweile auch stark beachtet werden. Die Publikationsdynamik deutscher Wissenschaftler blieb demgegenüber zurück, auch weil die Zahl des Lehr- und Forschungspersonals an den Hochschulen Ende der 1990er Jahre stark zurückging.

Anders ist hingegen die Entwicklung der weltweiten FuE-Aufwendungen der Unternehmen und der weltmarktrelevante Patente: Hieran gemessen stagniert seit einem Jahrzehnt das Innovationspotenzial der Chemie global eher als dass es steigt. Parallel dazu stellt sich nach und nach eine Verschiebung der

Chemie-FuE- und -Innovationsaktivitäten in den asiatisch-pazifischen Raum ein. Die deutsche Chemieindustrie hat im FuE-Wettbewerb noch immer einen sehr guten Stand. Sie steht bei der FuE-Intensität mit an der Spitze, zehrt jedoch auch stark von der Vergangenheit.

All dieses spiegelt sich in der Chemieproduktion wider: Sie kann global das Wachstumstempo des Sozialprodukts nicht ganz halten. Sowohl Chemieproduktion als auch Nachfrage nach Chemieerzeugnissen expandieren im asiatisch-pazifischen Raum besonders kräftig, allen voran in China und Indien. Die EU-Länder verlieren bei der Chemieproduktion nicht so stark an Bedeutung wie als Absatzmarkt: Dies zeigt, dass die Wettbewerbsposition der EU-Länder im Handel mit Chemieerzeugnissen recht gefestigt ist. Dies gilt besonders für Deutschland: Es ist unverändert auf hohem Niveau und in großer Breite auf Chemiewaren spezialisiert. Einzig die Grundstoffchemie hat seit knapp einem Jahrzehnt auf den internationalen Chemiemärkten keine herausragende Position mehr inne.

Zur Beurteilung der Leistungskraft des „Innovationsmotors“ Chemie müssen die Anstrengungen in Forschung und Innovation sowie deren Resultate in Relation zu anderen Branchen und im Vergleich zu den wichtigsten internationalen Konkurrenten gesetzt werden (Abschnitt 2.1). Ein Zurückbleiben gegenüber anderen Antreibern von Innovationen wie z. B. der Elektronik, dem Maschinenbau, der Instrumententechnik oder der Softwareindustrie kann die Stellung der Chemieindustrie im Innovationssystem schwächen und damit auf lange Sicht auch ihre Wettbewerbsfähigkeit bei der Bereitstellung von innovativen Vorprodukten und Lösungen für Unternehmen anderer Branchen. Aus Sicht des deutschen Innovationssystems ist außerdem von Bedeutung, wie sich die deutsche Chemieindustrie bei FuE und Innovation international positioniert. Zum einen ist eine innovative, im FuE-Wettbewerb erfolgreiche heimische Chemieindustrie eine Voraussetzung dafür, dass ihre Kunden qualitativ hochwertige Innovationsimpulse erhalten,

die sie selbst wiederum in international durchsetzungsfähige Innovationen umsetzen können. Zum anderen ist aber auch ein leistungsfähiger Produktionsstandort Deutschland zentral dafür, dass die Chemieindustrie ihrer Rolle als Innovationsmotor effektiv nachkommt (Abschnitt 2.2). Denn gerade in der Chemie sind Forschung und Produktion eng verzahnt, und eine Schwäche bei einem Standbein kann rasch das andere beeinträchtigen.

2.1 Forschungsstandort Deutschland

FuE-Dynamik im Branchenvergleich

Die Chemieindustrie ist im vergangenen Jahrzehnt der Dynamik der FuE-Aufwendungen in Deutschland nicht gefolgt (Abb. 2.1–1). Im Jahr 2004 lagen die FuE-Aufwendun-

Das Wichtigste in Kürze

- Die **FuE-Aufwendungen** der deutschen Chemieindustrie blieben bis 2004 deutlich **hinter der FuE-Dynamik in einigen anderen Branchen** Deutschlands zurück, 2005 bis 2007 zeichnet sich aber wieder eine günstigere Entwicklung ab. Die **FuE-Intensität** sank von 5,5 % (1995) auf 4,6 % (2005), während sie in der Industrie insgesamt anstieg.
- Die **weltweiten FuE-Trends** der letzten 10 Jahre (IuK-Technologien, Pharma, FuE in Dienstleistungen) boten **wenig Anstöße** für eine deutliche Ausweitung der FuE-Aktivitäten in der **Chemieindustrie** – nicht nur in Deutschland, sondern weltweit: Der Anteil der Chemie an den weltweiten FuE-Aufwendungen ging von 10 % (1995) auf 5 % (2003) zurück.
- Im internationalen Vergleich ist die **deutsche Chemieindustrie**

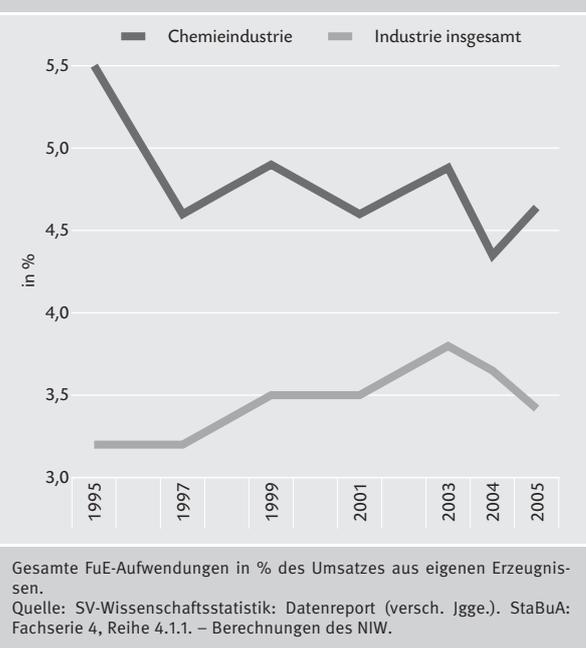
dennoch **überdurchschnittlich forschungsintensiv**, ihre FuE-Intensität liegt um gut die Hälfte über dem Mittel der Industriestaaten und im Ländervergleich an dritter Stelle hinter Dänemark und Japan. Deutschland stellt 15 % der FuE in der Chemie der OECD-Länder und ist für 17 % aller Chemiepatentanmeldungen verantwortlich. Mitte der 1990er Jahre lagen die Anteile Deutschlands noch um 2 bis 3 %-Punkte höher.

- Die Zahl der **wissenschaftlichen Publikationen** in der Chemie **nahm** in Deutschland von 1999 bis 2003 **ab**, auch als Folge des **Rückgangs der Zahl wissenschaftlicher Stellen** an den Hochschulen in der 2. Hälfte der 1990er Jahre. Deutschlands Anteil an den weltweiten Chemiepublikationen sank auf 7 % (2005). Aktuell steigen die Publikationszahlen in der Chemie weltweit wieder kräftig, und zwar stärker als in anderen Wissenschaftsfeldern.

gen der Chemieindustrie am Standort Deutschland (in jeweiligen Preisen gerechnet) auf dem gleichen Niveau wie 1995. Da gleichzeitig die Preise für FuE-Güter (Personalkosten für Forscher, Sachmittelaufwendungen, Investitionen in FuE-Infrastruktur) angestiegen sind, bedeutet dies einen deutlichen Rückgang der realen FuE-Kapazitäten. Die Unternehmen in vielen anderen Branchen hatten hingegen ab der zweiten Hälfte der 1990er Jahre erkannt, dass sie damit mittel- bis langfristig ihre Wettbewerbsposition gefährden würden und haben entsprechend ihre FuE-Kapazitäten aufgestockt. Erst für 2005 und 2006 ist ein merklicher realer Anstieg der FuE-Ausgaben in der Chemie vorgesehen, der – wenn die Planungen so realisiert werden – sogar höher ausfallen wird als in der Verarbeitenden Industrie insgesamt.

Die „Schere“ in der Ausweitung der FuE-Aufwendungen im Inland zwischen der Chemieindustrie und der übrigen Industrie hängt nur zu einem Teil mit unterschiedlichen wirtschaftlichen Wachstumstempi zusammen. Denn ab der zweiten Hälfte der 1990er Jahre hat die Chemieindustrie in Deutschland zyklische Schwankungen der FuE-Intensität erlebt – mit leichtem Gefälle nach unten, während im Industriedurchschnitt die Intensivierung von FuE zumindest bis 2003 vorangekommen ist (Abb. 2.1–2). Immerhin ging die FuE-Intensität der deutschen Chemieindustrie seit 1997 nicht mehr zurück. Die Schwankungen der FuE-Intensität in der Chemieindustrie bedeuten, dass die Unternehmen tendenziell in Jahren mit hohen Umsatzzuwächsen ihre FuE kaum ausweiten, sodass die FuE-Intensität sinkt. Gleichzeitig werden die FuE-Ressourcen aber auch in Zeiten schwächerer Umsatzentwicklung gehalten, sodass die FuE-Intensität dann wieder steigt (wie z. B. 2003 und 2005). Offensichtlich hat die deutsche Chemieindustrie langfristig nur wenig Anlass für eine starke FuE-Dynamik, aber auch kaum Grund, die FuE-Ausgaben abzubauen: Es zeigt sich

Abb. 2.1–2: FuE-Intensität der deutschen Chemieindustrie 1995-2005



eine gewisse abwartende Haltung, FuE wird an die mittelfristigen Wachstumsaussichten angepasst.

Für 2006/2007 werden allerdings deutliche Steigerungen in den FuE-Budgets der Chemischen Industrie erwartet. Offensichtlich sind die **Voraussetzungen für intensivere FuE-Anstrengungen** derzeit günstiger als in den vergangenen Jahren: Das makroökonomische Umfeld hat sich insofern verbessert, als bei sehr starker Kostenposition sowohl auf dem Inlandsmarkt als auch vor allem im internationalen Raum recht gute Absatzaussichten und mittelfristige Wachstumserwartungen bestehen. Dies hat direkt positive Auswirkungen auf die Renditeerwartungen aus FuE-Vorhaben. Die Unternehmenssteuerreform lässt zusätzlich erwarten, dass sich die Erträge nach Steuern im Vergleich zu den Vorjahren noch einmal erhöhen. Weiterhin hat die Bundesregierung durch das Ausloben ihrer High Tech-Strategie erkennen lassen, dass sie für bessere Forschungsbedingungen an Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen sorgen wird und damit auch für die Chemiefor-schung neue technologische Optionen eröffnet. Nicht zuletzt ist davon auszugehen, dass Deutschlands Unternehmen dem stark steigenden Druck zusätzlicher Wettbewerber aus aufholenden Schwellenländern nur mit einer auf hochwertige Innovationen ausgerichteten Strategie effektiv begegnen können.

FuE-Aufwendungen im internationalen Vergleich

Gemessen an der FuE-Intensität zählt Deutschland zu den führenden Innovationsstandorten in der Chemieindustrie: Die deutsche Chemieindustrie wendet trotz eher zurückhaltenden FuE-Engagements in den vergangenen Jahren weiterhin einen sehr hohen Anteil ihres Umsatzes für FuE auf. Im Jahr 2003 machten die internen FuE-Auf-

Abb. 2.1–1: Entwicklung der FuE-Gesamtaufwendungen 1995-2007 in Deutschland

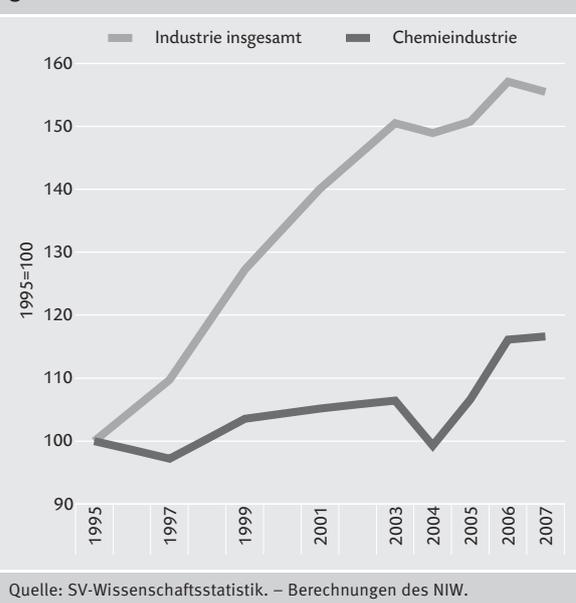
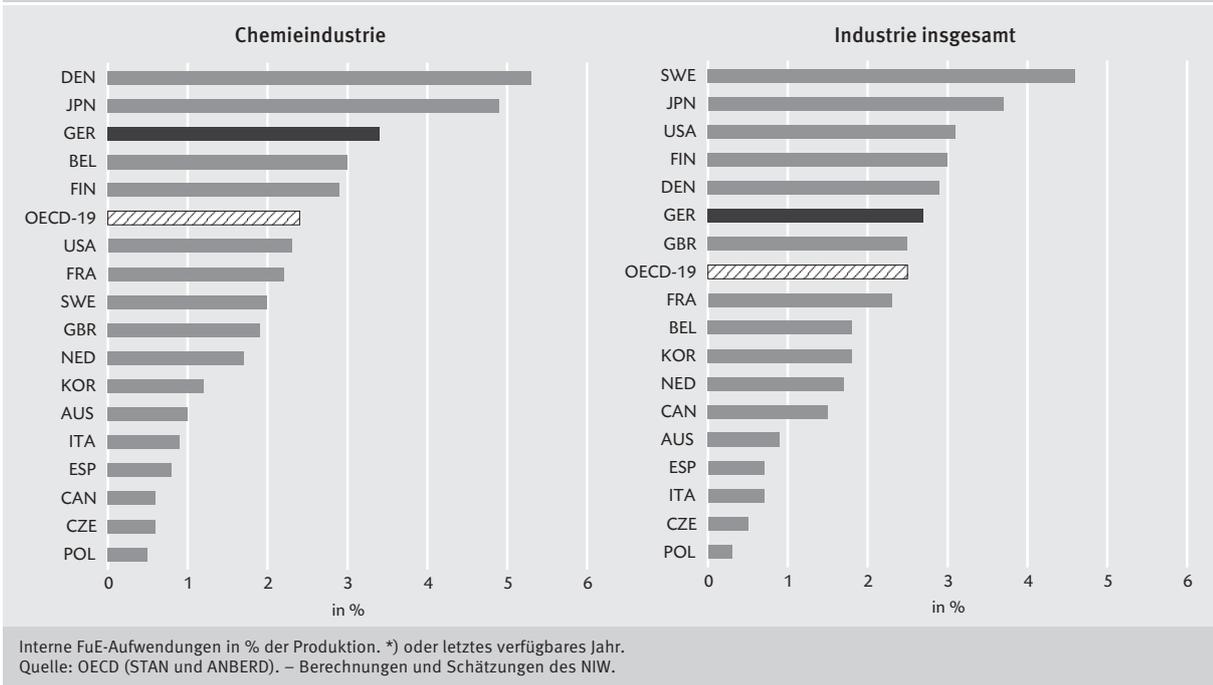


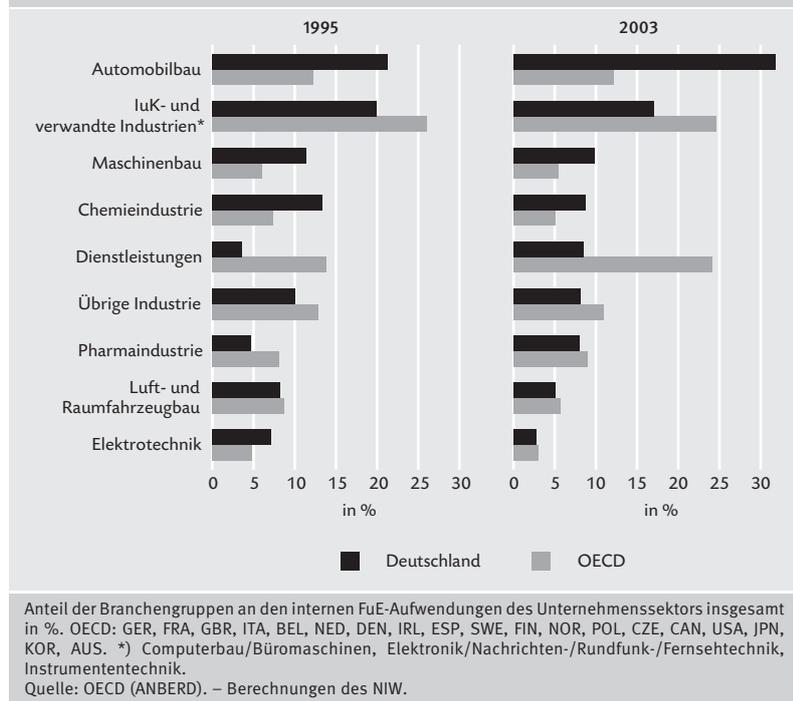
Abb. 2.1–3: FuE-Intensität ausgewählter Länder 2003*



wendungen 3,4 % des Produktionswerts aus.¹² Im internationalen Vergleich ist dies unvermindert eine Spitzenposition, lediglich Dänemark und Japan rangieren von den größeren westlichen Industrieländern vor Deutschland (Abb. 2.1–3).¹³ Nimmt man die Industrie insgesamt, dann schieben sich zusätzlich noch Schweden, die USA und Finnland vor Deutschland.

Im Mittel der wichtigsten OECD-Länder betrug die FuE-Intensität im Jahr 2003 in der Chemieindustrie 2,4 % Dies ist erstmals weniger als im Industriedurchschnitt, der bei 2,5 % lag. Die FuE-Intensität der Chemieindustrie lässt somit nicht nur in Deutschland, sondern global etwas nach. Anfang der 1990er Jahre wurden in den OECD-Ländern noch über 3 % des Umsatzes der Chemieindustrie für FuE bereitgestellt. Auch Mitte der 1990er Jahre lag die FuE-Intensität in der Chemieindustrie mit 2,6 % noch oberhalb des Industriemittels (2,2 %). Stellte die Chemieindustrie weltweit betrachtet Anfang der 1990er Jahre etwa 10 % und Mitte der 1990er Jahre noch über 7 % der industriellen FuE-Kapazitäten, so ist dieser Anteil bis 2003 auf etwa 5 % zurückgegangen (Abb. 2.1–4).

Abb. 2.1–4: Schwerpunkte der FuE-Tätigkeit in Deutschland und der OECD 1995 und 2003 nach Branchengruppen



Im Gegensatz zu anderen forschungsintensiven Branchen hat FuE in der Chemieindustrie als unternehmerischer Aktionsparameter nicht an Bedeutung zugelegt. Offensichtlich gelten die für Deutschland im vergangenen

12 Dabei ist allein die in der Industrie selbst durchgeführte FuE berücksichtigt („interne FuE“), FuE-Aufträge an Dritte („externe FuE“) hingegen nicht.
13 Es ist jedoch zu vermuten, dass die Schweizer Chemieindustrie, für die keine international vergleichenden Daten vorliegen, ebenfalls vor Deutschland liegt.

Jahrzehnt als ungünstig angesehenen Rahmenbedingungen für eine kräftige Ausweitung der Chemie-FuE mindestens zum Teil auch für die Mehrzahl der hoch entwickelten Volkswirtschaften. Da die Expansion des Weltmarktes wegen des starken Wachstums im asiatisch-pazifischen Raum keine Restriktion dargestellt hat, muss die Ursache dafür vor allem in einem ungünstigen Verhältnis zwischen FuE-Kosten und FuE-Erträgen gesehen werden. Bei intensivem Innovationswettbewerb, geringen Preiserhöhungsspielräumen und oft nur inkrementellen Innovationen sind die Renditen von Neuheiten niedrig. Dies verringert die Bereitschaft, zusätzliche Mittel für FuE einzusetzen. Hinzu kommt, dass die wichtigsten Technologietrends der vergangenen 10 Jahre – Informations- und Kommunikationstechnologien, Lebenswissenschaften, FuE in Dienstleistungen, Umwelttechnologien – an der Chemieindustrie weitgehend vorbeigingen und wenig Anstöße für zusätzliche FuE boten.

Der Beitrag der Chemischen Industrie zur Ausweitung des FuE-Aufkommens in den wichtigsten Industrieländern zwischen 1995 und 2003 lag nur bei ungefähr 2 % (Abb. 2.1–5). Vor allem Dienstleistungen (darunter insbesondere die unternehmerischen, FuE- und EDV-Dienstleistungen) und die Informations- und Kommunikations- (IuK-) Industrie (Computer, Elektronik, Instrumente, Nachrichtentechnik), aber auch der Automobilbau und die Pharmazeutische Industrie haben den weltweiten FuE-Strukturwandel am schnellsten vorangetrieben.

Die deutsche Wirtschaft weicht von diesem weltweiten Muster insofern ab, als der Bedeutungsgewinn von IuK-Industrien und Dienstleistungen deutlich zurückblieb. Kompensiert wurde dies durch eine äußerst hohe FuE-Dynamik im Fahrzeugbau: Über die Hälfte der zusätzlichen FuE-Aufwendungen in Deutschland seit 1995 ging auf FuE in der Kfz-Industrie zurück. Auch die Pharmazeutische Industrie und

der Maschinenbau haben die deutsche Bilanz in dieser Phase vergleichsweise positiv gestaltet. Hingegen hat die deutsche Chemieindustrie ihre FuE-Aktivitäten nicht ausgeweitet und insofern maßgeblich zur geringen Ausweitung der FuE-Aufwendungen in der Chemieindustrie in den westlichen Industrieländern beigetragen. Deutschland hat dadurch in der weltweiten industriellen Chemieforschung weiter an Boden verloren (Abb. 2.1–6). Im Jahr 2003 entfielen auf Deutschland rund 15 % der FuE-Ressourcen der Chemieindustrie in den westlichen Industrieländern, 1995 waren es noch 17 %, Anfang der 1980er Jahre sogar noch knapp 20 % gewesen. Diese Entwicklung geht parallel zum abnehmenden Gewicht Deutschlands am weltweiten Produktionswert der Chemieindustrie. Erst nach 2004 hat die deutsche Chemieindustrie wieder auf Expansion umgeschaltet, ihre FuE deutlich intensiviert und damit gegenüber den internationalen Konkurrenten ihre Position im Innovationswettbewerb wieder gefestigt.

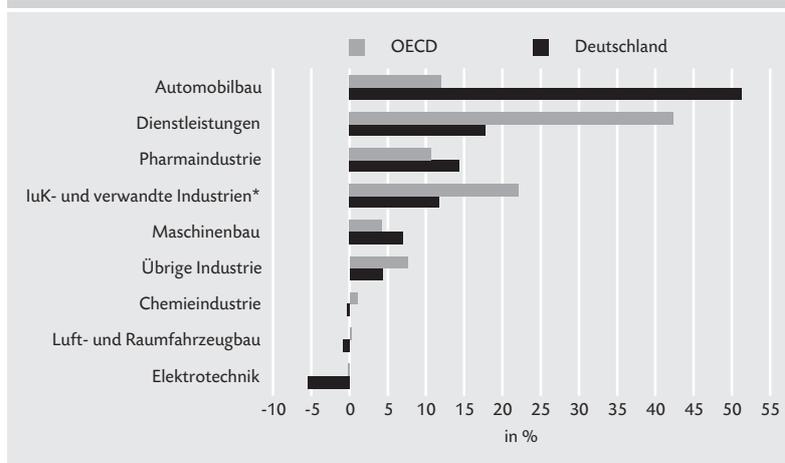
Patentaktivitäten

Die direkten Ergebnisse von FuE-Aktivitäten misst man in erster Annäherung vielfach an Hand der technologischen Erfindungen. Insbesondere Patente, die an internationalen Patentämtern angemeldet werden, geben einen Überblick über die am Weltmarkt orientierten technologischen Neuerungen, für die durch die Anmeldung Schutzwirkungen erzielt werden sollen. Wegen der schlechten Vergleichbarkeit von Patentanmeldezahlen und wegen der regionalen Reichweite der Schutzwirkung ist die Wahl des betrachteten Patentamts wichtig. Europa ist der größte Markt für Chemiewaren, und es ist daher davon auszugehen, dass sich in den Anmeldungen am Europäischen Patentamt (EPA) bei allen großen Ländern ein repräsentatives Bündel von Erfindungen spiegelt und dass der „Heimvorteil“ hier eine etwas geringere Rolle spielt

als z. B. bei Anmeldungen am US-amerikanischen oder japanischen Amt. In den letzten Jahren wurden außerdem immer häufiger Patente bei der World Intellectual Property Organisation (WIPO, dem so genannten PCT-Verfahren) angemeldet, was Schutz in einer Vielzahl von Regionen bietet. Insbesondere Innovatoren aus überseeischen Ländern wählen verstärkt diesen Anmeldeweg. Hier werden die bei beiden Ämtern registrierten Erfindungen gemeinsam betrachtet und addiert, um den Effekten der immer noch bestehenden regional unterschiedlichen Patentierneigungen in der Analyse etwas entgegenzuwirken. Die EPA-Anmeldungen machen im Fall von Patenten im Bereich Chemie etwa zwei Drittel aus.

Die Dynamik der internationalen Patentanmeldungen hängt neben dem Umfang der FuE-Aktivitäten von einer Reihe von anderen Faktoren ab: Die

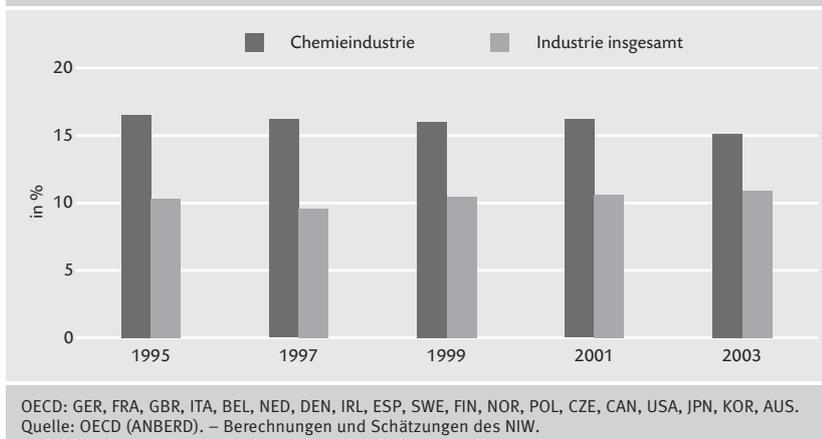
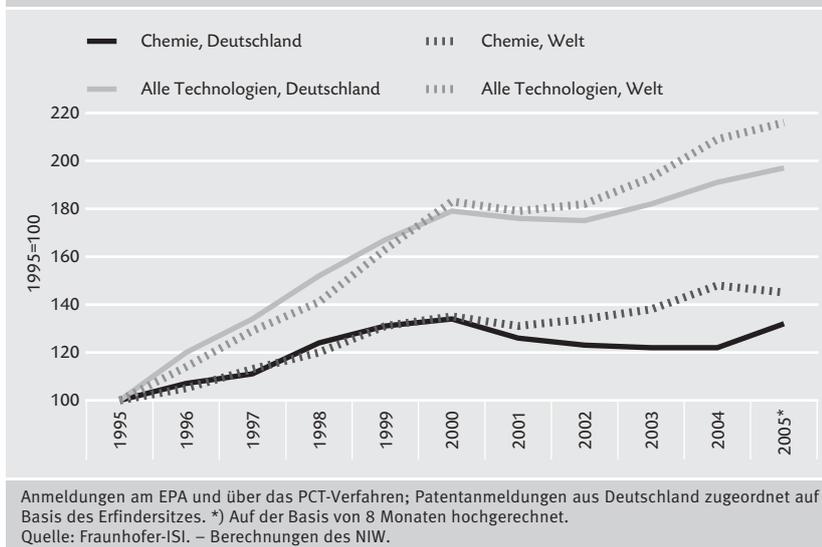
Abb. 2.1–5: Beitrag von Branchengruppen zur Veränderung der FuE-Aufwendungen 1995–2003 in Deutschland und der OECD



Anteil der sektoralen FuE-Aufwendungen an der Veränderung der internen FuE-Aufwendungen des Unternehmenssektors insgesamt in %. OECD: GER, FRA, GBR, ITA, BEL, NED, DEN, IRL, ESP, SWE, FIN, NOR, POL, CZE, CAN, USA, JPN, KOR, AUS.

*) Computerbau/Büromaschinen, Elektronik/Nachrichten-/Rundfunk-/Fernsehtechnik, Instrumententechnik.

Quelle: OECD (ANBERD). – Berechnungen des NIW.

Abb. 2.1–6: Anteil Deutschlands an den internen FuE-Aufwendungen der OECD 1995-2003

Abb. 2.1–7: Dynamik von Chemiepatentanmeldungen 1995-2005 in Deutschland und weltweit


Umsetzungseffizienz von FuE, die Schärfe des internationalen Technologiewettbewerbs, die Auslandsmarktorientierung der Innovatoren sowie die internationale Durchsetzbarkeit von Rechten an geistigem Eigentum werden am häufigsten genannt. Aber auch strategische Überlegungen spielen eine wichtige Rolle, z. B. bei Kooperationen, beim Lizenztausch und bei Firmenübernahmen, Blockade der Konkurrenz, technologische Reputationsgewinne, interne Leistungsanreize und erleichterter Kapitalmarktzugang. Eine rein technologische Interpretation des Patentgeschehens wäre daher falsch, ein enger Zusammenhang mit den Strukturen und der Dynamik von FuE ist keineswegs zwingend.

Eine Parallelität der Entwicklung der Patentanmeldungen zu jener der FuE-Aktivitäten ist insofern gegeben, als die weltweite Dynamik bei den Patentanmeldungen im Technologiefeld Chemie im Zeitraum 1995-2004¹⁴ (4,4 %

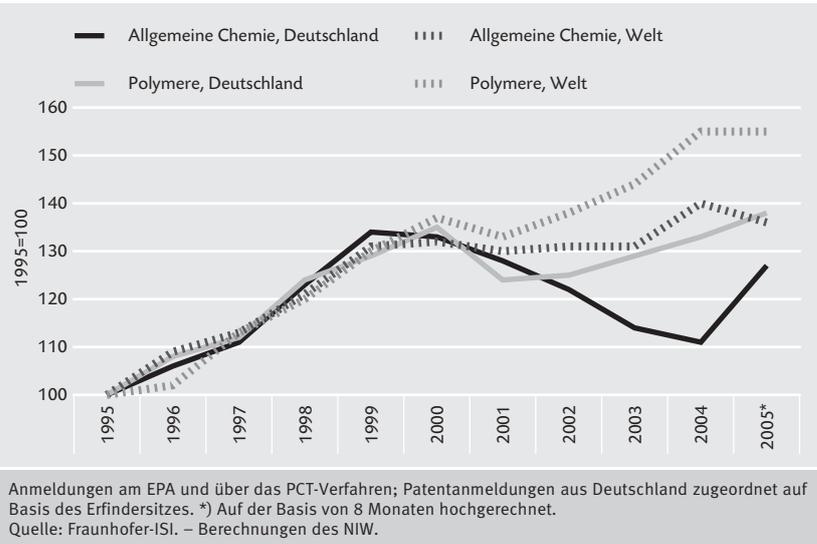
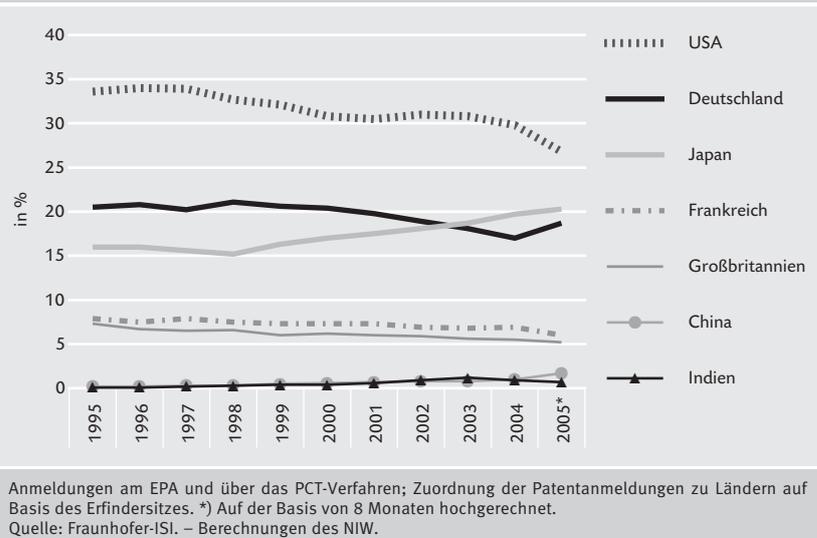
p. a.) im letzten Jahrzehnt deutlich der Dynamik in allen Technologiefeldern zusammengenommen (8,5 % p. a.) hinterherhinkt. Im Jahr 2004 wurden weltweit rund 48 % mehr Chemiepatente angemeldet als 1995, in allen Technologiefeldern gab es dagegen mehr als eine Verdoppelung, in Deutschland immerhin 90 % mehr (7,5 % p. a.) (Abb. 2.1–7). Die geringere Dynamik bei Chemiepatenten kann wohl vor allem auf die geringen Steigerungen der FuE-Aufwendungen zurückgeführt werden. Dies gilt für die weltweite Entwicklung ebenso wie für die deutsche.

Strukturell lassen sich aus den verfügbaren Daten vor allem Polymere von der „allgemeinen Chemie“ trennen. Grundsätzlich gibt es zwischen diesen beiden Gruppen starke Differenzen in der zeitlichen Entwicklung: Anmeldungen in der Allgemeinen Chemie sind im Jahresdurchschnitt mit 3,8 % expandiert, bei Polymeren hingegen mit 5 % (Abb. 2.1–8).

Der Verlauf der Anmeldungen von Chemiepatenten durch deutsche Erfinder zeigt eine größere konjunkturelle Reagibilität und damit zusammenhängend einen recht starken Rückgang im neuen Jahrhundert. Dies kann für die weltweiten Patentanmeldungen in der Chemie nicht beobachtet werden. Da-

durch ist die deutsche Chemieindustrie im Patentwettrennen in kurzer Frist recht deutlich zurückgefallen. Ihr Anteil ist von 21 % (1995) auf 17 % im Jahr 2004 gesunken (Abb. 2.1–9). Im Jahr 2003 meldeten japanische Erfinder erstmals mehr Chemiepatente am EPA und bei der WIPO an als Erfinder aus Deutschland – obwohl das EPA faktisch als „Heimat-Patentamt“ für die deutsche Chemieindustrie gewertet werden kann. Diese Beobachtung deckt sich mit der Tatsache, dass die FuE-Kapazitäten in der Chemischen Industrie in Deutschland in den letzten Jahren schwächer ausgeweitet worden waren als im Schnitt der westlichen Industrieländer. Inwieweit die auf Grund der Anmeldungen in den ersten 8 Monaten zu vermutenden starken Steigerungen im Jahr 2005 erstens realisiert werden können und ob diese mit den jüngst wieder angestiegenen FuE-Aufwendungen der Chemieindustrie in Deutschland zusammenhängen, muss abgewartet werden.

¹⁴ Die Analyse beschränkt sich auf den Zeitraum bis 2004, da für 2005 nur die Anmeldungen für die ersten acht Monate vorliegen. Hochrechnungen sind zwar durchgeführt worden, jedoch unterliegt die Saisonfigur in den meisten Ländern ziemlichen Schwankungen.

Abb. 2.1–8: Entwicklung der Patentanmeldungen in der Chemie 1995-2005 in Deutschland und weltweit nach Allgemeiner Chemie und Polymeren

Abb. 2.1–9: Anteil ausgewählter Länder an den internationalen Patentanmeldungen in der Chemie 1995-2005


Die USA (30 %), Japan (20 %) und Deutschland (17 %) waren 2004 bei chemischen Technologien die größten Anmelder beim EPA und der WIPO. Rechnet man die übrigen EU-15-Länder hinzu, dann werden durch diese Ländergruppe gut 90 % aller internationalen Patentanmeldungen im Feld Chemie abgedeckt. Nimmt man die Bedeutung von Chemiepatenten für das gesamte Patentportfolio zum Maßstab (Abb. 2.1–10), dann zeigt sich, dass in der Triade deutliche Unterschiede bestehen: Europa, besonders Deutschland, und Japan sind auf Patente im Technologiefeld Chemie „spezialisiert“, d.h. der Anteil der Chemiepatente an den gesamten Patentanmeldungen ist überdurchschnittlich hoch. Sie prägen als große Chemieregionen das technologische Geschehen in der Industrie maßgeblich. Im Technologieangebot der USA spielen Chemiepatente hingegen eine nicht ganz so starke Rolle. Allerdings gibt es

einer deutlich gestiegenen technologischen Leistungsfähigkeit tun. Aus den wieder stark abnehmenden Spezialisierungskennziffern im asiatischen Raum (ohne Japan) wird jedoch auch deutlich, dass die technologischen Aktivitäten der letzten Jahre und die Weltmarktorientierung in diesen Ländern noch stärker in anderen Industriezweigen als der Chemischen Industrie ausgeweitet wurden.

In der fachlichen Orientierung Deutschlands gibt es merkbare Unterschiede zwischen Polymeren, bei denen Deutschland einen vergleichsweise hohen „technologischen Vorteil“ hat, und der allgemeinen Chemie, wo die Spezialisierungsvorteile vor allem in der jüngsten Zeit verschwunden sind. Die USA haben vor allem Vorteile in der allgemeinen Chemie – sie haben diese auch noch ausgeweitet, während die Position bei Polymeren deut-

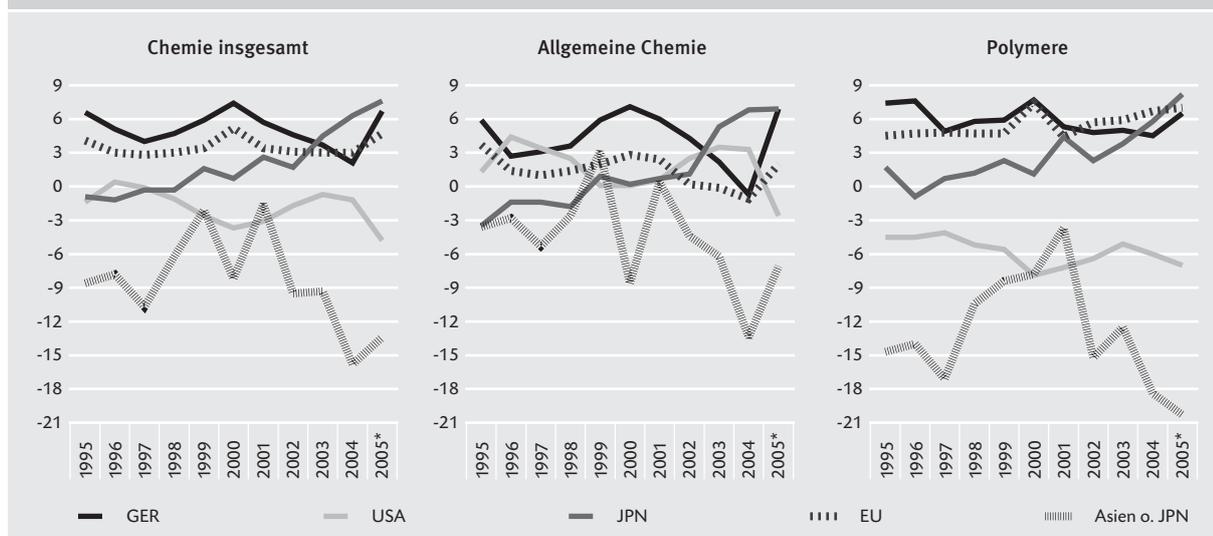
Unterschiede in der zeitlichen Entwicklung in den vergangenen 10 Jahren:

■ In Deutschland hat die Spezialisierung auf Chemiepatente über die Zeit abgenommen. Für Japan nimmt die Bedeutung von Chemie im Angebot von weltmarktrelevanten Erfindungen hingegen stetig und kräftig zu.

■ Die Bedeutung der Chemieindustrie für das US-Technologieangebot unterlag im letzten Jahrzehnt recht starken Schwankungen. Dies scheint eine Art „passiver Reflex“ auf die recht unterschiedliche Dynamik der US-Patentanmeldungen in Elektronik und IuK sein: Im Zusammenhang mit der New-Economy-Krise hatten Chemiepatente eine zunehmende Bedeutung erlangt, aktuell nimmt sie mit der Erholung der IuK-Wirtschaft wohl wieder etwas ab.

■ Zu den Gewinnern im Patentwettbewerb in der Chemie zählen neben Japan vor allem die übrigen Länder aus dem asiatischen Raum, allen voran Korea, China und Indien. Ihr Anteil an den weltmarktrelevanten Chemiepatenten ist binnen kurzer Frist von 1 auf 5 % gestiegen. Ihr Beitrag zum Zuwachs an Chemiepatenten lag bei 10 %, Korea machte davon 70 % aus. Der bislang niedrige Durchschnittsanteil dieser Länder sollte also nicht darüber hinwegtäuschen, dass sie immer intensiver auf die europäischen Märkte drängen und dass sie dies auf der Basis

Abb. 2.1–10: Spezialisierung bei internationalen Patenten in ausgewählten Ländern 1995-2005*



Spezialisierungsindex: Ein Wert größer 0 bedeutet, dass der Anteil des Landes an den Patentanmeldungen auf diesem Gebiet höher ist, als der Anteil an allen Patentanmeldungen am EPA und über das PCT-Verfahren; Zuordnung der Patentanmeldungen zu Ländern auf Basis des Erfindersitzes. *) 2005 auf der Basis der Anmeldungen in den ersten 8 Monaten.
Quelle: Fraunhofer-ISI. – Berechnungen des NIW.

lich nachlässt. Dort hat Japan seine Spezialisierungsposition ebenso verbessert wie auch in der allgemeinen Chemie.

Wissenschaftliche Forschung

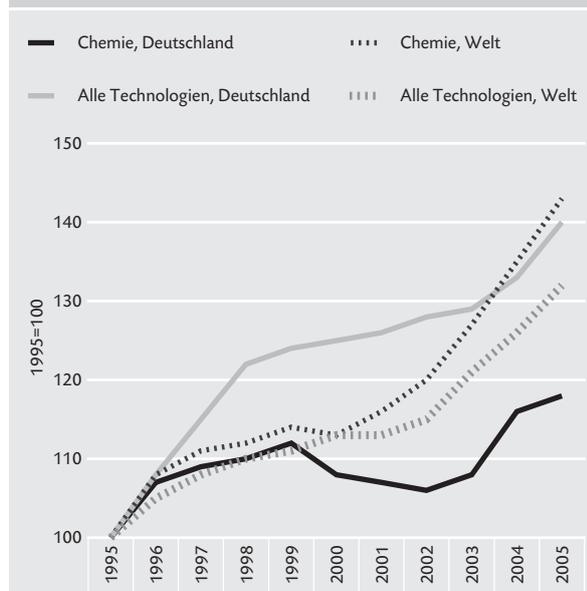
Die Ausbildung hoch qualifizierten Nachwuchses ist eine wichtige Funktion des Wissenschafts- und Forschungssystems. Die andere wichtige Aufgabe ist die wissenschaftliche Forschung. Gerade in der Chemie mit ihrem immer noch hohen Anteil an industriefinanzierter Forschung gibt es vielfältige Wechselbeziehungen zwischen Wissenschaftsentwicklung und Innovationen. Einerseits geben Ergebnisse der Grundlagenforschung Orientierung für die anwendungsorientierte Industrieforschung oder für die Technologieentwicklung in den Unternehmen. Andererseits gibt der Wechsel von Wissenschaftlern aus Hochschulen und anderen öffentlichen Forschungseinrichtungen in die Wirtschaft dem FuE- und Innovationsgeschehen Impulse. Insofern stellt sich auch die Frage nach der Leistungsfähigkeit deutscher Wissenschaftler in den Feldern der Chemie.

Die Anzahl der Publikationen wird häufig als Indiz für den Umfang der Forschungsergebnisse vor allem aus Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen angesehen, die in die internationale Fachdiskussion eingebracht werden und die das Fundament für die Weiterentwicklung des Innovationspotenzials sind. Zunächst zeigt sich global (Abb. 2.1–11), dass nach einem kleinen Einschnitt um die Jahrtausendwende die Chemie bei den internationalen Veröffentlichungen von wissenschaftlichen Forschungsergebnissen den meisten anderen Technikfeldern wieder davoneilt. Deutet sich in der Wissenschaft damit ein neuer Technologieschub an, von dem auch der „Innovationsmotor Chemie“ profitieren kann? In zwei

Technologiefeldern mit hoher Chemie-Affinität werden jedenfalls bedeutende Innovationsschübe für die nächsten Jahre erwartet, die auch die FuE- und Innovationsaktivitäten der Chemieindustrie beflügeln könnten: der Nanotechnologie und den Energietechnologien (siehe Kasten).

Deutschlands quantitativer Beitrag zum wissenschaftlichen Fortschritt in der Chemie lässt jedoch etwas nach, daher ist der Anteil an den weltweiten wissenschaftlichen Publikationen im Feld Chemie ähnlich wie bei der Industrieforschung und den weltmarktrelevanten technologi-

Abb. 2.1–11: Dynamik von wissenschaftlichen Chemiepublikationen 1995-2005 im Vergleich



Publikationen im Science Citation Index; Publikationen aus Deutschland zugeordnet auf Basis des Arbeitsorts des Wissenschaftlers.
Quelle: Fraunhofer-ISI. – Berechnungen des NIW.

Die Rolle der Chemie für Innovationen im Energiesystem

Der Chemie kommt eine große und wachsende Bedeutung bei der Erzeugung und Wandlung von Energie zu. Chemische Technologien sind oft der Schlüssel für neue Entwicklungen in der Energietechnik. Mit der sich abzeichnenden Veränderung der Rohstoffbasis (Rückgang der Erdölvorräte, Zunahme pflanzlicher Rohstoffe) wird die Bedeutung von chemischen Stoffumwandlungsprozessen noch erheblich zunehmen, da die chemischen Eigenschaften der dann verfügbaren Rohstoffe wesentlich weiter von denen der Zielprodukte entfernt sind, als dies bei der Basis Rohöl der Fall ist. Neue Technologien der Energieerzeugung erfordern fast immer entscheidende Beiträge aus der Chemie und benötigen entsprechende Forschungsanstrengungen in der Chemie:

- Brennstoffzellenkatalysatoren sind derzeit noch zu teuer und zu wenig effizient. Neue Elektrolyte wie thermostabile Polymermembranen für Brennstoffzellen könnten den großtechnischen Einsatz solcher Systeme erheblich erleichtern.

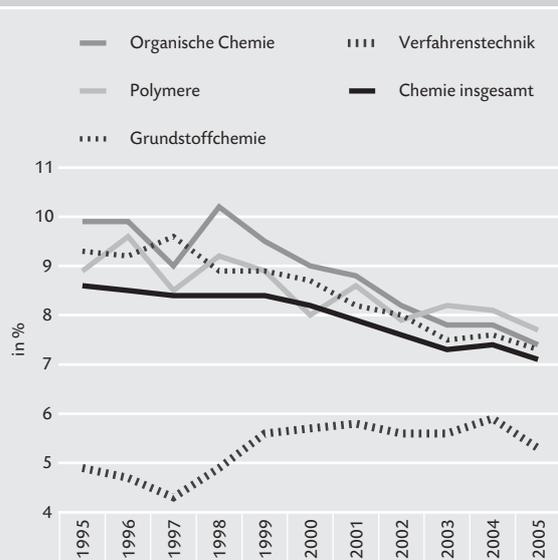
- Zukünftige Generationen von Solarzellen erfordern neuartige molekulare Systeme, die effizienter und kostengünstiger hergestellt werden können und damit eine kürzere energetische Amortisationszeit bei der Umwandlung des Sonnenlichts in Elektrizität erlauben.
- Fortschritte in der Batterietechnik hängen entscheidend von Verbesserungen in der Chemie der Elektroden und der Elektrolyte ab.
- Neuartige Thermoelektrika könnten eine Revolution in der Erzeugung elektrischer Energie durch direkte Nutzung von Wärmeenergie einleiten. Mit kostengünstigen Systemen könnte in jedem Abgasstrang die vorhandene Restwärme in elektrische Energie verwandelt werden, auch könnte in Kopplung mit Solarzellen der Wirkungsgrad solcher Systeme erhöht werden.
- Alle Techniken zur Abscheidung von CO₂ aus Abgasen von Kraftwerken oder anderen Industrieprozessen werden auf chemischen Verfahren beruhen.
- Schließlich ist auch die Umstellung der chemischen Produktion selbst auf weniger energieintensive und effizientere Verfahren eine große Zukunftsaufgabe.

schen Erfindungen rückläufig. Mit gut 7 % (Abb. 2.1–12) liegt Deutschlands Beitrag in der Chemie mittlerweile unter dem Anteil, den es bei allen Wissenschaftsbereichen insgesamt erreicht (7,7 %). Bis zur Jahrtausendwende gehörte die Chemie noch klar zu den Disziplinen der wissenschaftlichen Forschung, in denen Deutschland überdurchschnittlich viele Forschungsergebnisse in die internationale Diskussion einbringen konnte. Mit der weltweiten Expansion der Chemieforschungsergebnisse aus der Wissenschaft konnte Deutschland nicht mithalten. Dies gilt für alle Teilfelder innerhalb der Chemie.

Gleichwohl hat die absolute Zahl der wissenschaftlichen Publikationen durch Chemiker aus Deutschland jüngst, d. h. seit 2003, wieder zugenommen (Abb. 2.1–13). Verantwortlich dafür waren vor allem Publikationen aus dem Bereich Grundstoffchemie, während die Zahl der Veröffentlichungen im Feld Organische Chemie im Jahr 2005 kaum über den Stand von 1995 hinauskommt.

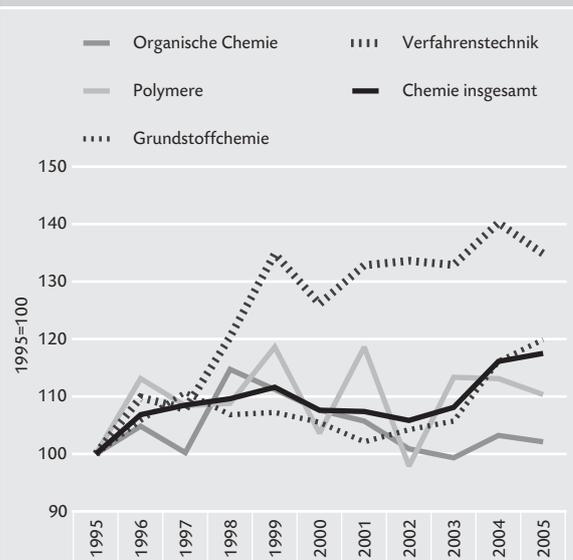
Der am Maßstab der internationalen Dynamik bei Chemie-Publikationen gemessen abwärts gerichtete Prozess hängt in Deutschland sicherlich mit dem merklichen Rückgang der Zahl der Stellen für wissenschaftliches Per-

Abb. 2.1–12: Anteil Deutschlands an den weltweiten wissenschaftlichen Publikationen in der Chemie 1995-2005 nach Feldern



Publikationen im Science Citation Index; Publikationen aus Deutschland zugeordnet auf Basis des Arbeitsorts des Wissenschaftlers.
Quelle: Fraunhofer-ISI. – Berechnungen des NIW.

Abb. 2.1–13: Entwicklung der Zahl wissenschaftlicher Publikationen in der Chemie in Deutschland 1995-2005 nach Feldern



Publikationen im Science Citation Index; Publikationen aus Deutschland zugeordnet auf Basis des Arbeitsorts des Wissenschaftlers.
Quelle: Fraunhofer-ISI. – Berechnungen des NIW.

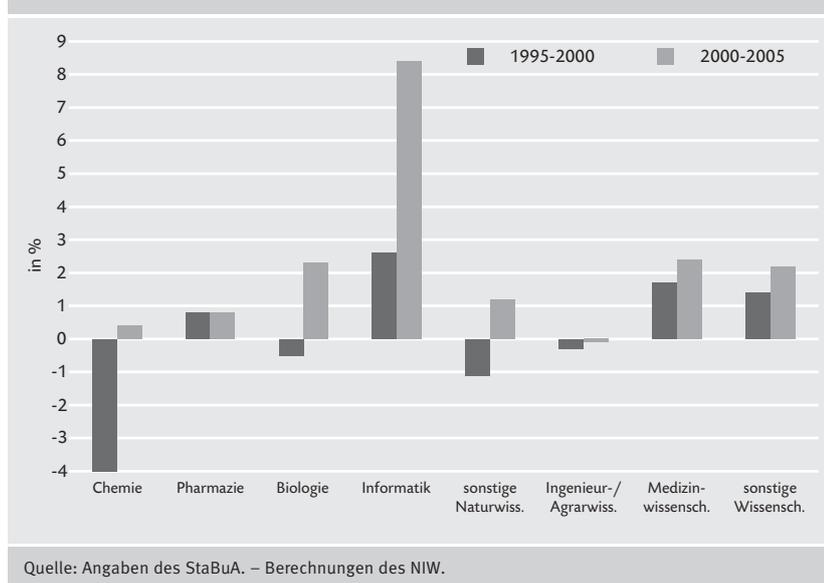
sonal im Lehr- und Forschungsbe-
reich Chemie in den 1990er Jahren
zusammen (Abb. 2.1–14), der durch
die zögerliche Ausweitung im neu-
en Jahrtausend in keiner Weise
ausgeglichen werden konnte. Inso-
fern ist – Status Quo bei der relati-
ven Produktivität der Wissen-
schaftler unterstellt – mit einem
weiteren Bedeutungsverlust der
Chemie zu rechnen, der auch
schneller eintreten dürfte als in an-
deren naturwissenschaftlich-tech-
nischen Forschungsbereichen.

Quantitativ betrachtet lässt
Deutschlands Beitrag zur wissen-
schaftlichen Entwicklung in der Che-
mie deutlich nach. Es ist jedoch in
Rechnung zu stellen, dass auch Wis-
senschaftler aus anderen hoch ent-
wickelten Ländern wie den USA,
Großbritannien, Frankreich oder Ja-
pan immer mehr aus den internationalen Chemie-Fach-
zeitschriften gedrängt werden. Der Grund ist das sehr ex-
pansive Verhalten aus den übrigen asiatischen Ländern
(ohne Japan). Ihr Beitrag hat sich seit Mitte der 1990er Jah-
re auf knapp 23 % fast verdoppelt. Verglichen mit der Zahl
der publizierten Forschungsergebnisse in allen Wissen-
schaftsbereichen (14,5 %) sind die übrigen asiatischen Län-
der also ausgesprochen hoch auf wissenschaftliche Che-
mieforschung spezialisiert. Dies ist anders als derzeit noch
bei den Ergebnissen aus der Unternehmensforschung, so-
weit man sie an Hand der Patentanmeldungen messen
kann: Dort stehen trotz der unbestritten hohen Aufholef-
fekte in der Chemie andere Technologiefelder noch stärker
im Vordergrund (siehe Abschnitt 3.2).

Quantität ist jedoch nicht Qualität. Zusammengefasst
kann man die Qualität an der Häufigkeit messen, mit der
wissenschaftliche Publikationen in den ersten zwei Jahren
nach Erscheinen in anderen hochrangigen wissenschaft-
lichen Publikationen zitiert werden, also als Quelle für die
wissenschaftliche Weiterentwicklung benutzt werden oder
aber Gegenstand der Erörterung sind. Daher ist auch zu be-
rücksichtigen, welchen qualitativen Einfluss deutsche Wis-
senschaftler in den Feldern der Chemie auf die wissen-
schaftliche Entwicklung nehmen.

■ Auf Forschungsergebnisse deutscher Chemiker wird
überdurchschnittlich häufig bei Polymeren und in der
Grundstoffchemie verwiesen, in der organischen Che-
mie und der chemischen Verfahrenstechnik ist dies
hingegen nicht der Fall (Tab. 2.1–1). Besonders ein-
drucksvoll sind die Verweise auf die US-amerikani-
sche, französische, schweizerische, schwedische und
niederländische Chemieforschung, aber auch Groß-
britannien und Kanada stehen – von der Verfahren-
technik abgesehen – sehr stark da. Chemiefor-
schungsergebnisse aus asiatischen Ländern werden

**Abb. 2.1–14: Veränderung der Zahl des wissenschaftlichen Lehr- und
Forschungspersonals (Grundmittel- und Drittmittelpersonal) an deutschen
Hochschulen 1995-2005**



hingegen in den internationalen Journals nur unter-
durchschnittlich häufig zitiert, Korea hat allerdings
schon Stärken bei Organika und Polymeren.

- Ein Faktor, der in die Berechnung der Zittrate eingeht,
ist die „zeitschriftenspezifische Beachtung“, die eine
wissenschaftliche Publikation im Schnitt auf sich
zieht. Hier schneiden Deutschlands Chemiewissen-
schaftler im internationalen Vergleich vor allem bei
Polymeren und in der Verfahrenstechnik seit Jahren
überdurchschnittlich gut ab. Allerdings gibt es in die-
ser Hinsicht bei Organischer Chemie Schwachstellen.
Interessant ist, dass Chemiepublikationen aus China
und Korea – Verfahrenstechnik ausgenommen –
schon recht starke Beachtung finden.
- Dass vor allem die Leistungen chinesischer Wissen-
schaftler noch recht selten zitiert werden, liegt vor
allem an der Tatsache, dass die Publikationen nicht
stark genug auf international renommierte Zeit-
schriften ausgerichtet sind. Denn im Zuge der immer
stärkeren Internationalisierung der Wissenschaft
und der damit steigenden Bedeutung englischspra-
chiger Fachzeitschriften erhält internationale Publi-
kationstätigkeit mit hoher Sichtbarkeit immer größe-
res Gewicht. Allein die Präsenz in viel zitierten Zeit-
schriften ist schon ein Gütesiegel. Hohe Offenheit
nach außen und die Einbindung in die international
geführte Diskussion ist neben einem exzellenten
Wissenschaftssystem entscheidend. Gerade die
meistzitierten Chemieforschungsländer haben sich
darauf eingerichtet. Angesichts des Trends zur Glo-
balisierung hätte man gerade in dieser Beziehung
aber auch von deutschen Chemikern eine Beschleu-
nigung erwarten können, insbesondere von der che-
mischen Verfahrenstechnik und der organischen
Chemie.

Tab. 2.1–1: Indikatoren zur wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit in Technikfeldern der Chemie 2003

Technikfeld	GER	USA	JPN	GBR	FRA	SUI	SWE	ITA	NED	CAN	CHN	KOR
Standardisierte Zitatrate*												
Organische Chemie	-4	29	-5	22	0	39	9	-8	46	25	-14	16
Polymere	21	45	-26	21	15	15	26	-13	53	21	-16	4
Grundstoffchemie	19	47	-11	23	1	39	20	-3	41	21	-34	-14
Verfahrenstechnik	-10	28	-5	-1	27	60	4	36	54	-20	-23	-3
Zeitschriftenspezifische Beachtung*												
Organische Chemie	-4	8	-7	11	-5	20	1	-12	25	3	10	11
Polymere	10	16	-25	5	-1	7	11	-25	19	4	5	11
Grundstoffchemie	0	11	-11	2	-7	16	1	-9	17	-1	6	2
Verfahrenstechnik	16	18	-7	0	-4	22	-13	2	14	-10	-17	-7
Internationale Ausrichtung*												
Organische Chemie	1	22	3	11	6	20	9	4	24	22	-23	5
Polymere	12	31	-1	16	16	9	16	13	38	17	-22	-7
Grundstoffchemie	19	38	1	21	7	24	19	6	26	23	-39	-16
Verfahrenstechnik	-26	10	2	0	31	43	17	34	44	-11	-7	5

*) Abweichung vom Weltdurchschnitt. Positive Werte zeigen an, dass das betreffende Land auf diesem Technikfeld beim gewählten Merkmal überdurchschnittlich positiv einzuschätzen ist.
Quelle: Berechnungen und Zusammenstellung des NIW auf der Basis von Angaben des Fraunhofer-ISI.

2.2 Position in Produktion und Außenhandel

Produktion, Wertschöpfung, Beschäftigung, Preise

Der Beitrag der deutschen Chemischen Industrie zur gesamtwirtschaftlichen **Wertschöpfung** beträgt gut 1,7 % (Abb. 2.2–1). Dies ist – obwohl das Gewicht tendenziell etwas abnimmt – im internationalen Vergleich viel: Lediglich in Belgien und Korea leistet die Chemieindustrie unter den westlichen Industrieländern einen höheren Wertschöpfungsbeitrag. Im Vergleich der großen Volkswirtschaften

USA, Japan, Großbritannien und Frankreich – wo der Wertschöpfungsbeitrag zwischen 0,9 und 1,2 % liegt – spielt die Chemieindustrie in Deutschland also eine gewichtige Rolle für die gesamtwirtschaftliche Entwicklung.

Wie ist das Verhältnis des langfristig zu erwartenden Wachstumsvorsprungs der Dienstleistungsnachfrage zum „Innovationsmotor Chemie“?

■ Auch wenn der gesamtwirtschaftliche Beitrag der Chemieindustrie präferenzbedingt schrumpft – und dies muss man auch für die Zukunft einkalkulieren –, so hat sie doch eine ganz wichtige Funktion. Mit zunehmender Dienstleistungsnachfrage wird die Struktur der Dienstleistungsnachfrage „wissensin-

Das Wichtigste in Kürze

- Die deutsche Chemieindustrie ist für **1,7 % der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung** verantwortlich. Dies ist im internationalen Vergleich außerordentlich viel, nur Belgien und Südkorea erzielen höhere Anteile. **Deutschland** ist damit auf die **Produktion von Chemiewaren spezialisiert**.
- Aufgrund von sehr hohen Produktivitätszuwächsen (1995-2006: real +70 %) sowie einer kontinuierlichen **Verringerung der Fertigungstiefe** (1995-2004: -15 %, auch durch „Outsourcing“) kam es trotz **hoher Produktions- und Umsatzzuwächse** (1995-2005: +26 %) zu einer deutlichen **Abnahme der Beschäftigtenzahl** (1995-2005: -22 %) in der Chemieindustrie.
- Die Preise für Chemiewaren sind nominell lange Zeit konstant geblieben, Produktivitätsfortschritte wurden weitge-

hend an die Kunden weitergegeben. Dies hat die Chemieindustrie im Wettbewerb mit anderen Materialanbietern gestärkt, das Umsatzwachstum allerdings gebremst.

- Die **Weltchemieproduktion** nahm von 1995-2005 mit durchschnittlich 3,5 % pro Jahr kräftig zu. Motor des Wachstums war **Asien**, auf das alleine 42 % des Produktionszuwachses entfiel. Deutschland konnte das hohe Tempo nicht halten (+2,2 %), die Chemieproduktion expandierte dennoch rascher als in den beiden größten Chemiestandorten USA (+1,5 %) und Japan (+1,7 %).
- Die deutsche Chemieindustrie weist die **höchste Exportorientierung** unter den großen Industrieländern auf (Exportquote 2005: 66 %). Deutschland war 2005 mit einem **Weltexportanteil von 12,7 %** zweitgrößter Exporteur von Chemiewaren (hinter den USA). Importseitig nimmt es mit einem Anteil von 6,9 % den dritten Rang hinter China und den USA ein.

tensiver“, d. h. die Anforderungen an neue Technologien steigen. Die eigentliche Bedeutung von forschungsintensiven Industrien wie der Chemieindustrie für das „Innovationssystem“ und das Wirtschaftswachstum ist dann eher indirekt: In diesen Branchen bündelt sich die wissenschaftlich-technische Problemlösungskompetenz einer Gesellschaft. Technologien und wissensintensive Güter aus der Chemieindustrie und aus anderen technologieintensiven Industrien liefern Lösungsansätze, die im Dienstleistungssektor und in anderen Wirtschaftszweigen angewendet und dort in Wertschöpfung und Arbeitsplätze umgesetzt werden.

- Dienstleistungen rangieren jedoch nicht nur in der Präferenzskala der Endverbraucher weit oben und lösen nachfrageseitig Innovationsimpulse aus. Spezialisierte Dienstleistungsanbieter übernehmen darüber hinaus zunehmend wichtige betriebliche Funktionen, die traditionell in Deutschland in Industrieunternehmen erfüllt worden waren (Forschung, Entwicklung, Marketing, Finanzierung usw.). Der starke internationale Wettbewerb fordert höhere Effizienz. Die notwendige Konzentration auf „Kernkompetenzen“ in den Industriebetrieben bedeutet also nicht nur eine Neustrukturierung der Industrielandschaft selbst, sondern auch Strukturwandel zu Gunsten wissens- und unternehmensorientierter Dienstleistungen.

Der **physische Output** hat in der Chemieindustrie im letzten Jahrzehnt in Deutschland per Saldo ungefähr mit der gleichen Expansionsrate zugenommen wie im Industriedurchschnitt. Lediglich in den Frühphasen des Auf-

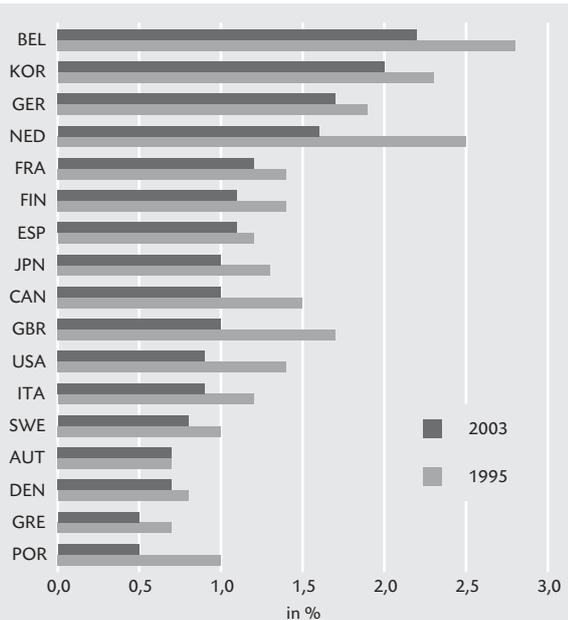
schwungs (Abb. 2.2–2) deutet sich die besondere Rolle der Chemieindustrie an, den Wachstumsprozess der Volkswirtschaften mit neuen Technologien und Verfahren, Materialien und Endprodukten für Investitions-, langlebige Gebrauchs- und Konsumgüter zu begleiten und zu beschleunigen. Besonders expansiv waren die Kautschuk- und Kunststoffherzeugung. Dies liegt vor allem am engen produktionswirtschaftlichen Zusammenhang mit dem Automobilbau, der seit Mitte der 1990er Jahre als die Lokomotive der konjunkturellen Erholung anzusehen ist. Zudem gehören Kunststoffe als „Gewinner“ im Substitutionswettbewerb mit Werkstoffen wie Glas, Holz, Metall, Papier usw. schon immer zu den wachstumsstärksten Chemiesparten. Im neuen Jahrtausend hat der Zusammenhang der Polymerchemie mit dem Automobilbau jedoch nicht mehr ausgereicht, um besonders hohe Expansionsraten erzielen zu können.

In den Konsolidierungsphasen des Aufschwungs sowie in der Stagnationsphase 2001-2003 entwickelte sich die Chemieindustrie jeweils etwas langsamer als die übrigen Industrien. Generell fällt daher die reale Ausweitung der Produktion in der deutschen Chemischen Industrie seit dem Jahr 2000 schwächer aus als in der Verarbeitenden Industrie insgesamt.

Die **Beschäftigungsbilanz** der deutschen Chemischen Industrie ist der hohen Bedeutung für die Wertschöpfung und in den 1990er Jahren im Vergleich zu den wichtigsten Konkurrenten nicht ganz gerecht geworden.

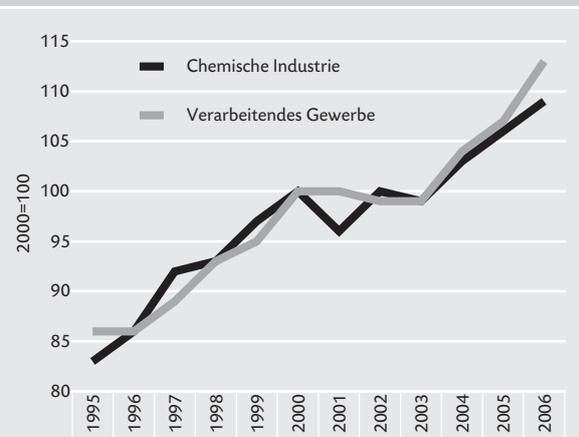
- Im Jahr 2003 haben nur wenige Volkswirtschaften aus den westlichen Industrieländern mehr Personen in der Chemischen Industrie beschäftigt als Mitte der 1990er Jahre. Spanien ist eine nennenswerte Ausnahme. Meist gilt dieser Trend auch für die Arbeitsplätze in der Verarbeitenden Industrie insgesamt; in der Chemieindustrie ist die Gefällstrecke bei den Arbeitsplätzen allerdings etwas steiler (Abb. 2.2–3). In keinem Land außer Korea ist der Beschäftigungsabbau jedoch so

Abb. 2.2–1: Beitrag der Chemischen Industrie zur gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung 1995 und 2003 im internationalen Vergleich



Quelle: OECD (STAN). Beitrag des DIW zum Indikatorenbericht zur TLF Deutschlands 2006. – Berechnungen des NIW.

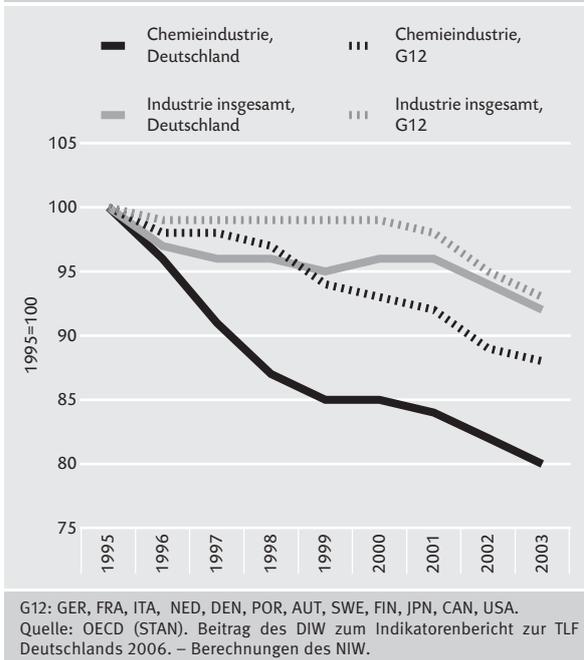
Abb. 2.2–2: Entwicklung der Nettoproduktion in der deutschen Chemieindustrie 1995-2006



Fachliche Unternehmensteile, 2000=100.

Quelle: StaBuA (Internet Datenbank; Zahlen u. Fakten, Statistik des Prod. Gewerbes). – Berechnungen des NIW.

Abb. 2.2–3: Entwicklung der Beschäftigung in der Chemischen Industrie in Deutschland 1995-2003 im internationalen Vergleich



schnell und nachhaltig vorangekommen wie in Deutschland.

- Selbst im Aufschwung der zweiten Hälfte der 1990er Jahre wurden Chemiearbeitsplätze in Deutschland mit nur wenig verminderter Geschwindigkeit abgebaut.

Die Ursachen für die rückläufige Entwicklung der Arbeitsplätze sind unterschiedlich: Zum einen ist sie Ergebnis der starken Produktivitätssteigerungen, die über das Umsatzwachstum hinausgingen. Zum anderen setzte sich die Verringerung der Fertigungstiefe fort, d.h. ein wachsender Anteil der Produktion der Chemieunternehmen wird

zugekauft. Schließlich spielt auch die Auslagerung von Dienstleistungsaktivitäten in eigenständige Unternehmen bzw. an externe Auftragnehmer eine Rolle. So hat etwa die Gründung von Chemieparks-Gesellschaften die Zahl der in der Chemieindustrie beschäftigten Personen statistisch verringert, da Chemieparks-Betreiber dem Dienstleistungssektor zugeordnet werden.

Die **Steigerung der Arbeitsproduktivität** fiel in der Chemieindustrie deutlich höher als in der Industrie insgesamt aus. Von 1995 bis 2006 konnte die reale Produktion je Beschäftigten um 70 % gesteigert werden, gegenüber 54 % im Industriemittel (Abb. 2.2–4). Andererseits zeigt dies, dass bei Chemieprodukten lange Zeit – wenn überhaupt – nur deutlich geringere **Preissteigerungen** durchsetzbar waren, im Schnitt gar eher Preissenkungen hingenommen werden mussten (Abb. 2.2–5), insbesondere im Grundstoffbereich, wo der Weltmarkt den Preis festsetzt und wo die Preiserhöhungsspielräume sehr gering sind: Der scharfe internationale Qualitäts- und Preiswettbewerb führt zu einem hochwertigen und kostengünstigen Angebot an Chemieerzeugnissen – trotz z. T. beträchtlicher Preissteigerungen bei Energieträgern und Petrochemikalien sowie stark steigender Nachfrage aus aufstrebenden Schwellenländern. Diese Entwicklung kann man u. a. als eine Weitergabe der Produktivitätsfortschritte in der Chemieindustrie (als Ergebnis von Prozessinnovationen) an die Kunden interpretieren. Sie stellt einen hervorragenden Aspekt der Innovationsmotor-Funktion der Chemie dar. Sinkende oder stabile Preise für Chemikalien sind ein wesentlicher Grund für die starke Position der Chemieindustrie im Substitutionswettbewerb.

Seit 2004 steigen die **Erzeugerpreise** der Chemiewaren jedoch überdurchschnittlich stark, was wesentlich durch die stark gestiegenen Rohölpreise bedingt ist. Allerdings sind die Preissteigerungen deutlich niedriger ausgefallen als bspw. bei Eisen- und Nichteisenmetallen, die ja in

einem engen Substitutionswettbewerb mit Chemiewaren stehen. Bei Konkurrenzprodukten wie Holz und Glas/Keramik blieben die Preise zwar stabil, dennoch ist derzeit nicht davon auszugehen, dass Chemieerzeugnisse im Preiswettbewerb mit anderen Vormaterialien zurückgefallen sind. Der säkulare Trend zu einem verstärkten Einsatz von Chemieprodukten als Materialbasis in vielen weiterverarbeitenden Industrien dürfte nicht gefährdet sein.

Mittelfristig ist die „Erfolgsbilanz“ der Chemischen Industrie im Industrievergleich also recht gemischt: Die hohen Produktivitätsfortschritte in der Chemieindustrie begrenzen bei mäßiger Produktionsausweitung natürlich die Beschäftigungsmöglichkeiten in der

Abb. 2.2–4: Produktivität, Wertschöpfungsquote und Impliziter Deflator in der deutschen Chemieindustrie 1995-2006 im Vergleich

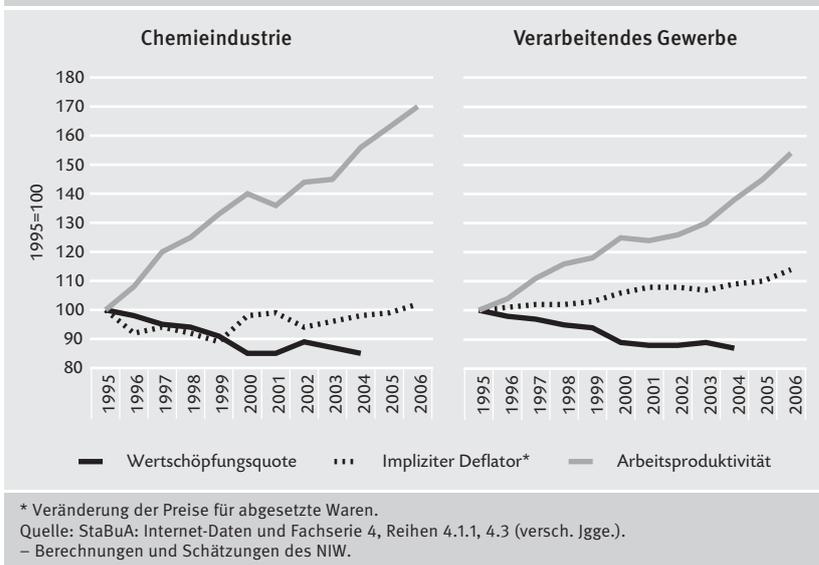
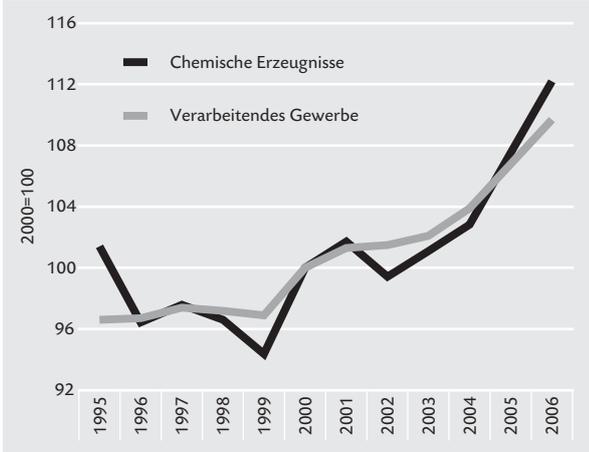


Abb. 2.2-5: Index der Erzeugerpreise von Chemiewaren in Deutschland 1995-2006 im Vergleich



Erzeugerpreise auf Basis des Inlandsabsatzes.
Quelle: StaBuA: Statistisches Jahrbuch (versch. Jgge).
– Berechnungen des NIW.

Chemischen Industrie. Auch die Wertschöpfungsentwicklung fällt seit Jahren selbst im Aufschwung weniger gut aus als im Durchschnitt der Verarbeitenden Industrie. Insbesondere in der Aufschwungphase bis zum Jahr 2000 ist die **Fertigungstiefe** in der Chemieindustrie stärker als in anderen Industriezweigen **abgesenkt** worden (vgl. Abb. 2.2-4) – sei es durch stärkere Einbindung von Zulieferern in den Produktionsprozess, durch Outsourcing von dienstleistungsnahen Aktivitäten oder durch Bezug von Vorleistungen aus dem Ausland. In diesem Zusammenhang sind in Deutschland auch die **Chemieparks** zu erwähnen, die als Auslagerungen aus den Industrieunternehmen wichtige Dienstleistungsfunktionen übernehmen, auch im Innovationsprozess. Die dort beschäftigten Personen schmälern statistisch sowohl die Beschäftigungs- als auch die Wertschöpfungsbilanz der Chemieindustrie, da sie nicht zu diesem Wirtschaftszweig gerechnet werden. Gesamt-

wirtschaftlich sind dadurch jedoch keine Arbeitsplätze verloren gegangen.

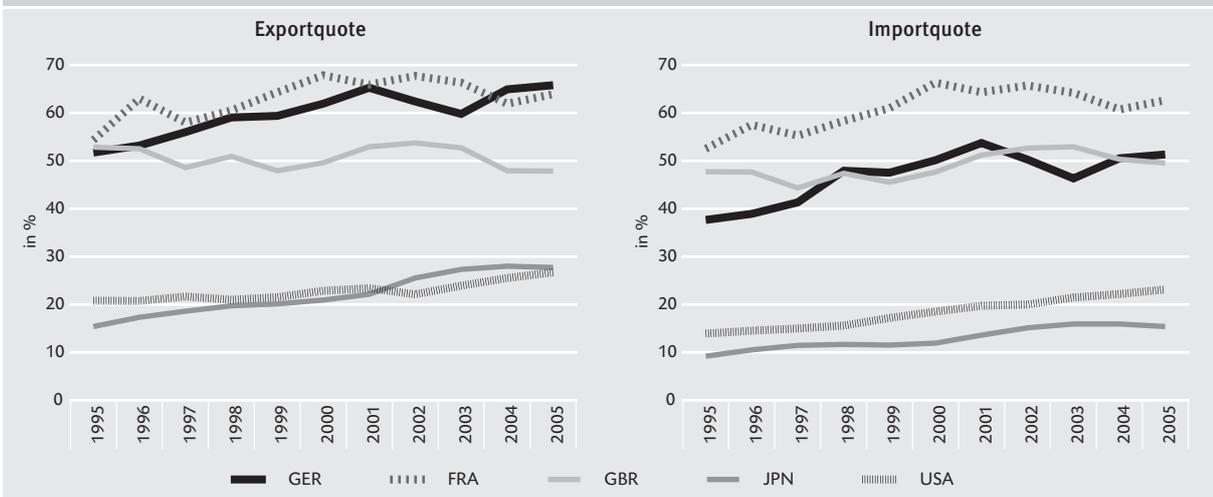
Im Ergebnis hat der Wertschöpfungsanteil an der Produktion in der Chemischen Industrie deutlich nachgegeben. In der eher stagnativen Phase 2000 bis 2002 war dies weniger stark zu beobachten, mit beginnender Erholung und dem Aufschwung nach 2003 machen sich die Erfordernisse der verstärkten (internationalen) Arbeitsteilung jedoch wieder deutlicher bemerkbar und drücken auf die Wertschöpfung in der deutschen Chemieindustrie: Die Produktionsausweitung in der Chemieindustrie nimmt wie ein Zugpferd sowohl andere Industrie- und Dienstleistungszweige im Inland als auch Lieferanten aus dem Ausland mit.

Expansion der internationalen Märkte

Der Markt der Chemischen Industrie ist der Weltmarkt. Rund zwei Drittel des in Deutschland erzielten Chemieumsatzes wird direkt im Ausland erzielt (Abb. 2.2-6). Die Einbindung in den internationalen Wettbewerb hat sich auch aus deutscher Sicht intensiviert. Die deutsche Chemieindustrie profitiert nicht nur von Innovationsimpulsen aus der Wissenschaft und aus dem deutschen Absatzmarkt, sondern sie holt sich die Anregungen zu einem relevanten Teil aus dem Auslandsmarkt. Die Globalisierung der Produktion ist eine entscheidende Triebfeder im Innovationswettbewerb.

Sie ist auch auf dem Inlandsmarkt stärker spürbar geworden: Gut 51 % des Inlandsbedarfs an Chemieprodukten wird mittlerweile aus ausländischer Produktion gedeckt. Dahinter steht in erster Linie eine intensivere Arbeitsteilung innerhalb der europäischen Chemieindustrie, die auch die Chemieaußenhandelsquoten von Frankreich und Großbritannien hoch halten. Dahinter steht nicht zuletzt ein bedeutender konzerninterner Handel im Rahmen von grenzüberschreitenden Produktionsverbänden. Gemessen an der Einbindung der deutschen Chemieindustrie in den internationalen Handel sind die Industrien in den größten

Abb. 2.2-6: Export- und Importquoten bei Chemiewaren im internationalen Vergleich 1995-2005



1) Anteil der Exporte an der Produktion in %. - 2) Anteil der Importe an der Inlandsnachfrage in %.
Quelle: VCI, Auswertungen von Global Insight. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Volkswirtschaften USA und Japan hingegen beinahe als „autark“ anzusehen.

Das weltweite Marktwachstum ist deutlich größer als im Inland, insbesondere im **asiatisch-pazifischen Raum**: Diese Ländergruppe hat im letzten Jahrzehnt drei Siebtel sowohl der weltweiten Chemieproduktions- als auch der Chemienachfrageausweitung (in jeweiligen Preisen und Wechselkursen gerechnet) an sich gezogen und damit ihre Bedeutung als **Produktionsstandort** auf über 35 % und als **Abatzmarkt** auf über 37 % gesteigert (Tab. 2.2–1). Europa (EU-25) verliert insbesondere als Chemieabsatzmarkt an Gewicht: Mit einem Beitrag zur globalen Chemienachfrageausweitung von 22 % ist Europas Anteil am Chemieabsatz auf knapp 28 % gesunken. Dies hat sich noch nicht vollständig auf die Produktionsstandorte ausgewirkt; denn die EU-25 hat immerhin noch 27 % zur Steigerung des globalen Chemieproduktionswertes beigetragen.

Mit der regionalen Verschiebung der weltweiten Chemienachfrage geraten auch die Produktions- und Innovationsstandorte in Bewegung, die internationale Arbeitsteilung zwischen den Volkswirtschaften hat sich stark ausgedehnt. Diese Prozesse erfassen alle Produktionsstufen. Insbesondere auf der Vorproduktebene haben sich eine Reihe von aufstrebenden Volkswirtschaften aus Mittel- und Osteuropa, vor allem jedoch aus Asien in den Vordergrund geschoben. China ist in dieser Hinsicht besonders herauszuheben: Vom weltweiten Nachfragewachstum bei Chemiewaren zwischen 1995 und 2005 entfielen 24 % auf dieses Land (siehe ausführlicher Abschnitt 3.2).

Trotz einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate der realen Produktion von 2,2 % zwischen 1995 und 2005 konnte Deutschland dem hohen Wachstumstempo der Welt-Chemie (3,5 %) nicht folgen. Gleichwohl expandierte die heimische Chemieindustrie stärker als die Japans (1,7 %) oder der USA (1,5 %). Insbesondere der NAFTA-Raum konnte bei der Chemieproduktionsdynamik nach 2000 kaum mithalten, während er bis zum Jahr 2000 noch zu den expansivsten Weltregionen gehörte. Waren 1995 die EU-25, die NAFTA und Asien (real gerechnet) gleich starke Che-

mieproduktionsstandorte, auf die jeweils rund 29 % der Weltproduktion entfielen, stellt Asien 2005 38 % der Weltproduktion, die EU-25 27 % und die NAFTA 23 %.

Deutschlands Wettbewerbsposition

Die deutsche Chemieindustrie konnte vom starken Nachfragewachstum in Asien zweifellos profitieren – die Produktion stieg deutlich stärker als die Inlandsnachfrage. Trotz der gewaltigen Expansionsmöglichkeiten in den wachsenden Märkten hat Deutschland bei Chemiewaren jedoch sukzessive an Welthandelsanteilen verloren. Sein Anteil an den Gesamtexporten ging von 15,2 % (1995) auf 12,7 % (2005) zurück (Tab. 2.2–2). Größter Gewinner auf den Weltchemiemärkten waren trotz der verstärkten Inlandsmarktorientierung die chinesischen Produzenten. Ihr Anteil am Gesamtexport erhöhte sich von 4,3 % auf 5,5 %. Einen ähnlich hohen Bedeutungsgewinn auf den Exportmärkten (von 2,3 auf 3,5 %) konnte Korea verbuchen. Auch Indiens Exportdynamik (mittlerweile 1,1 %, nach 0,4 % in 1995) ist beachtlich.

Deutschland verbucht unter den großen Chemieländern zwar absolut gesehen den stärksten Anteilsverlust, auf der anderen Seite hat Deutschland auch als Chemieimporteur kontinuierlich an Gewicht verloren. Per Saldo hat die deutsche Chemieindustrie – strukturell klarer Nettoexporteur – seit Jahren zumindest seit Beginn des neuen Jahrtausends ihren Beitrag zum Außenhandelsüberschuss gehalten. Insofern ist aus den Außenhandelszahlen – trotz der nachlassenden Bedeutung Deutschlands für den Chemiewelthandel – kein Verlust an Wettbewerbsfähigkeit abzulesen. Dies wird an dem beinahe konstant gebliebenen Indikator RCA deutlich: Er vergleicht die Anteile einer Branche in einem Land an den Exporten von Industriewaren mit den Anteilen dieser Gütergruppe an den Industriewarenimporten; positive Werte zeigen an, dass auf diesem Feld im internationalen Warenverkehr ein Spezialisierungsvorteil vorliegt. Dies ist in Deutschland eindeutig der Fall; lediglich die USA übertreffen den Spezialisierungsvorteil Deutschlands bei Chemiewaren deutlich. Dies liegt an der relativ starken Exportstellung der US-ameri-

Tab. 2.2–1: Produktion und Inlandsnachfrage bei Chemiewaren nach ausgewählten Regionen 1995-2005

Region	Produktionswert			Inlandsnachfrage		
	Anteil in %		Beitrag zum Wachstum in %	Anteil in %		Beitrag zum Wachstum in %
	1995	2005		1995	2005	
EU15	31,4	28,7	24,2	29,5	25,5	18,6
EU10	1,3	1,6	2,3	1,5	2,2	3,3
Afrika	1,1	1,1	1,0	1,2	1,2	1,0
Mittelost	1,2	1,9	3,1	1,4	1,9	2,7
Asien-Pazifik	31,3	35,4	42,3	34,0	37,1	42,4
Lateinamerika	4,4	4,1	3,6	5,3	4,9	4,2
NAFTA	26,4	24,3	20,7	24,7	24,1	23,1

Quelle: Zusammenstellung des VCI nach Auswertungen von Global Insight. – Berechnungen des NIW.

Tab. 2.2–2: Weltexport- und Weltimportanteil und RCA-Wert im Außenhandel mit Chemiewaren nach ausgewählten Regionen und Ländern 1995, 2000 und 2005

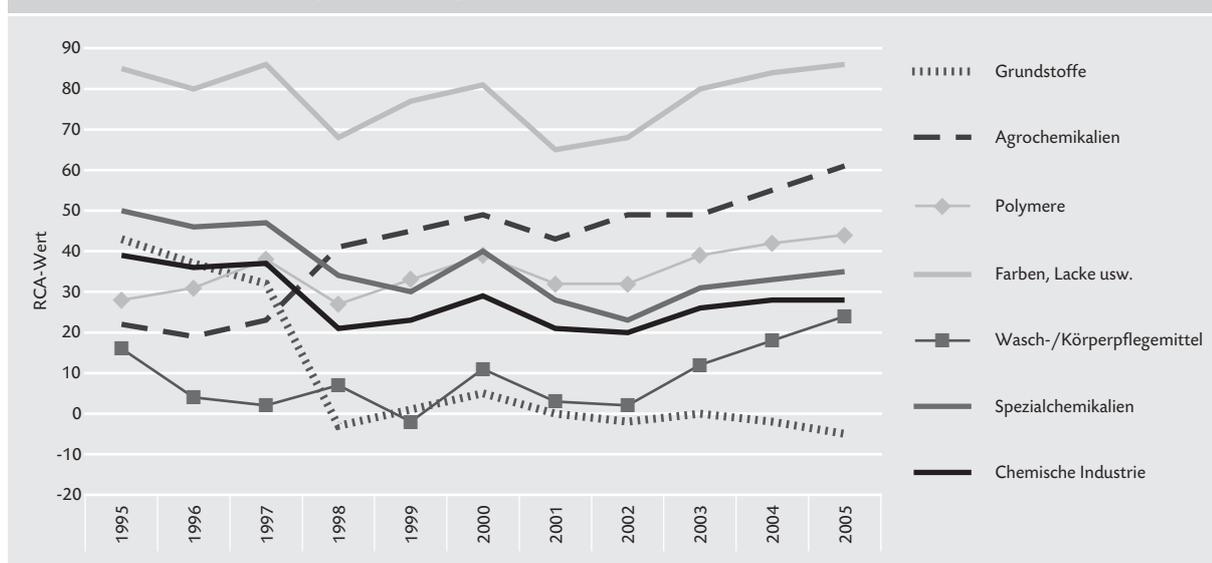
	Weltexportanteil (in %)			Weltimportanteil (in %)			RCA		
	1995	2000	2005	1995	2000	2005	1995	2000	2005
EU-15	50,0	46,8	46,4	44,2	40,4	38,2	3	9	11
EU-10*	1,4	1,3	1,9	2,0	2,3	3,2	-20	-48	-45
Nicht-EU	5,5	4,2	4,4	4,5	4,6	5,5	27	-6	-17
Afrika	0,9	0,8	0,8	1,2	1,0	1,0	16	-2	15
Mittelost	1,2	1,6	1,8	1,8	1,7	1,7	49	56	47
Asien-Pazifik	20,7	23,4	24,6	28,3	27,3	28,7	-48	-44	-42
Lateinamerika	1,8	1,9	2,0	4,4	4,4	3,9	-58	-58	-60
NAFTA	18,5	20,0	17,9	13,3	18,1	17,3	46	32	34
GER	15,2	12,5	12,7	8,5	7,6	6,9	39	29	28
FRA	7,5	7,1	6,1	6,9	6,5	5,7	1	8	11
GBR	6,7	5,6	4,4	5,4	5,1	4,6	28	27	12
BEL	5,8	6,2	6,8	4,4	4,5	4,7	15	15	22
NED	5,7	4,3	4,3	4,6	3,6	3,2	19	18	24
JPN	7,6	7,8	7,4	4,2	4,0	3,5	-4	4	16
CHN/HKG	4,3	4,5	5,5	9,0	9,9	12,2	-74	-89	-101
TPE	2,5	2,6	2,6	2,7	3,1	2,5	-41	-50	-29
KOR	2,3	3,2	3,5	2,9	2,5	2,6	-40	-18	-13
IND	0,4	0,8	1,1	1,3	0,9	1,2	-112	-50	-31
USA	14,7	15,8	14,1	9,0	12,0	11,5	69	60	60

* 2004 beigetretene Mitgliedstaaten.

Weltexportanteil: Anteil der Ausfuhren eines Landes an den Weltausfuhren insgesamt. Weltimportanteil: Anteil der Einfuhren eines Landes an den Einfuhren der Welt insgesamt. RCA (Revealed Comparative Advantage): Positives Vorzeichen bedeutet, dass die Export/Import-Relation bei dieser Produktgruppe höher ist als bei Verarbeiteten Industriewaren insgesamt.

Quelle: Zusammenstellung des VCI nach Auswertungen von Global Insight. - Berechnungen des NIW.

Abb. 2.2–7: Außenhandelsspezialisierung Deutschlands bei Chemiewaren 1995-2005



RCA (Revealed Comparative Advantage): Positives Vorzeichen bedeutet, dass die Export-Import-Relation bei dieser Produktgruppe höher ist als bei Verarbeiteten Industriewaren insgesamt.

Quelle: Zusammenstellung des VCI nach Auswertungen von Global Insight. – Berechnungen des NIW.

kanischen Chemieindustrie, während die Importkonkurrenz durch asiatische und europäische Hersteller merklich geringer als in anderen Industriezweigen ist. Generell zeigt sich, dass Chemieproduktion eine Spezialität von hoch entwickelten Volkswirtschaften ist – was angesichts der hohen Anforderungen an das Innovationspotenzial auch erwartet werden muss. Die langfristig für Deutschland zu beobachtende zunehmende Abflachung des Spezialisierungsprofils ist ein Ergebnis der verstärkten innereuropäischen Arbeitsteilung innerhalb der Chemieindustrie. Die zunehmende Verflechtung führt neben der ständigen Ausweitung der Absatzmöglichkeiten auch zu einem erweiterten Angebot an hochwertigen Chemiegütern auf dem Inlandsmarkt.

Deutschland ist in einer großen Breite der Palette chemischer Produkte spezialisiert (Abb. 2.2–7). Klar an der Spitze stehen Farben/Lacke, Agrochemikalien, Polymere und Spezialchemikalien, vor Wasch-/Körperpflegemitteln. Für diese Gruppen zeigt sich auch geschlossen eine gleichgerichtete Verbesserung der relativen Wettbewerbsposition in den vergangenen drei bis vier Jahren. Dies weist auf die Vorteile eines intensiven innovativen Verbundes innerhalb der Chemischen Industrie hin. Davon abgekoppelt sind offensichtlich jedoch schon seit Jahren die chemischen Grundstoffe. Für diese kann nicht mehr gesagt werden, dass Deutschland auf diesem Feld Spezialisierungsvorteile hat.

3 Globalisierung von Innovationsprozessen

Die Chemieindustrie war bei der Globalisierung von Produktion, Forschung und Innovation stets Vorreiter. Dieser Prozess dürfte sich nach einer gewissen Atempause Anfang des neuen Jahrtausends auch wieder beschleunigen: Der Zuwachs beim Export innovativer Produkte sowie bei der Herstellung von Produktneuheiten im Ausland, bei der grenzüberschreitenden Übertragung von neuen Technologien sowie bei der Errichtung und Übernahme von FuE-Kapazitäten im Ausland wird sich jedoch sukzessive in andere Regionen verlagern: Europa und Nordamerika werden aus der Sicht der deutschen Chemieindustrie zu Gunsten von Asien an Bedeutung verlieren. Innovationsaktivitäten dienen in aufstrebenden Ländern wie China und Indien vor allem der Erschließung der großen Marktpotenziale. Investitionen, Joint Ventures, Anpassungsinnovationen und Kooperationen mit wissenschaftlichen Einrichtungen gehen in diesen Regionen meist Hand in Hand mit der Produktion, Innovationsaktivitäten folgen den relevanten Märkten.

Die weltwirtschaftliche Dynamik kommt vor allem aus dem starken Wachstum in China und Indien: Über die Hälfte des Zuwachses der Weltchemieproduktion seit 2000 ist dort entstanden, gleichzeitig ist China bei Chemieprodukten zum weltweit

größten Absatzmarkt für Exporte avanciert. Nicht zuletzt hat Deutschland davon profitiert. China ist zahlenmäßig der größte Standort für ausländische Direktinvestitionsprojekte, vornehmlich mit dem Ziel der Produktion. Die FuE-Anstrengungen in der chinesischen Chemieindustrie sind zwar allein aufgrund ihres Volumens gewichtig; sie sind allerdings wenig intensiv und liegen auch im Vergleich mit anderen Wirtschaftszweigen deutlich zurück. In der Gunst ausländischer Unternehmen werden in China vor allem FuE in Elektronik und im Automobilbau bevorzugt, die Chemie genießt eine vergleichsweise geringe Präferenz. Interessanter Weise sind die Investitionsmotive von Ausländern in der indischen Chemieindustrie hingegen recht stark auf hochwertige Dienstleistungen wie bspw. FuE gerichtet; dies hängt mit der als leistungsfähig eingestuften indischen Wissenschaftslandschaft zusammen. In die weltweiten Innovationsaktivitäten sind die asiatischen FuE-Standorte – anders als die der westlichen Länder – bislang hingegen noch kaum eingebunden. Anpassungen an die regionalen Marktbesonderheiten stehen bei FuE-Aktivitäten von ausländischen Unternehmen in aufholenden Schwellenländern derzeit noch im Vordergrund.

Die vergangenen Jahrzehnte waren in der Chemieindustrie durch eine fortschreitende Internationalisierung von Produktion und Absatz gekennzeichnet. Internationalisierungsprozesse selbst sind für die Chemie nichts Neues, sie war sogar Vorreiter bei der Internationalisierung von FuE-Standorten. Die neue Qualität der jüngeren Entwicklung liegt in der Einbeziehung neuer Standorte und Regionen in den Welthandel und die Auslandsinvestitionen der Unternehmen, die bislang für die Chemieindustrie Europas von eher geringem Interesse waren. Asien – und hier wiederum China und Indien – geriet dabei besonders ins Rampenlicht. Für die Chemieindustrie sind diese neuen Standorte aus zwei Gründen von besonderem Interesse: Erstens basiert das starke wirtschaftliche Wachstum in den aufstrebenden asiatischen Ländern in besonderem Maß auf „chemieaffinen“ Branchen wie der Bauwirtschaft, einfachen Konsumgütern und Exportprodukten für den Weltmarkt (wie Textilien, Elektronikwaren, Haushalts- und Spielwarenartikel). Dies führt zu einer überproportional hohen Nachfrage nach Chemiewaren und eröffnet den Chemieunternehmen exzellente Absatzaussichten. Gleichzeitig sind gerade China und Indien

Länder mit einer Tradition in der wissenschaftlichen Chemieforschung, die sich auch international sehen lassen kann. Damit liefern die neuen Standorte zwei Voraussetzungen, die Innovationsprozesse in der Chemie typischerweise antreiben: Eine dynamische Nachfrage mit spezifischen Kundenanforderungen an neue Produkte und eine solide Wissenschaftsbasis. Dies lässt erwarten, dass China und Indien nicht nur als Absatz- und Produktions-, sondern auch als Innovationsstandorte erheblich an Bedeutung gewinnen werden.

3.1 Internationalisierung von FuE und Innovation

Globalisierung von FuE

Die Chemische Industrie in Deutschland galt für eine lange Zeit als „Vorreiter“ in Sachen Globalisierung von FuE. Zum einen bauten viele deutsche Unternehmen **FuE-Kapazitäten** im Ausland auf (meist im Zusammenhang mit dem Aufbau

Das Wichtigste in Kürze

■ FuE in der deutschen Chemieindustrie ist in einem hohen Maß internationalisiert: Ein **Drittel der gesamten FuE-Aufwendungen** deutscher Chemieunternehmen erfolgt an **Auslandsstandorten**. 15 % aller Chemieunternehmen Deutschlands forschen auch im Ausland, unter den wichtigen forschungsintensiven Industrien ist dies der höchste Anteil.

- Die Globalisierung befördert den **Export von Produktinnovationen** aus Deutschland: Fast die Hälfte aller Chemieunternehmen setzt neue Produkte im Ausland ab, und über die Hälfte plant, den Export von Neuheiten zu intensivieren.
- Die wichtigste **Auslandsregion für FuE** der deutschen Chemieindustrie ist derzeit **Westeuropa**, dahinter folgend mit gleichen Anteilen Osteuropa, Asien und Nordamerika. Eine **Ausweitung von Auslands-FuE ist vorrangig in Asien** geplant.

von Produktionsstätten) – oder was viel häufiger zu beobachten ist – sie übernehmen forschende Unternehmen im Ausland. Der Anteil der im Ausland durchgeführten FuE an den globalen FuE-Ausgaben deutscher Chemieunternehmen beläuft sich seit geraumer Zeit auf rund ein Drittel. Deutschland selbst ist seit langem ein bedeutender Standort für FuE von ausländischen multinationalen Unternehmen. 2003 wurden 14 % der FuE-Aufwendungen der deutschen Chemieindustrie von Unternehmen in ausländischem Mehrheitsbesitz durchgeführt (Abb. 3.1–1). Dieser Anteil hat in kurzer Frist zugenommen (1997: erst 6 %). Insgesamt werden in Deutschland über drei Viertel aller FuE-Kapazitäten in der Chemischen Industrie von international tätigen Unternehmen gehalten. Allerdings hat das Globalisierungstempo nicht nur bei FuE in der ersten Hälfte dieses Jahrzehnts etwas nachgelassen.

Die Globalisierung von FuE zeigt sich auch bei der Vergabe von FuE-Aufträgen. Die Chemieindustrie hat im Jahr 2003, in dem Jahr, für das letztmalig Daten verfügbar sind, jeden achten Forschungseuro für Aufträge im Ausland verwendet (siehe Tab. 1.1–1), das sind knapp 500 Mio. €. Zu einem sehr großen Anteil betrifft dies FuE-Leistungen aus verbundenen Unternehmen, nur zu einem geringen Teil handelt es sich dabei um Aufträge an Wissenschaftseinrichtungen oder unabhängige Forschungsunternehmen.

Innovationsaktivitäten im Ausland

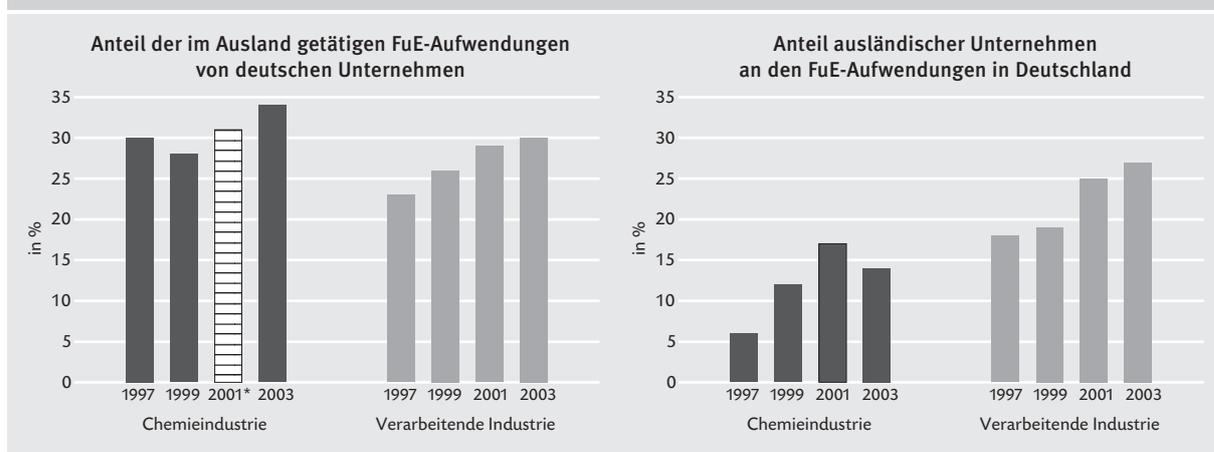
Betrachtet man nicht nur den finanziellen Umfang der FuE-Tätigkeit im Ausland, sondern den **Anteil der Unternehmen**, die Innovationsaktivitäten im Ausland durchführen, so zeigt sich auch hier ein hoher Internationalisierungsgrad der deutschen Chemieindustrie. Von allen im Jahr 2005 innovativ tätigen Chemieunternehmen Deutschlands (das sind rund 85 % aller Chemieunternehmen ab 5 Beschäftigte), produzierten 32 % im Ausland, 75 % waren im Export tätig, und 15 % hielten Beteiligungen an ausländischen Unternehmen. Von den innovativen Chemieunter-

nehmen, die im Ausland produzieren, betrieben 57 % dort auch FuE. Jedes zweite auslandsaktive innovative Chemieunternehmen stellt im Ausland Produktinnovationen her, und ein Viertel führte neue Verfahren an den Auslandsstandorten ein.

Gemessen an der Gesamtzahl der Unternehmen bedeutet dies, dass **15 % aller Chemieunternehmen Deutschlands 2005 im Ausland forschten**, und damit mehr als in jeder anderen Branche (Tab. 3.1–1). Dies spiegelt natürlich auch die generell hohe Forschungsorientierung der Unternehmen in der Chemie wider. Bezogen auf alle forschenden Chemieunternehmen in Deutschland bedeutet dies, dass ein Viertel auch im Ausland mit FuE aktiv ist. Der Anteil der Unternehmen, die neue Produkte im Ausland herstellen, liegt mit 14 % auf ähnlichem Niveau wie in Bezug auf FuE. Im Vergleich zu anderen forschungsintensiven Branchen ist dies durchschnittlich. Prozessinnovationen an Auslandsstandorten sind seltener (6 % aller Unternehmen). Die stärkste Auslandsorientierung besteht im Bereich des Exports von neuen Produkten: Fast jedes zweite Chemieunternehmen ist hierin aktuell tätig.

Die Planungen der Chemieunternehmen für 2006 und 2007 zeigen, dass weiterhin der Export von Produktinnovationen aus Deutschland die dominierende Form der Internationalisierung im Innovationsbereich bleibt. Eine hohe Dynamik ist auch bei der Herstellung neuer Produkte im Ausland zu erwarten. 16 % aller Unternehmen (das entspricht mehr als jedem zweiten Produktinnovator) wollen 2006/07 die Produktion von innovativen Chemiewaren im Ausland ausweiten bzw. neu aufnehmen. Dies kann als ein Indiz gewertet werden, mit Neuheiten näher an den Kunden zu kommen, auch um sie an die länderspezifischen Anforderungen schneller und besser anpassen zu können. Eine solche Strategie lässt sich auch für die meisten anderen forschungsintensiven Industriebranchen erkennen. Die Chancen der Globalisierung zur Absatzsteigerung, gerade auch mit neuen Produkten, werden somit intensiv genutzt. 9 % aller deutschen Chemieunternehmen planen verstärk-

Abb. 3.1–1: Internationalisierung von FuE in der Chemieindustrie Deutschlands 1997-2003



*) große Ungewissheit.

Quelle: Belitz, H.: „Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen 2005“, Studien zum Deutschen Innovationssystem Nr. 6-2006, Berlin: BMBF, 2006. SV-Wissenschaftsstatistik. – Zusammenstellung, Schätzungen und Berechnungen des NIW.

Tab. 3.1–1: Verbreitung von Innovationsaktivitäten im Ausland 2005-2007

	Innovationsaktivitäten im Ausland 2005					Geplante Ausweitung von Innovationsaktivitäten im Ausland 2006/07				
	interne FuE	Konstruktion, Design, Konzeption	Herstellung v. Produktinnovationen	Investitionen in Prozessinnovationen	Export von Produktinnovationen	interne FuE	Konstruktion, Design, Konzeption	Herstellung v. Produktinnovationen	Investitionen in Prozessinnovationen	Export von Produktinnovationen
Chemieindustrie	15	7	14	6	47	9	2	16	5	54
Pharmaindustrie	15	4	19	11	42	16	3	21	18	39
Maschinenbau	7	12	12	8	40	10	13	12	12	39
Elektroindustrie	12	21	21	10	44	10	10	18	11	37
Instrumententechnik	10	9	18	6	42	6	12	19	7	45
Fahrzeugbau	7	10	10	8	22	3	8	13	7	26
Industrie gesamt	4	7	9	5	24	5	6	10	6	25
EDV/Telekommunikation	5	9	6	1	27	6	16	9	12	36
technische Dienste	11	17	7	3	14	23	23	4	3	24

Angaben in % aller Unternehmen mit 5 oder mehr Beschäftigten.
Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel (Erhebung 2006). – Berechnungen des ZEW.

te Auslands-FuE-Aktivitäten in den Jahren 2006 und 2007. Dies entspricht dem Ausmaß, das auch für den Maschinenbau und die Elektroindustrie zu beobachten ist. Verstärkte Investitionen für neue Verfahren an Auslandsstandorte werden demgegenüber nur von 5 % der Chemieunternehmen in Aussicht genommen.

Regionale Schwerpunkte von Auslands-Innovationsaktivitäten

Der **regionale Schwerpunkt** der FuE-Auslandsaktivitäten deutscher Chemieunternehmen lag im Jahr 2005 eindeutig in **Europa**: Über die Hälfte der im Ausland FuE-aktiven Chemieunternehmen hatten FuE-Standorte in Westeuropa, ein knappes Viertel in Osteuropa inkl. der Nachfolgestaaten der Sowjetunion (wobei Mehrfachzuordnungen möglich sind). Auf Nordamerika (USA, Kanada) entfällt ein Fünftel. **Asien** war 2005 nach Westeuropa die **zweitwichtigste FuE-Region**, über ein Viertel der im Ausland forschenden Chemieunternehmen – bzw. 4 % aller Chemieunternehmen – waren dort aktiv. Auf die restlichen Regionen (Lateinamerika, Ozeanien, Afrika sowie nicht regional zurechenbare Auslandsaktivitäten) entfiel ein Sechstel (Tab. 3.1–2). Im Vergleich zu anderen forschungsintensiven Branchen ist die Bedeutung von Osteuropa und Nordamerika sowie der restlichen Regionen besonders hoch. Die Planungen für 2006 und 2007 lassen einen Bedeutungsgewinn von Asien als FuE-Standort der deutschen Chemieindustrie erwarten. 4 % der Chemieunternehmen aus Deutschland möchten in diesen beiden Jahren ihre FuE-Tätigkeit dort ausweiten. 3 % planen, im westeuropäischen Ausland verstärkt zu forschen. Nordamerika und Osteuropa sind aktuell keine prioritären Standorte für den Aufbau zusätzlicher FuE-Kapazitäten.

Die Herstellung von neuen Produkten an Auslandsstandorten konzentriert sich in der Chemieindustrie ebenfalls auf Westeuropa, zweitwichtigste Region ist Nordamerika, knapp gefolgt von Asien. Von den 16 % der deutschen Chemieunternehmen, die 2006 und 2007 die Herstellung von Produktinnovationen im Ausland ausweiten möchten, plant jedes zweite den Schwerpunkt dieser Auslandsaktivitäten in Asien, jeweils ein Viertel bis ein Fünftel entfällt auf Nordamerika, Westeuropa und restliche Regionen. Die Ausweitung von FuE und die Herstellung von Produktinnovationen in Asien scheint somit Hand in Hand zu gehen. Dies ist ein Zeichen dafür, dass es bei diesen Internationalisierungsprozessen auch um die Erschließung des großen Marktpotenzials geht.

Aber auch als Standort moderner, effizienter Produktion gewinnt Asien stark an Bedeutung. Im Jahr 2005 haben 3 % aller deutschen Chemieunternehmen neue Verfahren an asiatischen Standorten eingeführt. Für 2006/07 planen 4 % der deutschen Chemieunternehmen eine Ausweitung von Prozessinnovationsaktivitäten. Damit ist Asien die mit Abstand beliebteste Auslandsregion für zusätzliche Prozessinnovationen. Dabei dürfte es sich in erster Linie um die Modernisierung von Produktionsstätten und den Transfer von neuen Technologien an neu zu errichtende Produktionsstandorte handeln.

Die Exportaktivitäten von neuen Produkten konzentrieren sich aktuell auf Westeuropa. Immerhin 13 % aller Unternehmen – und damit mehr als in jeder anderen Branche – waren 2005 am asiatischen Markt mit Produktneuheiten präsent. Für 2006 und 2007 soll der Absatz von Neuheiten in erster Linie in Westeuropa ausgeweitet werden (32 % aller Unternehmen), gefolgt von Asien (18 %). In keiner anderen Branche planen so viele Unternehmen, den Verkauf von neuen Produkten in Asien zu intensivieren.

Tab. 3.1–2: Innovationsaktivitäten von Unternehmen aus Deutschland im Ausland 2005-2007 nach Regionen

	FuE-Aktivitäten im Ausland 2005					geplante Ausweitung der FuE-Aktivitäten im Ausland 2006/07				
	West-europa	Ost-europa	Nord-amerika	Asien	Rest*	West-europa	Ost-europa	Nord-amerika	Asien	Rest*
Chemieindustrie	8	4	3	4	3	3	0	0	4	2
Pharmaindustrie	14	0	3	1	0	4	2	1	8	0
Maschinenbau	3	3	1	1	1	2	4	2	4	1
Elektroindustrie	6	2	1	4	0	3	4	1	4	0
Instrumententechnik	3	1	3	4	0	0	1	2	2	0
Fahrzeugbau	3	0	3	4	0	1	0	1	2	0
Industrie gesamt	2	1	1	1	0	1	2	1	2	0
EDV/Telekommunikation	2	0	3	0	0	1	0	4	1	0
technische Dienste	8	0	2	1	0	13	1	7	3	0
	Herstellung von neu eingeführten Produkten/Dienstleistungen im Ausland 2005					geplante Ausweitung der Herstellung von neu eingeführten Produkten/Dienstleistungen im Ausland 2006/07				
	West-europa	Ost-europa	Nord-amerika	Asien	Rest*	West-europa	Ost-europa	Nord-amerika	Asien	Rest*
Chemieindustrie	8	0	4	4	2	3	0	3	8	4
Pharmaindustrie	10	10	3	1	1	6	2	0	11	2
Maschinenbau	4	3	2	4	1	1	6	1	6	1
Elektroindustrie	7	8	1	7	1	4	8	0	6	0
Instrumententechnik	6	7	2	8	0	2	7	1	10	1
Fahrzeugbau	5	5	3	3	2	5	5	2	4	0
Industrie gesamt	4	4	1	2	1	2	4	0	3	1
EDV/Telekommunikation	3	0	3	0	0	2	1	5	1	0
technische Dienste	6	0	0	1	0	0	2	0	1	0
	Investitionen für neu eingeführte Prozesse/Verfahren im Ausland 2005					geplante Ausweitung von Investitionen für neu eingeführte Prozesse/Verfahren im Ausland 2006/07				
	West-europa	Ost-europa	Nord-amerika	Asien	Rest*	West-europa	Ost-europa	Nord-amerika	Asien	Rest*
Chemieindustrie	3	1	1	3	2	1	0	1	4	0
Pharmaindustrie	9	1	9	1	2	7	2	0	9	0
Maschinenbau	2	4	1	2	1	1	5	2	6	1
Elektroindustrie	1	8	1	2	0	1	6	1	4	1
Instrumententechnik	1	1	2	2	0	1	2	2	2	0
Fahrzeugbau	3	2	3	3	1	1	2	1	4	0
Industrie gesamt	2	2	1	1	0	1	3	1	2	0
EDV/Telekommunikation	0	0	0	0	0	8	2	2	3	0
technische Dienste	0	1	1	2	0	1	1	1	1	0
	Verkauf neuer Produkte/Dienstleistungen im Ausland 2005					geplante Ausweitung des Verkaufs neuer Produkte/Dienstleistungen im Ausland 2006/07				
	West-europa	Ost-europa	Nord-amerika	Asien	Rest*	West-europa	Ost-europa	Nord-amerika	Asien	Rest*
Chemieindustrie	27	11	11	13	0	32	11	10	18	4
Pharmaindustrie	34	6	10	3	11	23	4	2	14	0
Maschinenbau	21	6	9	7	6	14	8	10	10	4
Elektroindustrie	31	4	8	4	6	21	4	7	5	3
Instrumententechnik	23	2	12	9	3	18	7	13	12	7
Fahrzeugbau	11	4	5	6	6	4	8	7	13	1
Industrie gesamt	14	4	4	3	4	12	6	4	4	2
EDV/Telekommunikation	14	3	4	3	5	25	2	2	3	5
technische Dienste	10	2	1	2	1	8	10	3	2	2

Angaben in % aller Unternehmen mit 5 und mehr Beschäftigten. Regionale Zuordnung der Auslandsaktivitäten auf Basis der Angaben zu den wichtigsten Ländern, in denen die jeweiligen Auslandsaktivitäten stattfinden bzw. geplant sind; Mehrfachnennungen möglich. *) Lateinamerika, Afrika, Ozeanien; inkl. Angabe „weltweit“. Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel (Erhebung 2006). – Berechnungen des ZEW.

3.2 China und Indien: neue Märkte und neue Standorte

Wachstum von Produktion und Nachfrage

Der Markt für chemische Produkte in China und Indien ist stark expansiv. Das Wachstum der Industrieproduktion, der Bautätigkeit und des privaten Konsums lässt die Nachfrage nach chemischen Produkten in diesen Ländern überdurchschnittlich stark steigen, in Indien um fast das 2½-fache, in China um fast das Vierfache im Jahr 2005 gegenüber 1995. In der Welt insgesamt hat sich der Produktionswert von Chemiewaren in diesem Zeitraum hingegen nur um knapp 60 % erhöht (vgl. Abschnitt 2.2). Knapp 30 % des **weltweiten Nachfragezuwachses** bei Chemiewaren entfiel in dieser Periode damit auf Indien und China. Wenn man nur die Periode ab 2000 betrachtet, dann sind es gar 70 %. Die Chemische Industrie hat auf den Nachfrageboom in diesen Ländern mit einer kräftigen Ausweitung der Produktionskapazitäten reagiert: Seit 1995 hat sich die reale Produktion von Chemiewaren in Indien verdoppelt, in China sogar mehr als verdreifacht. Rund ein Drittel des weltweiten realen Produktionszuwachses wurde im letzten Jahrzehnt in China und Indien zusammen erzeugt (China 28 %, Indien 5 %). Allein seit 2000 waren es mehr als 50 % (Tab. 3.2-1).

Damit gehen 19 % des seit 1995 zusätzlich geschaffenen **Weltchemieproduktionswertes** auf das Konto von **China**. In realen Größen gerechnet fällt der Bedeutungsgewinn der Chemieproduktionsregion Asien noch drastischer aus: China hat daran einen gehörigen Anteil: 28 % des Weltchemieproduktionszuwachses seit 1995 stammt aus China. Die sich beschleunigende Dynamik wird noch anschaulicher, wenn man allein die Periode ab 2000 nimmt: Dann entfällt fast die Hälfte des Weltchemieproduktionsvolumenwachstums auf China.

Die reale Chemieproduktion stieg in China mit einem Volumen von 112 Mrd. € zwischen 1995 und 2005 um deutlich mehr, als die Gesamtproduktion in Deutschland im Jahr 2005 ausmachte (96,5 Mrd. €). Die Chemieproduktion Chi-

nas machte 1995 erst 62 % der deutschen Chemieproduktion aus, 2005 produzierte China mit einem realen Produktionswert von über 160 Mrd. € um zwei Drittel mehr Chemiewaren als Deutschland. Aber auch in anderen asiatischen Ländern, insbesondere Südkorea, Japan, Indien und Taiwan, wurde die Chemieproduktion in den letzten zehn Jahren deutlich erhöht. 2005 hatten alleine China und Indien einen Anteil an der Weltchemieproduktion von 14,5 % und Asien (ohne Japan) von 25 %, während Deutschlands Anteil bei 7 % lag.

Besonders hoch fiel der Beitrag Chinas zur Produktionsausweitung bei **Polymeren** aus. Mit einem Anteil von 63 % an der gesamten Chemieproduktion ist die Polymerchemie in China mit Abstand die bedeutendste Sparte (Tab. 3.2-2). Indien zeigt sich besonders stark bei Agrarchemikalien, hier stellt Indien rund ein Sechstel des Weltproduktionszuwachses. Mit einem Anteil von 30 % am Gesamtproduktionswert der indischen Chemieindustrie ist dieses die stärkste Sparte: Im Weltdurchschnitt haben Agrarchemikalien einen Anteil von 7 %.

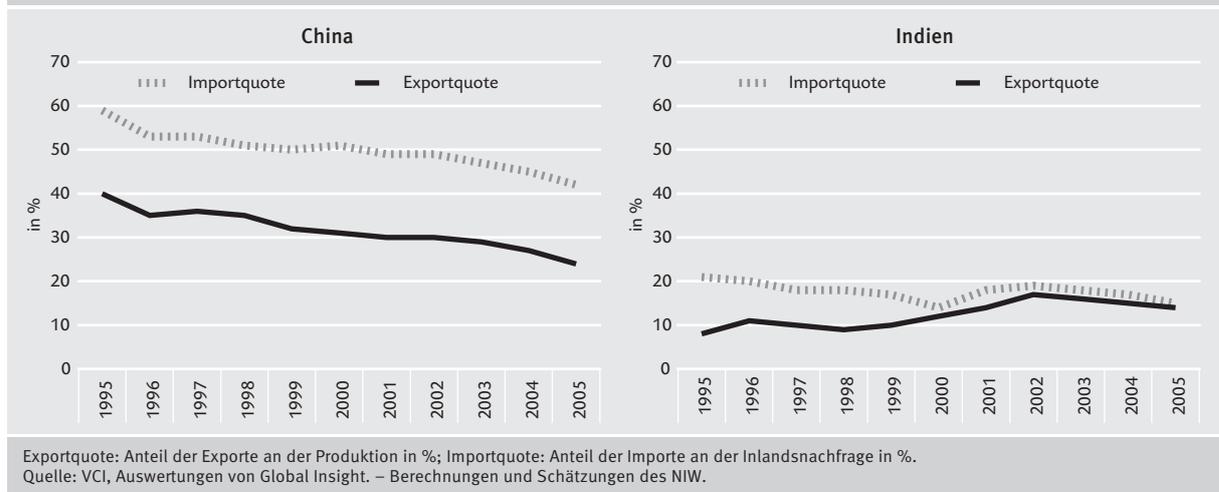
Die stark expansive Inlandsnachfrage Chinas hat dennoch nicht zu einer erhöhten **Importquote** geführt, im Gegenteil: Sie sank von fast 60 % im Jahr 1995 auf 42 % (2005). Denn mit der stark wachsenden Binnennachfrage haben sich auch die chinesischen Chemieproduzenten verstärkt dem Inlandsmarkt zugewandt und ihre Exportaktivitäten anteilig zurückgefahren. Die **Exportquote** sank dadurch von 40 auf 24 % (Abb. 3.2-1). Dennoch hat der Export von Chemiewaren aus China auf Grund der Größeneffekte und der Dynamik einen immer größeren Anteil des Welthandels ausgemacht: Der Welthandelsanteil ist von gut 4 % (1995) auf 5½ % (2005) gestiegen. Ein deutlich anderes Bild zeichnet sich für Indien ab. Zwar ist auch hier die wachsende Inlandsnachfrage zunehmend durch die Inlandsproduktion gedeckt worden und die Importquote Indiens nahm in der Folge ab (von 21 auf 15 % im letzten Jahrzehnt). Gleichzeitig aber hat die Chemische Industrie Indiens ihre Exportquote seit 1995 von 8 auf über 16 % ausgeweitet, wengleich nach 2002 keine steigende Exportorientierung mehr festzustellen ist. „Exportdiversifizierung“ spielt als

Das Wichtigste in Kürze

- **58 % des Produktionswachstums** und gar **69 % des Nachfragewachstums** zwischen 2000 und 2005 in der Weltchemieindustrie entfielen auf China und Indien. Zwischen 1995 und 2005 wurde die chinesische Chemieproduktion um 112 Mrd. € ausgeweitet – das ist mehr als die gesamte Chemieproduktion Deutschlands im Jahr 2005 (96 Mrd. €). 2005 überstieg die Chemieproduktion Chinas jene Deutschlands um zwei Drittel.
- Die hohe Inlandsnachfrage in China führte zu einer **Importsubstitution**: Trotz absolut steigender Exporte und Importe **verringerten sich** sowohl die **Export-** als auch die **Importquoten** der chinesischen Chemieindustrie: China ist in erster Linie ein **attraktiver Absatzmarkt**.
- Die deutsche Chemieindustrie nutzt die Absatzchancen durch **umfangreiche Direktinvestitionen**: 16,5 % des deut-

schen Direktinvestitionsbestands in China entfällt auf die Chemie- und Pharmabranche, in Indien sind es 13 %. Von allen Auslandsinvestitionsprojekten in der Chemieindustrie weltweit im Zeitraum 2002-2006 entfielen 30 % auf China. Deutschland ist mit einem Anteil von 14 % dritt-wichtigstes Investorland in der chinesischen Chemieindustrie.

- China und Indien gewinnen zunehmend als **Innovationsstandorte** an Bedeutung: Die chinesische Chemieindustrie gab 2003 – zu Wechselkursen umgerechnet – 560 Mio. € für FuE aus. Dies entspricht in Kaufkraftparitäten 2,6 Mrd. \$, d.h. drei Viertel der FuE-Aufwendungen der deutschen Chemieindustrie. Während der Anteil Chinas und Indiens an den weltweiten, international angemeldeten **Chemiepatenten** mit 1,8 bzw. 0,7 % noch niedrig ist, ist ihr Anteil an den **wissenschaftlichen Publikationen** mit 12,4 bzw. 4,7 % beachtlich.

Abb. 3.2-1: Export- und Importquoten Chinas und Indiens bei Chemiewaren 1995-2005


chemiepolitische Entwicklungsstrategie somit ebenfalls eine gewisse Rolle.

Die Strategien dieser beiden Länder sind also sehr unterschiedlich: China betreibt eine eindeutige **Importsubstitutionspolitik** in der Chemischen Industrie übrigens anders als bspw. in IuK, Elektronik und Nachrichtentechnik, Indien hingegen eher eine Politik der Exportdiversifizierung. Dennoch blieb das Produktionswachstum in China hinter dem Wachstum der Inlandsnachfrage zurück. China weitete somit seine Position als Nettoimporteur von Chemiewaren weiter kräftig aus (von 15 Mrd. € 1995 auf 42 Mrd. € im Jahr 2005). China ist noch vor den USA und Deutschland mit einem Anteil von 12,2 % zum größten Importeur von Chemiewaren der Welt avanciert (siehe Tab. 2.2-2).

Die deutsche Chemieindustrie hat an dieser Dynamik sehr gut teilgenommen: Im Handel mit China konnte in jedem Jahr seit 1995 ein deutlich höherer Wert an Chemiewaren nach China geliefert werden als von dort importiert wurde. Jüngst lag die Export-Import-Relation sogar bei über 2,5, der Überschuss betrug über 1 Mrd. € (1991: rund

150 Mio. €). Diese Relationen sind insofern beachtlich, als Deutschland im Handel mit verarbeiteten Industriewaren außerhalb der Chemieindustrie mit China ein Defizit von rund 10 Mrd. € einführt. Deutschlands Chemiehandelsvolumen mit Indien ist deutlich geringer, die Überschüsse sind auch nicht ganz so hoch, das Verhältnis von Exporten zu Importen lässt im Handel mit Indien im Übrigen auch nach.

Direktinvestitionen

Einen nicht unerheblichen Anteil an der Ausweitung der Produktionskapazitäten in China und Indien haben multinationale Konzerne aus den westlichen Industrienationen. Ausländische Produzenten bedienen diese stark wachsenden Märkte zunehmend über eigene Produktionsstätten in den Ländern als über Exporte. Im Zuge der Inlandsmarktdynamik dieser Länder haben allerdings auch die Weltexporte nach China und Indien überproportional stark zugenommen. Chinas Importanteil am Weltmarkt erreicht mittlerweile über 12 %, bei Polymeren gar fast 20 %. China ist damit zum größten Exportabsatzmarkt für Chemiewaren der Welt geworden.

China ist deshalb auch als Investitionsstandort an der Spitze. Rund 30 % aller weltweiten **ausländischen Direktinvestitionsprojekte** (ADI-Projekte) in der Chemischen Industrie zwischen 2002 und 2006 gingen nach China (Tab. 3.2-3). Verglichen mit Chinas Anteil an allen weltweiten ausländischen Direktinvestitionsprojekten von knapp 13 % haben die Investitionsprojekte in die Chemische Industrie Chinas somit eine erheblich höhere Bedeutung. Rund 8,5 % aller Investitionsprojekte in China gehen in die Chemische Industrie, im Weltdurch-

Tab. 3.2-1: Zur Dynamik Indiens und Chinas in der Chemischen Industrie 1995-2005: Anteil am weltweiten Zuwachs in %

	Indien		China	
	1995-2000	2000-2005	1995-2000	2000-2005
reale Produktion	4,0	6,0	12,5	48,0
Produktion in jew. Preisen	3,7	10,3	9,5	47,7
Einfuhr	0,2	2,9	11,3	26,3
Ausfuhr	1,3	2,7	4,8	11,3
Nachfrage	3,1	10,6	12,6	58,1
Patente*	1,3	4,2	1,3	4,1
Publikationen	3,8	9,1	31,2	34,4

Lesehilfe: Im Zeitraum 2000-2005 entfielen 48 % des weltweiten Wachstums der realen Produktion in der Chemieindustrie auf China.

*) Anmeldungen am EPA über das PCT-Verfahren, 2000-2004 statt 2000-2005.

Quelle: Zusammenstellung des VCI nach Auswertungen von Global Insight. Fraunhofer-ISI.
 – Berechnungen des NIW.

Tab. 3.2–2: Zur Dynamik der Chemieproduktion in Indien und China 1995-2005

	Indien		China	
	1995-2000	2000-2005	1995-2000	2000-2005
Insgesamt	4,0	6,0	12,5	48,0
Chemische Grundstoffe	3,1	3,0	1,6	26,5
Polymere	3,8	6,7	36,0	105,1
Agrochemikalien	16,5	16,6	-0,3	15,9
Farben und Lacke	4,7	6,6	4,9	29,8
Wasch- und Körperpflegemittel	4,4	4,0	0,7	2,2
Spezialchemikalien	1,2	3,5	11,0	36,6

Anteil am weltweiten Zuwachs in %.

Quelle: Zusammenstellung des VCI nach Auswertungen von Global Insight. – Berechnungen des NIW.

Tab. 3.2–3: Ausländische Direktinvestitionsprojekte (ADI-Projekte) in China und Indien insgesamt und in der Chemieindustrie 2002-2006

	2002	2003	2004	2005	2006	Summe 2002-2006
Anteil an allen ADI-Projekten weltweit in %						
China	10,2	13,9	15,3	11,8	12,0	12,8
Indien	4,3	4,8	6,9	5,7	8,6	6,3
Anteil an allen ADI-Projekten im Chemiesektor weltweit in %						
China	11,2	31,6	32,4	25,9	28,5	29,9
Indien	4,0	2,9	4,5	3,8	5,1	4,0
Anteil des Chemiesektors an allen ADI-Projekten in %						
Welt	3,9	4,8	4,2	3,0	3,2	3,8
China	4,3	10,8	8,9	6,6	7,5	8,1
Indien	3,6	2,9	2,7	2,0	1,9	2,4

Quelle: OCO Consulting, LOCOmonitor 2007. –Zusammenstellung des NIW.

schnitt sind dies nur 4 %. In Indien verhält sich das anders: Während Indiens Anteil an allen ADI-Projekten gut 6 % beträgt, ist der Anteil des Chemiesektors an allen Chemie-Investitionsprojekten weltweit mit 4 % unterdurchschnittlich. Der Anteil des Chemiesektors an allen ausländischen Investitionsprojekten in Indien beträgt gut 2 % und somit niedriger als im Weltdurchschnitt.

80 % der ausländischen Direktinvestitionsprojekte in China im Chemiesektor zwischen 2002 und 2006 waren zum **Aufbau bzw. zur Erweiterung von Produktionsstätten** bestimmt, um die Inlandsnachfrage bedienen zu können. 6 % waren FuE-Projekte, 8 % dienten dem Vertrieb. Diese Verteilung der „Investitionsmotive“ entspricht in etwa dem

weltweit vorzufindenden Muster, nach dem 77 % der Projekte in die Produktion gingen, 10 % in den Vertrieb und 5 % in FuE-Einrichtungen. Es ist „normal“, dass die Produktion den ersten Schritt zum Auslandsengagement darstellt; erst in späteren Phasen werden auch hochwertige Dienstleistungen internationalisiert.

Insofern ist das Verteilungsmuster der „Investitionsmotive“ in Indien anders zu bewerten. Denn **FuE-Projekte** sind mit 13 % aller Projekte in der Chemischen Industrie sehr viel bedeutender als in China und im Weltdurchschnitt. Die als leistungsfähig angesehene Wissenschafts- und Forschungslandschaft in der Chemie mit britischer Tradition mag für multinationale Unternehmen ein Anreiz sein, in Indien schon relativ frühzeitig in FuE-Einrichtungen zu investieren. Allerdings: Bezogen auf ADI-Projekte in Indien in Summe über alle Branchen haben FuE-Investitionen sogar noch größere Bedeutung, sie machen fast ein Viertel aus. Lediglich 57 % der Auslandsinvestitionsprojekte in der Chemie waren zum Aufbau bzw. zur Erweiterung von Produktionsstätten bestimmt. Der Vertrieb von Exportprodukten auf dem indischen Markt hat für ausländische Unternehmen noch eine größere Bedeutung: Rund 24 % aller ADI-Projekte im Chemiesektor waren Vertriebsprojekte. Die unterdurchschnittliche Bedeutung der Investitionen in Produktionsstätten und die relativ hohe Bedeutung von Vertriebsinvestitionen 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 China sind japanische Unternehmen am stärksten vertreten, auf sie entfallen etwa 25 % aller ADI-Projekte im Chemiesektor zwischen 2002 und 2006, gefolgt von den USA (20 %). Deutschland liegt mit einem Anteil von 14 % noch vor Großbritannien (6 %). In Indien halten Unternehmen aus den USA 20 % aller ADI-Projekte im Chemiesektor und sind damit die größte Investorengruppe. Es folgen hier Japan (18 %) und Großbritannien mit 13 % noch vor Deutschland (10 %).

Die **deutschen Direktinvestitionen** (Kapitalbestand) in den chinesischen und indischen Chemiesektor (inkl. Pharma)¹⁵ sind zwischen 1995 und 2004 jahresdurchschnittlich

15 Die veröffentlichten Daten der Direktinvestitionsstatistik der Deutschen Bundesbank erlauben keine Differenzierung zwischen Chemie- und Pharmaindustrie.

Tab. 3.2–4: Deutsche Direktinvestitionen in China und Indien 1995-2004

	alle Länder	China	Indien
Durchschnittliches jährliches Wachstum des deutschen ADI-Bestands 1995-2004 in %			
alle Wirtschaftszweige	14,7	29,7	19,1
Chemie- und Pharmaindustrie	7,4	24,4	13,3
Anteil Chinas und Indiens am Gesamtbestand deutscher ADI in %			
Chemie- und Pharmaindustrie 1995	100,0	0,7	0,3
Chemie- und Pharmaindustrie 2004	100,0	2,8	0,5
alle Wirtschaftszweige 2004	100,0	1,2	0,3
Anteil ausgewählter Branchen am Gesamtbestand deutscher ADI in %			
Chemie- und Pharmaindustrie	7,4	16,5	13,0
Maschinenbau	2,3	8,0	6,9
Elektroindustrie	1,9	7,0	11,5
Fahrzeugbau	5,9	32,4	4,9

Quelle: Deutsche Bundesbank. – Berechnungen des NIW.

um 24 % bzw. 13 % gestiegen (Tab. 3.2–4) und damit stärker als alle deutschen Investitionen im Chemie- und Pharmasektor weltweit (7 %). Dies ist ein deutliches Indiz für die Attraktivität Chinas als Produktionsstandort und als Absatzmarkt. Der Anteil Chinas an den deutschen Direktinvestitionen im Chemie- und Pharmasektor weltweit stieg von weniger als 1 % im Jahr 1995 auf fast 3 % (2004). Indien nimmt sich dagegen noch bescheiden heraus, der Anteil ist zwischen 1995 und 2004 von 0,3 auf 0,5 % gestiegen.

Mit einem Anteil von 16,5 % (China) bzw. 13 % (Indien) am Gesamtbestand der Direktinvestitionen ist die Chemie- und Pharmaindustrie in diesen beiden Ländern eines der wichtigsten Investitionsziele deutscher Unternehmen. In beiden Ländern weist die Chemie- und Pharmaindustrie damit einen höheren Anteil an den Gesamtinvestitionsbeständen aus als im globalen Durchschnitt (der bei gut 7 % liegt). In Indien ist die Chemie- und Pharmaindustrie die wichtigste Zielbranche deutscher Direktinvestitionen; in China liegt sie hinter dem Automobilbau an zweiter Stelle.

FuE, Patente, Publikationen

Der internationale Wettbewerb, aber auch ein zunehmender Qualitätsanspruch der Inlandsnachfrage in China und Indien erfordert von der Branche auch in diesen Ländern zunehmende Innovationsaktivitäten und damit verbunden steigende Aktivitäten in **FuE**, hier gemessen an den FuE-Ausgaben. Trotz eines recht beachtlichen FuE-Volumens ist die FuE-Intensität in China in allen Branchen allerdings immer noch sehr deutlich unterhalb des für westliche Industrieländer typischen Niveaus angesiedelt.

Im Jahr 2003 tätigte die Chemische Industrie in China Ausgaben für FuE von rund 560 Mio. €, das entspricht etwa 17 % der deutschen FuE-Ausgaben der Chemischen Industrie. Werden diese Ausgaben allerdings in US-\$ nach Kaufkraftparitäten (KKP) gemessen, ergibt sich eine ganz andere Relation: Mit 2,6 Mrd. \$ KKP entsprechen die chinesischen FuE-Ausgaben der Chemischen Industrie drei Viertel der deutschen (3,5 Mrd. \$ KKP). 2003 entfallen schätzungsweise 9 % der weltweiten FuE-Ausgaben der Chemischen Industrie auf China. 1998 waren dies schätzungsweise zwischen 2 und 3 %.

In China entfielen auf die Chemieindustrie 7,3 % der gesamten FuE-Ausgaben der Industrie (ohne Kleinunternehmen, Tab. 3.2–5). Mit einem FuE-Ausgabenanteil am Umsatz von 0,83 % liegt die Chemieindustrie in China über dem Durchschnitt der Industrie (0,75 %), in

Deutschland ist der Abstand zum Durchschnitt jedoch größer (4,6 zu 3,4 %). Unter den forschungsintensiven Industrien liegt die FuE-Intensität der chinesischen Chemieindustrie klar hinter Elektrotechnik, Maschinenbau, Pharmazie, Fahrzeugbau und Elektronik und damit relativ weit hinten. Auch ist die FuE-Dynamik in China in den anderen forschungsintensiven Wirtschaftszweigen höher als in der Chemieindustrie. Zwischen 1998 und 2003 sind die Aufwendungen für FuE der Chemischen Industrie (ohne Chemiefasern) in China um 29 % jährlich gestiegen. Dies entspricht etwa der Dynamik im Durchschnitt der Industrie (30 %).

In Indien hat die Chemische Industrie im Jahr 1998, dem letzten Jahr, für das sektorale FuE-Ausgaben für Indien vorliegen, gut 40 Mio. € für FuE ausgegeben. Zum Vergleich: In China betragen diese Ausgaben damals noch 160 Mio. €, in Deutschland waren es 3,5 Mrd. €. In Indien kommt der Chemieindustrie eine ähnlich hohe Bedeutung für die industrielle FuE-Tätigkeit zu wie in China (7,7 %, 1998, Tab. 3.2–6). Dabei ist zu beachten, dass über 20 % der FuE-Aufwendungen der indischen Industrie auf die Biotechnologie und damit einen für die Chemieforschung nahe verwandten Bereich entfallen. Insofern dürfte die Bedeutung der Chemie für die unternehmerische FuE durch die sektorale Zuordnung klar unterschätzt sein – vor allem, wenn man an den agrochemikalischen Schwerpunkt in Indien denkt, ein Bereich, in dem die Biotechnologie eine zunehmende Bedeutung einnimmt. Die FuE-Ausgaben der Chemieindustrie in Indien sind zwischen 1990/91 und 1998/9 um jahresdurchschnittlich 13 % erhöht worden, und damit genauso schnell wie in der indischen Industrie insgesamt.

Tab. 3.2–5: FuE Ausgaben und Intensitäten der chinesischen Industrie* 1998 und 2003

	Strukturanteil in %		Veränderung/Jahr in % 1998-2003	FuE-Intensität 2003 in %		Anteil ausländischer Unternehmen an den FuE-Ausgaben 2003 in %
	1998	2003		insgesamt	ausländische Unternehmen	
Chemieindustrie		7,3		0,83	0,57	12,6
Chemie o. chem. Fasern	6,7	6,5	28,6	0,89	0,65	13,3
chemische Fasern		0,8		0,55	0,19	6,4
Elektronik/IuK	20,4	22,7	32,4	1,20	0,63	42,1
Fahrzeugbau	12,2	13,3	31,8	1,04	0,83	32,5
Pharmaindustrie	3,9	3,8	29,4	1,46	1,44	18,9
Elektrotechnik	7,7	10,3	37,3	1,57	0,70	16,4
Maschinenbau	17,1	20,7	34,6	1,47	0,84	17,1
sonstige	38,6	21,9	15,7	0,31	0,20	13,9
Gesamt	100,0	100,0	29,6	0,75	0,56	23,1

*) ohne Kleinunternehmen.
Quelle: MOST China 2006. – Zusammenstellung und Berechnungen des NIW.

Bei einem Vergleich der unternehmerischen FuE-Aktivitäten dieser beiden Länder ist in Rechnung zu stellen, dass in China rund 60 % der gesamten FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft durchgeführt werden, in Indien jedoch nur 25 %, $\frac{3}{4}$ hingegen im öffentlichen Sektor. Insofern sind die FuE-Aktivitätsniveaus im Wirtschaftssektor überhaupt nicht vergleichbar. In China ähnelt die FuE-Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft und Staat bereits sehr stark den in westlichen Industrieländern vorzufindenden Strukturen – mit einem deutlichen Übergewicht der Wirtschaft bei FuE. Indien wählt hingegen einen anderen Weg, bei dem die technologische Entwicklung noch sehr stark durch FuE an Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen geprägt wird. Diese werden jedoch als recht leistungsfähig eingestuft. In „technologischen Inseln“ wird eine mit westlichen Industrieländern vergleichbare Forschung in Spitzentechnologiebereichen durchgeführt. Als „chemieaffine“ Felder sind hier die Lebenswissenschaften und die Agrarforschung zu nennen. Auch hierin mag ein Grund dafür liegen, dass ein überdurchschnittlich hoher Anteil ausländischer Direktinvestitionen in der Chemischen Industrie Indiens in den Auf- bzw. Ausbau von FuE-Kapazitäten geht.

Gut 12 % der FuE-Ausgaben der Chemischen Industrie in China entfielen 2003 auf **ausländische Unternehmen**. Dies ist zwar ähnlich hoch wie in Deutschland (14 %), aber weit weniger als in anderen großen Branchen (Elektronik/IuK 42 %, Fahrzeugbau 33 %) und damit deutlich weniger als im Durchschnitt der Industrie (23 %).

Die Quote liegt auch unter dem Anteil der ausländischen Unternehmen am Gesamtumsatz der chinesischen Chemieindustrie (18 %). Dies verdeutlicht die Dominanz des „Produktionsmotivs“ bei ausländischen Aktivitäten in der Chemischen Industrie in China. Entsprechend ist auch die FuE-Intensität der ausländischen Chemieunternehmen in China mit 0,6 % niedriger als die der einheimischen Chemieunternehmen (0,8 %). Dieses Muster einer unterdurchschnittlichen FuE-Orientierung der ausländischen Unternehmen findet sich im Übrigen in fast allen Branchen Chinas. Allerdings kann mit den vorliegenden Daten nicht gesagt werden, in welchem Umfang ausländische Unternehmen zum starken FuE-Wachstum in der chinesischen Che-

Tab. 3.2–6: Anteil ausgewählter Sektoren an den FuE-Ausgaben der indischen Industrie 1990/91 und 1998/99

	Strukturanteile in %		Veränderung/Jahr in % 1990/1991-1998/1999
	1990/1991	1998/1999	
Chemieindustrie	7,6	7,7	13,1
Pharmaindustrie	8,0	15,0	22,0
Mineralöl	7,6	6,2	10,0
Waffen	11,9	8,7	8,6
Fahrzeugbau	7,7	6,1	9,6
Elektrotechnik/Elektronik	15,7	7,9	3,6
Nachrichtentechnik	5,7	3,4	6,0
andere Industrien, darunter:	35,8	45,0	16,2
Biotechnologie		20,6	
Computerbau		1,5	
Gesamt	100,0	100,0	12,9

Quelle: Thakur, S., E. J. Malecki (2005), Location Determinants of Research and Development Institutions in India. Paper für das 52. Regional Science Association International Meeting, Las Vegas; auf Basis der R&D Statistics 1990/91 und 2000/01 des MOST. – Berechnungen des NIW.

Tab. 3.2–7: Dynamik von Chemiepublikationen in Indien und China 1995-2004

	Indien		China	
	1995-2000	2000-2004	1995-2000	2000-2004
Organische Chemie	3,7	31,8	21,1	41,5
Polymere	4,1	14,6	35,2	85,2
Grundstoffchemie	3,2	6,2	36,1	30,2
Verfahrenstechnik	6,1	11,0	20,0	39,4
Chemie insgesamt	3,8	9,1	31,2	34,4
nachrichtlich:				
Biotechnologie	2,3	9,8	9,9	36,5
Pharmazie	68,5	9,0	109,7	29,3

Anteil am weltweiten Zuwachs 1995 bis 2005 der im Science Citation Index erfassten Chemie-Publikationen in %.
Quelle: Fraunhofer-ISI. – Berechnungen des NIW.

Tab. 3.2–8: Dynamik von Chemiepatenten in Indien und China 1995-2004

	Indien		China	
	1995-2000	2000-2004	1995-2000	2000-2004
Allgemeine Chemie	2,4	10,4	1,3	5,1
Polymere	0,3	1,3	1,3	3,7
Chemie insgesamt	1,3	4,2	1,3	4,1

Anteil am weltweiten Zuwachs der Patentanmeldungen an EPA und WIPO 1995 bis 2004 in %.
Quelle: Fraunhofer-ISI. – Berechnungen des NIW.

mieindustrie beigetragen haben – möglicherweise ist die Dynamik höher als eine reine Querschnittsbetrachtung vermuten lässt.

Parallel zu diesen nachfrageseitigen Faktoren für mehr FuE- und Innovationsaktivitäten in China und Indien besitzen die beiden Länder ein enormes Potenzial an Wissenschaftlern. Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung gewinnen zunehmend an Relevanz für den wissenschaftlichen Fortschritt in der Chemie. Jedenfalls zeichnen Wissenschaftler aus Indien und China heute bereits für 17 % aller im Science Citation Index im Bereich Chemie erfassten **Publikationen** verantwortlich. China (12,4 %) war 2004 und 2005 die zweitgrößte Quelle für wissenschaftliche Chemiepublikationen der Welt, hinter den USA (29,4 %), aber noch vor Japan (7,8 %) und Deutschland (7,7 %). Indien (4,7 %) holte 2005 Großbritannien beim Anteil an allen Chemie-Publikationen ein und liegt nur mehr knapp hinter Frankreich (5,1 %). Die Chemie steht damit in China und Indien klar im Zentrum der wissenschaftlichen Anstrengungen dieser Länder, denn alle Wissenschaftsbereiche zusammengenommen liegen die Publikationsanteile mit 7 % (China) bzw. 2,6 % (Indien) merklich niedriger. Der Aufholprozess beschleunigt sich rasch: Zusammen haben diese beiden Länder seit 2000 weit über 40 % des Zuwachses der globalen Chemiepublikationen produziert

(Tab. 3.2–7), mit Schwerpunkten in der Polymerchemie, der organischen Chemie und der chemischen Verfahrenstechnik.

Der umfangreiche Output bei wissenschaftlichen Chemieforschungsergebnissen hat sich allerdings noch nicht in einer vergleichbaren Steigerung der Ergebnisse aus der Industrieforschung niedergeschlagen – zumindest soweit dies an den Anmeldungen von internationalen **Patenten** abgelesen werden kann. Hier entfielen 2004 1,8 % aller Chemie-Patente auf Erfinder aus China sowie 0,7 % auf Erfinder aus Indien. China ist dabei stärker auf das PCT-Verfahren ausgerichtet, wogegen Indien eine größere Affinität zum europäischen Markt besitzt. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass China noch weniger als Indien auf eine exportorientierte Entwicklungsstrategie setzt, sondern intensiv Importsubstitution betreibt. Von daher ist die Dynamik der jüngsten Zeit in der Anmeldung von Chemie-Patenten schon bemerkenswert: Beide Länder zusammengenommen haben seit 1995 zum Zuwachs des weltmarktrelevanten Patentaufkommens einen Beitrag von 5 % geleistet (Tab. 3.2– 8), seit 2000 gar einen von 11 %.¹⁶ Erstaunlicherweise ist der Beitrag zu den weltmarktrelevanten Erfindungen in der Polymerchemie unterdurchschnittlich ganz im Gegensatz zur Expansion in der Wissenschaft oder gar in der Produktion. Insofern ist zu vermuten, dass sich die massiven Ausweitungen der Produktionskapazitäten vor allem in der chinesischen Polymerchemie noch weitgehend auf der Übernahme von Technologien aus den westlichen Industrieländern vollzogen haben.

Die gegenüber Indien höhere Quantität und Dynamik Chinas bei Patenten und Publikationen ist jedoch nicht mit einer höheren Qualität gleichzusetzen. Das chinesische System fördert Patente und Publikationen pekuniär, was dazu führt, dass die Mehrheit der chinesischen Patentanmeldungen am eigenen Patentamt nicht aus der Wirtschaft, sondern aus den Hochschulen kommt. Insbesondere für Wissenschaftler aus öffentlichen Forschungseinrichtungen ist dies bei verhältnismäßig bescheidenem Einkommen ein besonderer Anreiz. Die Marktfähigkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse und am eigenen Amt patentierter Erfindungen ist damit noch nicht unter Beweis gestellt.

3.3 Fallbeispiele

Deutsche Chemieunternehmen haben die großen Potenziale Asiens und insbesondere von China frühzeitig erkannt und sind schon seit langem vor Ort präsent. Ständen

¹⁶ Erste Eindrücke für das Jahr 2005 auf der Basis von Anmeldungen der ersten 8 Monate lassen für China einen sehr deutlichen Anstieg der Anmeldung von Chemie-Patenten gegenüber dem Vorjahr erwarten.

Das Wichtigste in Kürze

- Mit Gesamtinvestitionen von 4 Mrd. € (inkl. Partner) ist die **BASF** heute einer der führenden ausländischen Investoren in China. China ist heute schon der drittgrößte Absatzmarkt des weltweit größten Chemieunternehmens. In **sechs FuE-Zentren** in China arbeiten u.a. 120 Wissenschaftler vorrangig an Produktentwicklungen für den asiatischen Markt. 25 Kooperationen mit chinesischen Wissenschaftseinrichtungen zielen auf eine langfristige Forschungszusammenarbeit ab.
- **Flüssigkristalle** sind ein wichtiger Wachstumsmarkt in der Spezialchemie, und **Asien** ist mit seinen großen Displayherstellern der bedeutendste Absatzmarkt. Die **Merck KGaA** als Weltmarktführer in der Flüssigkristall-Technologie weitete ihr Forschungsnetzwerk sukzessive nach Asien aus, um eine enge **Entwicklungskooperation mit den Kunden** zu sichern. Die grundlegenden Forschungsaktivitäten

blieben dabei in Deutschland gebündelt, die asiatischen Labors sind vor allem mit Entwicklungsaufgaben betraut. Eine weltweite **Rotation von Wissenschaftlern** – 10 % der Forscher tauschen jährlich ihren Aufgabenbereich mit Kollegen aus anderen Ländern – gewährleistet eine intensiven Wissensaustausch.

- Mit rund 4.000 Beschäftigten (inkl. Joint-Ventures) zählt die **Degussa** heute zu den größten ausländischen Spezialchemie-Unternehmen in China. Das China-Engagement soll wesentlich dazu beitragen, den heute noch niedrigen **Anteil Asiens am Gesamtumsatz** der Degussa (2006: 14,5 %) deutlich zu erhöhen. 2008 soll in China ein Umsatz von über 800 Mio. € erzielt werden, nach erst 275 Mio. € im Jahr 2005 und 460 Mio. € in 2006. In dem 2004 eröffneten **FuE-Zentrum** in Shanghai werden Produkte für den chinesischen Markt entwickelt und angepasst sowie Kooperationen mit chinesischen Kunden vor Ort vorangetrieben.

die neuen Standorte zunächst vor allem als Absatzmarkt im Fokus der Unternehmensstrategien, so wurden in den vergangenen Jahren auch große Investitionen in die Neuerichtung von Produktionsstätten und in Joint Ventures mit einheimischen Chemieunternehmen getätigt. So entfielen 14 % aller Direktinvestitionsprojekte in der chinesischen Chemieindustrie in den Jahren 2002-2006 auf deutsche Unternehmen. Aber auch als Standort für eigene FuE-Aktivitäten gewinnen China und Indien sukzessive an Bedeutung. Im Folgenden wird anhand von drei Beispielen illustriert, welchen Weg deutsche Chemieunternehmen zur Erschließung der Wachstumspotenziale Asiens eingeschlagen haben.

BASF in China: Erfolgsstory mit langer Tradition

Die BASF ist seit 1885 in China aktiv. Damals ging es um den Verkauf von Textilfarben im florierenden Baumwollstoffmarkt, heute ist die BASF einer der führenden ausländischen Investoren in der Chemieindustrie Chinas. Seit 1996 hat die BASF ihren Umsatz in China jährlich um durchschnittlich über 20 Prozent gesteigert. 2006 wurde mit 5.500 Beschäftigten ein Umsatz von 3,6 Mrd. € erzielt. Damit ist China nach Deutschland und den USA zurzeit der drittgrößte Absatzmarkt der BASF.

Die BASF betreibt aktuell 33 hundertprozentige Tochtergesellschaften und 9 Joint Ventures im Großraum China. Das Kerngeschäft in China umfasst Petrochemikalien, Polymerdispersionen, Styrol, Polystyrol, Polyurethane, technische Kunststoffe, Beschichtungen, Spezialchemikalien für die Textil- und Lederindustrie, Feinchemikalien, Zwischenprodukte, Pflanzenschutzmittel und Elektronikchemikalien. Diese Chemikalien kommen in fast allen Bereichen des täglichen Lebens zum Einsatz, beispielsweise in Fahrzeugen, Sportbekleidung, Kosmetika, CDs und Spielwaren. Da die Anzahl der Konsumenten in China steigt und das Land sich zu einer globalen Produktionsdrehscheibe entwickelt, wird es immer wichtiger, die Kunden von einer zuverlässigen Quelle vor Ort aus zu versorgen. Deshalb hat die BASF zwischen 2001 und 2005 rund

2 Mrd. € – zusammen mit Partnern 4 Mrd.€ – investiert, um ein wettbewerbsfähiges Netzwerk für die Produktion, das Marketing, den Verkauf und den Kundendienst vor Ort aufzubauen.

„Wir sind überzeugt, dass China ein enormes Wachstumspotenzial aufweist. Dank unserer starken Geschäftsplattform sind wir gut aufgestellt, um unsere ambitionierten Ziele in diesem Schlüsselmarkt zu erreichen“, sagt Dr. Martin Brudermüller, bei der BASF als Vorstandsmitglied für Asien verantwortlich. Ziel sei es, bis zum Jahr 2010 zehn Prozent der weltweiten Umsätze und Gewinne der BASF mit ihrem Chemie-Geschäft in China zu erreichen, so der in Hongkong ansässige Brudermüller. Außerdem plane das Unternehmen, eine führende Position in China unter den fünf stärksten Unternehmen in strategisch relevanten Märkten einzunehmen.

Die zwei größten Investitionen realisierte die BASF in Nanjing und Shanghai, beides erstklassige Standorte, um Kunden in China wettbewerbsfähig mit einem breiten Spektrum an Chemieprodukten zu beliefern. Mit 2,9 Mrd. US-\$ stellt die Anlage in Nanjing in der Provinz Jiangsu, die am 28. September 2005 eröffnet wurde, die größte Einzelinvestition in der Geschichte des Unternehmens dar. In Zusammenarbeit mit der chinesischen SINOPEC hat die BASF den 220 Hektar großen petrochemischen Betrieb mit einem Steam-Cracker und neun nachgeschalteten Anlagen aufgebaut. In diesen Anlagen werden unter Anwendung neuester, innovativer Technologien jährlich 1,7 Mio. Tonnen hochwertiger Chemikalien und Polymere für den schnell wachsenden chinesischen Markt produziert. Diese Partnerschaft ist so erfolgreich, dass beide Unternehmen dieses Jahr den Ausbau des Produktionsverbundes und die Verbreiterung des Produktangebotes beschlossen haben. Außerdem hat die BASF mit der Huntsman Corp. und drei chinesischen Chemieunternehmen einen integrierten Produktionskomplex für Isocyanat aufgebaut, in dem Mitte 2006 die Produktion aufgenommen wurde. In diesem Betrieb können jährlich 240.000 Tonnen Roh-MDI und 160.000 Tonnen TDI hergestellt werden. MDI und TDI sind wichtige Vorstufen in der Herstel-

lung von Polyurethanen. Die BASF zielt darauf ab, wirtschaftlichen Erfolg mit Umweltschutz und sozialer Verantwortung zu kombinieren. 2005 wurde in einer Studie der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) festgestellt, dass der neue BASF-Verbundstandort in Nanjing die internationalen Standards im Bereich der Arbeitssicherheit übertrifft.

Von den derzeit 20 Forschungs- und Entwicklungszentren der BASF in Asien befinden sich sechs in China. Ein besonderer Schwerpunkt bildet das lokale Entwicklungszentrum in Shanghai. Hier findet ein Großteil der Produktentwicklung für den asiatischen Markt statt. Mehr als 120 Wissenschaftler arbeiten in diesem Entwicklungszentrum an neuen Lösungen unter anderem für Textilfasern, Emulsionen für Papieranwendungen und Klebstoffen sowie Produkten für die Bauindustrie. Zusätzlich bietet BASF für seine Kunden technische Beratung für den Einsatz der bestehenden und neu entwickelten Produkte an. Diese Gespräche mit den Kunden sind häufig Ausgangspunkt für neue Produktideen, die dann wieder in die weiteren Entwicklungsarbeiten einfließen.

China ist auch ein zunehmend wichtiger Standort für FuE-Kooperationen. Derzeit unterhält BASF in China 25 solche Kooperationen mit wissenschaftlichen Einrichtungen, so z. B. mit dem Beijing Institute of Chemistry im Bereich Polymerphysik und Nano-Verbundwerkstoffe sowie mit der Beijing University of Chemical Technology auf dem Gebiet der Partikelformulierung mittels Nanotechnologie. Zusammen mit dem Dalian Institute of Chemical Physics, der Jilin Universität und anderen internationalen Partnern hat sich die BASF ein umfangreiches Forschungsnetzwerk für Kata-

lyse geschaffen und so ihre globale Technologieplattform erweitert. FuE-Kooperationen laufen außerdem mit dem Changchun Institute of Applied Chemistry im Bereich Polymerphysik sowie der Shanghai Jiaotong University und der Fudan University bei Polymermaterialien.

Koordiniert werden diese Aktivitäten vom wissenschaftlichen Liaison Office in Shanghai, die BASF-Dreh-scheibe für alle Forschungsthemen in China. Neben dem Aufbau von Kooperationen zwischen BASF und lokalen wissenschaftlichen Instituten, Universitäten und Regierungseinrichtungen koordiniert dieses Büro die FuE-Themen des Unternehmens in China, Hongkong, Korea, Taiwan und Singapur. Das Büro feiert im Jahr 2007 sein 10-jähriges Bestehen.

Flüssigkristalle von Merck: Forschung und Entwicklung im Wachstumsmarkt Asien

Die Flüssigkristall-Technologie, Liquid Crystals (LC), ermöglicht immer flachere und schlankere Monitore, Displays und Fernsehgeräte. Im Jahr 2006 wurden erstmalig mehr Flachbildfernseher verkauft als Röhrengeräte. Mehr als 80 % des Umsatzes mit Fernsehgeräten wurden 2006 mit LCD- und Plasma-TVs erwirtschaftet. Der absatzbezogene Marktanteil der verkauften Displays für LCD-Computermonitore lag 2006 ebenfalls bei 80 %. In der Herstellung von Flüssigkristallen hat sich die Merck KGaA als Marktführer etabliert. Der Trend zu immer flacheren Handys, Notebooks, MP3-Playern und auch Fernsehern spiegelt sich auch in der Unternehmensbilanz wider. Die Sparte Liquid Crystals im Merck-Konzern trug mit 21 % Um-

Abb. 3.3–1: Weltweites Kompetenz-Netzwerk für Flüssigkristalle bei der Merck KGaA



Quelle: Merck KGaA.

satzsteigerung am stärksten zum Unternehmenswachstum in 2006 bei. Getragen wurde das Ergebnis fast ausschließlich durch die Nachfrage von Displayherstellern aus Asien.

Die Internationalisierung von Forschung und Entwicklung bei Merck ist insbesondere von der Internationalisierung seiner Märkte und Kunden getrieben. In dem Maße, in dem asiatische Panel- und Display-Produzenten zu Weltmarktführern aufstiegen, hat Merck sein Forschungsnetzwerk ausgedehnt. Dies begann mit dem Aufbau eines anwendungstechnischen Labors in Japan in den 1980er Jahren, gefolgt von Südkorea in den 1990er Jahren und schließlich in Taiwan nach dem Jahr 2000. Diese neuen Bausteine in Mercks Innovationsstrategie sollten jedoch nicht den etablierten Kern am Standort Deutschland ersetzen. Auch heute hält sich die Zahl der Merck-Wissenschaftler in Deutschland und in den asiatischen Labors die Waage. Beide Seiten übernehmen dabei komplementäre Aufgaben im Innovationsprozess. In Deutschland sind die grundlegenden Forschungsaktivitäten gebündelt. Diese profitieren von etablierten Strukturen. Dazu zählen einerseits die wertvolle Expertise der Mitarbeiter und andererseits der Zugang zu modernster, äußerst kapitalintensiver Produktionstechnologie. Die asiatischen Labors sind dagegen vor allem mit Entwicklungsaufgaben betraut, d.h. sie sind die Schnittstelle zum Markt. Angesichts der komplexen Technologie reicht es selten aus, die Kundenimpulse zu sammeln. Stattdessen ist es notwendig, selbst vor Ort und mit dem Kunden zu forschen, um die Problemstellung des Kunden ganzheitlich zu erfassen und eigene Produkte als Lösungen einbringen zu können. Sollte ein Fernsehhersteller beispielsweise Marktpotenzial für ein besonders energiesparendes LCD-TV-Modell erkennen, so kann Merck eine individuell zugeschnittene Flüssigkristall-Mischung anbieten. Typischerweise erarbeitet das asiatische Merck-Labor mit dem Kunden eine Lösung und signalisiert den Bedarf für die maßgeschneiderte Flüssigkristallmischung an die Produktion in Deutschland. Hier werden die Einzelkomponenten hergestellt, während das Mischen zur Endformulierung an den Merckschen asiatischen Standorten erfolgt. Bereits nach ein bis zwei Monaten kann die Produktion des neuen

Displays in Asien beginnen. Auf diese Weise sind bislang mehr als 10.000 kundenspezifische Mischungen entwickelt worden.

Dieses Wechselspiel zwischen Forschung in Deutschland, integrierter Entwicklung in Asien und Produktion sowohl in Deutschland als auch in Asien wird möglich durch die Spezifika der Flüssigkristallproduktion und die organisatorische Kompetenz in der Umsetzung. Auf der einen Seite profitiert diese Form der globalen Interaktion von den geringen Volumenmengen an hochwertigen Flüssigkristallen, die transportiert werden müssen. Die geringen Logistikkosten unterstützen die dezentrale Struktur. Darüber hinaus ist das Eigentum an Technologie und Produkten zuverlässig durch eine Fülle von Patenten abgesichert. Auf der anderen Seite ist es Merck über die Jahre gelungen, den grenz- und kulturübergreifenden Wissensfluss zu managen. Dazu gehört neben moderner Informationstechnologie und wöchentlichen, virtuellen Konferenzen der Forschungsstandorte auch eine ausgefeilte organisatorische Strategie zur weltweiten Rotation von Wissenschaftlern mit ihrem spezifischen Wissen im Unternehmen. 10 % der Forscher tauschen jährlich ihren Aufgabenbereich mit internationalen Kollegen. Dadurch wird wertvolles Wissen im Unternehmen verteilt. Es entstehen aber auch dichte, persönliche Netzwerke, die als „soziales Kapital“ geografische Distanzen überspannen und die Kanäle für den breiten Austausch von Wissen bilden. Diese Integration von international unterschiedlich geprägten Charakteren trägt außerdem zur Schaffung einer eigenen „Merck-Kultur“ bei, die eine effektive Barriere gegen den Abfluss von Wissen durch Fluktuation bildet.

Mit Blick auf die Zukunft ließe sich dieses Modell natürlich in andere Länder expandieren. Allerdings sind die Pfade dorthin nicht primär durch niedrige Arbeitskosten vorgezeichnet. Merck würde aussichtsreichen Kunden auch in andere Teile der Welt folgen. Die Perspektiven dafür sind jedoch mittelfristig begrenzt. Die Akkumulation von Know-how im Panel- und Display-Bereich bei wenigen asiatischen Herstellern verbunden mit Investitionen im Milliardenbereich für Produktionsanlagen und den technologischen Anforderungen an die Infrastruktur aus spezialisier-

Zukunftstechnologie Organische LEDs

Um auch zukünftig markt- und technologieführend in der Display-Technologie sein zu können, forscht das Unternehmen an seinen Standorten in Darmstadt, Frankfurt und Mainz an der zukünftigen Generationen basierend auf OLEDs (Organic Light Emitting Diodes). Bei dieser innovativen Technologie bedient man sich mehrerer organischer Schichten, die auf einer Substratschicht aufgebracht sind. Durch Anlegen der elektrischen Spannung werden Moleküle (Polymere oder kleine Moleküle) in dem organischen Material angeregt. Beim Übergang von dem angeregten Zustand in den Grundzustand senden diese dann farbiges Licht aus. Auf längere Sicht werden die OLEDs mit ihren spezifischen Vorteilen den herkömmlichen Flüssigkristallen hinsichtlich Herstellungskosten, Design, Transparenz, Produktionsprozessen und Energieverbrauch den Rang

ablaufen. So ist, im Gegensatz zu den LCs, bei den OLEDs keine Hintergrundbeleuchtung mehr nötig, was sich in einem geringeren Energieverbrauch niederschlägt. Ebenfalls kostensparend sind OLEDs für großflächige Anwendungen, da sie aus Lösungen herstellbar sind und im Druckverfahren beispielsweise zu Displays gefertigt werden können. OLEDs sind außerdem aufgrund ihrer dünnen Schichten transparent und können auf fast jedem Untergrund aufgetragen werden. Für flexible und große Lichtflächen bieten sie daher ein großes Potenzial. Kleinere, flachere Displays finden insbesondere in Handys und anderen Handhelds ihre Anwendung. Zudem sind 3D-Anwendungen und auch Fernseher mit OLED-Technologie in Zukunft zu erwarten. Hinsichtlich der Produktmerkmale bieten OLED-Bildschirme schnellere Schaltzeiten, einen verbesserten Kontrast, höhere Schärfe, große Helligkeit sowie einen erweiterten Betrachtungswinkel.

ten Zulieferern macht eine Verschiebung innerhalb der Merck-Entwicklungsstandorte Japan, Südkorea und Taiwan mehr wahrscheinlich als das Entstehen von neuen – etwa in China oder Indien.

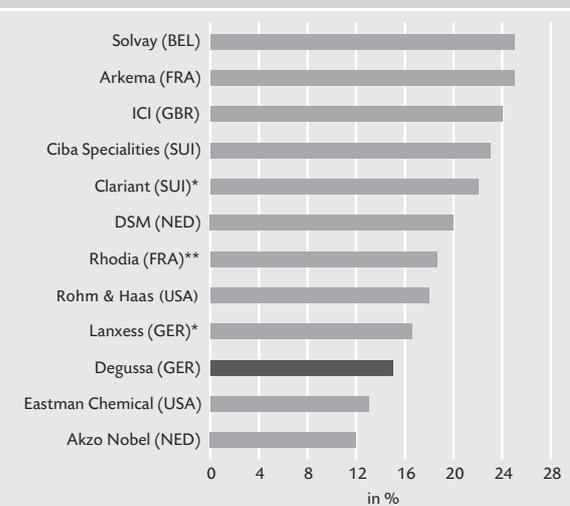
„Make China happen“: Degussa in China

Degussa zählt mit einem Umsatz von 10,9 Mrd. € im Jahr 2006 und über 35.000 Mitarbeitern zu den weltweit führenden Spezialchemie-Unternehmen. Mit mehr als 2.300 FuE-Beschäftigten an 35 Forschungsstandorten und FuE-Gesamtaufwendungen von 304 Mio. € stellt der Konzern mehr Ressourcen für Forschung bereit als jedes andere Spezialchemie-Unternehmen. Asien ist aktuell der wichtigste Wachstumsmarkt für die Degussa. 2006 stiegen die Umsätze in dieser Region um 24 % auf knapp 1,6 Mrd. €. Die Bedeutung Asiens am Gesamtumsatz liegt mit 14,5 % jedoch hinter den Hauptmärkten Europa (32 %, außer Deutschland), Deutschland (29 %) und Nordamerika (19 %) zurück. Im Vergleich zu anderen Spezialchemieunternehmen aus Europa und den USA spielt der Absatzmarkt Asien für die Degussa noch eine geringe Rolle.

Dies soll sich in den nächsten Jahren merklich ändern. Der chinesische Markt wird dabei die zentrale Rolle spielen. Das Umsatzziel der Degussa für China liegt 2008 bei über 800 Mio. €. 2005 betrug der China-Umsatz erst 275 Mio. €, im Jahr 2006 wurde bereits ein Umsatz von 460 Mio. € erzielt. Langfristig erwartet Degussa, dass aufgrund der anhaltend hohen Wachstumsraten mit China ein Markt entstehen wird, der ähnlich groß sein wird wie der europäische oder der nordamerikanische. Um an diesem Wachstum teilzuhaben, werden verschiedene Wege beschritten: Durch Joint Ventures mit führenden chinesischen Produzenten wird ein rascher Marktzugang erreicht. Der Aufbau eigener Produktionsstandorte für die verschiedenen Geschäftsfelder und die Anwerbung sowie Aus- und Weiterbildung von qualifiziertem Personal dienen zur mittelfristigen Absicherung des Wachstumspfad. Investitionen in kundennahe FuE sind schließlich die Grundlage, um das Produktangebot an die spezifischen und sich oft rasch ändernden Anforderungen des chinesischen Marktes anzupassen und damit langfristig das Ziel zu erreichen, größtes Spezialchemie-Unternehmen in China zu werden.

Mit rund 4.000 Beschäftigten (inkl. der Mitarbeiter in Joint Ventures) zählt die 2002 gegründete Degussa (China) Co., Ltd. mit ihren Tochtergesellschaften und Beteiligungen heute zu den größten ausländischen Chemie-Unternehmen in China. Die Produktion findet vor allem im Rahmen von Joint Ventures mit lokalen Partnern sowie am eigenen Multi-User-Standort im Chemiepark Shanghai statt. Die Produktpalette deckt alle wesentlichen Geschäftsfelder der Degussa ab und ist nicht alleine auf den chinesischen Markt, sondern auf ganz Asien ausgerichtet. Zu den Hauptprodukten zählen Cyanurchlorid, Kieselsäure, Carbon

Abb. 3.3–2: Anteil Asiens am Gesamtumsatz von ausgewählten Spezialchemieunternehmen aus Europa und den USA 2005/06



*) inklusive Region „Pazifik“; **) inklusive Regionen „Pazifik“ und „Afrika“. Quelle: Geschäftsberichte. – Zusammenstellung des ZEW.

Black (Industrieruß), Gummisilane, Aminosäuren, Polyurethanschaum-Additive, Lackpolyestern, Pigmentpasten, Farbtonmischsysteme, Hochleistungskunststoffe und Initiatoren für die Kunststoffherstellung. Wichtige Produktionsstandorte sind Anqiu, Changchun, Dailan, Guangzhou, Hongkong, Liaoyang, Nanning, Nanping, Qingdao, Rizhao, Shanghai und Yingkou. Das größte Investitionsvorhaben der Degussa in China ist derzeit die Errichtung einer Anlage zur Methacrylat-Verbundproduktion am Standort Shanghai mit einem Investitionsvolumen von ca. 250 Mio. € bis 2009.

Neben der Errichtung von Produktionsstätten umfasst die China-Strategie der Degussa auch den Aufbau eines Forschungs- und Entwicklungszentrums. Im Jahr 2004 eröffnete Degussa sein Forschungs- und Entwicklungszentrum in Shanghai, bis 2007 wird dieses noch weiter ausgebaut. Die Investitionen von insgesamt mehr als 20 Mio. € dienen dazu, Produkte für den chinesischen Markt zu entwickeln und anzupassen, etwa was spezifische Rezepturen und Materialeigenschaften betrifft. Dabei spielt auch die Möglichkeit zur Kooperation mit chinesischen Kunden vor Ort eine wichtige Rolle. Das Forschungszentrum ist darüber hinaus in das globale FuE-Netzwerk von Degussa eingebunden. Es umfasst neben modernen Labors auch Marketing-Abteilungen, einen technischen Kundendienst und Einrichtungen der Anwendungstechnik. Zudem knüpft Degussa Kooperationen mit chinesischen Forschungseinrichtungen. Die Degussa bringt in solche Kooperationen ihre finanziellen Ressourcen, ihr Vertriebs- und Marketing-Know-How sowie ihre Projektmanagement-Erfahrung ein. Daneben ist durch die Kooperation auch eine frühzeitige Identifizierung und Rekrutierung von Nachwuchs-Führungskräften für den Degussa-Konzern möglich.

4 Innovationspolitik unter veränderten Rahmenbedingungen

Die Chemieindustrie ist ein zentraler Pfeiler des deutschen Innovationssystems: Sie stellt einer großen Zahl anderer Branchen innovative Materialien, Komponenten und Systemlösungen zur Verfügung, die Grundlage für weitere Innovationen in diesen Branchen sind. Die Kundenbranchen der Chemie in Deutschland können dabei von einer besonders innovationsorientierten heimischen Chemieindustrie profitieren. Bei FuE und Innovationen liegt die deutsche Chemieindustrie im internationalen Vergleich an der Spitze.

Allerdings hat in den vergangenen Jahren der Beitrag des Innovationsmotors Chemie zur gesamtwirtschaftlichen Innovationsleistung nachgelassen. Dies hat mehrere Gründe:

- Die FuE-Aufwendungen der deutschen Chemieindustrie stagnieren seit vielen Jahren, während andere Branchen, die zum Teil ebenfalls die Funktion als Lieferanten innovativer Vorleistungen übernehmen, zusätzliche Mittel für Forschung und Innovation bereitgestellt haben. Dadurch verringerte sich das Gewicht der Chemieindustrie als „Forschungsvorleister“.
- Eine geringe FuE-Dynamik ist jedoch nicht nur für die deutsche Chemieindustrie festzustellen, sondern sie gilt weltweit. Dies dürfte mit im Vergleich zu anderen Branchen geringen Anstößen durch Technologieschübe zusammenhängen. Zuletzt kamen technologieübergreifend Impulse für Innovationen vor allem aus den Informations- und Kommunikationstechnologien, der Umwelttechnik, der Biotechnologie und der Produktionstechnik. In den nächsten Jahren könnte sich dies aber ändern, wenn sich z. B. durch die Nanotechnologie oder neue Entwicklungen in den Energietechnologien ganz neue Innovationsperspektiven eröffnen. Diese bieten der Chemieindustrie ein hohes Potenzial für technologische Neuerungen und bahnbrechende Innovationen.
- In Deutschland kam der Chemieindustrie über lange Jahre eine herausgehobene Bedeutung als Innovationsmotor zu. Dies lag auch an gewissen Schwachpunkten des deutschen Innovationssystems an anderen Stellen, wie einem eher kleinen und wenig FuE-orientierten Dienstleistungssektor und einem vergleichsweise geringen Gewicht von Spitzentechnologiebranchen. Der Aufholprozess Deutschlands in diesen Feldern hat den Beitrag der Chemieindustrie zur gesamtwirtschaftlichen Innovationstätigkeit relativiert und somit quasi zu einer Angleichung der Bedeutung der Chemieindustrie im Innovationssystem an

internationale Standards geführt. So gesehen scheint die Chemieindustrie etwas im Schatten des innovativen Strukturwandels zu stehen.

- Das Gewicht Deutschlands in der weltweiten Chemieindustrie hat von einem sehr hohen Niveau aus sukzessive abgenommen. Dies liegt vor allem am überproportionalen Wachstum Asiens, und hier vor allem Ostasiens (Japan, Korea, China). Diese Länder weiten nicht nur Nachfrage und Produktion von Chemiewaren aus, sondern auch ihre Innovationsanstrengungen.

Trotz dieser Herausforderungen konnte die deutsche Chemieindustrie bislang ihre starke Position sowohl als Innovations- wie Produktionsstandort halten. Die Chemieindustrie ist weiterhin eine der zentralen technologischen Stärken Deutschlands, und Deutschland einer der wichtigsten Chemiestandorte bei Forschung, Innovation und Produktion. Um diese Position zu halten und im Wettbewerb auf den dynamischen Märkten und mit neuen Anbietern zu bestehen, sind zusätzliche Anstrengungen gerade im Innovationsbereich notwendig.

Hier ist auch die Innovationspolitik gefordert. Dabei geht es weniger um direkte staatliche Interventionen zur Förderung von Forschung und Innovation. Vielmehr müssen die Rahmenbedingungen und Grundlagen für einen attraktiven Innovationsstandort Chemie gesichert und verbessert werden:

- Forschung und Innovation benötigen gut ausgebildete Menschen, die Ideen hervorbringen und in diese neue Produkte und Verfahren umsetzen. Die Sicherung eines umfassenden und qualitativ hochwertigen Angebots an Fachkräften durch **Investitionen in Bildung und Wissenschaft** ist zentrale und ureigenste Aufgabe der Politik. Eine **ausreichende Personalausstattung** und eine hohe Qualität der Forschung an den Hochschulen ist dafür wichtige Voraussetzung. Trotz Zuwächsen in den vergangenen Jahren liegt die Personalausstattung an den Chemieinstituten weiterhin unter dem Niveau von Mitte der 1990er Jahre. Dem ist durch eine Ausweitung des Grundmittel- und Drittmittelpersonals und einer deutlichen Verbesserung in der Forschungsinfrastruktur (Sachmittel, Labors) an den Hochschulen gegenzusteuern.
- Der **naturwissenschaftlichen Ausbildung an den Schulen** ist ein höherer Stellenwert einzuräumen. Denn erstens wird die spätere Studienwahl durch die fachlichen Schwerpunkte in der schulischen Ausbildung gelegt. Zum anderen gehört ein fundiertes naturwissenschaftliches Wissen zur „Grundausstattung“,

damit sich Bürger und Konsumenten in einer komplexen Welt zurechtfinden und informierte Entscheidungen treffen können. In der Hochschulausbildung ist darauf zu achten, die hohe **Qualität des Chemiestudiums** in Deutschland im Rahmen der neuen Bachelor- und Master-Studiengänge zu sichern und gegebenenfalls auch kurzfristig Anpassungen vorzunehmen, etwa was den Übergang zwischen den beiden Studiengängen betrifft. Dies schließt auch eine effiziente Arbeitsteilung zwischen Fachhochschulen und Universitäten bei der Ausbildung von Chemikern ein. Die **Zuwanderung von Fachkräften** und deren Familienangehörigen sollte vereinfacht und entbürokratisiert werden, sowohl um die steigende Nachfrage nach hoch Qualifizierten in Deutschland mittel- und langfristig befriedigen zu können, als auch um die Internationalisierungsbemühungen der Unternehmen nicht zu behindern.

- Gesetze und Regulierungen werden von innovativen Chemieunternehmen als das wichtigste Innovationshemmnis genannt. Viele dieser staatlichen Regelungen auf nationaler wie internationaler Ebene zielen darauf ab, Mensch und Umwelt vor möglichen schädlichen Wirkungen von Stoffen zu schützen. Während dieses Schutzbedürfnis unbestritten ist, besteht die Herausforderung darin, die Regulierungen so zu gestalten, dass sie negative Auswirkungen auf die Innovationsaktivitäten – und damit auf die künftige Verbesserung von Materialien und Prozessen, auch in Hinblick auf deren Wirkungen auf Mensch und Umwelt – so gering wie möglich halten. Daher sollten wirtschaftsrelevanten **Regulierungen grundsätzlich auf ihre positiven und negativen Innovationsanreize** geprüft werden.
- Anreize für FuE erfordern ein **funktionierendes Patentsystem**. Dies gilt für die Chemieindustrie mit ihren langen Produktlebenszyklen bei gleichzeitig starkem Preisdruck und fortschreitender Internationalisierung von Absatz und Produktion ganz besonders. Damit Investitionen in FuE und Innovationen über Erlöse am

Markt wieder zurückfließen, sind oft lange Vermarktungszeiträume notwendig. Die Einführung eines Gemeinschaftspatents auf EU-Ebene bei möglichst gleichen administrativen Kosten gegenüber den nationalen Patenten ist hierzu ein wesentlicher Baustein. Eine Übersetzungspflicht in alle Amtssprachen der EU widerspricht diesem Ziel. Ein weiterer Aspekt ist gerade im Zusammenhang mit der raschen Globalisierung der Chemieindustrie eine deutliche Verbesserung der **Durchsetzbarkeit** von Schutzrechten, insbesondere auch in den neuen Märkten China und Indien.

- **Kooperationen** zwischen Unternehmen und der wissenschaftlichen Forschung sind grundlegend für Innovationsprozesse in der Chemieindustrie. Wenngleich diese Kooperationen schon lange etabliert sind und gut funktionieren, ist trotzdem auf ein **anreizkompatibles System in der Wissenschaft** zu achten. Dies bedeutet u. a., dass sich die Forscher in wissenschaftlichen Einrichtungen auch mit Themenstellungen befassen, die unmittelbare Relevanz und Lösungsbeiträge für die industrielle chemische Forschung haben. Hier ist zu prüfen, inwieweit die verschiedenen Aktivitäten zur Erhöhung der Verwertungsorientierung von Hochschulen (Reform des Patentrechts an Hochschulen, Förderinstrument „Forschungsprämie“) auch effizient und effektiv sind.

Innovationen benötigen nicht nur ein ausreichend solides und hochwertiges Fundament in Bildung und Ausbildung, Wissenschaft und Forschung, sondern auch eine anspruchsvolle und dynamische Entwicklung der Nachfrage und insofern vertrauenerweckende **makroökonomische Rahmenbedingungen**. Denn die Umsetzung von neuem technischem Wissen in neue Produkte und Verfahren und damit in unternehmerische Rendite würde sonst wesentlich zögerlicher erfolgen oder verhindert werden bzw. an anderen Standorten stattfinden. In diesem Sinne ist die Flankierung der Innovationspolitik durch eine Reihe von Politikbereichen erforderlich, namentlich ist dies die Steuerpolitik, aber auch die Arbeitsmarkt- und Sozialpolitik.

ZEW

Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung GmbH

L 7, 1 · D-68161 Mannheim
Postfach 10 34 43 · D-68034 Mannheim
Telefon +49 / (0) 621 / 12 35 - 01
Telefax +49 / (0) 621 / 12 35 - 224
Internet: www.zew.de, www.zew.eu
E-Mail: info@zew.de