

Michael Rothgang

Das Innovations- geschehen in NRW

Eine Analyse der forschungsaktiven Sektoren

Heft 42



Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung

Vorstand:

Prof. Dr. Christoph M. Schmidt, Ph.D. (Präsident),

Prof. Dr. Thomas K. Bauer

Prof. Dr. Wim Kösters

Verwaltungsrat:

Dr. Eberhard Heinke (Vorsitzender);

Dr. Dietmar Kuhnt, Dr. Henning Osthues-Albrecht, Reinhold Schulte
(stellv. Vorsitzende);

Prof. Dr.-Ing. Dieter Ameling, Manfred Breuer, Dr. Hans Georg Fabritius,

Prof. Dr. Harald B. Giesel, Dr. Thomas Köster, Dr. Wilhelm Koll, Dr. Thomas A.

Lange, Tillmann Neinhaus, Dr. Torsten Schmidt, Dr. Gerd Willamowski

Forschungsbeirat:

Prof. Michael C. Burda, Ph.D., Prof. David Card, Ph.D., Prof. Dr. Clemens Fuest,

Prof. Dr. Justus Haucap, Prof. Dr. Walter Krämer, Prof. Dr. Michael Lechner,

Prof. Dr. Till Requate, Prof. Nina Smith, Ph.D.

Ehrenmitglieder des RWI Essen

Heinrich Frommknecht, Prof. Dr. Paul Klemmer †

RWI : Materialien Heft 42

Herausgeber: Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung,
Hohenzollernstraße 1/3, 45128 Essen, Tel. 0201/81 49-0

Alle Rechte vorbehalten. Essen 2008

Schriftleitung: Prof. Dr. Christoph M. Schmidt, Ph.D.

Redaktionelle Bearbeitung: Joachim Schmidt

ISSN 1612-3573

ISBN 978-3-86788-044-2

RWI : Materialien

Heft 42

Michael Rothgang

Das Innovations- geschehen in NRW

Eine Analyse der forschungsaktiven Sektoren



Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Der vorliegende Beitrag stellt eine wesentliche Überarbeitung der entsprechenden Ausführungen im „Innovationsbericht 2006“ dar; vgl. dazu RWI Essen und SV Wissenschaftsstatistik (2006), Innovationsbericht 2006. Zur Leistungsfähigkeit des Landes Nordrhein-Westfalen in Wissenschaft, Forschung und Technologie. Forschungsprojekt für das Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen. RWI : Projektberichte. Essen.

Der Autor dankt den Mitgliedern des Projektteams für den Innovationsbericht 2006, insbesondere Bernhard Lageman und Christoph M. Schmidt, sowie Rainer Graskamp (Wissenschaftler), Karl-Heinz Herlitschke und Thomas Michael (Statistik), Maren Michaelsen (studentische Hilfskraft), Anette Hermanowski, Joachim Schmidt, Daniela Schwindt und Marlies Tapaß (Redaktion und Druck) für die Unterstützung der Arbeiten.

ISSN 1612-3573

ISBN 978-3-86788-044-2

Vorwort

Die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen im Allgemeinen sowie die Forschungs- und Innovationsaktivitäten im Besonderen sind sehr stark durch sektorale und marktspezifische Zusammenhänge bestimmt. Die Unterschiede im Wettbewerbsverhalten und bei Innovationen zwischen Branchen und Märkten stellen daher eines der großen Themengebiete sowohl der industriellen als auch der innovationsökonomischen Literatur dar. Gerade im angloamerikanischen Sprachraum wurde dem branchenspezifischen Zugang zu Fragen der Wettbewerbsfähigkeit eine wichtige Rolle beigemessen. So hat die *Sloan-Foundation* bereits seit Anfang der neunziger Jahre ein umfangreiches Programm zu Industriestudien finanziert, an dem Wissenschaftler von 26 US-amerikanischen Hochschulen beteiligt sind (www.sloan.org/programs/IndustryStudies.shtml, Abruf vom 17. Dezember 2007). Einen wichtigen Beitrag leisten auch wirtschaftshistorische Untersuchungen wie die von *Chandler* zur Elektronik- und zur Chemischen Industrie.

Die Analyse von sektorspezifischen Innovationsprozessen wiederum hat, angefangen mit den Arbeiten von *Pavitt* (1987) zu sektoralen Unterschieden der Produktions- und Innovationsaktivitäten, von *Carlsson und Stankiewicz* zu „Technological Systems“ und von *Breschi und Malerba* zu sektoralen Innovationssystemen international wachsende Aufmerksamkeit erfahren. Prägende Gemeinsamkeit solcher sektoralen Systeme sind nicht nur die Entwicklung gemeinsamer Technologien und Innovationsprozesse, sondern gleichermaßen Produktions- und Wertschöpfungssysteme und Wettbewerbsprozesse. Die Europäische Union hat zuletzt das Projekt „European Sectoral Systems of Innovation (ESSY) – Innovation, Competitiveness and Growth“ finanziert, an dem einige der wichtigsten entsprechenden Forschungsinstitute auf europäischer Ebene beteiligt waren.

Der vorliegende Beitrag wurde durch die genannten Arbeiten inspiriert. Er umfasst das überarbeitete sechste Kapitel des „Innovationsberichts NRW 2006“ im Auftrag des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen. Im Blickpunkt stehen Wirtschaftsaktivität und Innovationsgeschehen in den vier großen for-

schungsaktiven Sektoren des Landes, der Chemischen und Pharmazeutischen Industrie, dem Fahrzeugbau, dem Elektrotechnik- und Elektroniksektor sowie dem Maschinenbau. Es wird nach Stärken und Schwächen im Vergleich zu den süddeutschen Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg gefragt. Darüber hinaus werden die internationalen FuE-Aktivitäten als Vergleichsmaßstab herangezogen.

Aus der Analyse ergibt sich ein Bild der Lage dieser vier sektoralen Innovationssysteme in Nordrhein-Westfalen. Darin spiegeln sich auch die weltweiten Strukturverschiebungen und -brüche der betrachteten Sektoren. Gleichfalls bilden die Rahmenbedingungen und regionalen Strukturen in Nordrhein-Westfalen einen nicht zu vernachlässigenden Hintergrund. In der Chemischen Industrie, der Vorzeigebbranche im Land, ist es zu tiefgreifenden Umbrüchen gekommen, die lange Zeit sowohl in der VGR als auch den FuE-Statistiken auf Landesebene ihre Spuren hinterlassen haben. Der Elektroniksektor wiederum ist durch viele – teilweise international erfolgreiche – mittelständische und kleine Großunternehmen geprägt. Die großen Konzerne, die diese Branche weltweit dominieren, sind hierzulande nicht vertreten.

Der Fahrzeugbau ist in NRW – anders als in den süddeutschen Bundesländern – sehr stark durch die Zulieferindustrie geprägt, die in den vergangenen Jahrzehnten trotz oder sogar wegen des Erfolgs der deutschen Unternehmen dieser Branche sehr stark unter einem starken Kostendruck gestanden haben. Der insgesamt sehr heterogene Maschinenbau ist in Nordrhein-Westfalen stärker als etwa in Baden-Württemberg auf die Schwerindustrie ausgerichtet und war daher auch im Zuge des Niedergangs der Montanindustrie im Ruhrgebiet stärkeren Strukturveränderungen ausgesetzt als in anderen Ländern. In der Gesamtschau gibt sich ein äußerst vielfältiges Bild in den einzelnen Branchen, das in dem vorliegenden Band detailliert untersucht wird.

Essen, April 2008

Inhalt

1.	Schwerpunkte von Forschung und Innovationen in den Sektoren. . .	12
1.1	FuE-Aufwendungen und -Beschäftigung in den forschungsaktiven Sektoren	12
1.2	FuE-Standorte und Industriestruktur der Wirtschaft in NRW.	14
2.	Datengrundlagen	16
3.	Chemische Industrie	18
3.1	Lage und Perspektiven: Gesamteinschätzung.	18
3.2	Industriestruktur und Wettbewerb.	19
3.3	Innovationssystem	22
3.4	Innovationsaktivitäten im deutschen und internationalen Vergleich .	24
3.5	Die Unternehmensperspektive	28
4.	Fahrzeugbau	30
4.1	Lage und Perspektiven: Gesamteinschätzung.	30
4.2	Innovationssysteme im Fahrzeugbau	32
4.3	Industriestruktur, Wettbewerb und Entwicklung des Fahrzeugbaus in NRW und weltweit	33
4.4	Innovationsaktivitäten des Fahrzeugbaus in NRW im deutschen und internationalen Vergleich.	37
4.5	Strukturwandel des Fahrzeugbaus in NRW aus Unternehmensperspektive	43
5.	Elektrotechnik- und Elektroniksektor	46
5.1	Wandel und Perspektiven von FuE- und Innovationsaktivitäten des Elektrotechnik- und Elektroniksektors in NRW: Gesamteinschätzung	46
5.2	Innovationssystem des Elektrotechniksektors	47
5.3	Industriestruktur, Wettbewerb und Entwicklung des Elektroniksektors in NRW und Deutschland	50
5.4	Innovationsaktivitäten des Elektrotechniksektors in NRW im deutschen und internationalen Vergleich.	53

5.5	Strukturwandel des Elketrotechniksektors in NRW aus Unternehmensperspektive	60
6.	Maschinenbau	64
6.1	Wandel und Perspektiven von FuE- und Innovationsaktivitäten des Maschinenbaus in NRW: Gesamteinschätzung	64
6.2	Innovationssysteme im Maschinenbau	65
6.3	Industriestruktur, Wettbewerb und Entwicklung des Maschinenbaus in NRW und weltweit	67
6.4	Innovationsaktivitäten des Maschinenbaus in NRW im deutschen und internationalen Vergleich	70
6.5	Strukturwandel des Maschinenbaus in NRW aus Unternehmensperspektive	75
7.	Fazit: Das Innovationsgeschehen in den forschungsaktiven Branchen des Verarbeitenden Gewerbes in NRW	79
	Literatur	80

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Sektoren nach Forschungsausgaben und -personal in Deutschland, NRW, Baden-Württemberg und Bayern.	13
Tabelle 2:	Anzahl der Beschäftigten in den Wirtschaftszweigen des Verarbeitenden Gewerbes in NRW.	17
Tabelle 3:	Unternehmen und steuerbarer Umsatz der Chemischen Industrie in NRW und Deutschland	20
Tabelle 4:	Unternehmen und Umsatz der Chemischen Industrie in NRW und Deutschland nach Umsatzgrößenklassen.	22
Tabelle 5:	Beschäftigte und Forschungspersonal der Chemischen Industrie nach Regionen	24
Tabelle 6:	Beschäftigung in der Chemischen Industrie in NRW, Deutschland und ausgewählten OECD-Ländern	26
Tabelle 7:	Interne Forschungsausgaben der Chemischen Industrie im internationalen Vergleich	27
Tabelle 8:	Veränderung interner Forschungsausgaben der Chemischen Industrie in ausgewählten Industrieländern	28
Tabelle 9:	Ausgewählte forschungsaktive Unternehmen der Chemischen und Pharmazeutischen Industrie in NRW	29
Tabelle 10:	Unternehmen und steuerbarer Umsatz des Fahrzeugbaus in NRW und Deutschland	34
Tabelle 11:	Unternehmen und Umsatz im Fahrzeugbau in NRW und Deutschland nach Umsatzgrößenklassen	35
Tabelle 12:	Beschäftigte und Forschungspersonal des Fahrzeugbaus nach Regionen.	38
Tabelle 13:	Beschäftigung des Fahrzeugbaus in NRW, Deutschland und ausgewählten OECD-Ländern.	40
Tabelle 14:	Interne Forschungsausgaben des Fahrzeugbaus im internationalen Vergleich	42
Tabelle 15:	Veränderung interner Forschungsausgaben im Fahrzeugbau in ausgewählten Industrieländern	43

Tabelle 16:	Ausgewählte forschungsaktive Unternehmen des Fahrzeugbaus in NRW.	45
Tabelle 17:	Unternehmen und steuerbarer Umsatz des Elektrotechniksektors in NRW und Deutschland	51
Tabelle 18:	Unternehmen und Umsatz im Elektrotechniksektor in NRW und Deutschland nach Umsatzgrößenklassen.	52
Tabelle 19:	Beschäftigte und Forschungspersonal des Elektrotechniksektors nach Regionen	54
Tabelle 20:	Beschäftigung im Elektrotechniksektor in NRW, Deutschland und ausgewählten OECD-Ländern	56
Tabelle 21:	Forschungsausgaben und -intensität des Elektrotechniksektors im internationalen Vergleich	58
Tabelle 22:	Veränderung internationaler Forschungsausgaben im Elektrotechniksektor in ausgewählten Industrieländern	60
Tabelle 23:	Ausgewählte forschungsaktive Unternehmen des Elektrotechniksektors in NRW	61
Tabelle 24:	Unternehmen und steuerbarer Umsatz des Maschinenbaus in NRW und Deutschland	68
Tabelle 25:	Unternehmen und Umsatz im Maschinenbau in NRW und Deutschland nach Umsatzgrößenklassen	70
Tabelle 26:	Beschäftigte und Forschungspersonal im Maschinenbau in Deutschland, NRW, Bayern und Baden-Württemberg	71
Tabelle 27:	Forschungsintensitäten im Maschinenbau in den Regionen von NRW im Vergleich zu Bayern und Baden-Württemberg.	71
Tabelle 28:	Beschäftigung im Maschinenbau in NRW, Deutschland und ausgewählten OECD-Ländern.	72
Tabelle 29:	Interne Forschungsausgaben des Maschinenbaus im internationalen Vergleich	74
Tabelle 30:	Veränderung interner Forschungsausgaben im Maschinenbau in ausgewählten Industrieländern	75
Tabelle 31:	Ausgewählte forschungsaktive Unternehmen des Maschinenbaus in NRW.	77

Verzeichnis der Schaubilder

Schaubild 1:	Beschäftigungsanteil von Bayern, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen nach Branchen des Verarbeitenden Gewerbes	15
Schaubild 2:	Beschäftigung in Teilbranchen der Chemischen Industrie nach Regionen in NRW	21
Schaubild 3:	Beschäftigung in der Chemischen Industrie in ausgewählten OECD-Ländern und Nordrhein-Westfalen	25
Schaubild 4:	Beschäftigung in Teilbranchen des Fahrzeugbaus nach Regionen in NRW	36
Schaubild 5:	Beschäftigung im Fahrzeugbau in ausgewählten OECD-Ländern und Nordrhein-Westfalen.	41
Schaubild 6:	Beschäftigung in Teilbranchen des Elektroniksektors nach Regionen in NRW	53
Schaubild 7:	Beschäftigung im Elektroniksektor in ausgewählten OECD-Ländern und Nordrhein-Westfalen	59
Schaubild 8:	Beschäftigung in Teilbranchen des Maschinenbaus nach Regionen in NRW	69
Schaubild 9:	Beschäftigung im Maschinenbau in ausgewählten OECD-Ländern und Nordrhein-Westfalen.	73

Das Innovationsgeschehen in NRW – Eine Analyse der forschungsaktiven Sektoren

Die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen im Allgemeinen wie die Forschungs- und Innovationsaktivitäten im Besonderen sind sehr stark durch Marktspezifika bestimmt. Die Unterschiede im Wettbewerbsverhalten und den Innovationsaktivitäten zwischen Branchen und Märkten stellen daher eines der großen Themengebiete sowohl der industrie- wie auch der innovationsökonomischen Literatur dar. Gerade im angloamerikanischen Sprachraum wurde branchenspezifischen Fragen der Wettbewerbsfähigkeit eine wichtige Rolle beigemessen. So hat die *Sloan-Foundation* bereits seit Anfang der neunziger Jahre ein umfangreiches Programm mit Industriestudien finanziert, an dem Forscher von 26 US-amerikanischen Hochschulen, darunter auch einige der Elitehochschulen des Landes, beteiligt sind (<http://www.sloan.org/programs/IndustryStudies.shtml>). Einen wichtigen Beitrag leisten dabei auch wirtschaftshistorische Untersuchungen wie diejenigen von Chandler (2005a, b) zur Elektronik- und zur Chemischen Industrie.

Ebenso hat die Analyse von sektoralen Innovationsprozessen – angefangen mit den Arbeiten von Pavitt (1984) zu sektoralen Unterschieden bei Produktion und Innovation, von Carlsson/Stankiewicz (1991) zu „Technological Systems“ und Breschi/Malerba (1997) zu sektoralen Innovationssystemen – in den vergangenen Jahren international eine wachsende Aufmerksamkeit erfahren (für einen aktuellen Überblick vgl. Malerba 2005). Sektorale Innovationssysteme sind über gemeinsame Technologien und Innovationsprozesse hinaus auch durch Produktions- und Wertschöpfungssysteme sowie Wettbewerbsprozesse miteinander verbunden (Breschi, Malerba 1997: 130f.). Die Europäische Union hat zuletzt ein umfangreiches Projekt „European Sectoral Systems of Innovation (ESSY) – Innovation, Competitiveness and Growth“ finanziert, an dem einige der wichtigsten Forschungsinstitute im Bereich der Innovationsforschung auf europäischer Ebene beteiligt waren (Malerba 2004).

Der vorliegende Beitrag wurde durch die genannten Arbeiten inspiriert. Im Blickpunkt stehen Wirtschaftsaktivität und Innovationen in den vier großen,

forschungsaktiven Sektoren des Verarbeitenden Gewerbes in Nordrhein-Westfalen – d.h. in der Chemischen und Pharmazeutischen Industrie, im Fahrzeugbau, im Elektrotechnik- und Elektroniksektor sowie im Maschinenbau. Es wird nach Stärken und Schwächen des sektoralen Innovationsgeschehens im Vergleich zu den süddeutschen Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg gefragt. Darüber hinaus werden der Vergleich mit den deutschlandweiten FuE-Aktivitäten durchgeführt und die Bedeutung der sektoralen Innovationssysteme im internationalen Maßstab untersucht.¹

Aus der Analyse ergibt sich vor dem Hintergrund der weltweiten und der nationalen Rahmenbedingungen der Branchen ein Bild der Stärken und Schwächen dieser vier sektoralen Innovationssysteme in NRW:

- In der Chemischen Industrie, der Vorzeigebbranche des Landes, ist es zu tiefgreifenden Verschiebungen in der Produktions- und Beschäftigungsstruktur gekommen, die lange Zeit sowohl in den Statistiken der VGR als auch den FuE-Statistiken auf Landesebene gegenüber der Entstehung neuer Marktfelder dominiert haben.
- Der Elektroniksektor ist durch viele – teilweise international erfolgreiche – mittelständische und kleine Großunternehmen geprägt. Die großen Konzerne, die diese Branche weltweit dominieren, sind in NRW nicht vertreten.
- Der Fahrzeugbau ist in NRW – anders als in den süddeutschen Bundesländern – sehr stark durch die Unternehmen der Kfz-Zulieferindustrie geprägt, die in den vergangenen Jahrzehnten sehr stark unter einem immensen Kostendruck gestanden haben.
- Der sehr heterogene Maschinenbau ist in NRW stärker als etwa in Baden-Württemberg auf die Schwerindustrie ausgerichtet und war daher auch im Zuge des Niedergangs der Montanindustrie im Ruhrgebiet stärkeren Verwerfungen unterworfen als in anderen Ländern.
- In der Gesamtschau gibt sich ein äußerst vielfältiges Bild in den einzelnen Branchen, das im Folgenden näher untersucht wird.

1. Schwerpunkte von Forschung und Innovationen in den Sektoren

1.1 FuE-Aufwendungen und -Beschäftigung in den forschungsaktiven Sektoren

Forschungsausgaben und -personal der Wirtschaft verteilen sich in Deutschland, wie in allen Industrienationen, nicht gleichmäßig auf die Sektoren (Tabelle 1). Etwa 90% der FuE-Ausgaben werden in Deutschland, wie in NRW, Bayern oder Baden-Württemberg in den Sektoren des Verarbeitenden Gewerbes getätigt. Dort wiederum findet Forschung und Entwicklung (FuE)

¹ Der Beitrag umfasst das überarbeitete Kapitel 6 aus RWI Essen und SV Wissenschaftsstatistik (2007).

Tabelle 1

Sektoren nach Forschungsausgaben und -personal in Deutschland, NRW, Baden-Württemberg und Bayern
 2003

	Forschungs-	Anteil an den	Forschungs-	Forschungs-	Forschungs-
	ausgaben	gesamten	intensität ¹	personal	personal-
	in Mrd. €	Forschungs-		in %	intensität ²
		ausgaben			
Deutschland					
Verarbeitendes Gewerbe	34 333	0,91	2,2	264 224	3,8
Chemische Industrie	6 345	0,17	4,6	41 976	8,9
Maschinenbau	3 721	0,10	2,5	34 951	3,4
Elektronik	7 590	0,20	3,6	68 862	6,5
Fahrzeugbau	14 209	0,38	4,8	95 384	13,3
Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe	2 468	0,07	0,3	23 051	0,6
Unternehmensdienstleistungen	2 553	0,07	5,1	22 264	0,8
übrige Wirtschaft	857	0,02	0,0	7 889	0,0
Insgesamt	37 743	1,00	0,9	294 377	1,1
Nordrhein-Westfalen					
Verarbeitendes Gewerbe	4 593	0,91	1,3	36 774	2,5
Chemische Industrie	1 671	0,33	3,6	10 909	8,4
Maschinenbau	681	0,13	1,8	6 332	2,8
Elektronik	919	0,18	2,9	8 943	4,9
Fahrzeugbau	726	0,14	2,4	4 751	6,2
Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe	596	0,12	0,3	5 839	0,7
Unternehmensdienstleistungen	306	0,06	3,0	2 428	0,4
übrige Wirtschaft	147	0,03	0,0	1 174	0,0
Insgesamt	5 046	1,00	0,5	40 376	0,7
Bayern					
Verarbeitendes Gewerbe	8 364	0,92	3,1	67 291	5,1
Chemische Industrie	647	0,07	6,9	4 427	7,0
Maschinenbau	753	0,08	3,2	6 710	3,1
Elektronik	2 686	0,30	2,9	23 631	9,0
Fahrzeugbau	3 741	0,41	7,6	28 545	18,5
Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe	537	0,06	0,5	3 978	0,6
Unternehmensdienstleistungen	584	0,06	5,8	4 762	1,1
übrige Wirtschaft	128	0,01	0,0	1 166	0,0
Insgesamt	9 076	1,00	1,3	73 219	1,7
Baden-Württemberg					
Verarbeitendes Gewerbe	8 910	0,91	2,7	69 505	5,2
Chemische Industrie	750	0,08	3,7	5 222	8,2
Maschinenbau	1 300	0,13	2,8	11 873	4,5
Elektronik	1 823	0,19	4,2	15 939	6,3
Fahrzeugbau	4 683	0,48	4,3	33 047	17,2
Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe	354	0,04	0,3	3 424	0,6
Unternehmensdienstleistungen	751	0,08	7,3	5 948	1,6
übrige Wirtschaft	89	0,01	0,0	457	0,0
Insgesamt	9 750	1,00	1,4	75 910	2,0

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, SV-Statistik 2003/04: 29*, 30*. – ¹Forschungsausgaben/Umsätze. – ²Forschungspersonal/SV-Beschäftigte.

schwerpunktmäßig in der Chemischen Industrie, im Maschinenbau, im Elektroniksektor und im Fahrzeugbau statt. Im Dienstleistungssektor konzentriert sich ein großer Teil der Forschungsaktivitäten in Teilbereichen der unternehmensnahen Dienstleistungen (FuE-Dienstleistungen, Software-Erstellung, Ingenieurbüros). Diese Bereiche werden daher zu den wissensintensiven Dienstleistungen gezählt.²

Während nahezu alle Unternehmen sowohl des Verarbeitenden Gewerbes als auch der Dienstleistungen Nutzer neuer Technologien sind und Innovationen im Sinn neuer Produktangebote oder einer verbesserten Organisation in allen Sektoren eine zentrale Rolle spielen, konzentriert sich die systematische Suche nach Neuerungen auf die vier genannten Sektoren; dort wurden in NRW 2003 insgesamt 3 997 Mill. € für FuE ausgegeben, was 79% der Ausgaben der Wirtschaft für FuE in NRW entspricht³.

Daraus folgt jedoch nicht, dass nicht auch in den anderen Sektoren Forschungsaktivitäten in bedeutendem Umfang stattfinden. Immerhin waren 2 765 FuE-Mitarbeiter in der Metallerzeugung und -bearbeitung in NRW beschäftigt (7,5% des gesamten FuE-Personals; SV Wissenschaftsstatistik 2006, Anhang Tabelle 24). Auch bei den Energieversorgungsunternehmen spielen FuE-Aktivitäten insbesondere für den Zukauf neuer Technologien eine wichtige Rolle, auch wenn das quantitative Ausmaß der FuE-Ausgaben im Vergleich zu anderen Bereichen des Verarbeitenden Gewerbes eher gering ist⁴.

1.2. FuE-Standorte und Industriestruktur der Wirtschaft in NRW

Sowohl in historischer Perspektive als auch was die gegenwärtige räumliche Struktur der FuE-Aktivitäten anbelangt, besteht ein enger Zusammenhang zwischen Wirtschaftsaktivität der Sektoren und Forschung. FuE-Labors wurden seit Ende des 19. Jahrhunderts – zunächst vor allem in den wachsenden Unternehmen der Chemischen und Elektrotechnischen Industrie – dort ge-

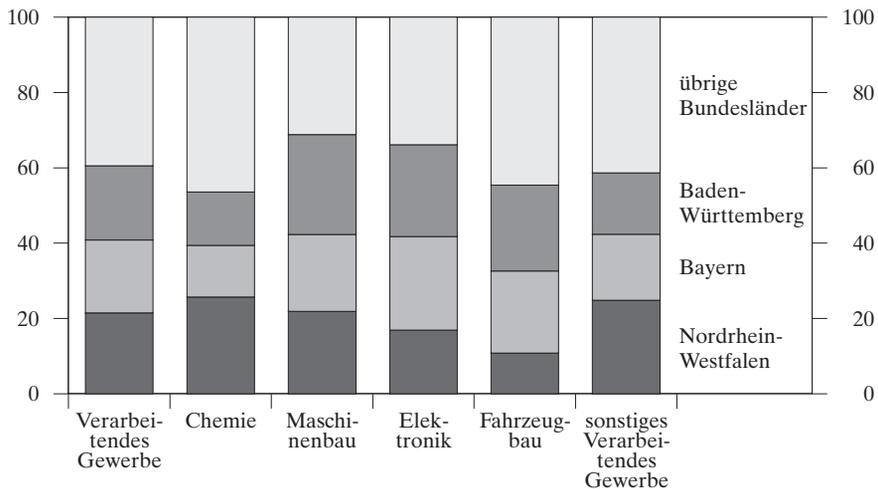
² Zur Rolle der wissensintensiven Dienstleistungen in NRW vgl. RWI Essen 2007, Kapitel 8.

³ Die für die internationale Statistik maßgebliche Abgrenzung von Innovationen wird durch das Oslo Manual der OECD (2005) vorgenommen. Demnach umfasst der Begriff Innovationen Produkt- und Prozessneuheiten mit einem „signifikanten Grad von Neuheit“ (significant degree of novelty; OECD 2005: 17), wobei im Rahmen der Revisionen auch organisatorische und Marketinginnovationen in den erfassten Kreis der Innovationsprozesse aufgenommen wurden: “An innovation is the implementation of a new or significant improved product (good or service), or process, a new marketing method, or a new organizational method in business practices, workplace organization or external relations..... The minimum requirement for an innovation is that the product, process marketing method or organizational method must be new (or significantly improved) to the firm” (Oslo Manual, OECD 2005: 46). Viele der in dieser Definition erfassten Neuerungen sind mit keinen oder sehr geringen FuE-Aufwendungen verbunden.

⁴ Dies wurde insbesondere im Rahmen von Expertengesprächen mit den Forschungsverantwortlichen in Energieversorungskonzernen deutlich.

Schaubild 1

Beschäftigungsanteil von Bayern, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen nach Branchen des Verarbeitenden Gewerbes
2004; in %



Eigene Berechnungen nach Angaben der Arbeitsagentur Regionaldirektion NRW.

gründet, wo auch die Produktion stattfand. Dies war zunächst in der Nähe der Unternehmenssitze.

Später kam es im Rahmen der Umorganisation der Unternehmen und der Auflösung zentraler Forschungsabteilungen häufig auch zu Schließungen von FuE-Abteilungen, Standortverlagerungen oder zur Gründung neuer FuE-Einheiten. Dennoch ist bei vielen großen Konzernen noch immer ein Großteil der FuE in Nähe zum Unternehmenssitz angesiedelt. Kleinere Großunternehmen besitzen häufig nur einen oder zwei FuE-Standorte, wiederum in der Regel in enger räumlicher Verbindung. Gleichzeitig spielt bei der Ansiedlung von FuE-Kapazitäten die vorhandene Wissensinfrastruktur – etwa die Nähe zur exzellenten, anwendungsnahen Universitätsforschung – eine Rolle.

Schaubild 1 zeigt die sektoralen Beschäftigungsanteile im Verarbeitenden Gewerbe von NRW, Bayern und Baden-Württemberg. Insgesamt vereinen diese drei Bundesländer fast zwei Drittel der Beschäftigten des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland auf sich.

Auf NRW entfielen 2004 insgesamt 21,4% der Beschäftigung des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland, was in etwa auch dem Bevölkerungsanteil von 21,9% entspricht. Einen höheren Beschäftigungsanteil besitzt NRW insbesondere in der Chemischen Industrie mit 25,7% und in den weniger forschungs-

aktiven Sektoren des Verarbeitenden Gewerbes mit 24,8%. Während der Beschäftigungsanteil im Maschinenbau mit 21,9% etwa im Durchschnitt von Deutschland insgesamt liegt, ist er im Fahrzeugbau mit 10,8% und im Elektroniksektor mit 16,9% deutlich niedriger.

In Bayern und Baden-Württemberg liegt der Anteil der Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe (19,4% bzw. 19,7%) deutlich über dem der Bevölkerung (15,1% bzw. 13,0%). Die Schwerpunkte der industriellen Tätigkeit liegen in Bayern eher im Elektroniksektor und im Fahrzeugbau (mit 24,8% und 21,8% der Beschäftigten in Deutschland) und in Baden-Württemberg im Maschinenbau, Elektroniksektor und im Fahrzeugbau (26,6%, 24,4% bzw. 22,8%).

Auch wenn sich die Industriestrukturen im Laufe der Jahrzehnte deutlich gewandelt haben, verändern sich die Standorte für FuE in vielen Fällen nur sehr langfristig. Als wichtige Einflussfaktoren sektoraler FuE-Aktivitäten werden häufig der Wettbewerb auf den Märkten Unternehmensstrategien und letztlich der Erfolg der Unternehmen genannt. Was dies für die Innovationssysteme in NRW bedeutet und wie deren Position im nationalen und internationalen Vergleich einzuschätzen ist, wird im Folgenden diskutiert.

2. Datengrundlagen

Um einen möglichst umfassenden Überblick über die FuE-Aktivitäten in den forschungsintensiven Wirtschaftszweigen zu bekommen, werden verschiedene Datengrundlagen verwendet. Neben den FuE-Daten des SV-Wissenschaftsstatistik, die die einzige Quelle für FuE-Ausgaben und FuE-Personal in den betreffenden Wirtschaftszweigen nach Bundesländern darstellen, finden insbesondere folgende Quellen Verwendung.

Daten zu Beschäftigung, Produktion, Betrieben und Umsätzen werden von den Statistischen Landesämtern und dem Statistischen Bundesamt erfasst. Außerdem werden auf einer stärker disaggregierten Ebene Daten vom Landesarbeitsamt NRW bereitgestellt. Die beiden Quellen unterscheiden sich teilweise nicht unerheblich, und die Unterschiede folgen keinem systematischen Muster: So weist das Landesarbeitsamt zwar für das Verarbeitende Gewerbe eine höhere Zahl von Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe gegenüber dem Statistischen Bundesamt aus, das seine Angaben wiederum aus den Daten der Bundesagentur für Arbeit errechnet (1 497 000 gegenüber 1 294 000). Jedoch ist die ausgewiesene Zahl der Beschäftigten im Fahrzeugbau (91 000) erheblich niedriger als beim Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik NRW (LDS; 100 000). Andererseits ist die Beschäftigtenzahl im Elektroniksektor nach dem Landesarbeitsamt von 181 000 deutlich höher als die des LDS (145 200).

Tabelle 2

Anzahl der Beschäftigten in den Wirtschaftszweigen des Verarbeitenden Gewerbes in NRW
2003; in 1 000

	Landesarbeitsamt	Statistisches Bundesamt ¹	LDS
Verarbeitendes Gewerbe	1 497,1	1 445,8	1 294,1
Chemische Industrie	129,8	123,2	128,8
Maschinenbau	227,4	221,3	215,7
Elektronik	181,0	172,2	145,2
Fahrzeugbau	91,0	90,3	100,4
Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe	867,9	838,6	704,0

Quellen: WZ 03, eigene Berechnungen auf Basis von LDS (2004), Bundesagentur für Arbeit, Regionaldirektion NRW – nicht veröffentlichte Sonderauswertung, Statistisches Bundesamt. – ¹Genesis Datenbank des Statistischen Bundesamts. Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Arbeitsort, in Vollzeitäquivalenten, Auswertung des Statistischen Bundesamts aus der Beschäftigungsstatistik der BA.

Die Differenzen erklären sich aus verschiedenen Faktoren. So besteht die Grundgesamtheit bei den Daten des Landesarbeitsamts (LAA) aus allen Betrieben mit sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, während das LDS vollständig nur Betriebe mit mehr als 20 Beschäftigten ausweist, was für eine höhere Beschäftigtenzahl bei den LAA-Zahlen spricht. Allerdings werden bei den Daten des LDS geringfügig Beschäftigte, tätige Inhaber und mithelfende Familienangehörige mit erfasst. Die geringfügig Beschäftigten wiederum werden vom LAA getrennt ausgewiesen und sind nicht in den verwendeten Beschäftigtenzahlen enthalten. In der Summe dieser Unterschiede liegt die vom LAA ausgewiesene Beschäftigungszahl im Verarbeitenden Gewerbe um knapp 16% höher. Dass das LDS nur Betriebe mit mehr als 20 Beschäftigten vollständig ausweist, kann wiederum einen Teil des Unterschieds im Elektroniksektor erklären.⁵

Ein systematischer Unterschied, der hier schwerwiegender ist und die Vergleichbarkeit der Daten schmälert, ist die Branchen- und Regionalzuordnung. Diese erfolgt beim LAA durch die Unternehmen, während beim LDS noch eine Kontrolle auf Basis der Produktionsstatistik vorgenommen wird. Bei einigen (auch der größeren) Unternehmen in den interessierenden Branchen ist eine Zuordnung zu unterschiedlichen Wirtschaftszweigen durchaus möglich; insbesondere kann Uneinigkeit bestehen, ob der Schwerpunkt in der Produktion oder bei der Dienstleistungserstellung liegt. Darüber hinaus ist es bei den Beschäftigtenmeldungen bei der Bundesagentur für Arbeit (BA), die den LAA-Daten zugrunde liegen, möglich, dass unternehmensweite Meldungen erfolgen, also auch von Beschäftigten, die nicht in NRW arbeiten.

⁵ Dort gibt es insbesondere im Wirtschaftszweig 33 (Feinmechanik/Optik/Uhren) eine erhebliche Zahl von Beschäftigten in Betrieben mit weniger als 20 Beschäftigten; insgesamt im Elektroniksektor ca. 26 000.

Trotz dieser statistischen Probleme wurden alle diese Datenquellen verwendet, da sie unterschiedliche Analysemöglichkeiten bieten. Während bei den LDS-Daten die Branchen- und Regionalzuordnung der Beschäftigten zuverlässiger erscheint, sind mit den LAA-Daten Regionalauswertungen eher möglich. Zudem bieten die LDS-Daten die Möglichkeit von Zeitreihenanalysen.

Ein weiteres Problem insbesondere für zeitlich oder Ländervergleiche ergibt sich aus unterschiedlichen Wirtschaftszweigsystematiken. Alle angeführten Quellen verwenden ab dem Jahr 2003 die Wirtschaftszweigklassifikation WZ 03, die sich jedoch für die hier interessierten Wirtschaftszweige nicht oder nur unwesentlich von der WZ 93 unterscheidet, die zuvor zur Anwendung kam. Größere Auswirkungen hatten die Umstellung von WZ 79 auf WZ 93 in der ersten Hälfte der neunziger Jahre. Die Unterschiede werden an den entsprechenden Stellen berücksichtigt.

3. Chemische Industrie

3.1 Lage und Perspektiven: Gesamteinschätzung

Eine Gesamteinschätzung der Forschungs- und Innovationsaktivitäten der Chemischen Industrie in NRW hat zu berücksichtigen, dass es sich hierbei um einen sehr heterogenen Wirtschaftszweig handelt. Dominierend sind in NRW, aber auch in anderen Regionen, relativ wenige Großunternehmen. Die in NRW ansässigen Unternehmen agieren in sehr unterschiedlichen Marktsegmenten mit unterschiedlicher Bedeutung der FuE-Aktivitäten. Die Schwerpunkte sind über 150 Jahre hinweg gewachsen. Gerade seit den achtziger Jahren war die Industrie in NRW durch eine Umstrukturierung gekennzeichnet, die zu einer veränderten Schwerpunktsetzung und zur Entstehung neuer Unternehmen von ausgelagerten Bereichen geführt hat.

Die Chemische Industrie hat für das Verarbeitende Gewerbe in NRW große Bedeutung: Der Anteil der Beschäftigten am Verarbeitenden Gewerbe liegt bei 26%, der der Forschungsausgaben bei 36% (2003). Schwerpunkte liegen im Rheinland mit ca. 60% der Beschäftigten in NRW und im Ruhrgebiet. Die Struktur der Chemischen Industrie unterscheidet sich deutlich von der deutschlandweiten mit Schwerpunkten bei der Grundstoffindustrie, Schädlingsbekämpfungsmitteln und Pflanzenschutzmitteln, Anstrichmitteln, Druckfarben und Lacken sowie den Seifen, Wasch-, Reinigungs- und Körperpflegemitteln. Die Pharmazeutische Industrie ist dagegen deutlich unterdurchschnittlich vertreten.

Im internationalen Vergleich war die Chemische Industrie in NRW seit den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts überproportional von der Konsolidierung der Produktionsaktivitäten betroffen, was sicherlich auch mit

der ungünstigen Branchenstruktur (relativ hoher Anteil der Grundstoffchemie, geringer Beschäftigungsanteil der Pharmaindustrie) und der eher schlechten Ausgangssituation zu tun hat. Während die Beschäftigung OECD-weit von 1980 bis 2002 um etwa 20% zurückgegangen ist, waren es in NRW zuletzt 40%.

Die Forschungsausgaben haben sich in NRW in den neuziger Jahren deutlich ungünstiger entwickelt als in anderen OECD-Staaten oder Deutschland: einem Rückgang um jahresdurchschnittlich 3% in NRW steht eine Zunahme um 2,6% deutschlandweit im Zeitraum 1997 bis 2003 gegenüber.

Die großen Unternehmen der Chemischen Industrie scheinen ihre Umstrukturierung in der jüngsten Vergangenheit erfolgreich durchgeführt zu haben: Unternehmen aus wichtigen Teilen der Forschungsaktivitäten der (Henkel, Degussa-Creavis und Bayer), aber auch von nicht in NRW beheimateten Unternehmen (z.B. die Lackentwicklung der Bayer AG) sind hierzulande ansässig bzw. ausgebaut worden. Auch wenn mittelfristig keine deutliche Erhöhung des FuE-Personals zu erwarten ist, so konnte sich der Forschungsstandort doch gut behaupten. Gleichzeitig ist die Umstrukturierung der Unternehmen Cognis (aus Henkel) und Lanxess (aus Bayer) gerade erst abgelaufen. Wie sich deren Forschungsaktivitäten entwickeln, bleibt abzuwarten. Die Perspektive ist sicherlich auch davon abhängig, ob es gelingt, die Netzwerkbildung zwischen öffentlich geförderter Forschung an Universitäten und der Unternehmensforschung zu intensivieren sowie die Grundlagenforschung an den Universitäten mehr auf die Bedürfnisse der Industrie auszurichten.

Für die Zukunft der Pharmaforschung besteht die Gefahr, dass sich durch die Zusammenlegung von Schering und Bayer deren Forschung stärker in Berlin konzentriert. Dies würde einen deutlichen Einschnitt für NRW bedeuten. Es ist allerdings nicht unwahrscheinlich, dass sich die anderen, im internationalen Vergleich kleineren Unternehmen des Pharmasektors in den nächsten Jahren im Wettbewerb behaupten können. Auch kann der Erfolg der Pharmaforschung nicht unabhängig von der in der Biotechnologie gesehen werden, die ihren Schwerpunkt insbesondere im Rheinland zwischen Köln und Düsseldorf hat.

3.2 Industriestruktur und Wettbewerb

Die 1 110 in NRW ansässigen Unternehmen der Chemischen Industrie setzten im Jahr 2004 insgesamt 47,8 Mrd. € um, was 32,1% des Umsatzes der Chemischen Industrie in Deutschland entspricht (Tabelle 3). Die Produktionsstruktur der Industrie in NRW unterscheidet sich von der deutschlandweiten: Ein deutlich höherer Anteil entfiel auf die Grundstoffindustrie mit 35,2% des deutschlandweiten Umsatzes, die Herstellung von Anstrichmitteln, Druckfarben und Kittchen mit 41,4% und die Bereiche der Spezialchemie (Sonstige Che-

Tabelle 3

Unternehmen und steuerbarer Umsatz der Chemischen Industrie in NRW und Deutschland
 2004

	NRW		Deutschland		NRW-Anteil an Deutschland	
	Unternehmen	Umsatz	Unternehmen	Umsatz	Unternehmen	Umsatz
	Anzahl	in Mill. €	Anzahl	in Mill. €	in %	
Chemische Erzeugnisse	1 110	47 822	5 491	149 050	20,2	32,1
Chemische Grundstoffe	259	22 473	1 225	63 868	21,1	35,2
Anstrichmittel, Druckfarben und Kitten	124	3 656	511	8 824	24,3	41,4
Pharmazeutische Erzeugnisse	163	4 353	974	36 438	16,7	11,9
Seifen, Wasch-, Reinigungs- und Körperpflegemittel, Duftstoffe	153	5 284	1 131	14 551	13,5	36,3
Sonstige Chemische Erzeugnisse	378	11 050	1 494	22 401	25,3	49,3
Schädlingsbekämpfungsmittel, Pflanzenschutz- und Desinfektionsmittel; Chemiefasern	33	1 006	156	2 969	21,2	33,9

Quelle: Umsatzsteuerstatistik des LDS und des Statistischen Bundesamts.

mische Erzeugnisse) mit 49,3%. Demgegenüber belief sich der Umsatz an pharmazeutischen Erzeugnissen lediglich auf 11,9%. In fast allen Teilbranchen (bis auf die Pharmazeutische Industrie) ist der Anteil am deutschlandweiten Umsatz deutlich höher als der der Unternehmen, was einen Hinweis darauf gibt, dass die Branche in NRW stärker durch Großunternehmen dominiert ist.

Diese Schwerpunkte spiegeln sich in den Beschäftigungsanteilen wider (Schaubild 2). In der Chemischen Industrie in NRW waren im Jahr 2003 knapp 130 000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte gemeldet, was 25,7% der Beschäftigung der Chemischen Industrie in Deutschland von knapp 473 000 entspricht (zum Vergleich: Anteil von NRW an der deutschlandweiten Beschäftigung im Verarbeitenden Gewerbe 21,4%). Knapp 40% der Beschäftigten in der Chemischen Industrie in NRW (45 900 im Vergleich zu 35% deutschlandweit) waren in Betrieben beschäftigt, die zur Grundstoffindustrie gezählt werden. Lediglich 16% (18 800) arbeiteten in Betrieben, die pharmazeutische Produkte herstellen (deutschlandweit 27,7%).⁶

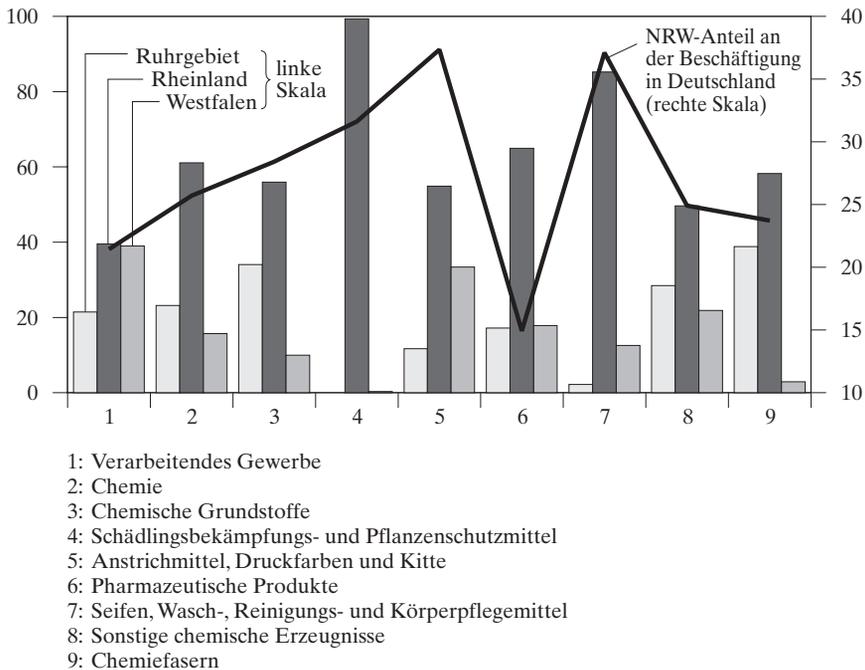
In NRW konzentriert sich die Chemische Industrie stark im Rheinland (60%), wobei auch im Ruhrgebiet (23%) bedeutende Produktionsstandorte existieren. Dort liegen Schwerpunkte in der Grundstoffindustrie, der Spezialchemie und der Herstellung von Chemiefasern, im Rheinland bei den Anstrichmit-

⁶ Zu berücksichtigen ist dabei, dass die Zuordnung nach dem Schwerpunkt der jeweiligen Betriebe erfolgt. Gerade wenn es wahrscheinlich ist, dass große Unternehmen in den gemeldeten Betrieben Chemische Produkte herstellen, die verschiedenen Wirtschaftszweigen zuzuordnen sind, ist es möglich, dass diese Statistik die tatsächliche Güterproduktion nicht korrekt wiedergibt. Dies ist insbesondere auch bei der Verteilung auf Pharmazeutische und Sonstige Chemische Produkte gegeben.

Schaubild 2

Beschäftigung in Teilbranchen der Chemischen Industrie nach Regionen in NRW

2004; Anteil an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in %



Eigene Berechnungen nach Angaben der Arbeitsagentur Regionaldirektion NRW.

teln, Druckfasern und Kittenden, Seifen, Wasch-, Reinigungs- und Körperpflegemitteln sowie bei der Herstellung Pharmazeutischer Produkte.

Dominiert wird die Produktion in der Chemischen Industrie sowohl in NRW als auch in Deutschland von Großunternehmen (Tabelle 4). Auf die deutschlandweit 1,6% der Hersteller mit einem Umsatz von mehr als 250 Mill. € entfielen im Jahr 2004 knapp 70% des gesamten Umsatzes. In NRW existieren deutlich weniger ganz kleine Unternehmen als in Deutschland insgesamt; lediglich 17,4% weisen einen Umsatz bis 100 000 € aus, im Vergleich zu 25,6% deutschlandweit.

Die hohe Konzentration von Produktion und Beschäftigten spiegelt sich auch in der Produktionsstatistik für NRW wider. Neben den 1 110 umsatzsteuerpflichtigen Unternehmen der Chemischen Industrie mit Sitz in NRW (darunter 163 Hersteller von Pharmazeutika) werden 462 Betriebe (46) mit mehr als 20 Beschäftigten ausgewiesen (nach Angaben des LDS).

Tabelle 4

Unternehmen und Umsatz der Chemischen Industrie in NRW und Deutschland nach Umsatzgrößenklassen
2004

Umsatz in €	NRW			Deutschland		
	Anzahl	Anteil in %	Umsatzanteil	Anzahl	Anteil in %	Umsatzanteil
bis 100 000	193	17,4	0,0	1 403	25,6	0,0
bis 1 Mill.	369	33,2	0,3	1 773	32,3	0,5
größer 1 Mill.	548	49,4	99,7	2 315	42,4	99,5
größer als					davon:	
10 Mill.				1 380	25,1	3,3
100 Mill.				738	13,4	15,6
250 Mill.				108	2,0	11,0
250 Mill.				89	1,6	69,6
Insgesamt	1 110	100	100	5 491	100	100

Quelle: LDS, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen. Untergliederung größerer Unternehmen aus Gründen des Datenschutzes für NRW nicht ausgewiesen.

3.3 Innovationssystem

Der Wettbewerb in der Chemischen Industrie war seit Beginn der industriellen Massenfertigung sehr stark durch den technischen Fortschritt und die FuE-Aktivitäten gekennzeichnet. Die industrielle Fertigung von Säuren, Laugen und Farbstoffen begann in Großbritannien. Die Industrie in Deutschland konnte rasch aufholen und noch Ende des 19. Jahrhunderts einen Wettbewerbsvorsprung gegenüber Großbritannien erringen, der auch nach dem ersten Weltkrieg Bestand hatte. Die großen Chemieunternehmen in NRW haben ihre Wurzeln in dieser Zeit: die Degussa AG (Deutsche Gold- und Silber-Scheideanstalt, gegründet 1873 in Frankfurt), die Bayer AG (gegründet 1863), die Rütgers AG (1849) oder die Sachtleben GmbH (1878). Wichtige Faktoren waren dabei die Entstehung von FuE-Abteilungen in den großen Chemieunternehmen und das Angebot an gut ausgebildeten Chemikern und Ingenieuren an den Hochschulen (Murmann, Landau 1998).

Die weltweit zu starken Veränderungen in der vergangenen Produktionsstruktur haben sich unmittelbar auf die FuE-Aktivitäten ausgewirkt (Chandler 2005a; Spitz 2003: 7; Aftalion 1991: 319ff.). Mit dem Aufkommen der petrochemischen Industrie nach dem Zweiten Weltkrieg haben die Unternehmen in Deutschland und NRW ihre Wettbewerbsvorteile teilweise eingebüßt. Zusätzliche Konkurrenz entstand mit den Mineralölunternehmen, die in nachgeordnete Wertschöpfungsbereiche drängten. In der Folge haben sich die großen Chemieunternehmen in NRW und an anderen Standorten auf jeweils wenige Kernmärkte konzentriert, in denen sie weltweit tätig sind. So können die

Kostenvorteile großer Anlagen genutzt und die erforderlichen FuE-Aufwendungen erwirtschaftet werden. Gleichzeitig planen und betreiben sie ihre Produktionsanlagen weltweit, was insbesondere zu einer Verlagerung von Produktionskapazitäten weg von den Industriestaaten geführt hat. Daneben konnten sich kleinere Unternehmen in Nischen behaupten. Technologieorientierte Neugründungen spielen gerade für neue Marktsegmente eine wichtige Rolle.

Forschung und Innovationen vollziehen sich in den Teilbranchen teilweise sehr unterschiedlich (Cesaroni et al. 2004: 122). Während etwa in der chemischen Grundstoffindustrie sehr stark Kostenaspekte in der Produktion im Vordergrund stehen, werden gleichzeitig immer neue Werkstoffe für spezialisierte Anwendungen entwickelt, die in der Regel in vergleichsweise geringen Mengen produziert werden, aber relativ hohe Preise erzielen. Generell stehen je nach Hersteller eher neue Produkte oder Verbesserungen in Produktionsverfahren im Mittelpunkt.

Forschungsaktivitäten und Neuerungen konzentrieren sich damit auf zwei Richtungen: Verbesserungen in der Produktionstechnik sind vor allem für Unternehmen und Sparten zentral, die im Preiswettbewerb bei Standardprodukten stehen. In den vergangenen Jahren hat sich eine umfassende Lizenzierungspraxis entwickelt: Viele Großunternehmen lizenzieren ihr Produktions-Know-how nach außen. Ingenieurbüros haben sich auf die Beratung bei der Erstellung von Anlagen konzentriert. Gleichzeitig ist die Entwicklung neuer Marktsegmente gerade für Unternehmen an Hochlohn-Standorten wie NRW von zentraler Bedeutung.

Der Markt für Pharmazeutische Produkte unterscheidet sich insbesondere bezüglich des Wettbewerbs, aber auch der Forschungsaktivitäten, davon deutlich (McKelvey et al. 2004). Die Pharmazeutische Industrie in Deutschland entstand im 19. Jahrhundert basierend auf dem Wissen aus der Farbstoffproduktion. Bis heute haben sich die Bestimmungsfaktoren des Wettbewerbs aber grundsätzlich geändert. Dies hat auch zu einer weitgehenden Entflechtung der Unternehmen der Chemischen und Pharmazeutischen Industrie geführt.

Im Kern des Innovationsgeschehens steht dort ein hoch innovatives Segment, in dem forschungsintensive Unternehmen neue Medikamente entwickeln und auf dem Weg über klinische Studien auf den Markt bringen (Jungmittag, Reger 2000: 27). Diese Unternehmen wenden in der Regel etwa 20% des Umsatzes für FuE auf. Aufgrund der hohen Kosten insbesondere für klinische Studien wird dieses Marktsegment durch weltweit relativ wenige Großkonzerne dominiert. Bedingt durch die hohen Kosten und bei gleichzeitiger Suche nach „Blockbustermedikamenten“ mit außergewöhnlich hohen Umsätzen

und Gewinnaussichten, waren die vergangenen Jahrzehnte durch eine große internationale Fusionswelle gekennzeichnet.

Daneben existiert ein wenig forschungsintensives Marktsegment, in dem Hersteller von Generika und verschreibungsfreien Medikamenten tätig sind. Zudem gibt es aber auch eine Reihe kleinerer forschender Unternehmen der Pharmaindustrie oder aus der Biotechnologie, die etwa durch Kooperationen mit Großunternehmen die größenbedingten Nachteile ausgleichen können (Arora et al. 2004). Während insbesondere in den achtziger und neunziger Jahren der Optimismus hinsichtlich der Möglichkeiten der Biotechnologie sehr groß war, vertrat man lange Zeit die Meinung, dass forschende Pharmaunternehmen ohne die notwendige Größe, um regelmäßig Blockbustermedikamente entwickeln und vermarkten zu können, langfristig nur schwer unabhängig überleben können. Jedoch erscheint es aus heutiger Perspektive weitgehend offen, welche Unternehmensstrategien sich für die Zukunft als Erfolg versprechend erweisen werden und ob die Biotechnologie die in sie gesetzten Erwartungen wirklich erfüllen kann.

3.4 Innovationsaktivitäten im deutschen und internationalen Vergleich

Zwischen 1991 und 1995 sank die Zahl der Beschäftigten in der Chemischen Industrie in NRW um jahresdurchschnittlich 4,6% gegenüber 3,6% im Bundesdurchschnitt. Der Rückgang war von 1997 bis 2003 deutlich geringer, die

Tabelle 5

Beschäftigte und Forschungspersonal der Chemischen Industrie nach Regionen

1991 bis 2003

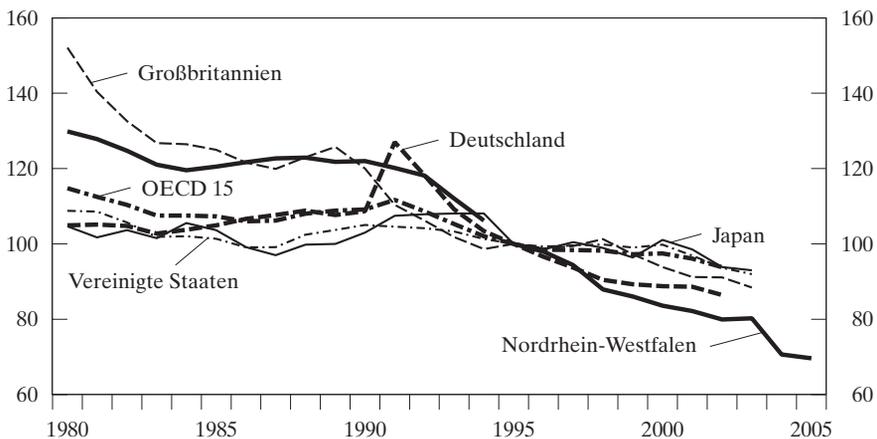
	1991 ^{2,3}	1995 ^{2,3}	1997 ¹	2003 ¹	jahresdurchschnittliche Veränderung in %	
					1991 bis 1995	1997 bis 2003
Zahl der Beschäftigten						
Deutschland	642 021	553 642	493 285	472 722	-3,6	-0,7
davon: NRW	209 048	173 052	145 695	129 786	-4,6	-1,9
Bayern	79 443	70 735	64 280	63 115	-2,9	-0,3
Baden-Württemberg	73 813	67 032	62 220	63 936	-2,4	0,5
Forschungspersonal						
Deutschland	58 551	47 410	47 241	41 976	-5,1	-2,0
davon: NRW	16 197	13 120	13 426	10 909	-5,1	-3,4
Bayern	6 061	4 679	3 719	4 427	-6,3	2,9
Baden-Württemberg	5 000	4 169	4 434	5 222	-4,4	2,8

Eigene Berechnungen nach Angaben des SV Wissenschaftsstatistik, des Statistischen Bundesamtes und der Statistischen Landesämter. –¹Nach WZ 93. –²Nach WZ 79. –³1991 und 1995: Westdeutschland.

Schaubild 3

**Beschäftigung in der Chemischen Industrie
in ausgewählten OECD-Ländern und Nordrhein-Westfalen**

1980 bis 2005; 1995 = 100



Eigene Berechnungen nach OECD, Statistisches Jahrbuch NRW (mehrere Jahrgänge).

durchschnittliche negative Veränderungsrate mit (1,9% gegenüber 0,7%). Noch deutlicher sank allerdings in beiden Zeiträumen die Zahl der FuE-Beschäftigten (Tabelle 5).

Diese Abnahme ist sicherlich auf mehrere Faktoren zurückzuführen. Generell führt der Strukturwandel hier zur Dienstleistungsgesellschaft zu einer Abnahme der Beschäftigung in nahezu allen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes. Darüber hinaus ist jedoch die Produktionsstruktur der Chemischen Industrie in NRW – wie dargestellt – relativ ungünstig. Aber auch im internationalen Vergleich wies die Chemische Industrie in NRW in den vergangenen Jahrzehnten einen überdurchschnittlichen Beschäftigungsabbau auf (Schaubild 3). Während die Beschäftigung in Deutschland und im OECD-Durchschnitt von 1980 bis 2002 um etwa 20% gesunken ist (in den USA um etwa 25%), ist sie in NRW – vergleichbar mit Großbritannien – um etwa 40% zurückgegangen.

Dennoch ist der Beschäftigtenanteil der Chemischen Industrie in NRW (9,7% des Verarbeitenden Gewerbes) im internationalen Vergleich noch sehr hoch (Tabelle 6). Diese große Bedeutung ist jedoch sehr stark auf Zweige zurückzuführen, die nicht zur Pharmaindustrie zählen. Der Anteil der Beschäftigten in der Pharmazeutischen Industrie in NRW ist mit 0,8% deutlich geringer als deutschlandweit (1,5%) oder in anderen Ländern wie den USA (1,6%) oder Frankreich (2,0%).

Tabelle 6

Beschäftigung in der Chemischen Industrie in NRW, Deutschland und ausgewählten OECD-Ländern

1980 bis 2002

	Zahl der Beschäftigten in 1 000	Anteile an OECD	Anteil am Verar- beitenden Gewerbe	Jahresdurchschnittliche Veränderung in %		
				2002	1980/1990	1990/1994	1995/2002
Chemische Industrie insgesamt						
Deutschland ¹	508	15,8	6,4	0,4	-1,2	-2,1
davon: NRW	128	4,0	9,7	-0,6	-3,4	-3,2
Frankreich	222	6,9	5,9	-0,8	-2,5	-0,7
Großbritannien	240	7,5	6,2	-2,3	-4,8	-1,3
Italien	236	7,3	4,5	-1,8	-3,0	0,4
Japan	441	13,7	3,8	-0,2	1,2	-0,9
USA	931	29,0	5,6	-0,4	-0,9	-0,9
Andere OECD-Staaten	636	19,8	5,5	0,5	-2,5	0,4
OECD 16 ²	3 214	100,0	5,2	-0,4	-1,5	-0,8
Pharmaindustrie						
Deutschland ¹	121	14,5	1,5	1,1	3,1	0,9
davon: NRW	11	1,3	0,8	.	.	-1,7
Frankreich	74	8,9	2,0	2,0	-0,4	0,6
Italien	82	9,8	1,6	2,1	-3,7	1,6
Japan	120	14,4	1,0	0,7	0,9	0,3
USA	271	32,5	1,6	0,8	3,0	1,8
Andere OECD-Staaten	165	19,9	1,7	1,4	-1,2	1,8
OECD 13 ³	832	100,0	1,5	1,2	0,8	1,3
Chemische Industrie ohne Pharmaindustrie						
Deutschland ¹	387	19,2	4,9	0,2	-2,1	-2,9
davon: NRW	117	5,8	8,8	.	.	-3,3
Frankreich	148	7,3	3,9	-1,7	-3,4	-1,4
Italien	154	7,6	3,0	-3,2	-2,7	-0,1
Japan	321	15,9	2,8	-0,4	1,3	-1,3
USA	661	32,7	4,0	-0,6	-1,9	-1,9
Andere OECD-Staaten	349	17,3	3,5	0,3	-3,3	-0,3
OECD 13 ³	2 020	100,0	3,6	-0,6	-1,9	-1,6

Eigene Berechnungen nach Angaben der OECD, des LDS bzw. des Statistischen Jahrbuchs NRW (verschiedene Jahrgänge). Daten für die OECD-Länder sind gemäß der ISIC-3- Klassifizierung, Daten für NRW bis 1994 in WZ 79, ab 1995 in WZ 93 dargestellt. Da sich mit der Veränderung der Wirtschaftszweigklassifikation für die Chemische und Pharmazeutische Industrie keine größeren Veränderungen ergeben, sind die Veränderungsdaten vergleichbar. – ¹Bis 1990 Westdeutschland. – ²Berücksichtigt wurden alle OECD-Staaten, für die Beschäftigungsdaten verfügbar sind. Dies sind Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Japan, Kanada, Mexiko, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Spanien und die USA. – ³OECD 16 ohne Belgien, Großbritannien, Portugal.

Tabelle 7

Interne Forschungsausgaben der Chemischen Industrie im internationalen Vergleich
 2003

Land	Forschungsausgaben			Forschungsausgaben je 1 000 Beschäftigte		
	absolut	Anteil an OECD insgesamt	Anteil der Pharma- forschung	Chemische Industrie	Chemische Industrie ohne Pharma	Pharma- zeutische Industrie
	in Mill. €	in %				in Mill. €
Deutschland	6 349,4	11,8	48,2	12,5	8,2	25,4
davon: NRW	1 670,9	3,1	.	12,9	.	.
Frankreich	4 096,9	7,6	68,3	18,5	8,8	37,8
Italien	921,9	1,7	59,2	3,9	2,4	6,7
Japan	13 546,3	25,1	49,8	31,0	21,3	57,2
Großbritannien	5 481,1	10,2	85,4	23,5	.	.
Vereinigte Staaten	15 816,8	29,3	56,7	17,3	10,6	33,2
Rest OECD	7 537,4	14,0	70,7	9,6	.	.
OECD 19	53 749,9	100,0	56,9	16,1	.	.

Eigene Berechnungen nach Angaben der OECD, des SV Wissenschaftsstatistik und des LDS. Berücksichtigt wurden alle OECD-Staaten, für die Beschäftigungsdaten und Daten über interne Forschungsausgaben des Wirtschaftssektors in der Chemischen Industrie verfügbar sind. Dies sind Australien, Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Italien, Irland, Japan, Kanada, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Spanien, Tschechien, Ungarn und die USA.

Ein Vergleich der internen Forschungsausgaben zeigt, dass die Unternehmen in NRW in geringerem Ausmaß forschen wie die in anderen Industrieländern (Tabelle 7). Der Anteil der FuE-Ausgaben der Chemischen Industrie in NRW an denen in der OECD beträgt 3,1% und ist damit geringer als der Beschäftigungsanteil von 4,0%. Schwerpunkt der Produktions- und Forschungsaktivitäten sind die Vereinigten Staaten, in denen 29,3% der OECD-weiten Forschungsausgaben getätigt werden und 29% der Beschäftigten der Chemischen Industrie arbeiten (Beschäftigungsanteile sind nicht tabelliert). Die Forschungsausgaben je 1 000 Beschäftigten betragen in NRW 12,9 Mill. € und sind damit etwas größer als in Deutschland (12,5 Mill. €), aber deutlich niedriger als in Frankreich (18,5 Mill. €), Großbritannien (23,5 Mill. €) oder den Vereinigten Staaten (17,3 Mill. €). Dieser Unterschied ist wohl insgesamt nicht auf die geringere Innovativität der Chemischen Industrie in NRW sondern auf den international gesehen geringen Anteil der Pharmaindustrie in NRW zurückzuführen.

Die internen FuE-Ausgaben der Unternehmen aus NRW sind zwischen 1993 und 1995 um 3% und zwischen 1997 und 2003 um 1% zurückgegangen (Tabelle 8). Hingegen weisen zwischen 1997 bis 2003 alle Vergleichsländer bis auf die USA eine Zunahme auf.

Tabelle 8

Veränderung interner Forschungsausgaben der Chemischen Industrie in ausgewählten Industrieländern

1993 bis 2003; jahresdurchschnittliche Veränderung in %

	1993 bis 2003	1993 bis 1995	1997 bis 2003
Deutschland	2,3	-1,9	2,6
davon: NRW	.	-3,0	-1,0
Frankreich	4,5	4,7	4,7
Italien	1,5	-3,4	3,1
Japan	1,3	-0,2	1,6
Korea	.	.	8,3
Niederlande	2,0	-0,7	2,5
Schweden	10,9	15,3	10,2
Großbritannien	4,7	2,3	5,0
Vereinigte Staaten	1,7	4,5	-6,6

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik und OECD, eigene Berechnungen. Die Länderdaten basieren auf der ISIC-Wirtschaftszweigklassifikation Rev. 3, die NRW-Daten auf WZ 79 (1993 bis 1995) bzw. WZ 93 (1997 bis 2003). In den Größenordnungen der Veränderungen besteht grundsätzlich Vergleichbarkeit.

3.5 Die Unternehmensperspektive

Die Strukturveränderungen der Chemischen Industrie in NRW sowie die Perspektiven spiegeln sich in den Unternehmen wider. Tabelle 9 gibt einen Überblick über gewichtige in NRW ansässige Unternehmen sowie in NRW forschende Unternehmen mit Sitz außerhalb von NRW.

Diese Unternehmen haben in den vergangenen Jahrzehnten größere Umstrukturierungen vorgenommen. Bayer/Henkel haben sich jeweils auf Kernbereiche fokussiert und andere Bereiche ausgegliedert (Lanxess bei Bayer und Cognis bei Henkel). Die ausgegliederten Bereiche befinden sich bei beiden Unternehmen in einer Konsolidierung. Degussa hat sich durch Zukäufe und den Verkauf von Unternehmensteilen im Bereich der Spezialchemikalien konzentriert. Die Suche nach neuen Produkten wurde zusätzlich zu den spartenbezogenen FuE-Aktivitäten unter dem Dach von Creavis zusammengefasst.

Die Innovations- und Forschungsaktivitäten der Pharmaindustrie in NRW werden teilweise durch die Pharmasparte von Bayer bestimmt, die durch die Umstrukturierung im Zuge der Schering-Übernahme betroffen ist. Dabei ist eine Verlegung von Teilen der Pharmasparte nach Berlin geplant, was sicherlich zu einer Schwächung der Pharmaforschung in NRW führen würde. Darüber hinaus sind andere, im internationalen Maßstab „kleinere“ forschungsaktive Pharmaunternehmen in NRW vertreten; insbesondere die beiden in Familieneigentum befindlichen Unternehmen Schwarz Pharma und Grünen-

Tabelle 9

Ausgewählte forschungsaktive Unternehmen der Chemischen und Pharmazeutischen Industrie in NRW

2005

Unternehmen	Branche	Zentrale Tätigkeitsfelder	Umsatz (in Mill. €)	Beschäftigte (weltweit)	FuE-Personal (weltweit)	FuE-Ausgaben (weltweit); in Mill.€
Bayer AG	Chemie, Pharma	Health Care, Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung, Werkstoffe und Produktlösungen	27 383	93 700		1 886
Degussa AG	Chemie	Fein- & Industriechemie; Performance Materials; Coatings & Füllstoffsyste; Spezialpolymere	11 752	45 553	2 900	350
Henkel KGaA	Konsumgüter, Chemie Chemie	Wasch-/Reinigungsmittel; Kosmetik; Klebstoffe	11 974	51 724	2 700	324
Lanxess	Chemie	Synthesekautschuk; Kunststoffprodukte und Systemlösungen; Basis- und Feinchemie, anorganische Pigmente; Industrielle Prozess- und Funktionschemikalien	7 150	18 282	583	100,1
Cognis Deutschland GmbH	Chemie	Grund- und Zusatzstoffe für Personal/ Home Care; Ernährung und Gesundheit; Functional Products (u. a. Schmierstoffe, Beschichtungen, Farben, Lacke); Produkte für Plastik-, Leder- und Textilherstellung; Oleochemicals (u. a. Fettsäuren, Glycerin)	3 176	7 788	718	62
Rütgers Chemicals AG	Chemie	Verarbeitung von Steinkohleer; Spezialchemie; Dispersionsmittel; Karbonprodukte		2 500		
Schwarz Pharma Grünenthal	Pharma Pharma	Arzneimittel (Neurologie, Urologie)	991	4 300	650	197,7
QIAGEN	Pharma/ Biotechnologie	Arzneimittel (Schmerztherapie und Verhütung; neue Darreichungsformen etablierter Wirkstoffe)	726	4 800		108,9
Polymer Latex Sachtleben Chemie GmbH	Chemie Chemie/Pharma	Molekulare Diagnostik; Produkte für die präanalytische Präparation von Proben Latexproduktion und Latextechnologien	433	578		5
		Synthesefasern; Lacke & Farben, Kunststoffe, Papier; Wasseraufbereitung; Lebensmittel-, Pharma- und Kosmetikindustrie; Chromatographie, Nanotechnologie, Katalyse; Baustoffe	340	1 200		
Unternehmen mit Sitz außerhalb und Produktion/Forschung in NRW bzw. Tochterunternehmen von Unternehmen mit Sitz außerhalb von NRW						
BASF Coatings AG	Feinchemie, Lacke	Auto- und Industrielacke; Kunststoffle, Feinchemie, Pflanzenschutz, Erdöl, Erdgas	2 200			
Janssen Cilag	Pharma/ Biotechnologie	Anästhesie, Schmerztherapie, Neurologie u.a.	22 100	110 000		5 200
Wyeth Pharma GmbH	Pharma	Rheumatologie, Impfstoffe, zentrales Nervensystem, Frauengesundheit etc.; HealthCare; Tierarzneimittel	16 521	53 000		2 160

Quelle: Geschäftsberichte und Internetseiten der Unternehmen.

thal⁷. Mit Janssen-Cilag (in Neuss) und Wyeth (in Münster) sind auch zwei ausländische Unternehmen mit Bereichen der FuE in NRW ansässig. Darüber hinaus existieren (insbesondere im Rheinland) einige Biotechnologieunternehmen, von denen Qiagen eines der größten ist.

4. Fahrzeugbau

4.1 Lage und Perspektiven: Gesamteinschätzung

Der Schlüssel für die Erklärung der Situation der Kfz-Industrie in NRW liegt in ihrer besonderen Produktionsstruktur. Produktions- und FuE-Aktivitäten werden in der Kfz-Industrie durch weltweit wenige Kfz-Hersteller (etwa 10 bis 12 Hersteller vereinen einen Großteil des Weltmarktes auf sich) und einige große Kfz-Zulieferer dominiert. Sowohl das weltweit größte Zulieferunternehmen (Bosch) als auch die deutschen Hersteller haben – bis auf Volkswagen in Niedersachsen – ihren Firmensitz und damit einen erheblichen Teil ihrer Produktion und FuE in Bayern und Baden-Württemberg.

In NRW liegt demgegenüber ein Schwerpunkt der Zulieferindustrie etwa ein Drittel der großen deutschen Zulieferer hat seinen Sitz hier. Auch wichtige Zulieferunternehmen anderer Branchen (Elektronik- oder Metallindustrie) produzieren und forschen in NRW teilweise für den Fahrzeugbau. Von den Herstellern betreiben Daimler-Chrysler, Ford und Opel Produktionsanlagen, jedoch nur Ford betreibt in nennenswertem Ausmaß FuE in NRW. Darüber hinaus haben einige große internationale Zulieferunternehmen FuE-Einheiten in NRW aufgebaut. Dass es sich bei allen diesen Unternehmen um Unternehmen mit Konzernsitz im Ausland handelt, hat insofern Bedeutung, als deren zentrale FuE-Einheiten, in denen konzernweit ein großer Anteil der FuE betrieben wird, entweder in den USA oder in Japan angesiedelt sind.

Innerhalb von NRW arbeiten 70% der Beschäftigten und 80% des FuE-Personals im Fahrzeugbau im Rheinland, wobei insbesondere in Westfalen, aber auch im Ruhrgebiet, wichtige Zulieferunternehmen und in Westfalen einige Hersteller von Spezial- und Sonderfahrzeugen (Kofferrfahrzeugen, Wannenkippfern usw.) ansässig sind. Darüber hinaus gibt es in NRW Forschungs- und Innovationsaktivitäten des Schienenfahrzeugbaus, die aber in quantitativer Hinsicht nicht mit der Kfz-Industrie vergleichbar sind. Die Luft- und Raumfahrtindustrie, eine Hightechindustrie mit sehr hoher Forschungsintensität, ist in NRW so gut wie nicht vertreten.

⁷ Ende September 2006 wurde bekannt, dass das belgische Biopharmaunternehmen UCB plane, das Monheimer Familienunternehmen Schwarz Pharma zu übernehmen. Als Grund wird u.a. angegeben, dass sich das Unternehmen Schwarz Pharma nicht mehr in der Lage sehe, die hohen Forschungskosten alleine aufzubringen (Quelle: <http://www.dw.world.de>, Abruf vom 9.10.2006).

In der Gesamtschau liegt zwar der Schwerpunkt der FuE-Aktivitäten in Süddeutschland, aber auch deutschland- wie europaweit finden bedeutende FuE-Aktivitäten insbesondere in der Zulieferindustrie in NRW statt. Diese Strukturen gehen auf den Beginn des 20. Jahrhunderts und die innerdeutschen Standortverlagerungen nach dem 2. Weltkrieg zurück. Die Konzentration zahlreicher Schlüsselunternehmen der Kfz-Branche in Süddeutschland hat zur Folge, dass in Bayern und Baden-Württemberg 45% der Beschäftigten im Fahrzeugbau arbeiten und 65% des FuE-Personals dieser Branche deutschlandweit. Auf NRW entfallen demgegenüber – in der Abgrenzung der amtlichen Statistik – 11% der Beschäftigten und 5% des FuE-Personals. Der Anteil des FuE-Personals an den Beschäftigten beträgt in Bayern 15,7%, in Baden-Württemberg 16,5% und in NRW 5,2%.⁸ Unter Berücksichtigung der Zulieferunternehmen, die in anderen Branchen für den Fahrzeugbau produzieren, würden sich die absolute Zahl der Beschäftigten und das FuE-Personal in NRW – aber auch in Bayern und Baden-Württemberg – erheblich erhöhen. Die grundsätzliche räumliche Verteilung würde das jedoch nicht verändern.

Noch in den achtziger Jahren verlief die Beschäftigung im Fahrzeugbau in NRW besser als in Deutschland und im OECD-Durchschnitt. Dabei konnte die Branche sicherlich auch von der Verlagerung von Teilen der Wertschöpfungskette zu den Zulieferern profitieren. Seit den neunziger Jahren war die Beschäftigung insgesamt ungünstiger als im OECD-Durchschnitt und in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre auch ungünstiger als in den süddeutschen Bundesländern.

Auch beim FuE-Personal stellt sich die Lage in NRW in den neunziger Jahren insgesamt ungünstiger dar als in Bayern, Baden-Württemberg oder im Bundesdurchschnitt: Während der ersten Hälfte der neunziger Jahre hatten die Unternehmen in Bayern und Baden-Württemberg Beschäftigung abgebaut, wobei die Zahl der FuE-Beschäftigten zugenommen (Baden-Württemberg) oder weniger stark als in NRW abgenommen hat (Bayern). Demgegenüber verzeichnete NRW von 1991 bis 1995 einen Rückgang des FuE-Personals um insgesamt 2 000 Personen (7,2% jahresdurchschnittlich). Offensichtlich war dies Ausfluss der großen Bedeutung von Zulieferunternehmen und die im Zulieferbereich ausgeprägten Rationalisierungsbemühungen.

In der zweiten Hälfte der neunziger Jahre ist die Anzahl der FuE-Beschäftigten in NRW wieder gestiegen, jedoch weniger stark als deutschlandweit. Demgegenüber haben die FuE-Ausgaben stärker als im Bundesdurchschnitt und in den meisten anderen Industrieländern mit einer etablierten Kfz-Industrie zugenommen. Insbesondere nicht in NRW beheimatete Hersteller (Ford) und Zulieferer haben FuE-Einheiten in NRW aufgebaut und somit zur Stärkung

⁸ Angaben für 2003. Quellen: SV-Wissenschaftsstatistik, Bundesagentur für Arbeit, Regionaldirektion NRW (Sonderauswertung) und Statistische Landesämter.

des Forschungsstandorts beigetragen. Dies hat sich jedoch nur moderat auf die Anzahl der FuE-Beschäftigten ausgewirkt. Zu berücksichtigen ist dabei, dass es sich für die Verhältnisse des Fahrzeugbaus teilweise um relativ kleine FuE-Einheiten handelte.

Für die Kfz-Industrie gilt wie für die anderen hier betrachteten Branchen, dass bereits die Entstehung einer Industriebranche sehr stark die späteren Entwicklungslinien bestimmt. Die Schwerpunkte der Kfz-Herstellung lagen seit Beginn des 20. Jahrhunderts außerhalb von NRW, während in NRW insbesondere eine bedeutende Zulieferbranche entstanden ist. Dadurch ist NRW offensichtlich auch ein attraktiver Standort für Produktions- und Forschungsaktivitäten ausländischer Hersteller und Zulieferer geworden. In dieser Hinsicht stellt sich die Lage im Fahrzeugbau in NRW durchaus positiv dar. Zu bedenken ist, dass die Perspektiven sehr stark durch die Veränderung der Branchenstruktur geprägt sind. Diese umfassen Veränderungen in der Zulieferkette sowie Entscheidungen von US-amerikanischen und japanischen Unternehmen hinsichtlich der räumlichen Entwicklung der Forschungs- und Produktionsaktivitäten.

4.2 Innovationssysteme im Fahrzeugbau

Der Fahrzeugbau wird bei der Analyse von Innovationen häufig mit der Herstellung von Kraftfahrzeugen gleichgesetzt. Jedoch umfasst der Sektor gemäß Wirtschaftssystematik neben der Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen (Motoren, Karosserien, Aufbauten, Anhänger und die Herstellung von Kraftwagenteilen) auch andere Bereiche, in denen Innovationen anders ablaufen. Darunter fällt neben dem Schiffs- und Bootsbau und dem Schienenfahrzeugbau der sehr forschungsaktive und gleichzeitig in allen Industrieländern stark staatlich geprägte Luft- und Raumfahrzeugbau.

Da für die Forschung des Fahrzeugbaus in NRW – genauso wie in Deutschland – nach wie vor die Neuentwicklung von Kraftfahrzeugen die größte Bedeutung hat, konzentriert sich die Darstellung der Innovationsprozesse darauf. Der Wissensbestand der Kfz-Hersteller hat einen systemischen Charakter. Wettbewerbsvorteile resultieren daraus, dass die Hersteller das Know-how angesammelt haben, wie interne und externe Wissensquellen innerhalb der verschiedenen Teile des Produktionssystems aus Zulieferern verschiedener Stufen und Herstellern optimal kombiniert werden. Dabei spielen neben Produktionskosten und Image auch die Eigenschaften der neu entwickelten Fahrzeuge eine wichtige Rolle. Letztlich liegt der Kfz-Herstellung das Management eines komplexen Produktions- und Wissenssystems zugrunde.

Der Anteil der FuE-Ausgaben am Umsatz der Kfz-Hersteller beläuft sich auf etwa 3 bis 4%, bei forschungsintensiven Zulieferern von Fahrzeugelektronik teilweise auf 7 bis 9%. Ein zentraler Grund für die hohen Forschungsausgaben

besteht darin, dass die regelmäßige Neuentwicklung von Fahrzeugmodellen im Zyklus von vier bis fünf Jahren erforderlich ist. Die Forschung nach Neuerungen im engeren Sinn macht in der Regel lediglich einen relativ kleinen Anteil der Forschungsausgaben (unter 10%) aus. Gegenstand der Forschungsaktivitäten ist dabei nicht, das System Auto „neu zu erfinden“. Die Forschung konzentriert sich regelmäßig auf Teilbereiche der „Systemarchitektur“, etwa auf neue Motoren oder die Integration zusätzlicher Elektronikkomponenten (z.B. „drive by wire“, „brake by wire“ – elektronische Systeme zum Fahren oder Bremsen ohne direkte Kraftübertragung). Solche Neuentwicklungen können teilweise zu erheblichen Verbesserungen führen, ohne das Gesamtkonzept der Fahrzeuge in Frage zu stellen.

Im Gesamtsystem des Fahrzeugbaus und damit auch bei der Forschung sind Vernetzungen sowohl zwischen Herstellern und Zulieferern aber auch zwischen Forschung, Entwicklung, Design und Produktion innerhalb der Hersteller von erheblicher Bedeutung. Über einen längeren Zeitraum hinweg wurden Teile der Wertschöpfung und damit auch der damit verbundenen FuE auf Zulieferer (etwa die Entwicklung und Herstellung von Systemkomponenten) verlagert, wobei zuletzt teilweise wieder eine Rückverlagerung zu beobachten ist. Bei den Herstellern ist eine enge räumliche Nähe insbesondere zwischen Entwicklung und Produktion, teilweise auch mit der vorgelagerten Vorentwicklung⁹ von Bedeutung. Mit der Verlagerung von Produktion an andere Standorte in Osteuropa und Asien, die in den vergangenen Jahren zu beobachten war, besteht mittelfristig daher auch die Gefahr des Abflusses von FuE-Kapazitäten.

4.3 Industriestruktur, Wettbewerb und Entwicklung des Fahrzeugbaus in NRW und weltweit

Die 998 Unternehmen des Fahrzeugbaus in NRW haben im Jahr 2004 insgesamt 30,16 Mrd. € am Umsatz erzielt (Tabelle 10). Der Anteil am Umsatz des Fahrzeugbaus in Deutschland beträgt 9,9% und ist damit deutlich geringer als im Verarbeitenden Gewerbe (24%). Dennoch ist der Fahrzeugbau mit einem Anteil von 8,1% am Umsatz des Verarbeitenden Gewerbes einer der bedeutendsten Sektoren in NRW.

Alle Statistiken zur Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren werden durch die sehr ungleiche Verteilung von Umsätzen und Beschäftigten beeinflusst. In der von Großunternehmen dominierten Branche haben kleine und mittelständische Unternehmen nur einen geringen Einfluss auf die aggregierten Daten der amtlichen Statistik. Dieser Aspekt, der bei der Bewertung NRWs als Standort der Automobilindustrie von zentraler Bedeutung ist, zeigt sich nur teilweise in der Verteilung der Umsatzzahlen auf Unternehmensgrö-

⁹ Vorentwicklung bezeichnet die Frühphase des Produktentwicklungsprozesses, beginnend mit dem ersten Impuls bzw. der ersten Idee.

Tabelle 10

**Unternehmen und steuerbarer Umsatz des Fahrzeugbaus in NRW und Deutschland
2004**

	NRW		Deutschland		NRW-Anteil an Deutschland	
	Unter- nehmen	Umsatz	Unter- nehmen	Umsatz	Unter- nehmen	Umsatz
	Anzahl	in Mill. €	Anzahl	in Mill. €	in %	
Fahrzeugbau	998	30 160	6 191	303 648	16,1	9,9
Kraftwagen und Kraft- wagenteile	704	28 455	3 961	285 446	17,8	10,0
Kraftwagen und Kraftwa- genmotoren; Karosserien, Aufbauten und Anhänger	433	13 286	2 414	203 505	17,9	6,5
Teile und Zubehör für Kraftwagen und Kraft- wagenmotoren	271	15 168	1 547	81 941	17,5	18,5
Sonstiger Fahrzeugbau	294	1 705	2 230	18 202	13,2	9,4
Schiff- und Bootsba	90	705	855	5 399	10,5	13,1
Bahnindustrie	19	267	237	4 361	8,0	6,1
Luft- und Raumfahrzeug- bau	25	62	292	5 964	8,6	1,0
Krafträder, Fahrräder und Behindertenfahrzeuge	84	547	476	1 442	17,6	37,9
Fahrzeugbau, a. n. g.	76	125	370	1 036	20,5	12,1

Quelle: Umsatzsteuerstatistik des LDS und des Statistischen Bundesamts.

Benklassen (Tabelle 11). Deutschlandweit entfielen 2004 99,7% des Umsatzes auf 31,9% der Unternehmen des Fahrzeugbaus, die einen Jahresumsatz von mehr als 1 Mill. € aufweisen. In NRW ist der Anteil dieser größeren Unternehmen noch deutlich höher (38,7%). Auf die 83 Unternehmen mit einem Umsatz von mehr als 250 Mill. € (1,3% der Unternehmen) entfallen 89,2% des Umsatzes. Ein überproportionaler Anteil dieser Unternehmen ist in NRW ansässig. So zeigt eine Auswertung der Creditreform-Datenbank, dass mehr als 30% der 40 größten Kfz-Unternehmen in Deutschland in NRW beheimatet sind. Jedoch ist auch die Verteilung von Umsatz und Beschäftigten sehr ungleich. So betrug der weltweite Umsatz des größten in NRW ansässigen Kfz-Unternehmens, der ThyssenKrupp Automotive AG, im Jahr 2005 7,6 Mrd. € (Tabelle 16). Der (weltweite) Umsatz der Kfz-Zulieferersparte der Bosch AG, des (in Baden-Württemberg ansässigen) größten Zulieferers in Deutschland und weltweit, fiel im Jahr 2005 mit 26,3 Mrd. € etwa 3½ Mal so hoch aus¹⁰. Ein ähnliches Ergebnis ergibt sich auch hinsichtlich der großen Hersteller von Kraftfahrzeugen: Die in der amtlichen Statistik ausgewiesenen Umsatz- und Beschäftigungszahlen werden sehr stark durch eine Handvoll Unternehmen bestimmt. Die Länder, in denen diese Unternehmen ansässig sind und in der

¹⁰ Angaben von der Internetseite des Unternehmens; <http://www.bosch.de/start/content/language1/html/867.htm>, Aufruf vom August 2006.

Tabelle 11

Unternehmen und Umsatz im Fahrzeugbau in NRW und Deutschland nach Umsatzgrößenklassen
2004

Umsatz in €	NRW			Deutschland		
	Anzahl	Anteil in %	Umsatz-anteil	Anzahl	Anteil in %	Umsatz-anteil
bis 100 000	196	19,6	0,0	1 621	26,2	0,0
bis 1 Mill.	416	41,7	0,5	2 594	41,9	0,3
größer 1 Mill.	386	38,7	99,4	1 976	31,9	99,7
davon						
10 Mill.				1 350	21,8	1,5
100 Mill.				460	7,4	4,7
250 Mill.				83	1,3	4,2
250 Mill.				83	1,3	89,2
Insgesamt	998	100	100	6 191	100	100

Quelle: LDS, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen. Untergliederung größerer Unternehmen aus Gründen des Datenschutzes für NRW nicht ausgewiesen.

Regel auch einen erheblichen Teil ihrer Produktion (und FuE) durchführen, vereinen auch einen Großteil der Umsätze und Beschäftigten auf sich.

Die großen Kfz-Hersteller sind also nicht so stark in NRW vertreten wie etwa in Bayern und Baden-Württemberg. Hingegen gibt es in NRW eine wirtschaftlich bedeutende Zulieferindustrie, die neben wenigen großen Unternehmen stark mittelständisch geprägt ist. Allerdings dürfte ein erheblicher Anteil dieser Unternehmen nicht mehr unabhängig, sondern im Besitz größerer Konzerne sein.¹¹ Insgesamt liegt der Anteil von NRW am Umsatz von Zubehör und Teilen für Kraftwagen und Kraftwagenmotoren bei immerhin 18,5% (nicht tabelliert).

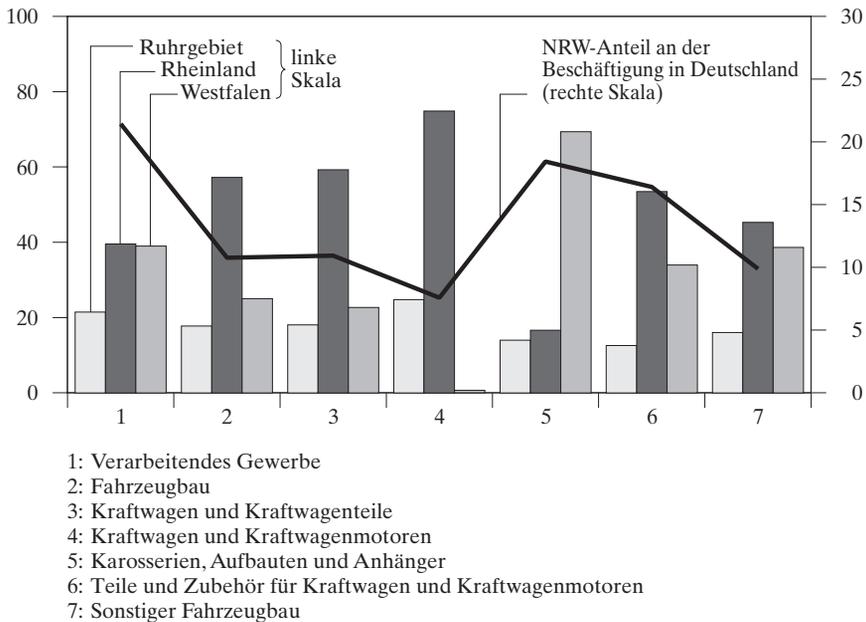
Ebenso wie beim Umsatz ist auch der Beschäftigungsanteil des Fahrzeugbaus in NRW mit 10,8% unterdurchschnittlich (Schaubild 4). Ein geringerer Beschäftigungsanteil entfällt mit 7,6% insbesondere auf die Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren, ein höherer mit 18,4% insbesondere auf die Hersteller von Karosserien, Aufbauten und Anhängern sowie mit 16,4% auf die Herstellung von Teilen und Zubehör von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren.

¹¹ Eine Studie des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg (2004: 79) kam zu dem Ergebnis, dass bei Anlegen des härtesten Kriteriums für die Konzernunabhängigkeit von KMU in Baden-Württemberg 2001 gerade einmal noch 23% der Beschäftigten und 14% des Umsatzes des Verarbeitenden Gewerbes den KMU zuzurechnen waren. In der (für KMU) großzügigsten Klassifizierung entfielen 37% der Beschäftigten und 24% der Umsätze auf KMU. Diese Ergebnisse lassen sich auch auf NRW übertragen.

Schaubild 4

Beschäftigung in Teilbranchen des Fahrzeugbaus nach Regionen in NRW

2004; Anteil an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in %



Eigene Berechnungen nach Angaben der Arbeitsagentur Regionaldirektion NRW.

Von zentraler Bedeutung sowohl in wirtschaftlicher Hinsicht als auch im Hinblick auf FuE-Aktivitäten ist die Verflechtung mit anderen Branchen (Landtag Nordrhein-Westfalen 2006: 3). Im Verarbeitenden Gewerbe bezieht der Fahrzeugbau Vorleistungen unter anderem von der Elektronik- und der Stahlindustrie. In den anderen Branchen, die dem Fahrzeugbau Zwischenprodukte zuliefern, werden auch in erheblichem Ausmaß FuE-Aktivitäten durch die Nachfrage nach Kraftfahrzeugen induziert, die zwar in der FuE-Statistik den anderen Branchen zugerechnet werden, aber letztlich in die Lieferstruktur des Fahrzeugbaus eingebunden sind.

Je nach Einbeziehung dieser Verflechtungen wird die Zahl der Beschäftigten unterschiedlich hoch ausgewiesen. So gibt das Wirtschaftsministerium NRW die Beschäftigtenzahl der Automobilindustrie in NRW mit ca. 200 000 an¹², während die LAA-Statistik für den Kraftfahrzeugsektor für das Jahr 2005 etwa 80 000 und das LDS etwa 85 000 Beschäftigte ausweist. Da die meisten Zulieferer aus anderen Branchen nicht nur für den Automobilbau produzie-

¹² www.wirtschaft.nrw.de/branchen/Fahrzeugbau/, Abruf vom 18.8.2006.

ren, ist es letztlich nicht möglich, die genaue Beschäftigtenzahl zu ermitteln. Der vom Ministerium ausgewiesene Wert ist konsistent mit dem Beschäftigtenmultiplikator, der sich für Deutschland auf Basis von Input-Output-Rechnungen ergibt, wenn die indirekten Beschäftigungseffekte der Endnachfrage nach Kraftfahrzeugen in allen Branchen berücksichtigt werden.¹³

Der Fahrzeugbau, insbesondere die Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren, ist mit ca. 75% der Beschäftigten (26 000 von 35 000) in NRW stark im Rheinland konzentriert, mit Standorten auch im Ruhrgebiet. Auch wegen der Nähe zu den Kunden besitzen die Kfz-Zulieferer wiederum Produktionsstandorte auch im Rheinland, wo 54% der 37 000 Beschäftigten der Branche in NRW arbeiten. Darüber hinaus produzieren zahlreiche Zulieferer in Westfalen (34%). Insgesamt arbeiten damit mehr Beschäftigte in der Kfz-Zulieferbranche als bei den Kfz- und Motorenherstellern, während deutschlandweit das Verhältnis von Beschäftigten in der Herstellung von Kfz und Motoren zu Beschäftigten in der Zulieferbranche, so wie die Industrie von der amtlichen Statistik abgegrenzt wird, bei 2:1 liegt.

Bemerkenswert ist daneben in NRW der hohe Anteil der Beschäftigten bei der Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern (18,4% der Gesamtbeschäftigung in Deutschland). Etwa 70% davon arbeiten in Westfalen, wo einige größere Hersteller von Sonderfahrzeugen (Wannenkipper, Kofferverfahrzeuge, Containerfahrgestelle usw.) ihren Unternehmenssitz haben.

4.4 Innovationsaktivitäten des Fahrzeugbaus in NRW im deutschen und internationalen Vergleich

Wie die FuE-Statistik des SV Wissenschaftsstatistik ausweist, arbeiten mit 4 751 FuE-Beschäftigten (Tabelle 12) lediglich 5,0% des gesamten FuE-Personals des Fahrzeugbaus in NRW, davon fast 80% (3 781) im Rheinland. Demgegenüber sind 29,9% der FuE-Beschäftigten in Bayern und 34,7% in Baden-Württemberg tätig. Mit fast zwei Dritteln des FuE-Personals (bei einem Anteil von 45% der Beschäftigten im Fahrzeugbau Deutschlands) liegt der Schwerpunkt der Forschung ganz eindeutig in den beiden südlichen Bundesländern.

Offensichtlich dominieren die FuE-Aktivitäten der großen Kfz-Hersteller und des größten Zulieferers die räumliche Verteilung, obwohl durchaus bedeutende Zulieferer und mit Ford ein Kfz-Hersteller mit ihren FuE-Aktivitäten in NRW ansässig sind. Natürlich gilt auch für die FuE-Aktivitäten – wie schon im Hinblick auf die Beschäftigung –, dass ein Teil der FuE anderer

¹³ Auf Deutschland insgesamt bezogen ergibt sich auf Basis von Input-Output-Rechnungen für das Jahr 2000 ein Beschäftigungsmultiplikator von 2,4, d.h. den 737 000 Beschäftigten stehen rechnerisch 1,7 Mill. Beschäftigte in allen Wirtschaftssektoren gegenüber, die durch die Endnachfrage nach Kraftfahrzeugen Beschäftigung gefunden haben (RWI 2005: 143).

Tabelle 12

Beschäftigte und Forschungspersonal des Fahrzeugbaus nach Regionen

1991 bis 2003

	1991 ^{2,3}	1995 ^{2,3}	1997 ¹	2003 ¹	jahresdurchschnittliche Veränderung in %	
					1991 bis 1995	1997 bis 2003
Zahl der Beschäftigten						
Deutschland	2 662 080	2 294 501	804 303	859 076	-3,6	1,1
davon: NRW	605 827	513 685	97 434	91 044	-4,0	-1,1
Bayern	500 904	444 914	152 835	181 813	-2,9	2,9
Baden-Württemberg	620 509	514 858	185 085	200 176	-4,6	1,3
Forschungspersonal						
Deutschland	69 280	72 851	81 476	95 384	1,3	2,7
davon: NRW	7 660	5 692	4 514	4 751	-7,2	0,9
Bayern	25 062	23 290	21 857	28 545	-1,8	4,5
Baden-Württemberg	23 164	24 751	30 314	33 047	1,7	1,4
Forschungsausgaben (in Mill. €)						
Deutschland	10 988	11 750	9 907	14 209	3,4	6,2
davon: NRW	1 280	1 163	468	726	-4,7	7,6
Bayern	3 016	3 381	2 846	3 741	5,9	4,7
Baden-Württemberg	3 800	3 718	3 917	4 683	-0,5	3,0

Eigene Berechnungen nach Angaben des SV Wissenschaftsstatistik, des Statistisches Bundesamt und der Statistischen Landesämter. – ¹Nach WZ 93. – ²Nach WZ 79. – ³1991 und 1995: Westdeutschland.

Branchen (etwa der Stahlindustrie und der Elektronikbranche) in NRW in Vorleistungen eingehen und damit indirekt dem Kfz-Sektor zugerechnet werden könnten. Dieser Effekt könnte gerade für NRW von großer Bedeutung sein (vgl. auch Abschnitt 5). Dennoch dürfte die Berücksichtigung indirekter FuE-Effekte nichts an der generellen Aussage ändern, dass sich die FuE-Aktivitäten insgesamt in Süddeutschland konzentrieren.

Von 1991 bis 2003 ist die Veränderung des FuE-Personal in NRW ungünstiger verlaufen als in Deutschland und in Bayern und Baden-Württemberg: Es ist von 1991 bis 1995 um jahresdurchschnittlich 7,2% zurückgegangen (insgesamt 2 000 Personen), deutschlandweit hingegen um jahresdurchschnittlich 1,3% gestiegen. Offensichtlich hat sich der deutschlandweite Beschäftigungsrückgang im Fahrzeugbau, der auch in den süddeutschen Bundesländern zu beobachten war, in NRW sehr viel stärker auf die Zahl der FuE-Beschäftigten ausgewirkt. Auch Bayern verzeichnete von 1991 bis 1997 einen Rückgang der FuE-Beschäftigten, allerdings um „nur“ jahresdurchschnittlich 1,8%.

Im Zeitraum von 1997 bis 2003 war die Zunahme des FuE-Personals in NRW mit 0,9% geringer als in Baden-Württemberg (1,7%), Bayern (4,5%) bzw.

deutschlandweit (2,7%). Bemerkenswert ist, dass im gleichen Zeitraum die Forschungsausgaben des Fahrzeugbaus in NRW mit jahresdurchschnittlich 7,6% deutlich stärker gestiegen sind als in den anderen Bundesländern. Da die Differenz kaum auf die Entlohnung des FuE-Personals zurückzuführen sein kann, ist zu vermuten, dass sich hier Investitionen in die FuE-Infrastruktur auswirken, die durch die zusätzliche Ansiedlung von FuE-Einheiten in NRW entstanden sind. Zumindest wurden zeitgleich FuE-Standorte neu aufgebaut (Abschnitt 4.5).

Die Gründe für die ungünstigere Personalentwicklung in NRW können nur teilweise erschlossen werden. Der deutliche Rückgang in NRW ist aufgrund seiner Größenordnung wohl nicht alleine auf einzelne Zulieferunternehmen zurückzuführen. Wahrscheinlich ist, dass die in NRW ansässigen US-amerikanischen Hersteller Opel (General Motors) und Ford in der ersten Hälfte der neunziger Jahre im Rahmen von Kostensenkungsbemühungen auch die Zahl der FuE-Beschäftigten deutlich reduziert haben, während gleichzeitig die deutschen Hersteller keine so deutlichen Streichungen durchgeführt haben. Darüber hinaus kann der hohe Anteil von Zulieferern einen Beitrag geleistet haben. Die Zulieferunternehmen sind national wie international seit längerem unter einen immer größeren Kostendruck seitens der Hersteller geraten, der sich sicherlich auch auf die FuE-Aktivitäten ausgewirkt hat.

An den OECD-Ländern ist der Beschäftigtenanteil des Fahrzeugbaus in NRW mit 1,5% leicht unterdurchschnittlich (Tabelle 13; Verarbeitendes Gewerbe: 2,0%). Dies ist offensichtlich stark auf den sonstigen Fahrzeugbau zurückzuführen; dessen Anteil am Verarbeitenden Gewerbe ist in NRW mit 0,9% äußerst gering (OECD-14: 2,6%). Hier wirkt sich sicherlich aus, dass der Luft- und Raumfahrzeugbau in NRW keine Rolle spielt.

Der Anteil der Beschäftigten bei der Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen ist mit 2,0%¹⁴ in etwa identisch mit dem OECD-Anteil von NRW am Verarbeitenden Gewerbe. Dementsprechend ist auch der Anteil des Fahrzeugbaus in NRW am Verarbeitenden Gewerbe mit 7,7% niedriger als in den meisten der Vergleichsländer. Der Anteil der Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen am Verarbeitenden Gewerbe ist mit ebenfalls 6,7% etwas niedriger als im OECD-Durchschnitt von 7,8% und auch geringer als in Deutschland insgesamt (11,3%).

Die Beschäftigung verlief in den achtziger Jahren im Fahrzeugbau insgesamt und bei der Herstellung von Kraftfahrzeugen in NRW etwas günstiger als in Deutschland und OECD-weit, in den neunziger Jahren ungünstiger (Schau-

¹⁴ OECD-Daten zur Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen sind nur für 14 OECD-Länder verfügbar, so dass die Anteile nicht direkt mit denjenigen für den Fahrzeugbau insgesamt vergleichbar sind. Die Anteile am Verarbeitenden Gewerbe wurden aus den verfügbaren Daten der OECD berechnet und sind nicht in Tabelle 13 ausgewiesen.

Tabelle 13

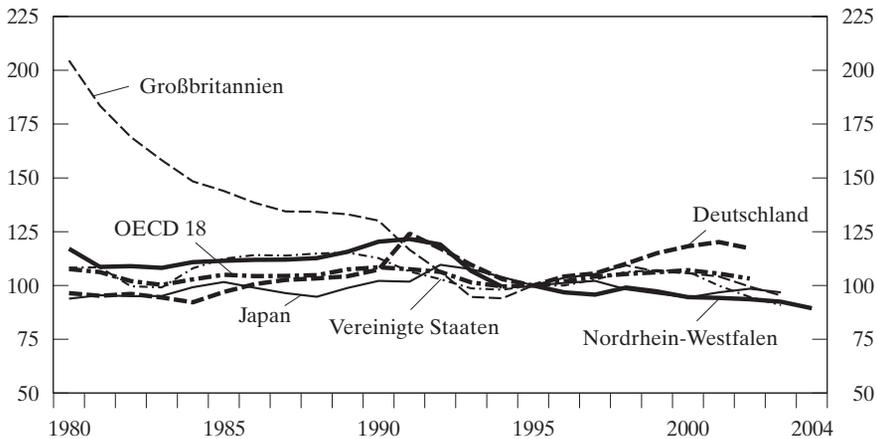
Beschäftigung des Fahrzeugbaus in NRW, Deutschland und ausgewählten OECD-Ländern
 1980 bis 2002

	Zahl der Beschäftigten in 1 000	Anteil an OECD	Anteil am Verarbeiten Gewerbe	Jahresdurchschnittliche Veränderung in %		
				2002	1980/90	1990/94	1995/2002
Fahrzeugbau insgesamt						
Deutschland ¹	1 046	15,3	13,2	1,1	-1,1	2,3
davon: NRW	102	1,5	7,7	.	.	-0,7
Frankreich	385	5,6	10,2	-2,6	-4,0	0,5
Großbritannien	388	5,7	10,1	-4,4	-7,8	-0,1
Italien	279	4,1	5,4	-2,6	-3,8	-1,2
Japan	1 116	16,3	9,6	0,8	0,5	-0,2
USA	1 846	26,9	11,1	0,4	-3,4	-0,8
Andere OECD-Staaten	1 797	26,2	11,2	2,2	-0,3	1,6
OECD 18 ²	6 857	100,0	10,3	0,1	-2,1	0,5
Kraftwagen und Kraftwagenteile						
Deutschland ¹	902	20,5	11,3	1,3	-2,2	2,9
davon: NRW	90	2,0	6,7	0,3	-4,7	-0,3
Frankreich	264	6,0	7,0	-2,7	-3,8	0,5
Italien	174	4,0	3,4	-4,4	-5,4	-1,2
Japan	963	21,9	8,3	2,1	1,2	-0,1
USA	1 163	26,4	7,0	0,4	1,4	-0,6
Andere OECD-Staaten	937	21,3	9,2	2,1	-0,6	3,5
OECD 14 ³	4 402	100,0	7,8	0,6	-0,4	1,0
Sonstiger Fahrzeugbau						
Deutschland ¹	144	3,3	1,8	-0,3	5,7	-0,8
davon: NRW	12	0,3	0,9	.	.	-3,6
Frankreich	121	2,8	3,2	-2,3	-4,3	0,2
Italien	105	2,4	2,0	1,9	-1,3	-1,2
Japan	153	3,5	1,3	-3,6	-3,8	-1,0
USA	683	15,5	4,1	0,4	-8,9	-1,1
Andere OECD-Staaten	274	6,2	2,7	-1,7	-3,8	0,7
OECD 14 ³	1 480	33,6	2,6	-0,6	-5,6	-0,6

Eigene Berechnungen nach Angaben von OECD, STAN Industrial Database, Daten des LDS bzw. des Statistischen Jahrbuchs NRW (verschiedene Jahrgänge). Daten für die OECD-Länder sind gemäß der ISIC-3-Klassifizierung, Daten für NRW bis 1994 in WZ 79, ab 1995 in WZ 93. Für die Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen sind die Veränderungsdaten vergleichbar. – ¹Bis 1990 Westdeutschland. – ²Berücksichtigt wurden alle OECD-Staaten, für die Beschäftigungsdaten verfügbar sind. Dies sind Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Irland, Italien, Japan, Kanada, Korea, Mexiko, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Spanien und die USA. – ³OECD 18 ohne Belgien, Großbritannien, Korea, Portugal.

Schaubild 5

Beschäftigung im Fahrzeugbau in ausgewählten OECD-Ländern und Nordrhein-Westfalen
1980 bis 2004; 1995 = 100



Eigene Berechnungen nach OECD, Statistisches Jahrbuch NRW (mehrere Jahrgänge).

bild 5, Tabelle 13). Von 1980 bis 1990 ist die Beschäftigtenzahl in der Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen in NRW um jahresdurchschnittlich 0,3% gestiegen, deutschlandweit um 1,3%. Die Entwicklung der Beschäftigtenzahl war in den achtziger Jahren nur leicht ungünstiger als im Durchschnitt der OECD-Staaten, für die die Beschäftigtenzahl bezogen auf die Herstellung von Kraftfahrzeugen mit 0,6% leicht zunahm.

Zwischen 1990 und 1994 sank die Beschäftigtenzahl bei der Herstellung von Kraftfahrzeugen und Kraftwagenteilen um jahresdurchschnittlich 4,7%, von 1995 bis 2002 um 0,3%. In den OECD-Ländern nahm die Beschäftigung in diesem Segment in der ersten Hälfte der neunziger Jahre um jahresdurchschnittlich 0,4% ab. Die Werte sind für diesen Zeitraum aber nicht mit den deutschlandweiten vergleichbar, da es durch die Wiedervereinigung zu einer vorübergehenden Zunahme der Beschäftigung kam (der Wert für 1990 bezieht sich noch auf Westdeutschland). Zwischen 1995 und 2002 stieg die Beschäftigung deutschlandweit um 2,9% und OECD-weit um 1,0%.

Der ungünstigere Verlauf in NRW hatte sicherlich mit den strukturellen Unterschieden im Vergleich zu den süddeutschen Bundesländern zu tun. Während die großen deutschen Kfz-Hersteller keine Beschäftigung abbauten, war dies insbesondere aufgrund des Kostendrucks durch die Hersteller in der Zulieferbranche wohl teilweise der Fall. Darüber hinaus haben die großen US-Hersteller, die in NRW produzieren und teilweise forschen, in den vergangenen Jahren mit größeren Problemen zu kämpfen gehabt als die deutschen. In-

Tabelle 14

Interne Forschungsausgaben des Fahrzeugbaus im internationalen Vergleich
 2003

Land	Forschungsausgaben			Forschungsausgaben je 1 000 Beschäftigten		
	absolut	Anteil an OECD insgesamt	Anteil der For- schung im Kfz-Sektor	Fahr- zeugbau	Kfz	Sonstiger Fahr- zeugbau
	in Mill. €	in%		in Mill. €		
Deutschland	14 212,5	18,1	85,0	13,6	13,4	14,8
davon: NRW	725,7	0,9	.	9,4	.	.
Frankreich	5 571,4	7,1	57,2	14,5	12,2	19,7
Italien	1 429,8	1,8	52,5	5,2	4,4	6,5
Japan	14 095,0	17,9	97,0	12,8	14,5	2,8
Vereinigte Staaten	39 108,0	49,7	41,3	22,1	14,4	35,4
Rest OECD	4 309,9	5,5	71,7	4,5	4,7	3,8
OECD 16	78 726,6	100,0	62,1	14,2	12,1	19,9

Eigene Berechnungen nach Angaben der OECD aus Main Science and Technology Indicators (Total Business intramural expenditure on R&D by industry), OECD: Paris, OECD STAN Industrial Database, Daten des SV-Wissenschaftsstatistik und des LDS. Berücksichtigt wurden alle OECD-Staaten, für die Beschäftigungsdaten und Daten über interne Forschungsausgaben des Wirtschaftssektors für den Fahrzeugbau und den Kfz-Sektor verfügbar sind. Dies sind Australien, Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Griechenland, Irland, Italien, Japan, Kanada, Niederlande, Norwegen Österreich, Schweden, Spanien und die USA.

wieweit sich dies für NRW fortsetzt, ist keinesfalls sicher. Immerhin haben zuletzt gerade deutsche Kfz-Hersteller einen Abbau von Arbeitsplätzen angekündigt.

Die quantitative Bedeutung der FuE im Fahrzeugbau – in der Abgrenzung der amtlichen Statistik – ist in NRW im OECD-Vergleich relativ gering (Tabelle 14). Die Forschungsintensität, gemessen als interne Forschungsausgaben je 1 000 Beschäftigten, ist mit 9,4% geringer als in Deutschland mit 12,2% und OECD-weit mit 14,2%. Insbesondere wird der OECD-Durchschnitt durch den Luft- und Raumfahrzeugbau etwas angehoben, der insbesondere für die Vereinigten Staaten und Frankreich eine wichtige Rolle spielt. Unabhängig davon ist der Anteil von NRW an den OECD-weiten FuE-Ausgaben mit 0,9% relativ niedrig.¹⁵

Die Zunahme der internen Forschungsausgaben war in NRW von 1997 bis 2003 nicht nur im nationalen, sondern auch im internationalen Vergleich durchaus bemerkenswert. Von den Industrieländern, die in Tabelle 15 ausge-

¹⁵ Dieser Wert ist nicht direkt mit dem Beschäftigungsanteil von NRW an der OECD-Beschäftigung im Fahrzeugbau aus Tabelle 13 vergleichbar, da sich die OECD-Staaten, für welche die jeweiligen Zahlen bekannt sind, etwas unterscheiden.

Tabelle 15

Veränderung interner Forschungsausgaben im Fahrzeugbau in ausgewählten Industrieländern
1993 bis 2003; jahresdurchschnittliche Veränderung in %

	1993 bis 2003 ¹	1993 bis 1995	1997 bis 2003
Deutschland	7,1	7,3	6,2
davon: NRW ²		-4,7	7,6
Frankreich	2,3	-0,2	6,4
Italien	0,2	-5,5	1,9
Japan	3,6	2,4	1,8
Großbritannien	7,2	7,1	8,1

Eigene Berechnungen nach Angaben der OECD-Daten STAN Industrial Database, Daten des LDS bzw. SV-Wissenschaftsstatistik. Die Länderdaten basieren auf der ISIC – Wirtschaftszweigklassifikation Rev. 3, die NRW-Daten auf WZ 79 (1993 bis 1995) bzw. WZ 93 (1997 bis 2003). Was die Größenordnungen der Veränderungsrate betrifft, besteht eine grundsätzliche Vergleichbarkeit der NRW-Daten mit den Länderdaten. – ¹Die für den Gesamtzeitraum ausgewiesene Veränderungsrate korrespondiert nicht mit den Veränderungsrate für die Teilperioden, da für die Vergleichbarkeit mit den NRW-Zahlen der Zeitraum zwischen 1995 und 1997 nicht erfasst ist. – ²Von 1993 bis 1995 Stahl- und Fahrzeugbau (WZ 79), wobei im Hinblick auf die FuE-Statistik keine schwerwiegenden Unterschiede existieren, sodass die Wachstumsrate mit derjenigen für die anderen Industrieländer in der OECD-Statistik vergleichbar bleibt.

wiesen sind, wies lediglich Großbritannien mit jahresdurchschnittlich 8,1% eine höhere Wachstumsrate der Forschungsausgaben im Fahrzeugbau auf. Die Vergleichsländer sind mit Frankreich, Italien und Japan solche, in denen wie in NRW eine langfristig etablierte Kfz-Industrie existiert und mit Großbritannien ein Land, das in den achtziger Jahren einen Großteil seiner Kfz-Produktion verloren hat.

4.5 Strukturwandel des Fahrzeugbaus in NRW aus Unternehmensperspektive

Die FuE-Aktivitäten des Kraftfahrzeugbaus werden durch Deutschland – aber auch weltweit – sehr wenige Kfz-Hersteller und die großen Zulieferunternehmen der ersten Zulieferstufe dominiert¹⁶. Das heißt natürlich nicht, dass deren Innovations- und Forschungsaktivitäten für den technischen Fortschritt im Fahrzeugbau unbedeutend sind. Aufgrund der hohen Forschungsausgaben, die auf die Großunternehmen entfallen, führt die Präsenz vieler mittelständischer Zulieferunternehmen wie in NRW, aber nicht automatisch zu hohen FuE-Ausgaben und -Personal.

¹⁶ Insbesondere für die automobile Zulieferwirtschaft sind nach den Wandlungen der neunziger Jahre stark hierarchisierte Zulieferketten kennzeichnend. Nach dem von Womack et al. (1991) in Anlehnung an die Zulieferorganisation von Toyota propagierten idealtypischen Modell wird die erste Zulieferstufe (Unternehmen, die direkt an den Endprodukthersteller liefern) durch wenige, vornehmlich große „Systemlieferanten“ besetzt. Die anderen Zulieferer sehen sich auf die zweite oder eine der folgenden Stufen verwiesen. Faktisch verlief die Hierarchisierung in Deutschland weniger radikal, und der Kreis der Zulieferer der ersten Stufe ist noch recht groß.

Gleichzeitig entfällt ein hoher Anteil der FuE-Aktivitäten auf die Entwicklung von Teilen und Kraftfahrzeugen, während die Vorentwicklung und Forschung nach Neuerungen im engeren Sinn regelmäßig einen relativ kleinen Anteil der gesamten FuE-Aktivitäten (in der Regel weniger als 10%) umfasst.

Von den drei großen Kfz-Herstellern mit Produktionsstandorten im Lande führt lediglich Ford in nennenswertem Umfang FuE in NRW durch. Opel (Bochum) und Daimler-Chrysler (Düsseldorf) betreiben „nur“ Produktionsstätten. Darüber hinaus ist mit Karmann in Rheine ein weiteres Unternehmen in NRW ansässig, das Kraftfahrzeuge herstellt und entwickelt. Von den zahlreichen Kfz-Zulieferern, die in NRW FuE betreiben und produzieren, sind einige der wichtigsten in Tabelle 16 aufgeführt. Darunter sind insbesondere mit Thyssen-Krupp Automotive, Hella und Kolbenschmidt Pierburg auch einige der nach Bosch in Deutschland größten Zulieferunternehmen.

Daneben forschen einige weitere Unternehmen in NRW u.a. im Zusammenhang mit dem Kfz-Sektor. Dazu gehören u. a. Philips als Elektronikunternehmen (mit Entwicklungszentrum in Aachen), Benteler und Deutz als Unternehmen mit Maschinenbau- und Fahrzeugbauparte. Hella als Hersteller von Fahrzeugbeleuchtung könnte sowohl dem Fahrzeugbau als auch dem Elektroniksektor zugerechnet werden.

Von den Unternehmen mit Konzernsitz im Ausland besitzen einige FuE-Einheiten in NRW. Zu nennen sind insbesondere das Ford Forschungszentrum in Aachen, das Visteon Forschungszentrum in Kerpen, das Toyota Formel 1 Zentrum in Köln sowie das Delphi Customer Technology Center in Wuppertal. Daneben gibt es eine Reihe weiterer öffentlich-rechtlicher Forschungseinrichtungen (z.B. die Institute für Kraftfahrwesen ika sowie für Verbrennungskraftmaschinen VKA an der RWTH Aachen) mit engem Bezug zur Industrie. Einige Zentren wurden erst in den vergangenen Jahren in NRW neu eröffnet (das Ford Forschungszentrum Mitte der neunziger Jahre und das Visteon Forschungszentrum 2001).

Neben den Kfz-Herstellern und Zulieferern spielen für die Forschungsaktivitäten auch die Hersteller von Anhängern und Fahrzeugaufbauten eine Rolle, von denen einige in Westfalen ansässig sind. Das größte dieser Unternehmen, Schmitz Cargobull, hat mehr als 3 000 Beschäftigte. Auch im Bereich Schienenfahrzeuge sind neben einigen Produktionsstätten auch Forschungsstätten in NRW. Von den drei großen Herstellern, die diese Branche europaweit dominieren, besitzen Siemens und Bombardier Produktionsstandorte in NRW (das dritte Unternehmen ist Alstom). Entwicklungsaktivitäten werden unter anderem im Forschungszentrum der Bahn in Minden und im Siemens „test center“ in Wegberg-Wildenrath durchgeführt.

Tabelle 16

Ausgewählte forschungsaktive Unternehmen des Fahrzeugbaus in NRW
 2005

Unternehmen	Branche	Zentrale Tätigkeitsfelder	Umsatz (in Mill. €)	Beschäftigte (weltweit)	Beschäftigte FuE-Personal (weltweit)	FuE-Ausgaben (weltweit); in Mill. €
Thyssen Krupp Automotive AG	Kfz-Zulieferer	Fahrwerk, Karosserie, Antriebsstrang	7 627	42 541		305
Hella KG Hueck & Co. KG	Kfz-Elektronik-Zulieferer	Licht, Elektronik, Thermo-Management; Aftermarket & Special OE	3 071	24 000	2 923	
Kolbenschmidt Pierburg AG	Kfz-Zulieferer	Luftversorgung, Schadstoffreduzierung und Pumpen; Kolben; Motorblöcke; Gleitlager Gesamtfahrzeuge, Dachsysteme, Module	2050	11 699	ca. 700	104
Karmann Rheine GmbH & Co. KG	Kfz-Zulieferer	Tanksysteme; Innenbauteile; Reinigungssystem für Scheiben und Scheinwerfer; Lüftung	1 900	8 000		
Kautex Textron GmbH & Co. KG	Kfz-Zulieferer	Anhänger, Aufbauten, Container	1 220	5 000		
Schmitz Cargobull AG	Herstellung von Transportlösungen		1 211	3 017		
Leopold Kostal GmbH & Co. KG	Kfz-Zulieferer	Lenksäulen- und Dachmodule; Tür- und Sitzsteuergeräte u.a.	1 138	10 500		80
Kiekert AG	Kfz-Zulieferer	Mechatronik, Elektronik, Modulare Türen	500	3 500		25
Huf Hülsbeck & Fürst GmbH&Co KG	Kfz-Zulieferer	Schließsysteme	428	1 670 (in NRW)		
ISE Innomotive Systems Europe GmbH	Kfz-Zulieferer	Struktur-, Schutz- und Verkleidungssysteme; logistische Abwicklung		5 400		
FEV Motorentechnik GmbH, Aachen	Kfz-Motorenentwickler	Motorentechnik (Benzin- und Dieselmotoren sowie alternative Antriebstechniken)		1 300		
Meta Motoren- und Energie-Technik GmbH, Herzogenrath	Kfz-Motorenentwickler	Motoren, Antriebstechnik		130		
Isringhausen GmbH & Co KG	Kfz-Zulieferer	Produktion von Sitz- und Federsystemen		3 300		
Unternehmen mit Sitz außerhalb und Produktion/Forschung in NRW bzw. Tochterunternehmen von Unternehmen mit Sitz außerhalb von NRW						
Ford Werke AG	Automobilhersteller	Dieselmotoren, Fahrzeugelektronik, Energie, Management, Telematik u.a.	14 043	38 000		
Johnson Controls GmbH	Kfz-Zulieferer	Sitz- und Türsysteme; Elektronik; Überrollsysteme; Batterien	4 400	33 000		
Delphi Deutschland GmbH	Kfz-Zulieferer	Dieselschneidtechnologie und -wartung	1 058	4 062		
Visteon Deutschland GmbH	Kfz-Zulieferer	Fahrzeugklimatisierung, Elektronik, Beleuchtung		50 000		

Quelle: Geschäftsberichte und Internetseiten der Unternehmen.

5. Elektrotechnik- und Elektroniksektor

5.1 Wandel und Perspektiven von FuE- und Innovationsaktivitäten des Elektrotechnik- und Elektroniksektors in NRW: Gesamteinschätzung

In NRW finden sich keine großen Elektrokonzerne, die mit ihren zentralen FuE-Stätten Anziehungspunkte für die Ansiedlung weiterer forschungsaktiver Unternehmen bilden könnten. Die zweite industrielle Revolution mit ihren Kernunternehmen wie Siemens und AEG konzentrierte sich in Deutschland stark auf Berlin, das mittlerweile aber an Bedeutung für die Elektronikforschung verloren hat, und den süddeutschen Raum. Insgesamt prägt die Weiterentwicklung dieser Technologien die inhaltliche Ausrichtung der FuE-Aktivitäten des Elektrotechnik- und Elektroniksektors (im Folgenden Elektrotechniksektor, Elektrotechnikindustrie oder Elektrotechnische Industrie) bis zum heutigen Tag. Die Entwicklung der Unterhaltungselektronikindustrie, die zwischenzeitlich weitgehend aus Deutschland verschwunden ist, fand zunächst in anderen Regionen Deutschlands statt. Die Kernregionen der IKT-Forschung finden sich insgesamt in den USA, Japan und Nordeuropa (Finnland und Schweden).

Vor diesem Hintergrund hat sich in NRW dennoch eine erfolgreiche Elektrotechnikindustrie entwickelt, in der zwar die „alten“ Zweige des 19. Jahrhunderts die größte Bedeutung haben, aber auch durchaus erfolgreiche Unternehmen der IKT-Technologien zu finden sind. Diese Industrie wird in NRW durch große mittelständische oder im globalen Maßstab „kleinere“ Großunternehmen getragen, die in ihren jeweiligen Marktsegmenten europa- oder weltweit tätig sind. Unternehmen mit Sitz außerhalb von NRW oder Deutschland spielen augenscheinlich für die FuE-Aktivitäten des Elektrotechniksektors in NRW eine nicht unbedeutende Rolle.

Räumlich verteilt sich der Elektrotechniksektor zwischen dem Ruhrgebiet, Rheinland und Westfalen in etwa entsprechend deren Anteil am Verarbeitenden Gewerbe. Während in Westfalen ein größerer Beschäftigungsanteil auf die Hersteller von Büromaschinen und Datenverarbeitungseinrichtungen entfällt, ist im Rheinland die Herstellung stärker auf die Rundfunk- und Nachrichtentechnik konzentriert. Im Ruhrgebiet sind die verschiedenen (allerdings in der Wirtschaftszweigsystematik sehr „groben“) Teilsparten des Sektors gleichmäßiger vertreten.

Eindeutiger Schwerpunkt der FuE-Aktivitäten der Elektrotechnikindustrie in NRW – auch wenn eine Quantifizierung schwer möglich ist – ist der Zulieferbereich für den Automobilbau. Darüber hinaus ist insbesondere eine Lampen- und Beleuchtungsindustrie (mit deutlicher Ausrichtung auf den Automobilbau) gewachsen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt im Bereich elektronischer Verbindungen. Darüber hinaus produzieren und forschen Unternehmen des IKT-Bereichs (Computer, Handys, Geldautomaten und Kassensysteme).

me) in NRW, wobei es sich bei den großen „Massenmärkten“ (Computer/Handys) um im internationalen Vergleich kleinere FuE-Einheiten handelt.

Die erfolgreiche Etablierung und Entwicklung dieser Unternehmen hat zur Folge gehabt, dass sich – bei einem im Vergleich zu den süddeutschen Bundesländern oder den global führenden Nationen eher moderaten Anteil des Elektrotechniksektors am Verarbeitenden Gewerbe – die Beschäftigung seit den achtziger Jahren im internationalen Vergleich relativ günstig dargestellt. Trotzdem ist beim Vergleich der FuE-Aktivitäten mit Baden-Württemberg und Bayern ein deutliches Abfallen von NRW zu beobachten. Lediglich 13% des FuE-Personals des Elektrotechniksektors in Deutschland arbeiten in NRW, im Vergleich zu 23,2% in Baden-Württemberg und 34,3% in Bayern. Dies ist darauf zurückzuführen, dass ein Großteil der FuE durch die zentralen Forschungseinheiten der Großkonzerne getragen wird, die ihren Sitz außerhalb von NRW haben.

5.2 Innovationssystem des Elektrotechniksektors

Die elektrotechnische Industrie umfasst sehr unterschiedliche Sparten, die verschiedene Entwicklungslinien durchlaufen haben. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entstanden die Märkte für Telegraphen- und Telefontechnik sowie die Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Leitungen. Die – nach tradierter Abgrenzung – zur Starkstromtechnik zu zählenden Märkte (Elektromotoren, Generatoren) waren Ende des 19. Jahrhunderts sehr viel dynamischer als die Schwachstromtechnik (Telefone, Telegraphen).

Dies änderte sich in den zwanziger Jahren des 20. Jahrhunderts, insbesondere durch das dynamische Wachstum der Märkte für Unterhaltungselektronik, beginnend mit der Kommerzialisierung der Rundfunk-, später der Fernsehgeräte. Zu den umsatzstärksten Produkten dieser Industrie zählten Kassettengeräte und Tonbänder, später Videorekorder, CDs, zuletzt DVDs und MP3-Player. Gleichzeitig entstand eine boomende Computerindustrie (Hardware, Komponenten, Software). Zuletzt in den neunziger Jahren waren neue Marktsegmente stark durch die Verbreitung des Internet sowie die Dynamik der mobilen Telekommunikationsanwendungen gekennzeichnet.

Die Entwicklungsmuster neuer Märkte in der Elektrotechnikindustrie sind sich durchaus ähnlich (Chandler 2005b). Durch die Möglichkeit, einen schwer aufholbaren Marktvorsprung zu erlangen, besitzen Pionierunternehmen und ihre unmittelbar nachfolgenden Wettbewerber in der frühen Marktphase die Möglichkeit, Marktzugangsbarrieren zu errichten. Sie erlangen durch die Ansammlung einer sich kontinuierlich erweiterten Wissensbasis, aber auch durch komplementäre Faktoren (Beherrschung der Produktionsprozesse, Koordination der Zulieferbeziehungen zu einem etablierten Netzwerk, Vertriebska-

näle) Skalenvorteile, die sich durch spätere Wettbewerber so gut wie nicht aufholen lassen. Diese Vorteile umfassen sowohl „economies of scale“ als auch „economies of scope“, die es ermöglichen, auf Basis des Wissensvorsprungs in verwandte Märkte vorzustoßen. Somit wird die Grundlage für die weitere Entwicklung dieser Industrien – so zumindest die Beobachtung – in der Regel in den Pionierjahren gelegt.

Die Erweiterung der Wissensbasis wiederum ist bei der Elektrotechnischen Industrie, ähnlich wie bei der Chemischen und Pharmazeutischen Industrie, seit jeher mit der Entstehung neuen grundlagen- und anwendungsorientierten Wissens an den Universitäten verbunden. Während noch die Entwicklung des Telegraphen Anfang bis Mitte des 19. Jahrhunderts sehr experimentell geprägt war, basierten der Elektromotor oder die Telefonie auf dem theoretischen Fundament der wissenschaftlichen Elektrotechnik (Kirpal 1993: 30ff.).

Diese starke Wissensbasierung führte sehr früh zur Entstehung von FuE-Labors in den wachsenden Elektronikunternehmen. Bis zu den zwanziger bzw. Anfang der dreißiger Jahre besaßen die dominierenden Unternehmen General Electric, Siemens und Philips, Entwicklungsabteilungen mit jeweils 100 bis 400 Mitarbeitern (davon 50 bis 200 Wissenschaftler; Erker 1990: 86). Die Rundfunkindustrie wurde in den zwanziger Jahren insbesondere durch amerikanische Unternehmen mit der technologischen Führerschaft der „Radio Corporation of America“ (RCA) und in Deutschland durch die Telefunken AG bestimmt.

Sowohl die US-amerikanische als auch die deutsche – und europäische – Unterhaltungselektronikindustrie verlor nach dem zweiten Weltkrieg ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit. Während dies bei RCA wohl sehr stark auf Managementfehler zurückzuführen war, schaffte es kein Unternehmen, sowohl die erforderliche technologische Wissensbasis als auch das Zuliefernetzwerk aufzubauen, um auf den globalen Märkten langfristig wettbewerbsfähig zu sein. Sowohl die im internationalen Vergleich kleineren deutschen Unternehmen wie Grundig als auch europäische Elektronikkonzerne wie Philips, das lange Zeit technologisch mit führend war (Entwicklung der CD und der DVD), schafften es letztlich nicht, das erforderliche Produktions- und Wissenssystem zu entwickeln. Bei Telefunken war die erforderliche Wissensbasis mit dem zweiten Weltkrieg verloren gegangen. Heutzutage ist die Unterhaltungselektronikindustrie durch wenige japanische Unternehmen (Sony, Matsushita, Sanyo, Sharp) und die eng an sie gebundenen Zuliefernetzwerke dominiert.

Die Computerindustrie wurde in den achtziger Jahren durch den Siegeszug des PC revolutioniert, wobei der Branchenstandard durch den Marktführer IBM durchgesetzt wurde. Die IBM-kompatiblen PCs markierten auch den Start der Erfolgsgeschichte anderer Unternehmen wie Microsoft (Betriebs-

systemsoftware) und Intel (Prozessoren). Neben den US-amerikanischen konnten sich auch japanische Unternehmen (Fujitsu, NEC, Toshiba) erfolgreich am Markt für PCs, Komponenten und Peripheriegeräte etablieren.¹⁷ In Deutschland existierten mit Siemens und der Nixdorf Computer AG in Paderborn zwei im internationalen Vergleich nennenswerte Wettbewerber. Die Nixdorf Computer AG hatte sich erfolgreich im Markt für Minicomputer etabliert, vollzog aber die Entwicklung hin zu PCs nicht mit. Nachdem sie in finanzielle Schwierigkeiten geraten war, wurde sie von Siemens aufgekauft. Die Siemens AG verfolgte eine Imitationsstrategie, die im Kern aus strategischen Kooperationen mit US-amerikanischen und japanischen Technologieführern bestand. Letztlich ging die Herstellung von PCs und Laptops 1999 in das Joint Venture Fujitsu Siemens ein.

Die Entwicklung der internetbasierten Branchen bzw. der Industrie für mobile Telekommunikation verlief in den achtziger und neunziger Jahre teilweise nach ähnlichen Mustern. In beiden Fällen hatten die „first mover“ Vorteile, die sich in der Entstehung oder Entwicklung neuer, international dominierender Elektronikkonzerne äußerten (Cisco in den USA, Nokia und Ericsson in Finnland und Schweden). Der first-mover-Vorteil lag jeweils in der erfolgreichen Etablierung und internationalen Durchsetzung eines Standards. Dabei hatten (anders als im Fall der PCs) staatliche Eingriffe zu Beginn einen entscheidenden Einfluss auf die spätere Entwicklung. Im Fall des Internet war wohl die staatlich gestützte erste Etablierung eines größeren Netzwerks in den USA mit entscheidend. Dadurch erhielt die US-amerikanische Industrie einen erheblichen Wettbewerbsvorteil. Der Grundstein für die Entwicklung der nordeuropäischen Hersteller von Telekommunikationshardware wurde unter anderem durch die konsequente Durchsetzung des GSM-Standards¹⁸ durch die Europäische Union gelegt. In beiden Fällen hatte es zunächst mehrere konkurrierende Standards gegeben, wobei in derjenigen Region, in der die Industrieentwicklung schneller und konsequenter vorangetrieben wurde, auch der Nukleus der industriellen FuE-Aktivitäten entstand, der letztlich auch zu deutlichen Wohlfahrtseffekten führte (Edquist 2004).

Die deutsche Industrie spielte somit in den Entwicklungsphasen der Elektronik- und Elektrotechnikindustrie eine jeweils sehr unterschiedliche Rolle. Die Elektrotechnische Industrie entstand etwa zeitgleich mit der Chemischen Industrie in der Mitte des 19. Jahrhunderts in den USA, Großbritannien und Deutschland. Das Angebot an qualifizierten Universitätsabsolventen und

¹⁷ Zur Entwicklung der Computerindustrie in Europa, den USA und Japan vgl. die sehr detailliertere Darstellung in Chandler 2005b.

¹⁸ GSM (Global System for Mobile Telecommunications) ist ein Telekommunikationsstandard der „2. Generation“, der sich in den neunziger Jahren zuerst europaweit, später auch weltweit durchsetzte. GSM erlaubte erstmals Datenübertragung (SMS) und durch die Integration natürlicher Systeme das sog. „roaming“ (internationale Gespräche; vgl. Edquist 2004: 170–174).

eine im internationalen Vergleich führende Wissenschaft leisteten in Deutschland einen wichtigen Beitrag zur Entstehung einer auch im internationalen Maßstab führenden Elektrotechnikindustrie. Bei der späteren Entwicklung der Unterhaltungselektronik-, der Computer- und der Mobilfunkindustrie spielten deutsche Unternehmen im globalen Maßstab keine vergleichbare Rolle mehr. Auch wenn sich mit der Siemens AG zumindest ein großes deutsches Unternehmen erfolgreich in zahlreichen Marktsegmenten behaupten konnte. In der Elektrotechnik kommt daher besonders deutlich zum Vorschein, dass sich der Erfolg der deutschen Industrien im internationalen Vergleich zu einem erheblichen Teil auf denjenigen Technologien und der Weiterentwicklung der Wissensbasis beruht, die in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre entstanden. Bei den Technologien des 20. Jahrhunderts konnten sie lediglich teilweise erfolgreich Marktnischen besetzen.

5.3 Industriestruktur, Wettbewerb und Entwicklung des Elektrotechniksektors in NRW und Deutschland

Die 7 177 Hersteller von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen, Elektrotechnik, Feinmechanik und Optik in NRW erzielten im Jahr 2004 Umsätze in Höhe von 32,6 Mrd. €, was 8,8% der Umsätze des Verarbeitenden Gewerbes entspricht (Tabelle 17). Dieser Wirtschaftszweig beinhaltet einen Großteil der Aktivitäten, die die Möglichkeiten elektrischer Energieübertragung nutzen. Elektrische Haushaltsgeräte werden nach der neuen Wirtschaftszweigsystematik dem Maschinenbau zugerechnet (Abschnitt 6). Neben elektrotechnischen Anwendungen sind allerdings auch orthopädische Erzeugnisse, darunter die Zahnlabors, in diesem Wirtschaftszweig enthalten. Diese machen jedoch nur einen kleinen Anteil der Wertschöpfung und Beschäftigung aus.

Innerhalb des Elektrotechniksektors entfällt mit 37,9% der größte Teil des Umsatzes auf die Herstellung von Geräten der Elektrizitätsverteilung und -erzeugung, weitere 28,6% auf die Hersteller von Geräten der Rundfunk- und Nachrichtentechnik. Geringere Anteile weisen in NRW die Hersteller von Büromaschinen- und Datenverarbeitungsgeräten und von Geräten der Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, optischen Geräten und Uhren mit jeweils 16,6% auf. 38,8% der Unternehmen (2 548) werden dem Bereich medizintechnische Geräte und orthopädische Erzeugnisse zugerechnet. Dies sind jedoch großteils nicht Unternehmen des Elektrotechniksektors, sondern Dentallabors. Im Vergleich zum deutschlandweiten Umsatz ist der Elektrotechniksektor in NRW unterdurchschnittlich vertreten: Der Umsatzanteil von NRW ist mit 16,2% deutlich geringer als der des Verarbeitenden Gewerbes insgesamt (24%). Mit Siemens (Bayern) und Bosch (Baden-Württemberg) haben die beiden mit Abstand größten deutschen Elektronikunternehmen ihren Sitz außerhalb von NRW.

Tabelle 17

Unternehmen und steuerbarer Umsatz des Elektrotechniksektors in NRW und Deutschland 2004

	NRW		Deutschland		NRW-Anteil an Deutschland	
	Unternehmen	Umsatz	Unternehmen	Umsatz	Unternehmen	Umsatz
	Anzahl	in Mill. €	Anzahl	in Mill. €	in %	
Elektronik	7 177	32 554	35 491	200 475	20,2	16,2
Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen	805	5 400	4 175	27 818	19,3	19,4
Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.Ä.	1 661	12 347	7 251	44 565	22,9	27,7
Elektromotoren, Generatoren	260	1 975	1 452	11 184	17,9	17,7
Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen	179	1 641	1 192	7 110	15,0	23,1
Isolierte Elektrokabel	147	2 272	619	6 364	23,7	35,7
Akkumulatoren und Batterien	54	430	189	2 327	28,6	18,5
Elektrische Lampen und Leuchten	282	1 531	987	3 005	28,6	50,9
Elektrische Ausrüstungen a.n.g.	739	4 498	2 812	14 575	26,3	30,9
Rundfunk- und Nachrichtentechnik	906	9 409	5 452	81 168	16,6	11,6
Elektronische Bauelemente	400	4 046	2 729	60 632	14,7	6,7
Geräte der Telekommunikationstechnik	373	4 956	1 898	16 210	19,7	30,6
Rundfunkgeräte sowie phono- und videoteknische Geräte	133	406	825	4 326	16,1	9,4
Medizin-, Messtechnik, Optik, Uhren	3 805	5 398	18 613	46 925	20,4	11,5
Medizinische Geräte und orthopädische Erzeugnisse	2 786	2 548	12 436	17 702	22,4	14,4
Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumente	542	2 169	3 297	16 931	16,4	12,8
Industrielle Prozesssteuerungseinrichtungen	178	318	782	4 284	22,8	7,4
Optische und fotografische Geräte	274	357	1 796	7 482	15,3	4,8
Uhren	25	7	302	526	8,3	1,3

Quelle: Umsatzsteuerstatistik des LDS und des Statistischen Bundesamts.

Ein überdurchschnittlicher Umsatzanteil entfällt in NRW mit 27,7% des Gesamtumsatzes der Wirtschaft in Deutschland, insbesondere auf die Elektrizitätserzeugung und -verteilung während die Herstellung von Büromaschinen und Datenverarbeitungsgeräten, unter den auch die Computerhardwareherstellung fällt (16,2%), unterdurchschnittlich vertreten ist. Ein noch geringerer Anteil entfällt mit 11,5% auf Medizin- und Messtechnik, Optik und Uhren.

Mit 50,9% des Gesamtumsatzes der Herstellung von Lampen und Leuchten liegt der Schwerpunkt der Lampenherstellung, u.a. auch für Kraftfahrzeuge, Deutschlands in NRW. Ein relativ hoher Anteil entfällt auch auf isolierte Elektrokabel (35,7%) und den Bereich Elektrische Ausrüstungen a.n.g. Letzterer beinhaltet neben einem Zweig „sonstige elektrische Ausrüstungen“ insbesondere Bereiche der Herstellung von elektrischen Ausrüstungen für Motoren und Fahrzeuge.

Tabelle 18

Unternehmen und Umsatz im Elektrotechniksektor in NRW und Deutschland nach Umsatzgrößenklassen
2004

Umsatz in €	NRW			Deutschland		
	Anzahl	Anteil in %	Umsatz- anteil in %	Anzahl	Anteil in %	Umsatz- anteil in %
bis 100 000	1 586	22,10	0,26	8 653	24,4	0,2
bis 1 Mill.	3 873	53,96	4,54	18 323	51,6	3,4
größer 1 Mill.	1 718	23,9	95,2	8515	24,0	96,4
davon						
10 Mill.				6 816	19,2	10,2
100 Mill.				1 482	4,2	21,6
250 Mill.				130	0,4	10,0
250 Mill.				87	0,2	54,5
Insgesamt	7 177	100	100	35 491	100	100

Quelle: LDS, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen. Untergliederung größerer Unternehmen aus Geheimhaltungsgründen für NRW nicht ausgewiesen.

Die Größenverteilung zeigt – wie in den anderen hier betrachteten Branchen – eine Dominanz der Großunternehmen, wobei der Anteil der mittelständischen und kleineren Großunternehmen deutlich größer als etwa in der Chemischen Industrie und im Fahrzeugbau ist (Tabelle 18). In den unteren Größenbereichen sind für NRW keine deutlichen Abweichungen vom Durchschnitt zu erkennen. Insgesamt entfallen 96,4% der deutschlandweiten Umsätze auf Unternehmen mit einem Umsatz von mehr als 1 Mill. €. Auf die 0,2% (87) der Unternehmen mit einem Umsatz von mehr als 250 Mill. € entfallen insgesamt 54,5%.

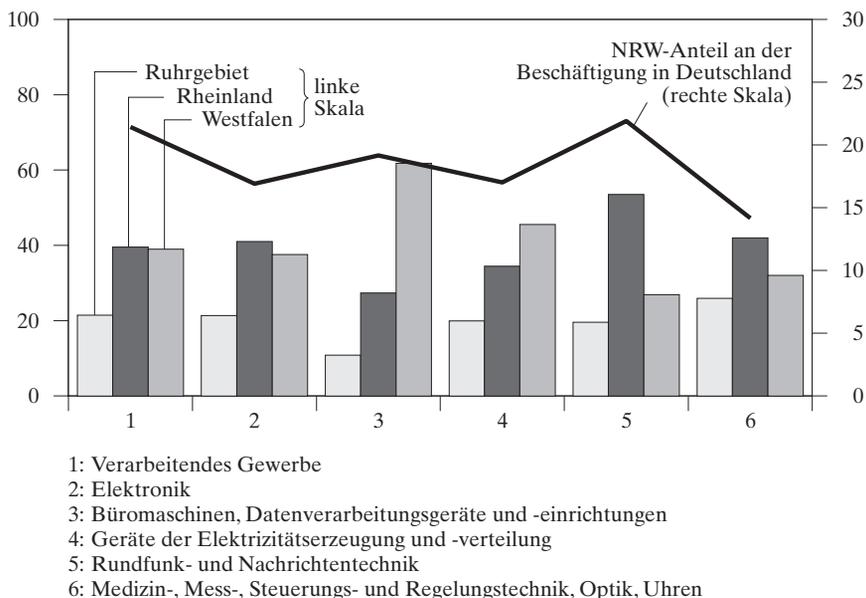
Während die Beschäftigtenanteile des Elektrotechniksektors in den Regionen Nordrhein-Westfalens in etwa denen des Verarbeitenden Gewerbes entsprechen, sind bei den Teilzweigen deutliche regionale Schwerpunktsetzungen auszumachen (Schaubild 6). 62% der Beschäftigten der Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen (12% der deutschlandweiten Beschäftigten) arbeiten in Westfalen. Auch die Hersteller von Geräten der Elektrizitätserzeugung und -verteilung haben mit 45,6% ihren Schwerpunkt in Westfalen, während 34,5% der Beschäftigten im Rheinland und 20% im Ruhrgebiet arbeiten. Innerhalb des Wirtschaftszweigs liegen die Schwerpunkte der Lampenherstellung in Westfalen (31% der deutschlandweit Beschäftigten, 73% der Beschäftigten in NRW). Demgegenüber sind 74% der Beschäftigten in der Herstellung von isolierten Elektrokabeln in NRW im Rheinland tätig.

Insgesamt 53% der Beschäftigten der Rundfunk- und Nachrichtentechnik in NRW arbeiten im Rheinland. Weiterhin fällt der gegenüber dem Deutsch-

Schaubild 6

Beschäftigung in Teilbranchen des Elektroniksektors nach Regionen in NRW

2004; Anteil an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in %



Eigene Berechnungen nach Angaben der Arbeitsagentur Regionaldirektion NRW.

landanteil der gemeldeten Umsätze (11,6% in Tabelle 17) deutlich höhere Anteil der Beschäftigten in NRW (22%) ins Auge. Die Differenz ist offensichtlich auf Unternehmen zurückzuführen, die zwar in NRW produzieren, ihren Umsatz aber am Unternehmenssitz außerhalb von NRW melden. Auch der Schwerpunkt im Bereich Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik liegt mit 42% der Beschäftigung des Wirtschaftszweigs im Rheinland, wobei die Herstellung von industriellen Prozesssteuerungseinrichtungen mit 64% der Beschäftigung des Wirtschaftszweigs in NRW in Westfalen liegt.

5.4 Innovationsaktivitäten des Elektrotechniksektors in NRW im deutschen und internationalen Vergleich

Das Forschungspersonal des Elektrotechniksektors ist in NRW – von einem sehr niedrigen Niveau ausgehend von 1991 bis 1995 jahresdurchschnittlich um 2,1% zurückgegangen, deutschlandweit war die Abnahme (2,9%) etwas höher. Im Zeitraum von 1997 bis 2003 ist die Anzahl der FuE-Beschäftigten in NRW konstant geblieben, während sie deutschlandweit um 0,7% gesunken ist.

Tabelle 19

Beschäftigte und Forschungspersonal des Elektrotechniksektors nach Regionen

1991 bis 2003

	1991 ^{2,3}	1995 ^{2,3}	1997 ¹	2003 ¹	Jahresdurchschnittliche Veränderung in %	
					1991 bis 1995	1997 bis 2003
Zahl der Beschäftigten						
Deutschland	1 356 001	1 128 820	1 087 436	1 056 443	-4,5	-0,5
davon: NRW	265 108	228 099	201 535	180 967	-3,7	-1,8
Bayern	345 542	289 365	259 869	262 678	-4,3	0,2
Baden-Württemberg	354 268	293 291	261 521	254 331	-4,6	-0,5
Forschungspersonal						
Deutschland	90 801	80 617	71 628	68 862	-2,9	-0,7
davon: NRW	11 065	10 164	8 950	8 943	-2,1	0,0
Bayern	30 237	25 461	23 238	23 631	-4,2	0,3
Baden-Württemberg	28 668	25 440	16 533	15 939	-2,9	-0,6

Eigene Berechnungen nach Angaben des SV-Wissenschaftsstatistik, des Statistisches Bundesamtes und der Statistischen Landesämter. ¹Nach WZ 93. – ²Nach WZ 79. – ³1991 und 1995: Westdeutschland.

Die Beschäftigung verlief (verglichen mit den süddeutschen Bundesländern und Westdeutschland) in der ersten Hälfte der neunziger Jahre etwas günstiger. Dem jahresdurchschnittlichen Rückgang von 3,7% in NRW stand eine Verringerung um 4,5% deutschlandweit gegenüber. Von 1997 bis 2003 war demgegenüber der Beschäftigungsabbau in NRW (1,8%) deutlich größer als in Westdeutschland (0,5%; Tabelle 19).

Zu beachten ist dabei im Hinblick auf die Forschungsaktivitäten der niedrige Anteil Nordrhein-Westfalens an der Elektronikforschung: Das FuE-Personal belief sich 2003 auf 8 943 Beschäftigte, was 13% des Forschungspersonals des Sektors in Deutschland entspricht. Zum Vergleich: In Bayern waren im Jahr 2003 insgesamt 23 238 FuE-Beschäftigte verzeichnet (34,3%), in Baden-Württemberg 16 533 (23,2%). Somit entfielen auf die beiden süddeutschen Bundesländer 57,5% der FuE-Beschäftigten.

Worauf ist diese starke Konzentration auf die süddeutschen Bundesländer zurückzuführen? Hier liegt die Vermutung nahe, dass insbesondere die beiden großen Elektronikunternehmen Siemens und Bosch entscheidend sind.

Natürlich handelt es sich bei beiden Unternehmen um Konzerne, die in mehreren Wirtschaftszweigen forschen. Außerdem besitzen sie weltweit Forschungsstätten. Dennoch: Die Konzentration eines erheblichen Teils der FuE in der Länderregion hat erheblichen Einfluss auf die in der FuE-Statistik ausgewiesenen räumlichen Verteilung.

Auch wenn die Datenquellen nur eingeschränkt vergleichbar sind, können die Angaben der Unternehmen zu Größenordnungen der FuE in etwa die Bedeutung der beiden großen Elektronikunternehmen erkennen lassen. Gemäß den Internetseite der Siemens AG ist von mehr als 1 900 Beschäftigten der zentralen Forschung des Konzerns ein Großteil in Deutschland in den drei Standorten Erlangen, München und Berlin beschäftigt.¹⁹ Von den weltweit 47 200 FuE-Beschäftigten in einer weitgefassten Definition (was 68% der FuE-Beschäftigten des Elektrotechniksektors in Deutschland entsprechen würde, wobei die Abgrenzung sicherlich großzügiger ist als in der FuE-Statistik) arbeiten 47%, also knapp 23 000, in Deutschland. Der Schwerpunkt liegt an Standorten um München und Erlangen-Nürnberg. Natürlich hat der Konzern auch große Bereiche, die nicht dem Elektrotechniksektor zuzuordnen sind. Dennoch ist zu vermuten, dass die Bilanz Bayerns, beim FuE-Personal im Sektor, sehr stark durch den Konzern bestimmt wird.

Die Bosch GmbH veröffentlicht keine Zahlen zum FuE-Personal. Die Forschungsausgaben beliefen sich weltweit 2005 auf etwas über 3 Mrd. €²⁰ (gegenüber 5,2 Mrd. € bei Siemens). Auch bei Bosch verteilen diese sich auf mehrere Bereiche, insbesondere auch die Herstellung von Kfz-Teilen, die nicht zur Elektronik zählen. Die FuE-Ausgaben des Elektrotechniksektors in Baden-Württemberg beliefen sich nach den Angaben des SV-Wissenschaftsstatistik auf 1,823 Mrd. €. Damit erscheint plausibel, dass die FuE-Aktivitäten von Bosch einen erheblichen Teil des Unterschieds zu NRW erklären können. Mit IBM Deutschland forscht zudem ein weiterer großer Elektronikkonzern mit etwa 1 700 FuE-Mitarbeitern in Baden-Württemberg.

Im internationalen Vergleich ist der Anteil der 150 000 Beschäftigten des Elektrotechniksektors in NRW leicht unterdurchschnittlich. Der Anteil an den Beschäftigten in der OECD-17 ist mit 1,8% leicht geringer als des Verarbeitenden Gewerbes (2,0%). Die Schwerpunkte liegen mit jeweils etwas weniger als einem Viertel der Beschäftigten bei den USA und Japan (Tabelle 20). Beim Anteil des Elektrotechniksektors am Verarbeitenden Gewerbe liegt NRW mit 11,3% aber nur leicht hinter dem Deutschlands (13,9%), Japans und der USA (12 bzw. 13,2%).

Deutliche Unterschiede ergeben sich mit Blick auf die Schwerpunkte innerhalb des Elektrotechniksektors. In den USA und Japan machen Büromaschinen/EDV-Geräte und Rundfunk- und Nachrichtentechnik deutlich höhere Anteile an der Beschäftigung aus, während der Beschäftigungsanteil am Verarbeitenden Gewerbe von NRW, aber auch von Deutschland mit 7,2 bzw.

¹⁹ www.siemens.com/index.jsp?sd_c_p=l0o1031318t4umcd1031520n1031318s7fp, Abruf vom 11.09.2006.

²⁰ Nach Angaben auf den Internetseiten des Unternehmens. <http://www.bosch.com//content/language1/html/2226.htm>. Abruf vom 11.09.2006.

Tabelle 20

Beschäftigung im Elektrotechniksektor in NRW, Deutschland und ausgewählten OECD-Ländern

1980 bis 2002

	Zahl der Beschäftigten in 1 000	Anteile an OECD	Anteil am Verarbeitenden Gewerbe	Jahresdurchschnittliche Veränderung in %		
				2002	1980/1990	1990/1994	1995/2002
Elektrotechnik insgesamt						
Deutschland ¹	1 108	13,1	13,9	1,0	-1,7	-1,0
davon: NRW	150	1,8	11,3	1,1	-3,8	-1,2
Frankreich	422	5,0	11,1	-0,7	-2,7	0,1
Großbritannien	444	5,2	11,5	-2,4	-4,6	-2,0
Italien	486	5,7	9,3	-1,1	-1,8	0,7
Japan	1 963	23,2	17,0	3,4	-1,8	-2,8
USA	2 007	23,7	12,0	-0,8	-2,4	-1,9
Andere OECD-Staaten	2 038	24,1	13,2	2,8	-1,2	1,6
OECD 17 ²	8 467	100,0	12,9	0,9	-2,0	-1,0
Büromaschinen, EDV						
Deutschland ¹	49	10,2	0,6	2,8	-9,4	-4,8
davon: NRW	7	1,5	0,5	4,3	-4,7	-1,9
Frankreich	21	4,3	0,5	1,8	-0,4	-0,4
Italien	19	4,0	0,4	1,4	-3,7	0,1
Japan	193	40,0	1,7	6,7	-2,6	-5,0
USA	171	35,6	1,0	-2,5	-5,6	-4,9
Andere OECD-Staaten	29	6,0	0,9	4,3	-1,9	-4,1
OECD 11 ³	482	100,0	1,0	1,5	-4,5	-4,6
Elektrizitätserzeugung und -verteilung						
Deutschland ¹	562	24,2	7,1	1,4	-1,9	-0,7
davon: NRW	95	4,1	7,2	.	.	-2,7
Frankreich	158	6,8	4,2	-0,7	-2,0	0,0
Italien	232	10,0	4,5	-1,0	-2,3	0,8
Japan	624	26,9	5,4	3,0	-2,7	-2,8
USA	566	24,4	3,4	-1,8	-1,9	-1,6
Andere OECD-Staaten	179	7,7	5,9	0,1	-3,7	1,1
OECD 11 ³	2 321	100,0	4,7	0,5	-2,3	-1,2
Rundfunk- und Nachrichtentechnik						
Deutschland ¹	169	7,6	2,1	1,0	-4,9	-1,3
davon: NRW	22	1,0	1,7	.	.	5,3
Frankreich	112	5,0	3,0	-1,1	-3,4	0,1
Italien	114	5,1	2,2	-2,8	0,8	-0,8
Japan	933	41,8	8,1	4,3	-0,3	-2,3
USA	783	35,1	4,7	0,4	-0,7	-2,1
Andere OECD-Staaten	118	5,3	3,9	-0,8	-1,8	1,4
OECD 11 ³	2 229	100,0	4,5	1,6	-1,0	-1,8
Medizin-, Mess-, Steuerungs-, Regelungstechnik, Optik, Uhren						
Deutschland ¹	328	23,4	4,1	-0,4	3,0	-0,5
davon: NRW	25	1,8	1,9	.	.	0,9
Frankreich	131	9,4	3,5	-0,8	-3,5	0,4
Italien	120	8,6	2,3	0,6	-3,1	2,3
Japan	213	15,2	1,8	-0,4	-4,0	-2,4
USA	487	34,7	2,9	-0,5	-4,2	-0,9
Andere OECD-Staaten	122	8,7	4,0	1,8	-1,9	4,5
OECD 11 ³	1 402	100,0	2,8	-0,3	-2,4	-0,3

Eigene Berechnungen nach Angaben der OECD-Daten STAN Industrial Database, Daten des LDS bzw. des Statistischen Jahrbuchs NRW (verschiedene Jahrgänge). Daten für die OECD-Länder sind gemäß der ISIC-3-Klassifizierung, Daten für NRW bis 1994 in WZ 79, ab 1995 in WZ 93. Eine Vergleichbarkeit ist daher für die Jahre vor 1995 nur (bedingt) für die Gesamtbranche und für den ab 1985 getrennt erfassten Wirtschaftszweig Büromaschinen/ EDV gegeben. – ¹Bis 1990 Westdeutschland. – ²Berücksichtigt wurden alle OECD-Staaten, für die Beschäftigungsdaten verfügbar sind. Dies sind Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Japan, Kanada, Korea, Irland, Mexiko, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Spanien und die USA. – ³OECD 17 ohne Großbritannien, Kanada, Korea, Mexiko, Portugal, Schweden.

7,1% bei Elektrizitätserzeugung und -verteilung am größten ist. Im Zweig Medizin-, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik, Optik und Uhren ist der Anteil mit 4,1% für Deutschland im internationalen Vergleich außergewöhnlich hoch.

Wie ist diese Schwerpunktsetzung im internationalen Vergleich zu bewerten? Natürlich folgt die Wirtschaftszweigklassifikation nicht den Entwicklungen neuer Industriezweige oder einer Einteilung forschungsintensiverer oder weniger forschungsintensiver Zweige. In jedem der ausgewiesenen Zweige existieren deshalb neuere neben älteren sowie „wissensintensivere“ Bereiche neben weniger wissensintensiven. Allerdings sind die Wirtschaftszweige, in denen weltweit besondere Innovationsaktivitäten zu beobachten waren, diejenigen, in denen NRW wie auch Deutschland weniger vertreten sind. Zu nennen sind Büromaschinen und Datenverarbeitungsgeräte, sowie die Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik (elektronische Bauteile, Nachrichtentechnik, sowie Unterhaltungselektronik).

Im Bereich der Elektrizitätserzeugung und -verteilung, wo der Schwerpunkt der Beschäftigung in NRW zu finden ist, sind hauptsächlich Produkte vertreten, die mit der zweiten industriellen Revolution ihre Geburtsstunde hatten und seither kontinuierlich weiterentwickelt wurden (Elektromotoren, Generatoren, Batterien, sowie Elektrische Lampen und Leuchten). Als weiterer Querschnittsbereich kommt die Automobilelektronik dazu, die schwerpunktmäßig in diesem Wirtschaftszweig zu finden ist.

Ungeachtet der deutlichen Konzentration in Bereichen, die seit den fünfziger Jahren nicht direkt in die Dynamik der Unterhaltungselektronik oder des IKT-Bereichs involviert waren, verlief die Beschäftigung im IKT-Sektor in NRW seit Beginn der achtziger Jahre nicht deutlich ungünstiger als in vielen OECD-Ländern (Tabelle 20, Schaubild 7 über den Gesamtzeitraum betrachtet). Dies gilt auch gegenüber den in diesen neuen Bereichen technologisch führenden Industrieländern USA und Japan.

Während die Beschäftigung in NRW in den achtziger Jahren jahresdurchschnittlich mit 1,1% schneller stieg als in Deutschland oder im OECD-Durchschnitt (1,0% bzw. 0,9%), kam Anfang der neunziger Jahre ein deutlicher Einbruch (NRW -3,8% von 1990 bis 1994, der OECD -2,0%).

Längerfristige Aussagen zu den Teilbranchen des Elektrotechniksektors lassen sich aufgrund der unvollständigen Datenbasis für NRW nicht machen. Aus den verfügbaren Informationen wird allerdings deutlich, dass im Bereich Büromaschinen – trotz des geringen Anteils der Beschäftigung in NRW – die Entwicklung im internationalen Vergleich positiv verlief. Insbesondere in den achtziger Jahren nahm die Beschäftigung von einem sehr niedrigen Ausgangsniveau um jahresdurchschnittlich 4,3% zu. Von 1995 bis 2002 war insbesonde-

Tabelle 21

Forschungsausgaben und -intensität des Elektrotechniksektors im internationalen Vergleich
 2003

	Elektronik	Büromaschinen, Datenverarbeitungs- einrichtungen	Elektrizitätser- zeugung und -verteilung	Rundfunk- und Nachrichten- technik	Medizin- technik, Optik, Uhren
FuE-Ausgaben der Wirtschaft in Mill. €					
Deutschland	7 599,6	519,7	1 080,3	3 316,0	2 683,6
davon: NRW	919,2	.	.	.	.
Frankreich	5 351,4	250,5	755,1	2 858,2	1 487,6
Großbritannien	2 671,7	83,7	639,5	1 370,1	578,5
Italien	1 426,6	34,4	155,2	741,5	495,5
Japan	31 358,1	.	7 550,0	19 970,7	3 837,5
USA	46 820,2	4 571,3	4 402,4	26 401,2	11 445,4
Andere OECD-Staaten	15 751,0	2 530,6	1 227,9	10 523,4	1 469,2
OECD 19	110 978,6	7 990,1	15 810,4	65 181,0	21 997,2
OECD-Anteil in %					
Deutschland	6,8	6,5	6,8	5,1	12,2
davon: NRW	0,8	.	.	.	.
Frankreich	4,8	3,1	4,8	4,4	6,8
Großbritannien	2,4	1,0	4,0	2,1	2,6
Italien	1,3	0,4	1,0	1,1	2,3
Japan	28,3	.	47,8	30,6	17,4
USA	42,2	57,2	27,8	40,5	52,0
Andere OECD-Staaten	14,2	31,7	7,8	16,1	6,7
OECD 19	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Forschungsintensität (Interne Forschungsausgaben in 1 000 € je Beschäftigten)					
Deutschland	6,9	10,6	1,9	19,6	8,2
davon: NRW	6,3	.	.	.	.
Frankreich	12,7	12,2	4,8	25,5	11,3
Großbritannien	6,6	.	.	.	.
Italien	2,9	1,8	0,7	6,5	4,0
Japan	16,2	0,1	12,7	17,7 ^a	18,4
USA	25,7	28,5	8,6	38,5	24,5
Andere OECD-Staaten	8,3	.	.	.	.
OECD 19	13,7	.	.	.	.

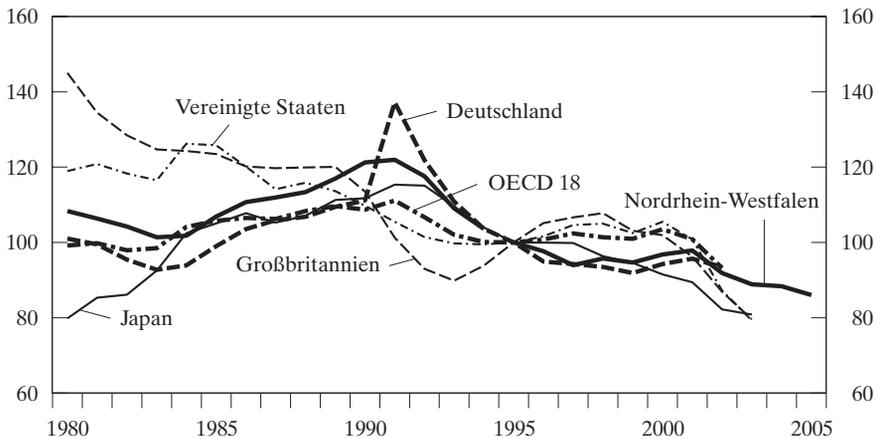
Eigene Berechnungen nach Angaben der OECD-Daten STAN Industrial Database, Daten des SV-Wissenschaftsstatistik und des LDS. Berücksichtigt wurden alle OECD-Staaten, für die Beschäftigungsdaten und Daten über interne Forschungsausgaben des Wirtschaftssektors für den Fahrzeugbau und den Kfz-Sektor verfügbar sind. Dies sind Australien, Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Griechenland, Irland, Italien, Japan, Kanada, Niederlande, Norwegen, Österreich, Schweden, Spanien und die USA. – ¹Für Japan in Rundfunk- und Nachrichtentechnik enthalten. – ³Forschungsintensität von Büromaschinen und Rundfunk- und Nachrichtentechnik.

re die Beschäftigung in der Rundfunk- und Nachrichtentechnik günstig (jahresdurchschnittlich 5,3%), während sie im Bereich Elektrizitätserzeugung und -verteilung abnahm (2,7%).

Auch die FuE-Aktivitäten des Elektrotechniksektors in NRW spielten über alle Teilbranchen hinweg betrachtet im OECD-Vergleich nur eine marginale

Schaubild 7

Beschäftigung im Elektroniksektor in ausgewählten OECD-Ländern und Nordrhein-Westfalen
1980 bis 2005; 1995 = 100



Eigene Berechnungen nach OECD, Statistisches Jahrbuch NRW (mehrere Jahrgänge).

Rolle (Tabelle 21): Die Ausgaben von 919,2 Mill. € entsprechen lediglich 0,8% der OECD-weiten FuE-Ausgaben. Insgesamt mehr als 70% werden in den USA und Japan getätigt, immerhin knapp 7% in Deutschland.

66% der FuE-Ausgaben der Branche entfallen auf Büromaschinen und Datenverarbeitungseinrichtungen sowie die Rundfunk- und Nachrichtentechnik (Tabelle 21), die – basierend auf den Daten aus Tabelle 20, die jedoch einer etwas anderen Länderauswahl entsprechen – lediglich etwas mehr als 40% der Beschäftigten ausmachen.

Entsprechend der weltweiten Verteilung der Zentren der Elektronikforschung in Großunternehmen ergeben sich auch die Forschungsintensitäten. Die höchsten Werte weisen die USA (25 700 € je Beschäftigten) und Japan (16 200 €) aus. Auch Frankreich besitzt aufgrund einer zwar kleinen, aber offensichtlich auf Hightech ausgerichteten Industrie eine relativ hohe Forschungsintensität. Die Forschungsintensität von NRW ist mit 6 300 € deutlich niedriger, aber nicht wesentlich niedriger als der Wert für Deutschland von 6 900 €.

Für einen längerfristigen Vergleich der Forschungsausgaben stehen Daten von 1993 bis 2003 nur für wenige Länder zur Verfügung (Tabelle 22). Während die Forschungsausgaben in NRW von 1993 bis 1995 in etwa wie im Durchschnitt Deutschlands gesunken sind (3,9 bzw. 4,0%), war von 1997 bis 2003 eine überdurchschnittliche Zunahme zu beobachten (4,8% bzw. 3,1%). Japan

Tabelle 22

Veränderung interner Forschungsausgaben im Elektrotechniksektor in ausgewählten Industrieländern

1993 bis 2003; jahresdurchschnittliche Veränderung in %

	1993 bis 2003	1993 bis 1995	1997 bis 2003
Deutschland	-0,4	-4,0	3,1
davon: NRW	.	-3,9	4,8
Frankreich	1,6	0,3	2,6
Italien	-0,5	2,3	-1,1
Japan	2,1	4,2	-0,2
Korea	.	.	13,1
Großbritannien	0,9	-4,5	3,4

Eigene Berechnungen nach Angaben der SV-Wissenschaftsstatistik und OECD-Daten STAN Industrial Database. Die Länderdaten basieren auf der ISIC – Wirtschaftszweigklassifikation Rev. 3, die NRW-Daten auf WZ 79 (1993 bis 1995) bzw. WZ 93 (1997 bis 2003). In den Größenordnungen der Veränderung besteht grundsätzlich Vergleichbarkeit.

verzeichnete bis Mitte der neunziger Jahre hohe Zuwachsraten, von 1997 bis 2003 stagnierten sie (sicherlich auch im Zuge der langjährigen Rezession). Korea zeigt demgegenüber mit einem jahresdurchschnittlichen Zuwachs um 13,1% das typische Muster eines Landes, das neu in die Elektronikbranche vorstößt. Insgesamt kann festgehalten werden, dass sich die FuE-Ausgaben in NRW von 1993 bis 2003 gegenüber anderen Industriestaaten relativ günstig darstellen.

5.5 Strukturwandel des Elektrotechniksektors in NRW aus Unternehmensperspektive

In NRW ist keiner der weltweit wenigen großen Elektronikkonzerne ansässig. Das hat zur Folge, dass NRW keine zentralen FuE-Zentren von Großunternehmen wie die Entwicklungsabteilungen von Siemens in München oder den Philips Hightechcampus in Eindhoven²¹ vorweisen kann. Solche Brennpunkte der FuE-Aktivität sind auch für die Ansiedlung von FuE-Einheiten anderer Unternehmen interessant, etwa wegen des Kontakts zu möglichen Kooperationspartnern oder des regionalen Arbeitsmarkts für qualifiziertes Personal. Dennoch sind in NRW mehrere Großunternehmen der Elektronikbranche ansässig (Tabelle 23). Darüber hinaus forscht bzw. entwickelt auch eine Reihe von Großunternehmen in NRW, die außerhalb von NRW (etwa Fujitsu-Siemens) oder Deutschlands ansässig sind (u.a. Nokia und Philips).

Ein Schwerpunkt der Produktion und Forschung der Elektronikunternehmen in NRW liegt zweifellos im Zulieferbereich der Kfz-Industrie. Von den 19 in Tabelle 23 dargestellten Unternehmen bieten immerhin (nach einer Interne-trecherche) 11 entweder schwerpunktmäßig oder teilweise Komponenten

²¹ www.hightechcampus.nl/home.html, Abruf vom 12.09.2006.

Tabelle 23

Ausgewählte forschungsaktive Unternehmen des Elektrotechniksektors in NRW
 2005

Unternehmen	Branche	Zentrale Tätigkeitsfelder	Umsatz (in Mill. €)	Beschäftigte (weltweit)	FuE-Personal (weltweit)	FuE-Ausgaben (weltweit); in Mill. €
Wincor Nixdorf	Automatisierungs- und Selbstbedienungssysteme; IT-Lösungen	Banken/Handel; Verkehr & Touristik; Lotterie & Post; u.a.	1 740	7 000	714	78
Leopold Kostal GmbH & Co. KG	Automobil- und Industrie-elektronik	Lenksäulen- und Dachmodule; Tür- und Sitzsteuereinheit; Antriebstechnik	1 138	10 500		80
Aixtron	Produktion von Halbleiterkomponenten	Depositionsanlagen für Halbleiterindustrie	139,4	570	188	30,5
Pierburg GmbH	Automobilelektronik	Luftversorgung; Schadstoffreduzierung; Kühlung und Schmierung	900	3 480		
Moeller GmbH	Elektrotechnik, Industrie-elektronik	Automatisierung, Befehls- und Steuergeräte, Motorstarter/Drives; Leistungsschalter; Gebäudeanimation	869	8 400	288	ca. 42
IFM Electronic GMBH	Automatisierungstechnik	Positionen- und Fluidsensoren; Diangose-, Bus-, Steuersysteme u.a.	350	3 000		
Vossloh Kiepe GmbH	Verkehrs- und Industrie-elektronik	Komponenten für öff. elektrifizierte Nahverkehr; Überwachungssysteme für Förderbandanlagen	100	550		
Phoenix Contact GmbH & CO. KG	Elektrotechnik; Automobil-elektronik	Reihenklennensysteme; Steckverbindung; Überspannungsschutz; Signalkonverter und Automation; Stanz-, Biege- und Kunststoffteile		7 500		
Trilux	Lichtelektronik; Medizintechnik	Innen- und Außenbeleuchtung; Krankenhausinstallation; elektronische Komponenten		3 300		
Busch-Jaeger Elektro GmbH	Elektroinstallation	Lichtschalter, Bewegungsmelder; Gebäudesystemtechnik		2 500		
Lumberg Connect GmbH & CO. KG	Elektromechanik	elektromechanische Bauelemente und elektronische Komponenten, Steckverbinder		2 000		

noch Tabelle 23

Ausgewählte forschungsaktive Unternehmen des Elektrotechniksektors in NRW

2005

Unternehmen	Branche	Zentrale Tätigkeitsfelder	Umsatz (in Mill. €)	Beschäftigte (weltweit)	FuE-Personal (weltweit)	FuE-Ausgaben (weltweit); in Mill. €
Hella Leuchten-Systeme GmbH	Lichtelektronik	Signalleuchten; Kfz-Innenbeleuchtung		800		
Unternehmen mit Sitz außerhalb und Produktion/Forschung in NRW bzw. Tochterunternehmen von Unternehmen mit Sitz außerhalb von NRW						
Philips	Elektrotechnik, Unterhaltungselektronik	Konsumenprodukte, Licht, Halbleiter, medizinische Produkte	30 300	161 498	2 100 ¹	2 424
Nokia GmbH	Telekommunikations-elektronik	Mobiletelefone; Multimedia; Netzwerke; Unternehmenslösungen	34 000	ca. 59 000		
Lear Corporation Electrical and Electronics GmbH	Elektrotechnik; Automobileile	Sitzsysteme; elektronische Produkte; Schaltsysteme	17 090	115 113		
Fujitsu Siemens	Elektronik	Computer, Notebooks etc.	6 650	6 800	1 402	143,8
BenQ	Telekommunikation					
Delphi Deutschland GmbH	Kraftfahrzeug- und Unterhaltungselektronik	Schalter; Stecker; Unterhaltungssysteme im Kfz	1 058	1 000		
NEC Electronics Europe GmbH	Halbleiterelektronik	Halbleiter		914		

Quelle: Geschäftsberichte und Internetseiten der Unternehmen. Die ausgewiesenen Werte beziehen sich auf das Jahr 2005. – ¹Die Zahl bezieht sich auf die Zentralforschung des Konzerns. Die Zahl der FuE-Mitarbeiter insgesamt ist erheblich höher.

oder Teile für Kfz an, darunter 3 der 7 nicht in NRW beheimateten Unternehmen. Eine quantitative Abschätzung ihres Gewichts an der Produktion oder FuE des Elektrotechniksektors in NRW ist allerdings nicht möglich.

Ein Bereich, in dem NRW deutschlandweit einen großen Teil der Produktion und FuE-Aktivitäten auf sich vereint, ist die Entwicklung und Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten. Beim Hella-Konzern sind nach Konzernangaben insgesamt mehr als 2 900 Mitarbeiter in FuE mit Schwerpunkt auf Licht für Kraftfahrzeuge, aber auch Fahrzeugelektronik beschäftigt. Philips besitzt in Aachen (neben Hamburg) eine von zwei Forschungsstätten in Deutschland mit etwa 300 Mitarbeitern, wo neben medizintechnischen Anwendungen, elektronischen Modulen und vernetzten Systemen auch die Lichterzeugung im Mittelpunkt steht.²² Unter anderem produziert Philips Xenon-Lampen für Kraftfahrzeuge in Aachen, wo das weltweite Kompetenzzentrum für Frontbeleuchtung an Kraftfahrzeugen beheimatet ist.²³ Ein weiterer, großer Hersteller von Lampen und Leuchten, der in NRW FuE betreibt, ist Trilux in Arnsberg mit weltweit 3 300 Mitarbeitern.

Daneben sind auch einige der weltweit führenden Unternehmen der elektronischen Verbindungstechnik in NRW ansässig. Das größte dieser Unternehmen, Phoenix Contact mit insgesamt etwa 7 500 Mitarbeitern, hat seinen Sitz in Blomberg im Kreis Lippe.

Trotz der unterdurchschnittlichen Anteile der Wirtschaftszweige Datenverarbeitungsgeräte und Rundfunk- und Nachrichtentechnik an Umsatz und Beschäftigung sind die neueren Entwicklungen in den IKT-Technologien durchaus nicht an NRW vorbeigegangen – im Gegensatz zur Unterhaltungselektronik, die in NRW insgesamt gesehen keine große Rolle gespielt hat. Mit Nokia (in Bochum und Düsseldorf) und BenQ (in Kamp-Lintfort) waren bis vor Kurzem zwei globale Mobilfunkunternehmen in NRW sowohl mit einem insgesamt nicht unerheblichen Teil der Produktentwicklung als auch mit Produktion vertreten. Die Produktions- und Entwicklungsaktivitäten beider Unternehmen in NRW waren zuletzt stark von den branchenweiten Konsolidierungsbemühungen betroffen. Nokia beschäftigte im Jahr 2003 in den drei Standorten Bochum, Düsseldorf und Ulm ca. 3 400 Mitarbeiter, wobei der Standort Bochum bis Mitte 2008 geschlossen werden soll und derzeit (Stand: Februar 2008) geplant ist, die am Standort ansässige FuE-Abteilung zu verkaufen. Der Elektronikkonzern BenQ (eine Ausgliederung des Computerherstellers Acer mit Deutschland-Zentrale in München) hatte im Jahr 2005 die Handy-Sparte des Siemens-Konzerns übernommen. Der Konzern be-

²² Informationen des Konzerns im Internet: www.heise.de/mobil/newsticker/meldung/54980, Abruf vom 12.09.2006.

²³ www.mediaservice.philips.de/apps/n_dir/e1231501.nsf/alle/120AF807715AC972C1257185002DBADF?opendocument, Abruf vom 12.09.2006.

schäftigte etwa 3 500 Personen in Deutschland, einen großen Teil in Kamp-Lintfort (Entwicklung und Produktion) und Bocholt (kaufmännische Bereiche). BenQ Mobile hat Ende September 2006 Konkurs angemeldet, die Produktion in Kamp-Lintfort wurde Anfang 2007 eingestellt.

Die Geschichte der Computerindustrie ist sehr stark mit der der Nixdorf Computer AG verbunden. Das Unternehmen aus Paderborn entwickelte sich bis Mitte der achtziger Jahre zum viertgrößten Computerhersteller in Europa. Da das Unternehmen die Hinwirkung zu Computern nicht mit vollzogen hat, war ein Kurswechsel erforderlich. Nach vorübergehender Eingliederung in die Siemens AG hat sich das Unternehmen (heute Wincor Nixdorf) als Hersteller von Geldautomaten, Kontoauszugsdrucken und Kassensystemen etabliert. Die Herstellung der PCs firmiert mittlerweile in Paderborn unter dem Dach der Fujitsu Siemens Holding. Paderborn ist einer von derzeit fünf Produktions- und Entwicklungsstandorten, in denen insgesamt ca. 1 500 Mitarbeiter in FuE beschäftigt sind²⁴.

6. Maschinenbau

6.1 Wandel und Perspektiven von FuE- und Innovationsaktivitäten des Maschinenbaus in NRW: Gesamteinschätzung

Der Maschinenbau ist für die Industriestruktur von NRW mit 27,5% des Umsatzes und 22% der Beschäftigten von zentraler Bedeutung. Lediglich Baden-Württemberg hat mit 27% einen höheren Anteil bei der Beschäftigung. Der Anteil am Forschungspersonal ist mit 18,1% deutlich niedriger, insbesondere auch gegenüber Baden-Württemberg mit 34%. Gerade der besonders forschungsintensive Werkzeugmaschinenbau ist in NRW unterdurchschnittlich vertreten, was im Vergleich zu Baden-Württemberg die geringere Forschungsaktivität erklären kann.

Nach einer Stagnation in den achtziger Jahren verringerte sich die Beschäftigung in NRW in den neunziger Jahren erheblich: Der Verlauf war damit in den neunziger Jahren deutlich ungünstiger als im Deutschland- und OECD-Durchschnitt. Das Forschungspersonal in der Branche nahm in NRW Anfang der neunziger Jahre wie auch in Bayern und Baden-Württemberg und im Deutschlanddurchschnitt deutlich ab, wobei sich die Entwicklung in NRW insbesondere seit 1997 von den süddeutschen Bundesländern abgekoppelt hat, die beide wieder einen Zuwachs verzeichneten.

Bei der Bewertung dieser insbesondere in den neunziger Jahren ungünstigeren Entwicklung ist zu berücksichtigen, dass der Maschinenbau ein äußerst heterogener Wirtschaftszweig ist, dessen Teilbranchen mitunter sehr unterschied-

²⁴ www.fujitsu-siemens.de/aboutus/company_information/corporate_profile/facts_and_figures.html. Abruf vom 12.09.2006.

lichen Mustern folgen. Dennoch wird deutlich, dass sich die in NRW immer noch bestehende Orientierung von Teilen der Branche auf die Montanindustrie negativ auf die Beschäftigten und die FuE-Aktivitäten auswirken dürfte.

Gerade die großen Maschinenbauunternehmen des Landes haben aber in den vergangenen Jahren erhebliche Strukturanpassungen durchgemacht. Sechs der zwölf größten Unternehmen des Jahres 2000 gibt es in der damaligen Form nicht mehr, oder sie haben ihre Maschinenbausparten abgegeben. Dies hatte häufig nicht zur Folge, dass die Produktions- und Forschungsstätten aufgelöst wurden. Vielfach dürften die Umstrukturierungen Rationalisierungsmaßnahmen einher gegangen sein, die zu einer Reduktion der Beschäftigung und der FuE-Aktivitäten führten. Somit bilden sie eine mögliche Erklärung für die in NRW zuletzt ungünstige Entwicklung der FuE und der Beschäftigung im nationalen und internationalen Vergleich.

6.2 Innovationssysteme im Maschinenbau

Der Maschinenbau zerfällt in zahlreiche Teilbranchen, die sich im Hinblick auf ihre Märkte und die FuE-Aktivitäten mitunter deutlich unterscheiden. Er umfasst in der Wirtschaftszweigsystematik WZ 93 bzw. WZ 2003 u.a. die Herstellung von Vorprodukten, die für die Produktion von Maschinen, Fahrzeugen²⁵ und Anlagen benötigt werden, wie Pumpen, Armaturen, Verbrennungsmotoren und Turbinen. Darüber hinaus wird die Herstellung kompletter Maschinen und Anlagen zum Maschinenbau gezählt, wie von land- und forstwirtschaftlichen Maschinen, Druck- oder Textilmaschinen. Auch Investitionsgüter des Verarbeitenden Gewerbes wie Werkzeugmaschinen, Hebezeuge und Fördermittel zählen zum Maschinenbau, ebenso wie Waffen, Munition und elektrische Haushaltsgeräte²⁶.

Im Hinblick auf die Innovationsaktivitäten stand in den vergangenen Jahren insbesondere der Werkzeugmaschinenbau im Mittelpunkt einiger Studien (Wengel, Shapira 2004; Hirsch-Kreinsen, Seitz 1999, Breschi, Malerba 1997). Der Werkzeugmaschinenbau stellt Maschinen zum Schneiden oder Formen von Metall her. Während die Innovationsprozesse traditionell stark durch marginale Neuerungen geprägt waren, wirkte sich seit den achtziger Jahren insbesondere die zunehmende Bedeutung der Elektronik (NC- und CNC-Maschinen) und neuer Werkstoffe auf die Innovationen aus. Diese ging mit einer zunehmenden Bedeutung etwa der Softwareentwicklung aber auch von

²⁵ Ausgenommen sind Motoren und Teile für Luft- und Straßenfahrzeuge.

²⁶ Der Maschinenbau im engeren Sinne, wie er vom Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau abgegrenzt wird, umfasst nicht die Herstellung von Waffen und Munition und Haushaltsgeräten. Der vorliegende Abschnitt orientiert sich an der offiziellen Statistik. Eine aufschlussreiche Aufstellung der Teilbranchen, findet sich unter www.vdma.org/wps/portal/Home/de/Branchen?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/Home/de/Branchen, Abruf vom 29.09.2006.

nationalen bzw. internationalen Forschungskooperationen in den neuen Technologiebereichen einher (Wengel, Shapira 2004: 244; Chuma 2001).

Viele der Charakteristika von Innovationsprozessen des Werkzeugmaschinenbaus treffen auch auf die anderen Teilbranchen zu. Der technische Fortschritt findet regelmäßig in Form von kontinuierlichen Produktinnovationen statt. Verbesserungen in den Produktionsverfahren und organisatorische Veränderungen spielen insbesondere in Zusammenhang mit einem zunehmenden Preiswettbewerb eine wichtige Rolle. Fundamentale Veränderungen der Produktionsarchitektur durch radikale Neuerungen sind die Ausnahme. Jedoch hat gerade die zunehmende Bedeutung elektronischer Steuerungen die Innovationsprozesse teilweise deutlich verändert (Hirsch-Kreinsen, Seitz 2000: 54–57).

Ein allgemeines Merkmal der Innovationsaktivitäten im Maschinenbau ist der kumulative Charakter des Wissens. Der Wettbewerbsvorsprung von Unternehmen beruht u.a. auf nicht kodifiziertem Erfahrungswissen. Die Erweiterung der Wissensbasis im Hinblick auf Software und den Einsatz von Elektronik hat in zahlreichen Teilbranchen an Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit gewonnen. Auf den in vielen Fällen globalen Märkten findet sich häufig neben wenigen dominierenden Unternehmen auch noch eine größere Zahl kleinerer Wettbewerber.

Aufgrund der Marktstruktur (relativ kleine, stark internationalisierte Marktsegmente) finden sich im Maschinenbau besonders viele „hidden champions“ (Simon 1996), dies sind mittelständische oder kleine Großunternehmen, die in ihrem Marktsegment europa- oder weltweit eine starke Position behaupten. Das angesammelte Wissen und dessen Ausbau bieten diesen Unternehmen einen – zumindest gewissen – Schutz vor Neueintritten in ihre angestammten Märkte. Diese Marktsegmente des Baus sind meist durch kleine Losgrößen bzw. Auftragsfertigung gekennzeichnet. Es gibt jedoch auch Segmente, mit Serienfertigung. Dort finden sich regelmäßig auch große Unternehmen, die Skalenvorteile nutzen können.

Die relativ große Bedeutung von KMU und kleineren Großunternehmen, aber auch die Eigenschaften der FuE in den Großunternehmen führten dazu, dass die FuE-Aktivitäten deutlich weniger räumlich konzentriert sind als etwa im Fahrzeugbau oder im Elektroniksektor: Bei den mittelständischen und kleinen Großunternehmen gibt es in der Regel nur einen Entwicklungsstandort, der in der Regel beim Unternehmenssitz angesiedelt ist.

Auch bei den großen Unternehmen, die keine „holding-Funktionen“ besitzen, ist die FuE-Aktivität in der Regel auf wenige Standorte konzentriert, die mit den jeweiligen Produktparten korrespondieren können. Dabei sind die FuE-Aktivitäten der verschiedenen Konzernsparten räumlich dezentral an-

gelegt. Auch gibt es häufig keinen regelmäßigen und direkten fachlichen Austausch zwischen den Einheiten, da die zu lösenden technischen Probleme zu unterschiedlich sind. Mit dem Aufkauf eines Unternehmens durch ein anderes werden die FuE-Aktivitäten in der Regel nicht mit denen anderer Bereiche zusammengelegt.

In den vergangenen Jahren ist die Verlagerung von Produktionskapazitäten, aber auch von FuE-Aktivitäten nach Osteuropa vermehrt Thema der politischen wie wissenschaftlichen Diskussion. So wurde vermutet, dass die hohe Verfügbarkeit qualifizierter Ingenieure bereits zu einer deutlichen Verlagerung von FuE-Aktivitäten geführt hat (Marin 2004). Diese auch für den Maschinenbau in NRW zunächst alarmierende Vermutung hält jedoch einer genaueren Prüfung nicht stand (RWI 2005: 152–159). Dennoch ist möglich und wahrscheinlich, dass es auch im Maschinenbau auf mittlere Frist zu einer Verlagerung von FuE-Kapazitäten gerade bei den Großunternehmen kommt, was auch unmittelbare Konsequenzen für NRW hätte: Bislang kann zwar hauptsächlich eine zunehmende Produktionsverlagerung beobachtet werden, die sowohl durch Produktionskosten als auch die Notwendigkeit, auf wachsenden Auslandsmärkten zu produzieren, induziert ist (Alt 2003: 29–35). Erfahrungsgemäß erleichtert aber die Verlagerung von Teilen der Produktion auch den schrittweisen Aufbau von FuE-Kapazitäten im Ausland.

6.3 Industriestruktur, Wettbewerb und Entwicklung des Maschinenbaus in NRW und weltweit

Der Maschinenbau ist in NRW überproportional vertreten: Die 5 286 Unternehmen haben 43 752 Mill. € Umsatz erzielt, was 27,5% des deutschlandweiten Umsatzes der Branche entspricht (Tabelle 24). Im Verarbeitenden Gewerbe ist der Anteil mit 24% etwas kleiner. Der ist in NRW mit 23,8% kleiner als der Umsatzanteil, was für eine überdurchschnittliche Bedeutung größerer Unternehmen spricht.

Diese überdurchschnittliche Bedeutung zeigt sich in allen Teilbranchen. Lediglich bei Herstellung von Waffen und Munition ist der Umsatz mit 11,8% relativ gering. Ein besonderer Schwerpunkt liegt in NRW bei der Herstellung von Haushaltsgeräten (34,6%). Auf den Werkzeugmaschinenbau entfällt mit 19,2% ein etwas geringerer Anteil der deutschlandweiten Umsätze, wobei der Unternehmensanteil mit 24,1% deutlich höher liegt.

Dieses Muster spiegelt sich in der Beschäftigung wider (Schaubild 8). Der Anteil von NRW an der Beschäftigung ist mit 22% etwas größer als der beim Verarbeitenden Gewerbe (21%). Bemerkenswert ist gegenüber dem Umsatz, dass der Beschäftigungsanteil beim Werkzeugmaschinenbau 21% beträgt. Die Abweichung könnte auf Unternehmen mit Sitz außerhalb von NRW hinweisen, die in NRW produzieren, ihre Umsätze aber außerhalb melden.

Tabelle 24

**Unternehmen und steuerbarer Umsatz des Maschinenbaus in NRW und Deutschland
2004**

	NRW		Deutschland		NRW-Anteil an Deutschland	
	Unternehmen	Umsatz	Unternehmen	Umsatz	Unternehmen	Umsatz
	Anzahl	in Mill. €	Anzahl	in Mill. €	in %	
Maschinenbau	5 826	43 752	24 521	158 922	23,8	27,5
Erzeugung/Nutzung mechanischer Energie	498	7 814	2 391	27 016	20,8	28,9
Sonstige, nicht wirtschaftszweigspezifische Maschinen	1 198	9 230	5 526	32 408	21,7	28,5
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	281	2 038	2 109	8 087	13,3	25,2
Werkzeugmaschinen	902	3 427	3 736	17 821	24,1	19,2
Maschinen für sonstige Wirtschaftszweige	2 766	17 193	9 565	61 527	28,9	27,9
Waffen/Munition	31	67	217	567	14,3	11,8
Herstellung von Haushaltsgeräten, a. n. g.	150	3 983	977	11 496	15,4	34,6

Quelle: Umsatzsteuerstatistik des LDS und des Statistischen Bundesamts.

Innerhalb von NRW zeigen sich deutliche regionale Schwerpunkte der verschiedenen Teilbranchen. Zu beachten ist, dass die räumliche Verteilung durch die Wirtschaftszweiggliederung aufgrund der Vielzahl der kleineren Teilbranchen nur teilweise wiedergegeben werden kann. Dies betrifft insbesondere die großen Sammelbereiche Herstellung von Maschinen für die Erzeugung und Nutzung mechanischer Energie, sonstige nicht wirtschaftszweigspezifische Maschinen sowie Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige.

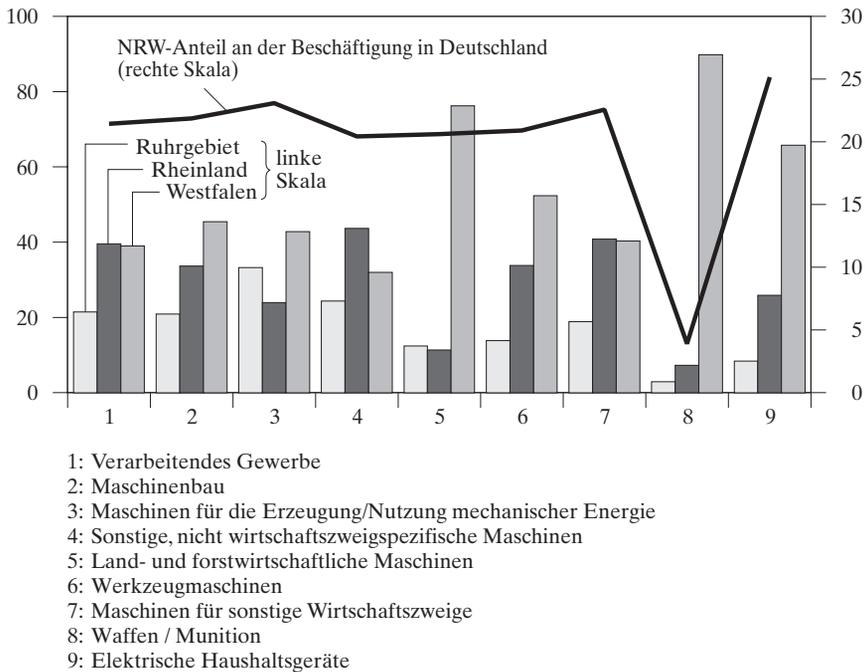
Insgesamt ist die Branche mit 45% der Beschäftigung in Westfalen relativ stark vertreten, wobei auch das Rheinland (34%) und das Ruhrgebiet (22%) bedeutende Standorte besitzen. Schwerpunkte finden sich in Westfalen insbesondere bei der Herstellung Land- und forstwirtschaftlicher Maschinen, von Waffen und Munition sowie elektrischer Haushaltsgeräte. Aber auch in allen anderen Teilbranchen weist Westfalen einen hohen Beschäftigungsanteil auf.

Im Rheinland entfällt ein überdurchschnittlicher Anteil der Beschäftigten auf die Herstellung von sonstigen nicht wirtschaftszweigbezogenen Maschinen sowie die Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige. Zu Letzteren gehören beispielsweise Textilmaschinenhersteller mit Standorten im Rheinland (Wuppertal, Krefeld, Mönchengladbach). Aber auch Standorte des Werkzeugmaschinenbaus finden sich im Rheinland, etwa in Köln und Mönchengladbach (IGM 2006: 21, 22).

Schaubild 8

Beschäftigung in Teilbranchen des Maschinenbaus nach Regionen in NRW

2004; Anteil an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in %



Eigene Berechnungen nach Angaben der Arbeitsagentur Regionaldirektion NRW.

Im Ruhrgebiet liegt traditionell ein Schwerpunkt von Anlagen der Stahlerzeugung und -verarbeitung wie Hütten- und Walzwerkseinrichtungen mit Standorten insbesondere in Essen, Duisburg und Mülheim, genauso wie die Bergbau- und Grundstoffindustrie mit Standorten in Wetter, Oberhausen-Sterkrade, Steele, Duisburg und Essen (Voppel 1993: 8). Beide Bereiche gehören zu den Maschinen für sonstige Wirtschaftszweige. Allerdings ist der Beschäftigungsanteil des Ruhrgebiets in diesem Wirtschaftszweig mit 19% eher unterdurchschnittlich. Einen hohen Anteil an den Beschäftigten hat das Ruhrgebiet bei den Maschinen für die Erzeugung und Nutzung mechanischer Energie sowie den sonstigen nicht wirtschaftszweigbezogenen Maschinen.

Die Unternehmensgrößenstruktur ist durch eine deutlich größere Bedeutung von KMU als in den anderen hier betrachteten Sektoren gekennzeichnet (Tabelle 25). Die Unternehmen mit weniger als 250 Mill. € Umsatz vereinen deutschlandweit insgesamt 61,5% des Umsatzes auf sich. Auf die 88 Unternehmen mit einem höheren Umsatz entfallen die restlichen 38,5%. Für NRW sieht das Bild ähnlich aus.

Tabelle 25

Unternehmen und Umsatz im Maschinenbau in NRW und Deutschland nach Umsatzgrößenklassen
2004

Umsatz in €	NRW			Deutschland		
	Anzahl	Anteil in %	Umsatzanteil in %	Anzahl	Anteil in %	Umsatzanteil in %
bis 100 000	969	16,6	0,1	4 961	20,2	0,2
bis 1 Mill.	2 464	42,3	2,3	10 467	42,7	2,7
größer 1 Mill.	2 393	41,1	97,5	9 093	37,1	97,2
davon						
10 Mill.				7 029	28,7	14,4
100 Mill.				1 836	7,5	31,5
250 Mill.				140	0,6	12,8
250 Mill.				88	0,4	38,5
Insgesamt	5 826	100	100	24 521	100	100

Quelle: LDS, Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen. Untergliederung größerer Unternehmen aus Geheimhaltungsgründen für NRW nicht ausgewiesen.

6.4 Innovationsaktivitäten des Maschinenbaus in NRW im deutschen und internationalen Vergleich

In Deutschland arbeiten lediglich in Baden-Württemberg (26%) mehr Beschäftigte im Maschinenbau als in NRW (22%; Tabelle 26). Beim FuE-Personal erreicht NRW allerdings nur 18% (6 332 Personen), in Baden-Württemberg sind es 34% (11 873), in Bayern 19% (6 710). Damit ist der Rückstand von NRW gegenüber den süddeutschen Bundesländern deutlich geringer als im Fahrzeugbau oder Elektroniksektor. Er besteht hauptsächlich gegenüber Baden-Württemberg, weniger gegenüber Bayern. Insgesamt ist aufgrund der geringeren Rolle von Großunternehmen das FuE-Personal im Maschinenbau wie erwähnt nicht so stark räumlich konzentriert als in den anderen hier betrachteten Branchen.

Um Hinweise zu den Ursachen des geringeren Anteils von FuE-Beschäftigten zu erhalten, werden zunächst die Teilregionen verglichen (Tabelle 27). Dabei fällt auf, dass der Anteil des FuE-Personals von 3,1% der Beschäftigten im Rheinland am höchsten ist und im Ruhrgebiet mit 2,5% am geringsten. Gerade im Ruhrgebiet ist sicherlich das Gewicht der Unternehmen, die auf den Montan-Komplex und die Grundstoffindustrie ausgerichtet sind, am höchsten. Dennoch ist in allen Teilregionen der Anteil des FuE-Personals zumindest etwas geringer als in Bayern und deutlich geringer als in Baden-Württemberg.

Insgesamt liegt es nahe, dass dies zu einem erheblichen Teil auf die Branchenstruktur zurückzuführen ist. Insbesondere der Werkzeugmaschinenbau, der in Baden-Württemberg eine besondere Bedeutung besitzt (34% der deutsch-

Tabelle 26

Beschäftigte und Forschungspersonal im Maschinenbau in Deutschland, NRW, Bayern und Baden-Württemberg
1991 bis 2003

	1991 ^{2,3}	1995 ^{2,3}	1997 ¹	2003 ¹	jahresdurchschnittliche Veränderung in %	
					1991 bis 1995	1997 bis 2003
Zahl der Beschäftigten						
Deutschland	1 103 017	897 235	1 061 030	1 029 056	-5,0	-0,5
davon: NRW	304 714	243 614	256 437	227 383	-5,4	-2,0
Bayern	201 705	167 180	199 580	213 576	-4,6	1,1
Baden-Württemberg	294 044	239 293	269 229	266 535	-5,0	-0,2
Forschungspersonal						
Deutschland	34 068	27 155	38 841	34 951	-5,5	-1,7
davon: NRW	9 302	7 457	7 576	6 332	-5,4	-2,9
Bayern	6 230	5 689	7 985	6 710	-2,2	2,9
Baden-Württemberg	9 850	7 349	9 338	11 873	-7,1	4,1

Eigene Berechnungen nach Angaben des SV Wissenschaftsstatistik, des Statistischen Bundesamtes und der Statistischen Landesämter. – ¹Nach WZ 93. – ²Nach WZ 79. – ³1991 und 1995: Westdeutschland.

Tabelle 27

Forschungsintensitäten im Maschinenbau in den Regionen von NRW im Vergleich zu Bayern und Baden-Württemberg
2003 und 2004

Land/Region	Beschäftigte		FuE-Personal	Anteil an den Beschäftigten in %
	2004	2003	2003	
NRW	219 591	219 591	6 332	2,9
Ruhrgebiet	45 952	45 952	1 131	2,5
Rheinland	73 855	73 855	2 313	3,1
Westfalen	99 784	99 784	2 888	2,9
Bayern	205 045	205 045	6 710	3,3
Baden-Württemberg	266 724	266 724	11 873	4,5

Quelle: Eigene Berechnungen. Daten des LAA, SV Wissenschaftsstatistik.

landweit Beschäftigten der Branche arbeiten dort), gilt als besonders forschungsintensiv. Einen weiteren Hinweis für die Vermutung, dass die Branchenstruktur und nicht die geringere FuE-Intensität in den einzelnen Teilbranchen wohl maßgeblich ist, ergibt sich aus dem Vergleich des Anteils von Wissenschaftlern in wichtigen Zweigen des Maschinenbaus. Dabei zeigt sich, dass in zahlreichen Branchen der Anteil der Wissenschaftler an den Beschäftigten höher ist als im Durchschnitt auf Bundesebene (LZB NRW 1998: 57 auf Basis von Daten des LAA).

Tabelle 28

Beschäftigung im Maschinenbau in NRW, Deutschland und ausgewählten OECD-Ländern
 1980 bis 2002

	Zahl der Beschäftigten in 1 000	Anteile an OECD	Anteil am Verarbeitenden Gewerbe	Jahresdurchschnittliche Veränderung in %		
				1980/1990	1990/1994	1995/2002
		2002				
Deutschland ¹	1 165	18,5	14,7	0,8	-1,2	-0,5
davon: NRW	217	3,5	16,4	-0,1	-4,9	-2,2
Frankreich	309	4,9	8,2	-1,9	-3,0	-0,4
Großbritannien	344	5,5	8,9	-2,4	-6,0	-2,7
Italien	580	9,2	11,2	-1,1	-2,4	1,4
Japan	1 311	20,8	11,3	1,6	-2,0	-1,0
USA	1 242	19,7	7,4	-1,8	-0,9	-2,2
Andere OECD-Staaten	1 121	17,8	7,3	2,7	-1,3	0,8
OECD 16	6 290	100,0	9,6	0,0	-1,9	-0,7

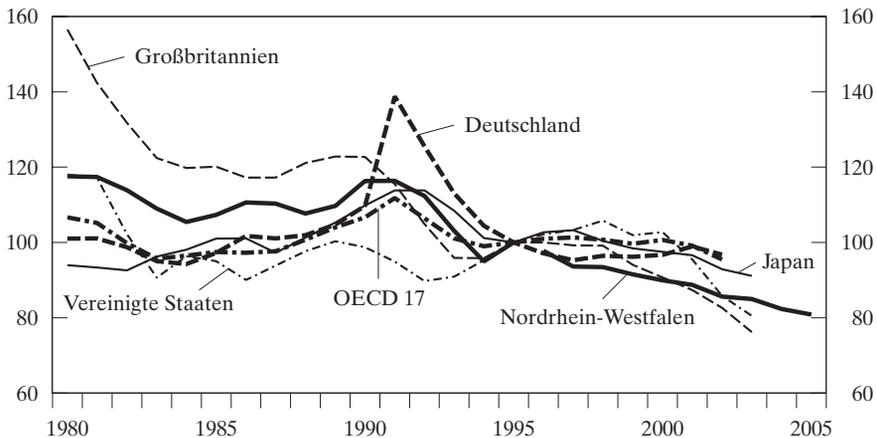
Eigene Berechnungen nach Angaben der OECD-Daten STAN Industrial Database, Daten des LDS bzw. des Statistischen Jahrbuchs NRW (verschiedene Jahrgänge). Daten für die OECD-Länder sind gemäß der ISIC-3-Klassifizierung, Daten für NRW bis 1994 in WZ 79, ab 1995 in WZ 93 angegeben. Da sich mit der Veränderung der Wirtschaftszweigklassifikation für die Chemische und Pharmazeutische Industrie keine größeren Veränderungen ergeben, sind die Veränderungsdaten vergleichbar. Berücksichtigt wurden alle OECD-Staaten, für die Beschäftigungsdaten verfügbar sind. Dies sind Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Japan, Kanada, Mexiko, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Spanien und die USA. – ¹Bis 1990 Westdeutschland.

Weitere mögliche Erklärungen für den gegenüber Baden-Württemberg deutlich geringeren Anteil von FuE-Personal könnten in einem höheren Anteil von Produktionsstätten großer Unternehmen liegen, die außerhalb von NRW forschen. Darüber hinaus wäre es möglich, dass ein Teil der Unternehmen in NRW weniger innovationsfokussierte Strategien verfolgen. Ob dies so ist, lässt sich jedoch nur im Einzelfall prüfen.

Das Forschungspersonal im Maschinenbau ist sowohl in der ersten Hälfte der neunziger Jahre als auch zwischen 1997 und 2003 zurückgegangen (Tabelle 26). Der Rückgang betrug in der ersten Hälfte der neunziger Jahre deutschlandweit jahresdurchschnittlich -5,5% in NRW zwischen 1991 und 1993 -5,4%. Ein noch deutlicherer Rückgang war insbesondere in Baden-Württemberg zu verzeichnen. In diesen Zeitraum fällt die Rezession der Jahre 1991 bis 1993, die zahlreiche Teilbranchen betraf und insbesondere im Werkzeugmaschinenbau eine Krise verursachte (Wengel, Shapira 2004: 247ff.). Zwischen 1997 und 2003 sank das Forschungspersonal in NRW um 2,9%, während in den süddeutschen Bundesländern jeweils eine Zunahme zu verzeichnen war, in Bayern um jahresdurchschnittlich 2,9%, in Baden-Württemberg sogar um 4,1%. Wiederum kann vermutet werden, dass die Ursache für die Unterschiede in der Branchenstruktur liegen (Abschnitt 6.3). Die mit der Rezession zwischen

Schaubild 9

Beschäftigung im Maschinenbau in ausgewählten OECD-Ländern und Nordrhein-Westfalen
1980 bis 2005; 1995 = 100



Eigene Berechnungen nach OECD, Statistisches Jahrbuch NRW (mehrere Jahrgänge).

1991 und 1995 verbundenen Strukturveränderungen und betrieblichen Rationalisierungsmaßnahmen betrafen in ähnlicher Weise wie den FuE-Personalbestand die Gesamtbeschäftigung im Maschinenbau, die deutschlandweit zwischen 1991 und 1995 um jahresdurchschnittlich 5,0% und in NRW um 5,4% gesunken ist. Im Anschluss daran erholte sich der Maschinenbau, und die Beschäftigung blieb zwischen 1997 und 2003 deutschlandweit fast konstant. In NRW sank sie allerdings um jahresdurchschnittliche 2,0%.

International sind die bedeutendsten Maschinenbaunationen Japan, die USA, Deutschland und Italien. Auf diese vier Länder entfallen 68,2% der Beschäftigung in der OECD-16 (Tabelle 28). In NRW hat der Maschinenbau mit 16,4% einen größeren Beschäftigungsanteil am Verarbeitenden Gewerbe als in den Vergleichsländern. Auch der Anteil am Maschinenbau in den OECD-Ländern insgesamt ist mit 3,5% im Vergleich zu den anderen forschungsaktiven Sektoren relativ hoch. Während die Beschäftigung in den achtziger Jahren weitgehend konstant blieb, was in etwa dem OECD-Durchschnitt entspricht, war der Rückgang ab 1990 deutlich größer als im OECD-Durchschnitt und in den meisten Ländern (Schaubild 9). Lediglich Großbritannien, das auch in den anderen forschungsintensiven Sektoren teilweise eine Deindustrialisierung durchgemacht hat, musste Beschäftigungsrückgänge hinnehmen.

Die internen Forschungsausgaben sind innerhalb der OECD in Japan (30,6% der gesamten Forschungsausgaben in den OECD) am höchsten, gefolgt von den Vereinigten Staaten (24,7%) und Deutschland (16,4%), davon NRW 3%

Tabelle 29

Interne Forschungsausgaben des Maschinenbaus im internationalen Vergleich

2003

Land	Forschungsausgaben		Forschungsintensität
	absolut	Anteil an OECD insgesamt	Forschungsausgaben je 1 000 Beschäftigte
	in Mill. €	in %	in Mill. €
Deutschland	3 760,3	16,4	3,2
davon: NRW	681,0	3,0	3,0
Frankreich	991,2	4,3	3,2
Italien	803,4	3,5	1,4
Japan	7 004,7	30,6	5,4
Großbritannien	1 405,8	6,1	4,4
Vereinigte Staaten	5 661,2	24,7	4,9
Rest OECD	3 299,9	14,4	1,9
OECD 21	22 926,5	100,0	3,5

Eigene Berechnungen nach Angaben der OECD-Daten, STAN Industrial Database, Daten des SV-Wissenschaftsstatistik und des LDS. Berücksichtigt wurden alle OECD-Staaten, für die Beschäftigungsdaten und Daten über interne Forschungsausgaben des Wirtschaftssektors für Maschinenbau verfügbar sind. Dies sind Australien, Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Irland, Italien, Japan, Kanada, Korea, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Schweden, Spanien, Ungarn, Tschechien und die USA.

(681 Mill. €; Tabelle 29). Die Ausgaben sind immerhin nicht wesentlich geringer als die des Maschinenbaus in Italien (803,4 Mill. €). Die Forschungsintensität ist in NRW mit 3 Mill. € je 1 000 Beschäftigte im Mittelfeld der Industriestaaten und in etwa so hoch wie in Deutschland insgesamt und Frankreich. Bemerkenswert ist, dass die Forschungsintensität in den Ländern sehr stark divergiert, von 1,4 Mill. € je 1 000 Beschäftigten in Italien bis zu 4,9 Mill. € in den USA bzw. 5,4 Mill. € in Japan.

Die Gründe hierfür können vielfältig sein. Eine Hauptursache besteht sicherlich in der Spezialisierung einzelner Länder auf bestimmte Branchen und Marktsegmente. So ist die hohe Forschungsintensität Japans wohl auch darauf zurückzuführen, dass dort sehr stark elektronikintensive Segmente eine große Rolle spielen, die von der Kompetenz des Innovationssystems im Elektroniksektor profitieren.

Beim längerfristigen Vergleich der Forschungsausgaben fallen zunächst einige auf den ersten Blick unplausible Werte ins Auge (Tabelle 30). Das betrifft beispielsweise die hohen Wachstumsraten für Italien zwischen 1993 und 2003 bzw. 1993 und 1995, während die Rate von 1997 bis 2003 dort deutlich geringer ist. Vergleichbares ergibt sich für Schweden. Diese Werte sind einerseits darauf zurückzuführen, dass der Zeitraum zwischen 1995 und 1997 (Änderung der WZ-Gliederung) ausgeblendet wurde, um Vergleichbarkeit zu gewährlei-

Tabelle 30

Veränderung interner Forschungsausgaben im Maschinenbau in ausgewählten Industrieländern
1993 bis 2003; jahresdurchschnittliche Veränderung in %

	1993 bis 2003	1993 bis 1995	1997 bis 2003
Deutschland	3,7	8,0	2,8
davon: NRW	.	-3,6	0,7
Frankreich	1,0	-5,0	5,3
Italien	13,4	13,1	4,2
Japan	3,3	3,3	2,5
Korea	.	.	15,4
Niederlande	.	.	12,8
Schweden	6,2	24,4	2,9
Großbritannien	5,1	-0,8	7,7
Vereinigte Staaten	6,4	16,7	3,1

Eigene Berechnungen nach Angaben von SV-Wissenschaftsstatistik und OECD-Daten STAN Industrial Database. Die Länderdaten basieren auf der ISIC – Wirtschaftszweigklassifikation Rev. 3, die NRW-Daten auf WZ 79 (1993 bis 1995) bzw. WZ 93 (1997 bis 2003). In den Größenordnungen der Veränderungen grundsätzlich Vergleichbarkeit.

sten. Andererseits schwanken die Forschungsausgaben in einigen der betrachteten Länder deutlich. Dies könnte unterschiedliche Ursachen haben, etwa eine Umgruppierung bedeutender Unternehmen unter andere Wirtschaftszweige oder konjunkturbedingte Schwankungen der Forschungsausgaben. Da die Forschungsausgaben auch Investitionen in die Forschungsinfrastruktur umfassen, sind von vornherein höhere Fluktuationen als beim Forschungspersonal zu erwarten.

Ungeachtet dessen sind die Forschungsausgaben in NRW im internationalen Vergleich eher ungünstig verlaufen. Die Veränderungsdaten sind in beiden Teilzeiträumen mit -3,6% von 1993 bis 1995 und +0,7% im Zeitraum zwischen 1997 und 2003 jeweils die geringsten unter denen der Vergleichsländer und auch deutlich geringer als die deutschlandweiten (+8,0% bis +2,8%). Japan wies im Gesamtzeitraum mit jahresdurchschnittlich 3,3% (sicherlich auch bedingt durch die lang andauernde Rezession) eher geringe Wachstumsraten auf, in Italien (+13,4%, allerdings von einem geringen Niveau) und den USA (+6,4%) waren sie deutlich höher.

6.5 Strukturwandel des Maschinenbaus in NRW aus Unternehmensperspektive

Eine Bewertung der FuE-Aktivitäten des Maschinenbaus in NRW aus Unternehmenssicht gestaltet sich schwierig. Ein Grund dafür liegt in der großen Zahl von Teilbranchen und -märkten. Darüber hinaus sind viele Unternehmen in Konzernverflechtungen eingebunden, was den Zugang zu Informationen teilweise sehr erschwert. Tabelle 31 gibt einen kursorischen Überblick über bedeutende Maschinenbauunternehmen in NRW.

Ein Blick auf die größten Unternehmen zeigt, dass die Branche zuletzt durch erhebliche Umstrukturierungen geprägt war. Von den 12 Unternehmen aus NRW, die das vom Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr des Landes NRW herausgegebene Branchenbild Maschinenbau für das Jahr 2000 auflistet, existiert die Hälfte nicht mehr als unabhängiges Unternehmen oder haben ihre Maschinenbausparte verkauft (MWMTV 2000: 7).

Die Maschinenbauaktivitäten des größten Unternehmens auf der Liste, der Mannesmann AG, wurden nach der Übernahme durch die Vodafone AG an verschiedene Unternehmen verkauft. Die Mannesmann Röhrenwerke mit Sitz in Mülheim/Ruhr bilden gegenwärtig den Unternehmensbereich Röhren der Salzgitter AG. Weitere Unternehmensteile gingen an die Siemens AG, Bosch und die SMS Gruppe. Die Demag Cranes and Components GmbH in Wetter wurde ausgegründet und ging 2006 an die Börse²⁷, während die Mannesmann Dematic AG in Wetter durch Verschmelzung mit dem Bereich Production and Logistics der Siemens AG im Bereich Siemens Dematic AG mit Sitz in Nürnberg aufging, der sich auf Logistikautomatisierung, Systeme und Anlagen spezialisiert hat (etwa Systemlösungen für Distributionszentren oder Gepäcksortieranlagen für Flughäfen).²⁸ Die Hütten- und Walzwerktechnikaktivitäten der Mannesmann Demag AG, die genauso wie die Mannesmann Dematic AG ihre Wurzeln in der 1910 in Duisburg entstandenen Deutschen Maschinenfabrik AG (DEMAG) hat, sind in die SMS Demag AG als Teil der SMS Holding eingegangen.

Die Balcke-Dürr AG (Ratingen) wurde 2001 mit Babcock-Borsig (Oberhausen) fusioniert, für die 2002 ein Insolvenzverfahren eröffnet wurde.²⁹ Aus der Insolvenz entstanden u.a. die Babcock Borsig Service-Gruppe³⁰ und die Hitachi Power Europe GmbH, die Kernkomponenten für fossil befeuerte Kraftwerke baut³¹. Die Rheinmetall-AG in Düsseldorf hat sich inzwischen vollständig von ihrem Maschinenbaubereich getrennt und konzentriert sich auf den Kfz-Zulieferbereich und Waffen.

Insgesamt lässt sich die gegenwärtige Unternehmens- und Industriestruktur des Maschinenbaus in NRW wohl am ehesten folgendermaßen charakterisieren. Es gibt in NRW einige auch im internationalen Vergleich große Unter-

²⁷ www.demagcranes.de/Unternehmen/Portrait/Historie/index.jsp, Abruf vom 4.10.2006.

²⁸ www.innovations-report.de/html/berichte/wirtschaft_finanzen/bericht-2566.html, Abruf vom 4.10.2006.

²⁹ http://de.wikipedia.org/wiki/Babcock_Borsig, Abruf vom 4.10.2006.

³⁰ www.babcockservice.com/Unternehmen.33.0.html, Abruf vom 4. Oktober 2006.

³¹ www.hitachi-power.com/index.php?level=1&CatID=5&inhalt_id=1004, Abruf vom 4.10.2006.

Tabelle 31

Ausgewählte forschungsaktive Unternehmen des Maschinenbaus in NRW
 2005

Unternehmen ¹	Branche	Zentrale Tätigkeitsfelder	Umsatz (in Mill. €)	Beschäftigte (weltweit)	FUE-Personal (weltweit)	FUE-Ausgaben (weltweit); in Mill.€
ThyssenKrupp	Verschiedene	u. a. Aufzüge, Aufzugskomponenten; Systeme, Module, Spezialmaschinen und Komponenten	42 100	184 000		733
Benteler	Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige	Automobiltechnik, Stahl/ Rohr, Handel	5 315	21 234		116
GEA Group	Verschiedene	Kälte- Luft-, Trenntechnik Verfahrenstechn. Komponenten, Prozesstechnologie, Land-, Energietechnik	4 500	17 500	884	242
SMS GmbH	Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige	Hütten- und Walzwerktechnik, Rohr-, Profil- und Schmiedetechnik, Kunststofftechnik	2 334	9 223		
Miele	Haushaltsgeräte	Hausräte, Gewerbemaschinen, Küchenmöbel	2 260	15 000		
Claas Gruppe	Land- und Baumaschinen	Mährescher, Erntemaschinen, Feldhäcksler, Ballenpressen, Traktoren	2 175	8 122		79
A. Friedrich Flender AG	Erzeugung/ Nutzung mechanischer Energie	Mechanische und elektronische Antriebstechnik (Automobilindustrie; Fördertechnik; Kunststoffe u.a.)		6 300		
Vaillant GmbH	Haushaltsgeräte	Lüftungs-, Klima-, Regelungssysteme u.a.	1 791	8 616	415	49
Vorwerk Elektro- werke	Haushaltsgeräte	Staubsauger, Bügelssysteme u.a.	1 772	23 163		
Deutz AG	Erzeugung/ Nutzung mechanischer Energie	Diesel- und Gasmotoren	1 322	5 472		67
Gildemeister Drehmaschinen	Werkzeugmaschinen	Dreh- und Fräsmaschinen; Ultraschall und Lasern	1 126	5272	408	46
Grohe Water Technology AG	Erzeugung/ Nutzung mechanischer Energie	Küchen- und Badarmaturen; Druck- und Spulsysteme; Automatikarmaturen	865	5 600		
Hörmann KG	Erzeugung/ Nutzung mechanischer Energie	Türen, Zargen, Antriebe	800	5 000		
DBT Bergebautechnik	Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige	Systemlösungen für den Kohlebergbau	754,1	3 472		
KHS Maschinen- und Anlagebau	Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige	Abfüll- und Verpackungsanlagen	713	3 519		

nach Tabelle 31

Ausgewählte forschungsaktive Unternehmen des Maschinenbaus in NRW 2005

Unternehmen ¹	Branche	Zentrale Tätigkeitsfelder	Umsatz (in Mill. €)	Beschäftigte (weltweit)	FUE-Personal (weltweit)	FUE-Ausgaben (weltweit); in Mill.€
Demag Cranes & Components	Nicht wirtschaftszweigspezifische Maschinen	Krane und Antriebstechnik	660	4 836		13
Polystyus AG	Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige	Anlagen zur Zement- und Klinkerherstellung; Mahl- und Wärmetechnikanlagen für Mineralindustrie	514	1 589		
Windmüller & Hölischer KG	Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige	Verpackungsmaschinen, Druck- und Veredelungsmaschinen; Tiefdruckmaschinen; Extrusionsanlagen	350	2 000		
Gebrüder Trox GmbH	Nicht	Lüftungs- und Klimaanlage	242	2 600		
Dürrkopp Adler AG	Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige	Textilgewerbe; Spezial- und Standardnäähmaschinen	129	1 772		6
Viega GmbH	Erzeugung, Nutzung mechanischer Energie	Armaturen im Sanitär- und Heizungsbau		2 000		
Hengst GmbH & Co	wirtschaftszweigspezifische Maschinen	Kälte- und lufttechnische Erzeugnisse (Filtersysteme und Motorcomponenten)		1 400		
Mannesmann Röhrenwerke		Unternehmen mit Sitz außerhalb und Produktion/Forschung in NRW bzw. Tochterunternehmen von Unternehmen mit Sitz außerhalb von NRW				
Saurer GmbH & Co	Bau von Textilmaschinen und Antriebssystemen	Stahlrohre	1 672	4 360		
MAN Turbo-maschinen AG	Sonstige nicht wirtschaftszweigspezifische Maschinen	Verschiedene Textilmaschinen; Antriebssysteme für Fahrzeuge; Kompressoren- und Turbinenbau	1 570	10 021		71
			694	2 500		30

Quelle: Geschäftsberichte und Internetseiten der Unternehmen. Amadeus-Datenbank. – ¹Der Jahreswirtschaftsbericht NRW (Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen 2006; 5) ordnet die Benteler AG dem Kfz-Sektor zu. Bei ThyssenKrupp werden die beiden Maschinenbaubereiche Technologies und Elevator getrennt ausgewiesen.

nehmen, insbesondere Thyssen-Krupp, die SMS GmbH und GEA, die als Holding-Gesellschaften für verschiedene Unternehmensbereiche fungieren. Zwischen diesen Unternehmensbereichen bestehen teilweise Synergien und Kooperationen, teilweise sind sie auch unverbunden und lediglich durch die definierten „Kompetenzbereiche“ der Muttergesellschaft eingebunden. Thyssen-Krupp nimmt insofern eine Sonderstellung ein, als die in den Bereichen Technologies und Elevator gebündelten Maschinenbauaktivitäten neben Stahl einen weiteren Bereich des Konzerns definieren. Einen ähnlichen Charakter hat der DBT Bergbautechnik, in der die Bergbaumaschinenbereiche des RAG-Konzerns zusammengefasst sind.

Aus den branchenweiten Umstrukturierungen sind auch zahlreiche Produktionsstätten und Tochterunternehmen von Unternehmen außerhalb von NRW hervorgegangen. Beispiele dafür sind Saurer Textile Solutions (Mönchengladbach) als Teilbereich der Saurer AG (Schweiz), die Mannesmann-Röhrenwerke (als Teil der Salzgitter AG) oder MAN Turbomaschinen (Oberhausen), die aus der Dampfmaschinenproduktion der Gute-Hoffnungshütte in Oberhausen hervorgegangen ist.³² Es gibt keine Hinweise, ob in NRW ein größerer Anteil der Aktivitäten des Maschinenbaus als in anderen Regionen von Umstrukturierungen betroffen ist.

Daneben existieren zahlreiche mittelständische und große Unternehmen, von denen eine große Zahl (auch sehr große Unternehmen wie die Benteler AG oder die Prima Claas) noch im Familienbesitz ist. Gleichzeitig sind aber auch viele Unternehmen des Maschinenbaus, die auf den ersten Blick als unabhängig erscheinen, mittlerweile Teile eines nationalen wie internationalen Maschinenbaukonzerns oder im Besitz von Vermögensfonds.

7. Fazit: Das Innovationsgeschehen in den forschungsaktiven Branchen des Verarbeitenden Gewerbes in NRW

Die vorliegende Untersuchung des Innovationsgeschehens in den vier forschungsaktiven Branchen des Verarbeitenden Gewerbes in Nordrhein-Westfalen ergibt ein differenziertes Muster, das sowohl *Stärken* als auch *Schwächen* hervortreten lässt. Zentrale Forschungseinheiten von großen internationalen Konzernen, die globale Anziehungspunkte der Innovationsaktivität darstellen, gibt es in NRW nur teilweise in der Chemischen (weniger in der Pharmazeutischen) Industrie. Dies kann als ein bedeutender Unterschied zu den süddeutschen Ländern Baden-Württemberg und Bayern angesehen werden. Dennoch existieren in allen betrachteten Branchen auch in Nordrhein-Westfalen zahlreiche FuE-Einheiten. Dabei handelt es sich vornehmlich um – im

³² www.manturbo.com/de/300/300_history.php. Abruf vom 4.10.2006.

internationalen Maßstab betrachtet – kleinere Großunternehmen oder mittelständische Unternehmen.

In Teilen NRWs finden sich somit in den vier forschungsintensiven Branchen in beträchtlicher Zahl „*Hidden Champions*“, die über erfolgreiche Innovationsaktivitäten in den jeweiligen Branchen europaweit oder weltweit agieren. Diese Unternehmen sind für das Gesamtbild des Innovationsgeschehens im Lande besonders wichtig. Vielfach sind aufgrund der Begrenztheit der Märkte aus den Innovationsaktivitäten dieser Unternehmen allerdings auch nur begrenzte zusätzliche Impulse für Wachstum und Beschäftigung zu erwarten. Nordrhein-Westfalen ist darüber hinaus offensichtlich auch attraktiv für die Ansiedlung von FuE-Einheiten ausländischer Unternehmen, insbesondere von Kfz-Zulieferern. Auch wenn die anekdotische Evidenz aufgrund von Einzelbeispielen eher vermuten lässt, dass die Attraktivität der süddeutschen Bundesländer größer ist, so gibt es für diese Vermutung keine handfesten empirischen Belege.

Die Entwicklung der FuE-Aktivitäten der Chemischen Industrie und des Maschinenbaus war national wie international seit den achtziger Jahren genauso wie die der Wirtschaftsaktivitäten in diesen Branchen durch erhebliche Erfordernisse zur *Strukturanpassung* geprägt. Besonders forschungsaktive Teilbranchen (Pharmazie und Werkzeugmaschinenbau) sind dabei in Nordrhein-Westfalen unterrepräsentiert. Die FuE-Aktivitäten des Fahrzeugbaus und der Elektrotechnik sind dadurch gekennzeichnet, dass keine großen Konzerne mit ihrer Zentralforschung in NRW ansässig sind. Dennoch hat sich eine *bedeutende* und teilweise sehr innovative KFZ-Zulieferindustrie etabliert, die in NRW einen Schwerpunkt im Bereich der Fahrzeugelektronik besitzt.

Literatur

- Aftalion, F. (1991), *A History of the International Chemical Industry*. Philadelphia (PA): University of Pennsylvania Press.
- Alt, H.-J. (2003), VDMA 2003 Zukunftsperspektiven im Maschinenbau. VDMA Landesverband NRW (Powerpoint-Präsentation. Internetquelle: Abruf vom 29. September 2006.
- Arora, A., A. Gambardella, F. Pammolli and M. Riccaboni (2004), The Nature and the Extent of the Market for Technology in Biopharmaceuticals. In: Cesaroni, F., A. Gambardella and W. Carcia-Fontes (eds.) (2004), 175–201.
- Breschi, S. and F. Malerba (1997), Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spacial Boundaries. In: C. Edquist (ed.), *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. London and Washington: Pinter, 130–156.
- Carlsson, B. and R. Stankiewicz (1991), On the Nature, Function and Composition of Technological Systems. *Journal of Evolutionary Economics* 1 (2): 93–118.

- Cesaroni, F., A. Gambardella, and W. Garcia-Fontes (eds.) (2004), *R&D, Innovation and Competitiveness in the European Chemical Industry*. Dordrecht u.a.: Kluwer Academic Publishers.
- Cesaroni, F., A. Gambardella, W., Garcia-Fontes, and M. Mariani (2004), The Chemical Sectoral System: Firms, Markets, Institutions and the Processes of Knowledge Creation and Diffusion. In: F. Malerba (ed.) (2004), *Sectoral Systems of Innovation - Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press, 121–154.
- Chandler, A.D. Jr. (2005a), *Shaping the Industrial Century - The Remarkable Story of the Evolution of the Modern Chemical and Pharmaceutical Industries*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Chandler, A.D. Jr. (2005b), *Inventing the Electronic Century. The Epic Story of the Consumer Electronics and Computer Industries*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Chuma, H. (2001), Sources of Machine-tool Industry Leadership in the 1990s: Overlooked Intrafirm Factors. Yale University Economic Growth Center, Discussion Paper No. 837. Yale, CT.
- Edquist, C. (2004), The Fixed Internet and Mobile Telecommunications Sectoral System of Innovation: Equipment Production, Access Provision and Content Provision. In: F. Malerba (ed.), *Sectoral Systems of Innovation. Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*. Cambridge: University Press, 155–192.
- Erker, P. (1990), Die Verwissenschaftlichung der Industrie. Zur Geschichte der Industrieforschung in den europäischen und amerikanischen Elektrokonzernen. 1890 – 1930. *Zeitschrift für Unternehmensgeschichte* 35 (2): 73–94.
- Hirsch-Kreinsen, H. und B. Seitz (1999), Innovationsprozesse im Maschinenbau. Arbeitspapier des Lehrstuhls für Technik und Gesellschaft. Universität Dortmund, Nr. 4. Dortmund.
- Hirsch-Kreinsen, H. und B. Seitz (2000), Der Maschinenbau als Entwickler von Produktions- und Fertigungstechniken. In: U. Widmaier (Hrsg.), *Der deutsche Maschinenbau in den neunziger Jahren. Kontinuität und Wandel einer Branche*. Frankfurt a.M und New York: Campus, 43–64.
- IGM - IG Metall (Hrsg.) (2006), Wirtschaftspolitische Informationen - Branchenreport Maschinenbau 2006. Frankfurt a.M.
- Jungmittag, A. and G. Reger (2000), Dynamics of the Markets and Market Structure. In: Jungmittag, A., G. Reger, and T. Reiss (eds.), 27–51.
- Jungmittag, A., G. Reger, and T. Reiss (eds.) (2000), *Changing Innovation in the Pharmaceutical Industry - Globalization and New Ways of Drug Development*. Berlin u.a.: Springer.
- Kirpal, A. (1993): Die Elektrotechnik - Wichtige Perioden ihrer Entwicklung von den Anfängen bis zur Gegenwart. In: H.A. Wessel (Hrsg.): *Energie – Information – Innovation. 100 Jahre Verband Deutscher Elektrotechniker*. Berlin und Offenbach: VDE, 25–57.
- Landtag Nordrhein-Westfalen (2006), Die AUTOMobile Wertschöpfungskette: Industrie, Handel und Dienstleistungen in Nordrhein-Westfalen. Antwort der Landesre-

- gierung auf die Große Anfrage 1 der Fraktion der SPD (Drucksache 14/696). Drucksache 14/1297 vom 15. 2.
- LDS - Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2004), *Statistisches Jahrbuch NRW 2004*. LDS, Düsseldorf.
- LZB - Landeszentralbank NRW (Hrsg.) (1998), *Jahresbericht 1998*. LZB, Düsseldorf.
- Malerba, F. (ed.) (2004), *Sectoral Systems of Innovation. Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Malerba, F. (2005), Sectoral Systems. How and Why Innovation Differs Across Sectors. In: J. Fagerberg, D. C. Mowery, and R.R. Nelson (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press, 380–406.
- Marin, D. (2004), “A Nation of Poets and Thinkers” – Less so with Eastern Enlargement? Austria and Germany. Munich Economics Discussion Paper No. 2006-06. München.
- McKelvey, M., L. Orsenigo and F. Pammolli (2004), Pharmaceuticals Analyzed Through the Lens of a Sectoral Innovation System. In: F. Malerba (ed.), *Sectoral Systems of Innovation – Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press, 73-120.
- Murmann, J.P. and R. Landau (1998), On the Making of Competitive Advantage: The Development of the Chemical Industries in Britain and Germany since 1850. In: A. Arora, R. Landau, and N. Rosenberg (eds.) (1998), *Chemicals and Long-Term Economic Growth - Insights from the Chemical Industry*. New York u.a.: Wiley , 27–70.
- MWMTV - Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2000), *Maschinenbau in Nordrhein-Westfalen 2000*. MWMTV, Düsseldorf.
- OECD (2005), *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data - OSLO Manual*, 3rd edition, OECD, Eurostat: Paris.
- Pavitt, K. (1984), Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory. *Research Policy* 13 (6): 343–373.
- RWI Essen - Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (2005), Beschäftigungswirkungen von Forschung und Innovation. RWI-Projektberichte. RWI, Essen.
- RWI Essen und Stifterverband Wissenschaftsstatistik (2007), Innovationsbericht 2006. Zur Leistungsfähigkeit des Landes Nordrhein-Westfalen in Wissenschaft, Forschung und Technologie. Forschungsprojekt für das Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes NRW. Endbericht. RWI: Projektberichte. Essen: RWI.
- Simon, H. (1996), *Die heimlichen Gewinner: die Erfolgsstrategien unbekannter Weltmarktführer* (Hidden Champions), 3. Aufl. Frankfurt a.M.: Campus.
- Spitz, P.H. (ed.) (2003), *The Chemical Industry at the Millennium. Maturity, Restructuring, and Globalization*. Philadelphia, PA: Chemical Heritage Press.
- SV-Wissenschaftsstatistik (2006), FuE-Datenreport 2005/06. SVW, Essen.

- Voppel, G. (1993), Bundesrepublik Deutschland VI, Nordrhein-Westfalen. Wissenschaftliche Länderkunde. Herausgegeben von Werner Storkebaum. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Wengel, J. and P. Shapira (2004), Machine Tools: the Remaking of a Traditional Sectoral Innovation System, In: F. Malerba (ed.), *Sectoral Systems of Innovation- Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press, 243–286.
- Womack, J. P., P. T. Jones and P. Roos (1991), *The Machine that Changed the World*. New York: Harper Perennial.