

Bachmann, Ronald et al.

**Research Report**

## Innovationsbericht 2007: Zur Leistungsfähigkeit des Landes Nordrhein-Westfalen in Wissenschaft, Forschung und Technologie. Teil B: Schwerpunktbericht

RWI Projektberichte

**Provided in Cooperation with:**

RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung, Essen

*Suggested Citation:* Bachmann, Ronald et al. (2007) : Innovationsbericht 2007: Zur Leistungsfähigkeit des Landes Nordrhein-Westfalen in Wissenschaft, Forschung und Technologie. Teil B: Schwerpunktbericht, RWI Projektberichte, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI), Essen

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/70860>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

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

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

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

**Terms of use:**

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

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

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

Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Stifterverband-Wissenschaftsstatistik, Essen, Lehrstuhl für Wirtschaftspolitik insbesondere Wettbewerbstheorie und -politik an der Ruhr-Universität Bochum und Ruhr-Forschungsinstitut für Innovations- und Strukturpolitik

# Innovationsbericht 2007

Zur Leistungsfähigkeit des Landes  
Nordrhein- Westfalen in Wissenschaft,  
Forschung und Technologie  
Teil B: Schwerpunktbericht

Forschungsprojekt für das Ministerium für  
Innovation, Wissenschaft, Forschung und  
Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen

Endbericht



Stifterverband  
für die Deutsche Wissenschaft

# 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 : Projektberichte

Herausgeber: Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung,  
Hohenzollernstraße 1/3, 45128 Essen

Tel. 0201/81 49-0, Fax 0201/81 49-200, e-mail: rwi@rwi-essen.de

Alle Rechte vorbehalten. Essen 2007

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

Innovationsbericht 2007

Zur Leistungsfähigkeit des Landes Nordrhein- Westfalen in Wissenschaft,  
Forschung und Technologie

Teil B: Schwerpunktbericht

Forschungsprojekt für das Ministerium für Innovation, Wissenschaft,  
Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen

Endbericht – Dezember 2007

Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Stifterverband-Wissenschaftsstatistik, Essen, Lehrstuhl für Wirtschaftspolitik insbesondere Wettbewerbstheorie und -politik an der Ruhr-Universität Bochum und Ruhr-Forschungsinstitut für Innovations- und Strukturpolitik

# Innovationsbericht 2007

Zur Leistungsfähigkeit des Landes Nordrhein-Westfalen in Wissenschaft, Forschung und Technologie

Teil B: Schwerpunktbericht

Forschungsprojekt für das Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen

Endbericht – Dezember 2007



## **Projektteam Indikatorenbericht**

### **RWI Essen**

Dr. Jochen Dehio, Dr. Dirk Engel (Projektleitung), Dr. Bernhard Lageman (Projektleitung), Prof. Dr. Christoph M. Schmidt, Ph.D., und Barbara Winter

### **Stifterverband-Wissenschaftsstatistik, Essen**

Dr. Christoph Grenzmann, Bernd Kreuels und Babette Knecht

## **Projektteam Schwerpunktbericht**

### **RWI Essen**

Dr. Ronald Bachmann, Rüdiger Budde, Dr. Jochen Dehio, Dr. Dirk Engel (Projektleitung), Silja Göhlmann, Marianne Halstrick-Schwenk, Dr. Bernhard Lageman (Projektleitung), Prof. Dr. Christoph M. Schmidt, Ph.D., Joel Stiebale und Barbara Winter

### **Lehrstuhl für Wirtschaftspolitik insbesondere Wettbewerbstheorie und -politik an der Ruhr-Universität Bochum**

Prof. Dr. Justus Haucap (bis Sommersemester 2007 Ruhr-Universität Bochum, seit Wintersemester 2007/08 Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg), Anne Baguette, Veit Böckers und Ulrich Heimeshoff

### **Ruhr-Forschungsinstitut für Innovations- und Strukturpolitik**

Prof. Dr. Helmut Karl, Dr. Michael Kersting, Dr. Nicola Werbeck und Prof. Dr. Rüdiger Wink

Das Projektteam dankt Rainer Graskamp und Matthias Peistrup (Wissenschaftler), Klaus Höhner, Karl-Heinz Herlitschke (Statistik), Hartmut Westram (Bibliothek), Sebastian Koch, Maren Michaelsen, Marina Roitburd, Mara Schulz, Michaela Trax, Gregor Werkle (studentische Hilfskräfte), Claudia Lohkamp, Lutz Morgenroth, Gabriele Pomorin, Daniela Schwindt und Marlies Tepaß (technische Redaktion und Druck).

## Inhaltsverzeichnis

Zur Einführung in den Innovationsbericht .....	31
Vorbemerkung zum Schwerpunktbericht.....	35
1. Zukunftstechnologien, Technologiecluster und ihre Erfassung: Konzeptioneller Rahmen und Datenbasis .....	37
1.1 Die innovationspolitische Herausforderung .....	37
1.2 Zukunftstechnologien.....	39
1.2.1 Was sind „Zukunftstechnologien“? .....	39
1.2.2 Wie entwickeln sich neue (und etablierte) Technologiefelder?.....	42
1.2.3 Wissensproduktion im 21. Jahrhundert .....	43
1.3 Technologiecluster .....	45
1.3.1 Cluster im Kontext wirtschaftsräumlicher Agglomerationsphänomene .....	45
1.3.2 Cluster als normatives Konstrukt .....	48
1.3.3 Clusterförderung .....	49
1.3.4 Die Bedeutung quantitativer Informationen für die Clusterförderung .....	58
1.4 Indikatorik .....	59
1.4.1 Klassifizierung der Indikatoren .....	59
1.4.2 Auswahl verwendeter Indikatoren.....	62
1.4.3 Statistische Maßzahlen.....	64
1.5 Abgrenzung der Zukunftsfelder.....	67
1.6 Verwendete Mikrodatenquellen .....	71
1.6.1 Amtliche Datenquellen auf der Mikroebene .....	72
1.6.2 Nicht-amtliche Datenquellen auf der Mikroebene.....	74
1.6.3 Eigene Befragungen.....	80
1.7 Fazit .....	83
2. Ausgangsbedingungen für die Besetzung von Zukunftsfeldern: Humankapital, Forschungskapital und unternehmerische Orientierung.....	87
2.1 Humankapital.....	87

2.2	Beschäftigte in forschungsintensiven Industrien .....	94
2.3	Forschungspersonal .....	100
2.4	Patente.....	105
2.5	Gründungen.....	109
2.6	Zwischenfazit .....	117
3.	Zukunftsfeld: Biotechnologie .....	121
3.1	Abgrenzung der Aktivitäten in der Biotechnologie.....	122
3.2	Eckdaten der Biotechnologieindustrie .....	126
3.2.1	Marktvolumen einzelner Segmente .....	126
3.2.2	Die Biotechnologieindustrie in Deutschland .....	131
3.3	Regionale Verteilung der Biotech-Beschäftigung.....	138
3.4	Regionale Unterschiede in der Zahl der biopharmazeutischen Wirkstoffe .....	145
3.5	Patente.....	147
3.6	Akquise öffentlicher Fördermittel .....	158
3.7	Ausgewählte Charakteristika öffentlicher Forschungseinrichtungen mit dem Forschungsschwerpunkt Biotechnologie.....	173
3.8	Zwischenfazit .....	183
4.	Das Zukunftsfeld Neue Werkstoffe, Mikro- und Nanotechnologie.....	189
4.1	Neue Werkstoffe .....	189
4.1.1	Einsatzgebiete und deren Potenziale .....	189
4.1.2	Wirtschaftliche Bedeutung der Abnehmerbranchen .....	190
4.1.3	Produktionspotenziale im Werkstoffbereich.....	195
4.1.4	Patentanmeldungen herkömmlicher und Neuer Werkstoffe .....	199
4.1.5	Akquise öffentlicher Fördermittel .....	210
4.2	Mikrotechnologie .....	218
4.2.1	Einsatzgebiete und Potenziale .....	218
4.2.2	Akteure.....	219
4.2.3	Patentanmeldungen.....	221
4.2.4	Akquise öffentlicher Fördermittel .....	224
4.3	Nanotechnologie .....	229
4.3.1	Einsatzgebiete und Potenziale .....	229

4.3.2	Beschäftigte in Nanotech-KMU .....	232
4.3.3	Patentanmeldungen.....	239
4.3.4	Akquise öffentlicher Fördermittel .....	244
4.4	Das Technologiefeld im Lichte der Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ .....	249
4.5	Zwischenfazit .....	255
5.	Zukunftsfeld Produktionstechnik.....	263
5.1	Abgrenzung der Aktivitäten in der Produktionstechnik.....	264
5.2	Eckdaten der Produktionstechnik.....	266
5.3	Umsätze und Beschäftigte im Regionalvergleich .....	273
5.4	Produktion von Gütern der Produktionstechnikindustrie in NRW .....	282
5.5	Patente.....	288
5.6	Akquise öffentlicher Fördermittel .....	296
5.7	Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen in NRW mit Forschungsschwerpunkt Produktionstechnik.....	302
5.8	Zwischenfazit .....	308
6.	Zukunftsfeld Medizintechnik.....	313
6.1	Einführung .....	313
6.2	Abgrenzung der Aktivitäten in der Medizintechnik .....	314
6.3	Eckdaten der Medizintechnikindustrie.....	316
6.4	Beschäftigte in der Medizintechnikindustrie im Regionalvergleich .....	321
6.5	Produktion von Gütern der Medizintechnikindustrie in NRW .....	331
6.6	Patente.....	335
6.7	Akquise öffentlicher Fördermittel .....	343
6.8	Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen in NRW mit Forschungsschwerpunkt Medizintechnik .....	352
6.9	Zwischenfazit .....	358
7.	Das Zukunftsfeld Energietechnik .....	363
7.1	Abgrenzung der Energietechnik .....	366
7.2	Eckdaten der Energietechnik in Deutschland.....	368
7.2.1	Produktion von Klimaschutzgütern.....	368
7.2.2	Außenhandel mit Klimaschutzgütern .....	370
7.2.3	Forschungs- und Entwicklungsausgaben .....	371



7.3	Güterproduktion und Energieerzeugung in NRW.....	373
7.3.1	Klimaschutzgüterproduktion (ISI-Liste) .....	373
7.3.2	Produktion im energietechnikaffinen Maschinenbau .....	375
7.3.3	Regenerative Energieerzeugung .....	377
7.4	Patente.....	380
7.4.1	Ergebnisse anderer Studien.....	380
7.4.2	Ergebnisse eigener Recherchen.....	384
7.5	Akquise öffentlicher Fördermittel .....	394
7.6	Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen .....	403
7.7	Zwischenfazit .....	409
8.	Zukunftsfeld Umwelttechnik .....	415
8.1	Abgrenzung und Erfassung der Aktivitäten in der Umwelttechnik .....	416
8.2	Wirtschaftliche Bedeutung der Umweltschutzgüter .....	419
8.3	Unternehmen der Umwelttechnik – NRW im bundesweiten Vergleich .....	424
8.3.1	Umweltwirtschaft und Umweltpolitik in NRW .....	424
8.3.2	Bundesländervergleich der Umwelttechnik-Anbieter .....	426
8.3.3	Regionalisierte Auswertungen zu Umwelttechnikanbietern in NRW.....	431
8.3.4	Beschäftigte in klassischen Umweltbereichen (Entsorgungssektor).....	436
8.4	Patente.....	441
8.4.1	Patentanmeldungen in Deutschland im europäischen Vergleich .....	441
8.4.2	Akquise öffentlicher Fördermittel .....	450
8.5	Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen .....	458
8.6	Zwischenfazit .....	464
9.	Befragung von Wissensintermediären .....	469
9.1	Einleitung.....	469
9.2	Allgemeine Charakteristika der Intermediäre .....	472
9.2.1	Mittelausstattung der Intermediäre.....	472
9.2.2	Aufgaben und Aktivitäten der Intermediäre .....	473
9.3	Zusammenarbeit mit anderen Intermediären.....	480

9.4	Barrieren des Wissens- und Technologietransfers .....	484
9.5	Nachfragebedürfnisse seitens der Wissensträger.....	490
9.6	Regionale Aspekte.....	494
9.7	Fazit .....	497
10.	Wissenstransfer: Best Practice-Erfahrungen in NRW im internationalen Vergleich.....	501
10.1	Einleitung.....	501
10.2	Grundlagen des Regionenvergleichs .....	503
10.3	Die in- und ausländische Vergleichsbasis.....	505
10.3.1	Produktionstechnologien und Nano-Technologien.....	505
10.3.2	Medizintechnik und Biomedizin.....	510
10.4	Beispiele für Wissenstransfer in Nordrhein-Westfalen.....	514
10.4.1	Produktionstechnik in Aachen .....	514
10.4.2	Medizintechnik im Mittleren Ruhrgebiet .....	516
10.5	Schlussfolgerungen.....	518
11.	Gesamtschau der empirischen Befunde des Schwerpunktberichts.....	521
11.1	Herausforderung „Zukunftstechnologien“ .....	521
11.2	Empirische Erfassung regionaler Innovationspotenziale für ausgewählte Zukunftstechnologien.....	522
11.3	Das Abschneiden von NRW in den Zukunftsfeldern: Überblick.	524
11.3.1	Volkswirtschaftliche Bedeutung der Zukunftsfelder .....	524
11.3.2	Patente .....	526
11.3.3	Bundesfördermittelvergabe.....	529
11.4	Regional vertiefende Analyse zu ausgewählten Zukunftsfeldern	533
11.4.1	Zukunftsfeld Biotechnologie .....	533
11.4.2	Zukunftsfeld Neue Werkstoffe/Mikro- und Nanotechnologie.....	536
11.4.3	Zukunftsfeld Produktionstechnik.....	538
11.4.4	Zukunftsfeld Medizintechnik.....	541
11.4.5	Zukunftsfeld Energietechnik .....	544
11.4.6	Zukunftsfeld Umwelttechnik .....	547
12.	Innovationspolitik: Kontext, Optionen, Empfehlungen .....	551
12.1	Basis der Ausführungen und synoptische Übersicht über die Empfehlungen .....	551

12.2	Rekapitulation der Ausgangslage .....	556
12.2.1	Stärken und Schwächen des Innovationsstandorts NRW .....	556
12.2.2	Entwicklungen im weiteren Umfeld der Innovationspolitik .....	559
12.2.3	Neuere Entwicklungen in Nordrhein-Westfalen .....	560
12.3	Innovationspolitische Agenda .....	562
12.3.1	Erweiterte Spielräume im Zeichen der Haushaltskonsolidierung? .....	562
12.3.2	Prioritäten in der Innovationsförderung.....	567
12.4	Förderung der Zukunftsfelder .....	573
12.4.1	Was kann Förderung erreichen und was nicht? .....	573
12.4.2	Die Heterogenität der Zukunftsfelder: Plädoyer für maßgeschneiderte Förderkonzepte .....	575
12.4.3	Zukunftsfeld Biotechnologie .....	577
12.4.4	Zukunftsfeld Neue Werkstoffe, Mikro- und Nanotechnologie.....	580
12.4.5	Zukunftsfeld Produktionstechnik .....	585
12.4.6	Zukunftsfeld Medizintechnik .....	587
12.4.7	Zukunftsfeld Energietechnik .....	588
12.4.8	Zukunftsfeld Umwelttechnik .....	591
12.5	Fazit und Ausblick .....	592
Literatur		595
Anhang611		
Abgrenzung der Zukunftsfelder .....		613
RWI – Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen in NRW.....		642
Befragung von Wissensintermediären .....		648
Interviewleitfaden zu „Best practice“ .....		654
Interviews: Liste der Gesprächspartner .....		656

**Verzeichnis der Tabellen**

Tabelle 1.1	Beispielhafte Berechnung des Standortindex anhand des Indikators „Beschäftigung in forschungintensiven Industrien“ .....	66
Tabelle 1.2	Wert der zum Absatz bestimmten Produktion .....	74
Tabelle 1.3	Patentanmeldungen mit deutscher Erfinderbeteiligung in den Zukunftsfeldern .....	77
Tabelle 1.4	Rücklaufquote nach Regionen und Einrichtungen .....	81
Tabelle 2.1	Beschäftigte nach ihrer Berufsausbildung und Stellung im Beruf in den Verdichtungsräumen.....	88
Tabelle 2.2	Beschäftigte nach ihrer Berufsausbildung und Stellung im Beruf in den Verdichtungsräumen (Standortquotient).....	89
Tabelle 2.3	Beschäftigte nach ihrer Berufsausbildung in TOP 5% Kreisen .....	91
Tabelle 2.4	Beschäftigte nach ihrer technischen Qualifikation in TOP 5% Kreisen .....	92
Tabelle 2.6	Beschäftigte in forschungsintensiven Industrien in den Verdichtungsräumen (Standortquotient) .....	96
Tabelle 2.7	Veränderung der Beschäftigtenzahl in forschungintensiven Industrien in den Verdichtungsräumen .....	98
Tabelle 2.8	Veränderung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten und des Forschungspersonals in der Wirtschaft in ausgewählten Verdichtungsräumen .....	101
Tabelle 2.9	FuE-Personal an den Hochschulen in Verdichtungsräumen (Anteil).....	103
Tabelle 2.10	FuE-Personal an den Hochschulen in Verdichtungsräumen (Standortquotient) .....	104
Tabelle 2.11	Gewichtete Anzahl an Patentanmeldungen beim Deutschen Patent- und Markenamt nach Erfindersitz.....	107

Tabelle 2.12	Gewichtete Anzahl an Patentanmeldungen beim Deutschen Patent- und Markenamt je eine Million Einwohner nach Erfindersitz.....	108
Tabelle 2.13	Verteilung der Gründungen in Hightech-Branchen auf die Verdichtungsräume .....	110
Tabelle 2.14	Gründungsintensität in Hightech-Branchen in den Verdichtungsräumen .....	111
Tabelle 2.15	Gründungsgeschehen in Raumordnungsregionen nach Kontrolle für die Ressourcenausstattung .....	115
Tabelle 2.16	Stärken- und Schwächenprofil der Regionen in den allgemeinen Innovationsindikatoren .....	118
Tabelle 3.1	Marktübersicht für ausgewählte Segmente der Biotechnologie .....	126
Tabelle 3.2	Sieger des Cluster-Wettbewerbs „BioIndustrie 2021“ .....	129
Tabelle 3.3	Wesentliche Befunde der Studien von BCG und EY .....	134
Tabelle 3.4	Forschungsaktivitäten der Biotechnologieindustrie im weiteren Sinne im Jahr 2004.....	137
Tabelle 3.5	Beschäftigte in Segmenten der Biotechnologieindustrie (ohne industrielle Biotechnologie) im Jahr 2004.....	139
Tabelle 3.6	Biotech-Beschäftigte (ohne industrielle weißen Biotechnologie) im Jahr 2004.....	141
Tabelle 3.7	Beschäftigte in Biotech-Kernunternehmen und –ausrüstern im überregionalen Vergleich.....	144
Tabelle 3.8	Anzahl der Wirkstoffe im überregionalen Vergleich .....	146
Tabelle 3.9	Patentanmeldungen (gewichtet) im Bereich Biotechnologie nach Bundesländern.....	149
Tabelle 3.10	Patentanmeldungen (gewichtet) im Bereich Biotechnologie nach BioRegionen.....	151
Tabelle 3.11	Führende Patentanmelder in den zehn erfinderstärksten NRW Kreisen .....	152

Tabelle 3.12	Patenterteilungen in der Biotechnologie: Regionale Verflechtung der NRW-Kreise .....	157
Tabelle 3.13	Bundesförderung als Teil der Forschung und Entwicklung für Biotech-Unternehmen im Jahr 2004 .....	161
Tabelle 3.14	Bundesförderung im Bereich Biotechnologie nach Bundesländern .....	163
Tabelle 3.15	Bundesförderung im Bereich Biotechnologie nach BioRegionen .....	166
Tabelle 3.16	Bundesförderung im Bereich Biotechnologie – Top 5% Kreise .....	168
Tabelle 3.17	Bundesförderung im Bereich Biotechnologie – NRW Kreise .....	169
Tabelle 3.18	Fragebogenrücklauf bei Biotech- Forschungseinrichtungen nach Art der Einrichtung .....	174
Tabelle 3.19	Finanzierungsquellen der Biotech- Forschungseinrichtungen in NRW .....	175
Tabelle 3.20	Häufigkeit der Zusammenarbeit mit externen Partnern der Biotech-Forschungseinrichtungen in NRW .....	177
Tabelle 3.21	Regionale Herkunft externer Partner von Biotech-Forschungseinrichtungen in NRW .....	178
Tabelle 3.22	Externe Partner je Wissenschaftler in Biotech- Forschungseinrichtungen in NRW .....	179
Tabelle 3.23	Vernetzung der Mitarbeiter in Biotech- Forschungseinrichtungen in NRW .....	180
Tabelle 3.24	Wissenschaftliche Arbeiten in Biotech- Forschungseinrichtungen in NRW .....	181
Tabelle 3.25	Patentanmeldungen von Mitarbeitern an Biotech-Forschungseinrichtungen in NRW .....	182
Tabelle 3.26	Inanspruchnahme von Service-Diensten von Biotech-Forschungseinrichtungen in NRW .....	183
Tabelle 3.27	Gesamtschau der Indikatoren für die neun größten BioRegionen .....	185

Tabelle 4.1	Lieferungen und Leistungen in verschiedenen Wirtschaftszweigen.....	192
Tabelle 4.2	Anteil der Bevölkerung, des Bruttoinlandsprodukts und der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten der Bundesländer .....	193
Tabelle 4.3	Exportstruktur der Spitzentechnologien und der Hochwertigen Technologien .....	194
Tabelle 4.4	Patentanmeldungen im Bereich Metallverarbeitung.....	199
Tabelle 4.5	Patentanmeldungen im Bereich organischer makromolekularer chemischer Verbindungen .....	201
Tabelle 4.6	Patentanmeldungen im Bereich Textil.....	203
Tabelle 4.7	Patentanmeldungen im Bereich Glas.....	204
Tabelle 4.8	Patentanmeldungen im Bereich Keramik .....	206
Tabelle 4.9	Patentanmeldungen im Bereich Verbundwerkstoffe .....	208
Tabelle 4.10	Bundesförderung für Neue Werkstoffe, Mikro- und Nanotechnologie nach Empfängergruppen .....	211
Tabelle 4.11	Bundesförderung im Bereich Neue Werkstoffe nach Bundesländern.....	213
Tabelle 4.12	Bundesförderung im Bereich Neue Werkstoffe nach Verdichtungsräumen.....	215
Tabelle 4.13	Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Neue Werkstoffe – Top 5% Kreise .....	216
Tabelle 4.14	Bundesförderung im Bereich Neue Werkstoffe – NRW Kreise.....	217
Tabelle 4.15	Zahl der Beschäftigten der Mitglieder des IVAM – Bereich Mikrotechnologie .....	220
Tabelle 4.16	EPA-Patentanmeldungen im Bereich Mikrotechnologie .....	222
Tabelle 4.17	Bundesförderung im Bereich Mikrotechnologie nach Bundesländern.....	225
Tabelle 4.18	Bundesförderung im Bereich Mikrotechnologie nach Verdichtungsräumen.....	226

Tabelle 4.19	Bundesförderung im Bereich Mikrotechnologie – Top 5% Kreise .....	227
Tabelle 4.20	Bundesförderung im Bereich Mikrotechnologie – NRW Kreise .....	228
Tabelle 4.21	Einrichtungen im Bereich Nanotechnologie im Bundesländervergleich .....	233
Tabelle 4.22	Beschäftigte in KMU der Nanotechnologie .....	236
Tabelle 4.23	Beschäftigte in KMU der Nanotechnologie nach Verdichtungsräumen .....	237
Tabelle 4.24	Beschäftigte in KMU der Nanotechnologie in den Kreisen NRWs .....	238
Tabelle 4.25	Patentanmeldungen im Bereich Nanotechnologie .....	240
Tabelle 4.26	Kenngrößen der Wertigkeit von EPA- Patentanmeldungen in der Nanotechnologie .....	242
Tabelle 4.27	Bundesförderung im Bereich Nanotechnologie nach Bundesländern .....	244
Tabelle 4.28	Bundesförderung im Bereich Nanotechnologie nach Verdichtungsräumen .....	245
Tabelle 4.29	Bundesförderung im Bereich Nanotechnologie – Top 5% Kreise .....	246
Tabelle 4.30	Bundesförderung im Bereich Nanotechnologie – NRW Kreise .....	247
Tabelle 4.31	Auswertbare Fragebögen der NWSt/Mikro/NanoTech- Forschungseinrichtungen in NRW .....	249
Tabelle 4.32	Finanzierungsquellen der NWSt/Mikro/NanoTech- Forschungseinrichtungen in NRW .....	250
Tabelle 4.33	Häufigkeit der Zusammenarbeit mit externen Partnern der NWSt/Mikro/NanoTech- Forschungseinrichtungen in NRW .....	251
Tabelle 4.34	Regionale Herkunft externe Partner von NWSt/Mikro/NanoTech- Forschungseinrichtungen in NRW .....	252



Tabelle 4.35	Vernetzung der Mitarbeiter der Mitarbeiter in NWSt/Mikro/NanoTech- Forschungseinrichtungen in NRW .....	253
Tabelle 4.36	Wissenschaftliche Arbeiten in den NWSt/Mikro/NanoTech- Forschungseinrichtungen in NRW .....	253
Tabelle 4.37	Patentanmeldungen von NWSt/Mikro/NanoTech- Forschungseinrichtungen in NRW .....	254
Tabelle 4.38	Inanspruchnahme von Service-Leistungen von NWSt/Mikro/NanoTech- Forschungseinrichtungen in NRW .....	255
Tabelle 5.1	Umsätze in der Produktionstechnikindustrie im Jahr 2005 (in Mill. Euro).....	267
Tabelle 5.2	Umsätze der Unternehmen in der Produktionstechnik in Nordrhein-Westfalen .....	268
Tabelle 5.3	Beschäftigung in Betrieben der Produktionstechnik .....	274
Tabelle 5.4	Beschäftigte in der Produktionstechnik- Maschinen im überregionalen Vergleich.....	275
Tabelle 5.5	Beschäftigte in der Produktionstechnikindustrie- Maschinen – Top 5% Kreise, bundesweit.....	276
Tabelle 5.6	Beschäftigte in der Produktionstechnik- Maschinen – Alle Kreise, NRW.....	278
Tabelle 5.7	Beschäftigte in der Produktionstechnik- Steuerung – Alle Kreise, NRW.....	279
Tabelle 5.8	Umsatzstärkste Unternehmen in der Produktionstechnikindustrie – Top 20 Hersteller.....	281
Tabelle 5.9	Kennziffern der Hersteller von Gütern der Produktionstechnik-Maschinen .....	283
Tabelle 5.10	Kennziffern der Hersteller von Gütern der Produktionstechnik-Steuerung .....	283
Tabelle 5.11	Produktionswert der Hersteller von Produktionstechnik-Maschinen .....	285
Tabelle 5.12	Produktionswert der Hersteller von Produktionstechnik Steuerung.....	286

Tabelle 5.13	Patentanmeldungen im Bereich Produktionstechnik (ohne Steuerungstechnik) nach Bundesländern.....	289
Tabelle 5.14	Patentanmeldungen im Bereich Produktionstechnik (ohne Steuerungstechnik) nach Verdichtungsräumen.....	290
Tabelle 5.15	Anzahl gewichteter Patentanmeldungen in Bereichen der Produktionstechnik.....	292
Tabelle 5.16	Patentrelationen in Bereichen der Produktionstechnik .....	293
Tabelle 5.17	Patentanmeldungen in Bereichen der Produktionstechnik – fünf führende Kreise in NRW .....	295
Tabelle 5.18	Bundesförderung in der Produktionstechnik nach Bundesländern.....	297
Tabelle 5.19	Bundesförderung in der Produktionstechnik nach Verdichtungsräumen.....	298
Tabelle 5.20	Bundesförderung in der Produktionstechnik – Top 5% Kreise .....	300
Tabelle 5.21	Bundesförderung in der Produktionstechnik – NRW Kreise.....	301
Tabelle 5.22	Auswertbare Fragebögen der Produktionstechnik-Forschungseinrichtungen nach Art der Einrichtung.....	303
Tabelle 5.23	Finanzierungsquellen der Produktionstechnik- Forschungseinrichtungen in NRW .....	303
Tabelle 5.24	Häufigkeit der Zusammenarbeit mit externen Partnern der Produktionstechnik- Forschungseinrichtungen in NRW .....	304
Tabelle 5.25	Regionale Herkunft externe Partner von Produktionstechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	305
Tabelle 5.26	Vernetzung der Mitarbeiter in Produktionstechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	306

Tabelle 5.27	Wissenschaftliche Arbeiten in Produktionstechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	307
Tabelle 5.28	Patentanmeldungen von Produktionstechnik- Forschungseinrichtungen in NRW .....	307
Tabelle 5.29	Inanspruchnahme von Service-Diensten von Produktionstechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	308
Tabelle 6.1	Umsätze in der Medizintechnikindustrie im Jahr 2005 (in Mill. Euro) .....	316
Tabelle 6.2	Zahl der Beschäftigten in Medizintechnik- Betrieben .....	322
Tabelle 6.3	Beschäftigte in der Medizintechnikindustrie im überregionalen Vergleich .....	323
Tabelle 6.4	Beschäftigte in der Medizintechnikindustrie – Top 5% Kreise .....	324
Tabelle 6.5	Umsatzstärkste Unternehmen in der Medizintechnikindustrie – Top 10 Unternehmen in NRW .....	326
Tabelle 6.6	Beschäftigte in der Medizintechnikindustrie – alle NRW Kreise .....	327
Tabelle 6.7	Umsatzstärkste Unternehmen in der Medizintechnikindustrie – Top 20 Unternehmen .....	330
Tabelle 6.8	Kennziffern der Hersteller von Medizintechnikgütern .....	332
Tabelle 6.9	Produktionswert der Hersteller von Medizintechnikgütern .....	333
Tabelle 6.10	Patentanmeldungen (gewichtet) im Bereich Medizintechnik nach Bundesländern .....	335
Tabelle 6.11	Patentanmeldungen (gewichtet) im Bereich Medizintechnik nach Verdichtungsräumen .....	337
Tabelle 6.12	Patenterteilungen in der Medizintechnik: Regionale Verflechtung der NRW-Kreise .....	341
Tabelle 6.13	Patenterteilungen in der Medizintechnik: Regionale Verflechtung der Vergleichsstädte .....	342

Tabelle 6.14	Bundesförderung in der Medizintechnik nach Bundesländern .....	345
Tabelle 6.15	Bundesförderung in der Medizintechnik nach Verdichtungsräumen .....	348
Tabelle 6.16	Bundesförderung in der Medizintechnik – Top 5% Kreise .....	349
Tabelle 6.17	Bundesförderung im Bereich Medizintechnik – NRW Kreise .....	350
Tabelle 6.18	Auswertbare Fragebögen der Medizintechnik-Forschungseinrichtungen nach Art der Einrichtung .....	352
Tabelle 6.19	Finanzierungsquellen .....	353
Tabelle 6.20	Häufigkeit der Zusammenarbeit mit externen Partnern der Medizintechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	354
Tabelle 6.21	Regionale Herkunft externe Partner von Medizintechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	355
Tabelle 6.22	Vernetzung der Mitarbeiter in Medizintechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	356
Tabelle 6.23	Wissenschaftliche Arbeiten in Medizintechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	357
Tabelle 6.24	Patentanmeldungen von Mitarbeitern an Medizintechnik-Forschungseinrichtungen.....	357
Tabelle 6.25	Inanspruchnahme von Service-Diensten von Medizintechnik-Forschungseinrichtungen.....	358
Tabelle 6.26	Stärken- und Schwächenprofil der Verdichtungsräume in der Medizintechnik .....	360
Tabelle 7.1	Produktion potentieller Klimaschutzgüter nach Güterarten und Wirtschaftszweigen.....	369
Tabelle 7.2	Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in Deutschland und ausgewählte Bundesländer.....	373
Tabelle 7.3	Erneuerbare Energien – NRW, Baden-Württemberg* und Deutschland im Vergleich .....	378
Tabelle 7.4	Installierte elektrische Leistung im Bereich erneuerbarer Energien.....	379

Tabelle 7.5	Innovationen, Marktpotenziale und Wettbewerbsfähigkeit im Bereich Energietechnologien .....	382
Tabelle 7.8	Patentanmeldungen im Bereich Energieumwandlung und –effizienz nach Verdichtungsräumen.....	391
Tabelle 7.9	Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Energietechnik nach Bundesländern .....	397
Tabelle 7.10	Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Energietechnik nach Verdichtungsräumen .....	398
Tabelle 7.11	Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Energietechnik – Top 5% Kreise.....	399
Tabelle 7.12	Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Energietechnik –NRW Kreise .....	400
Tabelle 7.13	Auswertbare Fragebögen der Energietechnik-Forschungseinrichtungen nach Art der Einrichtung.....	404
Tabelle 7.14	Finanzierungsquellen der Energietechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	404
Tabelle 7.15	Häufigkeit der Zusammenarbeit mit externen Partnern der Energietechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	405
Tabelle 7.16	Regionale Herkunft externe Partner von Energietechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	406
Tabelle 7.17	Vernetzung der Mitarbeiter der Mitarbeiter in Energietechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	407
Tabelle 7.18	Wissenschaftliche Arbeiten in Energietechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	407
Tabelle 7.19	Patentanmeldungen von Mitarbeitern an Energietechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	408
Tabelle 7.20	Inanspruchnahme von Service-Diensten von Energietechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	408

Tabelle 8.1	Produktion potentieller Umweltschutzgüter nach Umweltbereichen und Wirtschaftszweigen .....	420
Tabelle 8.2	Anzahl der Unternehmen und Institutionen im Bereich Umweltschutz nach UMFIS – Umweltinformationssystem der Industrie- und Handelskammern in Deutschland .....	427
Tabelle 8.3	Anzahl der Unternehmen in den Bereichen Umwelt- und Energietechnik im Umwelttechnologieatlas .....	428
Tabelle 8.4	Umsatz mit Waren und Dienstleistungen nach Umweltschutzbereichen.....	430
Tabelle 8.5	Umweltwirtschaft in den drei Großregionen von NRW – Ausgewählte Kennziffern für KMU.....	432
Tabelle 8.6	Umweltschutzaffine Wirtschaftsbereiche der Investitionsgüterindustrie in NRW .....	435
Tabelle 8.7	Beschäftigte in klassischen Umweltbereichen zum 30.6.2004 .....	437
Tabelle 8.8	Beschäftigte in klassischen Umweltbereichen im überregionalen Vergleich zum 30.6.2004 .....	439
Tabelle 8.9	Beschäftigte in klassischen Umweltbereichen – Alle NRW Kreise .....	440
Tabelle 8.10	Patentanmeldungen im Bereich Abfallbeseitigung im Zeitraum von 2001 bis 2006 .....	443
Tabelle 8.11	Patentanmeldungen im Bereich Recycling im Zeitraum von 2001 bis 2006.....	444
Tabelle 8.12	Patentanmeldungen im Bereich Wasser im Zeitraum von 2001 bis 2006 nach Bundesländern .....	446
Tabelle 8.13	Patentanmeldungen im Bereich Wasser im Zeitraum von 2001 bis 2006 nach Verdichtungsräumen.....	447
Tabelle 8.14	Anzahl der Forschungsinstitutionen in den Bereichen Umwelt- und Energietechnik im Umwelttechnologieatlas .....	452
Tabelle 8.15	Bundesförderung nach Förderschwerpunkten.....	453

Tabelle 8.16	Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Umwelttechnik nach Bundesländern .....	454
Tabelle 8.17	Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Umwelttechnik nach Verdichtungsräumen .....	455
Tabelle 8.18	Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Umwelttechnik – Top 5% Kreise .....	456
Tabelle 8.19	Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Umwelttechnik –NRW Kreise .....	457
Tabelle 8.20	Auswertbare Fragebögen der Umwelttechnik-Forschungseinrichtungen nach Art der Einrichtung .....	459
Tabelle 8.21	Finanzierungsquellen der Umwelttechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	459
Tabelle 8.22	Häufigkeit der Zusammenarbeit mit externen Partnern der Umwelttechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	460
Tabelle 8.23	Regionale Herkunft externe Partner von Umwelttechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	461
Tabelle 8.24	Vernetzung der Mitarbeiter in Umwelttechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	461
Tabelle 8.25	Wissenschaftliche Arbeiten in Umwelttechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	462
Tabelle 8.26	Patentanmeldungen von Umwelttechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	463
Tabelle 8.27	Inanspruchnahme von Service-Diensten von Umwelttechnik-Forschungseinrichtungen in NRW .....	463
Tabelle 9.1	Wie finanzieren sich die Intermediäre? .....	472
Tabelle 9.2	Aufgabenspektrum der Intermediäre .....	474
Tabelle 9.3	Spezifische Maßnahmen der HI zur Bewältigung ihrer Aufgaben.....	478
Tabelle 9.4	Bewertung der Technologiefelder durch HI und WI.....	479
Tabelle 9.5	Weiterleitung von Anfragen an andere Intermediäre .....	480

Tabelle 9.6	Zusammenarbeit in der Kontaktvermittlung mit anderen Intermediären .....	481
Tabelle 9.7	Gemeinsame Dienstleistungen mit einem anderen Intermediär .....	482
Tabelle 9.8	Häufigkeit der Zusammenarbeit mit anderen Intermediären in der Gründungsberatung .....	482
Tabelle 9.9	Verbesserungsvorschläge der Rahmenbedingungen aus Sicht der HI und WI .....	485
Tabelle 9.10	Transferbarrieren, die aus Sicht der HI ein Problem darstellen .....	486
Tabelle 9.11	Transferbarrieren, die aus Sicht der WI ein Problem darstellen .....	487
Tabelle 9.12	Hemmnisfaktoren für die Durchführung von Forschungsprojekten.....	490
Tabelle 9.14	Verantwortung für Vermarktung der Forschungsergebnisse in die Wirtschaft.....	492
Tabelle 9.15	Inanspruchnahme von Service-Diensten durch Hochschulen.....	493
Tabelle 9.16	Anteil der Antworten geordnet nach Regionen .....	495
Tabelle 9.17	Bewertung der Technologiefelder, in Regionen unterteilt .....	495
Tabelle 9.18	Transferbarrieren, die als sehr großes Problem erachtet werden .....	497
Tabelle 11.1	Patentaktivitäten in den Zukunftsfeldern nach Bundesländern .....	527
Tabelle 11.2	Bundesförderung in den Zukunftsfeldern nach Bundesländern .....	530
Tabelle A.0.1	Interviews im Untersuchungszeitraum in Europa.....	656



## Verzeichnis der Schaubilder

Schaubild 1.1	Erfassung der Aktivitäten in Zukunftsfeldern.....	70
Schaubild 1.2	Überschneidung der Berichtskreise nach dem Güter- und Wirtschaftszweigkonzept.....	73
Schaubild 2.1	Beschäftigte in den Verdichtungsräumen.....	89
Schaubild 4.3	Beschäftigung in KMU der Nanotechnologie nach Wirtschaftszweigen .....	235
Schaubild 4.4	Anzahl KMU der Nanotechnologie nach dem Gründungsjahr der Unternehmen.....	236
Schaubild 6.1	Umsätze der Medizintechnikindustrie und ausgewählter Wirtschaftszweige .....	317
Schaubild 6.2	Umsätze der Teilbranchen der Medizintechnikindustrie .....	318
Schaubild 6.3	Umsätze der Teilbranchen der Medizintechnikindustrie in Nordrhein- Westfalen.....	319
Schaubild 6.4	Umsätze und Investitionen der Hersteller von Medizintechnikgütern mit Sitz in NRW .....	332
Schaubild 6.5	Eingeworbene Mittel der BMBF Projektförderung der fünf umsatzstärksten Unternehmen der Medizintechnikindustrie mit Sitz in Deutschland.....	344
Schaubild 12.1	Eigenfinanzierte Investitionen und Nettokreditaufnahmen ausgewählter Bundesländer .....	563
Schaubild 12.2	Anteile der Zinsausgaben, der Personalausgaben, der Zuweisungen und Zuschüsse an den öffentlichen Bereich, der Investitionen und der restlichen Ausgaben an den bereinigten Ausgaben.....	564

**Verzeichnis der Karten**

Karte 2.1	Jahresdurchschnittliche Gründungsintensität in forschungsintensiven Wirtschaftszweigen des Verarbeitenden Gewerbes.....	112
Karte 3.1	SV-Beschäftigte in der Chemischen Industrie .....	130
Karte 3.2	Patenterteilungen im Bereich Biotechnologie nach Kreisen im Zeitraum von 1995-2004 .....	154
Karte 3.3	Veränderung der Patenterteilungen im Bereich Biotechnologie nach Kreisen.....	155
Karte 3.4	Bundesförderung nach Einrichtungen in Köln und München .....	170
Karte 4.1	Verteilung der Produktionskapazitäten für Werkstoffe im Textilbereich in NRW .....	196
Karte 4.2	Verteilung der Produktionskapazitäten für Werkstoffe im Bereich Metallerzeugung in NRW .....	197
Karte 4.3	Verteilung der Produktionskapazitäten für Werkstoffe im Bereich Chemie in NRW .....	198
Karte 4.4	EPA-Patentanmeldungen beim Europäischen Patentamt im Bereich Metallverarbeitung .....	200
Karte 4.5	EPA-Patentanmeldungen „Organische makromolekulare chemische Verbindungen“ .....	202
Karte 4.7	EPA-Patentanmeldungen im Bereich Glas.....	205
Karte 4.8	EPA-Patentanmeldungen im Bereich Keramik .....	207
Karte 4.9	EPA-Patentanmeldungen im Bereich Verbundwerkstoffe .....	209
Karte 4.10	EPA-Patentanmeldungen im Bereich Mikrotechnologie .....	223
Karte 4.12	EPA-Patentanmeldungen im Bereich Nanotechnologie .....	241
Karte 5.1	Verteilung der Produktionskapazitäten für Produktionstechnik-Maschinen in Nordrhein-Westfalen.....	287

Karte 5.2	Verteilung der Produktionskapazitäten für Produktionstechnik- Steuerung in Nordrhein- Westfalen.....	288
Karte 5.3	EPA-Patentanmeldungen im Teilsegment „Kunststoffe“ der Produktionstechnik .....	294
Karte 6.1	Verteilung der Produktionskapazitäten für Medizintechnik in Nordrhein-Westfalen .....	334
Karte 6.3	Veränderung der Patenterteilung im Bereich Medizintechnik nach Kreisen.....	340
Karte 7.1	Klimaschutzgüterpotential in NRW Kreisen .....	374
Karte 7.2	Investitionsgüterpotential in energietechnikaffinen Bereichen des Maschinenbaus in NRW Kreisen .....	375
Karte 7.3	EPA-Patentanmeldungen im Bereich erneuerbare Energien nach Kreisen .....	388
Karte 7.4	EPA-Patentanmeldungen im Bereich Energieumwandlung und –effizienz nach Kreisen.....	393
Karte 8.1	EPA-Patentanmeldungen in der Umwelttechnik – Wasser/Abwasser .....	449
Karte 11.1	EPA-Patentanmeldungen in der Biotechnologie .....	535
Karte 11.2	EPA-Patentanmeldungen bei Verbundwerkstoffen (Neue Werkstoffe) .....	537
Karte 11.3	EPA-Patentanmeldungen im Teilsegment „Kunststoffe“ der Produktionstechnik .....	540
Karte 11.4	EPA-Patentanmeldungen in der Medizintechnik .....	543
Karte 11.5	EPA-Patentanmeldungen in der Energietechnik-Energieeffizienz .....	546
Karte 11.6	Investitionsgüterpotential in energietechnikaffinen Bereichen des Maschinenbaus in NRW Kreisen .....	547
Karte 11.7	EPA-Patentanmeldungen in der Umwelttechnik – Wasser/Abwasser .....	548

**Verzeichnis der Übersichten**

Übersicht 0.1	Aufbau des Innovationsberichts 2007 .....	33
Übersicht 1.1	Klassifizierungsschema der Innovationsindikatoren .....	62
Übersicht 1.2	Verwendete allgemeine Technologieindikatoren für die regional vergleichende Analyse .....	63
Übersicht 1.3	Verwendete technologiefeldspezifische Indikatoren für die regional vergleichende Analyse .....	64
Übersicht 3.1	OECD list-based definition of biotechnology techniques (Stand 2005).....	123
Übersicht 3.2	DECHEMA e.V. Klassifizierung der Biotechnologieunternehmen .....	125
Übersicht 4.1	Neue Werkstoffe in sog. Konventionellen Werkstoffgruppen.....	191
Übersicht 7.1	Energietechnologien .....	366
Übersicht 7.2	Kompetenznetzwerke Energie in NRW .....	402
Übersicht 8.1	Umweltschutztechnologien nach Umweltmedien.....	417
Übersicht 12.1	Synopse der Politikempfehlungen .....	554
Übersicht A.0.2	Wirtschaftszweigabgrenzung der Technologiefelder nach Klassifikation der Wirtschaftszweige 2003 des Statistischen Bundesamtes .....	613
Übersicht A.0.3	Produkte in den Werkstoffgruppen nach dem Güterverzeichnis der Produktionsstatistik (GP 2002) .....	614
Übersicht A.0.4	Produkte der Produktionstechnik nach dem Güterverzeichnis der Produktionsstatistik (GP 2002) .....	615
Übersicht A.0.5	Zuordnung der Medizinprodukte nach dem Güterverzeichnis der Produktionsstatistik (GP 2002) zu den Wirtschaftszweigen (WZ).....	616
Übersicht A.0.6	Produkte der Energietechnik nach dem Güterverzeichnis der Produktionsstatistik (GP 2002) .....	619
Übersicht A.0.7	Produkte der Umwelttechnik nach dem Güterverzeichnis der Produktionsstatistik (GP 2002) .....	621
Übersicht A.0.8	Abgrenzung der Biotechnologie in Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe).....	621

Übersicht A.0.9	Abgrenzung der Nanotechnologie in Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe).....	623
Übersicht A.0.10	Abgrenzung der Medizintechnik in Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe).....	624
Übersicht A.0.11	Abgrenzung von Werkstoffen in Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe).....	624
Übersicht A.0.12	Abgrenzung der Produktionstechnik in Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe).....	625
Übersicht A.0.13	Abgrenzung der Erneuerbaren Energien in Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe).....	627
Übersicht A.0.14	Abgrenzung der Energieumwandlung- und Energieeffizienz in den Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe).....	628
Übersicht A.0.15	Abgrenzung der Photovoltaik in den Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe).....	629
Übersicht A.0.16	Abgrenzung Wasserversorgung/Abwasser in den Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe).....	630
Übersicht A.0.17	Abgrenzung Abfallbeseitigung in den Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe).....	630
Übersicht A.0.18	Abgrenzung Abfallbeseitigung in den Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe).....	630
Übersicht A.0.20	ISI/NIW-Hochtechnologieliste 2006 in der Abgrenzung der WZ2003 (Wirtschaftsklassen).....	635
Übersicht A.0.21	ISI/NIW-Hochtechnologieliste 2006 in der Abgrenzung der WZ2003 (Wirtschaftszweigdreisteller).....	636
Übersicht A.0.22	Wissensintensive Wirtschaftszweige WZ.2003 (dreistellige Gruppen) - Gliederungsempfehlung.....	637
Übersicht A.0.23	Abgrenzung der Regionen Rheinland, Ruhrgebiet und Westfalen auf der Ebene der Kreise.....	639
Übersicht A.0.24	Abgrenzung der BioRegionen .....	640

**Abkürzungsverzeichnis**

AG	Aktiengesellschaft
AGIT	Aachener Gesellschaft für Innovation und Technologietransfer
AiF	Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen
AMADEUS	Analyze Major Databases from European Sources
AMD	Advanced Micro Devices
ArbNErfG	Gesetz über Arbeitnehmererfindungen
BA	Bundesanstalt für Arbeit
BASF	Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG
BCG	Boston Consulting Group
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BHKW	Blockheizkraftwerk
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWl	Kommunikations- und Informationsplattform des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie
BvD	Bureau Van Dijk
BvDEP	Bureau van Dijk Electronic Publishing
BVerfGE	Entscheidung des Bundesverfassungsgerichtes
DECHEMA	Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.
DESTATIS	Statistisches Bundesamt (offizielle Abkürzung)
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DGBMT	Deutsche Gesellschaft für biomedizinische Technik
DIN	Deutsches Institut für Normung
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
DPMA	Deutsches Patent- und Markenamt
DWH	DataWarehouse
E.T.R.	Elektronik Technologie Rump GmbH
EADS	European Aeronautic Defence and Space Company
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
eG	Eingetragene Genossenschaft
EG	Europäische Gemeinschaft
EMAS	Eco- Management and Audit Scheme (EU-Öko-Audit)

EPA	Europäisches Patentamt
EPA/EPO	Europäisches Patentamt / European Patent Office
EPO	European Patent Organization
EU	Europäische Union
EY	Ernst & Young
FDZ	Forschungsdatenzentrum
FhG	Fraunhofer Gesellschaft
FuE	Forschung und Entwicklung
FV	Forschungsvereinigung
FZ	Forschungszentrum
G.I.B.	Gesellschaft für innovative Beschäftigungsförderung mbH
GABI	Genomanalyse im biologischen System Pflanze
GBP	Great Britain Pound
gGmbH	Gemeinnützige Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GP	Güterproduktion
GU	Großunternehmen
HI	Hochschulnahe Intermediäre
HU Berlin	Humboldt-Universität zu Berlin
HWK	Handwerkskammer
IAB	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
IAO	Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation
IBT	Industrielle Biotechnologie
IEA	International Energy Agency
IGF	Industrielle Gemeinschaftsforschung
IHK	Industrie- und Handelskammer
IIS	Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IKV	Institut für Kunststoffverarbeitung in Industrie und Handwerk
ILT	Fraunhofer-Institut für Lasertechnik
IMS	Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme
IPA	Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung
IPC	International Patent Classification
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPT	Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie
ISAS	Institute for Analytical Sciences
ISE	Fraunhofer Institut für Solare Energieforschung
ISI	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
ISO 14001	Internationale Umweltmanagementnorm

IT	Informationstechnik
IuK	Information und Kommunikation
IVAM	Internationaler Fachverband für Mikrotechnik, Nanotechnologie und Neue Materialien
IWR	Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien
IZM	Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration
IZMP	Innovationszentrum Medizintechnik und Pharma
KG	Kommanditgesellschaft
KMR	Kompetenzzentrum Medizintechnik Ruhr e.V.
KMU	Kleine und Mittlere Unternehmen
Krw-/AbfG	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LDS	Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik
LED	Light Emitting Diode
LIMO	Lissotschenko Mikrooptik GmbH
MaTech	Neue Materialien für Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts
Mio./Mill.	Millionen
MIWFT	Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen
MPG	Medizinproduktegesetz
Mrd.	Milliarden
MSR / MSRT	Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik
MUNLV	Ministerium für Umweltschutz und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW
MW	Megawatt
MWME	Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie NRW
NACE	Nomenclature générale des activités économiques dans les Communautés Européennes
Nano-/ Nanotech-	Nanotechnologie-
nano-map	Nanotechnologie-Karte
NeMa	Landesinitiative Neue Materialien e.V.
NIK	Netzwerk innovative Kreislauftechnologien
NIW	Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung
NRW	Nordrhein-Westfalen
NZZ	Neue Züricher Zeitung
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
ÖKOPROFIT	Ökologisches Projekt für integrierte Umwelttechnik
PATSTAT	Datenbank des Europäischen Patentamt
PROFI	Projektförder-Informationssystem
PV	Photovoltaik



RAG	Ruhrkohle AG
RCA	Revealed Comparative Advantage
REN	Rationelle Energieverwendung und Nutzung unerschöpflicher Energiequellen
RKW	Rationalisierungs- und Innovationszentrum der Deutschen Wirtschaft e.V.
RUFIS	Ruhrforschungsinstitut
RVR	Regionalverband Ruhr
RWA	Relativer Welthandelsanteil
RWI	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
SV	Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft
SV-Anteil	Anteil an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten
SV-Beschäftigte	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte
SYPRO	Systematik im Produzierenden Gewerbe
TASi	Technische Anleitung Siedlungsabfall
TELTRA	Gesellschaft für telematische Traumatologie mbH
TGZ	Technologie- und Gründerzentrum
TU	Technische Universität
UFORDAT	Umweltforschungsdatenbank des Umweltbundesamtes
UMFIS	Umweltfirmen-Informationssystem der Industrie- und Handelskammern
VC	Venture Capital
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDI-TZ	VDI Technologiezentrum
VDMA	Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.
VFA	Verein forschender Arzneimittelhersteller e.V.
WI	Wirtschaftsnahe Intermediäre
WING	Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft
WSV	Stifterverband Wissenschaftsstatistik gGmbH
WZ	Wirtschaftszweige
ZENIT	Zentrum für Innovation und Technik in NRW
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH
ZTC	Zukünftige Technologien Consulting
µm	Mymeter

### **Zur Einführung in den Innovationsbericht**

Die Landesregierung NRW hat 2007 zum zweiten Mal den Auftrag zur Erstellung eines Innovationsberichts erteilt. Die Aufgabe des Innovationsberichts besteht darin, eine Bestandsaufnahme der Leistungsfähigkeit des Landes Nordrhein-Westfalen in Wissenschaft, Forschung und Technologie im Rahmen eines von unabhängigen Experten durchgeführten Auftragsforschungsprojekts vorzunehmen. Der erste Innovationsbericht war im Jahr 2006 im Auftrag des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen (MIWFT) durch das Rheinisch-Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung (RWI Essen) und den Stifterverband Wissenschaftsstatistik erstellt worden.

Der „Innovationsbericht 2006“ hatte ein vielschichtiges Bild von Stärken und Schwächen des Innovationsgeschehens im bevölkerungsreichsten und – gemessen an der Höhe des Bruttoinlandsprodukts – wirtschaftstärksten Bundesland Deutschlands vermittelt. Neben einer beachtlichen Leistungsbilanz in Bildung, Forschung und Innovation waren auch Defizite erkennbar. Zu den positiven Seiten zählte zum Beispiel der hohe Anteil der studienberechtigten Schulabgänger an der altersspezifischen Bevölkerung, der höchste in Deutschland überhaupt, womit NRW im Jahre 2004 als einziges Bundesland das entsprechende OECD-Postulat (50%) erfüllt. Positiv ist auch der – den absoluten Zahlen nach – starke Anteil des Landes am deutschen Patentaufkommen. NRW dominiert zusammen mit den beiden süddeutschen Bundesländern gewissermaßen die nationale Patentszene.

Auf der Seite der Schwächen ist in erster Linie die unterdurchschnittliche Forschungsintensität von NRW anzuführen. Mit einem Wert von 1,8 % ist diese in Nordrhein-Westfalen deutlich vom Barcelonaziel (3% in 2010) sowie den Werten der südlichen Bundesländer entfernt. Nach Patenten je Einwohner liegt NRW weit hinter Baden-Württemberg und Bayern. Allerdings sollte man stets die angelegten Maßstäbe im Auge zu behalten. Zwar kann eine Spitzenposition nicht erreicht werden, aus gesamteuropäischer Sicht stellt sich die „Innovationsbilanz“ Nordrhein-Westfalens aber doch eher günstig dar, noch stärker natürlich aus einem globalen Blickwinkel.

Der Auftrag zur Erstellung des Innovationsberichtes wurde im Ergebnis eines Ausschreibungsverfahrens mit Vertragsabschluss am 31. Mai 2007 einer aus dem RWI Essen und dem Stifterverband Wissenschaftsstatistik bestehenden Bietergemeinschaft erteilt. Dem Konsortialführer RWI Essen hatten sich als Unterauftragnehmer der von Prof. Dr. Justus Haucap geleitete Lehrstuhl für Wirtschaftspolitik (insbesondere Wettbewerbstheorie und -politik) der Ruhr-Universität Bochum und das in Bochum beheimatete

Ruhr-Forschungsinstitut für Innovations- und Strukturpolitik (RUFIS) angeschlossen, so dass die Projektgemeinschaft insgesamt aus vier Forschungseinrichtungen bestand.

Der Innovationsbericht 2007 knüpft inhaltlich an den ersten Innovationsbericht an, aber leistet im Vergleich zu diesem durch Bearbeitung der in der Ausschreibung definierten Forschungsaufgabe wesentlich Neues. Zu untersuchen waren die regionalen Innovationspotenziale in ausgewählten, durch den Auftraggeber definierten „Zukunftsfeldern“. Unter letzteren sind solche Technologiefelder zu verstehen, denen aufgrund ihres herausragenden Beitrages zum technischen Fortschritt oder zur Lösung existenzieller Schlüsselprobleme aus der Sicht der Innovationspolitik eine strategische Bedeutung zukommt.

Die zu lösende Forschungsaufgabe war somit eine zweifache: Zum einen war – wie im Vorjahr – eine Bestandsaufnahme des Innovationsgeschehens anhand ausgewählter, gängiger Indikatoren vorzunehmen. Zum anderen war das Abschneiden von NRW in technologischen „Zukunftsfeldern“ zu analysieren. Aus dieser Struktur der Forschungsaufgabe erklärt sich der Aufbau des Innovationsberichts 2007. Er besteht aus zwei Teilen, die jeweils unterschiedliche Fragestellungen behandeln: einem Indikatorenbericht (Teil A) und einem Schwerpunktbericht (Teil B). In der Kurzfassung werden die Ergebnisse beider Teile zusammengeführt. **Übersicht 0.1** gibt Aufschluss über Schwerpunkte und Struktur des Innovationsberichts.

Der *Indikatorenbericht (Teil A)* hat eine auf den in der Innovationsforschung weithin üblichen Kennziffern basierende Darstellung der Leistungsfähigkeit des Landes Nordrhein-Westfalen in Wissenschaft, Forschung und Technologie zum Gegenstand. Die gewählten Indikatoren wurden im Wesentlichen bereits im Innovationsbericht 2006 verwandt und somit für das hinzu kommende Jahr fortgeschrieben. Der Fokus lag neben der Aktualisierung von Indikatoren bei der Identifizierung und Analyse möglicher Veränderungstendenzen am „aktuellen Rand“. Auch galt es zu prüfen, inwieweit sich die in der jüngeren Vergangenheit abzeichnenden Veränderungen verstetigen.

Die Chancen der Politik, in so kurzer Zeit den Anstoß für ins Gewicht fallende Veränderungen zu geben, sind naturgemäß stark begrenzt. Bildungs- und Innovationsindikatoren sind bekanntlich relativ träge und frühestens auf mittlere Sicht stärkeren Veränderungen unterworfen. Außerdem sind die bekannten Tücken der Statistik in Rechnung zu stellen. Zum Beispiel beziehen sich die Angaben zu den Forschungsaktivitäten der Wirtschaft beziehen auf das Jahr 2005. Seither eingeleitete Maßnahmen, welche die Forschung und Entwicklung des Wirtschaftssektors stimulieren sollen, können demnach keinerlei Einfluss auf das hier ausgewertete Datenmaterial

gehabt haben. Aus der Sicht der handelnden Akteure muss dies natürlich unbefriedigend sein, weil verständlicherweise großes Interesse an möglichst zeitnahen Informationen zu den eingeleiteten Maßnahmen besteht. Innovationspolitik läuft aber noch stets – dies kann gar nicht oft genug wiederholt werden – auf das Bohren dicker Bretter hinaus. Sichtbare Effekte sind wohl eher nach Jahrfünften und Jahrzehnten zu bemessen als im Jahresabstand.

Übersicht 0.1

**Aufbau des Innovationsberichts 2007**

<b>Teil</b>	<b>Kapitel</b>	<b>Thema (Kurztitel)</b>
<b>A</b>		<b>Indikatorenbericht</b>
		Zur Einführung in den Innovationsbericht
		Vorbemerkung zum Teil A
	1	Humankapital, Bildung und Ausbildung
	2	Forschung und Entwicklung in Staat und Wirtschaft
	3	Patentanmeldungen
	4	Innovationen: Neue bzw. verbesserte Produkte
	5	Technologieorientierte Gründungen
6	Wirtschaftliche Entwicklung NRW und seiner Großregionen	
7	Gesamtschau empirischer Befunde des Indikatorenberichts	
<b>B</b>		<b>Schwerpunktbericht</b>
		Zur Einführung in den Innovationsbericht
		Vorbemerkung zum Teil B
	1	Konzeptioneller Rahmen und Datenbasis
	2	Ausgangsbedingungen für die Besetzung von Zukunftsfeldern
	3	Zukunftsfeld Biotechnologie
	4	Zukunftsfeld Neue Werkstoffe, Mikro- und Nanotechnologie
	5	Zukunftsfeld Produktionstechnik
	6	Zukunftsfeld Medizintechnik
	7	Zukunftsfeld Energietechnik
	8	Zukunftsfeld Umwelttechnik
	9	Befragung von Wissensintermediären
	10	Wissenstransfer: Best Practices
11	Gesamtschau der empirischen Befunde zu den Zukunftsfeldern	
12	Innovationspolitik: Kontext, Optionen, Empfehlungen	
<b>KF</b>		<b>Kurzfassung</b>
	1	Forschungsauftrag, Projektteam, Struktur des Berichts
	2	Gesamtschau empirischer Befunde des Indikatorenberichts
	3	Gesamtschau empirischer Befunde des Schwerpunktberichts
	4	Innovationspolitik: Kontext, Optionen, Empfehlungen

Der *Schwerpunktbericht (Teil B)* beinhaltet eine Bestandsaufnahme und Analyse der regionalen Innovationspotenziale NRW in sechs – vom Auf-

traggeber vorgegebenen – Technologiefeldern. Hierbei waren verschiedene Aspekte zu berücksichtigen wie z.B. die Rolle regionaler Akteure, die Vernetzung in Clustern, der Wissenstransfer und die Hightech-Gründungen. Die Erfassung regionaler Innovationspotenziale mittels Indikatoren wie Forschungsausgaben, Patentanmeldungen, Produktionsaktivitäten sei, so könnte ein in die einschlägigen Datenangebote der amtlichen Statistik nicht eingeweihter Beobachter vermuten, eine leicht zu lösende, mithin triviale Aufgabe.

Dem ist nicht so, die „Zukunftsfelder“ liegen überwiegend quer zu den gängigen Klassifikationen der amtlichen Statistik. Daten zu den zukunftsfeldspezifischen Forschungsaufwendungen sind ganz überwiegend nicht verfügbar und Patentdaten zwar öffentlich zugänglich, die Auswertung der einschlägigen Datenbanken setzt indessen erhebliche Expertise voraus. Die Durchführung der empirischen Arbeiten in effektiv fünf Monaten für sechs Technologiefelder stellte auch für ein großes Projektteam wie unser Konsortium eine enorme Herausforderung dar. Die kurze Bearbeitungszeit und der Umfang der Aufgabe zwangen dabei natürlich zu pragmatischen Kompromissen. Wir sind indessen überzeugt, dass sich das Resultat unserer, an empirischen Fakten ausgerichteten Bestandsaufnahme sehen lassen kann. Es handelt sich unseres Wissens um die erste umfassende „Querschnittsanalyse“ dieser sechs Technologiefelder in Deutschland.

In die vorliegende Kurzfassung sind die Kapitel 7 des Teils A (Indikatorenbericht) sowie 11 und 12 des Teils B (Schwerpunktbericht) in – zwecks bündiger Darstellung der inhaltlichen Zusammenhänge – leicht modifizierter Form eingegangen (vgl. *Übersicht 1.1*). Auf Fußnoten und Literaturhinweise wurde in der Kurzfassung generell verzichtet. Wer sich für entsprechende Details interessiert, sei auf die ausführliche Darstellung in der Langfassung verwiesen.

Wir danken der Leitung und allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des MIWFT herzlich für die während des Bearbeitungsprozesses des Forschungsauftrags geleistete Unterstützung durch Bereitstellung von Informationen sowie Kommentare und Hinweise zu Textentwürfen. Unser besonderer Dank gilt den Betreuern der Studie im Ministerium, Frau Heidi Weidenbach-Mattar, Leiterin des Referats 34 (Regionale Forschungs- und Technologiecluster), sowie ihrem Mitarbeiter, Herrn Gerlo Paschke. Sie haben die Arbeiten für den Innovationsbericht 2007 wie schon im Vorjahr konstruktiv begleitet und uns bei der Anbahnung notwendiger Kontakte und der Beschaffung von Informationen tatkräftig unterstützt.

### **Vorbemerkung zum Schwerpunktbericht**

Im Teil A des Innovationsberichts 2007 wurden die Ergebnisse des vorjährigen Innovationsberichts anhand der üblichen Innovationsindikatoren fortbeschreibend aktualisiert und die festgestellten Veränderungen analysiert. Der vorliegende *Schwerpunktbericht* (Teil B) enthält – und hier liegt der Fokus des diesjährigen Innovationsberichts – eine Analyse Innovationspotenziale in ausgewählten Zukunftsfeldern in den Regionen des Landes Nordrhein-Westfalen. Das Erkenntnisinteresse der Landesregierung steht im Zusammenhang mit der kürzlich vorgenommenen Neuausrichtung der Clusterstrategie NRWs. Die Landesregierung hatte per Kabinettsbeschluss vom 6. März 2007 zu „Grundsätzen der Clusterpolitik“ die Förderung von 16 sich jeweils einem Technologiefeld zuzuordnenden Clustern beschlossen, die 5 „Leitmärkten“ zuzuordnen sind (vgl. Landesregierung NRW 2007a, 2007b). Sechs dieser Technologiefelder, die wegen ihrer strategischen Bedeutung für den technischen Fortschritt bzw. für die Sicherung künftigen Wohlstandes als „Zukunftsfelder“ eingestuft werden, sind im Rahmen des vorliegenden Forschungsberichts näher zu untersuchen. Es handelt sich um *Biotechnologie, Neue Werkstoffe, Mikro- und Nanotechnologie, Produktionstechnik, Medizintechnik, Energietechnik und Umwelttechnik*.

Die Analyse der sechs Technologiefelder stellt sich angesichts der Heterogenität der Felder, der Probleme ihrer statistischen Erfassung und des bisherigen Forschungsstandes alles andere als trivial dar. Unseres Wissens gibt es in Deutschland bislang keine Studie, die sich mit mehreren Zukunftsfeldern gleichzeitig bei Berücksichtigung verschiedener Indikatoren und zudem noch auf einer regional sehr tiefen Analyseebene beschäftigt hat. In Anbetracht des für derartige Untersuchungen äußerst kurzen Bearbeitungszeitraums von Juni bis November 2007 galt es, einen zugleich praktikablen wie möglichst ambitionösen Kompromiss zwischen forschungspragmatischen Zwängen auf der einen Seite und der Beschaffung und Analyse relevanter Daten auf der anderen Seite zu finden. Hierbei ist natürlich nicht alles, was theoretisch wünschenswert wäre, machbar gewesen. Die folgenden Kapitel enthalten jedoch eine Fülle von Informationen und Analysen, welche bislang in dieser Form nicht verfügbar waren und politische Entscheidungsprozesse unterstützen können. Es versteht sich von selbst, dass es sich aus wissenschaftlicher Sicht – aber sicher auch aus Sicht der Politik – lohnen würde, viele Aspekte, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit nur *en passant* angesprochen werden konnten, vertieft zu untersuchen.

Der Schwerpunktbericht ist wie folgt aufgebaut: Im *ersten Kapitel* wird der konzeptionelle Rahmen der Analyse entwickelt und dargestellt, auf welcher

Datenbasis unsere Analyse gründet. Das *zweite Kapitel* befasst sich mit den regionalen Ausgangsbedingungen für die technologische Entwicklung in NRW und zieht Vergleiche zu räumlichen Agglomerationen in anderen Bundesländern. Die *Kapitel 3 bis 8* sind je einem der sechs zu untersuchenden Zukunftsfelder gewidmet. Sie sind naheliegender Weise jeweils ähnlich strukturiert. Sie folgen dabei aber keinem starren Raster, sondern versuchen auch in der Anlage der Darstellung, den Besonderheiten jedes der betrachteten Felder gerecht zu werden. Das *neunte Kapitel* stellt die Ergebnisse der im Rahmen des Forschungsprojekts durchgeführten Befragung von Wissensintermediären vor. Im *zehnten Kapitel* werden, basierend auf Fallstudien, *Best Practices* des Wissenstransfers abgehandelt. Das *elfte Kapitel* fasst die Ergebnisse der empirischen Untersuchung der „Zukunftsfelder“ zusammen. Das *zwölfte Kapitel* beschäftigt sich mit den Optionen der Innovationspolitik und enthält die Empfehlungen des Projektteams hierzu.

## **1. Zukunftstechnologien, Technologiecluster und ihre Erfassung: Konzeptioneller Rahmen und Datenbasis**

### **1.1 Die innovationspolitische Herausforderung**

Alle „alten“ Industriewirtschaften, die im 19. Jahrhundert zu den Vorreitern des Industrialisierungsprozesses gehörten, sehen sich seit einigen Jahrzehnten mit einer fortschreitenden Abnahme der Beschäftigung im Verarbeitenden Gewerbe und dem Verschwinden ganzer Industrien konfrontiert, welche ehemals als Symbol technischen Fortschritts und Verkörperung „industrieller Substanz“ schlechthin galten. Produkte, die einst als singuläres Attribut europäischer, nordamerikanischer und japanischer Industrie galten, werden heute in erheblichem Maße in den neuen Industrieländern und Schwellenländern Asiens und Lateinamerikas hergestellt. Die verbleibenden Industrien sind allerdings produktiver als je zuvor. Zum Teil sind hoch innovative neue Industrien an die Stelle der geschrumpften und verschwundenen getreten. Weitaus gewichtiger sind allerdings die Wertschöpfungs- und Beschäftigungsgewinne in den Dienstleistungssektoren, die mittlerweile für das Gros der Arbeitsplätze aufkommen. Der weltweite industrielle Strukturwandel ist für die von Schrumpfungsprozessen Betroffenen in der Regel ein schmerzhafter Prozess, letztlich ermöglicht er aber für die beteiligten Volkswirtschaften historisch einmalige Wohlfahrtsgewinne.

Tiefgreifende sektorale und regionale Umschichtungen in der weltweiten Güter- und Dienstleistungserstellung sind an sich eine normale Begleiterscheinung des wirtschaftlichen Strukturwandels. Beim genauen Hinsehen zeigt sich allerdings, dass sowohl die etablierten Industriewirtschaften als auch die neuen Industrieländer, Schwellenländer und Entwicklungsländer in sehr unterschiedlichem Umfang in den Genuss der Früchte der Globalisierung kommen. Unter den hoch entwickelten Volkswirtschaften haben in den zurückliegenden Jahrzehnten insbesondere diejenigen vom weltweiten Strukturwandel stark profitiert, denen es gelang, führende Positionen im Bereich der Spitzentechnologien zu behaupten. So wären zum Beispiel die in jüngster Zeit erzielten hohen realen Zuwachsraten der amerikanischen Volkswirtschaft wohl kaum ohne die Vorreiterrolle der US-Wirtschaft bei der Entwicklung der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien möglich gewesen.<sup>1</sup> Gerade die unterschiedliche Entwicklung der Mik-

---

<sup>1</sup> Hieraus sollte allerdings nicht die Folgerung gezogen werden, dass eine starke Stellung der Wirtschaft eines Landes in High-Tech-Feldern schon für sich allein hohes Wachstum und – was



roelektronik-Industrie zeigt, dass es den großen Industriestaaten in sehr unterschiedlichem Maße gelingt, Vorreiter des technischen Fortschritts bei der Entwicklung von Schlüsseltechnologien zu sein.

Die „alten“ Industrieländer werden in der Weltwirtschaft des 21. Jahrhunderts, die stark durch neue Industrieländer mit großen Entwicklungspotenzialen wie China, Indien oder Brasilien geprägt sein wird, nur dann ansehnliche Positionen behaupten können, wenn es ihnen gelingt, sich auf wissensintensive Produktions- und Dienstleistungsbranche zu spezialisieren. Dies setzt voraus, dass sie in neuen, wirtschaftlich bedeutsamen Technologiefeldern an führender Stelle präsent sind, aber auch weiterhin bei konventionellen Technologien, die für die Bewältigung der Zukunftsprobleme von strategischer Bedeutung sind, wie z.B. der Energie- und der Umwelttechnik ein entscheidendes Wort mitreden. Hier liegt das Motiv für das auffällige Interesse der Regierungen der hoch entwickelten Länder an der Entwicklung von Spitzentechnologien und Technologiefeldern, denen eine besondere Bedeutung für die künftige wirtschaftliche Entwicklung beigemessen wird.

Die deutsche Bundesregierung hat vor diesem Hintergrund im Jahre 2006 ihre „High-Tech-Strategie“ ins Leben gerufen (vgl. BMBF 2006c, 2007b). Ein Paradigmenwechsel soll in der deutschen Forschungs- und Innovationspolitik vollzogen und ein Klima entwickelt werden, in dem Forschungsergebnisse rasch in neue Produkte, Verfahren und Dienstleistungen umgesetzt werden. Hierbei soll sich Deutschland verstärkt zum „Leitmarkt“ für technisch fortgeschrittene Produkte und Leistungen entwickeln, auf dem leistungsfähige Forschungskapazitäten und anspruchsvolle, innovative Kunden in räumlicher Nähe zueinander interagieren. Es wurden 17 technologische Zukunftsfelder definiert, die sich in den nächsten Jahren verstärkter Förderung erfreuen sollen.

Ganz ähnlich sieht die britische Regierung ihre Aufgabe darin, die Entwicklung wissensintensiver Güter- und Dienstleistungsbranche im Vereinigten Königreich nach Kräften zu fördern (Lord Sainsbury of Turville 2007: bes. 15ff. sowie 143ff.). Die britische Wirtschaft soll im „*race to the top*“ nicht nur mithalten, sondern auch eine führende Stellung bei der Entwicklung von Spitzentechnologien einnehmen. Zu diesem Zweck soll – anknüpfend an die vorhandenen Kapazitäten – das Wachstum von Hochtechnologieclustern

---

damit keineswegs zwangsläufig einhergeht – Vollbeschäftigung garantieren kann. Die relevanten Zusammenhänge stellen sich höchst komplex dar, vor der suggestiven Kraft einfacher Kausalschlüsse, die fast immer falsch sind, sei gewarnt. Aus wissenschaftlicher Sicht lässt sich aber immerhin feststellen, dass die hoch entwickelten Länder keinesfalls darauf verzichten können, einen führenden Part in der technologischen Entwicklung zu spielen.

gefördert werden. Im gleichen Geiste plädiert ein vom U.S. Department of Commerce (2004: 47ff.) veröffentlichtes Strategiepapier mit dem programmatischen Titel „Manufacturing in America“ für die Stärkung der „technologischen Führerschaft Amerikas“. Ähnlich der Tenor eines Papiers der Europäischen Kommission zur industriellen Zukunft Europas im Jahre 2020 und einer in Brüssel veranstalteten Konferenz über die Zukunft der europäischen Industrie (European Commission 2004: 12ff; 2003). Gefordert wird unter anderem die Unterstützung wissensintensiver Produktionen sowie der Digitalisierung und Vernetzung wissensbasierter Wertschöpfungsprozesse. Spitzentechnologien sollen besondere Aufmerksamkeit finden, aber darüber konventionelle hochwertige Technologien nicht vernachlässigt werden.

Die Bundesländer sehen sich im Prinzip vor die gleiche innovationspolitische Herausforderung gestellt wie der Bund und die anderen Industriestaaten bzw. auch die Europäische Union. Die Clusterstrategie der NRW-Landesregierung und die damit einhergehende Förderung von „Zukunftstechnologien“ reagiert auf diese Herausforderung. Aufgabe des Schwerpunktberichts ist es, relevante Informationen zu den vom Auftraggeber hierfür ausgewählten „Zukunftsfeldern“ bereitzustellen.

Das vorliegende Kapitel führt in Inhalt und Methode ein. Die Abschnitte 1.2. und 1.3 befassen sich mit den konzeptionellen Grundlagen – Zukunftstechnologien und Cluster – der Untersuchung. In den Abschnitten 1.4. und 1.5 schließt sich die Darstellung der für unsere Analyse relevanten Indikatoren sowie des in der vorliegenden Arbeit bei der Abgrenzung der Zukunftsfelder“ zur Anwendung gelangenden Verfahrens an.

## **1.2 Zukunftstechnologien**

### **1.2.1 Was sind „Zukunftstechnologien“?**

Im öffentlichen Diskurs über innovationspolitische Fragen sind zwei Auffassungen des Begriffs „Zukunftstechnologie“ auszumachen, die nur bedingt miteinander vereinbar sind. In einer Sichtweise geht es um Technologien, welche die „Avantgarde“ des technischen Fortschritts bilden. In der anderen geht es um Technologien, welche unabhängig von ihrem Neuigkeitsgrad herausragende Bedeutung für die wirtschaftliche, ökologische und soziale Zukunft besitzen. In bestimmten Fällen kann beides identisch sein. Wer wollte nach dem Siegeszug der neuen IuK-Technologien in den zurückliegenden Jahrzehnten z.B. heute noch daran zweifeln, dass diese Technologien zugleich modernste Technik verkörpern *und* herausragende Bedeutung für die Gestaltung der Lebensumwelt der Menschen im 21. Jahrhundert haben werden. Eine Deckungsgleichheit ist indes nicht zwangsläufig gegeben. Neue Technologien sind nicht schon allein deshalb bedeutend, *weil* sie

neu sind. Konventionelle Technologien sind hingegen für die modernen Gesellschaften vielfach von ganz unverzichtbarer, tragender Bedeutung, obwohl sie im Kern (relativ) alt sind und im Zuge des technischen Fortschritts „nur“ inkremental verbessert werden.

Seit Beginn des Industrialisierungsprozesses in den westeuropäischen Ländern und in Nordamerika ist die Entwicklung der Wirtschaft durch eine Aufeinanderfolge unterschiedlicher dominierender Industrien geprägt, die jeweils die Avantgarde des technischen Fortschrittes verkörpern. Im Zusammenhang hiermit vollzieht sich der Wandel der sektoralen Wirtschaftsstruktur, der Aufstieg zunächst des Verarbeitenden Gewerbes zu Ungunsten einer an gesamtwirtschaftlichem Gewicht zunehmend verlierenden, dafür aber immer produktiveren Primärproduktion sowie in einer späteren Phase die Dominanz der tertiären Wirtschaftsbereiche gegenüber der Industrie. Die Textilindustrie, die Chemische Industrie, die Automobilindustrie, die Elektrotechnische Industrie, die Computerindustrie oder die Biotechnologie stehen somit für verschiedene Phasen des technischen Fortschritts im 19., 20. und 21. Jahrhundert. Die sie tragenden Technologien repräsentieren jeweils in idealer Weise die „Frontlinie“ des technischen Fortschritts. Sie stellen sich aus der zeitgebundenen Sicht eines Betrachters, der im ausgehenden 19. oder frühen 20. Jahrhundert lebt, mit Blick auf das ihnen innewohnende Entwicklungspotenzial jeweils als „*Zukunftstechnologien*“ dar.

Was vor dem Hintergrund des Informationsstands späterer Generationen als selbstverständlich erscheint, ist allerdings aus der Perspektive der Angehörigen der „Gründergeneration“ der Entwickler einer neuen Technologie wenn überhaupt, so nur in ersten Ansätzen erkennbar. Was sich als „Zukunftstechnologie“ bewährt und was nicht, ist letztlich nur aus der Rückschau der Nachgeborenen klar auszumachen. Die Gründerfirmen der Automobilindustrie z.B. stießen bei ihren Zeitgenossen keineswegs auf ungeteilten Beifall, sondern vielerorts auch auf Unverständnis und Kritik. Nach 150 Jahren rasanten technischen Fortschritts ist die Bereitschaft der Menschen, an die Potenziale neuer Technologien zu glauben, zwar erheblich größer als im 19. Jahrhundert. Zugleich hat sich aber auch das Wissen um Gefahren und unerwünschte Nebenwirkungen des technischen Fortschritts tief ins Bewusstsein einer breiten Öffentlichkeit eingepägt.

Nach wie vor gilt aber, dass die Potenziale neuer Technologien sich in der Vorausschau nur in relativ engen Grenzen abschätzen lassen. Nicht von ungefähr sind Langfristprognosen des Marktvolumens, welches früher oder später durch eine neue Technologie erschlossen werden könnte, mit sehr großen Unsicherheiten behaftet und aus diesem Grunde mit äußerster Vorsicht zu handhaben. Dies heißt aber nicht, dass sich die Zukunftsbedeutung

einer neuen Technologie überhaupt nicht erfassen ließe. Die Entwicklung neuer Technologien stellt sich auch im Zeitalter sich beschleunigender Innovationszyklen als sehr zeitaufwendiger Prozess dar. Im Zuge der Entfaltung der einer neuen Technologie innewohnenden Möglichkeiten, wird zunehmend sichtbar, welche Potenziale ihr innewohnen. Ist erst einmal ein Markt für Produkte vorhanden, die auf ihr basieren, so wird das Interesse von etablierten Unternehmen und institutionellen Investoren geweckt. Scharf schiebt sich eine vitale Gründerszene um die neuen Produkte, so ist dies ein weiteres Indiz für ihre wirtschaftlichen Potenziale. Die Konturen des sich entwickelnden Technologiefeldes zeichnen sich immer klarer ab, die prinzipielle wirtschaftliche Relevanz lässt sich klarer erkennen und die Bestimmung von Marktpotenzialen verlässt das Terrain reiner Spekulation.

Diejenigen Technologiefelder, welche sich heute in den hoch entwickelten Industrieländern der besonderen Aufmerksamkeit der Politik erfreuen – z.B. *Mikroelektronik*, *Biotechnologie*, *Nanotechnologie* – sind entweder den Kinderschuhen längst entwachsen (Mikroelektronik) oder doch zumindest in ihrer Entwicklung inzwischen so weit fortgeschritten, dass kein Zweifel an der Existenz eines beträchtlichen wirtschaftlichen Potenzials besteht (Biotechnologie, Nanotechnologie). Ihre Förderung durch die Politik ist deshalb auch keineswegs mit besonderen Risiken verbunden. Dies ist natürlich nicht als Freibrief für jegliche Förderung zu verstehen. Fördermaßnahmen sind vielmehr regelmäßig von unabhängiger Seite mit anspruchsvollen Methoden auf ihre Effektivität und Effizienz hin zu überprüfen.

Die oben angesprochene zweite Version des Begriffs „Zukunftstechnologien“ zielt auf die Bedeutung des betreffenden Feldes für ein Land ab. Hierbei können volkswirtschaftliche Aspekte maßgebend sein, aber auch ökologische, politische oder soziale Erwägungen. Ein Zweig der für die Wirtschaft des einen Industrielands besonders wichtig ist, muss dies noch lange nicht für die Volkswirtschaft eines anderen entwickelten Staates sein. So ist z.B. die Erdölförderung für Norwegen und die Russische Föderation von gravierender Bedeutung oder – analog hierzu – der Agrarsektor für die neuseeländische Wirtschaft. In anderen entwickelten Staaten verhält sich dies ganz anders. Es ist offensichtlich, dass solchen Einschätzungen auch stets ein subjektives Element innewohnt. Mithin sind Werturteile im Spiel. Solche Charakterisierungen sind überdies stets stark zeitgebunden, ganz abgesehen davon, dass die relativen volkswirtschaftlichen Gewichte im Zeitablauf starken Veränderungen unterworfen sind. Der Agrarsektor beispielsweise ist für die Volkswirtschaft der Vereinigten Staaten im Hinblick auf die Sicherung der Nahrungsmittelversorgung auch im 21. Jahrhundert ohne Zweifel von existenzieller Bedeutung. Wohl niemand würde indes auf die Idee kommen, die Agrartechnologien als „Zukunftstechnologien“ zu klassifizieren. Zu Zeiten der Einrichtung der *Land-grant Universities* (zwei-

te Hälfte des 19. Jahrhunderts) hätte man dies in den Vereinigten Staaten sicher ganz anders gesehen.

Bei den von uns untersuchten *Zukunftsfeldern* handelt es sich zum Teil um Technologiebereiche, die zugleich an der Spitze des technischen Fortschritts stehen *und* für die künftige wirtschaftliche Entwicklung bedeutend sind, zum Teil aber auch um Bereiche, die nicht unbedingt „Spitzentechnologie“ verkörpern, aber für die künftige Entwicklung NRWs von besonderer Bedeutung sind. Die *Auswahl der zu untersuchenden Felder* wurde nicht von uns getroffen, sondern sie *basiert auf einer politischen Vorentscheidung*. Sie ist aber ohne Zweifel plausibel und aus wissenschaftlicher Sicht vertretbar.

### 1.2.2 Wie entwickeln sich neue (und etablierte) Technologiefelder?

Bei der Entwicklung von Technologien spielen technologieimmanente Faktoren, die Kräfte des Wettbewerbs und institutionelle Einflüsse gleichermaßen eine Rolle. Die relevanten Faktoren treten allerdings in äußerst unterschiedlichen Konstellationen auf. Generalisierungen hinsichtlich der Entwicklungsmuster unterschiedlicher Technologien stoßen vor diesem Hintergrund rasch an objektive Grenzen. Auch die Entwicklung der im Rahmen der vorliegenden Arbeit zu analysierenden „Zukunftsfelder“ folgt durchaus unterschiedlichen Logiken, insofern jeweils spezifische Verbindungen relevanter Kräfte am Werke sind.

Zum Teil handelt es sich um neueste Technologien, zum Teil um ältere, die einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess unterliegen. Die Märkte, für welche diese Technologien entwickelt und auf denen sie gehandelt werden, sind sehr unterschiedlich strukturiert. Wir haben es mit verschiedenen Akteuren und Akteursgruppen in der Forschung zu tun. Des Weiteren stellt sich das Verhältnis zwischen angewandter und Grundlagenforschung auf den untersuchten Feldern sehr heterogen dar, insoweit für die einen ein enges Verhältnis zur Grundlagenforschung von existenzieller Bedeutung ist, für die anderen hingegen eher nur eine ergänzende Funktion erfüllt. Schließlich greift der Staat in äußerst unterschiedlicher Weise in die relevanten Märkte und in die Entwicklungsprozesse des Technologiefeldes ein. Hierbei geht es keineswegs nur um „Förderung“, sondern auch wesentlich um institutionelle Einflüsse anderer Natur: Wettbewerbsrecht und Wettbewerbspolitik, Struktur und Ausstattung staatlicher Bildungs- und Forschungseinrichtungen, steuerliche Rahmenbedingungen, Anreize, bestimmte technologische Lösungen zu entwickeln oder auf diese zu verzichten oder auch ethisch motivierte Verbote, bestimmte Forschungen zu betreiben.

Die Entwicklung von Technologien wird in der öffentlichen Diskussion häufig in Zusammenhang mit den Lebenszyklen der Technologien gebracht

und letztere in Verbindung mit dem Entstehen, der Reifung und dem Niedergang ganzer Industrien. Ohne Zweifel lassen sich in der technologischen Entwicklung ebenso wie im Bereich des industriellen Strukturwandels an vielen Stellen zyklische Phänomene beobachten. Bei der Beobachtung komplexerer Erscheinungen wie der hier zu untersuchenden, durchweg recht breit zu definierenden Zukunftsfelder ist die Zyklenmetapher indes nur von begrenztem Erkenntniswert. Sie ist z.B. hilfreich beim Verständnis des Reifungsprozesses des Biotechnologiesektors, ist aber kaum geeignet, die Entwicklung der Produktionstechnik in der Breite zu beschreiben. Bei Betrachtung einzelner Sparten des Maschinenbaus stellt sich diese Frage wiederum auf eine andere Weise.

### 1.2.3 Wissensproduktion im 21. Jahrhundert

Im Zuge des technischen Fortschritt und der „informationstechnischen Revolution“ sind die Bedingungen der Wissensproduktion in den hoch entwickelten Industriegesellschaften starken Veränderungen unterworfen. Neue Medien wie das Internet und der Mobilfunk treten auf den Plan. Das Verhältnis von Grundlagen- und angewandter Forschung verändert sich. Zugleich gewinnt die Vernetzung der Akteure in immer komplexeren Prozessen der Wissensgenerierung an Bedeutung. Grundsätzliche Veränderungen sind in diesem Zusammenhang wohl auch im Verhältnis der Rolle von Wirtschaft und Staat zu beobachten. Im Folgenden wird auf ausgewählte Aspekte eingegangen.

In der Regel gehen mit der Einführung radikaler technologischer Neuerungen (wie z.B. Personalcomputer, Internet, CNC Technik) erhebliche Veränderungen der Produktionsabläufe einher. In deren Folge nimmt die Produktivität der Unternehmen deutlich zu und es können mehr oder qualitativ höherwertigere Güter produziert werden. Mit jeder technologischen Veränderung geht in der Regel die Erwartung von Wohlfahrtsgewinnen einher. Weder das Aufkommen technologischer Sprünge noch die Höhe damit verbundener Wohlfahrtsgewinne sind ex-ante zwar kaum seriös quantifizierbar. Gleichwohl gibt es einigermaßen abgesicherte Erkenntnisse darüber, dass die vorhandenen technologischen Fähigkeiten eines Landes das Hervorbringen von Neuerungen positiv beeinflusst.

Die Verbreitung neuer Technologien und deren Anwendung zur Entwicklung neuer Produkte und Verfahren hat in den letzten zwanzig Jahren einige grundlegende Veränderungen in Bezug auf die hierfür verantwortlichen Akteure erfahren. Während die anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung traditionell in Forschungsabteilungen größerer Unternehmen beheimatet war, hat sich in einigen Technologiefeldern wie z.B. Gentechnologie eine zentrale Rolle der universitären und außeruniversitären öffentli-

chen Forschungseinrichtungen herauskristallisiert. Die Übergänge zwischen Grundlagenforschung und anwendungsorientierter Forschung sind hier fließend, da sich aus den theoretischen Erkenntnissen, wie z.B. Entschlüsselung der primären Struktur der DNA- Stränge, konkrete Umsetzungen ableiten lassen. Dies führt in der Konsequenz dazu, dass einige Wissenschaftler sowohl Forscher als auch Unternehmer sind. Die beschriebenen Tendenzen sprechen de facto für eine Aufwertung der Rolle öffentlicher Forschungseinrichtungen in bestimmten Technologiefeldern.

Die zunehmende Bedeutung der Wissenschaftler in der Kommerzialisierung wissenschaftlicher Erkenntnisse ist vermutlich nicht nur eine unmittelbare Folge des fließenden Übergangs zwischen Grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung. Es kann ebenso in einen Zusammenhang mit dem Bewusstseinswandels der universitären Forschungslandschaft gebracht werden. Bislang galt die Norm, dass die Publikation wissenschaftlicher Ergebnisse gegenüber Aktivitäten zur Anmeldung von Patenten favorisiert wird. Diese Norm scheint sich in jüngster Zeit radikal zu verändern. Eine Reihe von Studien bezeichnet die zunehmende unternehmerische Orientierung der Wissenschaftler gar als „zweite Revolution“ (z.B. Etzkowitz, Leydesdorff 2000).<sup>2</sup> Gleichwohl sind auch hier Übertreibungen auszumachen. So werden teilweise Drittmittelwerbungen und Ausgründungen mehr gezählt als Publikationen. In dem Maße, wie die etablierte Norm verändert, ein Wandel der Vorstellungen über den Inhalt und das Ziel der Tätigkeiten der Wissenschaftler einsetzt, wirkt sich dieses auch unmittelbar auf den Zielkonflikt zwischen beiden Aktivitäten, Forschung und Kommerzialisierung, aus. Thursby und Thursby (2002) sehen in beiden Punkten, dem Grad der Ausrichtung auf die Grundlagenforschung und die Veränderung der Norm über Ziele und Inhalt der Tätigkeit eines Wissenschaftlers, die zentralen kritischen Hemmnisse für die Beteiligung der Wissenschaftler an der Kommerzialisierung des von ihnen generierten neuen Wissens.

In der Konsequenz dessen ordnet sich auch das Gefüge der Beziehungen zwischen der universitären Welt und der Unternehmenslandschaft neu. Es entstehen Überlappungen zwischen beiden Sphären auf der Grundlage verschiedenster Verflechtungen.<sup>3</sup> Bercovitz und Feldmann (2006) unterscheiden hier zwischen von der Wirtschaft geförderten Forschungsvorhaben, Vereinbarungen zur Nutzung von Patenten, Abwerbung von Studen-

---

<sup>2</sup> Als „erste akademische Revolution“ wird gemeinhin die Formierung der Forschung als zweites Standbein neben der Lehre betrachtet.

<sup>3</sup> Das von Etzkowitz und Leydesdorff (2000) entwickelte Modell zur Darstellung der Beziehungen zwischen den drei Akteursebenen ist unter dem Metapher „Triple Helix III“ bekannt.

ten/Mitarbeitern, die in gemeinsamen Vorhaben tätig waren und akademischen Spin-Off Gründungen, d.h. Gründungen von Wissenschaftlern auf der Basis des an Universitäten oder anderen öffentlichen Forschungseinrichtungen erworbenen Wissens. Mit dem Verweis auf die Clusterbildung z.B. entlang der Route 128 und im Silicon Valley aber auch in der Biotechnologie-industrie wird den Spin-Off-Aktivitäten aus dem universitären Umfeld eine hohe Bedeutung beigemessen.

Festzuhalten bleibt, dass die Aktivitäten der universitären und außeruniversitären Forschung eine besondere Aufmerksamkeit verdienen. Hierfür spricht auch, dass sich das unternehmerische Element an Universitäten keineswegs nur in Kommerzialisierungsbestrebungen widerspiegelt. Die Errichtung von Gründerlehrstühlen zum Zweck der Vermittlung unternehmerischer Fähigkeiten, der starke Wettbewerb um Fördermittel, Exzellenzinitiativen und schließlich mehr Handlungsfreiheit für die Universitäten zeugen von der Aufbruchstimmung und der starken Durchdringung des unternehmerischen Elements in den verschiedensten Kontexten des Institutsalltags.

Die Diskussion wäre allerdings stark verkürzt, würden die erwähnten Maßnahmen nur in einen Zusammenhang mit der Akzentuierung des unternehmerischen Elements an öffentlichen Forschungseinrichtungen gebracht werden. Die Maßnahmen zeugen auch davon, das Potenzial zum Hervorbringen wissenschaftlicher Erkenntnisse mehr als bisher auszuschöpfen bzw. zu erhöhen. Förder- und Publikationsrankings sollen dazu beitragen, den skizzierten Aufbruch an messbaren Indikatoren zu belegen und die genannten Bestrebungen zu verstärken. Die für alle Einrichtungen gleichermaßen geltenden gesetzlichen Rahmenbedingungen aber auch die institutionelle Ausgestaltung der Abläufe für den Technologietransfer an Universitäten können sich dabei als kritische Ressource erweisen (Liebeskind 2008).

### **1.3 Technologiecluster**

#### **1.3.1 Cluster im Kontext wirtschaftsräumlicher Agglomerationsphänomene**

Wirtschaftliche Aktivitäten sind in allen nichtagrarischen Gesellschaften sehr ungleich im Raum verteilt. Sie finden sich gehäuft an bestimmten Lokalisationen und in relativ geringer Dichte an den meisten anderen. Der Industrialisierungsprozess hat der Entstehung städtischer Agglomerationen entscheidenden Auftrieb gegeben. Wo sich Bevölkerung konzentriert, besteht Nachfrage nach Konsumgütern und ein großes Reservoir an Arbeitskräfte. Eine Standortwahl im Bannkreis städtischer Agglomerationen ist daher für Industrieunternehmen attraktiv, so nicht spezielle Erwägungen –



z.B. höhere Transportkosten für rohstoffverarbeitende Unternehmen – dagegen sprechen. Die Ansiedlung in urbanen Umfeldern bietet für Unternehmen aber auch eine Fülle weiterer Vorteile. Erwähnt seien nur die räumliche Nähe von Zulieferern, Abnehmern und Dienstleistern. Die räumliche Nähe von konkurrierenden Unternehmen der eigenen oder einer eng verwandte Branche kann von Nutzen sein. Schließlich spielt auch die Präsenz der Einrichtungen der staatlichen Bürokratie eine Rolle sowie all die Faktoren, welche das Leben in Agglomerationsräumen angenehm machen können: höhere Bildungseinrichtungen, Kulturstätten, Freizeitangebote.

Die Wirtschaftsgeographie hat räumliche Konzentrationsprozesse auf vielfältige Weise untersucht und beschrieben. Sie hat hierbei eine Fülle von Faktoren analysiert, welche die Neigung der Marktakteure, sich an bestimmten Orten zu konzentrieren, erklären können. Die ökonomische Theorie hat sich dagegen lange relativ schwer mit der Analyse raumwirtschaftlicher Strukturen getan bzw. ein regelrechtes Desinteresse an den räumlichen Allokationsmustern wirtschaftlicher Ressourcen gezeigt. Dies hat sich erst in jüngster Zeit mit der Entwicklung der Neuen Ökonomischen Geographie verändert (hierzu Fujita, Krugman, Venables 1999). In deren Rahmen wurden ökonomische Modelle räumlicher Allokationsprozesse entwickelt, welche – um den unvermeidlichen Preis der starken Vereinfachung komplexer Realitäten – die stringente Analyse des Entstehens raumwirtschaftlicher Muster gestatten.

Das von Michael Porter (1986, 1995, 2003) entwickelte Clusterkonzept spricht eine spezifische Art von räumlichen Agglomerationen an, nämlich die Ansiedlung von Unternehmen einer Branche bzw. von Unternehmen – als Zulieferer oder Kunden – verbundener Zweige in räumlicher Nähe. Das Phänomen ist an sich seit langer Zeit bekannt und wurde bereits bei klassischen Autoren dargestellt. Porters Verdienst besteht vor allem darin, industrieökonomische Erkenntnissen über die Struktur und Funktionsweise von Märkten ein für die praktische Politik nutzbares Konzept entwickelt zu haben.

In unserem Kontext geht es vor allem um Clusterphänomene im Bereich der Entwicklung von Technologiefeldern – um „*Technologiecluster*“. Technologische Entwicklungskapazitäten sind, wie die Erfahrung zeigt, praktisch immer in der einen oder anderen Form räumlich konzentriert. Solche Konzentrationen können sehr unterschiedliche Formen annehmen. Es kann sich um eng umgrenzte regionale Agglomerationen von Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Intermediären handeln. Als Beispiele seien für Deutschland Berlin und München angeführt. Als „Cluster“ wären aber räumlich weiter gestreute Konzentration von Forschungs- und Produktionskapazitäten anzusprechen. Hierin liegt freilich eine gewisse Beliebigkeit des

Clusterbegriffs hinsichtlich der angesprochenen räumlichen Dimension. Ein Bundesland – Flächenland, denn für Stadtstaaten trifft dies automatisch zu – kann ebenso zum „Cluster“ avancieren, wie eine mehr oder weniger große Teilregion. Im politischen Sprachgebrauch bedient man sich des Clusterbegriffs entsprechend flexibel.

Die räumliche Konzentration technologischer Kapazitäten muss sich nicht per se positiv auf deren Leistungsfähigkeit auswirken. Um es bereits an dieser Stelle auf den Punkt zu bringen: Bisher gibt es keine Studie, welche ein überzeugendes empirisches Design angewendet hätte, um den Nachweis dafür zu erbringen, dass eine regionale Konzentration der technologischen Basis auf einen oder wenige Standorte in der Summe höhere Externalitäten zur Folge hat als eine weniger konzentrierte räumliche Struktur der technologischen Basis. Vieles hängt von der Bedeutung enger räumlicher Kontakte für die Kommunikationsprozesse der an den Forschungsprozessen beteiligten Akteure sowie von der Struktur der beteiligten Organisationen ab. Die Herbeiführung räumlicher Konzentrationsprozesse kann von diesem Hintergrund nicht per se Ziel der Clusterpolitik sein, sondern Clusterbildung und Vernetzung sind Instrumente zur Förderung der technologischen Entwicklung.

Die Beobachtung, dass spontane Marktprozesse fast immer zur räumlichen Konzentration privater Forschungskapazitäten führen – die räumliche Allokation der staatlichen Forschungskapazitäten folgt einer anderen Logik – weist zumindest auf ökonomische Vorteile eines solchen räumlichen Arrangements für die Beteiligten hin. Offensichtlich erleichtert die geografische Nähe der Akteure die Diffusion von Neuerungen. Mit anderen Worten, Aufgrund der Nähe zwischen den Akteuren erhöht sich die Wahrscheinlichkeit der Absorption neuen Wissens.<sup>4</sup>

Eine Begründung könnte hierfür darin liegen, dass es sich bei den wissensabsorbierenden Akteuren um jene handelt, die aufgrund unbeobachtbarer Fähigkeiten, wie z.B. höhere Humankapitalausstattung, Kreativität, Risikofreude, eine höhere Innovationsneigung und damit auch höhere Affinität zur Aufnahme neuen Wissens haben. Es stellt sich also die Frage, ob Unternehmen in Clustern nicht etwa eine Positivauswahl von Akteuren darstellen. Hinweise in diese Richtung geben Befunde von Engel und Heneric (2008a). Sie ermitteln, dass Regionen mit einer hohen Zahl von Wissen-

---

<sup>4</sup> Baptista (2000, S. 529) führt zu seinem Ergebnis aus, „...One can, therefore, claim that there are significant learning effects arising from the geographical proximity to previous adopters”.

schaftlern an öffentlichen Forschungseinrichtungen mehr innovative Biotech-Gründer aus weiter entfernt liegenden Regionen attrahieren können.

Eine Positiv-Auswahl der regional konzentrierten Unternehmen muss aber nicht in jedem Fall vorliegen. In der Studie von Lublinski (2003) wurden Unternehmen in regionalen Clustern und Unternehmen in Regionen außerhalb dieser Cluster nach der Bedeutung verschiedener Agglomerationsvorteile gefragt. Auf der Grundlage der Selbsteinschätzungen der befragten Unternehmen kommt er zu dem Ergebnis, dass Vorteile der regionalen Ballung von Unternehmen im Luftfahrzeugbau marginal sind. Einzig die Nähe zum Kunden erfährt von Unternehmen in regionalen Clustern eine höhere Wertschätzung als von Unternehmen außerhalb dieser Cluster. Alle übrigen Externalitäten, die durch die Nähe der Akteure entstehen können, wurden von den Unternehmen im Cluster nicht bedeutsamer eingeschätzt als von Unternehmen außerhalb dieser Cluster. Dieser Befund kann allerdings nicht verallgemeinert werden. Vielmehr erscheint es realistisch anzunehmen, dass die räumliche Diffusion in entscheidendem Maße von den Merkmalen der zu betrachtenden Industrie bzw. des Technologiefelds und hierbei insbesondere von der Bedeutung nicht-kodifizierbaren Wissens abhängen wird.

### 1.3.2 Cluster als normatives Konstrukt

Von der Erfassung, Beschreibung und Analyse räumlicher Konzentrationen von Innovations- und Produktionspotenzialen ist die konzeptionelle Planung struktur- und innovationspolitischer Aktivitäten zu unterscheiden, welche auf die Förderung regionaler Potenziale durch den Staat abzielen. Letztere wird von der Hoffnung getragen, dass sich hieraus früher später gesamtwirtschaftlich relevante Brennpunkte des regionalen Innovationsgeschehens entwickeln mögen. Die Förderung kann hierbei entweder auf bereits bestehende Cluster aufbauen oder auf die Entwicklung bescheidenster Ansätze hin zu Potenzialen abzielen, welche sich in der Zukunft zu raumwirtschaftlichen Clustern entwickeln können, welche diesen Namen verdienen. Die hier getroffene Unterscheidung ist für das Verständnis des regionalen Innovationsgeschehens von elementarer Bedeutung und wird sowohl in der deutschen Clusterpolitik als auch in der Clusterförderung anderer hoch entwickelter Marktwirtschaften nicht immer mit hinreichender Klarheit getroffen. Im ersten Fall werden Cluster mit den Mitteln der empirischen Wirtschaftsforschung positiv analysiert, im zweiten Fall unternimmt Politik den Versuch, selbst Cluster zu „produzieren“.

Ein Versuch, sektorale oder technologiefeldbezogene Cluster quasi aus dem Nichts zu schaffen stellt sich bei nüchterner Einschätzung der Spielräume und Handlungsmöglichkeiten des Staates in einer Wettbewerbswirtschaft

höchst wagemutig dar. Allerdings hat der Staat in gewissen Fällen, erinnert sei nur an die Beispiele der europäischen Airbus-Industrie oder die unter der Ägide der NASA (National Aeronautics and Space Administration) durchgeführten Weltraumprogramme der Vereinigten Staaten, durchaus die Rolle wenn nicht des eigentlichen „Clusterbegründers“, so doch des die Szene beherrschenden Paten gespielt. In beiden Fällen sind räumlich eng umgrenzte Technologiecluster entstanden, so unter anderem in Toulouse und Florida. Die große Mehrheit aller clusterpolitischen Experimente indes folgt anderen Regeln. Private Unternehmen sollen die Clusterentwicklung tragen, öffentliche Finanzen sind nur in begrenztem Rahmen verfügbar, der Staat tritt allenfalls temporär als vermittelnde Instanz der Clusteraktivitäten in Erscheinung. Diese stellen sich als wirtschaftsdominierte „Unternehmung“ mit einer mehr oder weniger ausgeprägten korporatistischen Komponente dar.

Sehen wir an dieser Stelle einmal von der Ausnahme massiver strategischer Engagements des Staates ab, bei denen es um die Bereitstellung eindeutig öffentlicher Güter geht – Verteidigung gegen äußere Bedrohungen, innere Sicherheit, Klimaschutz, Gesundheit, Weltraumfahrt – oder die Entwicklung von Technologiefeldern, denen seitens der politischen Entscheidungsträger ein überragendes öffentliches Interesse zugesprochen wird. Legt sich der Staat bei der Förderung von Clustern trivialerer Natur, die nicht mit solch hehren Zwecken verbunden sind, nicht gewisse Beschränkungen auf, so gerät die „Clusterförderung“ leicht zur Farce. Dies trifft jedenfalls dann zu, wenn die Förderaktivitäten nicht an real bestehende, räumlich fokussierte Innovations- bzw. Produktionskapazitäten anschließen. Dies ist aber nur möglich, wenn hinreichende Informationen über die tatsächliche Verteilung vorhandener Ressourcen und Potenziale im Raum vorliegen.

### 1.3.3 Clusterförderung

Regionale Innovationspotenziale werden durch den Staat auf vielfache Weise gefördert bzw. – da es um viel mehr als „Förderung“ im engen Sinn geht – durch staatliches Handeln beeinflusst. Hierbei kommen sowohl wachstumspolitische als auch ausgleichspolitische Zielsetzungen zur Geltung. Dieser können sich unter günstigen Umständen sinnvoll ergänzen, stehen zugleich aber auch in vielen Fällen in einem gewissen Spannungszustand. Das Bestreben, allen Gebietseinheiten das Gleiche geben zu wollen, kann die Erreichung wachstumspolitischer Ziele ernsthaft beeinträchtigen. Die Förderung regionaler Cluster ist von ihrer Grundintention darauf ausgerichtet, möglichst hohe gesamtwirtschaftliche Wachstumseffekte auszulösen. Der Hebeleffekt des Einsatzes öffentlicher Ressourcen soll, mit anderen Worten, „optimiert“ werden. Zwar kennen wir aus der noch jungen Geschichte der Clusterförderung in Deutschland und andernorts viele Beispi-

le dafür, dass die definierten Cluster und mithin die Fördermittel möglichst gleich, im Sinne der Urheber „gerecht“ im Raum verteilt wurden. Die Clusterpolitik wurde hier somit zu einer ausgleichspolitischen Veranstaltung umfunktioniert. Im Sinne des ursprünglichen Konzepts liegt solches indessen kaum.

Selbstverständlich kann Innovationspolitik sich niemals zur Gänze wachstumspolitischen Ambitionen verschreiben, sondern hat ausgleichspolitische Ziele mit in den Blick zu nehmen. So dürfte nicht umstritten sein, dass der Auftrag des Grundgesetzes „gleichwertige Lebensverhältnisse“ im Raum zu schaffen, eine flächendeckende Bereitstellung von Bildungs- und Ausbildungsangeboten voraussetzt. Die bei Ausbau des deutschen Hochschulsystems vorgenommene Verteilung der Hochschulen in den Ländern war unisono darauf gerichtet, in allen Regionen, auch solchen die in der Vergangenheit hierbei eher zu kurz gekommen waren, Bildungseinrichtungen der tertiären Bildungsstufe anzusiedeln. Die Hochschullandschaft Nordrhein-Westfalens wies diesbezüglich besonders gravierende räumliche Lücken auf – das Fehlen von Hochschulen im Ruhrgebiet – und diese wurden in den Nachkriegsjahrzehnten mit beachtlichem Ressourceneinsatz geschlossen. Die hier angesprochene Clusterförderung setzt auf die bestehenden Strukturen auf und ergänzt diese punktuell, stellt sie aber grundsätzlich nicht in Frage.

Seit nunmehr gut einem Jahrzehnt gehört die Debatte um die Clusterbildung zu einem der zentralen Themen bei Entscheidungsträgern auf kommunaler, regionaler, Landes- und Bundesebene. Als Cluster werden gemeinhin Zusammenschlüsse bezeichnet, deren Akteure in einer Region eine hinreichend kritische Masse in funktionaler Hinsicht bilden. Gängiges Verständnis der funktionalen Einheit ist, dass es sich um Akteure entlang der Wertschöpfungskette zur Herstellung bestimmter Endprodukte handelt. Hinzukommt, dass sich ein mehr oder weniger breites Angebot von Unterstützungsdiensten im unmittelbaren Umfeld der Unternehmen einer funktionalen Einheit befindet. Die regionale Abgrenzung ist dagegen weniger eindeutig festgelegt. Sie kann kleinräumig sein, z.B. Autostadt Wolfsburg oder auch großräumig, z.B. BioRiver (Aachen-Bonn-Köln-Düsseldorf-Wuppertal).

Die Debatte um die Clusterbildung wird getragen von der Erwartung, dass von Clustern positive Wirkungen auf das Innovationsverhalten der Unternehmen und Forschungseinrichtungen in diesem Cluster ausgehen. Jede politische Entscheidungsebene ist bestrebt, die Generierung solcher Effekte zu unterstützen. Dies führt in der Konsequenz dazu, dass zuweilen sehr freigiebig mit dem „Clusterkonzept“ operiert wird, was nicht unbedingt zur Erhöhung von dessen Glaubwürdigkeit beiträgt.

Der Blick auf die neuen technologiepolitischen Maßnahmen im letzten Jahrzehnt (z.B. BioRegio- und InnoRegio-Wettbewerb)<sup>5</sup> offenbart eine starke Akzentuierung der Region und ihrer Akteure als Adressaten der Förderung. Diesen Startschüssen folgte eine Reihe weiterer Initiativen, um die Clusterbildung zu stimulieren. Im Ergebnis dessen sind heutzutage sehr viele der deutschen Stadt- und Landkreise in irgendeiner Form einem oder mehreren politisch definierten „Clustern“ zugehörig. Der Blick auf eine Karte der BioRegionen mag dies exemplarisch verdeutlichen. Es gibt derzeit wohl keine größere Stadt, die nicht einer der BioRegionen zuzurechnen wäre.

Mit der Clusterbildung geht auch der Wunsch einher, dass sich die wesentlichen Akteure des Innovationssystems, d.h. Unternehmen und Forschungseinrichtungen, stärker als bisher vernetzen sollen. Kennzeichnend hierfür ist die Existenz zahlreicher Programme (z.B. Innovative Regionale Wachstumskerne, InnoNet, InnoWatt, ProInno), die – weitestgehend regionsunabhängig - Kooperationsvorhaben unterstützen. Ziel der Vernetzung ist die Überwindung von Innovationshemmnissen, z.B. mangelnde Ressourcen eines einzelnen Akteurs.

Neben den politischen Bestrebungen nach stärkerer Vernetzung der Akteure, um die Diffusion neuen Wissens und dessen Umsetzung in neue Produkte und Verfahren zu erhöhen, sind auch auf Seiten der Forschungseinrichtungen und Unternehmen weitreichende Veränderungen zu beobachten. Zu verweisen ist auf das veränderte Selbstverständnis der universitären und außeruniversitären Forschungslandschaft, das unter dem Stichwort einer „zweiten akademischen Revolution“ größere Aufmerksamkeit gefunden hat. Auf der Unternehmensseite hat sich mit der Zerschlagung herkömmlicher großindustrieller Strukturen, der Auflösung zentraler FuE-Abteilungen, und einer stärkeren Anwendungsorientierung der Forschung und Entwicklung ein ebenso deutlicher Wandel vollzogen. Schließlich gewinnen innovationsrelevante Dienstleistungen, darunter Wissens- und Finanzintermediäre, an Bedeutung, um die Kommerzialisierung neuer Technologien zu unterstützen. Die sich hierausdrückende, oben bereits angesprochene Neudefinition des Verhältnisses von forschenden Unternehmen, öffentlichen Forschungseinrichtungen, Intermediären und Staat schafft ein günstiges Umfeld für die Clusterförderung.

---

<sup>5</sup> Der BioRegio-Wettbewerb, gestartet im Jahr 1995, gilt als erster Prototyp einer regionsbezogenen Technologiepolitik, gefolgt vom InnoRegio-Wettbewerb im Jahr 1999.

Auf der Grundlage verschiedener vermuteter Tatbestände des Marktversagens (positive Externalitäten, Unteilbarkeiten, Informationsasymmetrien und damit einhergehend Finanzierungsengpässe) sieht es die Politik als notwendig an, Hemmnisse in der Entdeckung bahnbrechender wissenschaftlicher Erkenntnisse und bei deren Kommerzialisierung abzubauen. Hierzu bedient sie sich in der Regel eines reichhaltigen Sets an Fördermaßnahmen und der Festlegung besonders förderungswürdiger Technologien bzw. Technologiefelder.

Mit dem BioRegio-Wettbewerb, der im Jahr 1995 vom BMBF gestartet wurde, wagte sich die deutsche Bundesregierung auf das Neuland einer regionorientierten Technologiepolitik. Das Politikverständnis ist dabei ein völlig anderes als bei anderen regionalen Politikmaßnahmen wie z.B. Struktur(-erhaltungs)politik oder aber auch Infrastrukturhilfen. Es geht um die Entwicklung und zielgerichtete Förderung wissensbasierter Regionen mit dem Ziel, hierdurch die Entwicklung der technologischen Basis auf dem betreffenden Gebiet in Deutschland zu fördern..

Die Initiierung des BioRegio-Wettbewerbs folgte zur damaligen Zeit zwar eher pragmatischen Gründen (vgl. Dohse 2005: 37). Mögliche Standortnachteile in Deutschland für die Biotechnologieindustrie wurden debattiert und diese sollten – im Ergebnis der Debatte – möglichst zügig überwunden werden. Unabhängig davon können einige ökonomische Gründe dafür angeführt werden, welche den technologiepolitischen Eingriff motivieren können, wenngleich dies noch keine hinreichende Bedingung für den gewählten Eingriff darstellt. Es sind im Wesentlichen zwei Argumente, die sich hier anführen lassen:

- (1) Pfadabhängigkeit und
- (2) Agglomerationsvorteile, insbesondere Wissens-Spillovers.

Das Argument der Pfadabhängigkeit folgt der Idee, dass einst gewählte Standorte langfristig stabil sind und sich dort Innovationsaktivitäten konzentrieren. Das Vorhandensein einer kritischen Masse führt zu Ausstrahlungseffekten, in deren Folge sich die knappen Ressourcen auf die Orte mit den höchsten kritischen Massen verteilen.

Das zweite Argument der Agglomerationsvorteile betont die positiven Externalitäten der Nähe. In der Literatur wird üblicherweise zwischen sieben verschiedenen Typen von Agglomerationsvorteilen unterschieden.

Nach Marshall (1920) ergeben sich positive Effekte durch einen Pool an (immobilen) qualifizierten Arbeitskräften und spezialisierten Vorleistungslieferanten. Ebenso ermöglicht die regionale Nähe der Akteure den privile-

gierten Zugang zum nichtkodifizierten Wissen (*tacit knowledge*) der jeweiligen Partner. Nach Porter (1990) entfaltet sich in einem regionalen Cluster ein stärkerer Wettbewerb um Kunden und Arbeitskräfte, der Effizienzsteigerungen und innovative Tätigkeiten beflügelt. Schließlich findet auch das Transportkostenargument (u.a. Weber 1920) sowie die Rolle von Vertrauen Erwähnung (z.B. Dei Ottati 1994).

Für wissensintensive Industrien ist vor allem das Argument des Zugangs zum *tacit knowledge* hervorzuheben. Grundsätzlich ist unbestritten, dass dieser Zugang in Wissens-Spillovers mündet, wenn auch die Effekte wohl in der Tendenz eher über- als unterschätzt werden.<sup>6</sup> Aus einem regionalen Blickwinkel betrachtet, kommt eine Reihe empirischer Studien zu dem Ergebnis, dass sich neues technologisches Wissen nur regional begrenzt ausbreitet und zu einem bedeutenden Teil auf die Region der Wissensentstehung konzentriert ist.<sup>7</sup> Die zahlreichen Befunde zum Gründungsgeschehen in High-tech Branchen und in neuen Industrien gehen in dieselbe Richtung. In der Regel weisen jene Regionen mehr Gründungen auf, die über das entsprechende technologische Potenzial in der Region verfügen (vgl. u.a. Bania 1993; Harhoff 1999; Stuart, Sorenson 2003; Engel, Heneric et al. 2008, b).

Über die Art und Weise der Diffusion neuen Wissens ist bislang noch wenig bekannt. Einen Zugang zu dieser Frage bietet die Betrachtung von Spin-off Aktivitäten. Bei Spin-offs kann es sich entweder um Gründungen aus einem Unternehmen oder um Gründungen aus einer öffentlich finanzierten Einrichtung handeln. Im Gegensatz zu anderen Akteuren verfügen die Gründer von Spin-offs über einen privilegierten Zugang zu Wissensträgern in den Unternehmen und Forschungseinrichtungen bereits vor der Gründung und in der Regel auch danach.<sup>8</sup> Wenn Wissens-Spillovers auftreten, dann in erster Linie für diese Akteure. Da sich Spin-offs in der Regel am Ort der Wis-

---

<sup>6</sup> Zu erwähnen ist hier insbesondere die Arbeit von Griliches (1992). Er analysiert die Befunde vorliegender Studien, welche auf die Existenz positiver Externalitäten durch Forschungs- und Innovationsaktivitäten hindeuten.

<sup>7</sup> Unter anderem konnte Jaffe et al. (1993) zeigen, dass Patente signifikant häufiger von Akteuren zitiert wurden, die sich im unmittelbaren Umfeld der Erfinder dieser Patente befinden. Baptista (2000) ermittelte, dass Unternehmen schneller Neuerungen (CNC-Maschinen und Mikroprozessortechnik) einführten, wenn ein hoher Anteil von Unternehmen im unmittelbaren regionalen Umfeld diese Neuerung bereits eingeführt hatten.

<sup>8</sup> Klepper und Sleeper (2005) können beispielsweise zeigen, dass Spin-Off Aktivitäten in der Laser-Industrie mit der produktionspezifischen Erfahrung des Mutterunternehmens zunehmen.



sensentstehung konzentrieren<sup>9</sup>, verteilen sich vermutete Wissens-Spillover sehr ungleich im Raum. Für diese Konstellation ist das Auftreten regional begrenzter Wissens-Spillovers naheliegend. Die Absorption neuen Wissens einer Inkubatororganisation bleibt in hohem Maße auf deren Mitarbeiter/innen beschränkt. Deren Standortwahl kann allerdings darüber entscheiden, welche Region von dem neuen Wissen langfristig profitieren kann. In der Tendenz ist hier zu beobachten, dass die Herkunftsregionen stärker vom Wissen ihrer Wissensträger profitieren können als die Zielregionen (vgl. z.B. Almeida, Kogout 1999). Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass es allein mit dem Anwerben von Wissenschaftlern aus anderen Regionen nicht getan ist, um Wissens-Spillover für die Zielregion zu erzeugen.

Einen weiteren Zugang zur Frage nach regionalen Unterschieden in der Generierung neuen Wissens gibt die Rolle von Schlüsselkompetenzen, die ihren Ursprung bei wenigen „*leaders*“ und „*stars*“ hat. Zucker et al. (1998) fanden starke empirische Belege dafür, dass sich die Biotechnologieindustrie in den USA vor allem in der Nähe jener Wissenschaftler konzentriert hat, die sich durch überdurchschnittliche Forschungsleistungen auszeichneten.<sup>10</sup> Auch im Hinblick auf den unternehmerischen Erfolg und die Innovationsstätigkeiten scheint die Kooperation mit „*star scientists*“ von Vorteil zu sein (vgl. Zucker et al. 2002). Je mehr es einer Region gelingt, selbst „*star scientists*“ hervorzubringen oder solche zu attrahieren, umso größer sind die Chancen für positive Externalitäten in der Region.

Jede regionsorientierte technologische Maßnahme ist mit verschiedenen Problemen behaftet. Zunächst stellt sich natürlich die Frage, ob der Technologiewettbewerb zwischen Ländern und Regionen überhaupt Sinn macht. Hierfür lässt sich anführen, dass der Wettbewerb Subventionswettläufe und Kosten der politischen Einflussnahme impliziert. Andererseits besteht gerade mit der Einführung solcher wettbewerblichen Elemente die Hoffnung, Veränderungen in den Institutionen und politischen Akteuren in jeder Region auszulösen, so dass neue Wege in den Regionen eingeschlagen und Innovationspotenziale erhöht bzw. stärker als bisher ausgeschöpft werden.

Eine von der Politik anvisierte Clusterstrategie, die auf eine Bevorzugung bestimmter Regionen abzielt, kann sich derzeit – hierin liegt das zweite

---

<sup>9</sup> Empirische Belege hierfür finden sich u.a. bei Klepper (2004) und Klepper und Sleeper (2005).

<sup>10</sup> Das Kriterium für die Bezeichnung eines „Star Scientists“ war, dass die betreffende Person mehr als 40 Entschlüsselungen des primären Aufbaus einer DNA/eines DNA Strangs in der *GenBank*, gepflegt vom U.S. amerikanischen National Institute for Health, publiziert hat.

Problem –, nicht auf den exakten Nachweis ökonomischer Effekte, sondern allein auf der Vermutung positiver Effekte stützen. Dies ist allerdings kein ernsthaftes Argument gegen Clusterförderung. Immerhin sprechen durchaus viele empirische Befunde wie auch theoretische Überlegungen für eine solche. Die Nutzung von Synergiepotenzialen einer regionalen Clusterbildung wird allerdings nur dort gelingen können, wo sich eine in quantitativer und qualitativer Hinsicht hinreichend große kritische Masse an technologischem Wissen befindet.

In der regionsorientierten Technologiepolitik lassen sich zwei Prototypen beobachten, für die sich konkrete Beispiele aus dem deutschen Kontext anführen lassen (vgl. **Übersicht 1.1**). Zum einen handelt es sich um das im Jahr 1995 initiierte BioRegio-Programm und zum zweiten um das InnoRegio-Programm. Beide Prototypen haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile (vgl. Dohse 2005 für eine Diskussion). Eine auf eine bestimmte Technologie ausgerichtete Förderung ist immer mit dem Vorwurf von Hayek konfrontiert, dass sich Fördermittelgeber „anmaßen“ zu wissen, dass diese Technologie beträchtliche positive Externalitäten erbringen wird. Dieses Argument wiegt umso schwerer, je konzentrierter mehr Mittel für eine bestimmte Technologie – wie in der BioRegio Förderlinie geschehen – bereit gestellt werden und diese Mittel somit für andere Technologien nicht zur Verfügung stehen.

Im Fall der Biotechnologie mag allerdings als Gegenargument vorgebracht werden, dass die Entwicklung bereits eines einzigen wirksamen Medikamentes zur Behandlung einer unheilbaren Krankheit genügen würde, um die staatliche Förderung zu rechtfertigen. Allerdings wäre hier fraglich, ob tatsächlich die staatliche Förderung den zentralen Impuls hierfür auslöste. Ein zweites spezifisches Problem der BioRegio-Förderung ist, dass Projekte aus den Siegerregionen bevorzugt behandelt werden sollten. Auch wenn ex-post nicht überprüfbar ist, ob dies auch tatsächlich so umgesetzt wurde, könnte bereits das Signal, Projekte aus bestimmten Regionen zu bevorzugen, zu Fehlallokationen führen. Schließlich ist drittens fraglich, an welchem Standort die größten Effekte auftreten können. Eine Mittelkonzentration auf die vermeintlich besten Standorte zu Lasten anderer Standorte scheint daher problematisch. Hierfür sprechen auch Befunde von Engel und Heneric (2006). Demnach weisen BioRegio-Gewinnerregionen im Durchschnitt keine signifikant höhere Zahl an Biotech-Gründungen auf als die übrigen Teilnehmerregionen am BioRegio-Wettbewerb.

Gerade im Bezug auf die stärksten Regionen könnte argumentiert werden, dass diese ohnehin ihren Weg gehen und weniger zusätzliche Unterstützung bedürfen. Ebenso ist zu vermuten, dass die Ausschöpfung der Potenziale in den stärksten Regionen in der Regel weit vorangeschritten ist und damit der

Grenznutzen eines zusätzlichen Mitteleinsatzes geringer sein könnte als in den zweitstärksten Regionen. Vielleicht wäre es also sogar effizienter, die bislang weniger beachteten Regionen zu fördern.

#### Übersicht 1.1

#### **Merkmale der beiden Prototypen der regionsorientierten Technologiepolitik**

<b>InnoRegio</b>	<b>BioRegio</b>
Technologiefeld übergreifend	Technologiefeld spezifisch
Beschränkt auf die neuen Bundesländer	Nicht auf bestimmte Bundesländer beschränkt
Stärkung (auch) der strukturschwachen Regionen	Stärkung der starken, dynamischen Regionen
Ausgleichs- und Wachstumszielsetzung	Wachstumszielsetzung
Teilnehmer sind regional abgegrenzte Projekte	Teilnehmer sind Städte oder Städtenetzwerke
Große Zahl teilnehmender Projekte (ca. 440 Bewerbungen)	Geringe Zahl teilnehmender Regionen (17 Bewerbungen)
Es werden ausschließlich Projekte in InnoRegio's gefördert.	Projekte aus den Siegerregionen sollen bevorzugt Zugang zu Fördermitteln erhalten.

Quelle: Dohse (2005).

Im Gegensatz dazu besteht das Problem des InnoRegio-Konzepts darin, dass die Akzentuierung der regionalen Clusterbildung aus dem Blick geraten kann, sobald viele kleinere Projekte in den verschiedensten Regionen gefördert werden. Ein solches Konzept bietet sich jedoch immer dann an, wenn die Technologien eine gewisse Reife erreicht haben und die gewählten technologischen Standorte zielgerichtet weiterentwickelt werden sollen. Ein völliger Neuaufbau eines regionalen Clusters für eine seit Jahren etablierte Technologie wird dagegen nur wenig erfolgversprechend sein. Die mobile, kritische Masse an Akteuren wäre zu gering, um diesen Standort mit einem vertretbaren Kostenaufwand aufzubauen. Bezüglich der in dieser Studie zu untersuchenden Technologiefelder würde keines der Felder diesem Anspruch genügen. Ein Großteil der Standortwahlprozesse hat sich bereits vollzogen.

Unabhängig davon, ob die Politik aktiv auf die Clusterbildung Einfluss nehmen möchte oder nicht, sie kann in jedem Fall einen Beitrag zum Abbau von Informationsasymmetrien leisten, und zwar dadurch, dass sie vertrauenswürdige Informationen zur Identifikation und Analyse von Clustern bereit stellt. Der Abbau von Informationsasymmetrien kommt dabei vielen Akteuren zu Gute. An erster Stelle natürlich den Entscheidungs- und Handlungsträgern in der Politik selbst. So können Clusteransätze und kritische Massen seriös quantifiziert werden. Dies ist die zentrale Grundlage dafür, einerseits überhaupt gestalterisch tätig werden zu können und andererseits Begehrlichkeiten der kommunalen Akteure richtig einschätzen zu können.

Aus der Diskussion zur Clusterbildung und mit Blick auf die in dieser Studie zu untersuchenden Technologiefelder lässt sich folgendes zusammenfassend festhalten:

- Aus dem Blickwinkel eines einzelnen Landes oder einer Region betrachtet, ist die frühzeitige Identifizierung neuer technologischer Trends essenziell, um genauso frühzeitig auf den Aufbau kritischer Massen in dafür geeigneten Regionen hinwirken zu können. Grund hierfür ist die Pfadabhängigkeit, d.h. neue Industrien konzentrieren sich an den zu erst gewählten Standorten, an denen hinreichend kritische Massen vorliegen.
- Maßnahmen zum Aufbau eines neuen Clusters an einem bestimmten Standort lohnen sich nur in einer frühen Phase des Industrie-Lebenszyklus. In späteren Phasen sollten allenfalls flankierende Maßnahmen zur zielgerichteten Weiterentwicklung existierender Cluster ergriffen werden.
- Es gibt keine hinreichenden empirischen Belege dafür, dass die positiven Externalitäten neuer Technologien bei extremer regionaler Konzentration der Akteure höher sind als bei einer „verbreiterten Spitze“. Eine ausschließliche Konzentration der Mittel auf die stärksten Regionen kann – auch bei wachstumsorientierter Zielsetzung - ökonomisch kaum hinreichend gerechtfertigt werden. Realistisch erscheint die Förderung einer breiteren Spitze. Für die Fördermittelvergabe nach Regionen ist – wie bei der Projektförderung – ein Mindestmaß an kritischer Masse erforderlich.
- Die Identifizierung und Analyse von Clustern trägt zum Abbau von Informationsasymmetrien bei Entscheidungs- und Handlungsträgern in der Politik sowie bei Investoren, Unternehmern und Wissenschaftlern bei.

Ausgehend von den erörterten Argumenten und Befunden ließe sich aus Sicht einer einzelnen Region die Vorteilhaftigkeit der frühzeitigen Besetzung von Technologiefeldern ableiten. Das Zeitfenster zur Etablierung einer neuen Industrie zum Zweck der Kommerzialisierung einer Schlüsseltechnologie ist in der Regel sehr knapp. Der Gründungsboom in der modernen Biotechnologieindustrie zwischen 1996 und 2001 dauerte gerade einmal sechs Jahre (vgl. Engel und Heneric 2008b). Den Ländern und Regionen blieb folglich nicht viel Zeit, um am Gründungsboom partizipieren zu können. Es ist daher nur allzu verständlich, dass Entscheidungsträger auf regionaler Ebene sehr viele Anstrengungen unternehmen, sich möglichst gut im regionalen Wettbewerb um mobile Produktionsfaktoren zu bemühen.

Aus gesamtdeutscher Sicht reichen die beiden Argumente Pfadabhängigkeit und Agglomerationsvorteile noch nicht aus, um Maßnahmen zur Förderung der regionalen Clusterbildung zu rechtfertigen, die auf die Förderung bestimmter Regionen zu Lasten anderer Regionen abzielt. In dem Maße, wie eine Region Investoren, Unternehmer und Beschäftigte aufgrund der Ankündigung einer Förderung anzieht, stehen diese einer anderen Region nicht mehr zur Verfügung. Folglich droht ein Nullsummenspiel. Aus alloka­tionstheoretischer Sicht müsste also im Konkreten auch der Nachweis erbracht werden, dass die volkswirtschaftlichen Effekte der politisch unterstützten Clusterbildung zugunsten einiger Orte höher sind als beim Verzicht auf eine solche Unterstützung. Allgemeiner formuliert stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage, wie stark sollte die technologische Basis eines Landes räumlich konzentriert sein sollte, um maximale volkswirtschaftliche Effekte zu erzielen.

#### 1.3.4 Die Bedeutung quantitativer Informationen für die Clusterförderung

Bei näherer Sichtung der innovationsökonomischen und wirtschaftsgeographischen Clusterliteratur wird eine Diskrepanz sichtbar zwischen konzeptionellen, unterschiedlichen Theorieansätzen verpflichteten Analysen einerseits und relevanten empirischen Erkenntnissen darüber, was Cluster sind, wie Cluster funktionieren und worin die positiven Effekte räumlicher Agglomerationen bestimmter Industrien bzw. – ins Normative gewendet – der staatlichen Förderung solcher Agglomerationsphänomene eigentlich bestehen.

Für die Innovationspolitik ist es wichtig, konkrete quantitative Informationen über die Ausprägung und Entwicklung von Technologiefeldern und die hierbei zu beobachtenden Vernetzungsphänomene zu erhalten. Natürlich wollen wir hier keinem Zahlenfetischismus dergestalt das Wort reden, dass eine technologische Entwicklung erst dann wirklich beachtenswert sei, wenn sie quantitativ erfassbar ist. Technologische Umbrüche und die Entwicklung neuer Technologien machen sich lange vor dem Zeitpunkt bemerkbar, zudem sie erstmals quantitativ in Technologie- bzw. in sektoralen Wachstumsstatistiken registriert werden. Erinnerung sei in diesem Zusammenhang an die Anfänge der mikrotechnologischen Revolution in der Mitte des 20. Jahrhunderts, an die Ursprünge der Automobilindustrie vor 100 Jahren oder auch an die Anfänge der Biotechnologie. Die mit Abstand bekannteste Monographie über das „Silicon Valley“ (Saxenian 1996) hat im Übrigen den Charakter einer Fallstudienuntersuchung und kommt fast ganz ohne Daten aus. Dies befreit indessen die Politik nicht von der Verantwortung, Daten über relevante Technologieentwicklungen beschaffen zu lassen, sobald solche verfügbar sind. Erst auf solcher Grundlage lässt sich der Einsatz öffent-

licher Mittel für die Förderung neuer bzw. auch alter „Zukunftstechnologien“ planen und evaluieren.

Unsere Aufgabe im Rahmen des Innovationsberichts 2007 bestand wesentlich darin, die Datenbasis zu den sechs „Zukunftsfeldern“ zu sichten bzw. – durch Ausschöpfung vorhandener Datenbanken – eine solche überhaupt zu schaffen. Auf dieser Basis waren Urteile über die relative Bedeutung der in NRW vorhandenen Innovationspotenziale zu fällen. Welcher Indikatoren und Datenquellen wir uns dabei bedienen, wird in den folgenden Abschnitten beschrieben.

## **1.4 Indikatorik**

### 1.4.1 Klassifizierung der Indikatoren

Die Beurteilung der Präsenz der NRW Regionen in Zukunftsfeldern stützt sich auf die Bewertung ihrer wirtschaftlichen und technologischen Bedeutung. Typische Indikatoren zur Darstellung der wirtschaftlichen Bedeutung sind Umsätze, Beschäftigung, Wertschöpfung und Produktivität. Die Beschreibung des Innovationsfähigkeit bzw. des innovativen Potenzials ist dagegen um ein Vielfaches facettenreicher. Die Innovationsmuster und -strategien sind sehr unterschiedlich und variieren über Branchen, Zukunftsfelder und Regionen. Während in einem Technologiefeld der Patentschutz von herausragender Bedeutung ist, kann in einer anderen Branche die Strategie der Geheimhaltung zum Schutz des geistigen Eigentums dominant sein. Ebenso sind verschiedene Stufen des Innovationsprozesses zu unterscheiden, um Einblicke in die Effizienz der Nutzung vorhandener Ressourcen gewähren zu können. Schließlich variieren auch die Rollen der drei zentralen Akteure Unternehmen, Wissenschaft und Staat zwischen den betrachteten Zukunftsfeldern. In einigen Feldern kommt dem Staat als Regulierungsinstanz eine große Bedeutung als Impulsgeber für Innovationen zu (z.B. Energie- und Umweltforschung), in anderen wie der Produktionstechnik hat der Staat eine deutlich geringere Bedeutung als Initiator von Forschungsvorhaben.

Es bedarf folglich eines Sets an Indikatoren, welches möglichst viele Aspekte des Innovationsprozesses abbildet und den unterschiedlichen Akteurskonstellationen gerecht wird. Für die Klassifizierung der Indikatoren ist es üblich, diese den einzelnen Phasen des Innovationsprozesses zuzuordnen. Darüber hinaus bietet sich eine Verknüpfung mit der modernen Wachstumstheorie (vgl. u.a. Aghion/Howitt 1992, Lucas 1988, Romer 1990) und seiner empirischen Umsetzungen (vgl. u.a. Jaffe 1993, Audretsch und Keilbach 2004) an. Auf Grundlage dessen können die einzelnen Indikatoren zu thematisch zusammenhängende Gruppen von Indikatoren zusammengefasst

werden. Dabei wird zwischen dem Kapital an Wissen, dem Forschungskapital und der unternehmerischen Orientierung unterschieden.

Der Wissensstock ist die elementare Voraussetzung, um FuE Aktivitäten durchführen zu können und um extern vorhandenes Wissen und Forschungsergebnisse für die eigene Innovations- und Forschungstätigkeit zugänglich zu machen. Das Forschungskapital beschreibt die konkreten Maßnahmen zur Gestaltung eines Innovationsprozesses, d.h. die Ausgaben für FuE Projekte und die resultierenden Patente aus einer Forschungstätigkeit. Die dritte Gruppe an Indikatoren, unternehmerische Orientierung, misst die Fähigkeit zur Entdeckung und Ausschöpfung unternehmerischer Gelegenheiten. Dies geschieht zunächst unabhängig davon, ob diese Gelegenheiten innerhalb einer bestehenden Organisation genutzt werden oder es zur Gründung einer neuen Unternehmung kommt. In der Regel werden die Gründungsaktivitäten in einer Region mangels anderer Daten als grober Indikator zur Abbildung der unternehmerischen Orientierung verwendet. Bei Annahme eines ökonomisch rationalen Kalküls wird eine Gründung immer dann vollzogen, wenn die erwarteten Erträge die erwarteten Kosten übersteigen. Die Umsetzung innovativer Ideen ist in einer bestehenden Organisation mit Umstellungskosten in unterschiedlicher Höhe verbunden, welche die Umsetzung behindern können. Gegebenenfalls kann die Umsetzung der innovativen Idee über den Transferkanal „Gründung“ realisiert werden, da hier per Definition keine Umstellungskosten anfallen. Das komplizierte am Indikator Gründung ist, dass sich hierin verschiedene Einflüsse widerspiegeln. Neben hohen Barrieren der Umsetzung von Ideen in bestehenden Organisationen, kann ebenso die Risikofreude der potenziellen Gründer oder aber die unterschiedlichen Qualität der hervorgebrachten Neuerungen zu einer hohen Gründungsaktivität führen. Sie kann aber auch schlichtweg aus einer hohen Zahl von Marktaustritten resultieren, die bei vorherrschenden kleinbetrieblichen Wirtschaftsstrukturen üblich sind. Welcher Aspekt im Einzelfall das überdurchschnittliche Abschneiden einer Region erklärt, ist in der Regel unbekannt. Die Gründungsaktivität gilt in der Regel als ein anerkanntes Maß zur Abbildung der unternehmerischen Fähigkeiten einer Region. In dieser Studie werden wir zusätzlich einen alternativen Indikator verwenden. Dieser folgt aus dem Umstand, dass in der empirischen Praxis Gründungen häufig nur die wirtschaftsstrukturellen Gegebenheiten einer Region widerspiegeln. Das eigentliche Interesse am Gründungsindikator liegt folglich darin, ob eine Region – gegeben der vor-

handenen Ausstattungen mit Wissen, Forschungskapital und sonstigen Faktoren – überdurchschnittlich viele oder wenige Gründer „produziert“.<sup>11</sup>

Ausgehend vom Konzept des Innovationssystems sind die Indikatoren idealerweise separat für die drei wesentlichen Akteure Unternehmen, öffentliche Forschungseinrichtungen und Staat zu erfassen.

Die vorgenommene Klassifizierung nach Kapital an Wissen, Forschungskapital und der unternehmerischen Orientierung kann in vielerlei Hinsicht erweitert werden. So können die wirtschaftspolitischen Maßnahmen zur Erhöhung der quantitativen und qualitativen Ausprägungen der Indikatoren als zusätzliche Dimension berücksichtigt werden, die an verschiedenen Stellen des Innovationsprozesses zum Einsatz kommen können. Erwähnt seien die Maßnahmen zur aktiven Akquise von Unternehmen und Forschungseinrichtungen zur Ansiedlung in einer Region bzw. Ausbau vorhandener Kapazitäten sowie Förderprogramme wie z.B. EXIST, BioRegio, InnoRegio und ProInno.

---

<sup>11</sup> Dieser Ansatz weist enge Bezüge zum Konzept der totalen Faktorproduktivität auf. Die totale Faktorproduktivität ergibt sich aus der Differenz zwischen tatsächlicher und geschätzter Produktivität, wenn eine Produktionsfunktion mit den beiden Einsatzfaktoren Arbeit und Kapital zugrunde gelegt wird. Liegt die geschätzte Produktivität über der beobachteten Produktivität werden Ressourcen verschwendet. Im umgekehrten Fall kann auf ein positives Wirken unbeobachteter Fähigkeiten, Kompetenzen geschlossen werden.



## Übersicht 1.2

**Klassifizierungsschema der Innovationsindikatoren**

	<b>Wissen (knowledge capital)</b>	<b>Forschungskapital (research capital)</b>	<b>Unternehmerische Orientierung (entrepreneurial Capital)</b>
<b>Infrastruktur</b>	Akademiker, Ingenieure, Naturwissenschaftler		
<b>Innovationsinput</b>	Eigenes kodifiziertes und nicht kodifiziertes Wissen  Wissensspillover z.B. durch Netzwerkzugehörigkeit, Kooperationen, Mobilität der Beschäftigten, Wissensintermediäre	FuE Aufwendungen, Innovationsaufwendungen,  FuE Spillover	Fähigkeiten zur Entdeckung und Ausschöpfung unternehmerischer Gelegenheiten
<b>Innovations-throughput</b>		Patente	Gründungs idee, Business Plan,
<b>Innovationsoutput</b>		Produkt-/Prozess- und Verfahrensinnovationen (Umsätze, Kostenreduktion/ Qualitätsverbesserung)	Markteintritt eines neuen Unternehmens (Übergang in die Selbstständigkeit, Beteiligung an einer Unternehmensgründung)

Quelle: Darstellung des RWI.

## 1.4.2 Auswahl verwendeter Indikatoren

Im Idealfall sollten die Indikatoren eine ausreichende Differenzierung nach Branchen, Regionen und Zukunftsfelder ermöglichen. Bei den Zukunftsfeldern handelt es in der Mehrzahl um Querschnittstechnologien, die das Hervorbringen von Produkt- und Prozessinnovationen in mehreren Branchen ermöglichen. Eine Betrachtung ausgehend von existierenden Branchenkontexten führt folglich nicht nahe genug an die Aktivitäten im Zukunftsfeld heran. Als einzige Möglichkeit der Datengenerierung verbleibt die originäre Erfassung und Aufbereitung von Daten zu wesentlichen Akteuren im betrachteten Zukunftsfeld. Die Anwendung des sogenannten „Unternehmenskonzeptes“ für vier der sechs Zukunftsfelder setzt diesen Anspruch ebenso um wie die Durchführung einer Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen im Land NRW. Aus forschungspragmatischen Gründen können nicht alle Datenlücken mit einer eigenen Erhebung geschlossen werden. Vielmehr besteht der Anspruch darin, die vorhandenen Datenquellen für

eine Auswertung zugänglich zu machen, die uns möglichst nahe an die Innovations- und wirtschaftlichen Aktivitäten in den jeweiligen Zukunftsfelder bringen.

### Übersicht 1.3

#### **Verwendete allgemeine Technologieindikatoren für die regional vergleichende Analyse**

Allgemeine Technologieindikatoren	Klassifizierung	Verwendete Datenquellen
Akademiker, Ingenieure, Naturwissenschaftler	Wissenskapital – Infrastruktur	Bundesagentur für Arbeit
Beschäftigte in forschungsintensiven Industrien	Wissenskapital – Infrastruktur	Bundesagentur für Arbeit
Forschungspersonal in der Wirtschaft und im Hochschulsektor	Forschungskapital – Input	Stifterverband für die deutsche Wirtschaft; Statistisches Bundesamt
Gründungen in Hightech-Branchen	Unternehmerische Orientierung – Output	ZEW-Gründungspanel

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Die alleinige Betrachtung zukunftsfieldspezifischer Ausprägungen in den Indikatoren greift aber zu kurz. Die Besetzung von technologisch anspruchsvollen Zukunftsfeldern wird am ehesten in denjenigen Regionen gelingen, die über ein hinreichend großes allgemeines technologisches Wissen und Forschungskapital verfügen. Es muss also eine gewisse kritische Masse vorliegen, um realistische Chancen für die Besetzung eines Zukunftsfelds zu haben. Das Wissen um die allgemeinen Potenziale ist für das Verständnis des positiven Abschneidens einzelner Regionen in Zukunftsfeldern von großer Bedeutung. Nur in ganz seltenen Fällen ist davon auszugehen, dass sich Wissenshochburgen bei der Anwendung neuer Technologien außerhalb der bisherigen technologischen Zentren eines Landes bewegen. Das heute vorhandene technologische Wissen und Forschungskapital wird auch die Aufnahme neuer technologischer Trends in Zukunft sichern können.

## Übersicht 1.4

**Verwendete technologiefeldspezifische Indikatoren für die regional vergleichende Analyse**

Technologiefeldspezifische Indikatoren	Klassifizierung	Verwendete Datenquellen
Umsatz, Beschäftigte	Wirtschaftliche Bedeutung	AMADEUS-Datenbank; Umsatzsteuerstatistik; Product-Producer-Panel des LDS NRW; UMFIS Datenbank; IVAM; <i>nanomap</i>
Bewilligte Fördermittelsummen in Bundesförderprogrammen	Forschungskapital – Input	PROFI-Datenbank des Bundes
Patente	Forschungskapital – Throughput	PATSTAT (Europäisches Patentamt)
Kooperationen, Publikationen	Forschungskapital – Input/ Throughput	Erhebung bei öffentlichen Forschungseinrichtungen im Land NRW
Wissensintermediäre	Wissenskapital – Input/ Throughput	Erhebung bei öffentlichen Forschungseinrichtungen im Land NRW und Wissensintermediären

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

## 1.4.3 Statistische Maßzahlen

Im Wesentlichen sind zwei statistische Maße erforderlich, um die Stärke einer Region in einem Technologiefeld zu beurteilen:

- Absolute Ballung der Aktivitäten, d.h. Anzahl der Patente, eingeworbene Fördermittel etc.
- Relative Ballung, d.h. Anzahl der Patente, eingeworbene Fördermittel in Relation zum vorhandenen Potenzial in einer Region.

Die Darstellung der absoluten Ballung ermöglicht eine Einschätzung der in der Region generell vorhandenen kritischen Masse an Aktivitäten, um Sogeffekte zu entfalten. In der Regel korreliert die Größe einer Region mit dem Erreichen einer kritischen Masse. Regionen zeichnen sich allerdings durch die Besetzung mehrerer Felder aus. Für eine Abwägung der Prioritäten im Branchenfokus *innerhalb* einer Region bedarf es daher einen weiteren Indikator. Hierbei handelt es sich um den Standortquotienten (vgl. Kim 1995), definiert als:

$$\text{Standortquotient (SQ)} = \frac{b_{k,j} / b_j}{B_k / B}$$

$b_{k,j}$  : Output des Technologiefelds k in der Region j

$b_j$  : Gesamtoutput für die Region j

$B_k$  : Output des Technologiefelds k im Referenzraum

$B$  : Gesamtoutput für Referenzraum

SQ>1: relative Überrepräsentation des Technologiefelds in der Region

SQ<1: relative Unterrepräsentation des Technologiefelds in der Region

Im Zähler wird der interessierende Output (Beschäftigte, Patente) im betrachteten Technologiefeld in Relation zum Gesamtoutput (Gesamtbeschäftigte, Anzahl der Patente insgesamt) in der Region betrachtet. Der sich ergebende Anteil wird in einem zweiten Schritt in Relation zum Referenzwert für eine beliebige andere Region gesetzt. In der Regel bietet sich hier die Wahl einer übergeordneten regionalen Gliederungsebene (Land, Bund) an. Der Vorteil des Doppelbruchs ist, dass dieser direkt Auskunft über ein über- oder unterdurchschnittliches Abschneiden einer Region gibt. Für Werte weit über Eins kann auf eine überdurchschnittlich starke Aktivität im betreffenden Technologiefeld *innerhalb* einer Region geschlossen werden. Diesem Vorteil steht der Nachteil gegenüber, dass der Indikator keinerlei Informationen über die Größe der Region enthält. Für sehr kleine Regionen werden bereits dann hohe Werte erzielt, wenn sich zufällig ein Unternehmen mit signifikanter Beschäftigung angesiedelt hat.

Weder ein überdurchschnittlicher Standortquotient allein noch ein hoher Anteil an den gesamten Ausprägungen in der Bundesrepublik gewährt eine verlässliche Identifizierung eines Technologieclusters bzw. von Clusteransätzen. Aus diesem Grund wird ein Verfahren gewählt, welches beide Aspekte berücksichtigt (vgl. Engel 2003, Engel/Heneric 2006 für Anwendungen). Die Idee ist dabei recht einfach. Wird der prozentuale Anteil einer Region an der Gesamtsumme eines Indikators für die Bundesrepublik betrachtet, ergibt sich ein gleicher Wertebereich wie für den Standortquotienten. Im nächsten Schritt erhält jeder der beiden Indikatoren ein spezifisches Gewicht und es wird die gewichtete Summe der Indikatoren gebildet. Im Ergebnis dieser Aggregation ergibt sich der „Standortindex“. Der kritische Punkt ist die Wahl der Gewichte. Im einfachsten Fall wird eine 50/50 Regel angewendet, d.h. jeder der beiden Maßzahlen erhält dasselbe Gewicht. Gegen dieses Vorgehen spricht, dass der prozentuale Anteil eine größere Spannweite und damit größere Ausschläge erzeugt. Um dies zu korrigieren, bietet sich die Berücksichtigung der unterschiedlichen Intensität der Aus-

schläge an, welche sich in den Standardabweichungen der Maßzahlen niederschlagen. Ausgehend von der Relation beider Standardabweichungen ermittelt sich das Gewicht jedes einzelnen Indikators. Aus Gründen der Übersichtlichkeit und schnellen Nachvollziehbarkeit der Berechnung für jeden einzelnen Indikator bietet es sich an, ein festes Gewicht vorzugeben. Die Berechnungen für verschiedene Indikatoren ergeben, dass die Werte für die Relation aus beiden Standardabweichungen zwischen 0,2 und 0,3 liegen.

Tabelle 1.1

**Beispielhafte Berechnung des Standortindex anhand des Indikators „Beschäftigung in forschungsintensiven Industrien“**

Verdichtungsraum	Prozentualer Anteil			Standortquotient			Index
	STW	GGT	FuE-DL	STW	GGT	FuE-DL	
Aachen	1,1	0,8	2,7	1,0	0,7	2,4	4,3
Berlin	4,4	2,0	8,1	0,8	0,3	1,4	6,1 ++
Bielefeld	1,5	2,0	0,8	0,7	1,0	0,4	2,8
Bremen	1,4	1,6	1,3	0,9	1,0	0,8	3,2
Chemnitz	0,6	0,8	1,1	0,5	0,7	1,0	2,3
Dresden	2,4	0,6	2,5	1,8	0,5	1,8	4,5
Düsseldorf-Wuppertal	4,7	4,5	3,4	1,0	0,9	0,7	5,6 ++
Erlangen-Fürth-Nürnberg	1,9	2,8	2,0	1,0	1,5	1,1	4,5
Hamburg	5,9	2,1	4,6	1,4	0,5	1,1	5,9 ++
Hannover	1,3	1,7	1,5	0,7	0,9	0,8	3,0
Karlsruhe	2,5	2,0	2,3	1,8	1,4	1,6	5,4 +
Köln-Bonn	2,3	3,6	4,8	0,6	0,9	1,2	5,1 +
Leipzig	0,4	0,6	1,6	0,3	0,5	1,3	2,3
München	6,2	4,0	6,6	1,5	1,0	1,6	7,9 +++
Rhein-Main	7,1	4,1	8,0	1,3	0,8	1,5	8,3 +++
Rhein-Neckar	3,1	4,1	2,3	1,4	1,8	1,0	5,8 ++
Ruhrgebiet	3,2	3,8	5,9	0,6	0,7	1,0	5,5 +
Saarbrücken	0,9	1,9	1,3	0,7	1,4	1,0	3,4
Stuttgart	4,4	8,9	5,3	1,1	2,3	1,4	8,9 +++
Standardabweichung	2,0	2,0	2,4	0,4	0,5	0,5	

Die Zeilensumme ermittelt sich wie folgt:

$$\sum_{i=STW,GGT,FuE-DL} \text{Prozentualer Anteil}_i \cdot 0,3 + \text{Standortquotient}_i \cdot 0,7$$

Der Anteil am deutschlandweiten Aufkommen hat folglich ein Gewicht von 0,3; der Standortquotient geht mit einem Gewicht von 0,7 ein. – +++ Spitzenposition (Position 1 bis 3), ++ Sehr gute Position (Position 4 bis 6), + Gehobene Position (Position 7 bis 10).

Das Vorgehen sei beispielhaft anhand konkreter Daten illustriert. Hierzu sind in der **Tabelle 1.1** die prozentualen Anteile der Verdichtungsräume am Gesamtaufkommen an Beschäftigten in forschungsintensiven Industrien (STW – Spitztechnik, GGT – Gehoben Gebrauchstechnologie, FuE-DL – FuE intensive Dienstleister, technische Beratung) und die jeweiligen Standortquotienten angegeben. In der vorletzten Zeile „Standardabweichung“

sind die Standardabweichungen für jede Spalte angegeben. Die Relationen bewegen sich bei 0,2 für die STW und FuE-DL bzw. bei 0,25 für GGT. Bei Vorgabe eines Gewichts von 0,3 für den prozentualen Anteil und 0,7 für den Standortquotienten und der in der letzten Zeile der Tabelle angegebenen Summenformel ergibt sich in der vorletzten Spalte der Standortindex für jede Region für den betrachteten Indikator. Zur besseren Lesbarkeit wird dieser Index in einem letzten Schritt in ordinale Ausprägungen übersetzt, wobei „+++“ eine Spitzenposition des Verdichtungsraumes kennzeichnen.

Die Indikatoren werden in der Regel auf der Ebene der Verdichtungsräume nach Bade (1987, 2007) ausgewiesen. Im Unterschied zur Abgrenzung von Bade (1987, 2007) ist das Ruhrgebiet nach der Regionalabgrenzung des RVR räumlich definiert. Die Region Wuppertal fällt damit kleiner aus und wird mit der Region Düsseldorf zusammen betrachtet. Ergänzend dazu werden in einer weiteren regionalen Disaggregation Auswertungen zu den „TOP 5%“ Kreisen vorgenommen. Bei den TOP 5% Kreisen handelt es sich um die führenden 22 Kreise gemessen am prozentualen Anteil an der Summe des betrachteten Indikators. Im Zusammenhang mit der Analyse technologiefeldspezifischer Indikatoren werden darüber hinaus Auswertungen auf der Bundeslandebene vorgenommen oder spezifische Regionsabgrenzungen z.B. BioRegionen oder Dreier-Gliederung NRW zugrunde gelegt.

### **1.5 Abgrenzung der Zukunftsfelder**

Die Benennung und Abgrenzung von Zukunftsfeldern folgt grundsätzlich der Idee, neue aufstrebende Technologien zu identifizieren, deren Anwendung große Wohlfahrtsgewinne verspricht. Einige dieser Technologien sind gänzlich neu (z.B. Gen- und Nanotechnologie), andere hingegen basieren auf dem kumulativen Wissen etablierter Industrien (z.B. Produktions- und Medizintechnik). Die zeitliche Dimension ist dabei nicht unerheblich für die Auswahl und Benennung „neuer“ Zukunftsfelder, denn was heute als neue Technologie gilt, kann in einigen Jahren oder Jahrzehnten als klassische Technologie gelten. In der modernen Biotechnologie würden beispielsweise die Alkoholvergärung oder biologische Verfahren der Schadstoffbeseitigung z.B. Co-Vergärung<sup>12</sup> nicht berücksichtigt werden. Letztere würde hingegen als modernes umwelttechnisches Verfahren klassifiziert werden.

---

<sup>12</sup> „Als Co-Vergärung wird der Zusatz von anaerob abbaubaren Stoffen in den Faulturn bzw. eine Biogasanlage eines Klärwerks, welche nicht vom Klärwerk stammen, bezeichnet. Hierbei eröffnet sich für das Klärwerk zumeist die Möglichkeit nicht ausgelastete Faulturnmka-

Bei der empirischen Analyse der Aktivitäten in Zukunftsfeldern sind zunächst einige konzeptionelle Fragen zu lösen. So ist zunächst zu klären, ob nur die Aktivitäten der Technologieanbieter untersucht werden sollen, oder aber auch die Aktivitäten der Nutzer von Leistungen dieser Anbieter. Diese Unterscheidung ist nicht unerheblich, denn die großen wirtschaftlichen Effekte der Anwendung neuer Technologien entstehen zumeist beim Nutzer darauf basierender Produkte oder Prozesse. Analog zur Betrachtung nachgelagerter Wertschöpfungsstufen ließe sich auch argumentieren, vorgelagerter Stufen mit einzubeziehen. Beides ist ganz im Sinne des Cluster-Konzepts. Dieses betont gerade die Gesamtheit der räumlich konzentrierten Aktivitäten im Zusammenhang mit einem aufstrebenden Technologiefeld oder einer bestimmten Branche.

Aussagen zu gesamtwirtschaftlichen Wohlfahrtsgewinnen durch die Verbreitung neuer Technologien müssten dementsprechend die Gewinne sowohl bei Technologieanbietern als auch deren Zulieferer und Kunden sowie Endkunden einschließen. Als Approximation für die Wohlfahrtsgewinne bei den Konsumenten wird häufig Bezug genommen auf das Marktvolumen neuer Produkte und Prozesse basierend auf neuen Technologien. Dem Markt für Biopharmazeutika wird beispielsweise eine Marktvolumen-Steigerung von 48 Mrd. US \$ in 2004 auf 100 Mrd. US \$ in 2010 vorausgesagt.<sup>13</sup>

Das Marktvolumen ist allerdings nur eine grobe Annäherung an mögliche Wohlfahrtsgewinne einer neuen Technologie. Insbesondere mit der Anwendung der Gentechnologie besteht die Hoffnung, neue Medikamente zur Bekämpfung bislang nicht heilbarer Krankheiten zu gewinnen. Dieser Gewinn lässt sich nur schwer in Geldeinheiten ausdrücken. Als Gegenbeispiel für die Überschätzung der Wohlfahrtsgewinne ließen sich viele technologische Neuerungen im Technologiefeld der Produktionstechnik anführen. Diese haben häufig ersetzenden Charakter für bestehende Technologien. Mit anderen Worten, nur ein geringer Teil des Marktvolumens ist tatsächlich zusätzlich und resultiert aus technologiebedingten Effizienzsteigerungen und Qualitätsverbesserungen in der Fertigung.

Ein zweiter Problemkreis bezieht sich auf die statistische Erfassung der Aktivitäten in einem Technologiefeld. Zur Erfassung von Umsätzen und Beschäftigten der interessierenden Unternehmen kann eine Abgrenzung

---

pazitäten zu nutzen und dabei weitere Einnahmen zu gewährleisten.“ (<http://www.wasserwissen.de/abwasserlexikon/c/covergaerung.htm> [28.6.2007]).

<sup>13</sup> Der weltweite Arzneimittelumsatz beträgt ca. 520 Mrd. US \$ (vgl. [biotechnologie.de](http://biotechnologie.de))

der relevanten Aktivitäten auf der Basis des wirtschaftlichen Schwerpunktes der Unternehmen oder aber auf der Basis der erstellten Güter vorgenommen werden. Die Klassifikation der Wirtschaftszweige ist dabei mit zweierlei Problemen konfrontiert. Das erste drückt sich darin aus, dass eine Abgrenzung von Zukunftsfeldern im günstigsten Fall mit einigen Ungenauigkeiten, in vielen Fällen aber gar nicht möglich ist.

Nur im Idealfall mündet die Entwicklung und Diffusion einer neuen Technologie in der Definition eines neuen Wirtschaftszweiges, um so die Anbieter von Produkten und Prozessen, die mithilfe der neuen Technologie erstellt wurden, korrekt erfassen zu können. Häufig geschieht dies nur mit reichlicher Verzögerung oder auch gar nicht. Bis dato sind Biotechnologieunternehmen in verschiedenen Wirtschaftszweigen zu finden, da ein eigener Wirtschaftszweigcode für diese Unternehmen nicht vorliegt.

Das zweite Problem der Klassifikation der Wirtschaftszweige ist, dass Unternehmen nach ihrem wirtschaftlichen Schwerpunkt klassifiziert werden. Gerade größere Unternehmen stellen in der Regel eine Vielzahl verschiedenster Produkte her. Deren Aktivitäten in einem bestimmten Technologiefeld bleiben unberücksichtigt, wenn dieses Technologiefeld eine Randaktivität der Unternehmen darstellt. So setzen auch große Life-Science Unternehmen bereits heute biotechnologische Verfahren in der Produktion ein. Gleichwohl ist der Stellenwert dieser Verfahren in diesen Unternehmen ein anderer als in reinen Biotech-Unternehmen. Dieses Problem kann jedoch dadurch begegnet werden, dass eine Auswertung zu den Umsätzen mit den interessierenden Gütern vorgenommen wird. Diesen Weg wird auch die vorliegende Studie beschreiten.

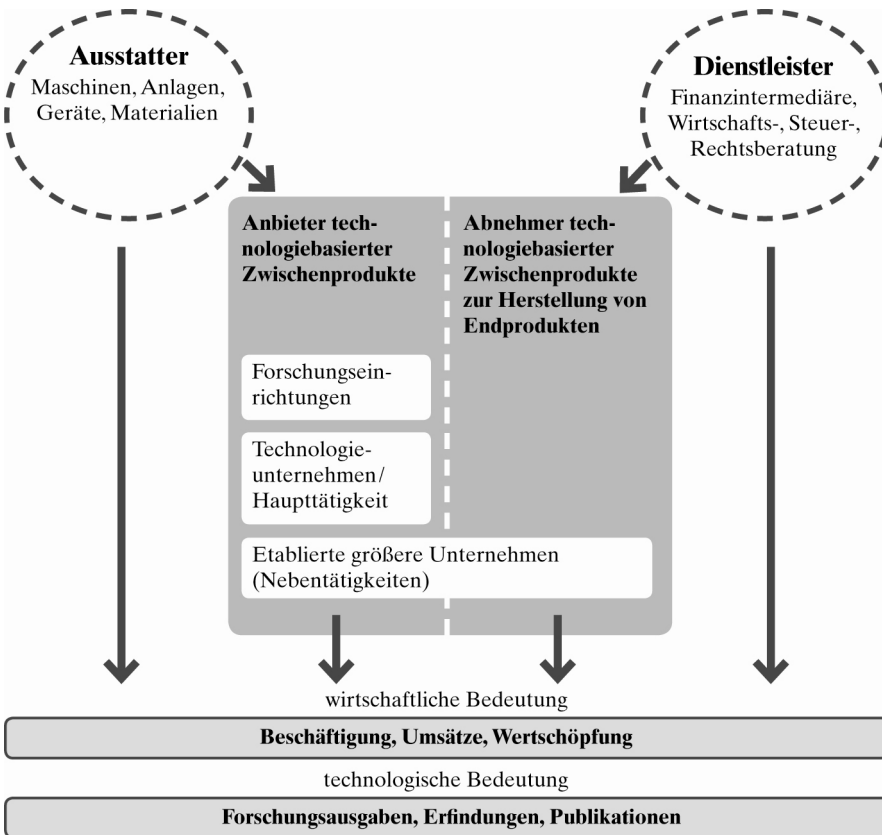
Im **Schaubild 1.1** ist eine Gesamtübersicht zu den wesentlichen Akteuren angegeben, die bei Erfassung von Aktivitäten in den Zukunftsfeldern zu berücksichtigen wären. Wichtig ist die Unterscheidung nach Wertschöpfungsstufen („Ausstatter“, „Technologieanbieter“, „Technologie-nutzer“ und „Intermediäre“) einerseits und nach Art des Akteurs („Forschungseinrichtungen“, „Technologieunternehmen“ und „etablierte, größere Unternehmen“).

Bereits die wenigen diskutierten Punkte sollen verdeutlichen, wie wichtig die inhaltliche Auseinandersetzung mit der Abgrenzung von Zukunftsfeldern und deren statistische Erfassung ist, um aussagekräftige Indikatoren aufbereiten zu können. Jede Abgrenzung von Zukunftsfeldern in den Statistiken zum Zweck der Aufbereitung aussagekräftiger Indikatoren stellt einen Kompromiss zwischen dem Machbaren und der zugrunde liegenden exakten Definition des Technologiefelds dar. Die Abgrenzung der Zukunftsfelder orientiert sich an zwei Vorgaben:



- Es werden hauptsächlich die Aktivitäten der Anbieter neuer Technologien erfasst. Die Analyse der Aktivitäten auf vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsstufen erfolgt eher ergänzend.
- Die Zukunftsfelder überlappen sich teilweise. Dies resultiert in erster Linie aus Werkstoffinnovationen im Nano- und Mikrobereich, die in vielen Anwendungsbereichen (darunter Umwelttechnik, Biotechnologie etc.) zum Einsatz kommen. Ein Herausrechnen dieser Überlappungen erscheint wenig sinnvoll und ist teilweise auch gar nicht möglich.

Schaubild 1.1

**Erfassung der Aktivitäten in Zukunftsfeldern**

Eigene Darstellung.

Die Umsetzung der Vorgabe wird detailliert in den jeweils betreffenden Kapiteln für jedes Zukunftsfeld separat diskutiert. Die verwendete Abgrenzung der Zukunftsfelder in dieser Studie für die verschiedenen Klassifikationen (Klassifikation der Wirtschaftszweige, Güterverzeichnis der Produktionsstatistik, Leistungsplansystematik des Bundes, Patentstatistik) ist dem Anhang „*Abgrenzung der Zukunftsfelder*“ zu entnehmen.

### **1.6      Verwendete Mikrodatenquellen**

Für die empirische Annäherung an die wirtschaftliche und technologische Bedeutung der Zukunftsfelder genügt es nicht, ausschließlich Sonderauswertungen bei statistischen Ämtern oder anderen Datenanbietern in Auftrag zu geben. Dieser Weg kann allenfalls punktuell erfolgen und bietet sich vor allem für die Erhebung der Indikatoren des allgemeinen Innovationspotenzials an. Für die technologiefeldspezifischen Analysen ist ein direkter Zugang zu Mikrodatenquellen dagegen unabdingbar. Ebenso empfiehlt sich die Erhebung von Primärdaten bei den relevanten Akteuren.

Die zunehmende Verfügbarkeit von Individualdaten eröffnet dabei Möglichkeiten für das angewandte empirische Arbeiten, die vor Jahren noch nicht denkbar oder realisierbar gehalten wurden. Dabei sind es gleichermaßen amtliche wie auch nicht-amtliche Datenquellen, die sowohl für Wissenschaftler als auch für Praktiker in zunehmendem Maße zugänglich worden.

Die Verwendung von Mikrodaten stellt allerdings deutliche höhere Anforderungen an den Anwender dieser Daten. Mit dem Einblick in die Individualdaten tauchen ganz praktische Probleme (z.B. Umgang mit fehlenden Werten) auf, die es zu lösen gilt. In der Regel ist der Zeitaufwand um ein Vielfaches höher, wenn Auswertungen basierend auf Mikrodaten erstellt werden.

Darüber hinaus impliziert das Bestreben, tiefer gehende statistische Auskünfte mittels Mikrodaten zu erlangen, häufig Kollisionen mit den Richtlinien des Datenschutzes. Einerseits bestätigte das Bundesverfassungsgericht in seinem Urteil das Individualrecht auf „informationelle Selbstbestimmung“<sup>14</sup>, andererseits wird den einzelnen Erhebungseinheiten zu gebilligt, dass ihre individuellen Merkmale im Rahmen der statistischen Zusammenführung weder direkt oder über zur Hilfenahme weitere Information identifiziert werden können.

---

<sup>14</sup> BVerfGE 65, 1 – Volkszählung. Urteil des Ersten Senats vom 15. Dezember 1983 auf die mündliche Verhandlung vom 18. und 19. Oktober 1983 – 1 BvR 209, 269, 362, 420, 440, 484/83 in den Verfahren über die Verfassungsbeschwerden

Seitdem die Individualdaten, die die Basis der veröffentlichten Statistik darstellen, im vermehrten Umfang der Forschergemeinschaft<sup>15</sup> in aufbereiteter Form der Zugang gewährt wird, besteht für wissenschaftlich arbeitende Personen und Institutionen die Möglichkeit, unter Beachtung der Richtlinien für die Anonymisierung sich die für die jeweilige Forschungsfrage benötigte Information zu erstellen. Auf Grundlage dieser Daten wird für die Forscher die Möglichkeit eröffnet, sich eine Datenbasis für das spezifische Problem adäquat zusammenzustellen um es in weiteren Schritten empirisch zu untersuchen.

Die für die Schwerpunktstudie zugrunde liegenden wesentlichen Datenquellen auf der Mikroebene werden im Folgenden in knappen Zügen erörtert. Dies vor allem, um die Nachvollziehbarkeit des gewählten Vorgehens zu belegen.

### 1.6.1 Amtliche Datenquellen auf der Mikroebene

#### *Product-Producer-Panel*

Im vorherigen Abschnitt wurde die Problematik der mangelnden Exaktheit der Klassifikation der Wirtschaftszweige<sup>16</sup> zur Erfassung der Produktion bzw. Leistungserstellung in einem Zukunftsfeld angesprochen. Bei der Verwendung der Klassifikation der Wirtschaftszweige werden die Betriebe ausgewählt, die ihren wirtschaftlichen Schwerpunkt in den vorher festgelegten Wirtschaftsklassen eines Zukunftsfelds haben. Dabei werden dem betrachteten Zukunftsfeld auch Güter zugerechnet, die mit dem wirtschaftlichen Schwerpunkt des Betriebs nichts zu tun haben und daher nicht zum Zukunftsfeld gehören.<sup>17</sup>

Als Auswege wurde die Verwendung des Unternehmenskonzeptes, d.h. Liste von Unternehmen mit Aktivitäten in einem Zukunftsfeld und die Verwendung der Daten der Produktionserhebung diskutiert. Die Verwendung der hergestellten Güter anstelle des wirtschaftlichen Schwerpunkts

---

<sup>15</sup> In diesem Zusammenhang gilt es auf die neu geschaffene Institution der Forschungsdatenzentren der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder hinzuweisen.

<sup>16</sup> Die Wirtschaftszweigsystematik gliedert die wirtschaftlichen Tätigkeiten von ökonomisch agierenden Einheiten wie beispielsweise Unternehmen oder Betrieben. Im Rahmen der Europäisierung fußt sich auf EG-Verordnungen und ist verbindlich als statistisches Gliederungsschema eingeführt. An der Erarbeitung dieser Klassifikationen sind Wirtschaftsverbände, fachlich zuständigen Behörden und andere Institutionen maßgeblich einbezogen worden. Sie ermöglicht eine statistische Zuordnung aller wirtschaftlichen Tätigkeiten (StaBuA 2003).

<sup>17</sup> Erläuterungen zu den gewählten Abgrenzungen der Zukunftsfelder werden im Folgenden geliefert.

erlaubt eine tiefergehende Analyse der wirtschaftlichen Tätigkeit eines Betriebs. Wiederum sind die Güterklassen im Vorfeld zu definieren, die eine Erfassung der wirtschaftlichen Tätigkeiten in einem Zukunftsfeld beschreiben sollen. Wenn auf einer solchen Weise zugeordnet wird, wird auf die Gütererstellung von jenen Betrieben berücksichtigt, die ihren wirtschaftlichen Schwerpunkt nicht unbedingt in den definierten Wirtschaftszweigen eines Zukunftsfelds haben. Während der Berichtskreis der Betriebe damit etwas weiter gefasst wird, ist zunächst unklar, ob die Produktionswerte höher oder geringer ausfallen. Für die Zunahme spricht zunächst die beschriebene Erfassung der Produktionswerte bei Berücksichtigung von zukunfts-feldrelevanten Aktivitäten der Betriebe mit wirtschaftlichem Schwerpunkt in Wirtschaftsklassen außerhalb des Zukunftsfelds. Dem stehen Ausschlüsse bei Betrieben mit wirtschaftlichem Schwerpunkt im Zukunftsfeld gegenüber, bei dem die Güterproduktion in Gütergruppen außerhalb des Zukunftsfelds unberücksichtigt bleiben.

Schaubild 1.2

**Überschneidung der Berichtskreise nach dem Güter- und Wirtschaftszweigkonzept**



Eigene Darstellung.

Im **Schaubild 1.2** sind die Zusammenhänge noch einmal zusammengefasst. Die rechte Spalte gibt die Werte der Güterproduktion wieder, die unberücksichtigt bleiben sollen. Dies ist einzig mit Zugrundelegung des Güterkonzepts möglich.

Den Angaben der Produktionserhebung zufolge betrug der Produktionswert der zum Absatz bestimmten Waren im Verarbeitenden Gewerbe im Jahr 2005 etwas über eine Billion € (vgl. **Tabelle 1.2**). Allein in Bereichen, in denen neue Werkstoffe produziert werden, entfallen 11,2% des Produktionswertes. Dies verdeutlicht den beachtlichen Stellenwert der Werkstoffproduktion als Materialeinsatz für andere Wirtschaftsbereiche. Ein ebenso

beachtlicher Anteil zeigt sich für die Produktionstechnik, welche den Maschinenbau umfasst. Der derzeit kleinste Produktionswert zeigt sich bei Gütern der Biotechnologie.

Tabelle 1.2

**Wert der zum Absatz bestimmten Produktion**

Zukunftsfeld	Summe absolut in 2005 (Mrd. €)	Anteile in 2005 (in %)
Textilgüter	11,7	1,1
Chemische Erzeugnisse	63,5	6,0
Metallerzeugnisse	43,3	4,1
Energietechnik (Anlagen)	10,6	1,0
Klimaschutzgüter	9,6	0,9
Biotechnologie	1,3	0,1
Produktionstechnik	50,0	4,7
Medizintechnik	11,7	1,1
Medizinproduktion	14,6	1,4
Alle Güter	1 056,9	100,0

Quelle: Vierteljährliche Produktionserhebung im Verarbeitenden Gewerbe nach GP 2002 (9 Steller) des Statistischen Bundesamts [9.11.2007], eigene Berechnungen.

Ziel der weiteren Analysen für die Zukunftsfelder ist es, den Stellenwert der einzelnen Bereiche differenziert nach Regionen zu betrachten. Dies erfolgt in den einzelnen Abschnitten getrennt nach jedem Zukunftsfeld. Grundlage dieser Analysen bilden die Paneldaten der Produktionserhebung im Verarbeitenden Gewerbe im Land Nordrhein-Westfalen auf Ebene der einzelnen Betriebe. Diese Daten wurden vom LDS NRW aufbereitet und konnten mittels kontrollierter Datenfernauswertung und Gastaufenthalten in Düsseldorf genutzt werden.<sup>18</sup>

### 1.6.2 Nicht-amtliche Datenquellen auf der Mikroebene

#### *Amadeus Datenbank*

AMADEUS (Analyze MAjor Databases from EUropean Sources) ist eine kommerzielle Unternehmensdatenbank mit Informationen über 8 Mill. private und öffentliche Unternehmen aus 38 europäischen Ländern (Stand November 2006). Gesammelt werden die Daten von Bureau Van Dijk (BvD), das zur Informationsbeschaffung mit dreißig Datenanbietern (u.a. Vereine Creditreform) aus verschiedenen Ländern zusammenarbeitet.

<sup>18</sup> Die Autoren bedanken sich bei Herrn Schädicke und seinen Mitarbeitern vom LDS NRW für die geleistete Unterstützung dieser Arbeiten.

AMADEUS beinhaltet Längsschnittinformationen zur Beschäftigung, Umsatz, 23 verschiedenen Bilanzpositionen und 25 Variablen aus der Gewinn und Verlustrechnung für einen Zeitraum von bis zu zehn Jahre. Zusätzlich werden Geschäftsinformationen (z.B. Eigentümer, Manager und Tochtergesellschaften), Tätigkeitsbeschreibungen und die Branchenzugehörigkeit sowie allgemeine Finanzmarktdaten laufend aktualisiert. Am RWI Essen sind derzeit insgesamt vier Updates aus den Jahren 1998, 2000, 2002, 2004 und je zwei aus dem Jahr 2006 verfügbar.

In der AMADEUS (Update November 2006) liegen Angaben zu circa 834 700 Unternehmen mit Hauptsitz in Deutschland vor, deren Wirtschaftsaktivitäten zur Erfassung und regelmäßigen Aktualisierung im Datenbestand von Creditreform führen. Als „wirtschaftsaktiv“ gilt ein Unternehmen, wenn eine Wirtschaftsauskunft – z.B. von einem Finanzinstitut oder einem Lieferanten – eingeholt wurde, ein Eintrag im Handelsregister vorliegt oder wenn durch das Unternehmen Arbeitsplätze geschaffen wurden. Kleinstgewerbetreibende, Freiberufler, landwirtschaftliche Unternehmen, sowie Ich-AGs sind in der Datenbank untererfasst.

Hinsichtlich der Datenqualität ist hervorzuheben, dass für ca. 80 Prozent der Unternehmen zeitnahe Beschäftigungsangaben vorliegen. Trotz der geringeren Wahrscheinlichkeit für die Erfassung sehr kleiner Unternehmen hat ein sehr großer Prozentsatz der erfassten Unternehmen eine geringe Größe. So haben rund 80 Prozent der Unternehmen einen betrieblichen Ertrag von unter 1,5 Millionen Euro, Gesamtaktiva von unter 3 Millionen Euro oder unter 20 Beschäftigte.

Die Amadeus-Datenbank ist die zentrale Datengrundlage, um wesentliche Charakteristika für Unternehmen zu erfassen, die in den Zukunftsfeldern aktiv sind. Für die Erfassung der Beschäftigung im Zukunftsfeld Nanotechnologie ist die Datenquelle essenziell, da in keiner anderen Datenquelle hinreichende Angaben auf unternehmensindividueller Ebene verfügbar wären. Darüber hinaus dient die Amadeus unter anderem dazu, die umsatzstärksten Unternehmen in der Medizintechnikindustrie bzw. in den Wirtschaftszweigen der Produktionstechnik zu identifizieren und regional zu verorten.

### *EPO-Datenbank*

Die Anmeldung einer Erfindung zum Patent ist eine von mehreren Möglichkeiten, den unentgeltlichen Zugriff auf die Ergebnisse der Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen, die mitunter hohe Kosten verursachen, für einen bestimmten Zeitraum gegenüber Dritten zu schützen. Patente sind zwar nicht ganz frei von Kritik, da diese auch eine strategische Funktion erfüllen können. Gleichwohl sind Patentanmeldungen und -erteilungen gut

dokumentiert und frei von Verzerrungen durch Antwortverweigerungen, wie sie in Befragungen sonst üblich sind (vgl. Teil A des Innovationsberichts für eine ausführliche Betrachtung).

Zur Analyse der Patentanmelde- und Patenterteilungsaktivitäten werden die „PATSTAT“ Datenbank und die „ESPACE Bulletin“ CD-ROM verwendet. Beide Datenbanken werden vom Europäischen Patentamt (European Patent Organization – EPO) in Wien angeboten. Die ESPACE CD's haben den Vorteil der vergleichsweise einfachen Handhabung. Dies geht allerdings ein wenig auf Kosten der Analysetiefe. Während die ESPACE keine Vorwärts- und Rückwärts Zitationen enthält, sind diese in PATSTAT verzeichnet. Demgegenüber hat die PATSTAT den Nachteil der extrem aufwendigen Handhabung. So sind zunächst umfangreiche Aufbereitungen zum Einlesen der Daten erforderlich.

Es wurden frühzeitig Begrenzungen vorgenommen, um die anvisierten Analysen in der gegebenen Projektlaufzeit absolvieren zu können. Maßgebliche Datenquelle war die ESPACE Bulletin. Die Auswertungen konzentrierten sich hierbei vorrangig auf die Patentanmeldeaktivitäten. Der Untersuchungszeitraum bei der Analyse der Patentanmeldungen reicht von 1995 bis 2006. Grundlage bildet das Datum der Anmeldung der Erfindung beim Europäischen Patentamt. Dies liegt in vielen Fällen einige Monate nach dem Prioritätsdatum, welches den Zeitpunkt der erstmaligen Anmeldung derselben Erfindung bei einem anderen Patentamt (in der Regel nationale Patentämter) wiedergibt. Eine Fokussierung auf das Prioritätsdatum würde dem Ideal der zeitlichen Nähe zur Genese der Erfindung etwas näher kommen als die Verwendung des Anmeldedatums beim EPO. Leider ist das Prioritätsdatum nicht in allen Fällen belegt, d.h. die nationalen Patentämter stellen diese Information nicht vollständig zur Verfügung.

Aufgrund des sogenannten Prioritätsprinzips können innerhalb eines Jahres ab dem Prioritätsdatum (=Anmeldedatum der ersten Patentanmeldung einer Erfindung) weitere Anmeldungen für dieselbe Erfindung weltweit getätigt werden. Der Patentschutz aller Anmeldungen innerhalb eines Jahres besteht dabei zum Stichtag des Prioritätsdatums der Erstanmeldung. Dieses Prinzip hat im Übrigen zur Folge, dass mit Datenstand zum Februar 2007 eine Untererfassung der Patentanmeldungen beim EPA für das Jahr 2006 und zum Teil auch noch für das Jahr 2005 zu erwarten ist. So nimmt die Zahl der monatlich registrierten Patentanmeldungen zum Anmeldedatum ab Mitte 2005 deutlich ab.

Tabelle 1.3

**Patentanmeldungen mit deutscher Erfinderbeteiligung in den Zukunftsfeldern**Anteilige Patentanmeldungen<sup>1</sup> beim EPO 2001-2006 nach dem Anmeldedatum beim EPA

Biotechnologie	4 912
Medizintechnik	1 843
Produktionstechnik	3 137
Verbundwerkstoffe (Neue Werkstoffe )	246
Mikrotechnologie	135
Nanotechnologie (ECLA)	1 065
Energieeffizienz	802
Erneuerbare Energien	210
Umwelttechnik	1 188

Quelle: ESPACE Bulletin des Europäischen Patentamts – EPA/EPO, Berechnungen des RWI. – <sup>1</sup> anteilige Patentanmeldung: Dieser Wert berechnet sich aus dem Verhältnis Zahl der Erfinder in einem Bundesland dividiert durch die Gesamtzahl der an einer Patentanmeldung beteiligten Erfinder.

Nach Auswahl der jeweils relevanten Patentklassen werden die Daten exportiert, aufbereitet und auf regionaler Ebene nach dem Sitz der Erfinder aggregiert. In nur sehr wenigen Fällen konnten die Wohnsitze der Erfinder nicht einem der deutschen Stadt- und Landkreise zugewiesen werden. Dies betrifft in der Regel weniger als 1% der erfassten Patentanmeldungen in jedem Zukunftsfeld. **Table 1.3** gibt einen Überblick zur Zahl der Patentanmeldungen für die untersuchten Zukunftsfelder. Bei den ausgewiesenen Angaben handelt es sich um gewichtete Angaben, d.h. anteilige Patentanmeldungen. Bei der Gewichtung wurde jedem der  $n$  Erfinder an einem einzelnen Patent ein gleich hoher Patentanteil zugewiesen ( $w_i = 1/n$ ). Im Anschluss daran wurden die Patentanteile nach Kreisen aufsummiert.

Die PATSTAT Datenbank wurde ergänzend eingesetzt, um in zwei ausgewählten Zukunftsfeldern (Biotechnologie und Medizintechnik) die regionale Verflechtungsanalyse der Erfindersitze vorzubereiten und durchzuführen. Aus Gründen der Praktikabilität erfolgte in der PATSTAT eine Begrenzung auf Patenterteilungen. Da nur etwa jede vierte veröffentlichte Patentanmeldung in einer Patenterteilung mündet, reduziert sich die Zahl der aufzubereitenden Datensätze mit der PATSTAT erheblich. Aus der PATSTAT wurden Patentnummern ausgewählt, für die innerhalb der Jahre 1995 bis 2004 eine Patenterteilung registriert wurde. Grundlage für die Analysen zur Patentaktivität ist der am Ruhr-Forschungsinstitut für Innovations- und Strukturpolitik (RUFIS) vorhandene kumulierte Bestand der



PATSTAT vom September des Jahres 2006.<sup>19</sup> Die Fokussierung auf die erteilten Patente bewirkt, dass in den weiteren Untersuchungen nur Forschungsaktivitäten enthalten sind, welche durch die Erteilung als „Neuartige Innovation“ eingestuft werden. Sie sind im eigentlichen Sinn mit der Zuweisung von Nutzungsrechten verbunden, die ökonomisch verwertbar sind.

Die regionale Verflechtungsanalyse, die am RUFIS durchgeführt wurde, zielt darauf ab, Erfindernetzwerke nachzuzeichnen. Die hierzu durchgeführten Arbeiten geben dabei im Wesentlichen einen Einblick dahingehend, wo sich die Wohnsitze der Erfinder befinden, mit denen Erfinder aus einem bestimmten Kreis zusammen eine zum Patent angemeldete Erfindung generiert haben. Für die Gewichtung der Verbindung zwischen zwei Regionen wurde der jeweiligen Verbindung zwischen Erfinder  $i$  und Erfinder  $j$  ein entsprechender Anteil an allen möglichen Verbindungen zugewiesen ( $w_{ij} = 1 / [n(n-1)]$ ). Für eine Verbindung wurden dann die gewichteten paarweisen Patenzusammenarbeiten summiert.

Die Interpretation einer hohen Erfinderverflechtung hat hierbei allerdings ihre Grenzen, da die Erfinderverflechtung in erster Linie die Wohnsitzwahl der Erfinder widerspiegelt. Mit der zusätzlichen Berücksichtigung der Patentanmelder ergeben sich jedoch weiterführende Interpretationsmöglichkeiten.

#### *profi-Förderdatenbank des Bundes*

Das IT-Verfahren *profi* (=Projektförder-Informationssystem) dient als Kommunikationsplattform, die schrittweise zu einem umfassenden Management-System für die Vergabe und Abwicklung von Zuwendungen und Aufträgen in Ressorts und Behörden mit ihren Projektträgern ausgebaut wird. Die zentrale Pflege des Datenbestandes und Durchführung und Überprüfung von Klassifikationen wird im BMBF durchgeführt. Auf dem *profi*-Datenbestand basiert unter anderem auch der Förderkatalog, der im Internet seit 2000 für die Öffentlichkeit zugänglich ist. Dieser beinhaltet die zur Veröffentlichung freigegebenen Basisdaten aller laufenden und abgeschlossenen Vorhaben aus dem Bereich der Projektförderung (vgl. DLR 2005).

---

<sup>19</sup> Die Begrenzung auf 1995 bis 2004 folgt unter anderem aus der Beobachtung, dass für jüngst erteilte Patente in 2005 und 2006 noch etwas größere Datenlücken zu beobachten sind als für Patenterteilungen in den Jahren zuvor.

Zum Zweck der Durchführung des Innovationsberichts 2007 wurde dem RWI Essen Anfang August des Jahres 2007 ein Auszug des profi-Datenbestandes für ausgewählte Förderschwerpunkte zur Verfügung gestellt.<sup>20</sup>

Danach verausgabte im Jahr 2006 das Bundesministerium für Bildung und Forschung etwa 2,1 Mrd. € für die Projektförderung. Differenziert nach dem Sitz der Empfängergruppen konnten Unternehmen und öffentliche Forschungseinrichtungen aus Nordrhein-Westfalen etwa 570 Mill. € einwerben. Der Anteil von NRW liegt damit um einiges höher als derjenige von Baden-Württemberg (360 Mill. €) und Bayern (190 Mill. €) (vgl. BMBF 2007). Grund hierfür ist die in erster Linie die Ballung von Großforschungseinrichtungen am Forschungszentrum Jülich sowie der Mittelzufluss des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) in Köln. Die Betrachtung nach Empfängergruppen kann sich allerdings sehr deutlich von der Betrachtung nach der ausführenden Stelle unterscheiden. Dies zum einen deshalb, da in den Mittel der Projektförderung auch Projektstabskosten enthalten sind. Diese wären dementsprechend herauszurechnen. Zum anderen hat die DLR verschiedene Institute, deren Sitz zumeist außerhalb von NRW liegt. Ein großer Teil der von der DLR eingeworbenen Mittel kommt daher anderen Bundesländern zu gute. Aufgrund der genannten Besonderheiten ist es dann auch nicht verwunderlich, dass in NRW nur 14% der Mittel von Unternehmen eingeworben wurden. In Bayern und Baden-Württemberg liegt der Anteil dagegen bei etwa 40%.

Ein etwas anderes Bild zeigt sich bei der Analyse der institutionellen Förderung für die Institute der Fraunhofer-Gesellschaft, Max-Planck-Gesellschaft, Helmholtz-Gesellschaft und Leibniz-Gemeinschaft. Hier liegt Baden-Württemberg mit 641 Mill. € vor Nordrhein-Westfalen mit 525 Mill. € und Bayern mit 397 Mill. €. Im Ranking spiegelt sich wieder, dass das Ländle über vergleichsweise viele Institute der außeruniversitären Forschung verfügt.

Die oben erwähnten Besonderheiten lassen erwarten, dass die differenzierte Betrachtung nach der ausführenden Stelle und ohne Berücksichtigung der Projektstabskosten ein etwas anderes Ranking erwarten lassen. In jedem Fall überschätzt die reine Betrachtung der Mittelzuflüsse nach Empfängergruppen die tatsächliche Mitteleinwerbung für Forschungsprojekte im Land Nordrhein-Westfalen.

---

<sup>20</sup> Wir bedanken uns bei Herrn Günter Krauss Referat Z 22 – Informationstechnik im BMBF für die Bereitstellung der Angaben aus der profi-Datenbank.

### 1.6.3 Eigene Befragungen

#### *Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen in Nordrhein-Westfalen*

In den Monaten Juli bis September wurde durch das RWI Essen eine Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen durchgeführt. Diese richtete sich ausschließlich an Universitäten, Fachhochschulen und deren An-Institute sowie Institute der Fraunhofer-Gesellschaft, Max-Planck-Gesellschaft, Helmholtz Gesellschaft, Leibniz-Gemeinschaft mit Sitz im Land Nordrhein-Westfalen. Um einen möglichst großen Rücklauf zu erzielen und zur Prüfung der Plausibilität der Angaben wurden verschiedene Adressaten angesprochen. Einerseits wurden die Rektorate angeschrieben, um auf die Befragung aufmerksam zu machen und somit um Unterstützung zu werben. Andererseits wurde versucht, Angaben auf der kleinsten Organisationseinheit einer Einrichtung (Lehrstuhl bzw. Institut) zu erheben. Ergänzend wurden die Sprecher relevanter Fakultäten, Fachbereiche oder Fachgruppen angeschrieben.

Der Schwerpunktbericht hat eine klare Ausrichtung auf die Erfassung von Kompetenzen im ingenieur- und naturwissenschaftlichen Bereich. Ausgehend davon wurden in einem ersten Schritt nur jene Fakultäten berücksichtigt, die in diesen Gebieten tätig sind. Im Einzelnen sind dies die naturwissenschaftlichen Fakultäten der Physik, Chemie, Biologie, Medizin und die ingenieurwissenschaftlichen Fachbereiche Maschinenbau/-wesen, Elektro- und Informationstechnik, Werkstofftechnik.

Innerhalb dieser Fakultäten wurden Institute nicht berücksichtigt, von denen unserer Einschätzung nach nur geringe Aktivitäten in den Zukunftsfeldern zu erwarten sind. Diese Einschränkung folgt der Idee, wesentliche Akteure frühzeitig zu identifizieren, um so Mehrbelastungen für Einrichtungen mit marginalen Tätigkeiten in den technologischen Zukunftsfeldern so gering wie möglich zu halten. Dieses forschungspragmatische Vorgehen ist zu rechtfertigen, da zugleich die Aktivitäten auf der nächst höheren Ebene erfasst werden sollen.

Grundlage für die Auswahl der Adressaten an Universitäten und Fachhochschulen bildeten die Darstellungen der Fachbereiche und Institute im Internet. Ergänzend, zum Zweck wesentlicher Akteure, fanden zwei weitere Quellen Berücksichtigung. Zum einen wurde ein Abgleich mit der Liste von circa 125 Forschungseinrichtungen mit Sitz in NRW vorgenommen, die im Rahmen der industriellen Gemeinschaftsforschung aktiv sind. Zum anderen erfolgte ein Abgleich mit der Liste von Forschungseinrichtungen mit Sitz in NRW vorgenommen, die im Umwelttechnologieatlas des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit verzeichnet waren (BMU 2007a).

In der Grundgesamtheit wurden insgesamt 843 Adressaten erfasst. Mitte Juli startete die schriftliche Befragung, durchgeführt vom RWI Essen, mit der ersten Erhebungswelle. Dieser folgte nach Ende der Schulferien im August 2007 eine zweite Welle, bei der alle Adressaten nochmals schriftlich angeschrieben wurden, sofern sie in der Zwischenzeit nicht geantwortet hatten.

Da einige Institute sich zur Abgabe eines Fragebogen für mehrere Institute entschlossen haben, reduzierte sich die Grundgesamtheit von ursprünglich 843 auf 772. Hierin sind nicht die ausgefüllten Fragebögen der Rektorate, Dekanate erhalten. Grund hierfür ist, dass diese rein zu Prüfzwecken mit den Angaben der antwortenden Institute verwendet wurden.

In der **Tabelle 1.4** ist der Rücklauf differenziert nach Art der Einrichtung und deren Sitz in einem der drei Großräume angegeben. Mit einem Rücklauf von 254 Fragebögen wurde eine Rücklaufquote von 33,4% erreicht. Trotz des Umstandes der Ferienzeit ist der erzielte Rücklauf als recht ordentlich zu werten. Hierzu trug sicherlich der Umstand bei, dass ein von Herrn Minister Professor Andreas Pinkwart unterschriebenes Begleitschreiben beigelegt werden konnte. Im Schnitt haben die außeruniversitären Einrichtungen häufiger geantwortet als die Einrichtungen des Hochschulsektors. Nach Bereinigung um Doppelerfassungen können insgesamt 236 Fragebögen ausgewertet werden.

Tabelle 1.4

**Rücklaufquote nach Regionen und Einrichtungen**

	Insgesamt	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Außeruniversitäre Forschungseinrichtung	50,9	37,5	38,5	63,6
Universität/Fachhochschule	32,1	34,2	30,2	31,3
Summe	33,4	34,5	30,5	33,8

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.

Die Auswertung der ausgefüllten Fragebögen erfolgt für jedes Technologiefeld getrennt und zwar differenziert nach den drei Großräumen Rheinland, Ruhrgebiet und Westfalen. Die regional aggregierte Betrachtung der Antworten der einzelnen Einrichtungen ist naturgemäß mit der Schwierigkeit konfrontiert, dass sehr heterogene Einrichtungen zusammengefasst werden. Regionale Unterschiede in den Forschungsstrategien können folglich nur einen groben Eindruck gewähren, die keinerlei Rückschluss auf die Aktivitäten einzelner Institutionen geben. Gleichwohl lassen sich Assoziationen herausarbeiten, z.B. ob überdurchschnittliche Aktivitäten in der Drittmitteleinwerbung zu Lasten oder zu Gunsten einzelner Kennziffern des Forschungsoutputs gehen. Eine weitere Schwierigkeit betrifft die vergleichswei-

se kleine Fallzahl. Im Technologiefeld Biotechnologie werden in den Analysen zwischen 15 und 20 Einrichtungen pro Region berücksichtigt. Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass die Auswertung der Innovationsindikatoren auf der Basis der Zuordnung der Einrichtungen nach ihrem Forschungsschwerpunkt erfolgt. Die Zahl der Publikationen, Veröffentlichungen und Patentanmeldungen sagt demnach etwas über die Positionierung solcher Einrichtungen aus. Sie sagt im Umkehrschluss jedoch nur wenig über die konkreten Aktivitäten in einem Zukunftsfeld aus. Solche Informationen können im Rahmen einer Befragung nur sehr schwer erhoben werden. Hierzu wäre also eine andere Vorgehensweise erforderlich. Erwähnt sei die bibliometrische Analyse, d.h. die Erfassung von Veröffentlichungen im relevanten Technologiefeld und deren Zurechnung zu einzelnen Institutionen und damit Regionen (vgl. Ball und Tunger 2005 für eine Einführung in die Thematik und z.B. Havemann 2001 für eine exemplarische Anwendung). Schließlich sei auf das grundsätzliche Problem hingewiesen, dass die ausgewerteten Angaben auf Selbsteinschätzungen der Institute beruhen. Die Abgleiche mit den Angaben auf der übergeordneten Einrichtung, wo es möglich war, deuten jedoch auf eine recht plausible Angaben der nachgeordneten Einrichtungen hin.

#### *Befragung von Transferstellen der Hochschulen und Wirtschaftskammern in NRW*

Im August und September 2007 wurde eine Erhebung unter hochschulnahen Intermediären (**HI**) und wirtschaftsnahen Intermediären (**WI**) in NRW durchgeführt. Komplementiert wurde die Analyse durch Hintergrundgespräche mit ausgewählten Intermediären.

Die Grundgesamtheit der Befragung setzt sich aus 67 angeschriebenen Intermediären zusammen. Von diesen haben zunächst 39 geantwortet. Nach Bereinigung der Stichprobe hinsichtlich ihrer inhaltlichen Verwertbarkeit betrug die Anzahl der zur Auswertung geeigneten Antworten 35, was eine Rücklaufquote von über 50% bedeutet. Die HI und WI sind innerhalb dieser Stichprobe nahezu gleich verteilt, mit kleiner Mehrheit für die WI. Die Rücklaufquote der HI beträgt 42% und die der WI knapp 72%. Aufgrund der eher kleinen Stichprobe sind einige Hinweise für das weitere Vorgehen notwendig. Es wurden keinerlei Gewichtungen bei der Auswertung angewendet. Aufgrund der geringen Fallzahl können zwar Grundtendenzen erkannt und interpretiert werden. Geringe Unterschiede in den betrachteten Indikatoren sollten daher nicht überinterpretiert werden. Die begrenzte Aussagekraft zeigt sich vor allem bei der regional differenzierten Betrachtung.

## 1.7 Fazit

Zwar liegen der Entwicklung industrieller Technologien gewisse allgemeine Regelmäßigkeiten bzw. – nicht unbedingt immer hinreichend erforschte – kausale Zusammenhänge zugrunde, die allen Sektoren der industriellen Produktion gemeinsam sind, beim genaueren Hinsehen zeigen sich aber auch sehr große sektorale Unterschiede. So weisen auch die im vorliegenden Forschungsbericht behandelten „Zukunftstechnologien“ erhebliche Unterschiede auf, z.B. hinsichtlich des jeweiligen Verhältnis zu der vorwiegend an Universitäten betriebenen Grundlagenforschung, der Rolle von technologieorientierten Unternehmensgründungen bei der Technologieentwicklung und der Natur und der Intensität des staatlichen Einflusses auf den jeweiligen Bereich.

Bei der Förderung der „Zukunftsfelder“ ist zwischen der generellen Förderung der Entwicklung eines Technologiefeldes, die nicht primär an der räumlichen Dimension des Innovationsgeschehens orientiert ist, einerseits und einer regionalorientierten Innovationsförderung andererseits zu unterscheiden. Letzteres läuft heute meistens unter dem Stichwort der „Clusterförderung“ – im vorliegenden Kontext geht es um die Förderung „Technologieorientierter Cluster“ –, viele einschlägige Aktivitäten haben allerdings mit Clusterförderung im engeren Sinne wenig zu tun, wirtschaftsräumliche Effekte gehen jedoch allemal von jeglicher Förderung aus. Zugleich sind auch die nicht primär regional adressierten Maßnahmen zur Förderung bestimmter Technologien, beim praktisch Vollzug stets raumwirksam, sind also ex post stets mit einer Matrix raumwirtschaftlicher Effekte verbunden.

Nordrhein-Westfalen befindet sich im Bestreben, „Zukunftstechnologien“ zu fördern und hierbei insbesondere an regionale Innovationspotenziale anzuknüpfen, in bester Gesellschaft: Die amerikanischen Bundesadministrationen, gleichgültig, ob von Demokraten oder Republikanern dominiert, die Regierungen fast aller US-Bundesstaaten, die japanischen, französischen und britischen Regierungen, die Brüsseler Kommission, die deutsche Bundesregierung, die Landesregierungen der süddeutschen Bundesländer engagieren sich in durchaus vergleichbarer Weise. Die meisten dieser Aktionen der Politik sind hier wie andernorts auf intuitive und pragmatische Art entwickelt worden, die Wissenschaft hat flankierend hierzu aus theoretischer Reflektion geborene Konzepte geliefert, das reale Wissen über die Ergebnisse ist jedoch durchaus begrenzt.

Umso wichtiger ist es, verlässliche Informationen über Innovationspotenziale auf den Technologiefeldern zu gewinnen, welche zum Objekt staatlicher Förderung werden oder denen die Politik auf anderem Wege besondere Aufmerksamkeit zukommen lässt.

Anspruch des RWI Essen und seiner Kooperationspartner war es, eine Indikatorenbasierte, empirisch umfassende Analyse vorzulegen. Unseres Wissens gibt es in Deutschland bislang keine Studie, die sich mit mehreren Zukunftsfeldern und Indikatoren gleichzeitig auf einer regional sehr tief disaggregierten Analyseebene (Kreise) beschäftigt hat. In Anbetracht des sehr kurzen Projektzeitraums von Juni bis November diesen Jahres galt es, den Spagat zwischen forschungspragmatischen Zwängen auf der einen und dem Zusammentragen hinreichender empirischer Evidenz auf der anderen Seite zu finden.

Die Verlässlichkeit des empirischen Materials setzt zuallererst eine hinreichend exakte Abgrenzung der Tätigkeiten in einem Zukunftsfeld voraus. In einigen Fällen kann auf vorhandene und akzeptierte Abgrenzungen zurückgegriffen werden, in anderen Fällen sind diese jedoch selbst vorzunehmen. Bei Letzterem besteht in der Regel eine größere Wahrscheinlichkeit der Anpassung, da die wissenschaftliche Diskussion sozusagen erst eröffnet wird. Aber auch etablierte Abgrenzungen bedürfen einer ständigen Revision. Kurzum, jede Abgrenzung ist und bleibt nur eine Annäherung an die Realität.

Ein weiteres Problem betrifft die Verfügbarkeit geeigneter Daten zur Beschreibung der ökonomischen Aktivitäten. Hierzu werden vorwiegend amtliche bzw. quasi-amtliche Daten genutzt. In einigen Zukunftsfeldern genügt dies jedoch bei weitem nicht. Es sind nicht-amtliche Daten (z.B. Daten des Verbands der Vereine Creditreform) auszuwerten oder aber originär zu erheben. Hinzukommt, dass die zukunftsfeldspezifische Betrachtung die Verwendung von Mikrodaten in einigen Fällen unumgänglich macht. Damit tauchen sogleich eine Reihe von Schwierigkeiten auf, die bei ausschließlicher Verwendung aggregierter Daten erst gar nicht zum Vorschein kommen.

Das vorhandene Indikatorenset fokussiert auf wesentliche Indikatoren zur Beschreibung der wirtschaftlichen Bedeutung und technologischen Potenziale. Unter erstgenanntem fallen Angaben zu Umsätzen, Beschäftigten und Produktionswerten, letztgenanntes umfasst Patente, eingeworbene Mittel der direkten Projektförderung des Bundes sowie Kooperationen und Publikationen befragter öffentlicher Forschungseinrichtungen. Während die Projektförderung sowohl von Unternehmen als auch von Forschungseinrichtungen in Anspruch genommen wird, gehen die Patentaktivitäten in der großen Mehrzahl auf Akteure aus der Wirtschaft zurück. Die regionalen Ausprägungen der verschiedenen Indikatoren werden sich also in der Regel unterscheiden.

Ein regionaler Vergleich wirtschaftlicher und technologischer Potenziale muss zweifelsohne unvollständig sein, da nicht alle denkbaren Merkmale

zur Charakterisierung derselben in der erforderlichen Qualität und Differenzierungsmöglichkeit zur Verfügung stehen. Dies betrifft zum einen die mangelnde Verfügbarkeit von Forschungsausgaben im Unternehmens- und Wissenschaftssektor für einzelne Zukunftsfelder. Zum anderen wird mit der Betonung von Unterschieden in der Anzahl von Patenten und Fördermitteleinwerbungen stillschweigend vorausgesetzt, dass sich dies auch in höheren Effizienzgewinnen umsetzen lässt. Im Einzelfall kann es aber durchaus sein, dass ein einziges Patent mehr Wert ist als eine Vielzahl anderer Patente. Weiterführende Analysen wie z.B. Zitationsanalysen würden hier den gedanklich nächsten Schritt darstellen, sich mit der Qualität der Forschungsaktivitäten zu beschäftigen.





## 2. Ausgangsbedingungen für die Besetzung von Zukunftsfeldern: Humankapital, Forschungskapital und unternehmerische Orientierung

Die Fähigkeiten von Regionen, Zukunftsfelder zu besetzen, hängen zunächst davon ab, ob eine „kritische Masse“ an grundlegendem Human- und Forschungskapital in der Region bereits vorhanden ist. Hinweise auf Vorteile in der Besetzung von Zukunftsfeldern geben auch Befunde zu regionalen Unterschieden in der unternehmerischen Orientierung (entrepreneurial capital). Diese misst die Fähigkeiten zum Generieren, Erkennen und Nutzen unternehmerischer Gelegenheiten.

Mit dem Ziel der Einschätzung der Fähigkeiten der NRW Regionen zur Besetzung von Zukunftsfeldern werden in diesem Kapitel zunächst die grundlegende Ausstattung der oben genannten Faktoren erörtert. Diese Analyse legt gewissermaßen den Grundstein dafür, dass sich die Besetzung der Zukunftsfelder zum einen auf eine überschaubare Zahl von Regionen konzentriert und zum anderen sich einige Regionen durch eine starke Präsenz in mehr als einem Zukunftsfeld auszeichnen.

### 2.1 Humankapital

Das Humankapital gilt als die zentrale Ressource für die Weiterentwicklung der Wissensbasis einer Region. Als Messgrößen finden im Folgenden die Beschäftigtenanteile und Standortquotienten von Akademikern und Ingenieuren Berücksichtigung (vgl. *Tabelle 2.1* und *Tabelle 2.2*).

Gemäß den Daten der Bundesagentur für Arbeit waren in Deutschland zum Stichtag 30.06.2004 etwa 2,466 Mill. sozialversicherungspflichtig (SV-) Beschäftigte mit Fachhochschul- oder Hochschulabschluss tätig. Etwa 26% bzw. 647 000 Beschäftigte sind dabei als Ingenieure tätig. Die regionale Verteilung dieser Beschäftigten ist vornehmlich auf die bundesdeutschen Verdichtungsräume konzentriert. Hier sind insgesamt zwei Drittel der Ingenieure bzw. der Personen mit einem Abschluss an einer Fachhochschule oder Universität tätig. Eine noch stärkere Konzentration ergibt sich bei Betrachtung der Naturwissenschaftler (Chemiker, Physiker, Mathematiker). Lediglich ein gutes Viertel dieser Personen arbeitet außerhalb der Verdichtungsräume.

Ein Großteil der regionalen Unterschiede folgt aus der unterschiedlichen Größe der Verdichtungsräume. Je größer ein Verdichtungsraum ist, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit einer hohen Ballung. Um dies zu illustrieren, sind im *Schaubild 2.1* die Anteile der Verdichtungsräume an den Beschäftigten angegeben. Gewissermaßen ergibt sich eine Zweiteilung mit den

acht großen Ballungsräumen Berlin, Düsseldorf-Wuppertal, Hamburg, Köln-Bonn, München, Rhein-Main, Ruhrgebiet und Stuttgart auf der einen und elf deutlich kleineren Verdichtungsräumen auf der anderen Seite.

Tabelle 2.1

**Beschäftigte nach ihrer Berufsausbildung und Stellung im Beruf in den Verdichtungsräumen  
Prozentualer Anteil an allen SV-Beschäftigten in Deutschland (Spaltensumme); 2004**

Verdichtungsraum	ohne Berufaus- bildung	mit Berufsaus- bildung	Uni/FH- Abschluss	Ingenieure	Natur- wissen- schaftler	Techniker/ Fachkräfte
Aachen	1,5	1,0	1,2	1,5	3,8	1,3
Berlin	4,3	5,1	7,4	5,3	5,8	4,7
Bielefeld	2,4	2,1	1,5	1,4	0,8	2,1
Bremen	1,5	1,6	1,4	1,7	1,2	1,4
Chemnitz	0,6	1,3	1,4	1,0	0,3	0,9
Dresden	0,8	1,4	2,3	1,9	1,8	1,4
Düsseldorf-Wuppertal	5,5	4,5	4,7	4,3	5,9	5,6
Erlangen-Fürth-Nürnberg	2,2	1,9	2,3	3,3	1,6	2,3
Hamburg	3,3	3,7	4,3	4,2	4,8	3,6
Hannover	1,7	1,8	1,9	1,9	1,7	1,7
Karlsruhe	1,6	1,4	1,6	2,2	3,8	1,6
Köln-Bonn	4,3	3,6	5,1	4,1	6,1	4,3
Leipzig	0,8	1,4	1,8	1,2	1,0	1,1
München	3,7	3,4	7,3	8,3	5,8	4,4
Rhein-Main	5,1	4,9	7,4	6,6	9,9	6,2
Rhein-Neckar	2,5	2,2	2,7	2,3	6,6	3,3
Ruhrgebiet	5,7	5,5	4,8	4,9	5,1	6,1
Saarbrücken	1,4	1,4	1,0	0,9	0,5	1,2
Stuttgart	4,7	3,7	5,5	8,5	6,4	5,1
Sonstige Kreise	46,3	48,2	34,3	34,6	27,3	41,7
Deutschland	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Quelle: Bundesagentur für Arbeit – DWH Stand 30.06.2004, eigene Berechnungen. – Abgrenzung der Verdichtungsräume in Anlehnung an Bade (1987, 2007). – Ruhrgebiet nach Abgrenzung des RVR.

Auf die Verdichtungsräume in NRW entfallen etwa 17,7% aller Beschäftigten. In Bezug darauf ist der Anteil an Ingenieuren mit 16,1% leicht unterdurchschnittlich. Demgegenüber ist der Anteil an den Naturwissenschaftlern jedoch überdurchschnittlich und beträgt 21,6%. Dies ist vornehmlich auf die hohe Ballung im Verdichtungsraum Aachen zurückzuführen. Gemessen am Anteil der Region Aachen an allen Beschäftigten in Deutschland von etwa 1,1% ist der Anteil an den Naturwissenschaftlern mit 3,8% bedeutend höher. Dies mündet in einen vergleichsweise hohen Standortquotienten (vgl. **Tabelle 2.2**).

Tabelle 2.2

**Beschäftigte nach ihrer Berufsausbildung und Stellung im Beruf in den Verdichtungsräumen (Standortquotient)**

**Beschäftigte nach Stellung in Beruf** geteilt durch **sozialversicherungspflichtig Beschäftigte im Verdichtungsraum dividiert durch den entsprechenden Anteil für Deutschland; 2004**

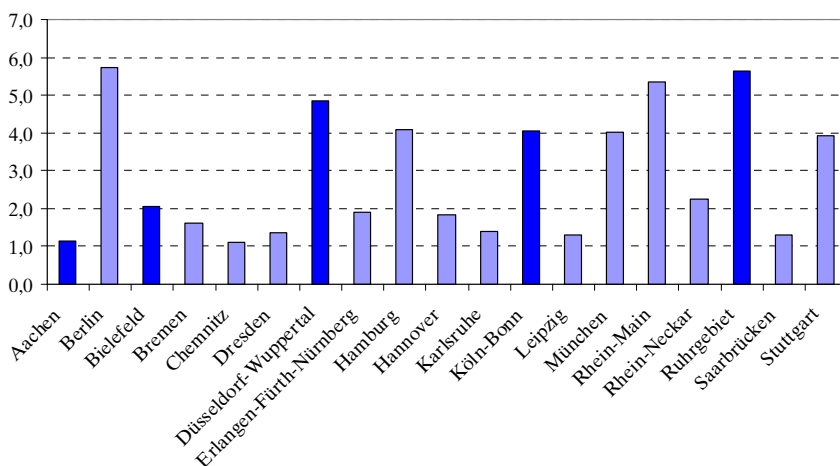
Verdichtungsraum	ohne Berufsausbildung	mit Berufsausbildung	Uni/FH-Abschluss	Ingenieure	Naturwissenschaftler	Techniker/Fachkräfte
Aachen	1,3	0,9	1,1	1,3	3,3	1,2
Berlin	0,8	1,0	1,4	0,9	1,0	0,8
Bielefeld	1,1	1,0	0,7	0,7	0,4	1,0
Bremen	1,0	1,0	0,9	1,1	0,7	0,9
Chemnitz	0,5	1,1	1,2	0,9	0,3	0,8
Dresden	0,6	1,0	1,7	1,4	1,3	1,0
Düsseldorf-Wuppertal	1,2	1,0	1,0	0,9	1,2	1,2
Erlangen-Fürth-Nürnberg	1,1	0,9	1,2	1,7	0,9	1,2
Hamburg	0,9	1,0	1,2	1,0	1,2	0,9
Hannover	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9
Karlsruhe	1,1	1,0	1,1	1,5	2,7	1,1
Köln-Bonn	1,1	0,9	1,3	1,0	1,5	1,1
Leipzig	0,6	1,0	1,4	0,9	0,7	0,9
München	1,0	0,9	1,9	2,0	1,4	1,1
Rhein-Main	1,0	0,9	1,4	1,2	1,9	1,2
Rhein-Neckar	1,1	1,0	1,1	1,0	2,9	1,5
Ruhrgebiet	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	1,1
Saarbrücken	1,1	1,0	0,8	0,7	0,4	0,9
Stuttgart	1,2	0,9	1,4	2,2	1,6	1,3

Quelle: Bundesagentur für Arbeit – DWH Stand 30.06.2004, eigene Berechnungen. – Abgrenzung der Verdichtungsräume in Anlehnung an Bade (1987, 2007). – Ruhrgebiet nach Abgrenzung des RVR. – Lesehilfe: Je größer der Standortquotient ist, umso größer ist die Spezialisierung des Kreises.

Schaubild 2.1

**Beschäftigte in den Verdichtungsräumen**

**Prozentualer Anteil an allen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Deutschland; 2004**



Grund für das positive Abschneiden der Region Aachen ist die Existenz großer öffentlicher Forschungseinrichtungen (RWTH Aachen und Forschungszentrum Jülich). Mit diesem positiven Abschneiden steht Aachen aber nicht allein. So sind in den Regionen Karlsruhe und Rhein-Neckar bei Naturwissenschaften ebenfalls hohe Werte abzulesen.

Die größten Einzelanteile an Ingenieuren und Naturwissenschaftlern innerhalb NRWs entfallen jedoch auf die beiden großen Agglomerationen entlang des Rheins Düsseldorf-Wuppertal und Köln-Bonn. Im Gegensatz zur Region Aachen ist die Spezialisierung auf Beschäftigungsverhältnisse für Ingenieure und Naturwissenschaftler jedoch weniger stark ausgeprägt. Damit unterscheiden sich beide Agglomerationen deutlich von den Regionen München und Stuttgart. Beide Verdichtungsräume stellen jeweils 4% aller Beschäftigten in Deutschland. Bezogen auf die Zahl der Ingenieure sind die Anteile jedoch mehr als doppelt so hoch. Als wesentlicher Grund hierfür ist der hohe Beschäftigungsbeitrag des Fahrzeugbaus und der Elektronik-/Elektrotechnikindustrie im Süden der Republik zu vermuten.

Von allen Verdichtungsräumen in und außerhalb des Landes NRW zeigt sich für die Region Bielefeld der kleinste Standortquotient in der Ausstattung mit technisch hochqualifiziertem Personal (vgl. *Tabelle 2.2*). Während der Wert bei den Ingenieuren nur geringfügig unter den Werten der NRW Regionen liegt, zeigt sich insbesondere bei den Naturwissenschaftlern ein erheblicher Abstand.

Innerhalb der Regionen sind es zumeist einzelne Kreise, die sich durch eine überdurchschnittlich hohe Ballung von qualifizierten Beschäftigten auszeichnen. Diese zählen teilweise zu den TOP 5% Kreisen, d.h. den 22 führenden Kreisen Deutschlands, gemessen am Anteil der hochqualifizierten Beschäftigten an allen Beschäftigten im betreffenden Kreis. Die diesbezüglichen Befunde sind in der *Tabelle 2.3* und in der *Tabelle 2.4* abgebildet.

Die Kreise sind dabei absteigend nach dem Anteil sortiert. Im Einklang mit den Befunden zu den Verdichtungsräumen sind es vornehmlich Kreise im Süden und im Osten<sup>21</sup> Deutschlands, die in der Liste der TOP 5% Kreise zu finden sind. Unter ihnen sind insgesamt vier Städte aus dem Land NRW vertreten.

---

<sup>21</sup> Die Ost-West Unterschiede sind im Wesentlichen auf die Unterschiedlichkeit der Bildungssysteme in Ost und West vor der Vereinigung sowie der geringen Zuwanderung aus Drittstaaten nach Ostdeutschland zurückzuführen.

Tabelle 2.3

**Beschäftigte nach ihrer Berufsausbildung in TOP 5% Kreisen****Prozentualer Anteil an allen Beschäftigten mit bekannter Berufsausbildung im Kreis; 2004**

Name des Kreises	ohne	mit	Uni/FH-Abschluss
	Berufsausbildung	Berufsausbildung	
Erlangen, Stadt	18,7	55,7	25,6
Jena, Stadt	10,1	64,5	25,5
München, Landeshauptstadt	18,2	58,5	23,3
München	14,6	62,9	22,5
Dresden, Stadt	11,6	66,0	22,4
Stuttgart	17,4	60,9	21,7
Bonn, Stadt	18,7	59,9	21,3
Darmstadt, Stadt	18,0	60,7	21,3
Potsdam, Stadt	14,5	64,8	20,7
Main-Taunus-Kreis	15,6	63,9	20,5
Frankfurt am Main, Stadt	17,3	62,3	20,5
Heidelberg	18,5	61,4	20,1
Leipzig, Stadt	12,0	68,4	19,6
Weimar, Stadt	10,6	71,0	18,5
Mainz, Stadt	17,9	63,6	18,4
Chemnitz, Stadt	10,2	71,5	18,4
Düsseldorf, Stadt	17,1	65,7	17,2
Berlin	17,5	65,4	17,1
Aachen, Stadt	23,5	59,7	16,8
Cottbus, Stadt	12,4	70,9	16,7
Köln, Stadt	19,4	64,1	16,5
Freiburg im Breisgau	19,3	64,3	16,4
Deutschland	18,8	70,5	10,7

Quelle: Bundesagentur für Arbeit – DWH Stand 30.06.2004, eigene Berechnungen.

Dabei handelt es sich ausschließlich um Städte aus dem Rheinland. Bei Eingrenzung auf den deutlich kleineren Personenkreis der hochqualifizierten Beschäftigten mit technischer Ausrichtung (vgl. **Tabelle 2.4**) ist einzig die Stadt Aachen unter den führenden Kreisen Deutschlands zu finden. Abgesehen von der Autostadt Wolfsburg befinden sich alle sonstigen Kreise mit überdurchschnittlich hohem Besatz an hochqualifizierten Technikern und Naturwissenschaftlern im Süden und Osten der Bundesrepublik. Allein aus den Verdichtungsräumen München und Stuttgart sind jeweils vier Kreise unter den TOP 5% Kreisen zu finden.

Die Gesamtschau der Befunde zur regionalen Ballung des Humankapitals zeigt ein deutliches Nord-Süd Gefälle auf, wobei die Regionen Stuttgart und München Hochburgen der hochqualifizierten Beschäftigten mit technischer Ausrichtung bilden. Allein dieser Befund ließe bereits vermuten, dass die südlichen Bundesländer einige Vorteile in der Generierung von neuem technologischem Wissen aufweisen, was wiederum in überdurchschnittlichen Patent-, Innovations- und Gründungsaktivitäten mündet.

Tabelle 2.4

**Beschäftigte nach ihrer technischen Qualifikation in TOP 5% Kreisen  
Prozentualer Anteil an allen Beschäftigten im Kreis; 2004**

Name des Kreises	Ingenieure	Naturwissen- schaftler	Techniker/ Fachkräfte
Erlangen, Stadt	11,5	0,5	7,2
Böblingen	8,1	0,3	5,3
Wolfsburg, Stadt	6,7	0,0	5,4
Groß-Gerau	6,6	0,1	4,6
Bodenseekreis	6,5	0,2	4,7
Stuttgart	6,3	0,7	4,4
München	5,9	1,0	5,0
Darmstadt, Stadt	5,4	1,7	5,5
München, Landeshauptstadt	5,4	0,2	3,9
Starnberg	5,2	1,0	4,3
Ludwigsburg	4,7	0,3	4,4
Aachen, Stadt	4,7	1,0	3,9
Freising	4,6	0,2	3,2
Regensburg, Stadt	4,6	0,2	4,6
Ulm	4,5	0,4	4,1
Dresden, Stadt	4,4	0,5	4,2
Braunschweig, Stadt	4,4	0,5	4,0
Jena, Stadt	4,2	1,3	3,5
Heidenheim	4,2	0,2	3,1
Offenbach am Main, Stadt	4,2	0,1	6,2
Karlsruhe	4,1	0,6	3,2
Esslingen	4,1	0,3	5,0
Deutschland	2,4	0,2	3,3

Quelle: Bundesagentur für Arbeit – DWH Stand 30.06.2004, eigene Berechnungen.

*Exkurs „Kreative Klasse“*

Zentraler Ausgangspunkt für die Betonung der Rolle des Humankapitals ist der hinreichend vorhandene empirische Befund eines positiven Zusammenhangs zwischen Humankapital und Wirtschaftswachstum. Dieses gilt sowohl auf nationaler als auch regionaler Ebene (vgl. u.a. Glaeser 2003). Großes Aufsehen erregte jüngst das Buch „The Rise of the Creative Class“ von Richard Florida. Seinen Ausführungen zufolge spielt die Kreativität eine wesentliche Rolle, um in der wissensbasierten Gesellschaft zu neuen Ideen und Innovationen zu kommen. Unter Kreativität wird allgemein die Fähigkeit verstanden, neues Wissen zu erzeugen bzw. vorhandenes Wissen einer sinnvollen Verwendung zuzuführen. Nach Florida sind drei Gruppen „kreativer“ Personen zu unterscheiden: Die „Hochkreativen“, die Wissen generieren. Hierzu zählt er Ingenieure, Naturwissenschaftler, Mediziner, Lehrer sowie Wirtschafts-, Sozial- und Geisteswissenschaftler. Damit wäre auch jene Gruppe angesprochen, die Gegenstand der Analyse in diesem Abschnitt war.

In der zweiten Gruppe der „Kreativen Professionals“ befinden sich u.a. Juristen, Unternehmensberater, Techniker und Juristen. Die dritte Gruppe an Personen, bezeichnet als „Bohemiens“, umfasst Künstler wie Schriftsteller, Fotografen, Werbeagenturen. Florida behauptet nun, dass die Arbeitsmarkt- und Wohnortwahl der kreativen Klasse nicht nur von der Arbeitsmarktlage sondern eben auch von weichen Standortfaktoren abhängt. Dies ist an sich nichts Neues. Das Neue am Ansatz von Florida ist, dass er die Rolle von Toleranz und Offenheit der am Standort ansässigen Personen gegenüber anderen Personen und neuen Ideen als wichtigen Faktor sieht.

Die Betonung von Offenheit und Toleranz entspricht einem allgemeinen humanistischen Anliegen, wird dem geistesgeschichtlichen Erbe Europas gerecht und unterstützt im Prinzip auch die Erreichung wirtschaftlicher Ziele. Über belastbare Erkenntnisse zur Wirkung der hiermit angesprochenen „weichen“ Standortfaktoren verfügt die empirische Wirtschaftsforschung indessen bislang kaum. Zwar zeigen sich positive Korrelationen zwischen den verschiedenen Indikatoren der kreativen Klasse und dem Innovations- und Gründungsgeschehen. Dies ist aber keineswegs als Beleg für die These der Wichtigkeit von Toleranz und Offenheit anzusehen. Vielmehr spiegelt sich im Beschäftigungsanteil der kreativen Klasse das höhere Humankapital wieder, welches positiv auf Innovation- und Gründungsgeschehen wirkt. Auch Maße wie ethnische Vielfalt als Maß für Offenheit und Toleranz sind nicht unproblematisch. Denn diese Vielfalt ist ihrerseits Ergebnis der Standortwahl von Ausländern. In der Regel werden wachsende und reiche Regionen eher bevorzugt als schrumpfende. Schließlich sei nicht unerwähnt, dass sich in der Rezession von Glaeser (2004), einem Protagonisten der regionalen Analyse des Zusammenhangs zwischen Humankapital und Wachstum, kein statistisch hinreichend gesicherter Zusammenhang zwischen Toleranz und Offenheit und Bevölkerungswachstum zeigt.

Unabhängig vom mangelnden empirischen Beleg der These ist die starke Betonung „weicher“ Standortfaktoren durch Florida in der Gedankenwelt der Ökonomen natürlich problematisch. Sie ignoriert gewissermaßen das Wirken ökonomischer Theorien z.B. über die Arbeitsplatzsuche. In diesem Sinne suggeriert Florida unseres Erachtens auch fälschlicherweise, dass „weiche“ Standortfaktoren ohne weiteres einen Mangel an „harten“ Standortfaktoren kompensieren könnten. Dieser Schluss wäre jedoch fatal. Sie würde den schwachen Regionen oder auch Unternehmen verheißen, dass es nicht notwendig sei, schmerzhaft Einschnitte vorzunehmen, um Ressourcen einer anderen und damit erwarteten besseren Verwendung zuzuführen. Mithin ist der grundlegende Zusammenhang zwischen Anstrengung und Erfolg in Frage gestellt.



Der wesentliche Wert der Diskussion um das Konzept von Florida liegt sicher darin, dass mit der expliziten Benennung von Kreativität stärker das tatsächliche Tun und weniger die grundlegende Befähigung zum kreativen Handeln in den Mittelpunkt der Betrachtung rückt. Dies ist ganz klar die positive Seite der Diskussion. Kreativität allein genügt jedoch nicht. Sie muss einen Kanal der Umsetzung haben, sprich in einer messbaren Leistung münden. Freiräume schaffen heißt im Umkehrschluss immer, Gegenleistungen einzufordern. Welche Firma räumt ihren Forschern schon freiwillig ein Budget von 15% der Arbeitszeit für die freie Forschung ein, ohne eine entsprechende Leistungserwartung an den Mitarbeiter implizit oder explizit zu formulieren? Kreativität und Leistung sind untrennbar miteinander verbunden.

## 2.2 Beschäftigte in forschungsintensiven Industrien

Mit einem hohen Besatz an Beschäftigten in forschungsintensiven Industrien sind zahlreiche Erwartungen in Bezug auf die Schaffung wettbewerbsfähiger Arbeitsplätze, Produktivitätswachstum und Ausstrahlungseffekten bei Zulieferern und Kunden in und außerhalb der Region verbunden.

Mit Blick auf die Analyse regionaler Stärken und Schwächen in ausgewählten Technologiefeldern ist die Präsenz in forschungsintensiven Industrien zweifelsohne förderlich. Die hohe Forschungsaktivität spricht für die Fähigkeit, Neuerungen zu initiieren oder frühzeitig aufzunehmen. Dem ist jedoch entgegenzuhalten, dass generierte Neuerungen im Werkstoffbereich bzw. auf Grundlage nano- bzw. mikrotechnologischer Verfahren, in der Regel keine Beschränkung auf Anwenderbranchen mit hoher Forschungsintensität aufweisen.

Bei der Bewertung des Innovationspotenzials einer Region ist ebenfalls zu berücksichtigen, dass den Potenzialen in der Regel größere Risiken gegenüber stehen. So ist die Anfälligkeit hochinnovativer Unternehmen aufgrund unerwarteter technologischer Risiken höher, wie das Beispiel des A380 Projekts von Airbus jüngst offenbart hat.

Vor diesem Hintergrund ist die Präsenz im Verarbeitenden Gewerbe in Gänze von zentraler Bedeutung. Mit der üblichen Dreiteilung des Verarbeitenden Gewerbes nach der NIW/ISI Liste forschungsintensiver Industrien 2006 wird beiden Punkten hinreichend Rechnung getragen (vgl. Legler und Frietsch 2006). Unter Verwendung der Forschungsausgaben in Relation zum erzielten Umsatz werden die Wirtschaftszweige einem dieser drei Teilbranchen zugerechnet. Zur *Spitzentechnik* zählen alle Wirtschaftszweige mit einer Forschungsintensität von 8,5% (= Forschungsausgaben bezogen auf den Umsatz). Nach einer Sonderauswertung der Bundesagentur für Arbeit

waren zum Stichtag 30.6.2005 etwa 790 000 SV-Beschäftigte in Wirtschaftszweigen der Spitzentechnik tätig, wie z.B. in der Pharmaindustrie und Herstellung von EDV-Gütern. Die Wirtschaftszweige der *Gehobenen Gebrauchstechnologie* schließen Industrien mit ein, die eine Forschungsintensität zwischen 3,5 bis unter 8,5% aufweisen. Hierzu zählen u.a. der Maschinenbau, Medizintechnik, Mess-, Regelungs- und Steuerungstechnik. In solchen Industrien waren zur Mitte des Jahres 2005 etwa 2,2 Mill. SV-Beschäftigte tätig. In den übrigen, *nicht-forschungsintensiven Industrien* des Verarbeitenden Gewerbes sind etwa 3,66 Mill. SV-pflichtige Personen beschäftigt. In der letzten Spalte der Tabelle 2.5 sind die Anteile der Verdichtungsräume an den SV-Beschäftigten im Segment der *FuE-Dienstleister/technische Beratung* angegeben. In diesen Industrien waren zum 30.6.2005 etwa 508 Tausend Personen beschäftigt.

Tabelle 2.5

**Beschäftigte in forschungsintensiven Industrien in den Verdichtungsräumen**  
**Prozentualer Anteil an allen Beschäftigten in Deutschland (Spaltensumme); 2005**

Verdichtungsraum	Spitzentechnik im Verarb. Gewerbe (STW)	Gehobene Gebrauchstech- nologie im Verarb. Gew. (GGT)	Nicht- technologiein- tensives Verarb. Gewerbe (NTVG)	FuE- Dienstleister, technische Beratung (FuE-DL)
Aachen	1,1	0,8	1,1	2,7
Berlin	4,4	2,0	2,8	8,1
Bielefeld	1,5	2,0	3,5	0,8
Bremen	1,4	1,6	1,4	1,3
Chemnitz	0,6	0,8	1,3	1,1
Dresden	2,4	0,6	0,9	2,5
Düsseldorf-Wuppertal	4,7	4,5	6,0	3,4
Erlangen-Fürth-Nürnberg	1,9	2,8	1,9	2,0
Hamburg	5,9	2,1	2,6	4,6
Hannover	1,3	1,7	1,2	1,5
Karlsruhe	2,5	2,0	1,3	2,3
Köln-Bonn	2,3	3,6	3,0	4,8
Leipzig	0,4	0,6	0,9	1,6
München	6,2	4,0	2,2	6,6
Rhein-Main	7,1	4,1	3,2	8,0
Rhein-Neckar	3,1	4,1	1,8	2,3
Ruhrgebiet	3,2	3,8	5,3	5,9
Saarbrücken	0,9	1,9	1,4	1,3
Stuttgart	4,4	8,9	3,8	5,3
Sonstige Kreise	44,8	48,0	54,4	33,9
Deutschland	100,0	100,0	100,0	100,0

Quelle: Bundesagentur für Arbeit – Sonderauswertung aus der Beschäftigtenstatistik, eigene Berechnungen. – Abgrenzung der Verdichtungsräume in Anlehnung an Bade (1987, 2007). – Ruhrgebiet nach Abgrenzung des RVR. – Abgrenzung der forschungsintensiven Industrien nach Legler/Frietsch (2006). – STW: Industrien der Spitzentechnik im Verarbeitenden Gewerbe, GGT: Industrien der gehobenen Gebrauchstechnologie im Verarbeitenden Gewerbe, NTVG: sonstiges Verarbeitendes Gewerbe, FuE-DL: forschungsintensive Dienstleister/technische Beratung.

Ein deutlich anderes Muster zeigt sich in der regionalen Verteilung der Beschäftigung im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe, d.h. Wirtschaftszweige mit einer Relation der FuE-Aufwendungen zum Umsatz von unter 3,5%. Die Regionen Düsseldorf-Wuppertal und das Ruhrgebiet erreichen die höchsten Einzelanteile. Die übrigen Verdichtungsräume folgen mit deutlichem Abstand. Das ausgeprägte Muster regionaler Unterschiede im Besatz mit forschungsintensiven Industrien findet auch bei Betrachtung der forschungsintensiven Dienstleistungssektoren seinen Widerhall. Im Gegensatz zum Verarbeitenden Gewerbe ist die Beschäftigung jedoch deutlich stärker auf die Verdichtungsräume konzentriert. Zu den Hochburgen zählen hier Berlin, Rhein-Main und München. Abweichend vom Verarbeitenden Gewerbe sind auch mehr NRW Regionen auf den vorderen Plätzen zu finden.

Tabelle 2.6

**Beschäftigte in forschungsintensiven Industrien in den Verdichtungsräumen (Standortquotient)**

Beschäftigte in forschungsintensiven Industrien geteilt durch sozialversicherungspflichtig Beschäftigte im Verdichtungsraum dividiert durch den entsprechenden Anteil für Deutschland; 2000 und 2005

Verdichtungsraum	STW <sup>1</sup>		GGT <sup>1</sup>		NTVG <sup>1</sup>		FuE-DL <sup>1</sup>	
	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000
Aachen	1,0	1,3	0,7	0,8	1,0	1,1	2,4	2,2
Berlin	0,8	0,8	0,3	0,4	0,5	0,6	1,4	1,4
Bielefeld	0,7	0,7	1,0	1,0	1,7	1,8	0,4	0,4
Bremen	0,9	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9	0,8	0,7
Chemnitz	0,5	0,4	0,7	0,6	1,2	1,0	1,0	1,0
Dresden	1,8	1,3	0,5	0,4	0,7	0,7	1,8	1,6
Düsseldorf-Wuppertal	1,0	0,9	0,9	1,0	1,2	1,3	0,7	0,8
Erlangen-Fürth-Nürnberg	1,0	1,3	1,5	1,4	1,0	0,9	1,1	0,8
Hamburg	1,4	1,3	0,5	0,5	0,6	0,6	1,1	0,9
Hannover	0,7	0,7	0,9	1,0	0,6	0,7	0,8	1,8
Karlsruhe	1,8	1,7	1,4	1,3	0,9	0,9	1,6	1,4
Köln-Bonn	0,6	0,5	0,9	1,1	0,7	0,8	1,2	0,8
Leipzig	0,3	0,3	0,5	0,4	0,7	0,7	1,3	1,5
München	1,5	1,6	1,0	0,9	0,5	0,5	1,6	1,6
Rhein-Main	1,3	1,4	0,8	0,9	0,6	0,6	1,5	1,4
Rhein-Neckar	1,4	1,4	1,8	1,9	0,8	0,8	1,0	1,0
Ruhrgebiet	0,6	0,6	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	0,9
Saarbrücken	0,7	0,6	1,4	1,4	1,1	1,0	1,0	0,9
Stuttgart	1,1	1,4	2,3	2,2	1,0	0,9	1,4	1,2
Sonstige Kreise	1,0	1,0	1,1	1,0	1,2	1,2	0,8	0,9

Quelle: Bundesagentur für Arbeit – Sonderauswertung aus der Beschäftigtenstatistik, eigene Berechnungen. – Abgrenzung der Verdichtungsräume in Anlehnung an Bade (1987, 2007). – Ruhrgebiet nach Abgrenzung des RVR. – <sup>1</sup>Abgrenzung der forschungsintensiven Industrien nach Legler und Frietsch (2006).

Der Standortquotient (vgl. **Tabelle 2.6**), welcher die Spezialisierung auf die betrachtete Industrie innerhalb einer Region misst, weist in forschungsintensiven Industrien der Regel immer dann hohe Werte auf, wenn sich die

Regionen durch eine hohe absolute Beschäftigtenzahl auszeichnen. Sehr hohe Werte, wie sie sich anhand anderer Indikatoren gezeigt haben oder noch zeigen werden, sind jedoch selten zu beobachten. Im Verarbeitenden Gewerbe gilt dies am ehesten für Stuttgart (Elektrotechnik und Kraftfahrzeugbau), Hamburg (Luftfahrzeugbau), Rhein-Main (Pharma) Rhein-Neckar-Dreieck (Chemie), München (Kraftfahrzeugbau, Elektronik/IuK und Elektrotechnik). In den Wirtschaftszweigen des sonstigen Verarbeitenden Gewerbes fällt vor allem der hohe Standortquotient für die Region Bielefeld auf. Keine andere Region weist eine solch hohe Spezialisierung auf.

In der Region Bielefeld sind etwa 10% aller SV-Beschäftigten des Landes NRW tätig. Gemessen an diesem Anteil zeigen sich deutlich höhere Beschäftigungsanteile in der Kunststoff- und Textilbranche, dem Ernährungsgewerbe, dem Werkzeugmaschinenbau und in den Teilbranchen Holz/Möbel, Papierherstellung und Druckereigewerbe. Die überdurchschnittlich starke Präsenz im nicht-technologieintensiven Verarbeitenden Gewerbe bringt es im Übrigen mit sich, dass – obwohl etwa 15% der Werkzeugmacher des Landes NRW in der Region Bielefeld arbeiten – sich kein Standortquotient größer Eins in der gehobenen Gebrauchstechnologie ablesen lässt.

Bezüglich der Spezialisierung auf FuE-Dienstleister/technische Beratung innerhalb der Region liegt mit dem Verdichtungsraum Aachen eine NRW Region ganz vorn im Ranking. Mit Dresden und Karlsruhe folgen zwei weitere Regionen, in denen sich große Universitäten mit starker naturwissenschaftlicher Ausrichtung befinden. Einen weit unterdurchschnittlichen Spezialisierungsgrad auf FuE Dienstleistungen zeigt sich für die Region Bielefeld.

Die Analyse des status quo zeigt einige bemerkenswerte regionale Unterschiede auf. Es schließt sich die Frage an, ob sich Veränderungen in den vergangenen Jahren ergeben haben, die gar zu einer Positionsverschiebung geführt haben. Haben die starken Regionen also ihre Position ausbauen können oder haben andere Regionen relativ und/oder absolut aufgeholt?

Zu diesem Zweck sind in der *Tabelle 2.6* die Standortquotienten zu Stichtagen für zwei Jahre angegeben. Von den Hochburgen der Spitzentechnik, d.h. den Regionen mit einem Standortquotienten größer Eins und hohem Anteil an der bundesweiten Beschäftigung im betrachteten Segment, konnte einzig die Region Hamburg seine Position relativ ausbauen. In der gehobenen Gebrauchstechnologie trifft dies auf die Region Stuttgart zu.

Demgegenüber hat Stuttgart in der Spitzentechnik an Boden verloren. Aus dem Land NRW erfüllt keine der Regionen das Kriterium einer „Hoch-

burg“ für die Präsenz in der Spitzentechnik bzw. der gehobenen Gebrauchstechnologie. Mehr noch, für die Vorzeigeregion Aachen zeigen sich Rückgänge im Spezialisierungsgrad. Demgegenüber konnten die Regionen Düsseldorf-Wuppertal und Köln-Bonn ihre Positionen in der Spitzentechnik festigen und geringfügig ausbauen. Im Unterschied zu München, Stuttgart oder anderen Regionen im Süden des Landes konnten die genannten NRW Regionen ihre Beschäftigung ausbauen (vgl. **Tabelle 2.7**). Der Lichtblick wird dadurch getrübt, dass beide Regionen beträchtliche Beschäftigungseinbußen in der gehobenen Gebrauchstechnologie zu verzeichnen haben. Gerade hier konnten München und Stuttgart punkten und ihre Beschäftigung ausbauen.

Tabelle 2.7

**Veränderung der Beschäftigtenzahl in forschungsintensiven Industrien in den Verdichtungsräumen**

absolute Veränderung zwischen 2000 und 2005

Verdichtungsraum	STW <sup>1</sup>	GGT <sup>1</sup>	NTVG <sup>1</sup>	FuE-DL <sup>1</sup>
Aachen	-3 354	-1 521	-8 759	663
Berlin	-2 602	-2 107	-32 090	-4 947
Bielefeld	297	-2 053	-24 154	- 878
Bremen	164	478	-9 714	1
Chemnitz	1 009	1 335	-2 767	- 390
Dresden	4 509	573	-3 108	- 277
Düsseldorf-Wuppertal	3 895	-14 492	-45 795	-5 348
Erlangen-Fürth-Nürnberg	-5 316	1 383	-6 832	1 663
Hamburg	5 050	-4 348	-14 894	2 536
Hannover	- 235	-2 832	-9 963	-1 953
Karlsruhe	439	2 306	-5 928	28
Köln-Bonn	983	-21 472	-20 254	5 641
Leipzig	- 175	2 288	-2 867	-2 860
München	-4 448	3 106	-12 287	485
Rhein-Main	-4 046	-19 368	-25 560	-1 994
Rhein-Neckar	- 739	-8 643	-10 983	- 673
Ruhrgebiet	-3 070	-7 845	-45 381	- 209
Saarbrücken	676	- 518	-3 108	- 40
Stuttgart	-9 695	1 471	-18 593	46
Sonstige Kreise	13 674	6 488	-243 094	-14 907
Deutschland insgesamt	-2 984	-65 771	-546 131	-23 413

Quelle: Bundesagentur für Arbeit – Sonderauswertung aus der Beschäftigtenstatistik, eigene Berechnungen. – Abgrenzung der Verdichtungsräume in Anlehnung an Bade (1987, 2007). – Ruhrgebiet nach Abgrenzung des RVR. – <sup>1</sup>Abgrenzung der forschungsintensiven Industrien nach Legler und Frietsch (2006).

Die Region Bielefeld konnte – trotz eines geringen Rückgangs im Standortquotienten – seine Spitzenposition im nicht-technologieintensiven Verarbeitenden Gewerbe halten und verteidigen. Aufholprozesse sind vornehmlich für die sächsischen Ballungsräume auszumachen, wobei die Region Chemnitz am stärksten zulegen konnte.

Eine besondere Erwähnung verdient die Entwicklung in den Regionen Köln-Bonn und Aachen. Köln-Bonn zählt neben Aachen, Erlangen-Fürth-Nürnberg und München zu den wenigen Verdichtungsräumen, die entgegen dem Bundestrend einen Zuwachs an Beschäftigung im forschungsintensiven Dienstleistungssektor verbuchen konnten. Es ist allerdings zu vermuten, dass ein Großteil dieses Zugewinns eher statistischer Natur ist. So beschränkt sich der Zuwachs von etwa 5 500 Tausend Beschäftigten ausschließlich auf Leverkusen. Im Zuge der strategischen Neuausrichtung des Bayer Konzerns kam es zu Ausgründungen einiger größerer Unternehmen, wie z.B. Lanxess, Bayer Technology Services und Bayer Business Services. Die Bayer Technology Services beschäftigte Ende 2006 knapp 1 200 Mitarbeiter; die Bayer Business Services wurde 2002 ausgegründet und hat weltweit etwa 4 500 Mitarbeiter. Beide Ausgründungen könnten maßgeblich zum Zuwachs von 5 500 Beschäftigten beigetragen haben. Es gibt daher den begründeten Verdacht, dass der Zuwachs in Leverkusen in Gänze auf Ausgründungsaktivitäten des Bayer Konzerns zurückzuführen ist. Ein weiterer Beleg ergibt sich dadurch, dass im Umkehrschluss die Zahl der Beschäftigten in der gehobenen Gebrauchstechnologie in Leverkusen um mehr als die Hälfte von knapp 29 000 im Jahr 2000 auf etwa 12 000 im Jahr 2005 abnahm. Die skizzierte Entwicklung trägt im Übrigen maßgeblich zum Rückgang der Beschäftigung in der gehobenen Gebrauchstechnologie im Verdichtungsraum Köln-Bonn bei.

Dieses Beispiel verdeutlicht exemplarisch die Schwierigkeiten bei der Verwendung aggregierter Statistiken. Einzig der Zugang zu den Mikrodaten der Bundesagentur für Arbeit würde es ermöglichen, solche statistischen Artefakte, von denen es sicherlich einige gibt, flächendeckend aufzudecken. Bislang wird den Wissenschaftlern mit dem Betriebs-Historik-Panel nur der Zugang für eine 50% Stichprobe des gesamten Betriebsbestandes eingeräumt, die eine solche Identifizierung nicht möglich macht.

Die Auswertungen vermitteln insgesamt den Eindruck einer vergleichsweise durchschnittlichen Präsenz NRW in der Spitzentechnik und gehobenen Gebrauchstechnologie. Lichtblicke zeigen sich jedoch im forschungsintensiven Dienstleistungssektor. Mit Aachen verfügt das Land NRW über eine Region, die entgegen dem Bundestrend die Beschäftigung ausbauen konnte. Die Region Köln-Bonn liegt auf Tuchfühlung zu den vier führenden Ballungsräumen. Erwähnung sollte ebenso das überdurchschnittliche Abschneiden der Region Bielefeld im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe finden. Die wirtschaftsstrukturellen Gegebenheiten lassen zunächst ein durchschnittliches Abschneiden in der Präsenz des Landes NRW und seiner Regionen in den Zukunftsfeldern erwarten.

### 2.3 Forschungspersonal

Die Angaben zum Forschungskapital in Unternehmen und öffentlichen Forschungseinrichtungen geben Auskunft über jene Ressourcen, die direkt mit der Forschungstätigkeit befasst sind.

Im Indikatorenbericht des diesjährigen Innovationsberichts wurden vom Stifterverband Wissenschaftsstatistik bereits einige Ausführungen zur regionalen Verteilung des Forschungspersonals und der Forschungsaufwendungen vorgenommen. Für die Gesamtschau der Befunde zu den allgemeinen Technologieindikatoren sollen die wesentlichen Befunde zum Forschungspersonal daher nur kurz erwähnt werden.

- Knapp 70% der Bruttoinlandsaufwendungen für Forschung und Entwicklung entfallen auf Forschungsvorhaben der Wirtschaft. Der Anteil erweist sich in den vergangenen Jahren (Zeitraum von 1999 bis 2005) als vergleichsweise stabil.
- Die Verdichtungsräume Stuttgart und München haben weiterhin eine weit überdurchschnittliche Forschungspersonalintensität (Forschungspersonal je Tsd. Einwohner). Ungeachtet der bereits erreichten hohen Ballung konnte das Forschungspersonal weiter erhöht werden (vgl. Spalte „Forschungspersonal“ in **Tabelle 2.8**).
- Während sich das Forschungspersonal in den NRW Regionen Aachen, Bielefeld und Ruhrgebiet erhöhte, nahm es im Verdichtungsraum Düsseldorf-Wuppertal geringfügig und im Verdichtungsraum Köln-Bonn sehr deutlich ab.

Im Kontext des Schwerpunktberichts ergibt sich ein weitergehendes Interesse dahin gehend, ob und in welchem Zusammenhang die Entwicklung der Beschäftigung in forschungsintensiven Industrien und die Entwicklung des Forschungspersonals zueinander stehen. Zu diesem Zweck sind in der **Tabelle 2.8** die entsprechenden absoluten Veränderungen in den relevanten Wirtschaftszweigen sowie im Forschungspersonal abgetragen.

Tabelle 2.8

**Veränderung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten und des Forschungspersonals in der Wirtschaft in ausgewählten Verdichtungsräumen  
absolute Veränderung zwischen 1997 und 2005**

Verdichtungsraum	STW <sup>1</sup>	GGT <sup>1</sup>	NTVG <sup>1</sup>	FuE-DL <sup>1</sup>	For- schungsper- sonal	Forschungsin- tensität je Tsd. Einw.
Bielefeld	297	-2 053	-24 154	-878	1164	2,83
Ruhrgebiet	-2 254	-5 864	-36 612	220	633	1,43
Düsseldorf-Wuppertal	3 079	-16 473	-54 564	-5 777	-651	3,07
Köln-Bonn	983	-21 472	-20 254	5 641	-3649	2,26
Aachen	-3 354	-1 521	-8 759	663	737	3,07
Stuttgart	-9 695	1 471	-18 593	46	3614	14,01
München	-4 448	3 106	-12 287	485	4771	15,44
Deutschland	-2 984	-65 771	-546 131	-23 413	18109	3,64

Quelle: Sonderauswertung der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit. – Stifterverband Wissenschaftsstatistik. – Abgrenzung der Verdichtungsräume in Anlehnung an Bade (1987, 2000). – <sup>1</sup>Abgrenzung der forschungsintensiven Industrien nach Legler und Frietsch (2006).

Die Daten erwecken den Eindruck, dass es sich bei Verdichtungsräumen mit Beschäftigungsverlusten in der gehobenen Gebrauchstechnologie zugleich um jene handelt, die Einbußen im Forschungspersonal hinnehmen mussten. Massive Rückgänge in der Spitzentechnik in Stuttgart und München scheinen dagegen ohne nennenswerte Auswirkungen für das Forschungspersonal zu sein. Im Gegenteil, die Ausrichtung auf forschende Tätigkeiten hat sogar zugenommen, denn die Beschäftigungsgewinne in den forschungsintensiven Industrien fallen geringer aus als die Zuwächse im Forschungspersonal.

Die Entwicklungen in Nordrhein-Westfalen und dem Süden der Republik verlaufen in der Tat sehr konträr zueinander. Die Beschäftigungsrückgänge in den rheinischen Verdichtungsräumen scheinen häufiger mit einem Rückgang im Forschungspersonal zu korrespondieren als dies in anderen Regionen der Fall ist. Ein Teil des Rückgangs mag vielleicht erfassungstechnisch begründet sein, wenn bspw. Angaben für Forschungsstätten aufgrund umfangreicher unternehmerischer Umstrukturierungen nicht mehr einwandfrei identifiziert und im Zeitablauf konsistent dargestellt werden können. Der Rückgang der Beschäftigung in der gehobenen Gebrauchstechnologie ist jedoch zu stark, um den Rückgang im Forschungspersonal in Köln-Bonn einzig auf erfassungstechnische Besonderheiten zurückführen zu können.

Lichtblicke aus NRW Sicht zeigen sich jedoch in den beiden kleineren Verdichtungsräumen Aachen und Bielefeld. Die Zunahme des Forschungspersonals war groß genug, dass beide Regionen ihren Anteil am gesamten Forschungspersonal in Deutschland in den vergangenen Jahren erhöhen konn-



ten. Die absolute Ballung in Aachen und Bielefeld und dem Ruhrgebiet zwar immer noch vergleichsweise gering. Die positiven Zuwächse in den vergangenen Jahren geben jedoch Anlass zur Hoffnung, dass sich diese drei Regionen auch in Zukunft weiter positiv entwickeln werden.

Die Befunde bei Zugrundelegung der Forschungsaufwendungen (vgl. Indikatorenbericht des Innovationsberichts 2007) sind den gezeigten sehr ähnlich. Das 3 % Barcelona Ziel würde in allen NRW Regionen verfehlt werden. Für das Unterschreiten des 3 % Ziels sind aber in erster Linie wirtschaftsstrukturelle Gründe verantwortlich. Der vergleichsweise geringe Besatz mit forschungsintensiven Industrien impliziert die zu beobachtende geringere Forschungsintensität der NRW Regionen. Für die Dominanz wirtschaftsstruktureller Gründe sprechen auch jüngste Befunde einer Studie des RWI Essen und des Stifterverbands Wissenschaftsstatistik (vgl. Rothgang et al. 2007). Demnach unterscheiden sich die Forschungsstrategien der Unternehmen in NRW nicht von den Strategien der Unternehmen in den südlichen Bundesländern, wenn größen- und branchenbezogene Unterschiede berücksichtigt werden.

Ein aus gesamter NRW Sicht günstigeres Bild ergibt die Betrachtung der Forschungsaktivitäten im Hochschulsektor. Im Jahr 2005 waren etwa 100 Tsd. Personen an Hochschulen mit FuE-Aufgaben betraut. Naturgemäß bilden die großen Ballungsräume die Hochburgen in der Konzentration des Forschungspersonals im Hochschulsektor (vgl. **Tabelle 2.9**). Bemerkenswert ist jedoch das positive Abschneiden der beiden NRW Regionen Aachen und Ruhrgebiet bei differenzierter Betrachtung des Forschungspersonals in den Ingenieurwissenschaften. Die Region Aachen kann den größten Einzelanteil auf sich vereinen, gefolgt von der Region Stuttgart, dem Ruhrgebiet und der Region Dresden. Das positive Abschneiden des Ruhrgebiets spiegelt die erheblichen Investitionen in den Ausbau der öffentlichen Forschungsinfrastruktur in den 1960er und 1970er Jahren wieder. Die übrigen Verdichtungsräume NRWs sind praktisch ohne Bedeutung für die Ballung ingenieurwissenschaftlichen Forschungspersonals an Hochschulen. Ein anderes Bild zeigt sich bei der Betrachtung der Forschungskompetenz im naturwissenschaftlichen und humanmedizinischen Bereich. Gemessen am Anteil am gesamten Forschungspersonal schneiden die Regionen Düsseldorf-Wuppertal und Köln-Bonn überdurchschnittlich ab.

Tabelle 2.9

**FuE-Personal an den Hochschulen in Verdichtungsräumen (Anteil)**

Prozentualer Anteil am FuE-Personal an den Hochschulen in Deutschland (Spaltensumme); 2005

Verdichtungsraum	Insgesamt	Ingenieurwissenschaften	Naturwissenschaften und Humanmedizin
Aachen	4,1	10,5	3,2
Berlin	9,0	5,3	9,5
Bielefeld	1,0	0,3	0,8
Bremen	1,8	2,4	1,6
Chemnitz	1,4	4,1	0,6
Dresden	3,1	7,2	2,0
Düsseldorf-Wuppertal	2,4	1,3	3,1
Erlangen-Fürth-Nürnberg	2,5	3,5	2,4
Hamburg	2,9	2,8	2,6
Hannover	2,5	3,7	2,0
Karlsruhe	2,3	6,2	1,4
Köln-Bonn	5,1	0,6	6,4
Leipzig	1,9	0,3	2,3
München	6,1	5,7	6,4
Rhein-Main	2,8	2,9	2,7
Rhein-Neckar	3,5	0,2	4,8
Ruhrgebiet	5,8	8,0	5,1
Saarbrücken	1,4	0,7	1,7
Stuttgart	3,5	8,9	1,4
Sonstige Kreise	37,0	25,4	39,9
Deutschland	100,0	100,0	100,0

Quelle: Statistisches Bundesamt – Sonderauswertung aus der Hochschulstatistik, eigene Berechnungen. – Abgrenzung der Verdichtungsräume in Anlehnung an Bade (1987, 2007). – Ruhrgebiet nach Abgrenzung des RVR.

Die Betrachtung der Anteile am gesamten Forschungspersonal weist auf einige Unterschiede in der Präsenz der Verdichtungsräume in den Ingenieurs- und Naturwissenschaften innerhalb NRW hin. Die Unterschiede treten noch deutlicher hervor, wenn der Standortquotient zugrunde gelegt wird. Werte größer (kleiner) Eins zeigen eine vergleichsweise überdurchschnittliche (unterdurchschnittliche) Präsenz des betrachteten Bereichs in der Region an (vgl. **Tabelle 2.10**).

Tabelle 2.10

**FuE-Personal an den Hochschulen in Verdichtungsräumen (Standortquotient)**

FuE-Personal der Hochschulen an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Verdichtungsraum dividiert durch den entsprechenden Anteil für Deutschland; 2000 und 2005

Verdichtungsraum	Insgesamt		Ingenieurwissenschaften		Naturwissenschaften/Humanmedizin	
	2005	2000	2005	2000	2005	2000
Aachen	3,7	3,6	9,4	9,6	2,9	2,6
Berlin	1,6	1,5	0,9	1,0	1,7	1,5
Bielefeld	0,5	0,4	0,1	0,1	0,4	0,4
Bremen	1,1	0,9	1,5	1,2	1,0	0,6
Chemnitz	1,3	1,2	3,7	3,5	0,6	0,6
Dresden	2,2	2,3	5,2	4,9	1,5	1,5
Düsseldorf-Wuppertal	0,5	0,5	0,3	0,3	0,6	0,6
Erlangen-Fürth-Nürnberg	1,3	1,4	1,8	1,7	1,2	1,6
Hamburg	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7
Hannover	1,3	1,8	2,0	2,9	1,0	1,4
Karlsruhe	1,6	1,4	4,4	3,8	1,0	0,8
Köln-Bonn	1,3	1,3	0,1	0,2	1,6	1,5
Leipzig	1,4	1,4	0,2	0,2	1,7	1,7
München	1,5	1,7	1,4	1,4	1,6	1,9
Rhein-Main	0,5	0,6	0,5	0,8	0,5	0,6
Rhein-Neckar	1,6	1,2	0,1	0,1	2,2	1,6
Ruhrgebiet	1,0	0,9	1,4	1,4	0,9	0,8
Saarbrücken	1,1	0,9	0,5	0,5	1,3	1,1
Stuttgart	0,9	0,9	2,3	2,4	0,4	0,3
Sonstige Kreise	0,8	0,8	0,6	0,5	0,9	0,9

Quelle: Statistisches Bundesamt – Sonderauswertung aus der Hochschulstatistik, eigene Berechnungen. – Abgrenzung der Verdichtungsräume in Anlehnung an Bade (1987, 2007). – Ruhrgebiet nach Abgrenzung des RVR.

Die Region Aachen weist sowohl insgesamt als auch in den beiden Segmenten „Ingenieurwissenschaften“ und „Naturwissenschaften/Humanmedizin“ die höchsten Werte auf. Keine andere Region weist auch nur annähernd eine so hohe Ballung an ingenieurwissenschaftlichem Forschungspersonal an Hochschulen auf. Für das Ruhrgebiet lässt sich zwar auch ein Wert größer Eins ablesen. An die überdurchschnittliche Präsenz, wie sie z.B. in der Region Stuttgart und Erlangen-Fürth-Nürnberg zu beobachten ist, reicht das Ruhrgebiet jedoch nicht heran. Im Segment der Naturwissenschaften/Medizin ist es vor allem die Region Köln-Bonn, die sich durch eine ausgeprägte Fokussierung auf diesen Bereich auszeichnet.

Gegenüber dem Jahr 2000 haben sich – trotz des vergleichsweise geringen Zeitraums – bereits einige markante Veränderungen ergeben. Eine Erhöhung des Standortquotienten weist dabei auf eine relative Verbesserung der Region in Bezug auf den Forschungsinput hin; eine Verringerung impliziert folglich eine relative Verschlechterung. Wichtigster Befund ist, dass es keineswegs nur die Regionen im Süden Deutschlands sind, für die sich der

Standortquotient erhöht hat. Die wohl deutlichste Zunahme zeigt sich für das Rhein-Neckar-Dreieck, welche vornehmlich vom Zuwachs in den Naturwissenschaften/Humanmedizin getragen wird. Von den Verdichtungsräumen in NRW zeigen sich für die Region Aachen und das Ruhrgebiet leichte Erhöhungen des Standortquotienten. Ebenso wie im Rhein-Neckar-Dreieck wird die Zunahme in der Region Aachen durch eine deutliche Erhöhung des Standortquotienten in den Naturwissenschaften/Humanmedizin erreicht. Die Zunahme fällt dabei stärker aus als in der Region Köln-Bonn.

Bemerkenswert ist das ungünstigere Abschneiden der Region Hannover und München in 2005 gegenüber dem Ausgangsjahr 2000. Die Verringerung des Standortquotienten resultiert vorwiegend aus einem Rückgang des nicht-wissenschaftlichen, technischen Forschungspersonals. Dieser Rückgang deckt sich zwar mit dem bayerischen Landestrend, der einen Rückgang um etwa 1 000 Personen im selben Zeitraum ausweist. Gleichzeitig ist jedoch darauf hinzuweisen, dass das wissenschaftliche Forschungspersonal an Hochschulen nahezu unverändert blieb. Zudem hat sich das Forschungspersonal an außeruniversitären wissenschaftlichen Einrichtungen in der Region München im selben Zeitraum von etwa 7 500 auf 8 700 Personen erhöht.

#### **2.4 Patente**

Forschungsaktivitäten münden in neuen Erkenntnissen bzw. Erfindungen, welche die Grundlage für Entwicklung neuer Produkte und Verfahren bilden. Die Anmeldung einer Erfindung zum Patent ist eine von mehreren Möglichkeiten, den unentgeltlichen Zugriff auf die Ergebnisse der Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen, die mitunter hohe Kosten verursachen, für einen bestimmten Zeitraum gegenüber Dritten zu schützen. Ließe sich die ökonomische Verwertung dieser Ergebnisse nicht entsprechend schützen, entfielen ein großer Teil des ökonomischen Anreizes, diese Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen überhaupt zu tätigen.

Patente sind aber nicht ganz frei von Kritik, da diese auch eine strategische Funktion erfüllen können (vgl. PatVal-EU 2005 für eine diesbezügliche Evidenz). So soll eine Patentaktivität in einem bestimmten Technologiefeld dem Markt und seinen Akteuren signalisieren, dass die patentierenden Unternehmen über Kompetenzen auf diesem Gebiet verfügen. Dies kann unter anderem das Eingehen strategischer Allianzen beflügeln oder aber dazu führen, dass potenzielle Markteintritte etablierter Unternehmen oder auch neuer Unternehmen unterbleiben.

Aus innovationsökonomischer Sicht stellen die Patentanmeldungen im Vergleich zu den Patenterteilungen die interessantere Größe dar, da hier alle Erfindungen erfasst werden, die von den Anmeldern subjektiv als Neuerung aufgefasst werden (vgl. Grupp 1997: 164). Abgesehen davon vermitteln

diese Daten zudem ein wesentlich aktuelleres Bild der Erfindertätigkeit, da Patenterteilungsverfahren mehrere Jahre andauern.<sup>22</sup> Anzumerken wäre allerdings, dass der Anteil wirtschaftlich belangloser Patentanmeldungen bei Patenterteilungen geringer ausfallen dürfte als bei den Patentanmeldungen.

In der **Tabelle 2.11** ist die regionale Verteilung der gewichteten Anzahl der Patentanmeldungen beim Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA) angegeben. Das Hauptinteresse gilt dabei der Erörterung der Veränderung im Zeitraum von 2000 bis 2005. Im Jahr 2005 wurden 44 690 Patentanmeldungen registriert. Dies sind etwa 10% mehr gegenüber dem Jahr 2000. Allein auf die beiden Verdichtungsräume Stuttgart und München entfallen im Jahr 2005 mit zusammen 19,3% fast ein Fünftel aller Patentanmeldungen. Gegenüber dem Ausgangsjahr 2000 bedeutet dies einen Zuwachs um 2,6 Prozentpunkte. Neben München und Stuttgart zeigen sich bemerkenswerte Zuwächse in der Zahl der Patentanmeldungen in den beiden sächsischen Verdichtungsräumen Leipzig und Dresden sowie in Hamburg, Karlsruhe und Hannover. Von den NRW Räumen ist einzig für Aachen ein leichter Zuwachs zu beobachten. Alle übrigen weisen mehr oder weniger starke Rückgänge in der Zahl der Patentanmeldungen auf. Letztgenanntes trifft vor allem auf die NRW Verdichtungsräume entlang des Rheins aus. Die Zahl der Patentanmeldungen nahm gegenüber 2000 um circa 12 bis 14% ab. Einzig für den sächsischen Verdichtungsraum Chemnitz zeigt sich ein noch stärkerer Rückgang.

Die Entwicklung in Düsseldorf-Wuppertal und Köln-Bonn ist damit identisch mit dem gezeigten Rückgang des Forschungspersonals der Wirtschaft bzw. den Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe (vgl. hierzu nochmals *Tabelle 2.8*). Es liegt nahe zu vermuten, dass beide Entwicklungen unmittelbar miteinander zusammenhängen.

---

<sup>22</sup> Patentanmeldungen unterliegen zunächst einer nicht-inhaltlichen Formalprüfung (Offensichtlichkeitsprüfung), in deren Rahmen diejenigen Anmeldungen ausgesondert werden, die die geforderten formalen Voraussetzungen nicht erfüllen oder offensichtlich nicht patentierbar sind (vgl. DPMA 2006).

Tabelle 2.11

**Gewichtete Anzahl an Patentanmeldungen beim Deutschen Patent- und Markenamt nach Erfindersitz**

	Anteil 2005 in %	Anteil 2000 in %	Anzahl 2005/ Anzahl 2000	Einwohner (Jahresd. 2005)
Aachen	1,5	1,6	1,06	1 097 155
Berlin	3,3	3,7	0,98	5 115 826
Bielefeld	1,6	1,7	1,02	1 618 866
Bremen	0,8	0,8	1,06	1 375 640
Chemnitz	0,4	0,6	0,77	924 524
Dresden	1,6	1,1	1,61	1 018 832
Düsseldorf-Wuppertal	4,9	6,3	0,86	4 268 193
Erlangen-Fürth-Nürnberg	3,3	3,1	1,18	1 288 165
Hamburg	2,9	2,5	1,28	3 141 168
Hannover	1,5	1,2	1,37	1 420 558
Karlsruhe	2,2	1,8	1,33	995 913
Köln-Bonn	3,0	3,8	0,88	3 272 704
Leipzig	0,4	0,3	1,26	1 073 945
München	8,6	7,7	1,25	2 541 589
Rhein-Main	5,5	6,2	0,98	3 776 292
Rhein-Neckar	3,4	3,5	1,08	1 733 558
Ruhrgebiet	2,8	3,2	0,95	4 747 681
Saarbrücken	0,6	0,7	0,91	1 053 000
Stuttgart	10,7	9,0	1,31	2 666 773
Sonstige Kreise	41,0	41,0	1,11	39 333 976

Quelle: DPMA (2006), eigene Berechnungen. – Abgrenzung der Verdichtungsräume in Anlehnung an Bade (1987, 2007). – Ruhrgebiet nach Abgrenzung des RVR.

Nicht nur, dass die beiden NRW Verdichtungsräume entlang des Rheins einen deutlichen Rückgang in der Zahl der Patentanmeldungen zeigen, auch die Patentrelation, d.h. die Patentanmeldungen je eine Million Einwohner, ist deutlich niedriger im Vergleich zu den Ballungsräumen im Süden der Republik (vgl. **Tabelle 2.12**). Mit einem Wert von 508 erreicht Düsseldorf-Wuppertal gerade einmal ein Drittel des Werts der Region München. Im Vergleich der acht größten Verdichtungsräume mit mindestens 2,5 Millionen Einwohnern liegt Düsseldorf-Wuppertal auf dem vierten und Köln-Bonn auf dem sechsten Rang. Das Schlusslicht bezüglich der Patentrelation bildet das Ruhrgebiet.

Der Großteil der Patentanmeldungen entfällt dabei auf Erfindungen aus der Wirtschaft. Bezogen auf die Summe an Patentanmeldungen aus der Wirtschaft und Wissenschaft handelt es sich nämlich nur bei 4% um solche aus der Wissenschaft (vgl. **Tabelle 2.12**). Das starke Abschneiden der südlichen Regionen geht daher vornehmlich auf die hohen technologischen Potenziale der Wirtschaft zurück. Kennzeichen dessen ist, dass sich Regionen mit hohen Patentaktivitäten gleichermaßen um einen hohen Besatz mit dem Forschungspersonal der Wirtschaft bzw. Beschäftigten in forschungsintensiven Industrien auszeichnen. Jegliche Änderung der Forschungskapazitäten be-

dingt unmittelbar Veränderungen im Hervorbringen von Erfindungstätigkeiten. Dieser Zusammenhang ist an sich nicht überraschend. Gleichwohl wäre es durchaus denkbar, dass mit einer stärkeren Einbindung in überregionalen Erfindernetzwerken, Nachteile im lokalen Besitz an Forschungspersonal kompensiert werden könnte. Dies kann aber nur zum Teil gelingen.

Hervorzuheben ist das positive Abschneiden Aachens hinsichtlich der Erfindungstätigkeiten aus der Wissenschaft gegenüber allen übrigen NRW Verdichtungsräumen. Hierin spiegelt sich im Wesentlichen die beobachtete hohe Ballung des ingenieurwissenschaftlichen Forschungspersonals an universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen wider (vgl. nochmals *Tabelle 2.9*). Im überregionalen Vergleich ist das Bild etwas gemischter. Trotz des deutlich höheren Anteils am Forschungspersonal an öffentlichen Forschungseinrichtungen in Aachen gegenüber Karlsruhe ist die Patentanmeldetätigkeit in Aachen nicht höher.

Tabelle 2.12

**Gewichtete Anzahl an Patentanmeldungen beim Deutschen Patent- und Markenamt je eine Million Einwohner nach Erfindersitz**

	Gesamt	Wirtschaft	Wissenschaft	Natürliche Pers.
Aachen	619,6	468,3	66,2	85,1
Berlin	287,4	200,5	31,5	55,4
Bielefeld	433,3	354,3	0,4	78,6
Bremen	243,8	194,7	15,6	33,4
Chemnitz	204,4	145,9	20,1	38,6
Dresden	693,7	524,2	133,0	36,6
Düsseldorf-Wuppertal	508,6	425,3	6,0	77,4
Erlangen-Fürth-Nürnberg	1161,7	1031,9	25,5	104,6
Hamburg	416,8	345,4	7,3	64,1
Hannover	485,7	422,7	7,3	55,5
Karlsruhe	964,9	817,3	67,0	80,6
Köln-Bonn	414,8	327,1	19,0	68,7
Leipzig	164,6	81,7	23,4	59,6
München	1514,3	1273,1	51,2	190,0
Rhein-Main	649,4	568,4	7,3	73,7
Rhein-Neckar	885,7	792,0	28,4	65,5
Ruhrgebiet	261,1	207,0	7,3	46,6
Saarbrücken	254,3	151,1	23,9	79,5
Stuttgart	1790,5	1647,9	30,0	112,6
Sonstige Kreise	465,9	385,7	14,2	66,1

Quelle: DPMA (2006), eigene Berechnungen. – Abgrenzung der Verdichtungsräume in Anlehnung an Bade (1987, 2007). – Ruhrgebiet nach Abgrenzung des RVR.

Der enge Zusammenhang zwischen lokal verfügbaren Forschungskapazitäten und Erfindungstätigkeiten zeigt überdies an, dass es in jedem Fall umfangreiche Ressourcen innerhalb einer Region bedarf, um eine Schwerpunktbildung in der Besetzung technologisch anspruchsvoller Zukunftsfelder zu erzielen.

Der Mangel an Beschäftigten in der Wirtschaft hat dabei größere Konsequenzen für die Erfindungstätigkeiten einer Region zufolge als ein entsprechender Mangel an Forschungskapazitäten in Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Eine Ausweitung der Forschungskapazitäten an Hochschulen und außeruniversitären Forschungskapazitäten kann damit allenfalls indirekt auf die Erhöhung der Erfindungstätigkeiten wirken. Auch dies verwundert aufgrund der stärkeren Ausrichtung der Wissenschaft auf die Grundlagenforschung nicht.

## 2.5 Gründungen

Die regionale Analyse des Gründungsgeschehens in Hightech-Industrien vermittelt einen Eindruck über die Fähigkeit des Nachwachsens innovativer Unternehmen, der Wandlungs- und Anpassungsfähigkeit einer Region sowie über den Stellenwert des Transferkanals „Gründung“ zur Verwertung neuen Wissens.

Die regional vergleichende Analyse des Gründungsgeschehens in forschungsintensiven Industrien stützt sich auf Auswertungen aus den ZEW-Gründungspanels. Während das Human- und Forschungskapital recht stark auf die Verdichtungsräume konzentriert war, zeigt sich eine solche deutliche Konzentration bei Betrachtung des Gründungsgeschehens in Hightech-Branchen nicht (vgl. **Table 2.13**). Etwa 47% der Erwerbsfähigen sind außerhalb der Verdichtungsräume tätig. In einer ähnlichen Größenordnung bewegt sich auch der Anteil der Hightech-Gründungen im Verarbeitenden Gewerbe in Verdichtungsräumen an allen Gründungen. Etwas deutlicher ist der Unterschied bei den technologieintensiven Dienstleistern (EDV-, FuE-Dienstleister, Ingenieurbüros). Hier sind „nur“ 39% aller Gründungen in den Kreisen außerhalb der Verdichtungsräume zu finden. Hightech-Dienstleistungsgründungen sind wesentlich stärker auf die Ballungszentren konzentriert.

Die Hochburgen im Gründungsgeschehen in den Hightech-Branchen des Verarbeitenden Gewerbes finden sich vornehmlich im Rhein-Main Gebiet, in der Metropolregion Berlin und in der Region Düsseldorf-Wuppertal. Hingegen sind es bei Betrachtung der Gründungsaktivitäten in technologieintensiven Dienstleistungssektoren die Region München und wiederum Berlin und das Rhein-Main Gebiet, welche die höchsten Einzelanteile erzielen. Während Düsseldorf-Wuppertal im Vergleich zum Anteil an allen Gründungen eher unterdurchschnittlich abschneidet, zeichnet sich die Region Köln durch ein überdurchschnittliches Abschneiden aus. Trotzdem gelingt es der Region Köln nicht, auch nur annähernd Anschluss an München zu wahren.



Tabelle 2.13

**Verteilung der Gründungen in Hightech-Branchen auf die Verdichtungsräume**

Prozentualer Anteil an den Gründungen in Deutschland (Spaltensumme);

Durchschnitt 2001-2004

Verdichtungsraum	Alle Branchen	STW <sup>1</sup>	GGT <sup>1</sup>	TDL <sup>1</sup>
Aachen	1,2	1,8	1,1	1,5
Berlin	7,9	5,6	5,1	7,4
Bielefeld	1,9	2,5	2,4	1,6
Bremen	1,9	2,3	1,5	1,5
Chemnitz	1,0	1,5	1,4	0,9
Dresden	1,1	1,0	1,4	1,2
Düsseldorf-Wuppertal	5,0	5,9	6,7	4,8
Erlangen-Fürth-Nürnberg	1,5	1,8	1,4	2,0
Hamburg	6,0	3,4	4,1	5,8
Hannover	1,6	1,1	1,5	1,7
Karlsruhe	1,1	2,3	1,4	1,3
Köln-Bonn	3,9	2,8	3,7	4,3
Leipzig	1,4	0,7	0,8	1,2
München	4,5	4,9	4,2	7,6
Rhein-Main	5,5	6,8	4,7	6,6
Rhein-Neckar	2,3	3,1	2,0	2,2
Ruhrgebiet	5,6	4,8	5,7	5,0
Saarbrücken	0,9	1,3	1,0	0,9
Stuttgart	2,7	3,3	3,8	3,7
Sonstige Kreise	43,2	43,3	46,1	39,1
Deutschland	100,0	100,0	100,0	100,0
Deutschland absolut circa	245 000	1 000	1 500	16 000

Quelle: ZEW-Gründungspanel (2007), eigene Berechnungen. – Abgrenzung der Verdichtungsräume in Anlehnung an Bade (1987, 2007). – Ruhrgebiet nach Abgrenzung des RVR. – <sup>1</sup>STW: Industrien der Spitzentechnik im Verarbeitenden Gewerbe, GGT: Industrien der gehobenen Gebrauchstechnologie im Verarbeitenden Gewerbe, TDL: technologieintensive Dienstleister. – Abgrenzung der Spitzentechnik und gehobenen Gebrauchstechnologie nach der NIW/ISI Liste 2000 (vgl. Grupp und Legler 2000); Abgrenzung der technologieintensiven Dienstleister nach Engel und Fryges (2001).

Die sich abzeichnenden unterschiedlichen sektoralen Schwerpunkte in NRW kommen noch deutlicher zum Vorschein, wenn die Gründungsintensität zugrunde gelegt wird, welche für die unterschiedliche Größe der Region kontrolliert (vgl. **Tabelle 2.14**). Mit einer Gründungsintensität von 0,40 in der Gehobenen Gebrauchstechnologie liegt der Verdichtungsraum Düsseldorf-Wuppertal weit vor anderen Hochburgen wie Stuttgart (0,31), Rhein-Main (0,27) und sogar vor München, die sich durch einen überdurchschnittlich hohen Besatz an hochqualifiziertem technischem Personal auszeichnen (vgl. **Tabelle 2.1**). Das positive Abschneiden von Düsseldorf-Wuppertal ist vor allem auf die starke Präsenz des Werkzeugmaschinenbaus in der Region Wuppertal (Wuppertal, Remscheid, Solingen, Mettmann und Märkischer Kreis) zurückzuführen. In den fünf genannten Kreisen ist etwa jeder dritte der circa 30 000 Werkzeugmaschinenmacher NRWs tätig.

In der Spitzentechnik sind die regionalen Unterschiede zwischen den Verdichtungsräumen weniger stark ausgeprägt. Zwar liegen die Regionen München, Rhein-Main und Rhein-Neckar vorn, der Abstand zu Düsseldorf-Wuppertal ist jedoch gering. Das Ruhrgebiet und die Region Köln-Bonn weisen deutlich geringere Gründungsintensitäten in der Spitzentechnik auf und bilden mit der Region Hannover das Schlusslicht im Ranking. Da die Zahl der Spitzentechnikgründungen deutschlandweit mit knapp 1 000 sehr gering ist, sollten die geringfügigen Unterschiede jedoch nicht überinterpretiert werden.

Tabelle 2.14

**Gründungsintensität in Hightech-Branchen in den Verdichtungsräumen**

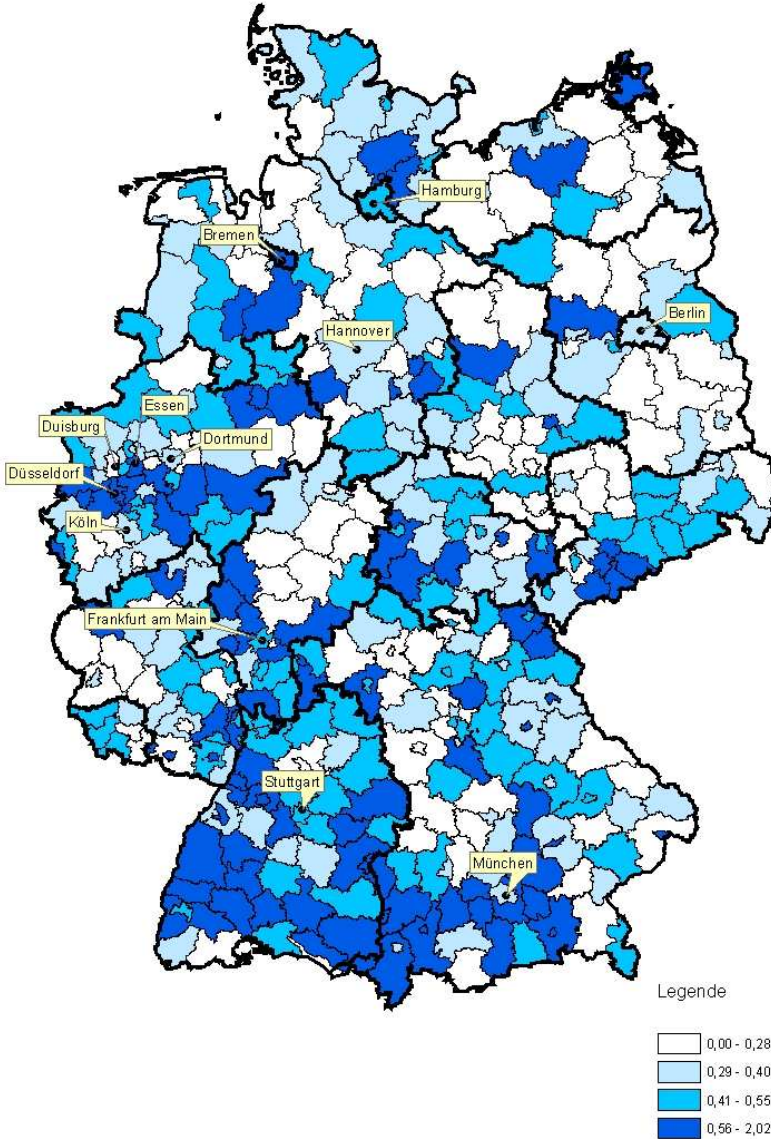
Verdichtungsraum	STW <sup>1</sup>		GGT <sup>1</sup>		TDL <sup>1</sup>	
	Intensität <sup>2</sup> 2001-2004	Veränd. <sup>3</sup> gegenüber 1993-1996	Intensität <sup>2</sup> 2001-2004	Veränd. <sup>3</sup> gegenüber 1993-1996	Intensität <sup>2</sup> 2001-2004	Veränd. <sup>3</sup> gegenüber 1993-1996
Aachen	0,24	-54,3	0,22	-55,6	3,31	6,6
Berlin	0,15	-16,9	0,21	-48,3	3,33	-21,0
Bielefeld	0,23	-33,2	0,34	-42,0	2,50	15,0
Bremen	0,25	56,7	0,24	-45,2	2,71	-15,5
Chemnitz	0,23	4,8	0,33	-44,2	2,20	-26,9
Dresden	0,14	-38,1	0,30	-14,9	2,84	-42,9
Düsseldorf-Wuppertal	0,23	-15,9	0,40	-27,7	3,15	-0,4
Erlangen-Fürth-Nürnberg	0,20	-5,9	0,23	-39,7	3,79	-3,0
Hamburg	0,16	-13,2	0,28	-30,5	4,48	4,1
Hannover	0,12	-27,8	0,23	-33,2	2,95	-27,0
Karlsruhe	0,34	-20,5	0,31	-32,8	3,30	-30,2
Köln-Bonn	0,12	-3,0	0,24	-23,4	3,25	-2,1
Leipzig	0,09	-45,4	0,16	-67,9	2,54	-35,3
München	0,27	-36,3	0,35	-31,4	7,10	8,5
Rhein-Main	0,26	-20,4	0,27	-40,8	4,19	-12,7
Rhein-Neckar	0,26	20,8	0,25	-38,6	3,11	-8,7
Ruhrgebiet	0,13	-33,7	0,24	-31,1	2,33	4,7
Saarbrücken	0,18	32,9	0,21	-46,3	1,98	-13,6
Stuttgart	0,18	-40,1	0,31	-41,0	3,33	-12,6
Sonstige Kreise	0,16	-28,8	0,26	-40,0	2,46	-5,7

Quelle: ZEW-Gründungspanel (2007), eigene Berechnungen. – Abgrenzung der Verdichtungsräume in Anlehnung an Bade (1987, 2007). – Ruhrgebiet nach Abgrenzung des RVR. – <sup>1</sup>STW: Industrien der Spitzentechnik im Verarbeitenden Gewerbe, GGT: Industrien der gehobenen Gebrauchstechnologie im Verarbeitenden Gewerbe, TDL: technologieintensive Dienstleister. – Abgrenzung der Spitzentechnik und gehobenen Gebrauchstechnologie nach der NIW/ISI Liste 2000 (vgl. Grupp und Legler 2000); Abgrenzung der technologieintensiven Dienstleister nach Engel und Fryges (2001). – <sup>2</sup>Gründungsintensität 2001-2004: Jahresdurchschnittliche Zahl der Gründungen zwischen 2001 bis 2004 je 10 000 Erwerbsfähige.

Karte 2.1

**Jahresdurchschnittliche Gründungsintensität in forschungsintensiven Wirtschaftszweigen des Verarbeitenden Gewerbes**

Gründungen je 10 000 Erwerbsfähige; Durchschnittswert für 2001-2004



Quelle: ZEW-Gründungspanel (2007).

Eine noch feinere regionale Disaggregation ist in der **Karte 2.1** angegeben, welche die Gründungsintensität in den forschungsintensiven Industrien auf der Ebene der Stadt- und Landkreise beinhaltet. Neben den Häufungen in den Agglomerationsräumen sind vor allem in den südlichsten, eher kleineren Kreisen der Bundesrepublik vergleichsweise hohe Gründungsintensitäten zu beobachten. Deren direkter Vergleich mit den höher verdichteten Kreisen ist aufgrund der raumstrukturellen Unterschiede nur begrenzt aussagekräftig. Interessanter erscheint der Vergleich ähnlich verdichteter Kreise z.B. größerer Städte. Im Vergleich der Städte mit mehr als 500 000 Einwohnern rangieren mit Düsseldorf und Essen zwei NRW Städte ganz vorn im Ranking. Hinter Düsseldorf mit einem Wert von 0,84 folgen Essen (0,61) und Frankfurt (0,54) und dann wiederum mit etwas Abstand Stuttgart (0,41) und München (0,40). Dasselbe Städte-Ranking zeigte sich bereits in der Periode 1993 bis 1996.

Auch nach Berücksichtigung raumstruktureller Gegebenheiten zeigen sich also deutliche Unterschiede in den Gründungsaktivitäten. Diese spiegeln vornehmlich die wirtschafts- und forschungsstrukturellen Gegebenheiten wieder. Die relative Immobilität der Beschäftigten bedingt, dass Regionen mit einer vergleichsweise überdurchschnittlichen Ausstattung an Human- und Forschungskapital zugleich jene Regionen mit einer überdurchschnittlichen Gründungsaktivität in Hightech-Branchen sind (u.a. Nerlinger 1998, Engel und Fier 2001, Engel und Heneric 2006).

Während die Zahl der hochqualifizierten Beschäftigten und das Forschungspersonal vergleichsweise gut recherchierbar sind, sind Aussagen zur Qualität und zum Forschungsoutput auf regionaler Ebene kaum zugänglich. Patente und Drittmiteleinwerbungen sind zwar theoretisch denkbare Indikatoren. Aufgrund der hohen Spannbreite der Projekte und Patente in Bezug auf die Möglichkeit der direkten ökonomischen Verwertung, sind diese Indikatoren in der Praxis jedoch kaum hilfreiche Prädiktoren für die Gründungsaktivität in einer Region.

Das Wissen um die Qualität des vorhandenen Forschungs- und Humankapitals ist für das Verständnis der regionalen Unterschiede im Gründungsgeschehen von hoher Relevanz. Eine Terminologie spricht hier die Funktion der regionalen „Anker“ an (vgl. Feldmann 2006), die unter anderem ihren Widerhall in der Betonung von „star scientists“ zur Erklärung der regionalen Unterschiede in der Gründungshäufigkeit von Biotech-Unternehmen findet (vgl. Zucker et al. 1998). In diesem Sinne können sich die Fähigkeiten des regionalen Gründungspotenzials bei identischer Zahl an Köpfen recht deutlich unterscheiden. Belege hierfür lassen sich u.a. in der Studie von Tamasy (2005) finden, die auf den Angaben des Regionalen Entrepreneurship Monitors basiert. Ihren Befunden zu Folge geben Personen in der Regi-

on München signifikant häufiger an, über notwendige Gründungsfähigkeiten zu verfügen. Ebenso verneinen die befragten Personen im Raum München signifikant häufiger die Frage nach der Angst zu scheitern. Diese Unterschiede werden wohl kaum nur auf unterschiedliche Einstellungen der Personen zum Thema Gründung zurückzuführen sein. Plausibler, gerade mit Blick auf die Erkenntnisse der psychologischen Gründungsforschung (u.a. Unger 2006), erscheint, dass diese Einschätzungen auf tatsächlich vorhandenes Wissen und Fähigkeiten schließen lässt.

Das unterschiedliche Abschneiden von Regionen im Gründungsgeschehen wird zwar maßgeblich aber sicher nicht ausschließlich durch Quantität und Qualität des vorhandenen Humankapitals in einer Region bestimmt. Eine große Zahl von Studien beschäftigt sich daher mit der Herausarbeitung regionsspezifischer Besonderheiten, u.a. gründungsbezogene Rahmenbedingungen (vgl. u.a. Tamasy 2005). Hierunter werden einerseits soziologische Aspekte, wie die Einstellung zum Thema Selbständigkeit, kulturelle und soziale Normen untersucht, andererseits wird die Rolle der öffentlichen Hand beleuchtet (öffentliche Förderinfrastruktur, kommunale und Landesinitiativen). Solche Aspekte sind in der Regel mit einigen Problemen in der Erfassung behaftet, da diese Angaben häufig nur auf Einschätzungen von Unternehmern oder Experten beruhen. Hinzukommt, dass die Effekte dieser Faktoren aufgrund der Aggregation auf regionaler Ebene zumeist „verschwimmen“. Als geeigneter Weg zur Analyse solcher Faktoren bietet es sich an, die Mikroperspektive der Personen in einer Region als Startpunkt zu wählen.

Schließlich sollte nicht unerwähnt bleiben, dass Unterschiede in der Gründungsintensität auch strukturelle Unterschiede in der Verwertung von neuem Wissen widerspiegeln. Während in einer Region eher begünstigende Mechanismen für die Umsetzung innerhalb einer bestehenden Unternehmung existieren, kann sich dies in einer anderen Region völlig anders darstellen. Eine geringere Gründungsintensität lässt folglich nur dann auf einen Nachholbedarf in einer Region schließen, wenn die Bedeutung des Verwertungskanal „Gründung“ zwischen den Regionen nicht variiert.

Um einen Eindruck über das Vorhandensein regionaler Besonderheiten zu bekommen, bietet sich ein Vergleich des prognostizierten Gründungsgeschehens auf der Basis des vorhandenen Gründungspotenzials mit dem tatsächlich beobachteten Gründungsgeschehen an. Die Prognose des Gründungsgeschehens erfolgt unter Anwendung eines Regressionsmodells, in dem die Zahl der Gründungen in Hightech-Branchen des Verarbeitenden Gewerbes in Abhängigkeit vom Forschungspersonal, dem Besatz an Beschäftigten in der betreffenden Industrie, der Bevölkerungsentwicklung und der Einwohnerdichte in der Region modelliert wird. Um Verzerrungen zu

verringern, die aus kleinräumigen Wanderungsbewegungen resultieren (Stichwort Suburbanisierung bzw. Urbanisierung), werden die 97 Raumordnungsregionen als räumliche Aggregationsebene zugrunde gelegt.

Tabelle 2.15

**Gründungsgeschehen in Raumordnungsregionen nach Kontrolle für die Ressourcenausstattung**

Raumordnungsregion	STW <sup>1</sup>	GGT <sup>1</sup>	NTVG <sup>1</sup>	TDL <sup>1</sup>
Aachen	+			
Arnsberg				
Bielefeld	+	+	+	
Bochum/Hagen	+			+
Bonn				
Dortmund			+	
Duisburg/Essen	+	+	+	+
Düsseldorf	+	+	+	+
Emscher-Lippe		+	+	
Köln			+	+
Münster		+		
Paderborn				
Siegen				
Industrieregion Mittelfranken	+		+	+
Mittlerer Oberrhein	+			
München	+	+	+	+
Neckar-Alb				
Nordschwarzwald	+	+		
Rhein-Main	+	+	+	+
Rheinpfalz	+	+	+	+
Schwarzwald-Baar-Heuberg	+	+		
Starkenburger				+
Stuttgart				
Südlicher Oberrhein		+		
Unterer Neckar				

Quelle: ZEW-Gründungspanel (2007), eigene Berechnungen. – Abgrenzung der Verdichtungs-räume in Anlehnung an Bade (1987, 2007). – Ruhrgebiet nach Abgrenzung des RVR. – <sup>1</sup> STW: Industrien der Spitzentechnik im Verarbeitenden Gewerbe, GGT: Industrien der gehobenen Gebrauchstechnologie im Verarbeitenden Gewerbe, TDL: technologieintensive Dienstleister. – Abgrenzung der Spitzentechnik und gehobenen Gebrauchstechnologie nach der NIW/ISI Liste 2000 (vgl. Grupp und Legler 2000); Abgrenzung der technologieintensiven Dienstleister nach Engel und Fryges (2001). – Lesehilfe: „+“ zeigt an, dass die tatsächliche Gründungszahl über der geschätzten (prognostizierten) Gründungszahl liegt.

In der **Tabelle 2.15** sind ausgewählte Ergebnisse der Berechnungen für alle Raumordnungsregionen des Landes Nordrhein-Westfalen sowie ausgewählten Raumordnungsregionen der südlichen Bundesländer dargestellt. Ein Pluszeichen in der betreffenden Spalte gibt an, dass die tatsächliche Gründungszahl die geschätzte Zahl an Gründungen übersteigt. Ein solches Resultat impliziert, dass in der Raumordnungsregion mehr Unternehmen gegründet wurden, als auf der Grundlage des vorhandenen Gründungspotenzials erwartet werden konnte. Ein positives Abschneiden lässt auf nicht

beobachtbare Standortvorteile (z.B. Branchenspillover, die zur Herausbildung lokaler Wertschöpfungsketten in der Region führen) schließen.

Von den Raumordnungsregionen des Landes NRW schneiden die vornehmlich städtisch geprägten Regionen im Ruhrgebiet, Düsseldorf und die Region Bielefeld am besten ab. Bielefeld ist insofern überraschend, da eine sehr hohe Ballung gerade nicht in den forschungsintensiven Industrien des Verarbeitenden Gewerbes, sondern in anderen industriellen Wirtschaftszweigen zu beobachten war. Die tatsächliche Gründungszahl in der Spitzentechnik liegt hier etwa 25% über der geschätzten Gründungszahl. Eine denkbare Erklärung ist, dass das allgemeine Wissen über industrielle Prozesse Spillover für industrielle Hightech-Branchen erzeugt. Eine andere Erklärung setzt am Argument der Wertschöpfungskette zur Produktion industrieller Güter an. So handelt es sich bei vielen Wirtschaftszweigen des forschungsintensiven Verarbeitenden Gewerbes um jene, die wichtige Vorleistungen (z.B. Maschinenbau, Mess-, Regelungs- und Steuerungstechnik) für andere Wirtschaftszweige des Verarbeitenden Gewerbes erbringen. Die Ausrichtung auf die Herstellung von Zwischenprodukten ist hier – mit Ausnahme der Pharmabranche – deutlich stärker ausgeprägt als in anderen, nicht forschungsintensiven Branchen. Positiv ist auch das Abschneiden der Regionen Duisburg/Essen zu werten. Einschränkend ist hier auf eine vergleichsweise geringe Zahl an Gründungen sowie ein nur leicht überdurchschnittliches Abschneiden hinzuweisen (13% mehr Gründungen in der Spitzentechnik als geschätzt). Trotz dieser Einschränkungen kann geschlussfolgert werden, dass ein deutlich unterdurchschnittlicher Besatz mit Beschäftigten in forschungsintensiven Industrien keineswegs ein so zentrales Hindernis für das Erreichen eines überdurchschnittlichen Gründungsgeschehens darstellt.

Für die südlichen Raumordnungsregionen überrascht zunächst, dass die Regionen in Baden-Württemberg mit starker Präsenz in forschungsintensiven Industrien keine überdurchschnittliche Gründungsaktivität – gegeben dem vorhandenen Gründungspotenzial – verzeichnen. Im Einklang mit dieser Beobachtung steht der Befund, dass Personen im Raum Stuttgart eine geringere Wahrscheinlichkeit des Übergangs in die Selbständigkeit haben als Personen in Emscher-Lippe<sup>23</sup>. Ein Grund dafür könnte sein, dass die hervorgebrachten Neuerungen sehr spezifisch sind, welche die Umsetzung in bestehenden Organisationen eher begünstigt als in neuen Unternehmen. Die unterdurchschnittliche Ausschöpfung des Gründungspotenzials könnte aber auch aus Mentalitätsunterschieden resultieren. Hinweise in

---

<sup>23</sup> Diese Aussage stützt sich auf empirische Befunde von Sternberg und Wagner (2004) auf der Basis des regionalen Entrepreneurship Monitors.

diese Richtung ergeben sich auf der Basis empirischer Analysen von Tamasy (2005). Sie konnte in ihrer multivariaten Analyse feststellen, dass befragte Personen aus Köln und München – nicht jedoch aus Stuttgart – signifikant weniger häufig die Frage verneinten, ob Sie Angst vor dem Scheitern einer Selbständigkeit hätten.

Im Gegensatz dazu ist im Raum München, Rhein-Main und Rhein-Pfalz eine überdurchschnittliche Gründungsaktivität – gegeben dem vorhandenen Gründungspotenzial – abzulesen. Sowohl für München als auch Rhein-Main liegen die tatsächlichen Gründungszahlen etwa 40 % über dem geschätzten (prognostizierten) Wert. Gründungsstarke Regionen scheinen damit über einige Vorteile zu verfügen, die sich langfristig in einen größeren Abstand zu weniger starken Regionen auszahlen können.

Aus der Analyse ergeben sich zwei wesentliche Erkenntnisse. Ein geringer Besatz mit Beschäftigten in forschungsintensiven Branchen scheint kein Hindernis zu sein, überdurchschnittliche Gründungsaktivitäten in diesen Industrien zu erzielen. Dieser Befund stimmt in gewisser Hinsicht positiv, denn es ist damit keineswegs ausgemacht, dass Regionen mit geringerem Besatz an Beschäftigten in forschungsintensiven Industrien den Anschluss an „starke“ Regionen wahren können.

Insbesondere wenn der Bedarf an forschungsintensiven Vorleistungen zunimmt und sich lokale Wertschöpfungsverbände zwischen Unternehmen in Hightech- und Lowtech-Industrien als vorteilhaft erweisen, können sich positive Impulse für den Auf- und Ausbau von Kapazitäten in forschungsintensiven Industrien ergeben.

Ob der Rückstand abgebaut werden kann, ist allerdings mehr als zweifelhaft. Denn die zweite Erkenntnis besteht darin, dass die führenden Regionen bezüglich der Präsenz in forschungsintensiven Industrien – auch nach Kontrolle für das vorhandene Gründungspotenzial – immer noch über mehr Gründungen aufweisen als Regionen mit einem geringeren Gründungspotenzial. Die heute bereits starken Regionen werden damit wohl auch in den nächsten Jahren zu den führenden Regionen zählen. Die bereits erreichte hohe Ballung scheint die Gründungsaktivität in der Region eher zu beflügeln als zu hemmen.

## **2.6 Zwischenfazit**

In diesem Abschnitt wurde detailliert auf beobachtete regionale Unterschiede verschiedener Technologieindikatoren eingegangen um ein differenziertes Bild des Innovationspotenzials der Verdichtungsräume NRWs im Vergleich zu anderen Verdichtungsräumen zu erhalten. Ziel war es unter anderem zu verdeutlichen, welche Regionen ihre technologische Position in



den vergangenen Jahren ausbauen konnten. Diese Regionen werden in der Regel auch über einige Vorteile verfügen, neue Technologien aufzunehmen und marktfähige Produkte basierend auf diesen Technologien zu entwickeln.

Tabelle 2.16

**Stärken- und Schwächenprofil der Regionen in den allgemeinen Innovationsindikatoren**

Verdichtungsraum	Humankapi- tal (hochqua- lifiziert, technisch)	Forschungs- intensive Industrien	Sonstiges Verarbeiten- des Gewerbe	Forschungs- personal Hochschul- sektor	Hightech- Gründungen
Aachen	++			+++	
Berlin*	+	++	+	+++	++
Bielefeld			+++		
Bremen					
Chemnitz			+	+	
Dresden				+++	
Düsseldorf-Wuppertal*	+	++	+++		+++
Erlangen-Fürth-Nürnberg			+	+	
Hamburg*		++	+		++
Hannover				+	
Karlsruhe	+	+		++	+
Köln-Bonn*	++	+	++		+
Leipzig					
München*	+++	+++		++	+++
Rhein-Main*	+++	+++	++		+++
Rhein-Neckar	++	++			+
Ruhrgebiet*	+	+	+++	++	++
Saarbrücken			+		
Stuttgart*	+++	+++	++	+	+

Quelle: Eigene Zusammenstellung. – Abgrenzung der Verdichtungsräume in Anlehnung an Bade (1987, 2007). – Ruhrgebiet nach Abgrenzung des RVR. – Lesehilfe: +++ Spitzenposition (Position 1 bis 3), ++ Sehr gute Position (Position 4 bis 6), + Gehobene Position (Position 7 bis 10). Grundlage bildet die Aggregation der Einzelwerte aus den Tabellen in diesem Abschnitt. Eine beispielhafte Berechnung für die Spalte forschungsintensive Industrien findet sich im Kapitel 1. – \*Gruppe der acht großen Ballungsräume.

In der **Tabelle 2.16** ist das Stärken- und Schwächenprofil abgebildet, welches sich aus der Gesamtschau der einzelnen Befunde ergibt. Das Muster ist an sich sehr eindeutig. Die großen Ballungszentren sind starke Magneten und zeichnen sich durch eine hohe Ballung und Spezialisierung auf technisch hochqualifiziertes Humankapital, forschungsintensive Industrien und Forschungspersonal aus. Überdies zeigt sich ein deutliches Nord-Süd-Gefälle im Besitz mit forschungsintensiven Industrien und dem Forschungspersonal der Wirtschaft. Die Regionen im Süden haben hier eindeutig die Nase vorn. Kein einziger Verdichtungsraum in NRW ist hier auf einer der ersten drei Plätze zu finden. Auch wenn NRW nicht als Hochburg in forschungsintensiven Industrien zu bezeichnen ist, den Verdichtungsräumen

Düsseldorf-Wuppertal, Köln-Bonn gelang es aber, ihre Positionen in der Spitzentechnik in den letzten fünf Jahren zu halten und sogar geringfügig auszubauen. Gleiches gilt auch für Aachen mit Zuwächsen im forschungsinintensiven Dienstleistungssektor. Den vereinzelt Lichtblicken in der Spitzentechnik stehen allerdings massive Beschäftigungsrückgänge in der gehobenen Gebrauchstechnologie in den großen rheinischen Verdichtungsräumen gegenüber. Die Rückgänge sind dabei so stark, dass dies bereits mit deutlichen Rückgängen in der Erfindungstätigkeit in Nordrhein-Westfalen einherging.

Die technologischen Potenziale, die ihren Ausgangspunkt in unterschiedlichen Wirtschaftsstrukturen haben, sind in NRW räumlich unterschiedlich verteilt. So steht Ostwestfalen beispielhaft für die Kompetenzen von NRW in traditionellen industriellen Branchen mit geringer bzw. durchschnittlicher Forschungsintensität, darunter Maschinenbau (ohne Werkzeugmaschinenbau) und Kunststoff- und Textilbranche. Auch wenn die Forschungsintensität in diesen Branchen vergleichsweise gering ist, leisten diese Branchen in absoluter Hinsicht große Beiträge zu Umsätzen und Beschäftigung im Verarbeitenden Gewerbe insgesamt. In diesem Sinne ist die Akzentuierung traditioneller Branchenschwerpunkte für das Herbringen technologiebasierter Güter stets mit einem gewissen Regionalbezug verbunden. Es sollte daher nicht überraschen, wenn sich das Ranking der drei NRW Großregionen Rheinland, Ruhrgebiet und Westfalen je nach betrachtetem Zukunftsfeld unterscheiden wird.

Die regionale Verteilung des Forschungspersonals im Hochschulsektor zeigt aus NRW Sicht mehr Lichtblicke auf. Aachen ist hier eindeutig eine Vorzeigeregion. Die Region ist nicht nur in der Liga der kleineren Verdichtungsräume sondern auch bei Berücksichtigung der größeren Verdichtungsräume ganz vorn positioniert. Zudem weist auch das Ruhrgebiet eine vergleichsweise hohe Ballung im öffentlichen Forschungspersonal auf. Die hohe Ballung eröffnet die Chance, eine starke Präsenz der NRW Hochschulen in verschiedenen Zukunftsfeldern zu erreichen. Dieser Lichtblick kann sich zwar stimulierend auf die generelle technologische Schwerpunktbildung des Landes auswirken. Gleichwohl sollten die Beiträge der Hochschulen nicht überschätzt werden, denn das Hervorbringen kommerzialisierbarer Erfindungen, gemessen an der Anzahl der Patentanmeldungen, bleibt zum allergrößten Teil auf die Aktivitäten der Wirtschaft begrenzt. Der Mangel an Beschäftigten in der Wirtschaft im betreffenden Zukunftsfeld hat dabei größere Konsequenzen für die Erfindungstätigkeiten einer Region zufolge als ein entsprechender Mangel an Forschungskapazitäten in Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen.

Generell hat NRW seine Vorteile in Feldern, die auf Kompetenzen im Maschinenbau, der chemischen Industrie und der Metallbearbeitung basieren. Die Branchenkompetenz in der chemischen Industrie (inklusive pharmazeutische Industrie) spricht insgesamt für eine hohe Affinität zur Anwendung neuer biotechnologischer Verfahren. Demgegenüber sind die Kompetenzen im Maschinenbau für die Besetzung der Zukunftsfelder Produktionstechnik und Energie-, Umwelttechnik von Vorteil. Die Kompetenzen in der Metallbearbeitung sprechen für ein überdurchschnittliches Potenzial, Werkstoffinnovationen im metallischen Bereich zu realisieren. Bei der Medizintechnik handelt es sich um einen eigenständigen Bereich des Verarbeitenden Gewerbes. Dieser bezieht zwar Vorleistungen aus anderen Industrien, ist aber unabhängig von den genannten Branchenkompetenzen zu betrachten. Größere Fragezeichen tauchen in der Mikro- und Nanotechnologie auf. Aufgrund der hohen Affinität zu Branchenkompetenzen in der Elektronikindustrie scheint die Wirtschaftsstruktur von NRW keine besonderen Vorteile für die Besetzung dieser Zukunftsfelder zu bieten.

Ein Teil der innovativen Ideen wird über den Transferkanal der Gründung dem Markttest unterzogen. Ausgehend von obigen Befunden stellt sich die Frage, ob starke Regionen tatsächlich überdurchschnittlich viele Gründungen hervorbringen. Deshalb wurde die aufgrund des vorhandenen Gründungspotenzials erwartete Anzahl an Gründungen in einer Region mit dem tatsächlich beobachteten Gründungsgeschehen in Hightech-Branchen verglichen. Diese Analyse ergibt ein überdurchschnittlich gutes Abschneiden Düsseldorfs und des Ruhrgebietes und überraschenderweise auch der Region Bielefeld. Allerdings schneiden die etablierten technologiestarken Regionen München und das Rhein-Main Gebiet – jedoch nicht Stuttgart – noch deutlich besser ab. Die Befunde lassen den Schluss zu, dass auch weniger starke Regionen in der Lage sind, das Gründungspotenzial überdurchschnittlich auszuschöpfen. Gleichwohl haben es auch hier die starken Regionen einfacher. Die genannten regionalen Hochburgen in der Spitzentechnik und der gehobenen Gebrauchstechnologie verfügen über ein starkes Fundament, welches voraussichtlich auch zukünftig ihre Vorreiterrolle stärken wird.

### 3. Zukunftsfeld: Biotechnologie

Die Biotechnologie zählt zu einer der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Mit dem Einsatz biotechnologischer Methoden ist unter anderem die Erwartung verbunden, die Effizienz von Produktions- und FuE-Prozessen zu erhöhen. Darüber hinaus eröffnen sich Möglichkeiten der Entwicklung völlig neuartiger Produkte, z.B. Biomaterialien oder auch biopharmazeutischer Produkte zur Heilung bisher nicht behandelbarer Krankheiten. Die biotechnologische Verfahrenstechnik zeichnet sich durch eine hohe Interdisziplinarität aus, d.h. es werden Kompetenzen auf verschiedenen Gebieten der Biologie, Chemie aber auch der Informatik zusammengeführt. Eine Konsequenz dessen ist, dass die Anwendung biotechnologischer Verfahren auch für die verschiedensten Teilbranchen der Chemischen Industrie, Umwelttechnik-Industrie und Landwirtschaft/Nahrungsmittelindustrie von Relevanz ist.

Biotechnologische Verfahren gibt es zwar seit jeher. Exemplarisch genannt seien hier die Milchsäure- und alkoholischen Gärungsprozesse sowie die Anwendung der Enzymtechnologie in der industriellen Produktion chemischer Erzeugnisse. Die Aufmerksamkeit auf biotechnologische Verfahren nahm jedoch zu, als sich die Gentechnologie als zusätzliches Segment biotechnologischer Verfahren im Unternehmenssektor etablierte. Das Fundament der heutigen modernen Biotechnologie wurde bereits Anfang der 1970er Jahre geschaffen, als es Stanley Cohen und Frederick Boyer von der Stanford University erstmals gelang, ein Gen gezielt in einen fremden Organismus zu übertragen und neu zu kombinieren. Während in den USA die kommerzielle Anwendung der Gentechnologie bereits in den 1980er Jahren einsetzte, war dies in Europa und damit auch in Deutschland erst in den 1990er Jahren der Fall. Im Zuge dessen kam es zu einem Gründungsboom zwischen 1996 und 2001 (vgl. Rammer et al. 2006), welcher zur Herausbildung einer eigenständigen Biotechnologiebranche führte. Gemeinhin werden die Herausbildung des Marktes für Risikokapital, Fortschritte in der Informations- und Kommunikationstechnologie, gesetzgeberische Maßnahmen (Gentechnikgesetz) und öffentliche Förderinitiativen (BioRegion-Wettbewerb) als wesentliche Impulsgeber für diese Entwicklung vermutet.

Der Gründungsboom täuscht allerdings etwas darüber hinweg, dass sich auch etablierte Unternehmen seit Jahren mit der Anwendung moderner biotechnologischer Verfahren beschäftigen. Belege hierfür lassen sich unter anderem anhand der Auswertungen von Fördermitteldaten finden (Fier und Heneric 2005). Mit dem Aufstieg der modernen biotechnologischen Verfahren wurde gewissermaßen auch ein Paradigmenwechsel bei etablierten Un-

ternehmen eingeleitet. So weicht der klassische FuE-Prozess in Pharma-Unternehmen immer mehr dem Einsatz moderner biotechnologischer Verfahren (vgl. u.a. Gaisser et al. 2005). Ähnliches wird auch für die industrielle Produktion in der Chemischen Industrie erwartet. Gerade hier werden hohe Potenziale für den verstärkten Einsatz biotechnologischer Verfahren gesehen.

### 3.1 Abgrenzung der Aktivitäten in der Biotechnologie

In Bezug auf die Erfassung der Aktivitäten im Unternehmenssektor gibt es keinen Wirtschaftszweigcode, der ausschließlich von Unternehmen gewählt wird, deren wirtschaftlicher Schwerpunkt in der Anwendung biotechnologischer Verfahren liegt. Die Abgrenzung über das Güterkonzept gestaltet sich ebenso schwierig. Zwar kann hier auf einige Ansätze der OECD (2005) und des U.S. Census Bureau (Liste der Advanced Technology Products) zurückgegriffen werden. In dieser Liste sind aber nur einige wenige potenzielle „Biotechnologiegüter“ im Güterverzeichnis der Produktionsstatistiken erfasst.

Es sind aber nicht nur die begrenzten Möglichkeiten der Auswertung vorhandener Statistiken, welche die Ermittlung der wirtschaftlichen und technologischen Bedeutung der relevanten Unternehmen schwierig gestalten. Grundsätzlich stellt sich nämlich die Frage der Eingrenzung, d.h. (i) welche biotechnologischen Verfahren, (ii) welche Anwendungsgebiete und (iii) welche Art der Tätigkeit sind Gegenstand des Interesses. Bezüglich Letzgenanntem ist insbesondere auf die grundsätzliche Unterscheidung zwischen Technologieanbieter und -nutzer und die Einbeziehung von Unternehmen mit Randaktivitäten bzw. jene in Zuliefer- und Dienstleistungsfunktion hinzuweisen.

Zur Abgrenzung der relevanten biotechnologischen Verfahren wird häufig auf die OECD-Definition verwiesen. Diese ist weniger eine abstrakte Definition<sup>24</sup>, sondern die exemplarische Aufzählung verschiedener Verfahren (vgl. *Übersicht 3.1*). Unternehmen, die ihren wirtschaftlichen Schwerpunkt in der Anwendung dieser Verfahren haben, werden als Biotech-Kernunternehmen bezeichnet. Weitere Akteure in der Anwendung biotechnologischer Verfahren nach Definition der OECD sind insbesondere etablierte Chemie- darunter auch Pharma-Unternehmen. Deren wirtschaftlicher

---

<sup>24</sup> “The application of science and technology to living organisms, as well as parts, products and models thereof, to alter living or non-living materials for the production of knowledge, goods and services.” (OECD 2005, S. 9).

Schwerpunkt liegt allerdings nicht in der Anwendung biotechnologischer sondern klassischer chemischer Verfahren.

Übersicht 3.1

**OECD list-based definition of biotechnology techniques (Stand 2005)**

**DNA/RNA:** Genomics, pharmacogenomics, gene probes, genetic engineering, DNA/RNA sequencing/synthesis/amplification, gene expression profiling, and use of antisense technology.

**Proteins and other molecules:** Sequencing/synthesis/engineering of proteins and peptides (including large molecule hormones); improved delivery methods for large molecule drugs; proteomics, protein isolation and purification, signaling, identification of cell receptors.

**Cell and tissue culture and engineering:** Cell/tissue culture, tissue engineering (including tissue scaffolds and biomedical engineering), cellular fusion, vaccine/immune stimulants, embryo manipulation.

**Process biotechnology techniques:** Fermentation using bioreactors, bioprocessing, bioleaching, biopulping, biobleaching, biodesulphurisation, bioremediation, biofiltration and phytoremediation. Gene and RNA vectors: Gene therapy, viral vectors.

**Bioinformatics:** Construction of databases on genomes, protein sequences; modelling complex biological processes, including systems biology.

**Nanobiotechnology:** Applies the tools and processes of nano/microfabrication to build devices for studying biosystems and applications in drug delivery, diagnostics etc.

Quelle: OECD (2006), S. 7.

Die Anwendung der genannten Technologien in Unternehmen ist dabei keineswegs auf Biotechnologieunternehmen begrenzt, die ihren wirtschaftlichen Schwerpunkt in der Anwendung dieser Technologien haben. Ebenso sind etablierte Unternehmen der Chemischen darunter Pharmazeutischen Industrie in der Biotechnologie aktiv. Dementsprechend unterscheiden sich die vorliegenden Studien insbesondere dadurch, ob Unternehmen berücksichtigt werden, die ihren wirtschaftlichen Schwerpunkt in der Anwendung anderer Verfahren haben. Beispielsweise fokussiert Ernst&Young in seinen Biotechnologiereports ausschließlich auf Biotech-Kernunternehmen. Zudem erfolgt von Ernst&Young eine Einschränkung auf solche Biotech-

Unternehmen, die moderne Verfahren der Biotechnologie anwenden.<sup>25</sup> Biotech-Unternehmen, die klassische Verfahren anwenden (z.B. Biofilter, klassische biologische Verfahren der Abwasserreinigung, klassische Pflanzenzucht und Saatgutherstellung, Bierbrauer, klassische industrielle Biotechnologie), werden also nicht betrachtet.

Für eine umfassende Betrachtung wären schließlich noch die Aktivitäten auf vorgelagerten Wertschöpfungsstufen zu berücksichtigen. Hierunter sind im Wesentlichen die Aktivitäten von Biotech-Ausrüstern zu verstehen, d.h. Unternehmen, die ihren wirtschaftlichen Schwerpunkt in der Bereitstellung von Ausrüstungsgegenständen und Biomaterialien für die Anwendung biotechnologischer Verfahren haben. Solche Ansätze werden unter anderem vom Informationssekretariat Biotechnologie (angesiedelt bei der DECHEMA) (vgl. *Übersicht 3.2*), der BIOCUM AG sowie in den beiden Befragungen des Statistischen Bundesamtes verfolgt (vgl. RWI Essen und SV 2006 für nähere Ausführungen).

Hinsichtlich der Anwendungsgebiete wird häufig nach fünf Anwendungsfeldern unterschieden: rote, grüne, graue, blaue und weiße Biotechnologie. Die rote Biotechnologie bezeichnet die Entwicklung und Herstellung von Medikamenten mittels gentechnisch veränderter Bakterien und Zellkulturen. Die grüne Biotechnologie befasst sich mit der Entwicklung von Resistenzen gegen Schädlinge, Krankheiten oder Herbizide im landwirtschaftlichen Bereich. Weiße Biotechnologie befasst sich mit industriellen Anwendungen wie z.B. der Herstellung von Enzymen, Kunststoffen, Waschmitteln sowie allgemein mit der Biokatalyse im Sinne des Ersatzes von chemischen Prozessen durch bio- bzw. gentechnische Verfahren. Graue Biotechnologie zielt auf die Anwendung der Gentechnologie zur Problemlösung im Umweltbereich ab. Hierunter fällt zum Beispiel der Einsatz spezifischer Mikroorganismen zur Reinigung von Abwasser und Böden. Entscheidendes Kriterium zur Abgrenzung von Anwendungen klassischer biotechnologischer Verfahren in der Umwelttechnik ist der Einsatz der Gentechnik. Die blaue Biotechnologie umfasst die Nutzung von Meeresorganismen sowie ihre Rolle im Ökosystem der Weltmeere.

---

<sup>25</sup> „Moderne Biotechnologie nutzt die Gentechnik und andere molekularbiologische Verfahren zur Produktion von innovativen Medikamenten, Diagnostika, Spezialchemikalien sowie transgenen Pflanzen und Tieren“ (EY 2007, S. 102).

## Übersicht 3.2

**DECHEMA e.V. Klassifizierung der Biotechnologieunternehmen**

**Pharmaceutical Biotech:** target search & validation, screening, drug development, therapeutically active recombinant proteins, transgenic organisms serving as disease models, preclinical tests, and more...

**Proteomics:** HT analysis of proteins, mass spec of proteins, protein-protein mapping, structural proteomics, arrays, and more...

**DNA Analysis:** human genetic testing & counseling, detection of transgenic food components, forensic genetic analysis, and more...

**Diagnostics:** monoclonal antibodies, immunoassays, test kits, biosensors, recombinant haptens, molecular markers, and more...

**Agricultural Biotech:** plant biotech, novel food, transgenic animals, pharming, and more...

**Environmental Biotech:** bioremediation of soils, environmentally friendly bioprocesses, and more...

**Bioinstruments:** HTS systems, detectors, spectrometers, analyzers, and more...

**Bioinformatics:** software, data bases, genomics, proteomics, bio chip development, and more...

**Custom Production:** technical enzymes, recombinant proteins (pharmaceuticals), fermentation, natural products, and more...

**Supply & Services:** companies providing services mainly to the biotechnology sector, and more

**Bioreactors**

Quelle: DECHEMA e.V. (<http://www.biosme.de/>) [26.6.2007].

*Gewähltes Vorgehen*

Für einen umfassenden Einblick zu Beschäftigung und Umsätze von Unternehmen mit Aktivitäten in der Biotechnologie wird auf Ergebnisse ausgewählter Studien einerseits und auf eigene Auswertungen basierend auf existierenden Listen identifizierter Akteure der Biotechnologie andererseits zurückgegriffen. Bezüglich Erstgenanntem finden die Studien der Boston-Consulting-Group (BCG) (2007), von DESTATIS (2005) und von Ernst&Young (2007) Berücksichtigung. Eigene Auswertungen zielen vor allem darauf ab, die regionale Verteilung der Umsätze bzw. Beschäftigten resultierend aus der Anwendung biotechnologischer Verfahren zu bestimmen. Dabei wird, soweit es möglich ist, zwischen den Aktivitäten der verschiedenen Akteure (Biotech-Kernunternehmen, Biotech-Ausrüster, Unternehmen mit Randaktivitäten in der Biotechnologie) unterschieden. Zent-



rale Grundlage hierfür bildet die Liste von Biotech-Unternehmen der DECHEMA, die derzeit circa 633 Unternehmen umfasst.

Vergleichsweise unproblematisch ist die Identifizierung der Biotech-Forschungsaktivitäten in der Patentstatistik und in der profi-Förderdatenbank des Bundes. Zur Identifizierung von Patentanmeldungen bzw. -erteilungen in der Biotechnologie wird auf die gängige OECD Abgrenzung (2005) zurückgegriffen. In der profi-Förderdatenbank ist der Förderbereich „Biotechnologie“ explizit unter der Ziffer „K“ der Leistungsplansystematik ausgewiesen. Die im Detail zugrunde liegende Umsetzung ist dem Abschnitt „Abgrenzungen der Zukunftsfelder“ im Anhang zu entnehmen.

### 3.2 Eckdaten der Biotechnologieindustrie

#### 3.2.1 Marktvolumen einzelner Segmente

Während Anwendungen im Umweltbereich („graue“ Biotechnologie), in der Landwirtschaft („grüne“ Biotechnologie) und im maritimen Bereich („blaue“ Biotechnologie) immer noch ein Schattendasein fristen, profitiert die industrielle Biotechnologie („weiße“ Biotechnologie) seit Beginn des neuen Jahrtausends von einer zunehmenden Aufmerksamkeit. Unter der industriellen Biotechnologie wird gemeinhin die Nutzung biotechnologischer Verfahren in der industriellen Produktion verstanden (vgl. ISI 2007).

Tabelle 3.1

#### Marktübersicht für ausgewählte Segmente der Biotechnologie

Segment	Weltweiter Jahresumsatz	Deutschland
Biopharmazeutika („rote“ Biotech)	Circa 64 Mrd. \$ (10% des weltweiten Umsatzes mit Arzneimitteln)	ca. 11 200 Mitarbeiter in Biotech-KMU
Agrarbiotechnologie („grüne“ Biotech)	Schätzungsweise 6,15 Mrd. \$ (Soja, Mais, Baumwolle, Raps)	k. A.
Industrielle Biotechnologie (weiße Biotech“)	Schätzungsweise 32 Mrd. \$ (2% des weltweiten Umsatzes mit chemischen Erzeugnissen)	ca. 800 Mitarbeiter in Biotech-KMU

Quelle: Deutsche Industrievereinigung Biotechnologie (DIB) (<http://www.dib.org>), VFA (2007), ISI (2007).

Das weltweite Marktvolumen wird aktuell mit etwa 32 Mrd. \$ beziffert. Das Segment der industriellen Biotechnologie ist damit das zweitgrößte Segment der insgesamt fünf großen Anwendungsbereiche der Biotechnologie. Das Marktvolumen der industriellen Biotechnologie erreicht in etwa die Hälfte des weltweiten Marktes mit Biopharmazeutika (vgl. **Tabelle 3.1**).

Die industrielle Biotechnologie (IBT) ist durch zwei Schwerpunkte charakterisiert. Einerseits sollen mit dem Einsatz biotechnischer Produktionsverfahren, d.h. der Verwendung von Mikroorganismen bzw. Zellen höherer Organismen oder deren Bestandteile (Enzyme), der Ressourcenverbrauch, die Produktionskosten und die Umweltbelastung gesenkt werden. Andererseits zielt die IBT auf den Ersatz fossiler Brennstoffe mittels nachwachsender Rohstoffe ab. Damit angesprochen sind zugleich Teilbereiche der erneuerbaren Energien, die an anderer Stelle (Kapitel „Energietechnik“ des Schwerpunktberichts) dezidiert behandelt werden. Der IBT-Studie von ISI (2007) zufolge zählen zu den wichtigsten Anwendungsfeldern die Fein- und Spezialchemikalien, Biokraftstoffe und Bioenergie aber auch die Nahrungs- und Genussmittelindustrie und Pharmagrundstoffindustrie.<sup>26</sup> Die nähere Betrachtung des weltweiten Marktvolumens verdeutlicht, dass die derzeitigen Einsatzschwerpunkte der IBT vornehmlich im Bereich der Bioenergie bzw. -kraftstoffe liegen. Allein auf Bioethanol entfällt die Hälfte des weltweiten Jahresumsatzes biotechnologisch hergestellter Produkte in der Chemischen Industrie.

Schwierig einzuschätzen ist, welcher Teil der aktuell geschätzten Marktvolumina auf den Einsatz seit Jahren bewährter Biokatalysatoren und Enzyme beruht<sup>27</sup> und welcher Teil aus jüngsten wissenschaftlichen Erkenntnissen resultiert. Gerade Letzteres ist von großer Wichtigkeit, um sich den zusätzlichen Potenzialen basierend auf technologischen Neuerungen zu nähern.

Obwohl die Verwendung von Enzymen in der chemischen Produktion bereits seit Jahrzehnten praktiziert wird, hat es gerade in den vergangenen Jahren einen großen Schub an biotechnischen Neuerungen, vor allem in der Substitution fossiler Energieträger, gegeben. Nach den Erfolgen in der biopharmazeutischen Industrie nimmt die Erwartung zu, dass dem Einsatz klassischer Biotechnologieverfahren nunmehr verstärkt gentechnologische Verfahren folgen werden.

Wie bei anderen Technologien auch wird die Diskussion um die industrielle Biotechnologie von einer Reihe optimistischer, häufig auch überzogener Erwartungen begleitet. Die jüngste Korrektur des erwarteten Marktpotenzials von McKinsey (2006) mag hierfür exemplarisch stehen. Jüngst hat das ISI (2007) eine Bestandsaufnahme zu den Potenzialen der industriellen

---

<sup>26</sup> Das ISI-FhG hat jüngst eine Studie zur Bewertung der „Potenziale der industriellen weißen Biotechnologie“ für Deutschland vorgelegt“ (vgl. ISI 2007)

<sup>27</sup> Klassische Verfahren sind z.B. die Milchsäurevergärung, Vergärung zuckerhaltiger Naturstoffe, Einsatz von Enzymen in Wasch- und Reinigungsmittel.

weißen Biotechnologie vorgelegt. Der Umsatzanteil von chemischen Produkten unter Einsatz der IBT wird vom ISI (2007) aktuell mit 4-6% beziffert. Bis 2025 wird ein Anstieg auf 11-21% prognostiziert. Im Segment der pharmazeutischen Grundstoffe ist die aktuelle Bedeutung ähnlich gering, soll aber auf Werte zwischen 9-17% zunehmen. Noch höhere Werte werden für die Lebensmittelindustrie prognostiziert. Der Einsatz der IBT in der Landwirtschaft ist dagegen vernachlässigbar. Ähnlich wie in der roten, grünen und grauen Biotechnologie wird ein Bedeutungsgewinn der IBT bei FuE-Dienstleistern vorhergesagt. Das Segment der Bioenergie nimmt ebenso zu.

Ob sich biotechnologische Verfahren in der Breite durchsetzen können, ist derzeit noch sehr ungewiss. Für das große Potenzial möge die Beobachtung sprechen, dass von den rund 6 Millionen Mikroorganismen gerade einmal ein Prozent entschlüsselt sind. Nur 5 Tsd. können kultiviert werden, von denen gerade einmal 100 in etwa 100 chemischen Prozessen (z.B. Produktion von Milch-, Zitronensäure, Verflüssigung von Stärke, Vitamin B<sub>2</sub>-Produktion) verwendet werden (vgl. Bengs 2004). Gleichwohl ist unklar, durch welche der in Zukunft entschlüsselten Mikroorganismen und optimierten Enzyme tatsächlich eine Effizienzsteigerung ermöglichen werden. Auch der Einsatz nachwachsender Rohstoffe hat immer noch enge Grenzen, da sich diese ohne eine umfangreiche Förderung derzeit kaum rechnen. Vor diesem Hintergrund sind Fördermaßnahmen für Forschung und Entwicklung grundsätzlich zu begrüßen, um so die Effizienz biologischer Prozesse weiter zu steigern.

Mit dem Förderprogramm „Nachhaltige BioProduktion“ des BMBF (Laufzeit 2000 bis 2007, 49 Mill. €) wurde die seit Jahren bestehende Förderlinie mit ähnlichen Volumina wie in den Vorjahren fortgesetzt. Diesem Programm folgte mit dem Cluster-Wettbewerb „BioIndustry2021“ ein Programm, an dem NRW in hohem Maße partizipieren konnte. Mit einem Fördermittelvolumen von etwa 20 Mill. € für das NRW-Cluster „CLIB“ plus die Beträge durch die Beteiligung in anderen Fördernetzwerken der IBT (vgl. **Table 3.2**) wurde ein wichtiger Meilenstein erreicht, das Land NRW als bedeutsamen Standort der industriellen Biotechnologie zu etablieren und auszubauen. Wesentliches Merkmal der Initiativen ist die Teilnahme verschiedenster Akteure, angefangen von Biotech-Unternehmen über etablierten Unternehmen der Chemischen Industrie bis hin zu öffentlichen Forschungseinrichtungen. Bezüglich Letzterem sind das FZ Jülich, vier Universitäten (Bielefeld, Dortmund, Düsseldorf, Münster), drei Fraunhofer-Institute und das Leibniz-Institut ISAS (Institute for Analytical Sciences) als Mitglieder von CLIB 2021 geführt.

Die beachtliche Mitteleinwerbung reiht sich ein in eine Kette von Aktivitäten im Vorfeld der Bewerbung, die auf eine Bündelung und Stärkung der Kompetenzen in der Anwendung biotechnologischer Verfahren in der chemischen Produktion abzielen. Zu erwähnen ist hier die Gründung des „Science to Business Center Bio“ in Marl (50 Mill. € von *Evonik Degussa* plus 12 Mill. € vom Land NRW) und das im September 2006 gebildete „Konsortium weiße Biotechnologie“<sup>28</sup> (vgl. Ernst&Young 2006: 44; MIWFT 2006).

Tabelle 3.2

**Sieger des Cluster-Wettbewerbs „BioIndustrie 2021“**

Name	Koordinator	Fördermittel	Ausgewählte Unternehmen aus NRW
CLIB 2021: Cluster Industrielle Biotechnologie	Evonik Degussa, Marl	20 Mill. €	Bayer, Evonik Degussa, Lanxess, Henkel, Rhein Biotech GmbH, Artes Biotechnology GmbH, Prot@gen AG
Biokatalyse 2021 – Nachhaltige Biokatalyse auf neuen Wegen	TuTech Innovation, Hamburg	20 Mill. €	Goldschmidt (Essen), Henkel, Westfalia Separator (Oelde), Direvo Biotech (Köln), EVOcatal (Jülich), X-Zyme (Düsseldorf)
Biopolymere/Biowerkstoffe	BIOPRO, Stuttgart	10 Mill. €	Subitec (Duisburg), ISSLab Ruhr (Dortmund)
Industrielle Prozesse mit biogenen Building Blocks und Performance Proteinen (IBP)	BioM, Martinsried	5 Mill. €	Evonik Degussa, Pfeiffer und Langen (Köln), Celonic (Aachen)
Integrierte BioIndustrie: Umsetzungskonzept für den Aufbau eines Clusters der industriellen Biotechnologie	Frankfurt Bio Tech Alliance, Frankfurt a. M.	5 Mill. €	W42 Industrial Biotechnology

Quelle: Pressemeldung des BMBF, 30.05.2007, „Biotechnologie ist Schlüssel für die Fragen der Zukunft“.

Es ist zwar unklar, welchen Anteil diese Initiativen für die Fördermitteleinwerbung hatten. Allerdings liegt es auf der Hand, dass solche Signale nicht ungeachtet auf der Ebene der Fördermittelgeber auf der Bundesebene bleiben werden. Zudem hatte die *Evonik Degussa* bereits in den Jahren zuvor erhebliche Mittel im Förderprogramm Biotechnologie einwerben können.<sup>29</sup>

<sup>28</sup> Ausgehend von der Initiative verschiedener Intermediäre (Verband der chemischen Industrie, MIWFT, BioRegionen) formierte sich das „Konsortium weiße Biotechnologie“, um die relevanten Akteure in NRW für die Anwendung biotechnologischer Verfahren in der chemischen Produktion frühzeitig zusammenzubringen.

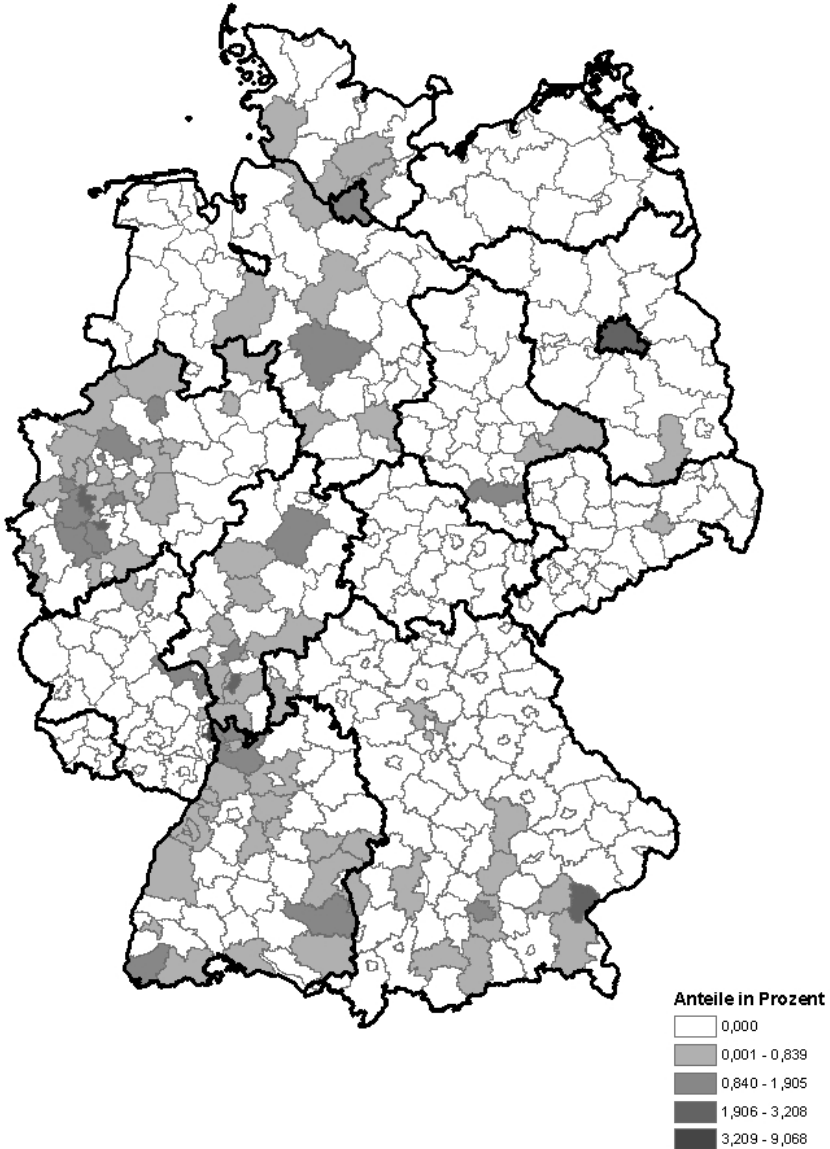
<sup>29</sup> Unter anderem auch für die Synthese von L-Lysin und das jüngst Ende 2007 auslaufende Verbundprojekt „BioExPoS“.

Auch dies sollte die Wahrscheinlichkeit für den Erhalt weiterer Fördermittel erhöhen.

Karte 3.1

**SV-Beschäftigte in der Chemischen Industrie**

Angaben zum 30.6.2004



Quelle: Sonderauswertung der Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Die breite Forschung und Anwendung der industriellen Biotechnologie wird aller Voraussicht nach auf Regionen mit einer aktuell hohen Dichte an Chemieunternehmen bzw. Beschäftigten in der Chemischen Industrie begrenzt bleiben. Dies liegt in erster Linie daran, dass die Wertschöpfungspotenziale der industriellen Biotechnologie (IBT) vornehmlich die Chemische Industrie betreffen. Die hohe Ballung der Beschäftigten in der Chemischen Industrie im Land NRW spricht für einen Standortvorteil von NRW (vgl. **Karte 3.1**). Mit einem Beschäftigungsanteil von etwa 28% zählt das Land Nordrhein-Westfalen zu einem der bedeutendsten Standorte der chemischen Industrie in Deutschland.

Mit *Evonik Degussa*, *Henkel* und *Bayer* hat das Land NRW zudem einige Firmen, die bereits über starke Kompetenzen im Bereich biotechnischer Verfahren verfügen. Hinzukommt die beobachtbare Spezialisierung der Biotech-Unternehmen in NRW. Jedes fünfte Biotech-Unternehmen im Rheinland ist in der Bioverfahrenstechnik tätig. Beleg hierfür ist auch, dass von 51 Mitgliedern des Arbeitskreises weiße Biotechnologie der DECHEMA (<http://wbt.dechema.de>) immerhin 14 aus NRW kommen. Schließlich sind auch an den in NRW ansässigen öffentlichen Forschungseinrichtungen einschlägige Kompetenzen in der Bioverfahrenstechnik vorhanden.

Zum jetzigen Zeitpunkt kann zwar nur gemutmaßt werden, ob sich NRW mittel- und langfristig als führendes Land in der IBT profilieren kann. Die Voraussetzungen hierfür sind aber als vergleichsweise sehr gut einzuschätzen.

### 3.2.2 Die Biotechnologieindustrie in Deutschland

Die Erfassung sämtlicher Aktivitäten, die den Einsatz biotechnologischer Verfahren erfassen und zudem noch Aktivitäten auf vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsstufen akzentuiert, ist kein leichtes Unterfangen. Dies umso mehr, da eine einwandfreie Identifizierung der Akteure auf der Basis einer Wirtschaftszweigzugehörigkeit nicht möglich ist und grundlegend verschiedene Marktsegmente (rote, grüne, weiße, blaue, graue Biotechnologie) zu unterscheiden wären. Hinzukommt, dass einige Verfahren bereits seit Jahren praktiziert werden (z.B. Biofilter, klassische Enzymtechnologie). Ausgehend von der OECD-Definition der Biotechnologie fokussieren die meisten Studien jedoch auf Unternehmen, die moderne biotechnologische Verfahren (z.B. rekombinante DNA-Techniken, „Enabling“-Technologien) anwenden.

#### *Biotech-Beschäftigte in der industriellen Biotechnologie („weiße Biotech“)*

Mit Blick auf die eingangs aufgezeigten Marktvolumina wären vor allem Angaben zu den beiden größten Segmenten, der Wertschöpfungskette für

Biopharmazeutika („rot“) und für Güter der industriellen Biotechnologie („weiß“) erforderlich. Während Erstgenanntes näherungsweise recht gut bestimmt werden kann, liegen für die industrielle Biotechnologie allenfalls Schätzwerte vor. Auf der Grundlage der von ISI (2007) vorgenommenen Schätzungen zum Produktionswert der Gesamtbranche würde das deutschlandweite IBT-Beschäftigungsvolumen in der chemischen Industrie (ohne Pharma) derzeit etwa zwischen 13 bis 19 Tausend Beschäftigten liegen. Nur ein geringer Teil der Beschäftigten, nämlich etwa 800 würde dabei auf IBT-KMUs entfallen. Eine dezidierte regionale Analyse der wirtschaftlichen Bedeutung der IBT ist aufgrund des unzureichenden Sekundärdatenmaterials leider nicht möglich. Einzig eine Befragung könnte die Datenlücke adäquat schließen.

In der regional vertiefenden Analyse zur wirtschaftlichen Bedeutung der IBT bleiben die Aktivitäten in der IBT folglich unberücksichtigt. Etwas anders stellt es sich bei den Technologie-Indikatoren dar. Hier wird sich sehr wohl zeigen, dass die größeren Unternehmen der Chemischen Industrie in NRW maßgebliche Patentaktivitäten entfaltet haben, die mit der gewählten Abgrenzung der Patentklassen erfasst werden.

#### *Kennzahlen für die Biotechnologieindustrie ohne IBT*

Wie in anderen neuen Branchen sind auch für die Biotechnologie-Aktivitäten verschiedene Versuche der Kategorisierung und Differenzierung unternommen worden. Wie eingangs erörtert, wird die wohl engste Auslegung von Ernst&Young vorgenommen, die weiteste findet sich dagegen bei der BIOCUM AG. Im Folgenden werden die Befunde von drei Studien (Ernst&Young Studie, BCG Studie, DESTATIS Studie) untersucht, die sich aus verschiedenen Richtungen der Erfassung wirtschaftlicher Aktivitäten in der Biotechnologieindustrie (ohne industrielle Biotechnologie) nähern.

Ernst&Young fokussiert in seinen Biotechnologiereports ausschließlich auf Unternehmen der Biotech-Branche im engeren Sinne. Hierzu zählen die so genannten Biotech-Kernunternehmen, deren wirtschaftlicher Schwerpunkt in der Anwendung moderner biotechnologischer Verfahren liegt. Diese können ihren wirtschaftlichen Schwerpunkt in der pharmazeutischen Industrie haben oder sind als reine FuE-Dienstleister tätig. Die Randaktivitäten der großen Chemieunternehmen (darunter Pharma) werden jedoch nicht berücksichtigt.

Die jüngst von BCG (2007) vorgelegte Studie schließt dagegen die Aktivitäten der großen Chemieunternehmen mit ein. Ausgangspunkt stellen die Aktivitäten der pharmazeutischen Industrie in Bezug auf die Generierung von Umsätzen mit Biopharmazeutika bzw. die Anwendung von Plattform-

technologien dar. Die Fokussierung auf die pharmazeutische Industrie hat allerdings zur Folge, dass Biotech-Kernunternehmen, die ihren wirtschaftlichen Schwerpunkt außerhalb des Wirtschaftszweiges der pharmazeutischen Industrie haben, nicht berücksichtigt werden.

Die wohl umfassendste Betrachtung wurde vom Statistischen Bundesamt im Rahmen der Wiederholungsbefragung von Unternehmen der Biotechnologie und deren Ausrüstern sowie bei Unternehmen der Life-Science Industrie<sup>30</sup> mit mehr als 250 Mitarbeitern im Jahr 2005 vorgelegt. Hierbei werden Unternehmen mit Aktivitäten in der „roten“, „grünen“ und „grauen“ Biotechnologie befragt. Im Gegensatz zur aktuell praktizierten Differenzierung zwischen „grauer“ und „weißer“ Biotechnologie fasst DESTATIS unter grauer Biotechnologie sowohl industrielle Anwendungen als auch Anwendungen des Umweltschutzes. Denkbar ist, dass durch die Änderung der Begrifflichkeit ein Teil der Aktivitäten in der industriellen Biotechnologie untererfasst worden ist. Abgleiche mit dem eingangs erwähnten Zahlenmaterial sprechen für diese Vermutung, denn allein zwischen 13 und 19 Tausend Beschäftigte wären der IBT zuzurechnen und DESTATIS kommt für ein deutlich gröber abgegrenztes Segment an Unternehmen auf gerade einmal 11 Tsd. Beschäftigte.

Bereits die Kurzbeschreibung der drei Studien lässt erahnen, dass sich die veröffentlichten Zahlen nur begrenzt miteinander vergleichen lassen. Alle drei Studien haben Schnittmengen im adressierten Kreis der relevanten Unternehmen einerseits und bilden eigenständige Segmente andererseits ab.

In der **Tabelle 3.3** sind zunächst ausgewählte Ergebnisse der Studie von BCG (2007) und Ernst&Young (2007) gegenübergestellt. Wesentliches Merkmal der BCG Studie ist die Unterscheidung zwischen Unternehmen, die (i) Biopharmazeutika am Markt haben oder in der biopharmazeutischen Wirkstoffentwicklung aktiv sind oder (ii) ausschließlich über Technologieplattformen verfügen.

Unternehmen, die der ersten Kategorie zuzurechnen sind, erwirtschafteten im Jahr 2006 einen Umsatz von 3,5 Mrd. € in Deutschland, davon 3,1 Mrd. € mit Biopharmazeutika. Bezogen auf die Gesamtheit aller Arzneimittelumsätze in Deutschland in Höhe von 25,4 Mrd. € würden demnach etwa 12% auf Biopharmazeutika entfallen.

---

<sup>30</sup> Hierunter werden von DESTATIS (2005: 11) im Wesentlichen Pharma-Unternehmen subsumiert.



Tabelle 3.3

**Wesentliche Befunde der Studien von BCG und EY**

	BCG Report (2007)	Ernst&Young Report (2007)
Untersuchungsobjekt	Biotech-Aktivitäten der pharmazeutischen Industrie („rote Biotech“)	Biotech-Kernunternehmen („rote“, „grüne“, „graue“ Biotech)
Anzahl	366	391
- davon Technologieanbieter <sup>1</sup>	281	
Umsätze	4 Mrd. € (Deutschland)	0,945 Mrd. €
- davon Technologieanbieter <sup>1</sup>	0,547 Mrd. €	
Beschäftigte	29 909 (Deutschland)	9 670
- davon Technologieanbieter <sup>1</sup>	6 096 (Deutschland)	
Forschungsaufwendungen		0,834 Mrd. €
Biopharmazeutische Wirkstoffe in der präklinischen Entwicklung	k.A.	200
Biopharmazeutische Wirkstoffe in der klinischen Entwicklung	321	122
Biopharmazeutische Wirkstoffe in der Zulassungsphase	11	2

Eigene Zusammenstellung. – <sup>1</sup>Technologieanbieter: Unternehmen mit Technologieplattform aber ohne eigene Wirkstoffentwicklung.

Dem Arzneimittelmarkt insgesamt, aber auch dem Markt für Biopharmazeutika wird weiterhin ein enormes Wachstumspotenzial vorausgesagt. Schätzungen von BCG (2006) zufolge wird für 2015 ein Marktvolumen im Arzneimittelbereich von 883 Mrd. € erwartet.

Dies wäre eine Verdoppelung gegenüber dem Jahr 2003. Allgemein wird erwartet, dass Biopharmazeutika überproportional an Bedeutung gewinnen werden. Wie zu erwarten, entfällt auf die Technologieanbieter mit 547 Mill. € der bedeutend kleinere Teil der Umsätze. Diese Unternehmen sind Teil einer Wertschöpfungskette, in der sie vorwiegend forschungsintensive Dienstleistungen für Pharmaunternehmen erbringen.

Die immense Ausdehnung der biopharmazeutischen Forschungstätigkeit in den vergangenen Jahren findet seinen wachsenden Widerhall in der Zahl neu zugelassener Wirkstoffe. So nahm der Anteil von Biopharmazeutika an den neu zugelassenen Wirkstoffen in den vergangenen vier Jahren stetig zu. Wurden 2005 noch fünf biopharmazeutische Wirkstoffe und 17 andere zugelassen, lag die Zahl im Jahr 2006 bereits bei 11 biopharmazeutischen Wirkstoffen und 25 anderen (BCG 2007: 8). Korrespondierend dazu steigt auch die Zahl biopharmazeutischer Wirkstoffe, die sich in der klinischen Entwicklung befinden. Der Studie von BCG (2007) zufolge waren es im Jahr 2006 321 gegenüber 256 im Jahr 2005 (vgl. *Tabelle 3.3*).

Bei ausschließlicher Fokussierung auf Biotech-Kernunternehmen, zu denen Technologieanbieter in- und außerhalb der pharmazeutischen Industrie sowie Biopharmazeutik-Unternehmen zählen, ergibt sich ein Umsatz von 945 Mill. €. Dies ist etwa ein Viertel der von BCG ermittelten Umsätze. Auch bei den biopharmazeutischen Wirkstoffen ist ein großer Unterschied offensichtlich. Im Ernst&Young Report (2007), welcher die Biotech-Aktivitäten großer Pharmaunternehmen nicht berücksichtigt, wurden 122 Projekte in der klinischen Entwicklung gezählt. Dies sind etwa 38% der Projekte der gesamten pharmazeutischen Industrie. Die Dominanz größerer Pharmaunternehmen in der Generierung von Umsätzen auf der Grundlage der Anwendung moderner biotechnologischer Verfahren spiegelt sich schließlich auch in den Beschäftigtenzahlen wider. Den Analysen von BCG (2007: 12) zufolge sind von den 113 Tsd. Beschäftigten in Unternehmen der pharmazeutischen Industrie knapp 30 Tsd. im Bereich Biotechnologie beschäftigt. Von den 30 Tsd. sind etwa 24 Tsd. in Pharma-Unternehmen tätig, die Biopharmazeutika am Markt haben oder in der biopharmazeutischen Wirkstoffentwicklung aktiv sind. Die übrigen 6 Tsd. Beschäftigten sind bei Technologieanbietern tätig. Das sind Unternehmen, die über eine Technologieplattform verfügen jedoch keine eigene Wirkstoffentwicklung durchführen.

Es sei allerdings noch einmal daran erinnert, dass die Beschäftigtenzahl bei Technologieanbietern in der Realität höher ausfällt. Grund hierfür ist, dass in der BCG (2007) Studie jene Biotech-Unternehmen unberücksichtigt bleiben, die beispielsweise dem Wirtschaftszweigdreisteller 73.1 (Forschung und Entwicklung) zuzurechnen sind und Verfahren der Biotechnologie anwenden. In der ZEW-Liste für Unternehmensgründungen in der Biotechnologie stellen solche Unternehmen einen Anteil von 14,2% an den insgesamt 1 629 identifizierten Unternehmensgründungen (vgl. Rammer et al. 2006: 26).

Der Vergleich der Angaben von BCG und Ernst&Young legt eindeutig nahe, dass die Aktivitäten der großen Chemie- und Pharmaunternehmen eine sehr gewichtige, gar die dominierende Größe im Hervorbringen von Biopharmazeutika sowie in der Generierung von Umsätzen mit Biopharmazeutika spielt.

Abschließend soll ein Vergleich der von BCG (2007) veröffentlichten Werte für die pharmazeutische Industrie mit denen von DESTATIS vorgenommen werden. In der Studie von DESTATIS (2005) ergibt sich eine Beschäftigtenzahl von insgesamt 47,8 Tsd.. Davon sind circa 12,0 Tsd. Beschäftigte in Biotech-Kernunternehmen, 24,8 Tsd. in Biotech-Ausrüstern (Laborausstat-

tung) bzw. in Biotech-Unternehmen mit einer Kombination der Tätigkeit von Biotech-Kernunternehmen und Ausrüstern und weitere 11 Tsd. Beschäftigte in Life-Science Unternehmen<sup>31</sup> tätig. Bezüglich dem letztgenannten Segment kommt BCG auf eine Zahl von 29 Tsd. Beschäftigten. Ein Teil des Unterschieds lässt sich wohl daraus erklären, dass DESTATIS, aufgrund des Designs der Befragung, nicht alle Unternehmen der pharmazeutischen Industrie eingerechnet hat. Eine zweite Quelle des Unterschieds besteht im unterschiedlichen Vorgehen. Während BCG sein Vorgehen nicht im Detail darlegt, führt DESTATIS eine Befragung und anschließende Hochrechnung der Angaben durch. Im Segment der angeschriebenen Life-Science Unternehmen<sup>32</sup> sandten nur 55% der Unternehmen einen verwertbaren Fragebogen zurück. Aufgrund der beträchtlichen Beschäftigtenzahlen der nicht antwortenden Unternehmen kann ein *unit non-response* (vollständige Antwortverweigerung) hier beträchtliche Verzerrungen zur Folge haben.

Für die BCG (2007) Studie wäre allerdings anzumerken, dass eine deutliche Diskrepanz zwischen dem Umsatzanteil der Biopharmazeutika und dem Beschäftigungsanteil zu konstatieren ist. Während ersterer mit 12% zu beziffern ist, schlägt der Beschäftigungsanteil mit knapp 27% zu Buche. Ein Teil des Unterschieds folgt wohl aus dem Umstand, dass erst vergleichsweise wenige Biopharmazeutika auf dem Markt sind, sodass sich die Forschungsarbeiten noch nicht in entsprechenden Erlösen niederschlagen. Aus den Umsatz- und Beschäftigungsangaben errechnet sich ein durchschnittlicher Umsatz in Höhe von 134 Tsd. € je Beschäftigten. Zum Vergleich: Für die Biotech-Kernunternehmen ergibt sich aus den Angaben von Ernst&Young eine Umsatzrelation in Höhe von 98 Tsd. €. Mit Blick auf die im Allgemeinen sehr geringen Umsatzerlöse der Biotech-Unternehmen erscheint die Umsatzrelation für die Biotech-Aktivitäten der gesamten pharmazeutischen Industrie etwas gering. Nach unserer Einschätzung markieren die Ergebnisse der BCG zur Biotech-Beschäftigung in Pharmaunternehmen eher eine optimistische Obergrenze.

Eine weitere Annäherung an die Zahl der Biotech-Beschäftigten in der Life-Science Industrie ist leider nicht möglich. Andere Datenquellen wie z.B. die Firmenumfrage von *biotechnologie.de* erfassen die Biotechnologie-Aktivitäten von Pharmaunternehmen nicht.

---

<sup>31</sup> Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeitern, die intensiv Forschung und Entwicklung für Produkte und Verfahren der modernen Biotechnologie betreiben und/oder Umsätze mit solchen Produkten/Verfahren von mehr als 10 Mio. € im Jahr 2004 erzielt haben.

<sup>32</sup> Den Angaben von DESTATIS (2005: 11) entspricht diese Kategorie den „Big Companies“ des Ernst&Young-Reports vom Jahr 2000.

*Forschung und Entwicklung in der Biotechnologie*

Kennzeichnend für die Biotechnologiebranche ist die sehr hohe Forschungsintensität. Nach den Angaben von Ernst&Young (2007) wurden von den 391 Biotech-Kernunternehmen etwa 834 Mill. € für Forschung und Entwicklung aufgewendet. Bezogen auf den Umsatz liegt die Forschungsintensität bei 88%. Die hohe Relation spiegelt im Wesentlichen wider, dass Unternehmen, die in der Wirkstoffentwicklung aktiv sind, mehrere Jahre benötigen, um die einzelnen Stufen der Wirkstoffentwicklung erfolgreich durchlaufen zu können. Ebenso ist der Aufwand zur Entwicklung eines Medikaments mit durchschnittlich circa 500 Mill. US \$, in der Tendenz steigend, erheblich (Ollig 2001, DiMasi et al. 2003). Es sind zwar nur wenige Unternehmen aller Biotech-Kernunternehmen in der Wirkstoffentwicklung aktiv. Deren Forschungsaufwendungen genügen aber, um die oben genannte hohe Forschungsintensität im Durchschnitt aller Biotech-Kernunternehmen zu bewirken.

DESTATIS kommt in Bezug auf Angaben zu Forschung und Entwicklung der Biotech-Kernunternehmen grundsätzlich zu ähnlichen Zahlen wie Ernst&Young (2007) (vgl. **Tabelle 3.4**). Demnach betragen die Ausgaben für biotechnologische Forschung und Entwicklung der Biotech-Kernunternehmen im Jahr 2004 etwa 743 Mill. €.

Tabelle 3.4

**Forschungsaktivitäten der Biotechnologieindustrie im weiteren Sinne im Jahr 2004**

Kategorie	FuE-Ausgaben in Mill. €	FuE-Beschäftigte
Biotech-Kernunternehmen	743,3	5 438
Biotech-Ausrüster bzw. Kombination der Tätigkeit von Biotech-Kernunternehmen und Ausrüstern	20,1	197
Unternehmen der Life-Science Industrie <sup>3</sup>	501,1	2 389
Summe	1 264,5	8 024

Quelle: DESTATIS (2005). – <sup>3</sup>nur Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeitern, die intensiv Forschung und Entwicklung für Produkte und Verfahren der modernen Biotechnologie betreiben und/oder Umsätze mit solchen Produkten/Verfahren von mehr als 10 Mill. € im Jahr 2004 erzielt haben.

Im Unterschied zu Ernst&Young gibt die Befragung von DESTATIS zusätzlich Einblick in die Biotech-Forschungsaktivitäten der größeren Life-Science Unternehmen. Diese sind mit etwa 501 Mill. € im Jahr 2004 zu beziffern. Auch die Zahl der Beschäftigten mit Aufgaben in der biotechnologischen Forschung ist mit knapp 2 400 nicht unerheblich.

Die hohen Aufwendungen der Pharmaindustrie für die biotechnologische FuE-Analyse unterstreichen einmal mehr die große Bedeutung der in Deutschland aktiven Pharma-Unternehmen zur Stärkung des Biotechnologiestandortes Deutschland. Die tragende Rolle der Pharmaindustrie zeigt sich im Übrigen auch in den USA.

Pharma-Unternehmen können grundsätzlich den gesamten Wertschöpfungsprozess von der Identifizierung potenzieller Wirkstoffe bis hin zur Markteinführung abdecken. In der deutschen biopharmazeutischen Forschung hat sich jedoch ein gewisses Maß der Arbeitsteilung herauskristallisiert. Während Biotech-Kernunternehmen über starke Kompetenzen auf frühen Wertschöpfungsstufen (Identifizierung potenzieller Wirkstoffe, Target-Validierung, Leitsubstanzgenerierung) verfügen, können Pharma-Unternehmen aufgrund ihrer größeren Finanzkraft die präklinischen und klinischen Studien eher schultern als kleine Biotech-Unternehmen. Bedingt durch die vergleichsweise geringe Größe der deutsche Biotech-Unternehmen verwundert es daher nicht, dass nur sehr wenige Biotech-Unternehmen auf allen Stufen des Wertschöpfungsprozesses aktiv sind.

Die Arbeitsteilung impliziert, dass der Übergang von der Entwicklungsphase in die Testphase und später in die Produktionsphase nur im Idealfall nahtlos erfolgen kann. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn Biotech-Unternehmen frühzeitig strategische Partnerschaften mit Abnehmern der neu entwickelten Produkte geschlossen haben. Solche Partnerschaften sehen Zahlungen bei Erreichen verschiedener Entwicklungsstufen vor. Für Biotechunternehmen ergibt sich der Vorteil, dass bereits während des FuE-Prozesses Umsätze generiert werden können. Zentrales Manko bleibt jedoch der Bedarf an ausreichenden Finanzmitteln, um die Maßnahmen bis zum Erreichen des nächsten Meilensteins vorfinanzieren zu können. Hierfür bilden Mittel des nicht-börslichen Eigenkapitalmarkts (Business Angels, Venture-Capital-Gesellschaften) die zentrale Finanzierungsbasis (u.a. Champenois et al. 2006). Gerade im Vergleich zu den USA wird oftmals noch ein Rückstand in der Bereitstellung von Risikokapital vermutet.

### **3.3 Regionale Verteilung der Biotech-Beschäftigung**

Auf der Grundlage der soeben erörterten Angaben von DESTATIS soll im Folgenden eine Abschätzung der Biotech-Beschäftigung nach Bundesländern und Regionen vorgenommen werden. Die Angaben von DESTATIS ermöglichen die Unterscheidung zwischen (i) Biotech-Kernunternehmen, d.h. Unternehmen, die sich hauptsächlich mit der Anwendung biotechnologischer Verfahren beschäftigen, (ii) Biotech-Ausrüstern (Zulieferern) und (iii) größeren Life-Science Unternehmen mit Randaktivitäten in der Biotechnologie.

Tabelle 3.5

**Beschäftigte in Segmenten der Biotechnologieindustrie (ohne industrielle Biotechnologie) im Jahr 2004**

Beschäftigte in ...	Deutschland	Darunter NRW
Biotech-Kernunternehmen (davon in FuE)	11 958 (5 438)	1 454 (612)
Biotech-Ausrüster bzw. Kombination der Tätigkeit von Biotech-Kernunternehmen und Ausrüstern	24 837	4 164 <sup>1</sup>
Life-Science Industrie <sup>3</sup> (davon in FuE)	10 995 (2 389)	1 642 <sup>2</sup>
Summe	47 790	7 260

Quelle: DESTATIS (2005), – <sup>1</sup><http://www.biosme.de/>; Beschäftigtenangaben ergänzt bzw. aktualisiert. – <sup>2</sup>eigene Schätzung basierend auf den Angaben zur Beschäftigung im Wirtschaftszweig 24.4. – <sup>3</sup>nur Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeitern, die intensiv Forschung und Entwicklung für Produkte und Verfahren der modernen Biotechnologie betreiben und/oder Umsätze mit solchen Produkten/Verfahren von mehr als 10 Mill. € im Jahr 2004 erzielt haben.

Zur Ermittlung der regionalen Beschäftigung in der ersten Gruppe, den Biotech-Kernunternehmen, werden ausschließlich die Angaben von DESTATIS zugrunde gelegt. Dies ist die einzige Datenquelle, welche Angaben zur Verteilung der Beschäftigung in diesen Unternehmen nach Ländern enthält (vgl. **Tabelle 3.5**). Demnach werden für NRW 1 454 Beschäftigte in Biotech-Kernunternehmen ausgewiesen.

Für die Berechnung der regionalen Beschäftigung bei der zweiten Gruppe, den Biotech-Ausrüstern, wird – mangels Angaben von DESTATIS – die regionale Verteilung der Beschäftigung nach den Angaben der DECHEMA zugrunde gelegt. In der DECHEMA Liste sind mit Stand vom Juni 2007 insgesamt 633 Unternehmen enthalten (vgl. <http://www.biosme.de/>). Hier-von wurden ausschließlich die Angaben der Biotech-Kernunternehmen und -ausrüster verwendet und fehlende Angaben zur Beschäftigung mithilfe der Amadeus-Datenbank um entsprechende Werte ergänzt. In der Datei von DECHEMA sind u.a. auch die beiden größten Biotechunternehmen von NRW, *Qiagen* und *Miltenyi Biotec*, enthalten. Beide Unternehmen haben zusammen etwa 1 200 Beschäftigte in NRW.<sup>33</sup> Durch Differenzenbildung der DECHEMA-Zahlen mit den von DESTATIS ermittelten Beschäftigtenzah-

<sup>33</sup> Diese Unternehmen sind in den DESTATIS Auswertungen, wenn sie denn erfasst wurden, am ehesten dem Segment der Biotech-Ausrüster zugeschlagen worden. Hierfür spricht, dass der Anteil von NRW bei den Biotech-Ausrüstern mit 16,8% doppelt so hoch wie bei den Biotech-Kernunternehmen ist und die von DESTATIS berichteten Beschäftigtenzahl von 1 454 für Biotech-Kernunternehmen als etwas gering erscheint, wenn eine oder beide Firmen hierin enthalten wären.

len zu Biotech-Kernunternehmen ergibt sich dann eine Beschäftigtenzahl von 4 164 bei Biotech-Ausrüstern.

In einem letzten Schritt wird die Zahl der Beschäftigten in der Life-Science Industrie in NRW geschätzt. Hierzu wird der Anteil von NRW an der Beschäftigung in der pharmazeutischen Industrie mit der von DESTATIS errechneten Gesamtzahl der Beschäftigten in den größeren Life-Science Unternehmen multipliziert. Daraus ergibt sich eine Beschäftigtenzahl von 1 642. Aufgrund mangelnder Angaben zu den kleineren Life-Science Unternehmen wird der Anteil der Biotech-Beschäftigung mittelständischer Pharmaunternehmen etwas unterzeichnet. Es ist keineswegs klar, wie hoch die Unterschätzung für NRW ausfällt. Als Obergrenze, unter Zugrundelegung der Angaben der BCG Studie, würde sich eine Zahl von maximal 4 465 Tsd. Beschäftigten ergeben.

Auf der Grundlage der Angaben von DESTATIS und der DECHEMA ergibt sich für NRW ein Schätzwert von zusammengenommen 7 260 der bundesweit tätigen 47 790 Biotech-Beschäftigten im Unternehmenssektor. Im günstigsten Fall, bei Annahme höherer Beschäftigtenzahlen in Unternehmen der pharmazeutischen Industrie mit Randaktivitäten in der Biotechnologie, liegt die Beschäftigtenzahl bei circa 10 Tsd.

Analog zum eben erörterten Vorgehen werden die übrigen Länderanteile ermittelt. Die Schätzungen können natürlich nur einen ungefähren Einblick geben. Insbesondere die Beschäftigtenzahl für Hessen erscheint vergleichsweise hoch. Dies könnte daran liegen, dass die DECHEMA mit Sitz in Frankfurt einen gewissen *home bias* aufweist, d.h. hessische Unternehmen haben eine höhere Neigung zur Verbandsmitgliedschaft als Unternehmen aus anderen Bundesländern. Die Unterschiede zwischen NRW einerseits und Baden-Württemberg bzw. Bayern andererseits sollten von einer solchen vermuteten Verzerrung jedoch nicht betroffen sein.

Die absoluten und relativen Angaben für die beiden Beschäftigungsindikatoren finden sich schließlich in der **Tabelle 3.6**. Einen wesentlichen Beitrag zur Beschäftigung in der Biotechnologieindustrie stellen die vier Flächenländer Hessen, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg. Von den 47 790 Beschäftigten, die mit der Anwendung moderner biotechnologischer Verfahren betraut sind oder aber bei Ausrüstern tätig sind, entfallen etwa 77% auf Biotech-Unternehmen, d.h. Unternehmen mit einem wirtschaftlichen Schwerpunkt in der Biotechnologie. Mit einer Beschäftigtenzahl von 5,6 Tsd. liegt NRW vor Baden-Württemberg (5,0 Tsd.) aber knapp hinter Bayern (6,3 Tsd.). Die übrigen 23% der Biotech-Beschäftigten arbeiten in Unternehmen, die ihren wirtschaftlichen Schwerpunkt nicht in der Biotechnologie haben.

Tabelle 3.6

**Biotech-Beschäftigte (ohne industrielle weißen Biotechnologie) im Jahr 2004**

	in Biotech-Kernunter- nehmen und –ausrüster		in Biotech-Kernunter- nehmen, -ausrüster und Life- Science Unternehmen	
	Anzahl	Anteil in% an gesamt	Anzahl	Anteil in% an gesamt
Baden-Württemberg	5 029	13,7	7 778	16,3
Bayern	6 289	17,1	7 547	15,8
Berlin	2 487	6,8	3 378	7,1
Brandenburg	1 266	3,4	1 313	2,7
Bremen	134	0,4	156	0,3
Hamburg	2 074	5,6	2 141	4,5
Hessen	6 588	17,9	8 426	17,6
Mecklenburg-Vorpommern	499	1,4	517	1,1
Niedersachsen	1 819	4,9	2 166	4,5
Nordrhein-Westfalen	5 618	15,3	7 260	15,2
Rheinland-Pfalz	343	0,9	1 157	2,4
Saarland	136	0,4	190	0,4
Sachsen	472	1,3	711	1,5
Sachsen-Anhalt	1 684	4,6	1 922	4,0
Schleswig-Holstein	1 721	4,7	2 339	4,9
Thüringen	635	1,7	788	1,6
Deutschland	36 795	100,0	47 790	100,0

Quelle: <http://www.biosme.de/>, Amadeus-Datenbank, Schätzungen des RWI Essen, hochgerechnet auf Angaben von DESTATIS (2005) vgl. Tabelle 3.5. – In Spalte 4 und 5 sind geschätzte Werte für die Zahl der Biotech-Beschäftigten in größeren Life-Science Unternehmen enthalten. Diese Werte ergeben sich aus dem Anteil der Bundesländer an der Beschäftigung im Wirtschaftszweig 24.4 (Pharma) multipliziert mit der Zahl der Biotech-Beschäftigten in größeren Life-Science Unternehmen gemäß DESTATIS (2005).

Die regionale Konzentration auf die vier genannten Bundesländer fällt noch stärker aus, wenn zusätzlich die Angaben zu den Beschäftigten in Life-Science Unternehmen berücksichtigt werden (Spalte 4 und 5). Abgesehen von der einstigen *Schering AG* (jetzt *Bayer Schering Pharma AG*) in Berlin und der *Beiersdorf AG* in Hamburg haben alle größeren Pharma-Unternehmen ihren Sitz in einem der vier Flächenländer. Eines zeigt sich ganz deutlich: Die Ballung der Pharma-Unternehmen spielt eine nicht unerhebliche Rolle für das Abschneiden der einzelnen Länder. Bei Berücksichtigung der Biotech-Beschäftigung in Pharma-Unternehmen würde nunmehr Baden-Württemberg die höchste Beschäftigtenzahl erzielen.

Mit schätzungsweise 7 260 Biotech-Beschäftigten hat NRW aber nur geringfügig weniger Biotech-Beschäftigte im Unternehmenssektor als Baden-Württemberg und Bayern. In Prozenten ausgedrückt erreicht NRW 93,3% des Wertes von Baden-Württemberg bzw. 96,2% des Wertes von Bayern. Das „Abschneiden auf Augenhöhe“ ist allerdings nur bedingt aussagekräftig, denn NRW ist bedeutend größer als die beiden Vergleichsländer. Bezo-



gen auf eine Million Einwohner arbeiten in NRW etwa 402 Beschäftigte in der Biotechnologieindustrie (diese und die folgenden Angaben sind nicht tabelliert). In Baden-Württemberg ergibt sich mit einem Wert von 727 Biotech-Beschäftigten je eine Million Einwohner eine deutlich höhere Relation als in NRW. Auch in Bayern ist mit einem Wert von 607 immerhin noch eine um 50% höhere Relation im Vergleich zu NRW zu beobachten.

Bei ausschließlicher Betrachtung der Beschäftigten in Biotech-Kernunternehmen und -ausrüstern fallen die Abstände zwar etwas geringer aus. Bezogen auf eine Million Einwohner hat NRW etwa 311 Beschäftigte in Biotech-Kernunternehmen und -ausrüstern. Für Baden-Württemberg ergibt sich mit einem Wert von 469 aber wiederum eine deutlich höhere Relation im Vergleich zu NRW. In Bayern zeigt sich eine Relation von 505 Beschäftigten in der Biotech-Branche je eine Million Einwohner. Unabhängig von den Unterschieden zwischen beiden Beschäftigungsindikatoren im Detail erreicht NRW stets keinen Spitzenplatz bei der Zahl der Biotech-Beschäftigten je eine Million Einwohner.

#### *Biotech-Beschäftigung nach BioRegionen*

Für die weitergehende regionale Betrachtung verzichten wir auf die Schätzung der Biotech-Beschäftigung in Life-Science Unternehmen. Je kleiner die regionale Ebene gewählt wird, umso größer wird nämlich der Schätzfehler für diese Unternehmen. Die Analyse der regionalen Verteilung der Biotech-Beschäftigten nach Verdichtungsräumen und Kreisen fußt demnach ausschließlich auf die Beschäftigtenzahl in den Biotech-Kernunternehmen und -ausrüstern.

Erwartungsgemäß entfällt innerhalb NRWs der Großteil der Beschäftigung in der Biotech-Branche auf das Rheinland. Etwa 84% der Beschäftigten in der Biotech-Branche sind in Unternehmen mit Sitz im Rheinland tätig. Weitere 10% sind in Westfalen tätig und die verbleibenden 6% im Ruhrgebiet (Angaben nicht tabelliert). Mit der *Miltenyi Biotec GmbH* in Bergisch Gladbach und der *Qiagen* in Hilden, einer Ausgründung der Heinrich-Heine Universität Düsseldorf, sind die zwei größten Biotech-Unternehmen des Landes NRW im Rheinland angesiedelt. Innerhalb des Rheinlands konzentriert sich die Beschäftigung in der Biotechnologieindustrie auf Mettmann einerseits und zwischen dem Rheinisch-Bergischen Kreis und Aachen andererseits. Für die übrigen Kreise des Rheinlandes südlich und nördlich von Köln zeigen sich dagegen deutlich geringere Beschäftigtenzahlen.

Für den überregionalen Vergleich wird die Abgrenzung der BioRegionen zugrunde gelegt. Besonderes Augenmerk gilt dabei dem Abschneiden von *BioRiver*<sup>®</sup> (einst BioRegio Rheinland). Als Vergleichsregionen interessieren insbesondere die Siegerregionen des BioRegio- und BioProfile-Wettbe-

werbs. Das sind die *BioRegion Rhein-Neckar-Dreieck*, die *Bio<sup>M</sup> BioTech-Region München*, die *BioTOP*, die *BioRegion* (Braunschweig, Göttingen, Region Hannover) und die *BioRegio STERN* (Raum Stuttgart).

Bei Zugrundelegung der Beschäftigung in Biotech-Kernunternehmen und -ausrüstern ist für BioRiver die höchste absolute Zahl an Beschäftigten festzustellen (vgl. **Tabelle 3.7**). *Qiagen* und *Miltenyi Biotec* stellen dabei etwa ein Viertel der Beschäftigung aller Biotech-Unternehmen im Rheinland. Es folgen die BioRegion München<sup>34</sup>, Frankfurt und Berlin. Dieses Muster überrascht nicht, denn die Regionen sind – gemessen an der Einwohnerzahl – deutlich größer als die übrigen BioRegionen.

Ein sinnvoller regionaler Vergleich ist aber erst nach Berücksichtigung der unterschiedlichen Größe der BioRegionen möglich. Aus den Angaben in der *Tabelle 3.7* würde sich für die Region BioRiver eine Relation von etwa 805 Beschäftigten in Biotech-Unternehmen je eine Million Einwohner ergeben. In der Region München ist die Relation mit einem Wert von 2 239 fast um das Dreifache höher. Von den größeren BioRegionen zeigen sich ebenso im Rhein-Neckar-Dreieck (1 266), in Hamburg (1 047) und im Raum Berlin (882) höhere Werte. Allerdings liegt BioRiver mit deutlichem Abstand vor den drei übrigen BioRegionen (BioRegionN, BioRegio Stern, BioMedTec Franken) mit mindestens 1,5 Millionen Einwohnern.

Der Standortquotient zielt inhaltlich in dieselbe Richtung und berechnet sich aus dem Anteil der Region an der bundesweiten Beschäftigung in Biotech-Unternehmen geteilt durch den Anteil der Region an der bundesweiten Einwohnerzahl.<sup>35</sup> Im Gegensatz zur oben erwähnten Relation gibt er direkt Auskunft über das Ausmaß der Spezialisierung einer Region. Je größer die Werte sind, umso größer ist die Ausrichtung auf die Biotechnologie innerhalb einer Region. Während für BioRiver mit 1,8 ein Wert deutlich über Eins festzustellen ist, zeigt der Wert für die BioIndustry Ruhrgebiet eine deutlich unterdurchschnittliche Ausrichtung auf die Biotechnologie an.<sup>36</sup> Es wird noch nicht einmal der Referenzwert der sonstigen Kreise er-

---

<sup>34</sup> Während die Werte für BioRiver und BioTOP in der Größenordnung jener Angaben liegen, die von den Regionen selbst berichtet werden, liegen die Beschäftigtenangaben für München deutlich über den Angaben der BioM. Für die BioM werden beispielsweise 2 350 Beschäftigte im Jahr 2006 berichtet (Domdey 2007). Als Grund für den Unterschied wird vermutet, dass im Biotechnologiereport für die BioM Ausrüster unterrepräsentiert sind.

<sup>35</sup> Alternativ könnte auch die gesamte Beschäftigtenzahl zugrunde gelegt werden. Die Ergebnisse sind nahezu identisch.

<sup>36</sup> Ein etwas besseres Abschneiden der BioIndustry Ruhrgebiet würde sich zwar bei Berücksichtigung der Beschäftigten in der Life-Science Industrie ergeben. Einer Studie von BioIndustry e.V. (2003) lag die Beschäftigtenzahl bei *Bayer Schering Pharma AG* im Bereich Bio-

reicht. Die BioOWL liegt etwa 30% unter dem bundesdeutschen Referenzwert, was im Schnitt der kleineren BioRegionen liegt. Leicht überdurchschnittlich schneidet die BioRegion Münster ab.

Tabelle 3.7

**Beschäftigte in Biotech-Kernunternehmen und -ausrüstern im überregionalen Vergleich**

Name der BioRegion	Beschäftigte			Einwohner
	Anzahl	in% an gesamt	Standort-quotient	Anzahl
BioRiver	4 675	12,7	1,8	5 804 769
BioM	4 143	11,3	5,0	1 850 508
BioTOP	3 683	10,0	2,0	4 176 401
Frankfurt Bio Tech Alliance	3 233	8,8	4,7	1 558 102
BioRegion RND	2 654	7,2	2,8	2 096 610
BioRegion Hamburg	2 074	5,6	2,3	1 980 235
Bioinitiative Marburg	2 039	5,5	18,0	253 204
Life Science Nord	751	2,0	2,5	669 478
BioRegio Freiburg	695	1,9	7,3	214 698
BioRegio Jena	567	1,5	12,4	102 262
BioRegion	564	1,5	0,8	1 637 096
BMD	540	1,5	1,6	744 070
BioRegio Stern	516	1,4	0,7	1 603 572
BioMedTec Franken	338	0,9	0,5	1 600 032
BioPark Regensburg	294	0,8	5,1	129 283
NanoBioNet	258	0,7	0,8	741 596
BioCon Valley	251	0,7	1,5	371 566
Bio OWL	245	0,7	0,7	842 863
Bio nord	223	0,6	0,6	905 416
Biosaxony	217	0,6	0,9	557 608
BioIndustry Ruhrgebiet	151	0,4	0,1	3 820 879
bioanalytik-muenster	134	0,4	1,1	270 233
BioLago	109	0,3	0,9	274 253
BioRegion Ulm	109	0,3	2,0	120 385
Sonstige Kreise	8 331	22,6	0,4	50 139 240

Quelle: <http://www.biosme.de/>, Amadeus-Datenbank, Schätzungen des RWI Essen, hochgerechnet auf die von DESTATIS (2005) berichtete Gesamtzahl. – Einwohner, Jahresdurchschnitt 2005. – Anmerkung: Sonstige Kreise: alle übrigen Kreise. – Bei den grau hinterlegten Zeilen handelt es sich um BioRegionen im Land NRW. – Standortquotient: Anteil der Region an der bundesweiten Biotech-Beschäftigung geteilt durch den Anteil der Region an der bundesweiten Einwohnerzahl. – Lesehilfe: Je größer der Standortquotient ist, umso größer ist die Spezialisierung der Region auf die Biotechnologie.

In dem Zusammenhang ist erwähnenswert, dass die BioProfile Gewinner BioRegion und BioRegion STERN eine deutlich geringere Spezialisierung

technologie in Bergkamen im Jahr 2003 bei etwa 280. Aufgrund des massiven Beschäftigungsabbaus bei Bayer Schering Pharma AG in Bergkamen (vgl. Schering AG 2005) wird die aktuelle Zahl wahrscheinlich geringer ausfallen.

auf unternehmerische Aktivitäten in der Biotechnologie aufweisen. Mit einem Standortquotienten weit unter eins ergibt sich sogar eine unterdurchschnittliche Präsenz mit der Biotech-Branche. In diesen Regionen waren es wohl vorwiegend die Potenziale an den Forschungseinrichtungen, welche den Ausschlag für den Gewinn des BioProfile-Wettbewerbs gaben. Das positive Abschneiden von Marburg resultiert mehrheitlich aus den Beschäftigungsbeiträgen der *Behring-Nachfolgefirmen*, einem Unternehmen der pharmazeutischen Industrie. Ein Gründungsboom originärer Biotech-Unternehmen, wie er an anderen Standorten zu beobachten war, zeigt sich in Marburg jedoch nicht.

Zweifelsohne weist NRW eine bemerkenswert hohe absolute Ballung der Biotech-Beschäftigung auf. Der Länderanteil von NRW liegt in etwa in der Größenordnung von Bayern und Baden-Württemberg. Dies lässt erwarten, dass technologische Neuerungen aus dem Unternehmenssektor keineswegs nur auf die beiden südlichen Bundesländer konzentriert sind.

Aufgrund der deutlich höheren Einwohnerzahl von NRW ist der relative Besatz mit Biotech-Beschäftigten jedoch deutlich geringer als in den beiden Vergleichsländern. Für NRW zeigt sich eindeutig, dass es mit BioRiver nur einen beschäftigungsstarken räumlichen Biotech-Cluster im Unternehmenssektor hat. Dies trifft aber nicht nur auf NRW, sondern auch auf die beiden Vergleichsländer zu.

Natürlich können Angaben zur Anzahl der Beschäftigten nur ein unvollständiges Bild vermitteln, da nichts über die Qualität der geleisteten Arbeit bekannt ist. Vertiefende Analysen könnten sich beispielsweise verstärkt mit den Tätigkeitsmerkmalen der Beschäftigten (Forschungspersonal, hochqualifizierte Beschäftigte) auseinandersetzen. Zudem ist die Abschätzung der regionalen Verteilung der Beschäftigung keineswegs trivial. So sind bestimmte Annahmen notwendig, deren Gültigkeit mit dem vorhandenen Datenmaterial nicht geprüft werden kann.

### **3.4 Regionale Unterschiede in der Zahl der biopharmazeutischen Wirkstoffe**

Bezüglich der Forschungsaktivitäten in der Biotechnologie sind zwar viele Indikatoren denkbar, jedoch liegen regional vergleichende Angaben nur selten vor. Exemplarisch anhand der roten Biotechnologie soll ein wichtiger Erfolgsindikator betrachtet werden. Hierbei handelt es sich um die Zahl der Wirkstoffe, die sich in verschiedenen Phasen der Prüfung befinden. Seit 2002 hat sich die Zahl der Wirkstoff-Projekte deutlich von 189 auf 324 im Jahr 2006 erhöht (Ernst & Young 2007: 15). Bedingt durch Insolvenzen, Fusionen und Umorientierungen einzelner Firmen nahm die Zahl der Firmen mit Engagements in der Wirkstoffentwicklung über die Zeit ab.

Tabelle 3.8

**Anzahl der Wirkstoffe im überregionalen Vergleich**

Region	Prälinik		Phase I		Phase 2/3		Zulassungsphase/zugelassen	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
BioM <sup>1)</sup>	41	72	16 (19)	16	11 (17)	19	2	5
BioTOP <sup>2)</sup>	47	57	8	16	14	20		a)
BioRiver <sup>3)</sup>	8		4		4			
BioRegion RND <sup>3)</sup>	8		2		3			

Quellen: <sup>1)</sup>Domdey (2007), <sup>2)</sup> BioTOP (2007), <sup>3)</sup> Cooke et al. (2007) nach Ernst & Young. – Anmerkungen: <sup>a)</sup>Für das Jahr 2007 sind zwei Zulassungen geplant. Angaben in Klammern: Cooke et al. (2007).

Die Betrachtung der regionalen Unterschiede belegt eine führende Rolle der BioM (**Tabelle 3.8**). In allen Phasen, von der Wirkstoffentwicklung über die klinischen Prüfungen bis zur Zulassung, weist die BioM die höchsten absoluten Werte auf. Einzig die BioTOP Berlin-Brandenburg scheint hier den Anschluss wahren zu können, wobei sich für die BioM eine außerordentlich hohe Steigerung der Zahl der Wirkstoffe in der präklinischen Entwicklung im Jahr 2006 gegenüber dem Vorjahr abzeichnete. Ebenso sind bereits zwei Wirkstoffe der Firma *MediGene* zugelassen und drei weitere, darunter ein von *MediGene* lizensierter, befinden sich aktuell im Zulassungsverfahren.

Die starke Betonung der Wirkstoffentwicklung findet ihrerseits ihren Widerhall in anderen Indikatoren wie beispielsweise Forschungsausgaben oder auch der Erhalt von Venture Capital. Analysen von Engel und Heneric (2005) zufolge sind es in BioRiver vor allem junge Unternehmen im Kölner und Aachener Raum, die überdurchschnittlich häufig Venture Capital akquirieren konnten. Spitzenreiter ist jedoch wiederum die BioM. Hier erhielt nahezu jede zweite Biotechnologiegründung Risikokapital. Mit einem Anteil von 40% rangiert die Aachener Region nur knapp hinter dem Spitzenreiter. Die BioCologne erreicht mit 28% die fünfte Position im Regionalranking. Dieses Muster resultiert vor allem aus der Tatsache, dass es sich bei den NRW Biotech-Unternehmen in stärkerem Maße um „enabler“ handelt, welche über labortechnische Plattformtechnologien verfügen. Ein etwas differenzierterer Befund ergibt sich in der Analyse von Cooke et al. (2007: 46). Demnach fallen die Risikokapitalinvestitionen je gefördertes Unternehmen im Rheinland am höchsten aus. Deutlich geringere Risikokapitaleinwerbungen zeigen sich dagegen bei den nicht geförderten Unternehmen.

Es sei allerdings noch einmal betont, dass die Wirkstoff-Pipeline zwar einen wesentlichen Aspekt beleuchtet aber eben nur einen einzigen. Die Heterogenität der Biotech-Landschaft ist sehr hoch, worauf ja unter anderem auch

die Befunde zu den unterschiedlichen Anteilen der Ausstattung mit Risikokapital hindeuten. Für Unternehmen die auf Anwendungen in anderen Bereichen (z.B. Diagnostika, Bioanalytik, industrielle Biotechnologie) tätig sind, wird das Produktportfolio durch den betrachteten Indikator nicht erfasst.

### **3.5 Patente**

Zur Analyse der Patentaktivitäten wurde einerseits die am RUFIS vorhandene PATSTAT-Datenbank des Europäischen Patentamtes (EPA bzw. EPO) und die am RWI Essen vorhandene CD-ROM mit Angaben aus der EPO-Datenbank ESPACE BULLETIN genutzt. Während sich das RWI Essen auf die Aufbereitung der Patentanmeldungen nach dem Erfindersitz und Identifikation führender Anmelder konzentrierte, befasste sich RUFIS schwerpunktmäßig mit vertiefenden Untersuchungen zur Patenterteilung und hierbei vor allem mit Erfindernetzwerken. Neben der Arbeitsteilung hatte das gemeinschaftliche Vorgehen den Vorzug, Unstimmigkeiten in den Zahlen frühzeitig zu erkennen und deren Ursachen aufzuspüren.

Der Untersuchungszeitraum bei der Analyse der Patentanmeldungen reicht von 1995 bis 2006. Grundlage bildet das Datum der Anmeldung der Erfindung beim Europäischen Patentamt. Dies ist liegt in vielen Fällen einige Monate nach dem Prioritätsdatum, welches den Zeitpunkt der erstmaligen Anmeldung derselben Erfindung bei einem anderen Patentamt (in der Regel nationale Patentämter) wiedergibt. Eine Fokussierung auf das Prioritätsdatum würde dem Ideal der zeitlichen Nähe zur Genese der Erfindung etwas näher kommen als die Verwendung des Anmeldedatums beim EPO. Leider ist das Prioritätsdatum nicht in allen Fällen belegt, d.h. die nationalen Patentämter stellen diese Information nicht vollständig zur Verfügung.

Die vertiefenden Analysen zur Patenterteilung umfassen den Zeitraum von 1995 bis einschließlich 2004. Die zeitliche Eingrenzung auf das Endjahr 2004 trägt dem Umstand Rechnung, dass von der Erteilung eines Patentes bis zur Aufnahme in die Datenbank 12-18 Monate vergehen können. Der Stand der ausgewerteten Datenbank ist September 2006, so dass ein exaktes Abbild des vorletzten Analysejahres möglich ist.

Im Gegensatz zu den Patentanmeldungen, die Ausdruck der aktuellen Forschungstätigkeit sind, stellt die Analyse der Patenterteilungen den ökonomischen Wert einer Erfindung in den Mittelpunkt. Einzig Patenterteilungen gestatten einen gesetzlich gesicherten Schutz geistigen Eigentums. Es gilt jedoch zu beachten, dass im Schnitt etwa nur jede vierte Patentanmeldung zur Erteilung eines Patents führt.

Die Verwendung der Mikrodaten der EPO-Datenbank hat den zentralen Vorteil, Verbindungen zwischen den Erfinderregionen offenzulegen. Zudem erlauben die Mikrodaten die Bildung beliebig verschiedener Aggregate technischer Klassen bzw. Technologiefeldern. Daraus ergibt sich eine vergleichsweise hohe Flexibilität, die für die tiefer gehende Untersuchung technologischer Schwerpunkte sehr nützlich ist. Aus der Verknüpfung mit den Anmelderdaten würden sich eine Reihe weiterführender interessanter Analysemöglichkeiten ergeben (z.B. Anteil überregionaler Erfinderteams an den Patentanmeldungen eines Unternehmens). Ebenso gestattet die Kenntnis der bibliografischen Daten zu den Erfindern den Aufbau einer Datenbank von Schlüsselakteuren. Die Wanderung sogenannter „star scientists“ kann für einige Regionen spürbare Folgen haben, insbesondere wenn von Folgearbeiten und -entwicklungen nur noch die Zielregionen der Erfinder und nicht mehr die Regionen der Entsendung profitieren (Almeida und Kogout 1999). Nachteil der Verwendung der Mikrodaten ist der erhebliche Aufwand der Datenaufbereitung. Insofern können die folgenden Analysen allenfalls einen ersten Einblick geben.

Im Bereich Biotechnologie wurden diejenigen Patentanmeldungen ausgewählt, die mindestens eine der hierfür relevanten IPC-Klassen als Haupt- oder Nebenklasse aufweisen (vgl. Anhang).

Im Folgenden wird die gewichtete Anzahl an Patenten pro Region ausgewiesen. Die gewichtete Anzahl trägt dem Umstand Rechnung, dass an einem Patent ein oder aber mehrere Erfinder beteiligt sind. Bei einem Erfinder pro Patent wird dem Kreis des Erfinders der Wert Eins zugewiesen. Der Wert Eins wird ebenso vergeben, wenn an der beim Patentamt angemeldeten Erfindung zwei Erfinder aus ein und demselben Kreis beteiligt sind. Bei zwei Erfindern mit Sitz in verschiedenen Kreisen verringert sich der Wert dagegen auf jeweils 0,5 pro Kreis, bei drei Erfindern mit Sitz in verschiedenen Kreisen auf 0,333 usw. Analog zum bisherigen Vorgehen wird zunächst die gewichtete Anzahl der Patenterteilungen aggregiert auf der Ebene der *Bundesländer*, dann auf der Ebene der *Verdichtungsräume* und schließlich auf Ebene der *Kreise* bzw. *kreisfreien Städte* analysiert.

### *Patentanmeldungen*

Für die Bundesland-Ergebnisse, dargestellt in der **Tabelle 3.9**, wurden die am RWI vorhandenen EPO-Daten zugrunde gelegt. Auffällig ist der vergleichsweise hohe Anteil von NRW an den Patentanmeldungen in der jüngsten Vergangenheit. Während der NRW-Anteil in der Periode 1995 bis 2000 noch bei 16,5% lag und damit deutlich unter den Anteilswerten von Bayern und Baden-Württemberg rangierte, konnte NRW den Rückstand aufholen und hat nunmehr den höchsten Länderanteil. Fast ein Viertel aller Biotechnologie-Patentanmeldungen kommt aus NRW. Der Abstand zu

Bayern auf dem zweiten Platz ist erheblich und beträgt 300 (gewichtete) Patentanmeldungen.

Trotz des hohen Anteils an den Patentanmeldungen und der starken Zuwächse ist die Zahl der Patentanmeldungen je Einwohner in NRW zwar höher als in Baden-Württemberg aber immer noch geringer als in Bayern. Nordrhein-Westfalen liegt mit 66,7 EPO-Patentanmeldungen im Bereich Biotechnologie je eine Million Einwohner zwar vor Baden-Württemberg (63,3) aber hinter Bayern (73,4). Der Rückstand ist mit etwa 10% zu beziffern.

Die vertiefende Analyse zeigt auf, dass insbesondere die Patentklasse C12P (Gärungsverfahren oder Verfahren unter Verwendung von Enzymen ...) an Zuspruch in NRW gewonnen hat. Dies wäre ein erstes Indiz für die häufig geäußerte Vermutung, dass sich gerade in den vergangenen Jahren eine Vielzahl von Neuerungen im Bereich der industriellen weißen Biotechnologie ergeben hat.

Tabelle 3.9

**Patentanmeldungen (gewichtet) im Bereich Biotechnologie nach Bundesländern**  
Aggregation nach Anmeldejahr und Erfindersitz

	Patentanmeldungen (2001-2006)			Anzahl (2001-2006) bezo- gen auf die Anzahl (1995-2000)
	Anzahl gewichtet	in %	je eine Million Einwohner	
Baden-Württemberg	678,5	13,8	63,3	0,74
Bayern	914,7	18,6	73,4	0,93
Berlin	457,2	9,3	135,2	1,31
Brandenburg	116,3	2,4	46,1	1,35
Bremen	20,7	0,4	29,8	1,52
Hamburg	108,8	2,2	62,4	1,25
Hessen	508,9	10,4	83,7	0,68
Mecklenburg-Vorpommern	39,7	0,8	22,7	1,19
Niedersachsen	269,8	5,5	33,8	1,02
Nordrhein-Westfalen	1 203,3	24,5	66,7	1,53
Rheinland-Pfalz	223,3	4,5	54,7	0,97
Saarland	24,7	0,5	22,9	0,59
Sachsen	69,5	1,4	16,0	1,34
Sachsen-Anhalt	139,4	2,8	55,6	1,89
Schleswig-Holstein	78,6	1,6	28,0	1,47
Thüringen	58,4	1,2	25,5	0,95
Deutschland	4 911,7	100,0	59,6	0,74

Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

Die Detailanalyse der führenden Patentanmelder weist in dieselbe Richtung. Unter den ersten fünf Platzierten sind mit der *Bayer Health Care AG*



und *Evonik Degussa AG* auch zwei Unternehmen aus NRW vertreten. Erst auf dem vierten Platz nach der *BASF AG* folgt mit *Epigenomics* das erste Unternehmen der Biotech-Szene. Mit *Henkel KG. a. A.* auf Platz 18 und *Qiagen* auf Platz 22 sind weitere wichtige Player aus NRW recht weit vorn im Patentranking zu finden. Die starke Forschungspräsenz der drei Chemieriesen Bayer, Henkel und Evonik Degussa in NRW hat maßgeblich zum starken Abschneiden von NRW bei den Biotechnologie-Patentanmeldungen beigetragen.

Darüber hinaus zeigen sich auch einige Belege für die bedeutende Rolle der öffentlichen Forschungseinrichtungen in der Patentaktivität. Die Max-Planck-Gesellschaft ist mit 172 Patentanmeldungen (gewichtet) im Zeitraum von 2001 bis 2006 auf Platz sechs zu finden; das Deutsche Krebsforschungszentrum mit Sitz in Heidelberg liegt mit 136 Patenten (gewichtet) auf Platz acht. Mit 49 Patentanmeldungen zeigt sich für die Fraunhofer-Gesellschaft bereits ein reichlicher Rückstand. Die vorderen Platzierungen der öffentlichen Forschungseinrichtungen entsprechen den Erwartungen, da in der Biotechnologie gemeinhin eine sehr enge Wissenschaftsbindung vorherrscht.

Der Blick auf die regionalen Schwerpunkte der Patentanmeldeaktivität zeigt deutliche Abstufungen auf (vgl. **Tabelle 3.10**). BioRiver liegt mit 635 Patentanmeldungen auf dem ersten Platz mit durchaus beachtlichem Abstand zur BioTOP Berlin, BioRegio Rhein-Neckar-Dreieck und BioRegio München. Auch im Hinblick auf die erreichte Wachstumsrate der Patentaktivitäten kann sich BioRiver mit den anderen führenden BioRegionen Deutschlands messen. Einzig Berlin weist einen prozentual höheren Zuwachs auf.

Dieser Befund ist zunächst positiv zu werten, spiegelt aber im Wesentlichen die Größenunterschiede der Regionen wieder. Analog zum Vorgehen auf der Bundeslandebene ist also eine Berücksichtigung der unterschiedlichen Größe erforderlich. Das sich dann ergebende Bild weist auf ein ganz anderes Muster hin: Die Zahl der Patente je eine Million Einwohner ist mit einem Wert von 109,4 in BioRiver etwa halb so hoch wie im Rhein-Neckar-Dreieck (214,5) und in der BioRegion München (239,8). Im Ranking der neun größten BioRegionen mit einer Einwohnerzahl von mindestens einer Million liegt BioRiver gleichauf mit der Frankfurter BioRegion und Berlin hinter den beiden genannten Regionen im Süden der Republik.

Tabelle 3.10

**Patentanmeldungen (gewichtet) im Bereich Biotechnologie nach BioRegionen**

Aggregation nach Anmeldejahr und Erfindersitz

	Gewichtete Anzahl (2001-2006)	Gewichtete Anzahl in Relation zur gewichte- ten Anzahl 1995-2000	Anteil in % an gesamt (2001-2006)	Standort- quotient (2001-2006)
bio nord	21,0	1,5	0,4	0,4
Bio OWL	249,1	3,9	5,1	13,2
bioanalytik-muenster	34,6	2,6	0,7	1,4
BioCon Valley	21,1	1,0	0,4	0,9
BioIndustry Ruhrgebiet	81,4	1,1	1,7	0,6
Bioinitiative Marburg	66,7	0,4	1,4	3,4
BioLago	10,5	0,5	0,2	0,7
BioM	443,8	1,0	9,0	0,9
BioMedTec Franken	127,4	1,0	2,6	0,8
BioPark Regensburg	25,8	1,5	0,5	1,4
BioRegio Freiburg	57,1	0,8	1,2	2,0
BioRegio Jena	37,1	1,2	0,8	1,5
BioRegio Stern	137,9	0,7	2,8	0,4
BioRegioN	193,3	1,0	3,9	1,7
BioRegion Hamburg	112,4	1,1	2,3	0,8
BioRegion RND	449,6	0,8	9,2	1,2
BioRegion Ulm	20,4	0,9	0,4	0,4
BioRiver	635,0	1,2	12,9	1,6
biosaxony	21,3	1,1	0,4	0,7
BioTOP	560,0	1,4	11,4	1,6
BMD	70,9	2,0	1,4	2,0
Frankfurt Bio Tech Alliance	161,6	0,5	3,3	1,1
Life Science Nord	33,9	1,7	0,7	0,8
NanoBioNet	33,8	0,7	0,7	0,6
Sonstige Kreise	1 305,9	1,0	26,6	0,7
Deutschland	4 911,7		100,0	

Quelle: EPO, eigene Berechnungen. Zur Definition des Standortquotienten siehe Text.

Anhand des Standortquotienten lässt sich ablesen, wie hoch die Spezialisierung der einzelnen Regionen bei den Patentaktivitäten ausfällt. Je höher der Standortquotient ist, umso höher fällt die Spezialisierung auf Patentklassen der Biotechnologie aus. Im Zähler des Standortquotienten geht der Anteil des Landes/Region an den bundesweiten Patentanmeldungen in der Biotechnologie ein. Im Nenner steht der Anteil des Landes/Region am bundesweiten Forschungspersonal (Summe aus Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor). Unabhängig vom Rückstand in der Patentrelation (Patentanmeldungen je eine Million Einwohner) wird also gefragt, ob die Forschung in einer Region das ausgewählte Zukunftsfeld stärker akzentuiert als andere Felder.

Für BioRiver ist ein Wert von 1,6 abzulesen, d.h. die Patentanmeldungen je Forscher sind in BioRiver um 60% höher als im Bundesdurchschnitt. Im Rhein-Neckar-Dreieck und in der BioRegio München liegen die Werte darunter. Für das gegebene Forschungspotenzial weist BioRiver also eine höhere Spezialisierung auf die Biotechnologie aus als die beiden anderen Regionen. Dies erklärt sich im Wesentlichen daraus, dass die BioM und die BioRegio RND in stärkerem Maße andere forschungsintensive Segmente (z.B. Automotive, Mess-, Regel- und Steuerungstechnik) betonen, sodass der Standortquotient für die Patentanmeldeaktivität geringer ausfällt.

Von den drei übrigen kleineren BioRegionen aus NRW ist insbesondere das positive Abschneiden des Bielefelder Raums hervorzuheben. Dieser zeichnet sich durch eine Vervierfachung der Patentanmeldeaktivitäten aus. Hauptanmelder ist dabei die *Evonik Degussa*. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass es sich bei den Erfindern zum größten Teil um Mitarbeiter des in Künsebeck (Halle (Westf.)) ansässigen Entwicklungszentrums für Futtermitteladditive der *Evonik Degussa* handelt. Auch die Patentanmeldeaktivitäten im Umkreis von Bielefeld stehen nahezu ausschließlich im Zusammenhang mit den Forschungsaktivitäten der *Evonik Degussa* (vgl. **Tabelle 3.11**). Die von *Evonik Degussa* vorgenommene Gründung des Entwicklungszentrums für Futtermitteladditive im Kreis Gütersloh geht auf eine Initiative von Biotechnologen des Forschungszentrums (FZ) Jülich zurück. Die enge Verzahnung zwischen dem FZ Jülich und *Evonik Degussa* zeigt sich auch heute noch. In vielen Fällen sind gemeinsame Patentanmeldungen der *Evonik Degussa* und des FZ Jülich zu beobachten.

Tabelle 3.11

**Führende Patentanmelder in den zehn erfinderstärksten NRW Kreisen**

Auswertung nach dem Erfindersitz; Kreise absteigend sortiert nach der gewichteten Anzahl der Patentanmeldungen nach Erfindersitz

Kreisname (Erfindersitz)	Patentanmelder
Bielefeld, Stadt	Degussa, Bioceuticals Arzneimittel AG, Henkel
Köln, Stadt	Bayer, Direvo Biotech, Artemis
Gütersloh, Kreis	Degussa, Bayer, Trigen
Mettmann, Kreis	Bayer, Henkel, Qiagen
Düsseldorf, Stadt	Degussa, Henkel, Cognis
Düren, Kreis	FZ Jülich, Degussa, DSM Biotech
Rheinisch-Bergischer Kreis	Bayer, Henkel, Qiagen, Miltenyi Biotec
Wuppertal, Stadt	Bayer, Roche Diagnostics, DSM Biotech
Essen, Stadt	Bayer, Degussa, Goldschmidt
Paderborn, Kreis	Degussa, Ciba Speciality Chemicals, Bayer

Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

Das Beispiel der Evonik Degussa in Gütersloh zeigt auf, dass die Standortwahl der Unternehmen zu recht deutlichen Verschiebungen in der regionalen Erfindungstätigkeit führen kann. Unter anderem aufgrund dieser Erfahrungen lässt sich eine ähnliche Entwicklung im Umfeld des „Scienceto Business Center“ von CREAVIS (Evonik Degussa) in Marl erwarten. Allerdings werden auch hier noch einige Jahre vergehen, bis sich signifikante Erfindungstätigkeiten zeigen werden.

### *Patenterteilungen*

Für die folgenden regional vertiefenden Analysen zu den Patenterteilungen wurden die Daten der PATSTAT verwendet.<sup>37</sup> Bei den Patenterteilungen gilt es zu berücksichtigen, dass sich hierin die Forschungsaktivitäten zur Mitte bis Ende der 1990er Jahre widerspiegeln, die in eine Patentanmeldung bzw. Jahre später in eine Patenterteilung mündeten. Die Zahlen sind somit überhaupt nicht mit den soeben gezeigten Patentanmeldeaktivitäten vergleichbar.

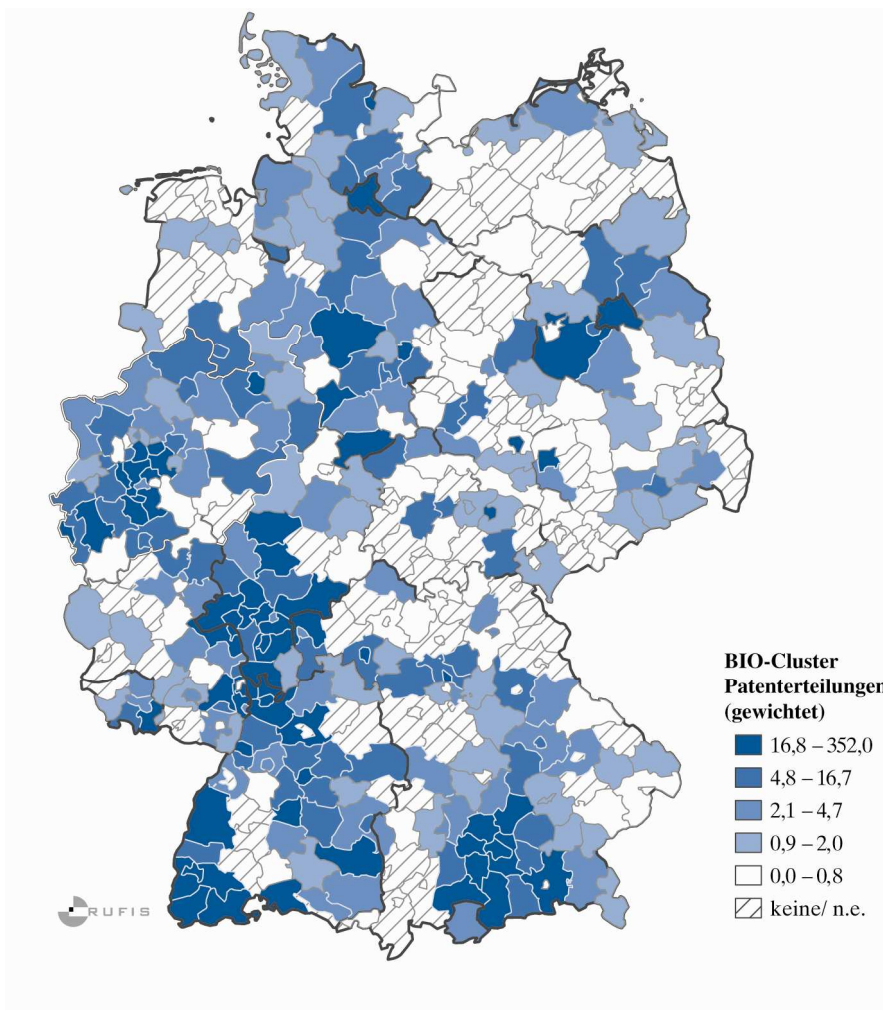
Vor dem Hintergrund der aktuellen Steigerungen der Patentanmeldungen in NRW wird sich in Zukunft aller Voraussicht nach ein deutlich besseres Abschneiden der NRW Regionen ergeben als es im Folgenden für die Erfindungstätigkeit der 1990er Jahre gezeigt wird. Ungeachtet dieser jüngsten positiven Entwicklung schneiden die NRW Regionen bereits in den vergangenen zwölf Jahren recht erfolgreich in den Patenterteilungen ab. Auf der Ebene der Kreise wird insbesondere die Entwicklung für den Bielefelder Raum in ihren Einzelheiten erkennbar (vgl. **Karte 3.2**).

Bei den summierten Patenterteilungen stellt die Universitätsstadt Bielefeld das Zentrum dar. In der Entwicklung über die Zeit zeigt sich aber, dass der Kreis Gütersloh stärker zugelegt hat als Bielefeld (vgl. **Karte 3.3**). Hierin spiegeln sich in erster Linie die Aktivitäten der Mitarbeiter des Forschungszentrums der Evonik Degussa wider. Diese haben – wie bereits bei den Patentanmeldeaktivitäten erörtert – in Gütersloh sowie in nahe oder auch etwas entfernter liegenden Kreisen ihren Wohnsitz. Den umliegenden Kreisen kommt also in erster Linie eine Wohnsitzfunktion für Erfinder der Evonik Degussa zu.

---

<sup>37</sup> Für den Gesamtzeitraum 1995 bis 2004 konnten 7 139 Patenterteilungen mit mindestens einer deutschen Erfinderbeteiligung bestimmt werden. An diesen Patenten waren 26 236 Personen beteiligt, von denen 19 070 als Personen mit Wohnsitz in der Bundesrepublik Deutschland einzustufen sind. Bei 17 503 Personen konnte aus den Adressdaten die exakte Kreiszugehörigkeit ermittelt werden.

Karte 3.2

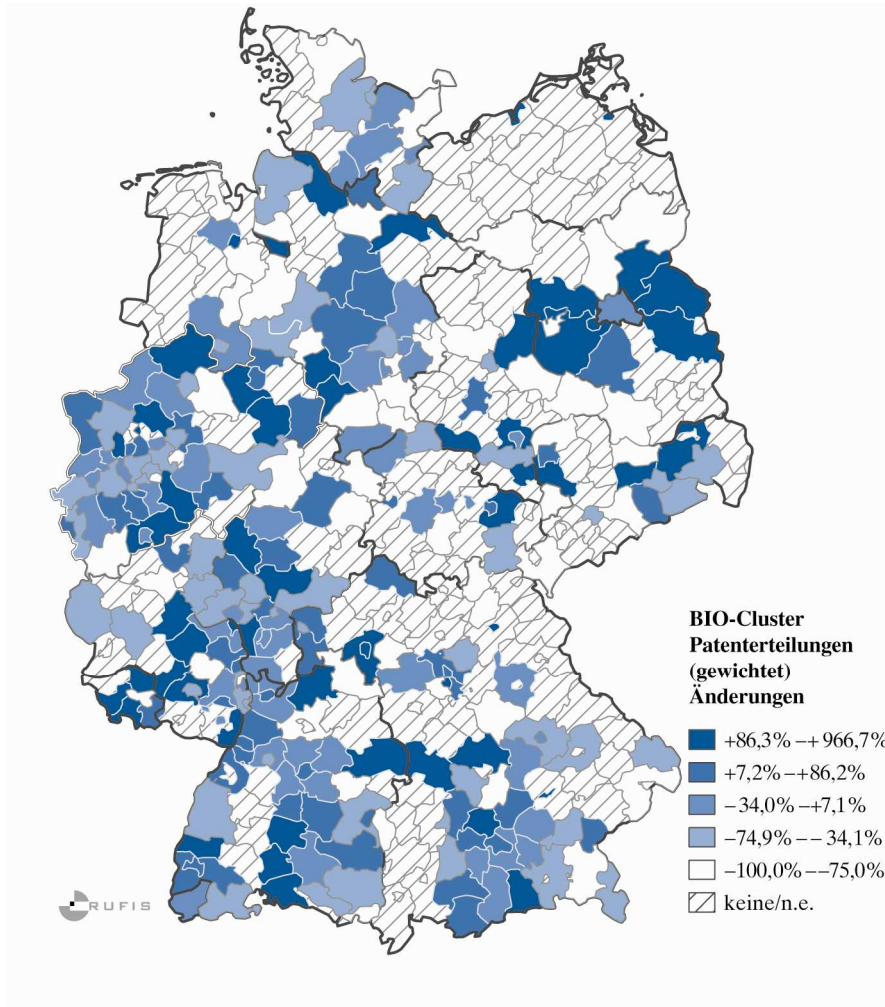
**Patenterteilungen im Bereich Biotechnologie nach Kreisen im Zeitraum von 1995-2004**

Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

**Karte 3.3**

Veränderung der Patenterteilungen im Bereich Biotechnologie nach Kreisen

2000-2004 gegenüber 1995-1999



Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

Die positive Entwicklung der Patentanmeldeaktivitäten im Raum Bielefeld spricht, unabhängig vom Entscheidungsprozess zur Ansiedlung des Entwicklungszentrums im Raum Gütersloh, grundsätzlich für eine räumliche Verbreiterung der Spitze in NRW. Die Entwicklung im westfälischen, insbesondere ostwestfälischen Raum sollte daher weiter aufmerksam beobachtet

werden, insbesondere die Art und Weise der Umsetzung der Erkenntnisse in marktfähige Lösungen. Die Universität Bielefeld spielt bei den Patentanmeldeaktivitäten und Patenterteilungen in der Region eine sehr untergeordnete Rolle. Dies verwundert wenig, da Mitarbeiter während ihrer Dienstzeit an Universitäten ihren Schwerpunkt auf die Publikation gewonnener wissenschaftlicher Erkenntnisse legen.

*Exkurs: Räumliche Muster der Co-Erfindertätigkeit*

Aus den Daten der EPO konnte neben der regionalen Zuordnung der Patentanteile auch die regionale Co-Erfindertätigkeit bei der Entwicklung patentierter Erfindungen bestimmt werden. Exemplarisch sind in **Tabelle 3.12** die Werte für die – gemessen an der anteiligen Patenterteilung – vier größten Kreise in NRW wiedergegeben.

Während Bielefeld in jüngster Zeit eine hohe Zahl an Patentanmeldungen vorzuweisen hat, war die Stadt Köln in den 1990er Jahren das Zentrum von Erfindungstätigkeiten in der Biotechnologie. Für Erfindungen unter Beteiligung von Kölner Erfindern wurden in den betrachteten 10 Jahren 336 Patente erteilt, wobei sich die gewichtete Anzahl Kölns hieran auf 90,4 Patente beläuft. Dabei resultierten 9 Patenterteilungen aus der Forschung eines einzelnen Erfinders und weitere 25,7 anteilige Patenterteilungen aus der Co-Erfindertätigkeit von Forschern mit Wohnsitz in Köln. Die verbleibenden 55,8 anteiligen Patenterteilungen waren Ergebnis einer Co-Erfindertätigkeit von Personen mit unterschiedlichem Wohnsitzkreis. Dieses Ergebnis spiegelt im Wesentlichen den Umstand wider, dass Erfinder gemeinsamer Patente zwar häufig denselben Arbeitsort haben, sich deren Wohnsitzkreise jedoch unterscheiden.

Belege für die Nähe von Arbeits- und Wohnort ergeben sich durch die hohen Anteile gemeinsamer Patenterteilungen mit umliegenden Kreisen. Dies wird im unteren Teil der *Tabelle 3.12* deutlich. Hier sind jeweils die führenden sechs Kreise/Regionen angegeben, die den höchsten Anteil an der Patenterteilung für einen Kreis bzw. eine Stadt aufweisen. Aufgrund der Wohnsitzproblematik von Erfindern mit Tätigkeit bei derselben Firma und am selben Arbeitsort ist die Interpretation einer hohen Co-Erfindertätigkeit schwierig. Eine hohe externe Kooperation sagt wenig aus, wenn es sich ausschließlich um Erfinder mit Tätigkeit am gleichen Arbeitsort und bei derselben Firma handelt. Mit größerer Reichweite der Regionen, in denen Co-Erfinder ihren Wohnsitz haben, steigt allerdings die Wahrscheinlichkeit, dass die Erfinder nicht bei derselben Firma arbeiten. Einzig die Berücksichtigung der Informationen zu den Patentanmeldern, wie wir sie im vorherigen Abschnitt durchgeführt haben, lässt eine Annäherung an die Co-Erfindertätigkeit von Mitarbeitern verschiedener Institutionen zu.

Tabelle 3.12

**Patenterteilungen in der Biotechnologie: Regionale Verflechtung der NRW-Kreise**

Angaben für 1995-2004

Name	Köln	Düren	Düsseldorf	Wuppertal
Patente gesamt	90,4 (336)	66,6 (233)	65,4 (246)	55,1 (267)
Einzelерfindungen	9	5	4	2
Co-Erfindertätigkeit von Personen mit demselben Wohnsitzkreis	25,7 (302)	24,1 (250)	14,1 (200)	23,0 (572)
Co-Erfindertätigkeit von Personen mit unterschiedlichem Wohnsitzkreis	55,8 (994)	37,5 (513)	47,2 (715)	30,1 (831)
darunter ...	4,5 (83)	6,4 (68)	8,7 (130)	5,0 (135)
	Leverkusen	Aachen	Mettmann	Mettmann
	4,2 (77)	2,5 (27)	3,9 (37)	4,5 (79)
	Rheinisch-Bergischer Kreis	Köln	Köln	Leverkusen
	3,9 (37)	2,1 (11)	3,2 (26)	3,7 (105)
	Düsseldorf	Aachen Kreis	Essen	Rheinisch-Bergischer Kreis
	3,8 (71)	2,0 (20)	3,1 (32)	3,3 (54)
	USA	00	Neustadt a.d.Aisch-Bad Windsheim	USA
	2,5 (27)	1,9 (17)	2,5 (9)	1,9 (61)
	Düren	Schweiz	Erftkreis	Köln
	2,2 (48)	1,6 (22)	2,4 (37)	1,0 (95)
	Mettmann	Düsseldorf	Österreich	00

Quelle: EPO, eigene Berechnungen. – Gewichtete Patenterteilung (ungewichtete Patenterteilung); Kreis unbekannt; ,00' = Staat unbekannt.

Ungeachtet der Problematik in der kleinräumigen Betrachtung, kann die Analyse der Co-Erfindertätigkeit mit Personen aus dem Ausland einen vergleichsweise guten Hinweis auf den Grad der internationalen Vernetzung mit anderen Erfindern geben. Auf Patenterteilungen mit Co-Erfindern aus dem Ausland entfallen in Köln knapp 7% aller durch externe Kooperationen verursachten Patenterteilungen. In Wuppertal ist der Anteil etwa doppelt so hoch. Eine weitergehende Frage ergibt sich dahingehend, ob die internationale Zusammenarbeit von Forschern mehrheitlich auf deren gemeinsame Einbindung in einem Konzern zurückgeht oder ob internationale Erfinderteams verschiedener Organisationen handeln. Nach einer Detailanalyse für Wuppertal trifft erstgenanntes zu. Erfindungen aus Wuppertal,



die von Bayer zum Patent angemeldet werden, werden ausschließlich von Bayer ohne Einbeziehung einer anderen Organisation angemeldet.

In der regional aggregierten Betrachtung kann die BioRiver-Region 479,9 Patenterteilungen im Zeitraum von 1995 bis 2004 vorweisen. Von denen stammen 40 von Einzelerfindern und weitere 289,8 sind das Ergebnis einer Co-Erfindertätigkeit von Personen innerhalb von BioRiver (Angaben nicht tabelliert). Der Großteil der Patentaktivitäten, nämlich etwa 69% geht damit ausschließlich auf Aktivitäten der in der Region beheimateten Erfinder zurück. 31% der gewichteten Zahl der Patenterteilungen sind durch die Teilhabe von mindestens einem Erfinder mit Wohnsitz außerhalb von BioRiver bedingt. Dieser Befund deutet auf eine starke überregionale Vernetzung der Erfinder hin. Unklar bleibt aber auch hier, ob es sich um Erfinder mit Tätigkeit bei derselben Institution oder verschiedener Institutionen handelt.

Die Analyse zur regionalen Verflechtung zeigt klar auf, dass die Ableitung von Schlussfolgerungen bezüglich der Art und Weise der Co-Erfindertätigkeit unmittelbar die Verbindung mit den Namen der Patentanmelder voraussetzt. Nur so kann erörtert werden, ob eine organisationsübergreifende Zusammenarbeit festzustellen ist oder nicht. Anhand des Beispiels für das FZ Jülich im Kreis Düren zeigt sich diese Art der Vernetzung sehr deutlich. In anderen Kreisen liegt eine solche Zusammenarbeit wesentlich seltener vor.

Insgesamt betrachtet vermittelt die Analyse der Patentanmeldungen/erteilungen den Eindruck einer überaus dynamischen Entwicklung in Nordrhein-Westfalen. NRW hat nicht nur den Abstand zu den anderen Ländern abgebaut, es kann sogar den mit Abstand höchsten Länderanteil vorweisen. Die Dynamik geht vornehmlich auf die Aktivitäten der drei großen Chemieriesen Bayer, Evonik Degussa und Henkel zurück. Deren zunehmende Präsenz in der industriellen Biotechnologie lässt hoffen, dass sich die Patentanmeldungen in wirtschaftlich rentable Anwendungen auszahlen werden und somit den Biotechnologiestandort NRW weiter stärken. Die starke Zunahme der Erfindungstätigkeiten im Bielefelder Raum könnte zugleich die Grundlage für Ausgründungsprozesse von Mitarbeitern der Evonik Degussa bilden. Ob und wo sich diese vollziehen ist allerdings ungewiss.

### **3.6 Akquise öffentlicher Fördermittel**

In Technologiefeldern, die sich besonderer Aufmerksamkeit der staatlichen Innovationspolitik erfreuen und daher auch in den Genuss ansehnlicher staatlicher Fördermittel kommen, liefert die Akquise öffentlicher Fördermittel durch Unternehmen und staatliche Forschungseinrichtungen wichtige

Hinweise auf die Präsenz einschlägiger Innovationspotenziale. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die öffentliche Förderung der Entwicklung des betreffenden Feldes entscheidende Anstöße gegeben hat bzw. noch gibt. In der durch technologieorientierte Gründungen getragenen Biotech-Szene war dies mit Sicherheit der Fall. Hier ist von einer hohen positiven Korrelation der Einwerbung von Fördermitteln und der Entwicklung von technologiefeldspezifischen Innovationskapazitäten im Raum auszugehen, wie im Folgenden gezeigt wird.

Die Förderung der Biotechnologie wird in Deutschland schon sehr lange praktiziert und geht weit in die frühen 1970er Jahre zurück (vgl. Fier und Heneric 2005 für eine dezidierte Betrachtung). Einen deutlichen Schub in der Bereitstellung von Bundesmitteln gab es durch den BioRegio-Wettbewerb, gestartet im Jahr 1995. Diesem folgten eine Reihe anderer Programme in der BioX Förderlinie, die jeweils unterschiedliche Akzente setzen. Die einzelnen Förderprogramme sind eingebettet in Rahmenprogrammen, für welche die Finanzmittel entsprechend reserviert werden. Mit Beginn des Jahres 2007 startete das neue Rahmenprogramm „Biotechnologie-industrie 2021“. Im Zeitraum von 2002 und 2006 wurden jährlich zwischen 258 Mill. € bis 294 Mill. € für die Bundesförderung „Biotechnologie“ verausgabt (vgl. BMBF 2006b).

Die folgenden Tabellen geben Einblick in die regionale Verteilung der Bundesmittel im Bereich „Biotechnologie“ im Zeitraum von 2001 bis 2006. Damit wird im Wesentlichen der Förderzeitraum des BMBF Rahmenprogramms „Biotechnologie – Chancen nutzen und gestalten“ betrachtet. Ein Schwerpunkt des Programms lag in der Förderung der Grundlagenforschung (Humangenomforschung, Pflanzen-Genomforschung und Genomforschung bei Mikroorganismen). Diese Aktivitäten sind nahezu ausschließlich an öffentlichen Forschungseinrichtungen konzentriert. Für den Unternehmenssektor sind einerseits die BioX Förderprodukte von Interesse, welche die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in marktfähige Produkte in Unternehmen der Biotech-Branche fördert. Außerhalb der BioX-Förderlinie werden von jeher auch Forschungsprojekte der großen Unternehmen der Chemischen Industrie darunter Pharmazeutische Industrie (u.a. BASF, Bayer einschließlich Bayer Schering Pharma, Degussa, Henkel, MERCK, Sanofi-Aventis) mit öffentlichen Mitteln bezuschusst.

Die Bundesförderung ist allerdings nur eine von vielen öffentlichen Finanzierungsquellen zur Durchführung biotechnologischer Forschung in der Wirtschaft und Wissenschaft. Stiftungsmittel der Deutschen Forschungsgemeinschaft sowie Bund/Ländermittel für außeruniversitäre Forschungseinrichtungen bzw. die Landesmittel für den Hochschulsektor wären noch dazuzurechnen.

Wie sind die Ergebnisse im Einzelnen zu werten? – Die Tabellen geben ausschließlich Einblick in öffentlich geförderte Vorhaben. Jegliche Folgerung von der räumlichen Verteilung der Projektfördermittel auf die regionale Verteilung der *gesamten* Forschungsaktivitäten per Analogieschluss und die Identifizierung von Forschungsclustern auf dieser Basis ist grundsätzlich mit hoher Unsicherheit behaftet. Erstens stellen die eingeworbenen Summen nur einen Bruchteil dessen dar, was an Forschungsaufwendungen insgesamt aufgebracht wird. Unseren Analysen zufolge sind die Forschungsaufwendungen der Biotech-Kernunternehmen zu 5% durch öffentliche Mittel der direkten Projektförderung des Bundes finanziert. Angesprochen wurde mit den Biotech-Förderprogrammen zudem primär die Biotech-Gründerszene. Biotech-Forschung in etablierten Unternehmen der Pharmabranche hat von der Förderung hingegen nicht oder zumindest viel weniger profitiert.

Zweitens ist die Förderpolitik Ausdruck des politischen Willens der Bundes- oder der Länderregierungen zur Förderung bestimmter Regionen. Im deutschen föderalistischen System gilt es geradezu als ungeschriebene *Maxime der „political correctness“*, dass einschlägige Förderprogramme innovationsschwächere Länder nicht ganz ignorieren dürfen. Die Förderung erfolgt also zum Teil unabhängig davon, wie hoch die Forschungsleistung der Region tatsächlich ist. Schließlich wird nicht jedem Zukunftsfeld dieselbe Aufmerksamkeit zuteil bzw. die Förderintentionen sind völlig verschieden. Im Falle der Biotechnologie war staatliche Förderung substanzieller Natur und hat die Gründerszene ohne Zweifel entscheidend vorangebracht. Auch bei der Förderung der Nanotechnologie und der erneuerbaren Energien sind gewichtige öffentliche Finanzierungsbeiträge im Spiel. In der Produktionstechnik hingegen, in der sich die deutsche Industrie bereits seit über 100 Jahren durch besondere Innovativität und technologische Spitzenleistungen auszeichnet, trägt die Förderung in finanzieller wie ideeller Hinsicht – Signalwirkung der Förderung – demgegenüber viel weniger zur Gesamtheit der FuE-Leistungen bei.

Diesen Argumenten ist auf der anderen Seite entgegenzuhalten, dass öffentliche Mittel grundsätzlich im wettbewerblichen Verfahren vergeben werden und Projekte mit vermuteten geringeren Erfolgchancen bzw. geringerer Qualität von Fördermittelgebern gemieden werden (vgl. Fier und Heneric 2005). Hohe Mitteleinwerbungen könnten also durchaus – bei entsprechender Berücksichtigung des Förderkontexts – als Beleg für qualitativ höherwertige Projekte gewertet werden. Wie in anderen Bereichen auch sind bei der Interpretation der Daten die technologiefeldspezifischen Bedingungen zu berücksichtigen. Ein in unserem Kontext interessanter Indikator ist die Einwerbung öffentlicher Fördermittel allemal.

Anhand der **Tabelle 3.13** sei das Ausmaß der Diskrepanz der regionalen Verteilung geförderter und gesamter Forschungsaktivität im Unternehmenssektor exemplarisch anhand der Biotechnologie illustriert. In den beiden letzten Spalten sind die Forschungsaufwendungen der Biotech-Kernunternehmen im Jahr 2004 nach den Angaben von DESTATIS angegeben.<sup>38</sup> Jeder neunte FuE-Beschäftigte in der biotechnologischen Forschung der Biotech-Kernunternehmen ist in Nordrhein-Westfalen tätig. Wiederum ist der Anteil Bayerns (27,6%) deutlich höher. Ein Grund für die Diskrepanz ist, dass bayerische Biotech-Unternehmen stärker in der forschungsintensiven Wirkstoffentwicklung aktiv sind.

Tabelle 3.13

**Bundeshilfe als Teil der Forschung und Entwicklung für Biotech-Unternehmen im Jahr 2004**

	Bundeshilfe für Biotech-Kernunternehmen		Forschung und Entwicklung der Biotech-Kernunternehmen	
	Absolut in Mill. €	Anteil in% an gesamt	Absolut in Mill. €	Anteil in% an gesamt
Baden-Württemberg	3,3	9,1	96,6	13,0
Bayern	7,0	19,2	278,8	37,5
Berlin	6,1	16,7	75,7	10,2
Brandenburg	0,9	2,5	25,3	3,4
Bremen	0,3	0,7	0,6	0,1
Hamburg	0,4	1,2	7,2	1,0
Hessen	2,2	6,1	26,3	3,5
Mecklenburg-Vorpommern	0,2	0,5	4,6	0,6
Niedersachsen	3,7	10,2	40,8	5,5
Nordrhein-Westfalen	5,1	14,1	65,2	8,8
Rheinland-Pfalz	1,3	3,7	50,3	6,8
Saarland	0,1	0,2	1,9	0,3
Sachsen	0,6	1,6	26,3	3,5
Sachsen-Anhalt	1,4	4,0	31,0	4,2
Schleswig-Holstein	1,8	4,9	2,9	0,4
Thüringen	1,9	5,3	9,9	1,3
Deutschland	36,5		743	100,0

Quelle: Profi-Datenbank, DESTATIS (2005), eigene Berechnungen.

In den beiden ersten Spalten finden sich die Angaben zu den Fördermitteleinwerbungen der Biotech-Kernunternehmen im selben Jahr. Das grundsätzliche Muster beider Rankings ist recht ähnlich. Es fällt aber auf, dass die

<sup>38</sup> Wegen der Gewährleistung der faktischen Anonymisierung der Auswertungen war es nicht möglich, konkrete Angaben zur regionalen Verteilung der FuE-Beschäftigten der größten Life-Science Unternehmen zu erhalten.

Verteilung der Fördermittel insgesamt etwas ausgewogener ist als die Verteilung der Forschungsaufwendungen insgesamt. Vor allem Berlin und Niedersachsen schneiden vergleichsweise besser ab. Eine nahe liegende Erklärung hierfür ist, dass sich hierin die bevorzugte Fördermittelvergabe an die Sieger des BioProfile-Wettbewerbs widerspiegelt. Hiervon profitierten die Länder Baden-Württemberg, Berlin/Brandenburg, und Niedersachsen mit je 30 bis 35 Millionen Deutsche Mark.

Interessanterweise zeigen sich höhere Anteile nur für die beiden letztgenannten Länder. Eine Erklärung hierfür kann sein, dass die BioProfile Mittel in der Region Stuttgart in stärkerem Maße an öffentliche Forschungseinrichtungen gingen. Interessanterweise ist die Korrelation zwischen dem Länderanteil an der Bundesförderung und dem Länderanteil an der FuE der Biotech-Kernunternehmen mit einem Wert von 0,79 recht hoch. Trotz einiger Einschränkungen und Unsicherheiten hinsichtlich der wahren Abstände in der Forschungsleistung geben die Fördermitteldaten im Fall der Biotechnologie recht gute Hinweise auf grundlegende regionale Muster. Der Vergleich der Angaben, der in dieser Form leider nicht für jedes Zukunftsfeld möglich ist, lehrt aber trotzdem zur Vorsicht mit Analogieschlüssen auf die gesamte Forschungsleistung der Akteure. Insbesondere sind die konkreten Förderbedingungen und -intentionen sehr genau in den Augenschein zu nehmen, bevor weiterführende Interpretationen vorgenommen werden.

Die folgenden Tabellen unterscheiden sich einzig in der verwendeten regionalen Untergliederung. Grundlage bilden die individuellen Zuwendungsbescheide, die in der Förderdatenbank des Bundes – kurz PROFI – erfasst sind. Die eingeworbene Fördermittelsumme wird auf die gesamte Projektlaufzeit verteilt<sup>39</sup> und anschließend auf regionaler Ebene nach dem Sitz der ausführenden Stelle aggregiert.

Von allen Flächenländern stellt Baden-Württemberg den größten Anteil an den vergebenen Fördermitteln (vgl. **Tabelle 3.14**). Der deutliche Abstand zu den übrigen Flächenländern geht maßgeblich auf die Präsenz des Europäischen Laboratoriums für Molekularbiologie (EMBL) in Heidelberg zurück. Im Zeitraum von 1995 bis 2006 wurden durch diese, etwa 750 Mitarbeiter zählende Einrichtung etwa 153 Mill. € an Bundesmitteln eingeworben. Berlin und Bayern liegen in etwa gleich, gefolgt von Nordrhein-

---

<sup>39</sup> Die Alternative wäre die Zuordnung zum Jahr der Einwerbung. Mit einem solchen Vorgehen ergeben sich jedoch größere Sprünge in den Fördermittelsummen, die bei einer kurzen Zeiträumbetrachtung Fehlschlüsse implizieren würden.

Westfalen und Sachsen-Anhalt. Aufgrund der vergleichsweise großen Abstände zwischen den einzelnen Ländern ist nicht zu erwarten, dass Nordrhein-Westfalen den Abstand zu Berlin und Bayern in nächster Zeit abbauen kann. Die Diskrepanz zwischen NRW und den beiden Ländern im Süden tritt noch deutlicher zutage, wenn die Fördermittel je Einwohner betrachtet werden. Mit dieser Relation werden die Größenunterschiede der Länder nivelliert. Für NRW ergibt sich eine Relation von knapp 11 €. Der Wert für Baden-Württemberg ist mit 34,5 € dagegen dreimal höher. Bayern kann eine Einwerbung von 19,8 € je Einwohner erzielen (*Angaben nicht tabelliert*). Sogar der Standortquotient, der für das vergleichsweise niedrige Forschungspersonal in NRW kontrolliert, zeigt für NRW niedrigere Werte an. Dieser ergibt sich aus dem jeweiligen Länderanteil an der gesamten Bundesförderung geteilt durch den Länderanteil am Forschungspersonal (Wirtschaft, Wissenschaft, Staat).

Tabelle 3.14

**Bundesförderung im Bereich Biotechnologie nach Bundesländern**

	Absolut in Tsd. € 2001-2006	Summe 2001-2006 in Relation zur Summe 1995-2000	Anteil in % an gesamt (2001-2006)	Standort- quotient (2001-2006)
Baden-Württemberg	370 473	2,0	20,2	0,9
Bayern	247 756	3,5	13,5	0,7
Berlin	254 681	2,6	13,9	2,3
Brandenburg	36 482	2,3	2,0	1,3
Bremen	10 798	1,9	0,6	0,5
Hamburg	25 123	1,3	1,4	0,5
Hessen	89 881	1,6	4,9	0,6
Mecklenburg-Vorpommern	14 822	2,9	0,8	1,0
Niedersachsen	130 704	1,9	7,1	1,0
Nordrhein-Westfalen	195 875	1,8	10,7	0,6
Rheinland-Pfalz	25 509	1,1	1,4	0,4
Saarland	24 401	11,5	1,3	2,6
Sachsen	48 363	3,5	2,6	0,6
Sachsen-Anhalt	192 086	1,6	10,5	6,7
Schleswig-Holstein	63 646	12,7	3,5	2,3
Thüringen	105 098	1,3	5,7	3,0
Deutschland	1 835 699		100,0	

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. – Für die Ermittlung des Standortquotienten wird als Bezugsgröße das gesamte Forschungspersonal (Summe aus Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) verwendet. Der Quotient ergibt sich aus dem Verhältnis Fördermittelsumme dividiert durch das gesamte Forschungspersonal (Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) für die betreffende Region geteilt durch die entsprechende Relation für das Bundesgebiet.

Die hohen Mitteleinwerbungen des Landes Sachsen-Anhalt sind auf den ersten Blick überraschend, da sich keinerlei Anzeichen einer starken

Clusterbildung in der medizinischen Biotechnologie zeigen. Wohl aber zeigt sich für Sachsen-Anhalt eine starke Ausrichtung auf die grüne Biotechnologie. So hat allein das *Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK)*, ein Institut mit circa 460 Mitarbeitern davon 160 Wissenschaftlern, Projekte mit einem Volumen von 158 Mill. € im Zeitraum von 1995 bis 2006 eingeworben.

Unter den Top-4-Ländern verzeichnet Bayern den deutlichsten Mittelzuwachs. Aber auch in Berlin und Baden-Württemberg sind höhere Zuwächse auszumachen als in Nordrhein-Westfalen. Die überdurchschnittliche Entwicklung in Bayern könnte vermutlich im Zusammenhang mit der starken Präsenz Bayerns in der Wirkstoffentwicklung stehen. Gerade die Wirkstoffentwicklung erfordert sehr hohe Forschungsaufwendungen, insbesondere in späteren Phasen der Medikamentenentwicklung. Für diese Vermutung spricht, dass mit den Biotech-Firmen *GPC Biotech AG*, *Axxima Pharmaceuticals AG* (Insolvenzanmeldung im Dezember 2004), und *SWITCH Biotech AG* (Insolvenzanmeldung im März 2004) drei Produktentwickler auf vorderen Plätzen in der Mitteleinwerbung mit zusammen 10,5 Mill. € im Zeitraum von 2001 bis 2006 zu finden sind. Wie sich später beispielhaft für die Landeshauptstadt München zeigen wird, ist der Unternehmenssektor zwar eine wichtige, jedoch nicht die einzige Säule des erheblichen Zuwachses der eingeworbenen Bundesförderung.

Der NRW-Regionalvergleich zeigt das häufig zu beobachtende Bild. Der Großteil der Mitteleinwerbungen entfällt mit 61,2% zwar auf das Rheinland (Angaben nicht tabelliert). Gleichwohl ist bemerkenswert, dass nicht auf eine „Allmacht“ der BioRiver Regionen zu schließen ist. Ein Viertel der Fördermittel für NRW werden von Akteuren aus dem Ruhrgebiet eingeworben, die übrigen 13,8% gehen auf Einwerbungen aus Westfalen zurück.

Die in Summe beachtlichen Mitteleinwerbungen in Westfalen und im Ruhrgebiet konzentrieren sich vornehmlich auf die drei weiteren BioRegionen im Land NRW (Ostwestfalen, Ruhrgebiet und Münster). Von diesen schneidet Ostwestfalen-Lippe vergleichsweise am besten ab (vgl. **Tabelle 3.15**). Während BioRiver eine geringfügige und weit unterdurchschnittliche Zunahme zu verbuchen hat, zeichnen sich BioOWL durch eine Steigerung um den Faktor 4,7 und BioIndustry Ruhrgebiet durch eine Zunahme um den Faktor 3,8 aus. Schließlich ist auch im Münsterland die Entwicklung weit überdurchschnittlich. Die hohen Wachstumsraten resultieren zum Teil aus vergleichsweise kleinen Ausgangsniveaus in den drei kleineren BioRegionen. Der absolute Zuwachs der drei kleineren BioRegionen ist aber immer noch beträchtlich und übersteigt zusammengenommen den Zuwachs von BioRiver. Aus NRW\_Sicht zählt sich die Verankerung der Biotechnologieforschung in insgesamt vier BioRegionen aus. Gerade die drei kleineren

Regionen konnten an Boden gegenüber anderen Regionen gewinnen und tragen in zunehmendem Maße zum Abschneiden von NRW bei.

Das Gesamtranking der Regionen in *Tabelle 3.15* entspricht den Förderschwerpunkten der verschiedenen BioX Wettbewerbe. Die Gewinnerregionen des BioRegio-Wettbewerbs sowie die BioRegio Jena (Sondervotum der Jury) sind auch nach Auslaufen des BioRegio-Wettbewerbs allesamt auf führenden Plätzen zu finden. Auf vorderen Plätzen befinden sich auch die BioProfile Gewinner BioTOP, BioRegion und BioRegio Stern. Die vorderen Plätze der Gewinner-Regionen gehen dabei aber weniger auf Mitteleinwerbungen durch die „Sonderprogramme“ zurück. Diese Mittel machen nur etwa 8% der gesamten Projektförderung in der Biotechnologie/Biomedizin aus (vgl. Cooke et al. 2007: 4). Das positive Abschneiden drückt vielmehr aus, dass die Auswahl der BioRegionen konsequent dem Ziel „Stärkung der Starken“ folgte.



Tabelle 3.15

**Bundeshförderung im Bereich Biotechnologie nach BioRegionen**

Name der BioRegion	Absolut in Tsd. € 2001-2006	Summe		Standortquo- tient (2001-2006)
		2001-2006 in Relation zur Summe 1995-2000	Anteil in% an gesamt (2001-2006)	
BioTOP	289 551	2,5	15,8	2,2
BioRegion RND	257 522	1,9	14,0	1,9
BioM	186 615	3,7	10,2	1,1
BioRiver	118 756	1,4	6,5	0,8
BioRegionN	115 667	2,0	6,3	2,7
BioRegion Jena	101 066	1,3	5,5	11,1
BMD	90 326	1,7	4,9	6,8
BioRegion Stern	78 164	2,0	4,3	0,6
Life Science Nord	56 351	23,0	3,1	3,7
BioMedTec Franken	39 854	6,0	2,2	0,7
Biosaxony	34 383	7,5	1,9	3,2
Bio OWL	25 353	4,7	1,4	3,6
Frankfurt Bio Tech Alliance	35 788	0,9	1,9	0,6
BioRegion Freiburg	26 657	2,4	1,5	2,5
BioIndustry Ruhrgebiet	25 714	3,8	1,4	0,5
BioRegion Hamburg	25 123	1,3	1,4	0,5
NanoBioNet	21 249	3,2	1,2	1,0
BioCon Valley	14 721	3,3	0,8	1,6
Bioinitiative Marburg	15 278	6,4	0,8	2,1
bioanalytik-muenster	12 813	2,0	0,7	1,3
bio nord	11 129	1,5	0,6	0,5
BioPark Regensburg	8 306	2,8	0,5	1,2
BioRegion Ulm	5 540	5,5	0,3	0,3
BioLago	2 645	0,6	0,1	0,5
Sonstige Kreise	237 127	1,8	12,9	0,3

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. – Zur Definition des Standortquotienten siehe *Tabelle 3.14.*

Die BioOWL bewarb sich erfolgreich um die Einrichtung des Kompetenznetzes „Genomforschung an Bakterien für den Umweltschutz, die Landwirtschaft und die Biotechnologie“. Der Zuschlag implizierte die erheblichen Zuwächse in den Mittelzuflüssen. Nicht nur, dass die genannten Regionen die höchsten Mitteleinwerbungen verzeichnen. Das Label der „Siegerregion“ kann stimulierend wirken und Investoren und Gründer gleichermaßen anziehen. Dies resultiert zum einen aus der Erwartung höherer Chancen der Mitteleinwerbung in diesen Regionen, die zur Senkung der Finanzierungskosten beitragen und zum anderen aus der Erwartung einer Fülle innovativer (Investitions-)Projekte und potenzieller Kooperationspartner in

diesen Regionen.<sup>40</sup> Vergleiche mit Einwerbungen von Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft zeigen im Übrigen ein etwas anderes Muster auf. Demnach hatte das Rheinland im Zeitraum von 1995 bis 2004 etwa ein Zehntel der ausgereichten DFG Mittel eingeworben. München liegt in etwa gleich auf, Berlin jedoch mit etwas Abstand dahinter (vgl. Cooke et al. 2007: 55).

Bei Zugrundelegung des für regionale Niveauvergleiche aussagekräftigen Indikators Fördermittel je Einwohner schneidet BioRiver unterdurchschnittlich im Vergleich zu den anderen größeren Regionen ab. BioRiver kann einen Einwerbungserfolg von 20,5 € je Einwohner verbuchen. In der BioTOP liegt die Relation schon bei 69,5 € in der BioM sogar bei 100,8 €. Den Spitzenwert erzielt das Rhein-Neckar-Dreieck mit 122,8 € (*Angaben nicht tabelliert*). BioRiver ist zwar eine der größten BioRegionen Deutschlands und auch Europas. Allein auf Basis der Fördermitteldaten würden sich keinerlei Hinweise auf eine höhere technologische Kompetenz in BioRiver ableiten lassen. Zu einer ähnlichen Schlussfolgerung kommen u.a. Cooke et al. (2007) im Rahmen der Evaluierung des BioRegio- und BioProfile-Wettbewerbs.

---

<sup>40</sup> Es sei an dieser Stelle nicht weiter vertiefend behandelt, ob die Fördermitteleinwerbung ohne das Siegel „Siegerregion“ genauso hoch oder geringer gewesen wäre.

Tabelle 3.16

**Bundförderung im Bereich Biotechnologie – Top 5% Kreise**

Name	Absolut in Tsd. € 2001-2006	Summe 2001-2006 in Relation zur Summe 1995-2000	Anteil in % an gesamt (2001-2006)	Standort- quotient (2001-2006)
Berlin, Stadt	254 681	2,6	13,9	2,3
Heidelberg, Stadt	234 003	2,1	12,7	15,9
München, Landkreis	113 996	4,2	6,2	6,8
Jena, Stadt	101 066	1,3	5,5	11,1
Aschersleben-Staßfurt, Landkr.	100 162	1,5	5,5	127,4
München, Landeshauptstadt	61 884	3,3	3,4	0,4
Braunschweig, Stadt	52 897	1,6	2,9	5,2
Kiel, Landeshauptstadt	50 257	40,4	2,7	6,2
Halle (Saale), Stadt	50 196	1,6	2,7	8,8
Göttingen, Landkreis	47 477	3,0	2,6	5,4
Magdeburg, Landeshauptstadt	39 747	1,7	2,2	7,3
Köln, Stadt	38 351	1,3	2,1	1,4
Bonn, Stadt	36 636	2,7	2,0	3,7
Leipzig, Stadt	34 383	7,5	1,9	3,6
Tübingen, Landkreis	31 216	3,3	1,7	2,9
Frankfurt am Main, Stadt	30 037	0,9	1,6	0,8
Stuttgart, Landeshauptstadt	27 516	1,1	1,5	0,3
Würzburg, Stadt	27 029	9,8	1,5	3,5
Freiburg im Breisgau, Stadt	26 657	2,4	1,5	2,5
Hamburg, Freie u. Hansestadt	25 123	1,3	1,4	0,5
Bielefeld, Stadt	24 150	4,8	1,3	5,1
Gießen, Landkreis	18 520	4,6	1,0	3,6

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. – Zur Definition des Standortquotienten siehe *Tabelle 3.14*.

In der **Tabelle 3.16** sind die führenden Kreise in der Einwerbung der Bundesfördermittel im Bereich Biotechnologie dargestellt. Unter ihnen befinden sich mit Bonn, Köln und Bielefeld auch drei aus dem Land Nordrhein-Westfalen. Gemessen an der eingeworbenen Fördersumme ist aber keiner dieser drei Stadtkreise unter den ersten zehn Kreisen zu finden. Die weitergehende Analyse der Mitteleinwerbungen aller NRW Kreise zeigt auf, dass die unterdurchschnittliche Dynamik in BioRiver von mehreren Kreisen getragen wird. Es können weder Ausreißer nach oben noch nach unten identifiziert werden (vgl. **Tabelle 3.17**).

Tabelle 3.17

**Bundeshförderung im Bereich Biotechnologie –NRW Kreise**

Name	Absolut in Tsd. € 2001-2006	Absolut in Tsd. € 1995-2000	Anteil in% an gesamt (2001 bis 2006)	Standort- quotient (2001-2006)
Köln, Stadt	38 351	28 769	20,4	1,4
Bonn, Stadt	36 636	13 439	19,3	3,7
Bielefeld, Stadt	24 150	4 989	15,7	5,1
Bochum, Stadt	16 412	4 327	9,9	2,2
Münster, Stadt	12 813	6 543	6,6	1,3
Düsseldorf, Stadt	9 219	9 202	4,3	0,5
Aachen, Stadt	8 804	4 435	3,8	0,4
Düren, Kreis	8 481	5 761	3,6	1,7
Mettmann, Kreis	5 241	4 605	2,1	0,6
Dortmund, Stadt	4 625	2 204	1,8	0,6
Essen, Stadt	4 447	155	1,7	0,3
Hochsauerlandkreis	4 422	0	1,6	6,0
Rhein-Sieg-Kreis	3 926	3 827	1,6	0,7
Gütersloh, Kreis	3 453	0	1,4	0,9
Aachen, Kreis	2 765	0	1,1	1,0
Leverkusen, Stadt	1 784	12 336	0,7	0,1
Rheinisch-Bergischer Kreis	1 557	638	0,6	0,5
Wuppertal, Stadt	1 349	1 607	0,5	0,1
Recklinghausen, Kreis	1 284	172	0,5	0,3
Lippe, Kreis	1 203	158	0,5	0,6
Coesfeld, Kreis	1 200	0	0,3	3,7
Heinsberg, Kreis	614	6	0,2	0,3
Siegen-Wittgenstein, Kreis	559	43	0,2	0,2
Paderborn, Kreis	464	1 575	0,1	0,1
Neuss, Kreis	335	293	0,13	0,1
Soest, Kreis	329	99	0,1	0,1
Erftkreis	308	149	0,1	0,1
Borken, Kreis	290	261	0,1	0,1
Krefeld, Stadt	289	29	0,1	0,0
Viersen, Kreis	285	0	0,0	0,1

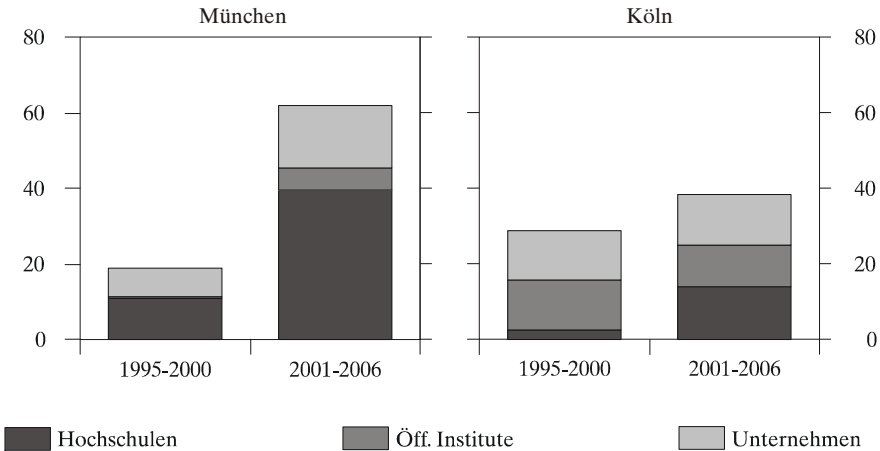
Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen.. – Zur Definition des Standortquotienten siehe *Tabelle 3.14.*

Mittels einer Analyse der Einwerbungserfolge differenziert nach Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen wird klarer, woran sich das unterdurchschnittliche Abschneiden der BioRiver-Region festmachen lässt. Eingangs hatten wir bereits die Vermutung geäußert, dass die starken Zuwächse im Raum München zu einem großen Teil vom Unternehmenssektor getragen werden. Dies zeigt sich beispielhaft an *Karte 3.4* für die Landeshauptstadt München. Unternehmen haben im Zeitraum 2001 bis 2006 etwa 18,6 Mill. € eingeworben. Dies sind etwa 10 Mill. € mehr als im Zeitraum zuvor. Zu erkennen sind ferner deutliche Zuwächse im Hochschulsektor. Beides ist in Köln nicht bzw. in deutlich geringerem Ausmaß zu erkennen.

Karte 3.4

**Bundesförderung nach Einrichtungen in Köln und München**

Volumen in Mill. €



Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen.

Die Mitteleinwerbungen der Unternehmen verharren im Zeitraum von 2001 bis 2006 auf dem Niveau der Vorperiode. Einzig die Institute an der Universität Köln (einschließlich Klinikum) können Mittelzuwächse vorweisen. An der Universität Köln erzielten die medizinische Fakultät plus Institut für Genetik (Proteomforschung, Nationales Genomforschungsnetz, Nanobio-technologie), die mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät (Bioinformatik) und das Botanische Institut (Functional Genomics (GABI)) die größten Mitteleinwerbungen.

Der beispielhafte Vergleich Kölns mit München schärft den Blick für ein grundsätzliches Problem des BioRiver Standorts. Während die Hochschuleinrichtungen sich weitestgehend gut im Wettbewerb um Fördermittel behaupten können, fällt es dem Unternehmenssektor zunehmend schwerer, seine geförderten Forschungsaktivitäten auszubauen. Dieses Muster spiegelt unmittelbar die Unterschiede in der Komposition der Biotech-Szene zwischen Bayern und NRW wider. Im Raum München sind sehr viele forschungsaktive Wirkstoffentwickler im Bereich medizinischer Anwendungen tätig. Beleg hierfür ist die im Abschnitt 3.4 erörterte hohe Zahl an Wirkstoffen im Raum München. Diese Gruppe an Unternehmen entwickelt nicht nur eine hohe Nachfrage nach öffentlicher Förderung, um bestehende Finanzierungsengpässe zu reduzieren. Deren Tätigkeiten sind für den Fördermittelgeber von besonderem Interesse, denn sie sind neben Pharma-

Unternehmen essenziell für das Hervorbringen neuer biopharmazeutischer Produkte verantwortlich.

In anderen Städten ist das Muster sehr ähnlich. Von allen BioRiver Kreisen hat die Stadt Bonn die größten Zuwächse in der Mitteleinwerbung vorzuweisen. Führende öffentliche Forschungseinrichtungen der Mitteleinwerbung in Bonn im Zeitraum 1995 bis 2006 waren das Institut für Humangenetik (Nationales Genomforschungsnetz, Pharmacogenomics) und die landwirtschaftliche Fakultät (DNA Marker, Nachhaltige Bioproduktion, Funktionelle Genomanalyse im tierischen Organismus), beide Universität Bonn.

Während im Kreis Düren sowohl das FZ Jülich und einige Unternehmen gleichermaßen hohe Anteile an den eingeworbenen Fördermitteln halten, geht das positive Abschneiden Bielefelds vornehmlich auf die Aktivitäten der Fakultät Biologie an der Universität Bielefeld zurück. Im Gegensatz zu Düren, wo einige Firmen im Zeitraum von 1995 bis 2006 Beträge von zwei, drei oder auch vier Mill. € eingeworben haben, liegen die Beträge der Bielefelder Life-Science Unternehmen (z.B. Plasmid Factory GmbH & Co. KG und LaVision BioTec GmbH) im mittleren sechsstelligen Bereich. Diese starke Diskrepanz unterstreicht einmal mehr, dass die BioOWL (noch) vorwiegend von den Aktivitäten im öffentlichen Hochschulsektor getragen wird. So erfreulich diese Mitteleinwerbungen sind, nennenswerte Beschäftigungsbeiträge im Biotech-Unternehmenssektor haben sich dadurch (noch) nicht ergeben. Mit der Gründung des Forschungs- und Entwicklungszentrums für Futtermitteladditive in Halle (Westfalen) durch Evonik Düsseldorf geht natürlich eine Stärkung der Forschungskompetenz in der BioOWL einher. Hierfür sprechen auch die beträchtlichen Fördermitteleinwerbungen für die zwei Verbundprojekte „Industrieinitiative GenoMik Design“, die in Marl und Halle (Westfalen) ab Frühjahr 2007 bis 2010 bzw. 2012 bearbeitet werden.

In Bochum waren es in der Vergangenheit ebenso die Einrichtungen und Institute an der dortigen Universität (u.a. das Medizinische Proteom-Center, das Institut für Physiologische Chemie, Institut für Neuroinformatik), welche maßgebliche Impulse in der geförderten biotechnologischen Forschung im Ruhrgebiet erbracht haben. Auf der Unternehmensseite sind nennenswerte Mitteleinwerbungen einzig dem Unternehmen *L – 1 Identity Solutions AG* zu verdanken, welches im Bereich der biometrics (Fingerprint) aktiv ist.

In Münster liegt der Forschungsschwerpunkt des Biotech-Unternehmenssektors ganz klar in der Analytik und Sensorik. Im Gegensatz zu den übrigen zwei kleinen BioRegionen waren in den vergangenen Jahren bereits eine Reihe kleinerer Ausgründungen aus dem Hochschulsektor zu beobachten (z.B. *Infralytic GmbH* aus dem ICB – Institut für Chemo- und Biosenso-

rik). Dem Schwerpunkt der Analytik im Biotech-Unternehmenssektor steht im Hochschulsektor das Pendant in Form hoher Mitteleinwerbungen der mathematischen und naturwissenschaftlichen Lehrstühle an der Universität Münster gegenüber. Deren Mitteleinwerbung war im Zeitraum 1995 bis 2006 sogar höher als jene des Zentrums für Molekularbiologie.

Die detaillierte Betrachtung für NRW zeigt auf, dass an verschiedenen Standorten im Land NRW biotechnologische Kompetenzen aufgebaut worden sind, die in einer Reihe von Fördermitteleinwerbungen münden. In den Räumen außerhalb des Rheinlands konzentrieren sich diese vornehmlich auf die Universitäten Bielefeld, Bochum und Münster. Die Ausnahme bildet Dortmund. Hier gehen die Mitteleinwerbungen vornehmlich auf zwei Firmen, *Boehringer micro parts* und *Protagen AG* zurück.

Die Herausbildung biotechnologischer Kompetenzen außerhalb des Rheinlands wurde mit Ausnahme der beiden genannten Firmen in Dortmund und der Evonik Degussa in Gütersloh sehr stark von der Wissenschaft getragen. Eine langfristige Stärkung der Biotechnologiestandorte in den drei kleineren BioRegionen von NRW wird aller Voraussicht nur dann gelingen, wenn genügend Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette der Biotechnologiebranche in diesen Regionen präsent sind. Dies kann mittels Ausgründungen aus bestehenden Unternehmen, Verlagerungen von Unternehmen, Veränderungsprozessen innerhalb bestehender Unternehmen oder aber durch Ausgründungen aus dem Hochschulsektor geschehen. Sowohl in BioOWL als auch im Ruhrgebiet am Standort Marl können Aktivitäten eines einzelnen Unternehmens eine wesentliche Grundlage hierfür bilden.

Die Konzeption der Bundesförderung mit ihren wettbewerblichen Elementen wird auch in naher Zukunft weitere Impulse geben können, da ständig neue Förderprodukte aufgelegt werden. Jüngstes Beispiel ist das seit 2007 laufende Rahmenprogramm „Biotechnologie – Chancen nutzen und gestalten“. Dieses Programm lässt einerseits Kontinuität für existierende thematische Förderschwerpunkte (z.B. Nationales Genomforschungsnetz als Fortsetzung des Deutschen Human Genom Projekts, Genomanalyse im biologischen System Pflanze, Genomforschung an Mikroorganismen) aber auch Ansätze der deutlichen Schwerpunktverlagerung (Stichwort Pharmainiative) erkennen.

Selbstverständlich wird NRW nicht in jedem Förderwettbewerb überdurchschnittliche Erfolge vorweisen können. So werden von der jüngst gestarteten Pharma-Initiative aller Voraussicht nach eher Hessen, Baden-Württemberg und Berlin überdurchschnittlich profitieren. Wesentliches Merkmal dieser Initiativen ist der ganzheitliche Ansatz, d.h. es soll eine Einbindung der Akteure auf unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen erfol-

gen. Dies eröffnet wiederum die Chance für Akteure aus NRW, von solchen Initiativen ebenso zu profitieren.

Mit der eingangs erwähnten Clusterinitiative CLIB gelang NRW bereits ein erster Achtungserfolg. Für die zukünftige Partizipation an den Förderprogramm Wettbewerben wird es mehr als bisher darauf ankommen, die an verschiedenen Standorten in NRW vorhandenen Kompetenzen einerseits zu bündeln und andererseits die relevanten Akteure aus NRW zielgerichtet in Initiativen mit Federführung in anderen Regionen einzubringen. Hierfür sollten geeignete Maßnahmen seitens des Landes ergriffen werden. Diese können von der Bildung von Konsortien bis hin zur Gründung von Forschungszentren, Einrichtung von Graduiertenkollegs und anderer Maßnahmen der zielgerichteten Unterstützung einzelner Akteure reichen.

Die Projektförderung des Bundes zeigte sich als sehr vielschichtig. Meistens ist es die Präsenz eines Forschungsinstituts (z.B. EMBL), welches den Ausschlag für das Erreichen eines vorderen Platzes gibt. Dies gilt es stets bei der Interpretation der Befunde zu berücksichtigen. Weiterführende Analysen könnten sich dem Abschneiden in spezifischen Segmenten der Projektförderung in der Biotechnologie widmen. Damit würden spezifische regionale Innovationspotenziale noch stärker zum Vorschein kommen, die im Rahmen der punktuellen Nennung wesentlicher Akteure nur angerissen werden konnten.

### **3.7 Ausgewählte Charakteristika öffentlicher Forschungseinrichtungen mit dem Forschungsschwerpunkt Biotechnologie**

Die Analyse der regionalen Stärken und Schwächen wird im folgenden Abschnitt um die Analyse ausgewählter Charakteristika befragter öffentlicher Forschungseinrichtungen ergänzt. Grundlage bildet die RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“, die im Sommer 2007 durchgeführt wurde. Zentrales Augenmerk gilt dabei der Herausarbeitung regionaler Unterschiede innerhalb des Landes NRW. Die Angaben der Hochschulen werden dem Zukunftsfeld zugewiesen, dem die antwortenden Institute aktuell einen hohen Arbeitsaufwand beimessen. Ist ein Institut in zwei Zukunftsfeldern gleichermaßen stark engagiert, so wird für jedes Feld jeweils der halbe Wert der Mitarbeiter, Kooperationen etc. berücksichtigt. Da die Antworten von Befragungen naturgemäß einigen Schwächen unterliegen (wahrheitsgemäße Angaben, Schätzwerte etc.), sollten geringfügige Unterschiede nicht überinterpretiert werden.

Grundlage der folgenden Analyse sind Antworten von insgesamt 49 öffentlichen Instituten an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen, die ihren Forschungsschwerpunkt in der Biotechnologie haben.



Für die regional vergleichende Analyse gilt es zu berücksichtigen, dass für das Ruhrgebiet mehr und zugleich große außeruniversitäre Forschungseinrichtungen geantwortet haben (vgl. **Tabelle 3.18**). Dies kann einige Unterschiede in den Indikatoren erklären, da sich Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen hinsichtlich ihrer Forschungsziele deutlich voneinander unterscheiden. Bei einigen Indikatoren geben wir daher ergänzend Auskunft über die regionalen Unterschiede, wenn ausschließlich der Hochschulsektor berücksichtigt wird.

Tabelle 3.18

**Fragebogenrücklauf bei Biotech-Forschungseinrichtungen nach Art der Einrichtung**

Anzahl			
Kategorien	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Außeruniversitäre Forschungseinrichtung	1	3	1
Universität/Fachhochschule	18	15	11
Summe	19	18	12

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.

Die Finanzierungsquellen öffentlicher Forschungseinrichtungen geben einerseits Aufschluss über die Positionierung der Institution in der Einwerbung von Drittmitteln und andererseits über die Vernetzung mit Akteuren aus der Wirtschaft im Rahmen gemeinsamer Forschungsvorhaben (vgl. **Tabelle 3.19**).

Für die Institutionen mit dem Forschungsschwerpunkt Biotechnologie lässt sich eine dominante Rolle öffentlicher Finanziers ablesen. Nicht nur, dass es sich bei den erhaltenen Finanzmitteln größtenteils um öffentliche Grundmittel handelt. Stiftungsmittel stellen den zweitgrößten Anteil an der Gesamtfinanzierung dar. Die Einwerbung öffentlicher Drittmittel, die im Gegensatz zu erhaltenen Grundmitteln keineswegs sicher ist, scheint ein wesentlicher Baustein für die Weiterentwicklung des Wissens an Instituten mit Forschungsschwerpunkt Biotechnologie zu sein. Vor dem Hintergrund der immensen Forschungsaufwendungen der Biotechnologieunternehmen überrascht es, wie gering der Finanzierungsbeitrag von Auftragsforschungsarbeiten für die Wirtschaft sowie von Kooperationsprojekten mit Beteiligung der Wirtschaft ist. Beide Finanzierungsquellen sind von untergeordneter Bedeutung. Gleiches gilt im Übrigen auch für Lizenzerlöse.

Tabelle 3.19

**Finanzierungsquellen der Biotech-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anteil in% am Gesamtbudget

Kategorien	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Öffentliche Grundmittel	44,2	57,1	44,7
Stiftungsmittel	32,7	21,2	44,1
Drittmittel aus öffentlich geförderten Vorhaben mit Teilfinanzierung der Wirtschaft	2,6	5,3	4,1
Drittmittel aus öffentlich geförderten Vorhaben ohne Teilfinanzierung der Wirtschaft	15,7	8,4	5,6
Auftragsforschung für die Wirtschaft	4,1	6,6	1,5
Lizenz Erlöse	0,6	1,4	0,1
Gesamt	100,0	100,0	100,0

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006).

Die geringe Bedeutung der Lizenz Erlöse spiegelt im Wesentlichen den von jeher geringen Stellenwert dieser Finanzierungssäule wider. Im Zusammenhang mit der Neufassung des Arbeitnehmererfindungsgesetzes<sup>41</sup> kam es zu einem rapiden Anstieg von Patentanmeldungen aus Hochschulen (vgl. hierzu die Ausführungen im Indikatorenbericht). Ob es sich hierbei allerdings um ökonomisch wertvolle Erfindungen handelt ist mehr als ungewiss. Insofern ist eine gewisse Skepsis angebracht, ob Lizenz Erlöse tatsächlich eine wichtige Säule werden können. Zudem ist der Zeitaspekt nicht unwesentlich. Bis zur Patenterteilung und der sich daran anschließenden Verwertung des Patents an einen geeigneten Lizenzpartner vergehen in der Regel fünf bis acht Jahre. Zudem sind Lizenz Erlöse häufig an den Umsatz gekoppelt. Gerade bei neuen Produkten und Verfahren bedarf es einige Jahre von der Idee bis zur Marktreife, Markteinführung und Marktdurchdringung. Signifikante Umsätze und damit Lizenz Erlöse ergeben sich somit erst mit deutlicher zeitlicher Verzögerung.

Hingewiesen sei auf potenzielle Unschärfen in der Ermittlung der Bedeutung der Lizenz Erlöse als Finanzierungssäule. In der Regel kümmern sich Technologietransferstellen an oder außerhalb der öffentlichen Forschungseinrichtungen um Patentanmeldung und Patentverwertung. Verwertungserlöse fließen dann direkt an den Erfinder, die Hochschule und an die eingeschaltete Patentverwertungsagentur. Das Prozedere kann dazu führen, dass

<sup>41</sup> Durch die *Neufassung des Arbeitnehmererfindungsgesetzes*, das am 07. Februar 2002 in Kraft trat, wurde insbesondere die wirtschaftliche Verwertung der im Hochschulbereich getätigten Erfindungen neu geregelt. Dem Erfinder steht demnach im Falle der wirtschaftlichen Verwertung der Erfindung durch die Hochschule eine Vergütung in Höhe von 30% der durch die Verwertung erzielten Einnahmen zu (§ 42 ArbNERfG; vgl. BGBl. 2002).

die Verbuchung der Lizenzerlöse auf einer übergeordneten Ebene erfolgt und somit nicht im Haushalt der antwortenden Institutionen verbucht wird. Für die aktuelle Analyse ist dies – aufgrund der generell geringen Bedeutung der Lizenzerlöse – ohne Belang. In zukünftigen Analysen ist diesem Punkt aber mehr Bedeutung zu schenken.

Innerhalb des Landes Nordrhein-Westfalens lassen sich zwar nur wenige, dafür aber recht markante Unterschiede beobachten. Die Forschungseinrichtungen im Ruhrgebiet weisen einen deutlich geringeren Finanzierungsanteil von Stiftungsmitteln und anderen Drittmitteln der öffentlichen Hand im Vergleich zum Rheinland und Westfalen auf. Im Umkehrschluss sind für Biotech-Forschungseinrichtungen im Ruhrgebiet deutlich höhere Werte in allen drei marktnahen Finanzierungsquellen abzulesen. Gut 13% der Einnahmen werden ganz oder zum Teil durch die Finanzierung aus der Wirtschaft gedeckt. Dies ist etwa doppelt so viel wie in den beiden anderen Regionen.

Die Unterschiede in den Finanzierungsmustern spiegeln sich in unterschiedlichen Innovationsmustern zwischen den Institutionen im Ruhrgebiet und jenen in den beiden anderen Regionen wider. Erst genannte zeichnen sich durch eine stärkere Anwendungsorientierung ihrer Einrichtungen aus. Belege hierfür sind höhere Anteile der Forschungsaktivitäten mit Anwendungsbezug (31% im Ruhrgebiet vs. 25% im Rheinland) und die deutlich höhere Häufigkeit der Einwerbung von Mitteln der Industriellen Gemeinschaftsforschung (38% im Ruhrgebiet vs. 3% im Rheinland). Dieses Muster spiegelt im Wesentlichen die unterschiedlichen regionalen Kompetenzen, nämlich die biomedizinische Forschung im Rheinland und Bioverfahrenstechnik im Ruhrgebiet, wider.

Zur Erörterung regionaler Unterschiede in der Kooperationsstrategie zeigt **Tabelle 3.20** die Intensität der Kooperation mit externen Partnern auf. Mittels Kooperationen können Ressourcenengpässe überwunden und Wissensflüsse in beide Richtungen initiiert werden. Die Kernkompetenzen werden gestärkt oder es werden neue Kompetenzen erworben.

Tabelle 3.20

**Häufigkeit der Zusammenarbeit mit externen Partnern der Biotech-Forschungseinrichtungen in NRW**

Antwortkategorien: 1=sehr häufig ... 5=nie

Kategorien	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Projekte werden ohne Partner bearbeitet	3	2	3+
<i>Wenn kooperiert wird, dann mit ...</i>			
Anderen Abteilungen/Einrichtungen der selben Institution	2-	2-	2
Abteilungen/Institute anderer Hochschulen	2-	2+	2-
Abteilungen/Institute anderer außeruniversitärer Einrichtungen	3+	2-	3-
Unternehmen	3	3+	4+
darunter mit weniger als 250 Beschäftigten	4	3	4

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006), Mehrfachnennungen möglich. – Da es sich bei den Antwortkategorien um geordnete, ordinale Ausprägungen handelt, wurden nicht die berechneten durchschnittlichen Werte sondern die sich daraus ergebenden „Noten“ angegeben (z.B. 1 = 1+; 1,1-1,3 = 1 usw.).

Dabei fällt auf, dass besonders im Rheinland Wert darauf gelegt wird, Projekte mit Wissenschaftlern an anderen Institutionen durchzuführen. Im Gegenzug ist für die antwortenden Institutionen im Ruhrgebiet zu erkennen, dass diese vergleichsweise häufiger Projekte allein durchführen. Dieser Befund entspricht den Erwartungen auf der Grundlage des unterdurchschnittlichen Stellenwerts eingeworbener Drittmittel der Biotech-Forschungseinrichtungen im Ruhrgebiet. In den vergangenen zwei Jahrzehnten nahm die Zahl und das Volumen geförderter Kooperationsvorhaben überdurchschnittlich stark zu.<sup>42</sup> Die Bevorzugung von Kooperationsvorhaben gegenüber Einzelprojekten basiert auf der Erwartung, dass die Effekte der Förderung von Verbundprojekten höher ausfallen. Wenn auch diese Erwartung nicht vollends als empirischer Fakt belegt ist, so geben jüngste empirische Befunde doch einige ernstzunehmende Hinweise für diese Vermutung (vgl. Czarnitzki et al. 2007).

Von denjenigen, die kooperieren, zeigt sich – mit Ausnahme des Ruhrgebiets – das erwartete Muster der Bedeutung einzelner Partner. Demnach wird mit Partnern der eigenen Institution am häufigsten kooperiert, gefolgt von Kooperationen mit Partnern aus anderen Forschungseinrichtungen und aus Unternehmen. Die regionalen Unterschiede im Ranking der einzelnen Kooperationspartner zeigen sich in der Gestalt, dass ein solches bei Biotech-Forschungseinrichtungen im Ruhrgebiet kaum erkennbar ist. Im Gegensatz

<sup>42</sup> Dies zeigt sich unter anderem auch in unserer Auswertung der Profi-Datenbank.

dazu sind die Abstufungen bei Biotech-Forschungseinrichtungen in Westfalen am stärksten ausgeprägt. So zeigt sich auch, dass in Westfalen Kooperationspartner aus der eigenen Institution etwas mehr bevorzugt werden als im Rheinland und im Ruhrgebiet. Dieses Muster könnte in einem Zusammenhang mit der im Vergleich zum Rheinland und zum Ruhrgebiet geringeren Ballung potenzieller Partner im lokalen bzw. regionalen Umfeld stehen. Während sich das Ruhrgebiet durch die Existenz mehrerer größerer Hochschulen auszeichnet, ist für das Rheinland insbesondere auf das Vorhandensein von Hochschuleinrichtungen und außeruniversitären Einrichtungen in enger Nachbarschaft hinzuweisen (z.B. in Köln und in Aachen plus Umland).

Die im Ruhrgebiet zu beobachtende etwas höhere Häufigkeit der Kooperation mit der Wirtschaft wirft die Frage auf, ob dies aus der Zusammenarbeit mit einigen wenigen Unternehmen resultiert. Hierzu ist in der *Tabelle 3.21* die Verteilung der externen Partner nach der Art der Einrichtung und dem Standort angegeben. Bei etwa 40% aller externen Partner der Biotech-Institutionen im Ruhrgebiet handelt es sich um Unternehmen. Die Anteile im Rheinland und Westfalen sind dagegen bedeutend kleiner. Es ist also keineswegs so, dass die Biotech-Institutionen nur mit einigen wenigen Unternehmen kooperieren.

Tabelle 3.21

**Regionale Herkunft externer Partner von Biotech-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anteile in%

Kategorien	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
<i>Abteilungen/Institute anderer Hochschulen</i>			
Ausland	26,6	21,0	32,8
Andere Bundesländer	23,6	13,0	26,3
NRW	20,0	10,9	11,7
<i>Abteilungen/Institute anderer außeruniversitärer Forschungseinrichtungen</i>			
Ausland	3,6	6,5	7,6
Andere Bundesländer	7,5	3,6	6,5
NRW	5,1	5,0	1,7
<i>Unternehmen (in Klammern davon Anteile der Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten)</i>			
Ausland	3,2 (0,0)	15,2 (17,3)	3,0 (37,5)
Andere Bundesländer	5,3 (40,2)	14,0 (34,2)	5,6 (20,0)
NRW	5,1 (38,0)	10,7 (55,8)	4,8 (65,4)
Summe	100,0	100,0	100,0

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.

Sofern die kooperierenden Unternehmen ihren Sitz in NRW haben, handelt es sich häufig um kleine und mittlere Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten. Dies entspricht ebenso den Erwartungen. KMU verfügen

über weniger Ressourcen zur Anbahnung und Pflege von Kooperationsbeziehungen über weite Distanzen hinweg. Das Vorhandensein potenzieller Kooperationspartner in der Wissenschaft ist für in NRW ansässige KMU somit von größerer Wichtigkeit als für größere Unternehmen mit Sitz in NRW.<sup>43</sup>

Ferner ist auffällig, dass in allen Teilregionen häufig mit Partnern aus anderen Bundesländern und dem Ausland kooperiert wird. Dieser Trend existiert im Besonderen in Westfalen und im Ruhrgebiet. Dort haben mehr als 40% der Kooperationspartner ihren Sitz in anderen Ländern. Jedoch sollten diese Daten vorsichtig interpretiert werden. Die Tabelle gibt keinen Aufschluss über die Intensität der Zusammenarbeit. Ebenso kann sich die Zahl externer Partner pro Wissenschaftler deutlich unterscheiden. Hierüber gibt die **Tabelle 3.22** Aufschluss. Demnach sind Wissenschaftler an den Institutionen im Rheinland deutlich stärker mit Wissenschaftlern an anderen öffentlichen Forschungseinrichtungen vernetzt als Wissenschaftler im Ruhrgebiet und Westfalen. Inwiefern sich dieser hohe Grad der Vernetzung in einem höheren Forschungsoutput niederschlägt ist allerdings ungewiss.

Tabelle 3.22

**Externe Partner je Wissenschaftler in Biotech-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl bezogen auf die durchschnittliche Zahl der Wissenschaftler 2004 bis 2006

Kategorien	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Abteilungen/Institute anderer Hochschulen	14,6	2,1	4,3
Abteilungen/Institute anderer außeruniversitärer Forschungseinrichtungen	3,4	0,7	1,0
Unternehmen	2,9	1,9	0,7

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.

Ein weiterer Indikator der Vernetzung stellt die direkte Einbindung von Mitarbeitern in Unternehmen dar (vgl. *Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.*). Generell sind nur sehr wenige aktive und ehemalige Mitarbeiter in einem Unternehmen als Gesellschafter oder im Aufsichtsrat tätig. Der Anteil der Gesellschafter liegt zwischen 0,7 und 0,9%. Dieser Anteil entspricht in etwa den Größenordnungen der Spin-Off Studie von Egel et al. (2003). Den Ergebnissen dieser Studie zufolge wird der Anteil von Wissenschaftlern an öffentlichen Forschungseinrichtungen, die ihre Institution verließen und ein Unternehmen gründeten, mit etwa 1,25% pro

<sup>43</sup> Zu ähnlichen Befunden kommen auch RWI Essen und SV-Stifterverband (2007) in ihrer Studie zu den Forschungsstrategien der Unternehmen.

Jahr zwischen 1996 und 2000 beziffert. Gut ein Fünftel davon ist zugleich noch in der Wissenschaft tätig.

Tabelle 3.23

**Vernetzung der Mitarbeiter in Biotech-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl bezogen auf 100 wissenschaftliche Mitarbeiter (Durchschnitt der Jahre 2004 bis 2006)

Kategorien	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
<i>Mitarbeiter, die ... sind</i>			
Gesellschafter einer Unternehmung	0,86	0,70	0,00
im Aufsichtsrat einer Unternehmung	0,61	0,28	0,00
im wissenschaftlichen Beirat einer FuE-Einrichtung	0,37	0,35	0,26
<i>Mitarbeiter mit Forschungsaufenthalten</i>			
Insgesamt	14,8	17,7	20,0
Im Ausland	11,9	10,9	13,0
<i>Gastwissenschaftler</i>			
Insgesamt	16,3	142,1*	90,6*
Aus dem Ausland	12,8	123,1*	65,8*

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006), Mehrfachnennungen möglich. – \*jeweils ein großes außeruniversitäres Institut unter den Antwortenden.

Forschungsaufenthalte sind eine wichtige Vor-Ort Transfermaßnahme, um Wissen zu absorbieren und in die entscheidende Inkubatororganisation einzubringen. Gemessen an der Anzahl der eigenen wissenschaftlichen Mitarbeiter wurden Wissenschaftler von Institutionen im Ruhrgebiet und in Westfalen etwas häufiger für einen Forschungsaufenthalt freigestellt. Dasselbe Muster zeigt sich auch bei der Aufnahme von Gastwissenschaftlern. Allerdings wird dieses Ergebnis durch zwei Ausreißer (zwei große außeruniversitäre Institute in Westfalen und im Ruhrgebiet) verzerrt. Die Berechnungen ohne diese zwei großen Institutionen zeigen deutlich geringere Unterschiede, allerdings bleibt die geringere Aktivität der Rheinländer bezüglich der Aufnahme von Gastwissenschaftlern bestehen.

In Bezug auf den Forschungsoutput von öffentlichen Forschungseinrichtungen werden die beiden grundlegenden Indikatoren Zahl der wissenschaftlichen Arbeiten/Veröffentlichungen und Zahl der Patentanmeldungen betrachtet.

Während Institutionen im Rheinland und Westfalen im Schnitt mehr Promotionen auf 100 Mitarbeiter hervorbringen als das Ruhrgebiet, zeigt sich für die Zahl der Veröffentlichungen das umgekehrte Bild (vgl. **Tabelle 3.24**). Von den antwortenden Biotech-Forschungseinrichtungen im Ruhrgebiet werden fast doppelt so viele Veröffentlichungen in referierten Fachzeitschriften platziert wie von den antwortenden Einrichtungen im

Rheinland. Vor dem Hintergrund der stärkeren Orientierung der Biotech-Forschungseinrichtungen im Ruhrgebiet auf Forschungsvorhaben mit der Wirtschaft ist dieses Ergebnis überraschend, da gemeinhin ein Zielkonflikt zwischen Anwendungsnähe und Publikationstätigkeit besteht (vgl. u.a. Bercovitz und Feldman 2006). Eine Begründung für die Unterschiede wäre vielleicht in der Besetzung unterschiedlicher wissenschaftlicher Themen zu suchen. Diese könnte sich in unterschiedlichen Verwertungschancen und -möglichkeiten neuer Erkenntnisse ausdrücken. Einrichtungen im Ruhrgebiet sind stärker in der (bio-)chemischen Verfahrenstechnik aktiv. Dagegen forschen die öffentlichen Forschungseinrichtungen im Rheinland stärker im biomedizinischen Bereich. In Westfalen sind dagegen beide Ausrichtungen gleichermaßen präsent. Die Publikationsquoten in Westfalen werden maßgeblich von den Publikationserfolgen der Universität Bielefeld getragen.

Tabelle 3.24

**Wissenschaftliche Arbeiten in Biotech-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl bezogen auf 100 wissenschaftliche Mitarbeiter (Durchschnitt der Jahre 2004 bis 2006)

Kategorien	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Promotionen	48,0	38,0	50,6
Habilitationen	4,0	3,0	2,4
Veröffentlichungen in ...			
Referierten Fachzeitschriften	165,8	300,9	218,9
Nicht-Referierten Fachzeitschriften	4,5	33,3	6,2
Sammelbänden/Handbüchern	11,6	18,3	7,1
Tagungsbänden	20,8	26,6	72,7
Monographien	1,7	5,1	0,4

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.

Der grundsätzliche Befund bleibt unverändert, wenn eine Begrenzung auf Hochschuleinrichtungen vorgenommen wird. Die Zahl der Veröffentlichungen in referierten Zeitschriften bleibt im Rheinland und in Westfalen nahezu unverändert, während diese im Ruhrgebiet auf 210 sinkt. Demgegenüber erhöht sich im Ruhrgebiet leicht die Zahl der Promotionen. Ebenso ist das Muster unverändert, wenn ausschließlich Hochschulinstiute mit hohen Forschungsaktivitäten in ausschließlich einem Technologiefeld berücksichtigt werden.

Wählt man die Zahl angemeldeter Patente pro 100 Mitarbeiter (=Patentintensität), so ergibt sich ein anderes Bild (vgl. **Tabelle 3.25**). Die Patentintensität der Biotech-Institutionen im Rheinland liegt um etwa ein Fünftel über dem Wert des Ruhrgebiets und ist gut dreimal so hoch wie in Westfalen.



Tabelle 3.25

**Patentanmeldungen von Mitarbeitern an Biotech-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl bezogen auf durchschnittliche Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006)

Kategorien	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Deutsches Patent- und Markenamt	7,7	6,3	2,4
Europäisches Patentamt	5,1	3,5	1,4
Sonstige	0,6	2,0	1,0

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006), Mehrfachnennungen möglich.

Die starke Rolle der öffentlichen Biotech-Institutionen im Rheinland zeigt sich auch am hohen Anteil an allen Patentanmeldungen der antwortenden Einrichtungen. Dieser liegt bei etwa 59% für Patentanmeldungen im Zeitraum von 2004 bis 2006. Ein höherer Wert ergibt sich im Übrigen auf der Grundlage von Auswertungen der Patentanmeldungen des DPMA. Nach Berücksichtigung der unterschiedlichen Zahl von Erfindern pro Patent wurden von Erfindern aus der Wissenschaft mit Sitz in NRW 10,8 Patente in der Biotechnologie im Jahr 2005 angemeldet. Davon entfallen 7,6 auf das Rheinland, was etwa 70% entspricht.

Zum Abschluss der Analyse ausgewählter Charakteristika der Biotech-Forschungseinrichtungen informiert die *Tabelle 3.26* über die Inanspruchnahme von Service-Diensten. Von den 49 antwortenden Einrichtungen gaben 30 Einrichtungen an, Möglichkeiten der internen oder externen Beratung zu nutzen. Der Stellenwert der internen Beratung ist dabei in der Regel größer als derjenige der externen Beratung. Bei Fragestellungen zum Ergebnistransfer und zum Fundraising genießt die interne Beratung die mit weitem Abstand höchste Bedeutung. Dies zeigt, dass die Institutionen diese Aufgaben größtenteils selbstständig mit entsprechender Inhouse Unterstützung bewältigen können. Einzig bei der Patentierung und im Zusammenhang mit der Existenzgründung werden häufiger externe Kräfte bemüht. Viele Einrichtungen mit Fragen zur Patentierung nahmen die Dienste von PROvendis in Anspruch. Diese Gesellschaft wurde im Zuge der Patentverwertungsoffensive im Jahr 2001 gegründet und übernimmt die Bewertung und Verwertung von Erfindungen. Im Rahmen der Verwertung von Erfindungen werden Firmen direkt angesprochen, die als potenzielle Lizenznehmer oder Erwerber der Erfindung in Frage kommen.

Tabelle 3.26

**Inanspruchnahme von Service-Diensten von Biotech-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anteile in %

Kategorien	Ergebnis- transfer in die Wirt- schaft	Fund- raising	Existenz- gründung	Patentie- rung	Sonstiges
Interne Beratung (u.a. Technologietransferstelle)	23,9	59,6	3,5	48,2	0,0
TGZ	0,0	13,6	11,2	0,0	0,0
IHK/HWK/RKW	0,8	0,0	0,0	0,0	16,4
FV der AiF	1,8	6,6	0,0	0,0	0,0
Sonstige	3,1	6,7	1,3	31,0	3,7

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen, Zahl der Beobachtungen mit Inanspruchnahme von Service-Diensten: 30 von 49, Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006).

Der geringe Anteil der Kontaktaufnahme mit der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) ist vor dem Hintergrund zu sehen, dass nur fünf der insgesamt 49 Biotech-Forschungseinrichtungen IGF-Projekte im Portfolio haben. Von diesen fünf Einrichtungen gab nur eine an, Service-Dienste der AiF für den Innovationstransfer in die Wirtschaft in Anspruch genommen zu haben. Zum Vergleich: Bei Zugrundelegung aller 236 beantworteten Fragebögen gaben 46 Einrichtungen an, IGF-Projekte durchgeführt zu haben. Davon nahmen 13 Einrichtungen Service-Dienste für den Innovationstransfer in die Wirtschaft in Anspruch.

**3.8 Zwischenfazit**

Während die vergangenen Jahre im Zeichen der medizinischen Anwendungen basierend auf Verfahren der modernen Biotechnologie standen, ist in jüngster Zeit ein erheblicher Bedeutungsgewinn der industriellen bzw. weißen Biotechnologie (IBT) auszumachen. Für die Erfassung der Größenordnung dieses Teilsegments liegen derzeit einzig Schätzungen für Deutschland insgesamt vor. Demnach werden etwa 4-6% des Produktionswerts in der Chemischen Industrie (ohne Pharma) biotechnologisch hergestellt. Den Angaben vom ISI (2007) zufolge soll der Anteil bis zum Jahr 2025 auf 11-21% steigen.

Für die dezidierte regionale Analyse kann das Teilsegment der IBT – mangels vorhandener Sekundärdaten – zwar nicht berücksichtigt werden. Allerdings sind diese Aktivitäten in den Patentstatistiken und den Fördermitteleinwerbungen enthalten.

Im Land NRW sind unseren Schätzungen zufolge derzeit knapp 7,3 Tsd. Beschäftigte in der Biotechnologieindustrie (ohne industrielle Biotechnolo-

gie) tätig. Hierin eingeschlossen sind die Beschäftigten in Biotech-Unternehmen und in Ausrüstern von Biotech-Unternehmen sowie die Biotech-Beschäftigten der größeren Life-Science Unternehmen. Die Beschäftigtenzahl in NRW ist nur geringfügig niedriger als in Bayern (7,5 Tsd.) und in Baden-Württemberg (7,8 Tsd.). Der Großteil der Beschäftigten entfällt dabei auf Unternehmen der Biotech-Branche. Mit einer Beschäftigtenzahl von 5,6 Tsd. liegt NRW vor Baden-Württemberg (5,0 Tsd.) aber knapp hinter Bayern (6,3 Tsd.). In Relation zur Einwohnerzahl zeigen sich allerdings deutliche Unterschiede. Bezogen auf eine Million Einwohner hat NRW etwa 311 Beschäftigte in Biotech-Kernunternehmen und -ausrüstern. Mit Werten von 469 für Baden-Württemberg und 505 für Bayern zeigen sich in den beiden Vergleichsländern deutlich höhere Relationen. Eine noch stärkere Diskrepanz zwischen NRW und Baden-Württemberg würde sich bei Einbeziehung der Biotech-Beschäftigten in Life-Science Unternehmen ergeben. Der Rückstand würde womöglich geringer ausfallen, wenn die Biotech-Beschäftigten mit Tätigkeiten in der industriellen Biotechnologie berücksichtigt werden könnten.

Dem bereits guten Abschneiden von NRW hinsichtlich der wirtschaftlichen Bedeutung steht ein bemerkenswert hoher Anteil an den Patentanmeldungen gegenüber. Auf Erfinder aus NRW entfällt knapp ein Viertel aller Biotech-Patentanmeldungen beim Europäischen Patentamt im Zeitraum von 2001 bis 2006. Hervorzuheben ist vor allem die Zunahme der Patentaktivitäten in den vergangenen Jahren, dabei insbesondere im Bereich der Enzymtechnologie. Dieser Anstieg wird vornehmlich von der *Bayer AG* und *Evo-nik Degussa* getragen.

Trotz des hohen Anteils an den Patentanmeldungen und der starken Zuwächse ist die Zahl der Patentanmeldungen je Einwohner in NRW zwar höher als in Baden-Württemberg aber immer noch geringer als in Bayern. Nordrhein-Westfalen liegt mit 66,7 EPA-Patentanmeldungen im Bereich Biotechnologie je eine Million Einwohner zwar vor Baden-Württemberg (63,3) aber hinter Bayern (73,4). Der Rückstand ist mit etwa 10% zu beziffern.

Die regionale Betrachtung der absoluten Werte in den verwendeten Indikatoren zeigt eindeutig auf, dass die BioRegion *BioRiver* hohe Anteile an der bundesweiten Beschäftigung und Erfindungstätigkeit erzielen kann. Vor dem Hintergrund der hohen Bevölkerungsdichte und vergleichsweise großen Ausdehnung dieser BioRegion verwundert dieser Befund allerdings nicht. Viel interessanter erscheint, dass *BioM* (München) mit einer Relation von 2,2 Tsd. Beschäftigten je eine Million Einwohner eine deutlich höhere relative Ballung in der Biotech-Branche aufweist als *BioRiver* (805 Beschäftigte je eine Million Einwohner) (vgl. **Tabelle 3.27**).

Tabelle 3.27

**Gesamtschau der Indikatoren für die neun größten BioRegionen**

Region	Beschäftigte je eine Million Einwohner	Patentanmeldungen je eine Million Einw.	Fördermittel je Einwohner in €
BioM	2 239	240	101
FFM BioTechAlliance	2 075	104	23
BioRegion RND	1 266	214	123
BioRegion Hamburg	1 047	57	13
BioTOP	882	134	69
BioRiver	805	109	20
BioRegion	345	118	71
BioRegio Stern	322	86	49
BioMedTec Franken	211	80	25

In dem Unterschied drückt sich die höhere Anzahl von Unternehmen mit Aktivitäten in der Wirkstoffentwicklung in der *BioM* aus. Im Gegensatz dazu sind in NRW in stärkerem Maße „enabler“ aktiv, d.h. Unternehmen mit Plattformtechnologien zur Unterstützung des Wertschöpfungsprozesses der Entwicklung von Biopharmazeutika. Der Unterschied in der Branchenkomposition führt im Ergebnis auch zu einer hohen Diskrepanz bei den Fördermitteleinwerbungen. Während in BioRiver 20 € je Einwohner eingeworben werden konnten, liegt die Relation im Raum München um das Fünffache höher. Das Muster findet seine Fortsetzung bei den Patentanmeldungen. Trotz der stärkeren Zunahme an Patentanmeldungen in BioRiver ist die Zahl der Patentanmeldungen je Einwohner im Vergleich zu den meisten anderen großen BioRegionen Deutschlands niedriger. Die Betrachtung der relativen Werte lässt den Schluss zu, dass BioRiver derzeit nicht zur Spitzengruppe deutscher BioRegionen zählt.

Zum starken Abschneiden von NRW in den Patentanmeldungen tragen zwar maßgeblich die Akteure in der Region *BioRiver* bei. Ein weiteres Fünftel der Biotech-Patentanmeldungen in NRW kommt jedoch von Erfindern aus Ostwestfalen. Die Patentaktivitäten stehen nahezu ausschließlich im Zusammenhang mit dem in Halle (Westfalen) angesiedelten Forschungszentrum für Futtermitteladditive der *Evonik Degussa*. Mit der jüngsten Mitteleinwerbung im Verbundprojekt „Industrieinitiative GenoMik Design“ durch das in Halle (Westfalen) angesiedelte Forschungszentrum der *Evonik Degussa* wird die unternehmerische Forschungskompetenz in Ostwestfalen weiter untermauert. Beleg für das Vorhandensein einer kritischen Masse an technologischer Kompetenz ist auch die Beobachtung erheblicher Mitteleinwerbungen der Universität Bielefeld.

Die beiden verbleibenden kleineren BioRegionen im Raum Münster und im Ruhrgebiet weisen zwar weniger Patentanmeldungen auf. Deren Hochschu-

len können aber durchaus beachtliche Mitteleinwerbungen der projektbezogenen Bundesförderung vorweisen. Die Gesamtschau der Arbeitsgebiete der öffentlichen Forschungseinrichtungen spricht für Schwerpunktsetzungen im Bereich der Bioverfahrenstechnik, Sensorik und Analytik im Ruhrgebiet und in Münster. Demgegenüber sind an öffentlichen Forschungseinrichtungen in Rheinland Schwerpunktsetzungen in der Genomforschung, Bioinformatik und der „grünen“ Biotechnologie (Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung) zu beobachten. Die Befunde unserer Befragung zeigen auf, dass Einrichtungen im Ruhrgebiet keineswegs einen geringeren Forschungsoutput haben. Das Ruhrgebiet liegt bei den wissenschaftlichen Publikationen sogar vor dem Rheinland. Demgegenüber haben Einrichtungen in Rheinland geringfügig bei den Patentanmeldungen die Nase vorn. Eine gewisse Abstufung gegenüber Westfalen ist jedoch nicht zu übersehen. Von allen drei Teilregionen zeigt sich hier die geringste Zahl von Patentanmeldungen je Wissenschaftler. Dieser Befund könnte im Zusammenhang mit der vergleichsweise hohen Zahl von Doktoranden an der Universität Bielefeld („Center for Biotechnology“) mit entsprechender Akzentuierung der Publikationstätigkeit stehen. Ebenso könnten die Ergebnisse Ausdruck der unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen sein, denn nicht jedes Forschungsgebiet birgt dieselben Chancen an Patent- und Publikationserfolgen.

Aus heutiger Sicht ist schwierig einzuschätzen, ob sich aus der mangelnden Präsenz einer starken KMU Biotech-Szene im Wirkstoffbereich langfristig ein Standortnachteil für NRW ergibt. In dem Maße, wie eine starke Arbeitsteilung zwischen Biotech-Unternehmen und Pharma-Industrie existiert, könnte dies nicht geschlussfolgert werden. Die Arbeitsteilung würde nämlich implizieren, dass potenzielle Wirkstoffkandidaten mehrheitlich in Pharma-Unternehmen getestet und bis zur Marktreife gebracht werden. Langfristig wären demnach die großen Pharmastandorte in Hessen und in Baden-Württemberg im Vorteil. Von der jüngst gestarteten Pharma-Initiative des BMBF werden aller Voraussicht nach die großen Pharmastandorte am meisten profitieren können. Für Akteure aus NRW kommt es daher umso mehr darauf an, die Chance nicht zu vertun und die vorhandenen technologischen Kompetenzen auf den vorgelagerten Wertschöpfungsstufen in solche Initiativen einzubringen. Das Land sollte hier die Akteure ermutigen und unterstützen, sich an solchen Initiativen aktiv zu beteiligen.

Eine etwas andere Strategie kann NRW in der industriellen Biotechnologie verfolgen. Hier scheinen die Akteure in NRW über eine technologisch sehr gute Positionierung zu verfügen. Diesen Schluss legen die Ergebnisse zu den Erfindungstätigkeiten nahe. Hierfür spricht auch die Beobachtung, dass mit CLIB 2021 e.V. – Cluster industrielle Biotechnologie die mit Abstand höchste Mitteleinwerbung aller geförderten Initiativen in diesem Segment für NRW zu verbuchen ist. Gerade das Beispiel der industriellen Biotechno-

logie zeigt auf, dass es insbesondere der Forschungsleistung der größeren Unternehmen zu verdanken war, dass sich der Standort NRW derzeit als patentaktivstes Bundesland im Zukunftsfeld Biotechnologie präsentiert. Es ist keineswegs so, dass die Anwendung einer neuen Technologie stets mit einem dynamischen Gründungsgeschehen einhergehen muss und von den jungen Unternehmen getragen wird. Gleichwohl bietet gerade die industrielle Biotechnologie sehr viele Ansatzpunkte der Einbindung von Biotech-Unternehmen, die über Plattformtechnologien im Bereich medizinischer Anwendungen verfügen und diese auf andere Anwendungsfelder übertragen können.

Den gesetzten Impuls in der industriellen Biotechnologie gilt es zu nutzen und weiterzutragen. Es wird empfohlen, hierfür geeignete Maßnahmen zu ergreifen. Hierzu zählt unter anderem die gezielte projektbezogene Förderung ausgewählter Akteure in der industriellen Biotechnologie oder aber auch die Stärkung der Wissensbasis an Hochschulen durch die Einrichtung bzw. Umwidmung von Lehrstühlen unter Beteiligung der Industrie. Zur Auswahl der zu fördernden Akteure sollte in jedem Fall ein wettbewerbliches Verfahren vorgeschaltet werden. Ein Nebeneffekt dieser Maßnahmen ist darin zu sehen, dass mit den stimulierenden Aktivitäten die ursprünglich geförderte Initiative auf ein breiteres Fundament gestellt wird und sich somit ein insgesamt höherer, vorzeigbarer Erfolg einstellt.

Die Auswertung der Fördermitteleinwerbungen weist auf eine Reihe verschiedener biotechnologischer Kompetenzen an den öffentlichen Forschungseinrichtungen im Land NRW hin. Die Verbreiterung der Spitze bietet eine höhere Chance der Flexibilität, d.h. es sind mehr Ansatzpunkte zur Anwendung des kumulierten Wissens in anderen, bisher nicht primär verfolgten Forschungskontexten denkbar. Es wird in nächster Zeit also darauf ankommen, die sich bietenden Möglichkeiten der verschiedenen technologischen Kompetenzen in zukünftigen Konsortien mit dem Ziel der gemeinsamen Bearbeitung einer zentralen Fragestellung zusammenzuführen. CLIB 2021 steht exemplarisch für einen geeigneten Weg, dies zu bewerkstelligen. Die Akteurskonstellationen können und sollten dabei je nach Thema variieren, um sogenannte Lock-in-Effekte (stagnierende technologische Entwicklung) bei mangelnder Durchlässigkeit der Projektverbünde zu vermeiden.

Ungewiss bleibt, ob das Land NRW überdurchschnittlich von der biotechnologischen Forschungskompetenz an den Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen im Land Nordrhein-Westfalen profitieren kann. Dies gilt nicht nur für die Universität Bielefeld, sondern auch für die vielen anderen Standorte der öffentlichen biotechnologischen Forschung in NRW. Insbesondere liegt derzeit zu wenig Wissen über den Verbleib der

Wissenschaftler nach dem Verlassen der Forschungseinrichtung vor. Unsere Befragung der Forschungseinrichtungen förderte zu Tage, dass anscheinend keinerlei systematisch gesammelten Informationen über den Weggang der Wissenschaftler vorliegen. Es wird daher angeraten, diese Wissenslücken zu schließen. Diese Informationen sind nicht nur von großem Wert zur Sichtbarmachung der Qualität der Forschungseinrichtungen. Sie sollten zudem einen zusätzlichen Impuls zur aktiven Alumnipflege geben, um eine Rückvernetzung zur Inkubatoreinrichtung als Regelfall zu definieren. Auch wenn die Rückvernetzung nur ein Weg von vielen des Wissenstransfers zwischen Hochschule und Unternehmen ist, so bietet dieser Transferkanal mit der gemeinsamen wissenschaftlichen Tätigkeit doch gerade einen natürlichen Anknüpfungspunkt.

Unternehmen und Forschungseinrichtungen werden immer versuchen, politische und finanzielle Unterstützung für ihre Vorhaben zu erhalten. Umso wichtiger ist es, sich mit den vorhandenen Kompetenzen der um Unterstützung ersuchenden Unternehmen und Forscher zu befassen. Eine Politik gewinnt umso mehr an Glaubwürdigkeit, wenn sich die Unterstützung auf diejenigen Vorhaben konzentriert, die einen hohen Nutzengewinn für das Land versprechen, der sich ohne Unterstützung nicht oder in nur geringem Maße ergeben hätte. Das Aufbauen einer gewissen kritischen Distanz zu den Vorhaben hilft zudem für die Festlegung der Prioritäten in der Bereitstellung ministerieller Unterstützung. Die politische Unterstützung für die industrielle Biotechnologie mag als Beispiel dafür stehen, auf existierende Kompetenzen aufzubauen. Ein ständiger Informationsfluss zwischen Ministerien und den für die Durchführung der Forschung Verantwortlichen ist eine elementare Voraussetzung, um die Aufnahme aktueller Trends seitens der Forschung zügig sichtbar zu machen. Dies kann dazu führen, dass Fachkräfte, Fördermittelgeber und Investoren sensibilisiert und schlussendlich für Aktivitäten im eigenen Land gewonnen werden können. Zur Unterstützung dieser Wahrnehmungsfunktion sollten die im Land NRW vorhandenen Kompetenzen mehr als bisher nach außen sichtbar gemacht werden. Aufbauend auf einer Datenbank, die alle relevanten Akteure erfasst, sollte insbesondere eine Gesamtübersicht von allen im Land NRW existierenden themenspezifischen Netzwerken nebst ihrer Erfolge erstellt werden. Für die Art und Weise der Darstellung gilt das Beispiel der Außendarstellung der BioTOP Berlin/Brandenburg aus unserer Sicht als eine denkbare Grundlage.

## **4. Das Zukunftsfeld Neue Werkstoffe, Mikro- und Nanotechnologie**

### **4.1 Neue Werkstoffe**

#### **4.1.1 Einsatzgebiete und deren Potenziale**

Bei „Neuen Werkstoffen“ handelt es sich keineswegs um ein junges Technologiefeld. Werkstoffinnovationen gibt es seit Menschengedenken und häufig gaben neue Verfahren den entscheidenden Impuls zur Entwicklung völlig neuartiger Werkstoffe. Zu solchen Verfahren zählen zurzeit vor allem die Mikro- und Nanotechnologie, die neue Werkstoffkonzepte ermöglichen. Zu erwähnen sind auch Fortschritte der Informations- und Kommunikationstechnologien. Diese ermöglichen es den Entwicklern, die Herstellung und Verarbeitung eines Neuen Werkstoffs zu simulieren und die Veränderung seiner Eigenschaften unter Belastung genau zu analysieren. In gewisser Hinsicht ergeben sich Ähnlichkeiten zur Wirkstoffsuche mittels moderner biotechnologischer Verfahren. Die Kombinationsmöglichkeiten sind aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Ausgangsstoffe für die Werkstoffherstellung bzw. Wirkstoffentwicklung immens. In der Werkstoffforschung bedarf es folglich eines sehr fokussierten Vorgehens, um die praktisch relevanten Werkstoffinnovationen zu identifizieren und weiter zu erforschen.

Ausgehend von der zunehmenden Durchdringung neuer Verfahrenstechniken sind die Erwartungen groß, dass sich im Hinblick auf das Hervorbringen von Werkstoffen Impulse ergeben, die einen effizienteren Materialeinsatz oder Qualitätsverbesserungen des eingesetzten Materials in der Güterproduktion ermöglichen. Hinzu kommt, dass Neue Werkstoffe in den Produktionsprozessen verschiedenster Branchen zum Einsatz kommen können. In der Regel substituieren sie die klassischen Materialien. Ausnahmen ergeben sich nur bei der Entwicklung völlig neuartiger Werkstoffe für bislang nicht oder kaum erschlossene Anwendungsfelder (z.B. Biomaterials).

Als Branchen, für die Neue Werkstoffe in erster Linie relevant sind, werden vom BMBF, das für die Bundesförderung dieses Technologiefelds zuständig ist, die Chemie, Kunststoff- und Gummiwaren, der Maschinenbau, der Fahrzeugbau, die Metallerzeugung und -verarbeitung, die Energietechnik, die Elektronik/Elektrotechnik und die Medizintechnik angeführt (vgl. BMBF 2003: 27). Darüber hinaus werden auch Textile Werkstoffe zu den Neuen Werkstoffen gezählt (vgl. Rehfeld et al. 2004). Einige dieser Wirtschaftssektoren, die für Neue Werkstoffe bedeutsam sind, wurden im Innovationsbericht 2006 bereits näher untersucht (Chemie, Maschinenbau, Fahrzeugbau, Elektronik/Elektrotechnik; vgl. RWI und SV 2006: 249ff.), andere



wie die Medizintechnik und die Energietechnik stellen eigenständige Technologiefelder im Rahmen dieses Schwerpunktberichts dar.

Schon allein anhand der genannten Branchen wird ersichtlich, dass mit den Neuen Werkstoffen sehr weit gefächerte Bereiche angesprochen werden. Der Einsatz neuer Technologien und die Breite der Anwendungsfelder sprechen somit grundsätzlich für ein sehr hohes Marktpotenzial Neuer Werkstoffe.

Vor dem Hintergrund der großen Hoffnungen verwundert nicht, dass Bund und Länder seit Jahren umfangreiche Bemühungen unternehmen, die Materialforschungskompetenz in Unternehmen und öffentlichen Forschungseinrichtungen finanziell zu unterstützen. Das BMBF fördert Neue Werkstoffe durch das Programm „Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft“ (WING), dem Nachfolger des Programms „Neue Materialien für Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts“ (MaTech). Auf der NRW-Landesebene ist u.a. die „Landesinitiative Neue Materialien e.V.“ (NeMa) zu erwähnen, deren Mitglieder Unternehmen umfasst, die sich mit Neuen Werkstoffen beschäftigen (vgl. G.I.B. NRW 2004). Eine „elektronische Landkarte“ der in NRW aktiven Cluster bzw. Netzwerke, die auch „Neue Materialien“ sowie „Mikro- und Nanotechnologie“ beinhaltet, wurde von ZENIT erstellt (vgl. Iking et al. 2006; <http://www.cluster-nrw.de>).

Im Kapitel 1 haben wir uns bereits ausführlich mit den Möglichkeiten einer empirischen Analyse der aktuellen wirtschaftlichen Bedeutung Neuer Werkstoffe sowie den damit verbundenen Forschungsaufwendungen befasst. Im Vergleich zu allen anderen Zukunftsfeldern ergibt sich hier die besondere Schwierigkeit, dass weder eine hinreichend genaue Abgrenzung von Unternehmen mit wirtschaftlichem Schwerpunkt in der Materialforschung möglich ist noch eine einwandfreie Identifikation Neuer Werkstoffe in der Güterliste mit genauester Kenntnis des Materialeinsatzes für die Güterproduktion. Aufgrund dieser Einschränkungen sind allenfalls Annäherungen möglich. Hierzu wird zunächst die Präsenz NRWs in potenziellen Abnehmerbranchen untersucht. Anschließend wird der Versuch unternommen, mittels der Auswertung der Profi-Förderdaten die Aktivitäten der Unternehmen und Forschungseinrichtungen in der Materialforschung zu beleuchten.

#### 4.1.2 Wirtschaftliche Bedeutung der Abnehmerbranchen

Die **Übersicht 4.1** vermittelt zunächst einen Eindruck über die Vielfältigkeit der Neuen Werkstoffe. Dabei wurden vornehmlich jene Werkstoffgruppen ausgewählt, denen gemeinhin eine hohe wirtschaftliche Bedeutung beigegeben wird.

## Übersicht 4.1

**Neue Werkstoffe in sog. konventionellen Werkstoffgruppen**

Werkstoffgruppen	Neue Werkstoffe und Entwicklungen
Metalle	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Leichtbauwerkstoffe (Al-Li, Mg-Legierungen, Schaummetalle),</li> <li>– Hochtemperaturwerkstoffe (Superlegierungen, intermetallische Verbindungen),</li> <li>– Spezialstähle,</li> <li>– Formgedächtnislegierungen,</li> <li>– Magnetwerkstoffe (Nd-Fe-B, amorphe Metalle)</li> <li>– Metallische Supraleiter</li> </ul>
Polymere	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Copolymere,</li> <li>– Polymerlegierungen (Blends)</li> <li>– Interpenetrierende Netzwerke</li> <li>– Polymere mit spezifischen Permeationsfähigkeiten (z.B. Membranwerkstoffe)</li> <li>– Polymere mit spezifischen elektrischen Eigenschaften (z.B. elektrisch leitend)</li> <li>– Polymere mit spezifischen optischen Eigenschaften (z.B. optisch nicht-linear)</li> <li>– Polymere mit spezifischen biologischen Eigenschaften (z.B. resorbierbar)</li> </ul>
Gläser	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Glasfasern</li> <li>– Glasfaser-Laser</li> <li>– Gläser für die Integrierte Optik (einschl. nicht-linearer optischer Gläser)</li> </ul>
Keramiken	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Substratkeramiken</li> <li>– funktionskeramische Bauelementen für die Integrationstechnik,</li> <li>– Elektrooptische Keramiken</li> <li>– Hochtemperatursupraleiter</li> <li>– Keramische Ionenleiter</li> <li>– Organisch modifizierte Keramiken</li> </ul>
Verbundwerkstoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dreidimensionale Faserstrukturen zur multidirektionalen Verstärkung</li> <li>– Hybride Verbünde mit verschiedenartigen Fasern</li> <li>– Schichtverbünde mit kontinuierlichen (gradiertem) Eigenschaftsprofil</li> <li>– Einbindung sensorischer oder aktorischer Komponenten in multifunktionale (intelligente) Werkstoffe</li> </ul>
Halbleitermaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Silizium,</li> <li>– Galliumarsenid,</li> <li>– Indiumphosphid.</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung nach Kretschmer und Kohlhoff 1994.

Diese Werkstoffe gehen als Materialinput in die oben aufgelisteten Abnehmerbranchen ein. Typischerweise entstehen die effizienz- und qualitätssteigernden Effekte bei den Abnehmern der Neuen Werkstoffe und eben nicht bei den in der Materialforschung tätigen Akteuren. Länder und Nationen, die heute eine starke Präsenz in den relevanten Abnehmerbranchen aufweisen, werden dementsprechend am meisten von den Werkstoffinnovationen profitieren.

In einigen der oben genannten Abnehmerbranchen verfügt die nordrhein-westfälische Wirtschaft über traditionelle Stärken und ist hier entsprechend gut präsent. Dies betrifft beispielsweise die Bereiche Textil, Chemie oder die Metallerzeugung und -bearbeitung (vgl. **Tabelle 4.1**).

Tabelle 4.1

**Lieferungen und Leistungen in verschiedenen Wirtschaftszweigen**

2005, Anteile der Länder in %

	Textil- gewerbe	Herst. von chemischen Erzeugn.	Gummi- und Kunst- stoffwaren	Metaller- zeugung und -bearb.
Baden-Württemberg	24	12	22	10
Bayern	16	6	14	4
Berlin	0	2	1	0
Brandenburg	- <sup>1</sup>	0	1	2
Bremen	1	- <sup>1</sup>	- <sup>1</sup>	2
Hamburg	0	4	- <sup>1</sup>	5
Hessen	5	18	12	4
Mecklenburg-Vorpommern	0	- <sup>1</sup>	0	0
Niedersachsen	12	7	15	12
<b>Nordrhein-Westfalen</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>21</b>	<b>50</b>
Rheinland-Pfalz	2	15	7	2
Saarland	- <sup>1</sup>	0	1	6
Sachsen	4	1	1	2
Sachsen-Anhalt	- <sup>1</sup>	3	1	1
Schleswig-Holstein	1	1	1	0
Thüringen	1	0	1	1
Deutschland	100	100	100	100
Lieferungen und Leistungen in Mrd. €	17	170	65	94
	Maschinen- bau	Elektro- technik	Fahrzeug- bau	Insgesamt
Baden-Württemberg	30	22	35	16
Bayern	16	36	16	17
Berlin	1	2	1	3
Brandenburg	1	1	- <sup>1</sup>	1
Bremen	1	0	0	1
Hamburg	2	1	- <sup>1</sup>	7
Hessen	6	10	7	9
Mecklenburg-Vorpommern	0	0	0	1
Niedersachsen	7	4	26	9
<b>Nordrhein-Westfalen</b>	<b>27</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>26</b>
Rheinland-Pfalz	4	2	2	4
Saarland	1	0	1	1
Sachsen	2	3	1	2
Sachsen-Anhalt	1	1	0	1
Schleswig-Holstein	2	1	1	3
Thüringen	1	1	0	1
Deutschland	100	100	100	100
Lieferungen und Leistungen in Mrd. €	168	205	321	4567

Quelle: StaBuA, Umsatzsteuerstatistik, eigene Berechnungen. – <sup>1</sup>Aus Gründen des Datenschutzes keine Angabe.

So entfallen beispielsweise die Hälfte der bundesweiten Lieferungen und Leistungen (umsatzsteuerpflichtige Umsätze ohne Umsatzsteuer) in der Metallerzeugung und -bearbeitung auf NRW sowie jeweils mehr als drei Zehntel im Textilgewerbe und bei der Herstellung von chemischen Erzeugnissen. Die Umsatzanteile gehen in diesen Wirtschaftszweigen somit deutlich über den Bevölkerungs-, BIP- oder SV-Beschäftigtenanteil Nordrhein-Westfalens hinaus (vgl. **Tabelle 4.2**). Andere im Zusammenhang mit Neuen Werkstoffen relevante Wirtschaftszweige, wie etwa der Fahrzeugbau oder die Elektronik/Elektrotechnik, sind dagegen eher Domänen der süddeutschen Bundesländer.

Tabelle 4.2

**Anteil der Bevölkerung, des Bruttoinlandsprodukts und der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten der Bundesländer**

**2005**

	Bevölkerungs- anteil in %	BIP- Anteil <sup>1</sup> in %	SV- Anteil <sup>2</sup> in %
Baden-Württemberg	13,0	14,5	14,2
Bayern	15,1	17,8	16,3
Berlin	4,1	3,5	3,9
Brandenburg	3,1	2,1	2,7
Bremen	0,8	1,1	1,0
Hamburg	2,1	3,7	2,8
Hessen	7,4	8,0	8,0
Mecklenburg-Vorpommern	2,1	1,4	1,9
Niedersachsen	9,7	8,5	8,8
Nordrhein-Westfalen	21,9	21,7	21,2
Ruhrgebiet	6,4	5,7	5,6
Rheinland	9,3	10,2	9,5
Westfalen	6,2	5,8	6,1
Rheinland-Pfalz	4,9	4,4	4,4
Saarland	1,3	1,2	1,3
Sachsen	5,2	3,8	5,1
Sachsen-Anhalt	3,0	2,2	2,8
Schleswig-Holstein	3,4	3,1	2,9
Thüringen	2,8	2,0	2,7
Deutschland	100,0	100,0	100,0

Quelle: Statistische Ämter (2007), BA (2007), eigene Berechnungen. – <sup>1</sup>Anteil des nominalen Bruttoinlandsprodukts (in jeweiligen Preisen). – <sup>2</sup>Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten.

Die **Tabelle 4.3** zeigt anhand der Exportstruktur bei den Spitzentechnologien und den Hochwertigen Technologien einige weitere Unterschiede NRWs zu den süddeutschen Bundesländern und dem Bund auf. Daraus kann auf technologische Stärken bzw. Schwächen in den verschiedenen Bereichen geschlossen werden. Es werden auch hier die Stärken Nordrhein-Westfalens etwa in der Chemie und Kunststoffverarbeitung nochmals deut-

lich, aber auch die Schwächen z.B. in Teilen des Maschinenbaus, in der Elektronik/Elektrotechnik und im Fahrzeugbau.

Tabelle 4.3

**Exportstruktur der Spitzentechnologien und der Hochwertigen Technologien**

2005, Anteil an den Exporten insgesamt, in %

<b>Technologiefelder und Warengruppen</b>	BW	Bayern	NRW	Deutschland
<b>Spitzentechnologien</b>				
Chemie	4,7	0,6	2,0	3,8
Schädlingsbekämpfung, Pflanzenschutz, Saatzeit	0,0	0,0	0,5	0,2
Biotechnologische und pharmazeutische Wirkstoffe	4,7	0,6	1,5	3,6
Maschinenbau	0,1	0,1	0,2	0,1
Kernreaktoren, Turbinen, Großforschungsgeräte	0,0	0,0	0,1	0,0
Kriegsschiffe, Waffen, Munition, Sprengstoffe	0,1	0,1	0,1	0,1
Elektronik, Elektrotechnik	6,3	8,4	5,4	8,0
DV-Geräte, DV-Einrichtungen	0,7	2,2	0,7	2,5
Nachrichtentechnik	0,9	1,1	3,3	1,9
Medizinische Diagnosegeräte	1,7	2,7	0,4	1,4
Spitzeninstrumente	3,0	2,4	1,0	2,2
Luft- und Raumfahrzeuge	0,4	1,4	0,1	2,7
<b>Spitzentechnologien insgesamt</b>	<b>11,6</b>	<b>10,5</b>	<b>7,6</b>	<b>14,7</b>
<b>Hochwertige Technologien</b>				
Chemie	3,2	2,4	8,5	5,6
Organische und anorganische Grundstoffe	0,8	0,7	4,4	2,2
Synthesekautschuk, Kunststoffe, Kunststoffwaren	0,0	0,0	0,3	0,1
Farbstoffe, Anstrichmittel, Druckfarben, Kitten	0,8	0,6	1,8	1,0
Arzneimittel	0,2	0,1	0,3	0,5
Anwendungsorientierte chemische Erzeugnisse	1,4	1,0	1,7	1,8
Maschinenbau	17,9	13,7	12,2	11,6
Verbrennungsmotoren	0,6	0,7	0,4	0,5
Pumpen und Kompressoren	1,8	1,7	1,3	1,4
Armaturen	1,1	0,4	0,8	0,7
Hebezeuge, Fördermittel, Antriebs Elemente	2,1	3,4	2,0	2,0
Heiz-, Kälte- und Lufttechnik	1,4	0,9	0,8	0,8
Landwirtschaftliche Maschinen, Zugmaschinen	1,2	0,7	0,7	0,6
Werkzeugmaschinen	2,9	1,3	1,4	1,3
Textil-, Bekleidungs-, Ledermaschinen	0,9	0,4	1,0	0,5
Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige	5,8	4,0	3,4	3,5
Büromaschinen	0,1	0,2	0,4	0,3
Elektronik, Elektrotechnik	5,7	6,0	3,1	6,1
Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren	1,6	1,6	0,6	1,1
E-Verteilungs-, Schaltereinrichtungen, Kabel usw.	0,3	0,4	0,4	0,3
Elektrische Leuchten, Lampen, Batterien usw.	1,0	1,2	1,1	1,3
Elektronische Bauelemente	1,3	1,5	0,4	1,9
Fernseh-, Phonogeräte und Zubehör	0,6	0,9	0,5	1,0
Optische und fotografische Instrumente	0,9	0,4	0,1	0,5
Fahrzeugbau	25,8	30,4	14,7	19,7
Kraftwagen und -motoren und Zubehör	25,6	29,9	14,0	19,2
Schienenfahrzeuge	0,1	0,3	0,5	0,3
Sonstige FuE-intensive Erzeugnisse	0,1	0,2	0,2	0,2
<b>Spitzen- und Hochwertige Technologien insgesamt</b>	<b>64,4</b>	<b>63,0</b>	<b>46,3</b>	<b>57,5</b>

Quelle: RWI und SV (2006: 433f.), eigene Berechnungen.

Zu bedenken ist ferner, dass die Exportquote in NRW etwa um ein Fünftel unter der des Bundesdurchschnitts und Baden-Württembergs liegt sowie ein Zehntel unter der Bayerns. Umso bedenklicher ist es vor diesem Hintergrund, dass der auf Spitzentechnologien und Hochwertige Technologien entfallende Anteil der Exporte NRWs um mehr als ein Viertel niedriger als in den süddeutschen Bundesländern und ein Fünftel unter dem des Bundes liegt. Sofern es sich um Werkstoffe für den Fahrzeugbau, den Elektroniksektor oder den Werkzeugmaschinenbau handelt, würde NRW demnach in geringerem Maße von den effizienz- und qualitätssteigernden Effekten Neuer Werkstoffe partizipieren können. Es sei diesbezüglich aber nochmals angemerkt, dass Neue Werkstoffe keineswegs nur auf Anwendungen in den drei genannten Hochtechnologiefeldern begrenzt sind.

#### 4.1.3 Produktionspotenziale im Werkstoffbereich

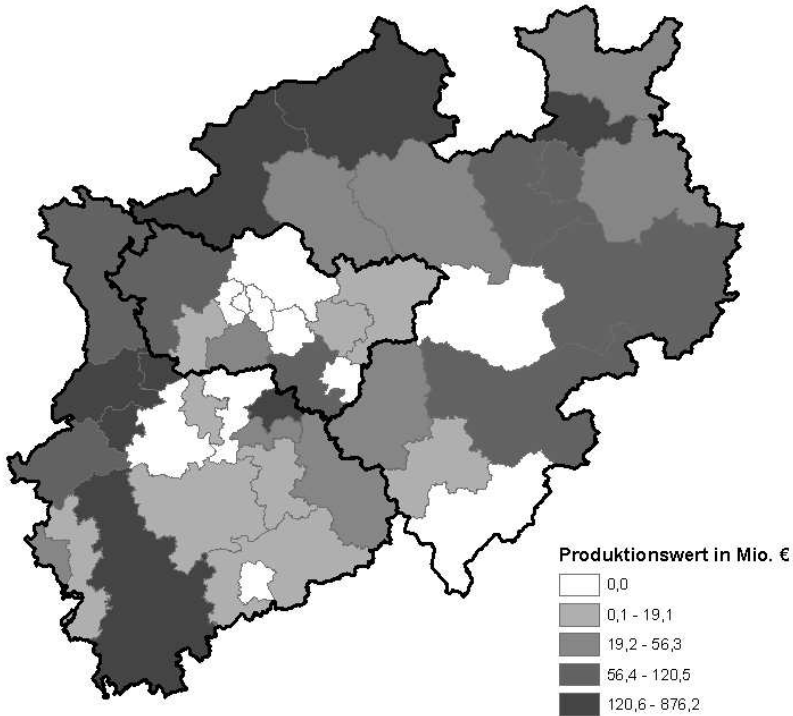
Inwieweit und in welchem Umfang einzelne Branchen oder Unternehmen ihre Umsätze bzw. ihre Wertschöpfung tatsächlich mit Hilfe bzw. auf der Grundlage Neuer Werkstoffe generieren, ist angesichts der Vielschichtigkeit und des Querschnittcharakters dieses Technologiebereichs nicht abschätzbar. Dies hängt damit zusammen, dass selbst bei einzelnen Produkten vielfach der Wertschöpfungsanteil von Neuen Werkstoffen nicht messbar ist. Es ist somit auch nicht möglich, den Anteil der auf der Basis Neuer Werkstoffe in einzelnen Unternehmen erzielten Umsätze oder Gewinne zu berechnen, erst recht nicht für ganze Unternehmensgruppen, Branchen oder Regionen. Nach heutiger Einschätzung würde entweder eine Unternehmensbefragung weiterhelfen oder aber eine dezidierte Auseinandersetzung mit der Güterliste der Produktionsstatistik. Dies setzt allerdings eine genaue Kenntnis der Produktionsprozesse einschließlich der eingesetzten Materialien zur Herstellung der Güter voraus.

Dennoch lassen sich aufgrund der Verteilung der Produktion im Raum gewisse Rückschlüsse auf das potenzielle Ausmaß von Werkstoffinnovationen ziehen. Im Folgenden wird anhand von kartographischen Darstellungen die kreisscharfe Verteilung der Produktion im Textilgewerbe, in der Metallherzeugung und -bearbeitung sowie in der chemischen Erzeugung Nordrhein-Westfalens aufgezeigt, also drei Bereichen, die im Hinblick auf Neue Werkstoffe von besonderer Relevanz sind (vgl. Rehfeld et al. 2004). Das *Textilgewerbe* ist mit einem Anteil von weniger als einem halben Prozent an den Lieferungen und Leistungen aller Wirtschaftszweige eine vergleichsweise kleine Branche. Dennoch sind Textile Werkstoffe zum Teil durch eine hohe Innovativität gekennzeichnet, sodass sie zu den Neuen Werkstoffen gerechnet werden können. NRW war 2005 zu über drei Zehnteln an den Lieferungen und Leistungen des Sektors beteiligt. Die regionale Verteilung der Produktion in Nordrhein-Westfalen ist **Karte 4.1** zu entnehmen.

Karte 4.1

**Verteilung der Produktionskapazitäten für Werkstoffe im Textilbereich in NRW**

Produktionswerte nach Kreisen (Abgrenzung mittels GP2002), in Mill. €, 2005



Quelle: Panel der Berichterstattung des Produzierenden Gewerbes, Forschungsdatenzentren des Bundes und der Länder, eigene Berechnungen.

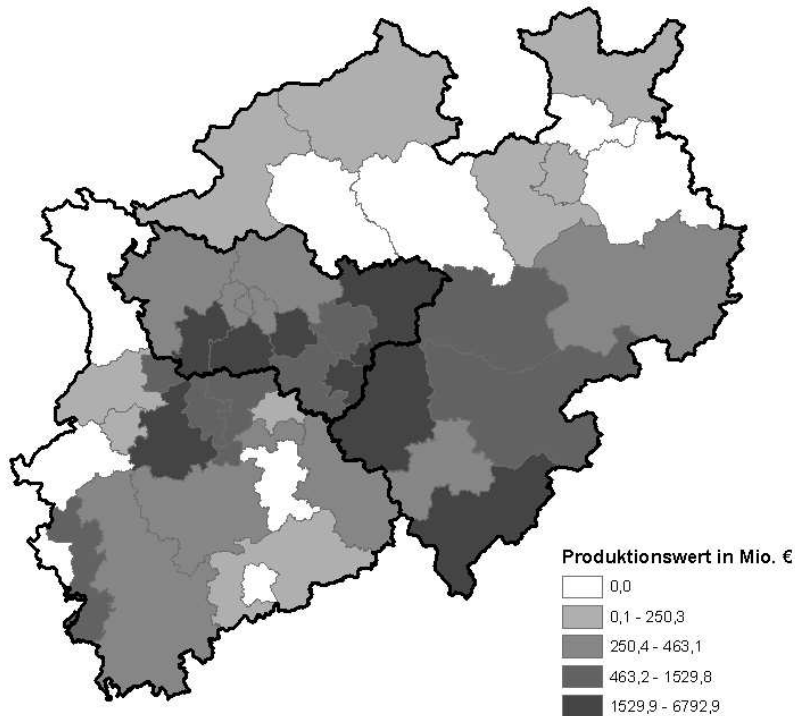
Die Produktionsschwerpunkte liegen insbesondere im nördlichen Westfalen und im westlichen Rheinland. Das Ruhrgebiet ist, vom westlichen und südlichen Teil des Reviers einmal abgesehen, im Textilgewerbe eher unterrepräsentiert. Der Produktionswert erreicht in keinem einzigen Ruhrgebietskreis die höchste Klasse ab 121 Mill. €.

Auch der Bereich *Metallerzeugung und -bearbeitung* bietet ein weites Feld für werkstoffbezogene Innovationen, denkt man beispielsweise an die hohe Innovationsfähigkeit der Stahlindustrie. Zu den wichtigen Akteuren gehören z.B. ThyssenKrupp, Creavis und Salzgitter Mannesmann. Der Wirtschaftszweig vereinigt immerhin mehr als 2% der Lieferungen und Leistungen aller Wirtschaftszweige auf sich, die Hälfte davon wird in NRW produziert (zur regionalen Verteilung vgl. **Karte 4.2**).

Karte 4.2

**Verteilung der Produktionskapazitäten für Werkstoffe im Bereich Metallerzeugung in NRW**

Produktionswerte nach Kreisen (Abgrenzung mittels GP2002), in Mill. €, 2005



Quelle: Panel der Berichterstattung des Produzierenden Gewerbes, Forschungsdatenzentren des Bundes und der Länder, eigene Berechnungen.

Die Produktion konzentriert sich erwartungsgemäß im Ruhrgebiet und einigen umliegenden Kreisen. Das nördliche Westfalen und der größte Teil des Rheinlands verzeichnen im Vergleich dazu überwiegend niedrigere Produktionswerte. Insofern stellen in erster Linie die großen Stahlkonzerne des Reviers die Grundlage für die Produktion im Bereich der Metallerzeugung und -bearbeitung dar. Dementsprechend partizipiert vor allem das Ruhrgebiet von den Werkstoffinnovationen dieses Wirtschaftszweigs.

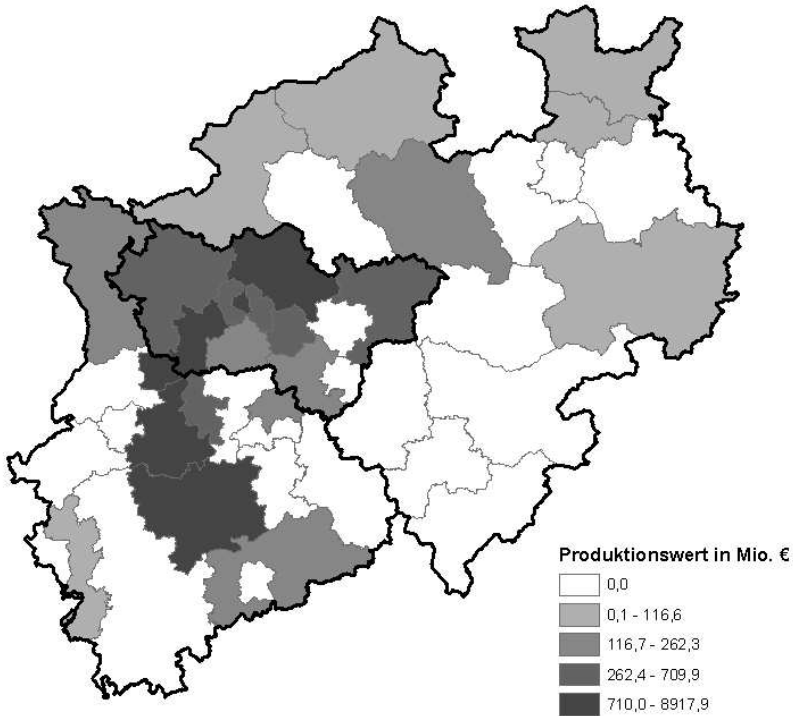
Auch an den Lieferungen und Leistungen im Bereich der *Herstellung von chemischen Erzeugnissen* ist NRW mit über drei Zehnteln beteiligt. Die regionale Verteilung der Produktion ist in der nachfolgenden **Karte 4.3** ausgewiesen.



Karte 4.3

**Verteilung der Produktionskapazitäten für Werkstoffe im Bereich Chemie in NRW**

Produktionswerte nach Kreisen (Abgrenzung mittels GP2002), in Mill. €, 2005



Quelle: Panel der Berichterstattung des Produzierenden Gewerbes, Forschungsdatenzentren des Bundes und der Länder, eigene Berechnungen.

Die Chemische Industrie hat in NRW im nördlichen Ruhrgebiet (z.B. Degussa), vor allem aber im Rheinland (z.B. Bayer, Henkel) wichtige Standorte aufzuweisen. Zudem prägt auch die Kunststoffproduktion das wirtschaftliche Geschehen der nordrhein-westfälischen Wirtschaft in Bezug auf Neue Werkstoffe. Zu den wichtigen Akteuren gehören hier wiederum Bayer, aber auch 3M, Johnson Controls oder Semperit. Forschungsseitig wird der Chemie- und Kunststoffbereich u.a. vom Institut für Kunststoffverarbeitung in Industrie und Handwerk (IKV) und von der RWTH Aachen getragen.

## 4.1.4 Patentanmeldungen herkömmlicher und Neuer Werkstoffe

Im Folgenden werden für verschiedene Werkstoffbereiche die Ergebnisse von Patentabfragen vorgestellt und erläutert. Die Datenbasis stellen dabei ausnahmslos die Patentanmeldungen des Europäischen Patentamtes (EPA) des Zeitraums von 2001 bis 2006 dar. Die Patente wurden dabei entsprechend der Herkunft der Erfinder gewichtet, d.h. im Falle mehrerer Anmeldeur wurde nur der entsprechende Anteil dem jeweiligen Kreis zugeordnet, aus dem der Erfinder stammt.

Tabelle 4.4

**Patentanmeldungen im Bereich Metallverarbeitung**

Gewichtete Anzahl 2001-2006 nach Anmeldejahr und Erfindersitz

Bundesland	Anzahl der Patentanmeldungen	Anteil der Region in %	Standortquotient
Baden-Württemberg	126	13	0,6
Bayern	151	15	0,8
Berlin	63	6	1,0
Brandenburg	14	1	1,0
Bremen	5	1	0,5
Hamburg	6	1	0,2
Hessen	111	11	1,3
Mecklenburg-Vorpommern	2	0	0,2
Niedersachsen	66	7	0,9
Nordrhein-Westfalen	300	31	1,8
Rheinland-Pfalz	55	6	1,4
Saarland	9	1	1,7
Sachsen	45	5	1,0
Sachsen-Anhalt	5	0	0,3
Schleswig-Holstein	11	1	0,7
Thüringen	13	1	0,7
Deutschland	981	100	1,0

Quelle: Europäisches Patentamt, eigene Berechnungen. – Lesehilfe zum Standortquotienten: Der Quotient ergibt sich aus dem Verhältnis Patentanmeldungen dividiert durch das gesamte Forschungspersonal (Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) für die betreffende Region geteilt durch die entsprechende Relation für das Bundesgebiet. Je größer der Standortquotient ist, umso größer ist die relative Präsenz des Kreises. Werte über 1 signalisieren eine regionale Präsenz, die über dem Bundesdurchschnitt liegt.

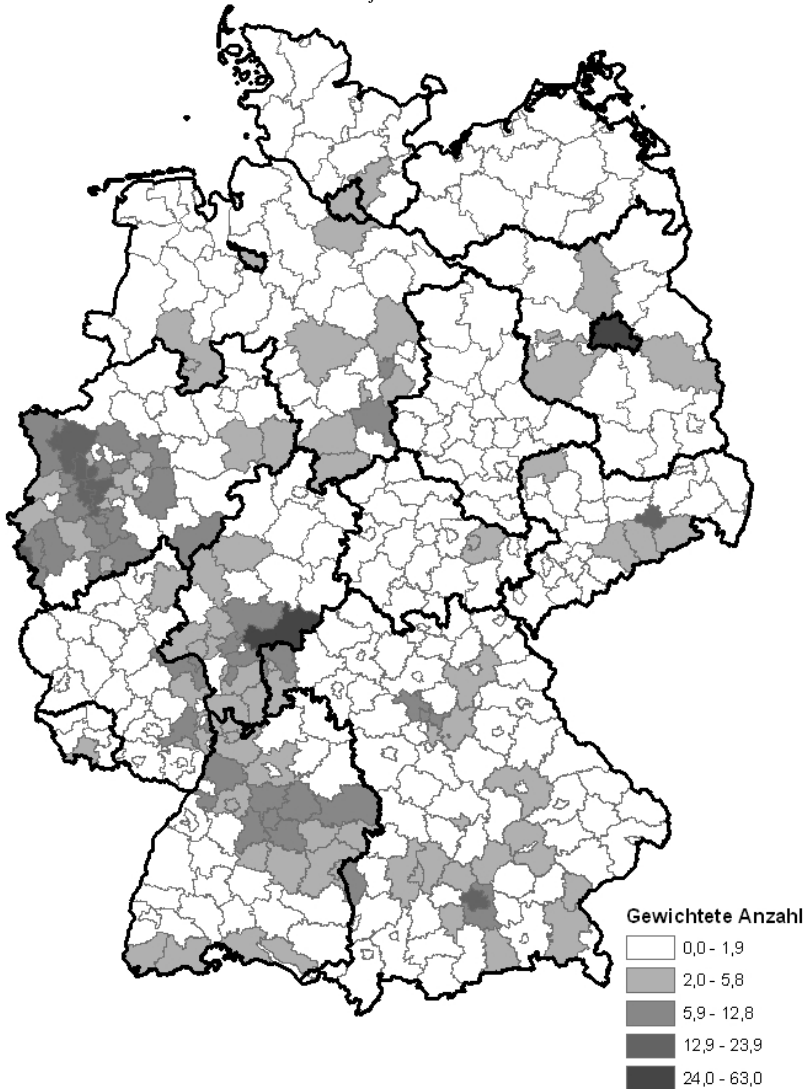
In **Tabelle 4.4** sind die EPA-Patentanmeldungen im Bereich der Metallverarbeitung ausgewiesen. Die Patentabfrage schloss dabei die Patentklassen Mechanische Metallbearbeitung (B 21), Gießerei und Pulvermetallurgie (B 22) sowie das gesamte Hüttenwesen (C 21, C 22, C 23, C 25 und C 30) ein. Bundesweit konnten 981 Patente identifiziert werden. Davon entfielen 300 auf Nordrhein-Westfalen, was einem Anteil von 31% entspricht. Damit hat das Land in der Metallverarbeitung mehr Patente aufzuweisen als Baden-Württemberg und Bayern zusammen bzw. 16,6 je eine Million Einwohner gegenüber 11,8 bzw. 12,2 in den süddeutschen Bundesländern. Auch der

Standortquotient, der anstelle der Bevölkerung das Forschungspersonal zugrundelegt, ist in NRW mit 1,8 der höchste unter allen Bundesländern. Allerdings sind die Patente gegenüber dem Zeitraum 1995 bis 2000 um 22% zurückgegangen (Baden-Württemberg -11%, Bayern -20%).

Karte 4.4

**EPA-Patentanmeldungen beim Europäischen Patentamt im Bereich Metallverarbeitung**

Gewichtete Anzahl 2001-2006 nach Anmeldejahr und Erfindersitz



Quelle: Europäisches Patentamt, eigene Berechnungen.

**Karte 4.4** ist die regionale Verteilung der Patentanmeldungen in der Metallverarbeitung zu entnehmen. Der Großteil der Kreise hat dabei weniger als zwei Patente aufzuweisen. Im Grunde genommen gibt es außer NRW, Hessen und Baden-Württemberg sowie mit Abstrichen Bayern praktisch keine weiteren Bundesländer, die überhaupt eine nennenswerte Zahl von Kreisen aufzuweisen haben, die in der Metallverarbeitung als relativ patentfreudig bezeichnet werden können. Aachen ist der Verdichtungsraum mit den bundesweit meisten Patenten je einer Million Einwohner (39,3).

**Tabelle 4.5** weist die Patentanmeldungen der organischen makromolekularen chemischen Verbindungen aus (Patentklasse C 08). Bundesweit konnten in diesem Bereich insgesamt 3 355 Patente identifiziert werden. Auch hier verzeichnet NRW mit weit über tausend Patentanmeldungen den mit Abstand höchsten Anteil (35%). Der Standortquotient ist zudem mit 2,1 rund viermal so hoch wie in den süddeutschen Bundesländern. Er wird nur von Rheinland-Pfalz übertroffen, was damit zusammenhängen dürfte, dass es sich dabei um ein vergleichsweise kleines Bundesland handelt, sodass der insbesondere von BASF ausgehende Effekt stärker durchschlägt. Auch die Patente pro Einwohner sind in NRW doppelt so hoch wie in Baden-Württemberg und Bayern. Allerdings ist die Zahl der Patente in Nordrhein-Westfalen wie auch in den süddeutschen Bundesländern gegenüber 1995 bis 2000 um etwa ein Drittel zurückgegangen.

Tabelle 4.5

**Patentanmeldungen im Bereich organischer makromolekularer chemischer Verbindungen**  
Gewichtete Anzahl 2001-2006 nach Anmeldejahr und Erfindersitz

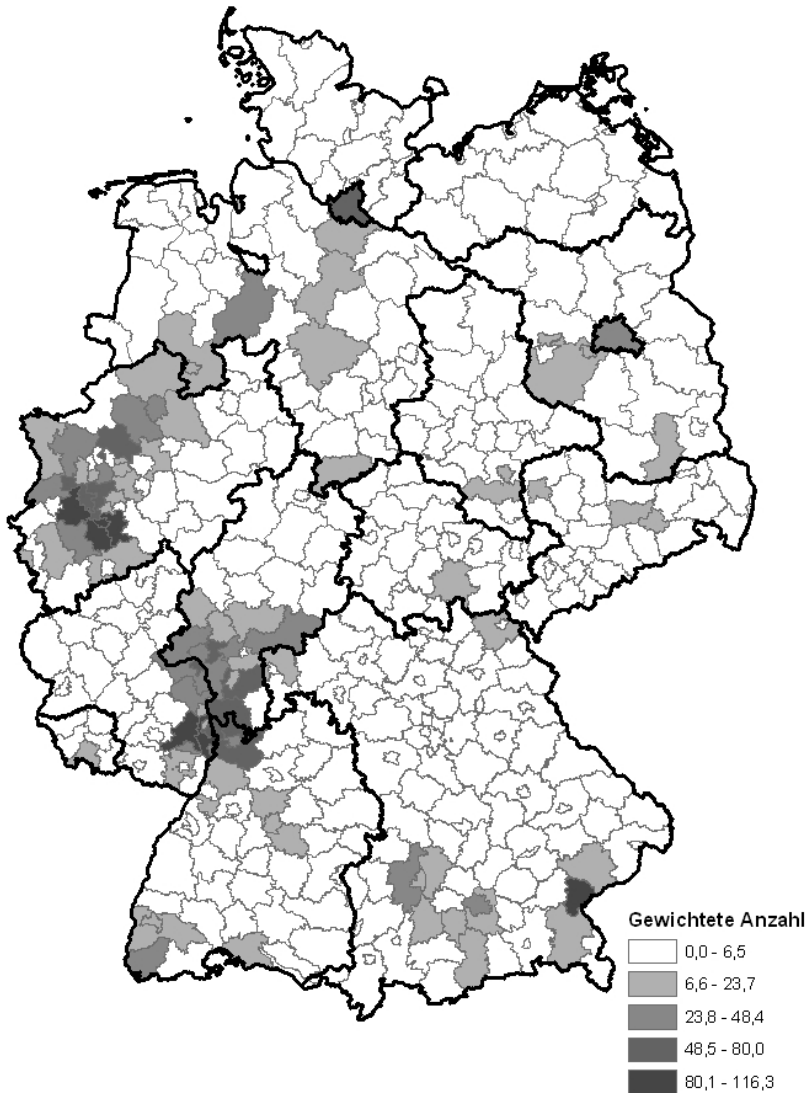
Bundesland	Anzahl der Patentanmeldungen	Anteil der Region in %	Standortquotient
Baden-Württemberg	354	11	0,5
Bayern	394	12	0,6
Berlin	36	1	0,2
Brandenburg	42	1	0,8
Bremen	12	0	0,3
Hamburg	63	2	0,7
Hessen	434	13	1,5
Mecklenburg-Vorpommern	3	0	0,1
Niedersachsen	159	5	0,7
Nordrhein-Westfalen	1171	35	2,1
Rheinland-Pfalz	543	16	4,2
Saarland	23	1	1,3
Sachsen	44	1	0,3
Sachsen-Anhalt	26	1	0,5
Schleswig-Holstein	25	1	0,5
Thüringen	26	1	0,4
Deutschland	3 355	100	1,0

Quelle: Europäisches Patentamt, eigene Berechnungen.

Karte 4.5

**EPA-Patentanmeldungen „Organische makromolekulare chemische Verbindungen“**

Gewichtete Anzahl 2001-2006 nach Anmeldejahr und Erfindersitz



Quelle: Europäisches Patentamt, eigene Berechnungen.

Die **Karte 4.5** zeigt, wie sich die räumliche Verteilung des Patentgeschehens im Bereich organischer makromolekularer chemischer Verbindungen dar-

stellt. Wie dies die Patentanteile der Bundesländer bereits nahelegten, sind vor allem im westlichen Teil NRWs sowie im Süden von Rheinland-Pfalz und Hessen nennenswerte Patenthäufungen zu verzeichnen. Köln-Bonn und Düsseldorf-Wuppertal sind zusammen mit Rhein-Neckar und Rhein-Main die Verdichtungsräume mit den höchsten Standortfaktoren und den meisten Patenten je Einwohner.

In Nordrhein-Westfalen ist dabei eine stärkere räumliche Übereinstimmung zwischen der Patentaktivität und der zuvor gezeigten Verteilung der Produktion festzustellen, als dies beispielsweise im Metallbereich der Fall ist. Dies dürfte zum einen wohl damit zusammenhängen, dass die Unternehmen der Chemischen Industrie im Vergleich zu jenen der metallverarbeitenden Industrie forschungsintensiver sind, sodass die Patentanmeldungen in größerem Umfang aus dem Unternehmensbereich heraus erfolgen und die Forschungseinrichtungen außerhalb des Unternehmensbereichs somit weniger stark zum Tragen kommen. Zu erwähnen sind vor allem die Aktivitäten des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung in Düsseldorf, deren Erfinder zwischen Rhein und Ruhr ansässig sind. Zudem konzentrieren sich die forschungsintensiveren, größeren Stahlkonzerne eher im Rheinland und im Ruhrgebiet als in Westfalen.

Tabelle 4.6

**Patentanmeldungen im Bereich Textil**

Gewichtete Anzahl 2001-2006 nach Anmeldejahr und Erfindersitz

Bundesland	Anzahl der Patentanmeldungen	Anteil der Region in %	Standortquotient
Baden-Württemberg	42	21	1,0
Bayern	37	18	0,9
Berlin	1	0	0,1
Brandenburg	5	2	1,5
Bremen	1	0	0,3
Hamburg	1	0	0,2
Hessen	15	7	0,9
Mecklenburg-Vorpommern	0	0	0,1
Niedersachsen	7	3	0,5
Nordrhein-Westfalen	57	28	1,6
Rheinland-Pfalz	7	3	0,8
Saarland	3	1	2,5
Sachsen	8	4	0,8
Sachsen-Anhalt	1	1	0,4
Schleswig-Holstein	13	6	4,3
Thüringen	8	4	2,1
Deutschland	206	100	1,0

Quelle: Europäisches Patentamt, eigene Berechnungen.

Die **Tabelle 4.6** beinhaltet die EPA-Patentanmeldungen im Bereich Textilien. Von den bundesweit 206 Patentanmeldungen entfallen auf NRW 28%, was den bundesweit höchsten Anteil markiert. Der Abstand zu den süddeutschen Bundesländern ist allerdings geringer als in den zuvor besprochenen Bereichen. Im Zuge dessen liegt Baden-Württemberg mit 3,9 Patenten je eine Million Einwohner vor NRW (3,1) und Bayern (3,0). Der Standortquotient ist nur in Schleswig-Holstein und Thüringen höher als in Nordrhein-Westfalen. Unter den Verdichtungsräumen werden Düsseldorf-Wuppertal (7,5 Patente je eine Million Einwohner) und Aachen (7,1) nur von Stuttgart (9,1) übertroffen. Die weitergehende regionalisierte Betrachtung offenbart, dass die Patentanmeldungen im Textilbereich vergleichsweise etwas stärker in der Fläche verteilt sind. Neben dem westlichen Teil NRWs betrifft dies beispielsweise Schleswig-Holstein, das südliche Hessen sowie den Stuttgarter und Münchner Raum.

Tabelle 4.7

**Patentanmeldungen im Bereich Glas**

Gewichtete Anzahl 2001-2006 nach Anmeldejahr und Erfindersitz

Bundesland	Anzahl der Patentanmeldungen	Anteil der Region in %	Standortquotient
Baden-Württemberg	73	12	0,6
Bayern	145	23	1,2
Berlin	7	1	0,2
Brandenburg	5	1	0,5
Bremen	0	0	0,1
Hamburg	3	1	0,2
Hessen	81	13	1,5
Mecklenburg-Vorpommern	0	0	0,1
Niedersachsen	33	5	0,7
Nordrhein-Westfalen	103	16	1,0
Rheinland-Pfalz	92	15	3,8
Saarland	15	2	4,5
Sachsen	23	4	0,8
Sachsen-Anhalt	8	1	0,9
Schleswig-Holstein	6	1	0,7
Thüringen	27	4	2,3
Deutschland	623	100	1,0

Quelle: Europäisches Patentamt, eigene Berechnungen.

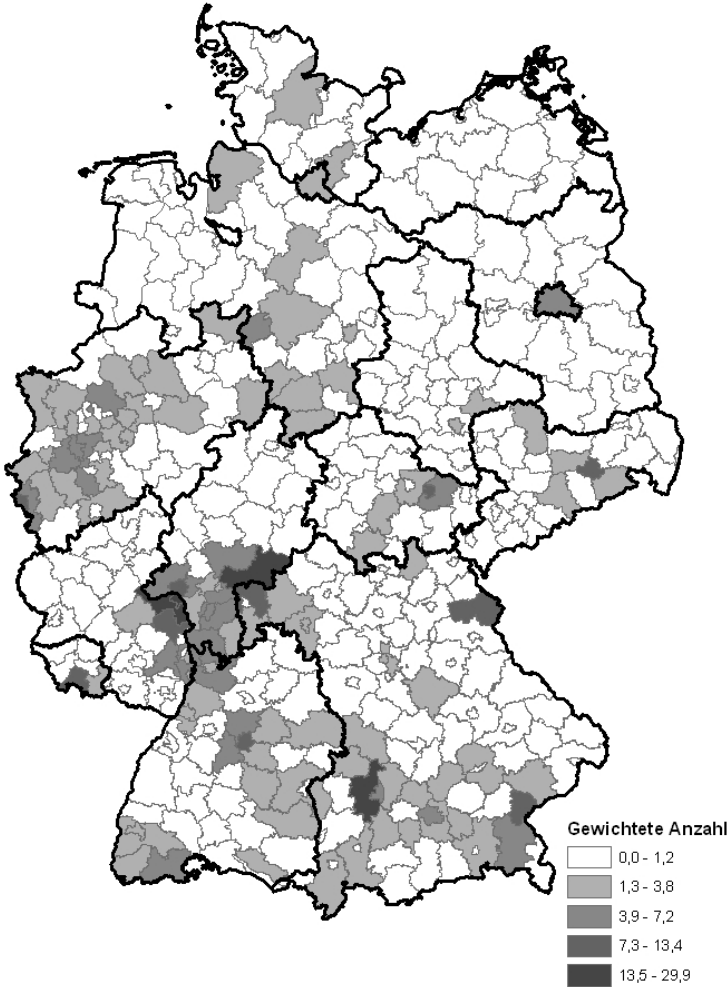
Die Patentanmeldungen im Bereich Glas entstammen der Patentklasse Glas, Mineral- und Schlackenwolle (C 03). Insgesamt konnten 623 Patente identifiziert werden, darunter etwas mehr als einhundert in NRW (vgl. **Tabelle 4.7**). Der Anteil Nordrhein-Westfalens an allen Patenten im Glasbereich von nur 16% weist darauf hin, dass das Land hier keine besonders starke Position einnimmt. Glas ist gemessen am Patentgeschehen eher eine Domäne von Bayern (mehr als doppelt so viele Patente je eine Million Ein-

wohner wie in NRW), aber auch von Hessen, Rheinland-Pfalz, dem Saarland und Thüringen. Zudem sind die Patente gegenüber 1995-2000 um 40% zurückgegangen (Baden-Württemberg -35%, Bayern -2%).

Karte 4.6

**EPA-Patentanmeldungen im Bereich Glas**

Gewichtete Anzahl 2001-2006 nach Anmeldejahr und Erfindersitz



Quelle: Europäisches Patentamt, eigene Berechnungen.

NRW liegt auch beim Standortquotienten nur im Bundesdurchschnitt, damit aber deutlich über dem von Baden-Württemberg. Immerhin hat der



Verdichtungsraum Aachen unter allen Verdichtungsräumen die meisten Patente je eine Mill. Einwohner aufzuweisen (21,2).

Für Nordrhein-Westfalen kann zumindest aber konstatiert werden, dass sich das Patentgeschehen im Glasbereich hier relativ großflächig verteilt, ähnlich wie das – wenn auch nicht ganz so ausgeprägt – für Bayern gilt (vgl. **Karte 4.6**). Allerdings hat Bayern einen vergleichsweise größeren Anteil an Kreisen mit wesentlich ausgeprägteren Patentanmeldungen zu verzeichnen, was die höheren Durchschnittswerte gegenüber NRW erklärt. Die relativ starke Position von Hessen (hier vor allem das Rhein-Main-Gebiet), Rheinland-Pfalz und dem Saarland wird auch anhand der kartographischen Darstellung deutlich.

Tabelle 4.8

**Patentanmeldungen im Bereich Keramik**

Gewichtete Anzahl 2001-2006 nach Anmeldejahr und Erfindersitz

Bundesland	Anzahl der Patentanmeldungen	Anteil der Region in %	Standortquotient
Baden-Württemberg	35	21	1,0
Bayern	50	29	1,5
Berlin	5	3	0,5
Brandenburg	1	1	0,4
Bremen	1	1	0,7
Hamburg	1	1	0,3
Hessen	17	10	1,2
Mecklenburg-Vorpommern	0	0	0,0
Niedersachsen	4	2	0,3
Nordrhein-Westfalen	23	13	0,8
Rheinland-Pfalz	16	9	2,4
Saarland	8	5	9,0
Sachsen	4	2	0,5
Sachsen-Anhalt	0	0	0,0
Schleswig-Holstein	0	0	0,1
Thüringen	6	3	1,8
Deutschland	172	100	1,0

Quelle: Europäisches Patentamt, eigene Berechnungen.

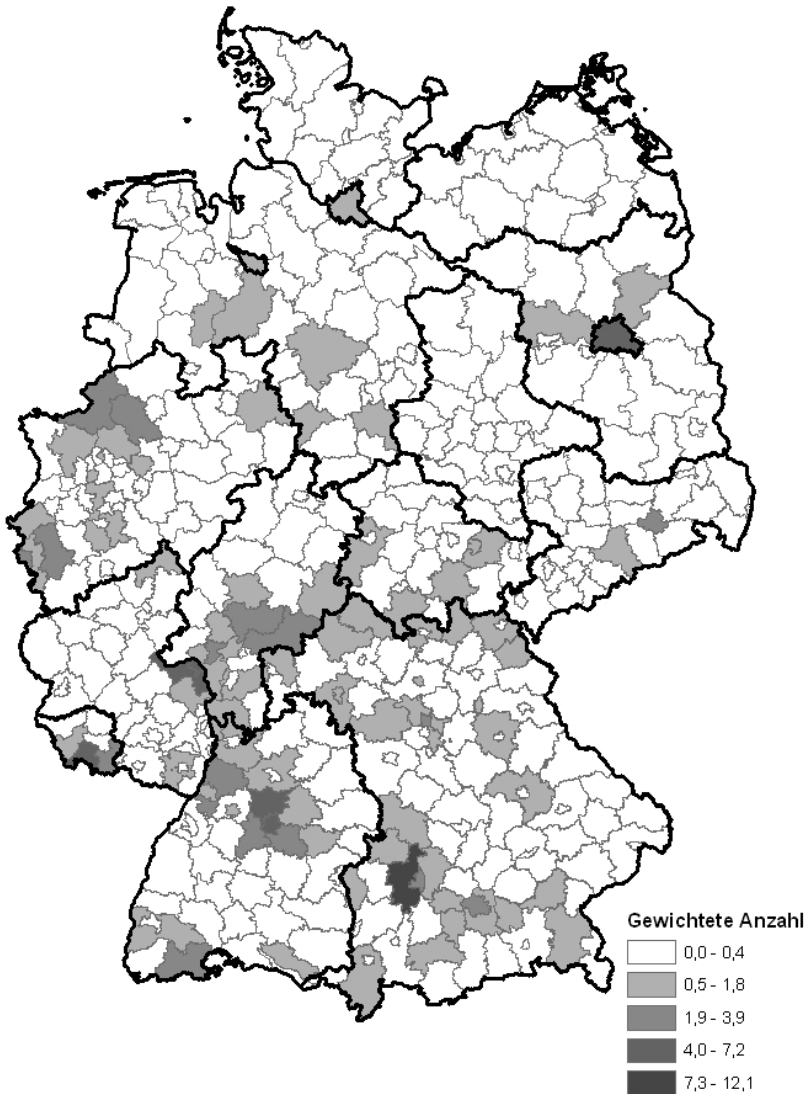
Die in der **Tabelle 4.8** ausgewiesenen Patentanmeldungen im Bereich Keramik entstammen der Patentklasse Zemente, Beton, Kunststein sowie keramische und feuerfeste Massen (C 04). Es wurden in den Jahren 2001 bis 2006 bundesweit 172 Patente angemeldet. Nordrhein-Westfalen ist mit einem Anteil an den gesamten Keramik-Patenten von nur 13% unterrepräsentiert, zudem liegt der Standortquotient unter dem Bundesdurchschnitt. Überdurchschnittliche Patentanteile weisen dagegen die süddeutschen Bundesländer auf, was sich im Falle Bayerns auch in einem überdurchschnittlichen Standortquotienten widerspiegelt. In Bayern werden zudem

pro Einwohner dreimal so viele Patente angemeldet wie in NRW. Zwar ist die Zahl der Patente in NRW gegenüber 1995-2000 um 27% gestiegen, in den süddeutschen Bundesländern hat sie sich aber verdrei- bis vervierfacht.

Karte 4.7

**EPA-Patentanmeldungen im Bereich Keramik**

Gewichtete Anzahl 2001-2006 nach Anmeldejahr und Erfindersitz



Quelle: Europäisches Patentamt, eigene Berechnungen.

Immerhin ist Aachen in diesem gerade im Hinblick auf Neue Werkstoffe besonders relevanten Bereich der Verdichtungsraum mit der bundesweit höchsten Zahl von Patentanmeldungen pro Einwohner.

Bei der räumlichen Verteilung zeigt sich in Übereinstimmung mit den Länderergebnissen somit auch, dass Nordrhein-Westfalen eine deutlich geringere bzw. lückenhaftere räumliche Verteilung der Patentanmeldungen aufweist als dies bei den zuvor besprochenen Bereichen der Fall war (vgl. **Karte 4.7**). Die Zentren der Keramik sind – zumindest bezogen auf die Patentaktivität – vielmehr im Südwesten von Bayern, im Stuttgarter Raum, in Südhessen, im südöstlichen Rheinland-Pfalz und im Saarland zu verzeichnen. Die übrigen Regionen spielen dagegen so gut wie keine Rolle.

Ein aus Werkstoffsicht und auch unter Innovationsgesichtspunkten besonders interessanter Bereich sind die Verbundwerkstoffe. Leider gibt es diesbezüglich aber keine Patenklassifikation, der diese Stoffe zugeordnet sind. Aus diesem Grund wurde eine Suche nach dem Stichwort „composite“ durchgeführt. Auf diesem Wege konnten bundesweit allerdings nur 247 Patente gefunden werden (vgl. **Tabelle 4.9**). Es ist anzunehmen, dass mit einer derartigen Stichwortsuche nur ein Teil der Patente im Bereich Verbundwerkstoffe gefunden werden kann.

Tabelle 4.9

**Patentanmeldungen im Bereich Verbundwerkstoffe**

Gewichtete Anzahl 2001-2006 nach Anmeldejahr und Erfindersitz

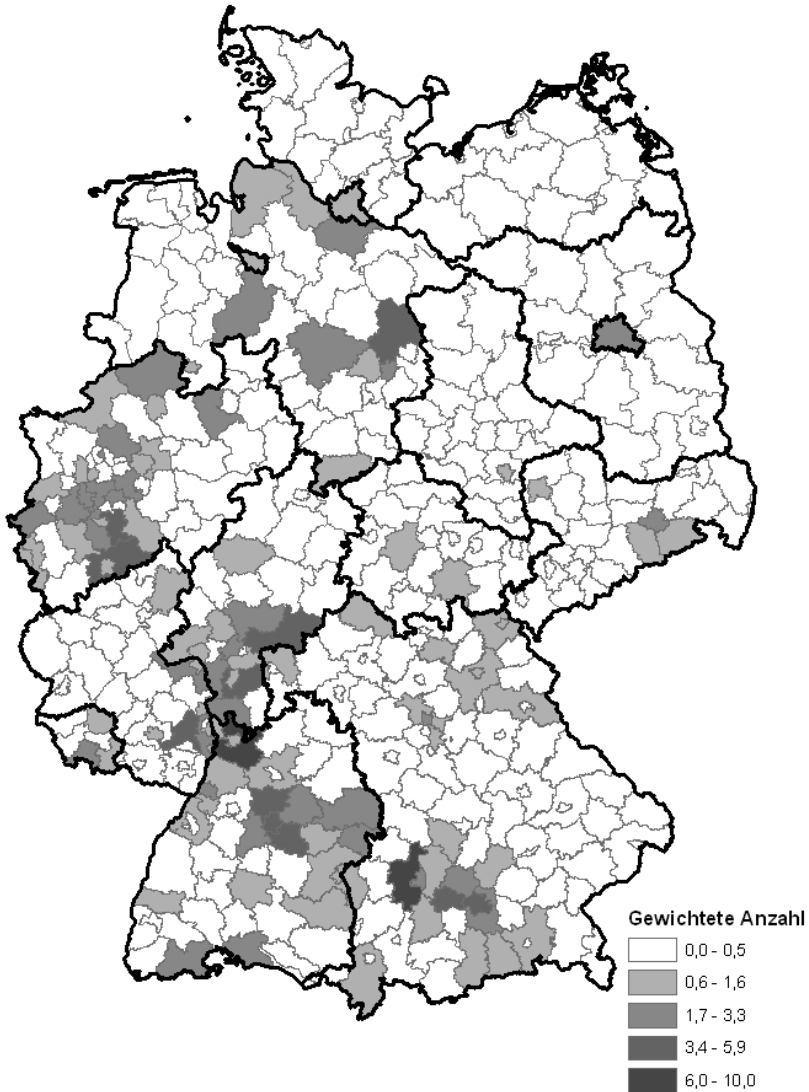
Bundesland	Anzahl der Patentanmeldungen	Anteil der Region in %	Standortquotient
Baden-Württemberg	56	23	1,1
Bayern	56	23	1,2
Berlin	3	1	0,2
Brandenburg	1	0	0,2
Bremen	1	0	0,3
Hamburg	1	0	0,1
Hessen	24	10	1,2
Mecklenburg-Vorpommern	1	0	0,4
Niedersachsen	22	9	1,2
Nordrhein-Westfalen	49	20	1,2
Rheinland-Pfalz	17	7	1,8
Saarland	4	2	3,5
Sachsen	7	3	0,6
Sachsen-Anhalt	2	1	0,4
Schleswig-Holstein	1	0	0,2
Thüringen	3	1	0,6
Deutschland	247	100	1,0

Quelle: Europäisches Patentamt, eigene Berechnungen.

Karte 4.8

**EPA-Patentanmeldungen im Bereich Verbundwerkstoffe**

Gewichtete Anzahl 2001-2006 nach Anmeldejahr und Erfindersitz



Quelle: Europäisches Patentamt, eigene Berechnungen.

Es wäre somit der Versuch zu unternehmen, mittels differenzierterer Abfragen möglicherweise noch zusätzliche diesem Bereich zuzurechnende Patente zu finden, was allerdings den Rahmen der im Schwerpunktbericht

vorgenommenen Analysen gesprengt hätte. NRW kann bei den identifizierten Patenten immerhin einen Anteil von 20% verbuchen, liegt damit aber unter dem der süddeutschen Bundesländer (mit je 23%). Die Standortquotienten sind in den drei genannten Ländern in etwa gleich hoch.

Die **Karte 4.8** reflektiert die für die Länder konstatierte Verteilung und weist dabei ein mit dem Bereich Keramik – oder auch dem ein oder anderen der zuvor besprochenen anderen Bereiche – in etwa vergleichbares regionales Muster auf. Insofern dürfte die vorgenommene Patentauswertung insgesamt recht gut dokumentieren, wo in Deutschland letztendlich die Standorte angesiedelt sind, die im Werkstoffbereich von Bedeutung sind.

#### 4.1.5 Akquise öffentlicher Fördermittel

Während die wirtschaftliche Bedeutung der Neuen Werkstoffe sehr schwer zu bestimmen ist, stimmen die Ausgangsbedingungen zur Analyse der technologischen Potenziale grundsätzlich optimistischer: „Das BMBF fördert seit den 1970er Jahren die Materialforschung und ausgewählte Schwerpunkte der Chemietechnik. Ende der 1990er Jahre kam die Nanotechnologie hinzu. Die technologische Entwicklung und das Zusammenwachsen unterschiedlicher Forschungsbereiche führte dazu, die Programme „Materialforschung“ und „MaTech – Neue Materialien für Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts“ sowie das Fördergebiet „Chemische Technologien“ zu einem neuen Rahmenprogramm zusammenzufassen. Das neue Förderprogramm „WING – Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft“ wurde Anfang 2004 veröffentlicht. Darin sind erstmals die klassische Materialforschung mit der Basisdisziplin Chemie und der Nanotechnologie integriert.“<sup>44</sup>

Die Förderdaten stellen einen ersten Schritt dar, sich der Beantwortung der Frage nach den regionalen Innovationspotenzialen der neuen Werkstoffe zu nähern. Die Ideallösung würde beinhalten, dass alle Aufwendungen für die Materialforschung – unabhängig davon, ob es sich um geförderte oder nicht geförderte Vorhaben handelt – bekannt wären. Leider ist diese Information nicht verfügbar. Allerdings offeriert die Auswertung der Förderdatenbank des Bundes den Vorteil, dass die Forschungsaktivitäten vermuteter Akteure<sup>45</sup> empirisch untermauert und verglichen werden können.

Das Beispiel Biotechnologie zeigte, dass die regionale Verteilung der Fördermittel für Unternehmen der regionalen Verteilung der gesamten For-

---

<sup>44</sup> Vgl. Internet: <http://www.bmbf.org/de/3780.php> (Abruf vom 13. November 2007).

<sup>45</sup> Vgl. Internet: <http://www.cluster-nrw.de> (Abruf vom 13. November 2007).

schungsaufwendungen der Biotech-Kernunternehmen sehr ähnlich war. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass die Förderdaten unter bestimmten Bedingungen sogar eine geeignete Approximation der regionalen Verteilung der gesamten Aufwendungen der Unternehmen für die Materialforschung darstellen könnte. Das Gegenbeispiel Medizintechnik zeigt allerdings, dass dies nicht in allen Technologiefeldern gleichermaßen funktioniert. Demnach stellt die Partizipation an der Bundesförderung seitens der vermuteten forschungsaktivsten Unternehmen in diesem Feld einen wichtigen Indikator dar.

In **Tabelle 4.10** ist die Verteilung der Fördermittel auf die Unternehmen, die Hochschulen und die außeruniversitären Forschungseinrichtungen angegeben. Im Segment der Neuen Werkstoffe entfallen 55% der Fördermittel auf Unternehmen. In Land NRW und den Vergleichsländern Bayern und Baden-Württemberg sind sogar überdurchschnittliche Einwerbungen seitens der Unternehmen auszumachen. Dieses Muster zeigt sich sowohl bei den Neuen Werkstoffen als auch in den Zukunftsfeldern Mikro- und Nanotechnologie.

Tabelle 4.10

**Bundesförderung für Neue Werkstoffe, Mikro- und Nanotechnologie nach Empfängergruppen 2001-2006**

	Neue Werkstoffe	Mikro-technologie	Nano-technologie	Insgesamt
Anteil des Unternehmensbereichs in %				
Baden-Württemberg	51	77	66	66
Bayern	64	86	73	76
Nordrhein-Westfalen	69	59	63	63
Deutschland	55	68	55	59
Anteil des Hochschulbereichs in %				
Baden-Württemberg	12	17	20	17
Bayern	16	7	20	15
Nordrhein-Westfalen	26	25	22	24
Deutschland	19	16	16	17
Anteil der Forschungseinrichtungen in %				
Baden-Württemberg	37	7	14	17
Bayern	20	7	6	9
Nordrhein-Westfalen	6	16	15	13
Deutschland	25	16	29	25

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen.

Es ist also keineswegs so, dass von der Förderung nur öffentliche Forschungseinrichtungen profitieren (wie das z.B. bei der Medizintechnik der Fall ist). Während die Hochschulen in NRW eher überrepräsentiert sind, ist der Anteil der außer-universitären Forschungseinrichtungen unterdurch-

schnittlich. Diese deutet auf einen vergleichsweise geringeren Besitz mit solchen Einrichtungen im Land NRW hin.

Unternehmen, die in der Materialforschung aktiv sind, werden natürlich versuchen, einen Teil der FuE-Kosten durch öffentliche Mittel zu decken. Naturgemäß wird es sich bei diesen Unternehmen nicht um eine zufällige Auswahl aller Unternehmen handeln. In der Regel werden die besser informierten Unternehmen in den Genuss der Förderung kommen, also jene mit hoher Bonität und technologischer Stärke (vgl. u.a. Fier und Heneric 2005). Für die Bereiche der Neuen Werkstoffe sowie der Mikro- und Nanotechnologie wäre daher zu vermuten, dass die Fördermitteleinwerbungen ähnlich mit den gesamten Aufwendungen für die Materialforschung korrelieren sollten wie im Bereich der Biotechnologie. Für diese Vermutung spricht auch, dass es sich bei Mitteleinwerbern um Unternehmen handelt, für welche im Vorhinein auch starke Aktivitäten in der Materialforschung zu vermuten gewesen wären (u.a. *Bayer Material Science, Infinion AG, Siemens AG, Schott AG*).

Im Folgenden wird die regionale Verteilung der Fördermittel etwas dezidiert nach den einzelnen Technologiebereichen untersucht. Hierzu sind in der **Tabelle 4.11** zunächst die Angaben differenziert nach Bundesländern enthalten. Mit einem Fördermittelvolumen von insgesamt knapp 380 Mill. € im Zeitraum 2001 bis 2006 ist das Zukunftsfeld zwar klein im Vergleich zur Biotechnologie (1,8 Mrd. €). Gleichwohl ist die Vervierfachung der Volumina hervorhebenswert. Hierin drückt sich der Wille der Förderpolitik aus, die Werkstoffforschung mehr als bisher finanziell zu unterstützen.

Tabelle 4.11

**Bundeshförderung im Bereich Neue Werkstoffe nach Bundesländern**

	Förder- summe in Tsd. € 2001-2006	Förder- summe in Tsd. € 1995-2000	Anteil an der Förder- summe in % 2001-2006	Standort- quotient 2001-2006
Baden-Württemberg	77 045	38 203	20,7	1,0
Bayern	80 290	35 770	21,6	1,1
Berlin	24 926	7 801	6,7	1,1
Brandenburg	7 438	154	2,0	1,3
Bremen	2 574		0,7	0,6
Hamburg	4 996	634	1,3	0,5
Hessen	26 350	2 347	7,1	0,8
Mecklenburg-Vorpommern	571		0,2	0,2
Niedersachsen	22 924	800	6,2	0,8
Nordrhein-Westfalen	54 409	2 627	14,6	0,9
Rheinland-Pfalz	13 593	1 205	3,7	0,9
Saarland	5 731	26	1,5	3,0
Sachsen	25 741	7 582	6,9	1,5
Sachsen-Anhalt	3 821	384	1,0	0,7
Schleswig-Holstein	6 667	26	1,8	1,2
Thüringen	15 301	310	4,1	2,1
Deutschland	372 377	97 870	100,0	1,0

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen.

Der Anteil Nordrhein-Westfalens an der Einwerbung der Fördermittel des Bundes im Technologiebereich der Neuen Werkstoffe fiel mit nur knapp 15% im Zeitraum 2001 bis 2006 im Vergleich zu Bayern und Baden-Württemberg bescheiden aus. Aufgrund der deutlich geringeren Größe anderer Länder folgen diese erst mit deutlichem Abstand auf den nachfolgenden Plätzen. Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt wurden in Bayern etwa 9,8% mehr Mittel je Forscher eingeworben. In NRW liegt die Einwerbungsquote dagegen etwa 13% unter dem Bundesdurchschnitt. Anhand der eingeworbenen Fördermittel wäre der Terminus „Werkstoffland NRW“ (vgl. VDI-TZ/ZENIT/NeMa 2004) insofern zutreffend, da NRW zu den drei führenden Ländern zählt.

Im Gegensatz zu Bayern und Baden-Württemberg konnte NRW in den vergangenen Jahren höhere Mittelzuflüsse vorweisen. Hierbei ist allerdings anzumerken, dass das Aufgangsniveau in der Vorperiode vergleichsweise gering war. Der Zuwachs wird keineswegs nur von öffentlichen Forschungseinrichtungen getragen. Auf Unternehmen mit Mittelzuflüssen von 0,5 Mill. € und mehr entfallen 15 Mill. € der gesamten Mitteleinwerbungen. Führende Mitteleinwerber sind hier die *Bayer AG*, die *Henkel KGaA*, die *AIXTRON AG*, die *CemeCon AG*, die *OTTO FUCHS KG*, die *H.C. Starck GmbH & Co. KG*, die *Philips Forschungslaboratorien* und interessanterwei-



se auch die *Miltenyi Biotec GmbH*. Letztgenannte Firma zählt ebenso zu den führenden Mitteleinwerbern im Zukunftsfeld Biotechnologie. Doppelzählungen sind hier ausgeschlossen, da die zugrunde liegende Abgrenzung der Neuen Werkstoffe mit dem Förderbereich Biotechnologie überschneidungsfrei ist.

Mit mehr als zwei Dritteln der auf NRW insgesamt entfallenden Fördermittel verzeichnet das Rheinland den mit Abstand größten Anteil, gefolgt vom Ruhrgebiet (knapp ein Fünftel) und Westfalen mit 14%. Damit liegt der Förderanteil des Rheinlands deutlich über dem SV-Beschäftigtenanteil der Region (47%), der des Ruhrgebiets etwas darunter (26%) und der von Westfalen bei nur der Hälfte (27%). Auch in Bezug auf das Forschungspersonal ist die Mitteleinwerbung im Rheinland als überdurchschnittlich im NRW-Regionalvergleich einzuschätzen.

Von den Verdichtungsräumen in NRW entfallen in Bezug auf die Neuen Werkstoffe die höchsten Mitteleinwerbungen auf den Raum Aachen (vgl. **Table 4.12**). Mit einer Summe von knapp 17 Mill. € entspricht dies für diesen vergleichsweise kleinen Verdichtungsraum etwa 31% aller eingeworbenen Bundesfördermittel des Landes NRW. Der vergleichsweise hohe Standortquotient spricht ebenso für Ansätze eines Werkstoffforschungscusters in dieser Region. Eine im Vergleich zum gesamten Forschungspersonal weit überdurchschnittliche Mitteleinwerbung zeigt sich ferner im Verdichtungsraum Erlangen-Fürth-Nürnberg. Dieses geht hauptsächlich auf Einwerbungen von drei Unternehmen zurück (*SiCrystal AG*, *Siemens AG*, *SiCED Electronics Development GmbH & Co. KG*) sowie dem Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS) und der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

Eine dominante Position der Räume Stuttgart und München ist – im Gegensatz zu anderen Zukunftsfeldern – nicht zu erkennen. Bezogen auf das Forschungspersonal sind die Mitteleinwerbungen zwar niedriger als in Aachen aber ähnlich hoch wie in den drei großen Verdichtungsräumen NRWs. Generell ist bemerkenswert, dass sich die Fördermittel vergleichsweise stark auf die Verdichtungsräume konzentrieren. Ebenso zeigt sich eine recht ausgewogene Verteilung der Mittel innerhalb NRWs. Die Einwerbungen der Räume Düsseldorf-Wuppertal, Köln-Bonn und Ruhrgebiet zeigen ähnliche Größenordnungen.

Tabelle 4.12

**Bundeshilfe im Bereich Neue Werkstoffe nach Verdichtungsräumen**

Verdichtungsraum	Förder- summe in Tsd. € 2001-2006	Förder- summe in Tsd. € 1995-2000	Anteil an der Fördersumme in % 2001-2006	Standort- quotient 2001-2006
Aachen	16 850	2 161	4,5	2,4
Berlin	30 082	7 955	8,1	1,1
Bielefeld	1 082	0	0,3	0,3
Bremen	2 574	0	0,7	0,6
Chemnitz	8 523	6 754	2,3	2,1
Dresden	15 601	333	4,2	2,0
Düsseldorf-Wuppertal	8 972	27	2,4	0,6
Erlangen-Fürth-Nürnberg	27 586	6 638	7,4	2,7
Hamburg	10 308	660	2,8	0,8
Hannover	8 485	604	2,3	1,6
Karlsruhe	8 056	381	2,2	1,1
Köln-Bonn	11 883	5	3,2	0,7
Leipzig	1 073	496	0,3	0,3
München	21 805	22 976	5,9	0,6
Rhein-Main	18 521	1 398	5,0	0,7
Rhein-Neckar	2 151	437	0,6	0,1
Ruhrgebiet	10 528	428	2,8	0,8
Saarbrücken	5 731	26	1,5	3,0
Stuttgart	25 164	8 414	6,8	0,8
sonst. Kreise	137 402	38 177	36,9	1,2

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. – Lesehilfe zum Standortquotient: Der Quotient ergibt sich aus dem Verhältnis Forschungsmittelinwerbungen dividiert durch das gesamte Forschungspersonal (Wirtschafts-, Hochschul- und Staatssektor) für die betreffende Region geteilt durch die entsprechende Relation für das Bundesgebiet.

Um sich den führenden Standorten der Werkstoffforschung weiter zu nähern, sind in der **Tabelle 4.13** die Top-5%-Kreise nach dem absoluten Fördermittelvolumen aufgeführt. Von der massiven Erhöhung der eingestellten Fördermittel profitieren in der Regel jene Regionen am meisten, die bisher vergleichsweise wenig Fördermittel erhielten. So haben sich die Projektfördermittel für die Werkstoffforschung in München um etwa ein Viertel verringert. Freiburg und Ulm können ebenso nur geringe Zuwächse vorweisen. Die Bevorzugung von Regionen, die bisher unterdurchschnittlich in den Genuss von Fördermitteln kamen, kann Ausdruck des politischen Willens sein, eine breitere Spitze in der Werkstoffforschung zu bilden. Ebenso gut könnten die Zuwächse in anderen Regionen aber auch aus dem Umstand heraus resultieren, dass das Potenzial der für förderungswürdig erachteten Projekte in den bisher führenden Regionen bereits stärker ausgeschöpft ist. In diesem Sinne können die Regionen nur noch unterdurchschnittlich an der massiven Erhöhung der Fördermittel partizipieren.

Tabelle 4.13

**Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Neue Werkstoffe – Top 5% Kreise**

2001 bis 2006

Name	Förder- summe in Tsd. € 2001-2006	Förder- summe in Tsd. € 1995-2000	Anteil an der Förder-summe in % 2001-2006	Standort- quotient 2001-2006
Berlin, Stadt	24 926	7 801	6,7	1,1
Erlangen, Stadt	18 711	6 638	5,0	3,0
Ulm, Universitätsstadt	17 573	14 288	4,7	5,0
München, Landeshauptstadt	16 542	22 083	4,4	0,6
Dresden, Stadt	15 103	333	4,1	3,2
Freiburg im Breisgau, Stadt	15 038	13 200	4,0	7,1
Stuttgart, Landeshauptstadt	13 975	6 191	3,8	0,7
Aachen, Stadt	13 153	2 047	3,5	2,7
Würzburg, Stadt	13 117	2 051	3,5	8,4
Darmstadt, Stadt	10 530	25	2,8	2,8
Region Hannover	8 485	604	2,3	1,7
Jena, Stadt	7 536		2,0	4,1
Mainz, Stadt	7 415	763	2,0	3,4
Freiberg, Landkreis	7 222	6 754	1,9	6,1
Ludwigsburg, Landkreis	6 954	56	1,9	3,1
Regensburg, Stadt	6 819	3 653	1,8	4,8
Braunschweig, Stadt	5 296		1,4	2,6
Karlsruhe, Landkreis	5 127	381	1,4	2,7
Hamburg, Freie u. Hansestadt	4 996	634	1,3	0,5
Herzogtum Lauenburg, Kreis	4 970	26	1,3	13,5
Stadtverband Saarbrücken	4 959	26	1,3	4,3
München, Landkreis	4 653	893	1,2	1,4

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen.

Das positive Abschneiden Aachens bei der Fördermitteleinwerbung ist angesichts der geringen Größe der Stadt ein bemerkenswerter Erfolg. Gleichwohl sollte nicht unerwähnt bleiben, dass es neben Aachen eine Reihe weiterer – ebenso kleiner Regionen gibt – die sich durch hohe Mitteleinwerbungen auszeichnen. Die Strukturen unterscheiden sich dennoch grundlegend. In Ulm entfallen die Mitteleinwerbungen im Unternehmensbereich ausschließlich auf zwei Elektronik-Unternehmen, nämlich die *United Monolithic Semiconductors* (Joint Venture von *EADS* und *Thales*) und die *EADS*. In Würzburg gehen die Mitteleinwerbungen an drei Akteure, wobei allein auf das Fraunhofer-Institut für Silcatforschung 90% der Mittel entfallen.

Demgegenüber ist in Aachen eine deutlich größere Breite der öffentlich geförderten Materialforschung im Allgemeinen sowie im Unternehmenssektor im Speziellen festzustellen. Etwa 56% der Fördermittel gehen an Unternehmen. Zu den Unternehmen mit den größten Fördermitteleinwerbungen zählen dabei *CEROBEAR*, *AIXTRON*, *CemCon*, die *Philips For-*

*schungslaboratorien, das Ford-Forschungszentrum und die FEG Textiltechnik, die im Jahr 2006 den Innovationspreis der Stadt Aachen erhielt.*

Tabelle 4.14

**Bundförderung im Bereich Neue Werkstoffe – NRW Kreise**

Name	Förder- summe in Tsd. € 2001-2006	Anteil an der Fördersumme in % 2001-2006	Standort- quotient 2001-2006
Aachen, Stadt	13 153	24,2	2,7
Leverkusen, Stadt	4 267	7,8	0,9
Düsseldorf, Stadt	4 028	7,4	1,2
Köln, Stadt	3 635	6,7	0,7
Bochum, Stadt	3 178	5,8	2,1
Dortmund, Stadt	2 935	5,4	1,9
Duisburg, Stadt	2 816	5,2	2,3
Aachen, Kreis	2 520	4,6	4,4
Wuppertal, Stadt	1 578	2,9	0,8
Bonn, Stadt	1 450	2,7	0,7
Siegen-Wittgenstein, Kreis	1 430	2,6	2,2
Paderborn, Kreis	1 428	2,6	1,1
Märkischer Kreis	1 252	2,3	0,8
Düren, Kreis	1 177	2,2	1,1
Mettmann, Kreis	1 117	2,1	0,6
Steinfurt, Kreis	998	1,8	2,1
Rheinisch-Bergischer Kreis	941	1,7	1,4
Oberbergischer Kreis	660	1,2	0,9
Rhein-Sieg-Kreis	633	1,2	0,5
Remscheid, Stadt	579	1,1	0,7
Ennepe-Ruhr-Kreis	491	0,9	0,4
Soest, Kreis	477	0,9	0,4
Münster, Stadt	450	0,8	0,2
Wesel, Kreis	417	0,8	0,9
Minden-Lübbecke, Kreis	378	0,7	0,5
Lippe, Kreis	363	0,7	0,9
Herford, Kreis	342	0,6	0,8
Erftkreis	298	0,5	0,3
Oberhausen, Stadt	297	0,5	0,6
Essen, Stadt	254	0,5	0,1
Viersen, Kreis	251	0,5	0,5
Warendorf, Kreis	197	0,4	0,3
Recklinghausen, Kreis	140	0,3	0,1
Hochsauerlandkreis	113	0,2	0,8
Mönchengladbach, Stadt	102	0,2	0,1
Kleve, Kreis	37	0,1	0,3
Krefeld, Stadt	28	0,1	0,0

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen.

Der Vergleich der NRW-Kreise dokumentiert zweifelsohne die Ausnahmestellung von Aachen (vgl. **Tabelle 4.14**). Stadt und Kreis Aachen vereinigen auf sich annähernd drei Zehntel der gesamten auf NRW entfallenden För-

dermittel für Neue Werkstoffe. Ungeachtet der Vormachtstellung Aachens ist aber hervorzuheben, dass vergleichsweise viele NRW-Kreise an der Bundesförderung im Segment Neue Werkstoffe partizipieren.

Die drei vom Fördermittelanteil her unmittelbar nach Aachen platzierten Städte – die zusammen allerdings weniger Mittel als die Stadt Aachen alleine akquirierten – werden u.a. von Einwerbungen von *Bayer* (Leverkusen), *Henkel* und dem Max-Planck-Institut für Eisenforschung (Düsseldorf) sowie der Universität Köln geprägt. Mit Bochum, Dortmund und Duisburg sind zudem drei große Städte des Ruhrgebiets weit vorn im Ranking zu finden. In Bochum konzentrieren sich die Mittel ausschließlich auf die *DON-CASTERS Precision Castings-Bochum* (Hersteller von Turbinenschaufeln) und drei Institute der Ruhr-Universität Bochum. In Dortmund verteilen sich die Mittel auf zwei Unternehmen (*ThyssenKrupp Steel*, *NuTech Solutions*) und zwei Institute der Universität Dortmund. In Duisburg ist mit der *MITTAL Steel Ruhrort* ein Unternehmen in der Forschung im Bereich metallischer Werkstoffe tätig.

## 4.2 Mikrotechnologie

### 4.2.1 Einsatzgebiete und Potenziale

Bei Technologien, die im Mikrobereich agieren, aber über 100 Nanometer hinausgehen (Bereich von 0,1 bis 1000  $\mu\text{m}$ ), spricht man von Mikrotechnologie. Dagegen sind unter Nanotechnologie, die wir im nachfolgenden Abschnitt besprechen werden, Verfahrensweisen zu verstehen, durch die eine gezielte Herstellung einzelner Nanostrukturen ermöglicht wird, die in mindestens einer Dimension kleiner als 100 Nanometer (ein zehntausendstel Millimeter) sind (vgl. Hartmann 2006: 8).

Insofern handelt es sich bei der Mikro- und Nanotechnologie per Definition um keine grundlegend unterschiedlichen Technologien, sie werden vielmehr über die Dimension der Mikrostrukturen voneinander abgegrenzt. Mikro- und Nanotechnologie unterscheiden sich gleichwohl hinsichtlich ihrer Hauptanwendungsgebiete. Die Mikrotechnologie findet in der Entwicklung und Herstellung von Mikrosystemtechnik-Komponenten und Mikrosystemtechnik-Systemen eines seiner zentralen Anwendungen. Den Angaben des Bundesforschungsberichts 2006 zufolge wird der Umsatz mit Mikrosystemtechnik-Komponenten und kompletten MST-Systemen auf circa 8 Mrd. € im Jahr 2006 geschätzt (vgl. BMBF 2006b: 276). Zum Vergleich: Im Jahr 2000 waren die Umsätze schätzungsweise nur halb so hoch. Die anfänglich sehr euphorischen Erwartungen hinsichtlich der speziell mit der Mikrosystemtechnik verbundenen Marktpotenziale haben sich bislang allerdings erst zum Teil erfüllt (vgl. Bierhals et al. 1999; Jonas et al. 2002).

#### 4.2.2 Akteure

Sowohl die Produzenten als auch die Anwender im Technologiebereich Mikrotechnologie dürften überwiegend dem Wirtschaftszweig Elektrotechnik/Elektronik zuzuordnen sein. Dieser Sektor ist im Rahmen des Innovationsberichts 2006 bereits umfassend beschrieben worden (vgl. RWI 2006: 287ff.). Zur Mikrotechnologie an sich gibt es indes kaum Studien oder Daten, anhand derer sich die regionalen Produktionsschwerpunkte dieses Technologiebereichs ohne Weiteres aufzeigen lassen. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass es nicht möglich ist, diesen Bereich seitens der amtlichen Statistik adäquat abzugrenzen, da es sich bei der Mikrotechnologie um eine klassische Querschnittstechnologie handelt.

Um uns dennoch zumindest ein annäherndes Bild über die Bedeutung der Mikrotechnologie und der in diesem Feld agierenden relevanten Player in NRW zu verschaffen, haben wir die Unternehmensliste des IVAM – „Initiative zur Verbreitung von Anwendungen der Mikrosystemtechnik“ – ausgewertet. Beim IVAM handelt es sich um einen internationalen Fachverband für Mikrotechnik, Nanotechnologie und Neue Materialien (vgl. <http://www.ivam.de>) mit Sitz in Dortmund. Der Verband, der seinen Mitgliedern Wettbewerbsvorteile verschaffen möchte, verzeichnet derzeit 242 Mitgliedsunternehmen und -institute, darunter 163 Unternehmen. Bei diesen handelt es sich in 37 Fällen um ausländische Unternehmen, für weitere 18 Unternehmen liegen keine Angaben bezüglich der Zahl der Mitarbeiter vor. Insgesamt gingen somit 108 Unternehmen in die Auswertung ein.

Diese Unternehmen beschäftigten zusammengenommen etwa 10 Tausend Mitarbeiter (vgl. **Tabelle 4.15**). Sie wurden im Durchschnitt vor 17 Jahren gegründet, im arithmetischen Mittel also Anfang der 1990er Jahre. Auf etwa dieses Datum entfällt auch der einsetzende Aufschwung der Mikrotechnologie, wie insbesondere auch der Mikrosystemtechnik. Etwa die Hälfte der Mitarbeiter der hier einbezogenen Unternehmen entfallen dabei auf NRW, je 19% der Unternehmen und Mitarbeiter entfallen dabei alleine auf Dortmund. Insofern bestätigt sich anhand dieser Zahlen der vielfach geäußerte Eindruck, dass Dortmund im Bereich Mikrotechnologie – speziell der Mikrosystemtechnik – einer der in Deutschland führenden Standorte ist, zumal eine derartige Ballung von Unternehmen zumindest bei dieser IVAM-Mitgliederauswertung für keine andere Region attestiert werden kann. Ansonsten sind lediglich noch Baden-Württemberg und Bayern relevant.

Tabelle 4.15

**Zahl der Beschäftigten der Mitglieder des IVAM – Bereich Mikrotechnologie**

2007

Bundesland	absolut	Anteil in %
Baden-Württemberg	2 826	28,2
Bayern	1 450	14,5
Berlin	86	0,9
Brandenburg	0	0,0
Bremen	46	0,5
Hamburg	2	0,0
Hessen	25	0,2
Mecklenburg-Vorpommern	20	0,2
Niedersachsen	93	0,9
Nordrhein-Westfalen	5 028	50,2
Rheinland-Pfalz	139	1,4
Saarland	0	0,0
Sachsen	60	0,6
Sachsen-Anhalt	0	0,0
Schleswig-Holstein	16	0,2
Thüringen	216	2,2
Deutschland	10 007	100,0

Quelle: IVAM-Mitgliederliste (Stand November 2007), eigene Berechnungen. Unberücksichtigt blieb die RAG Bildung GmbH (Dortmund), da sich diese ausschließlich im Bereich Weiterbildung engagiert, und das Technologiezentrum Dortmund, da es sich hier lediglich um einen Intermediär handelt.

Es ist natürlich zu bedenken, dass die hier vorliegende wenig systematische Auswahl von Unternehmen keine sehr weitgehenden Schlüsse zulässt und insofern nur ein Schlaglicht darstellt. Dennoch ist die relativ große Bedeutung Dortmunds in diesem Fachverband bemerkenswert. Darüber hinaus ermöglicht die besagte Unternehmensliste auch einen – ebenfalls nicht repräsentativen – Einblick dahingehend, welche Unternehmen im Bereich Mikrotechnologie zu den relevanten Akteuren in NRW zu zählen sind.

Mit fast tausend Mitarbeitern gehört die ELMOS Semiconductor AG zu den herausragenden Mikrotech-Playern in Dortmund, ferner auch noch die Boehringer Ingelheim microParts GmbH (330 Mitarbeiter), die LIMO Lisotschenko Mikrooptik GmbH (230 Mitarbeiter) und die HL-Planartechnik GmbH (100 Mitarbeiter). Mit jeweils mehr als 25 Mitarbeitern sind ferner die E.T.R. Produktion und Service GmbH, die Raith GmbH, das TechnologieZentrumDortmund GmbH, die Bruderer GmbH, die Elliptec Resonant Actuator AG, die Bartels Mikrotechnik GmbH und die E.T.R. Elektronik Technologie Rump GmbH erwähnenswert. Eine Reihe dieser Unternehmen – darunter ELMOS, microParts, HL Planartechnik, E.T.R. oder Bartels Mikrotechnik – waren im Übrigen auch erfolgreich bei der Einwerbung

von Bundesfördermitteln im Bereich Mikrotechnologie (siehe hierzu auch den Abschnitt zur Aquis von Fördermitteln).

Im Bereich der Forschungseinrichtungen sind bezüglich des Standorts Dortmund ferner zu nennen die Projektgruppe im Dortmunder Oberflächen Centrum (180 Mitarbeiter) und das Institute for Analytical Sciences (ISAS, 145 Mitarbeiter). Am Standort Aachen, der bezüglich der Forschung im Bereich Mikrotechnologie besonders ausgewiesen ist, spielt neben der RWTH Aachen noch das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik (ILT, 230 Beschäftigte) und das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie (IPT, 330 Mitarbeiter) eine wichtige Rolle. Außerhalb der genannten zwei für den Technologiebereich in NRW in erster Linie bedeutsamen Standorte sind beispielsweise noch das Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme in Duisburg (IMS, 350 Mitarbeiter) erwähnenswert.

#### 4.2.3 Patentanmeldungen

Die in **Tabelle 4.16** ausgewiesenen Patentanmeldungen im Bereich Mikrotechnologie basieren auf der EPA-Patentklasse Mikrostrukturtechnik (B 81). Im Zeitraum 2001 bis 2006 wurden hier nur 135 Patente registriert. Die Aussagekraft dieser Daten ist stark eingeschränkt, da die der Mikrotechnologie zuzuordnenden Patente in verschiedenen Klassen enthalten sind, die sich aber nur schwer identifizieren lassen. In diesem Sinne stellt die Zahl von 135 Patentanmeldungen allenfalls eine untere Grenze und sehr eng abgegrenzten Bereich der Mikrotechnologie dar. Die Ergebnisse werden dennoch ausgewiesen, da es für diesen Bereich unseres Wissens nach keine adäquate und im Projektzeitraum umsetzbare Abgrenzung der Mikrotechnologie gibt.



Tabelle 4.16

**EPA-Patentanmeldungen im Bereich Mikrotechnologie**

Gewichtete Anzahl 2001-2006 nach Anmeldejahr und Erfindersitz

Bundesland	Anzahl der Patentanmeldungen	Anteil der Region in %	Standortquotient <sup>1</sup>
Baden-Württemberg	63	47	2,2
Bayern	23	17	0,9
Berlin	3	3	0,4
Brandenburg	0	0	0,0
Bremen	0	0	0,0
Hamburg	1	1	0,2
Hessen	12	9	1,0
Mecklenburg-Vorpommern	0	0	0,0
Niedersachsen	0	0	0,0
Nordrhein-Westfalen	8	6	0,3
Rheinland-Pfalz	4	3	0,8
Saarland	0	0	0,6
Sachsen	9	7	1,4
Sachsen-Anhalt	1	1	0,6
Schleswig-Holstein	3	2	1,4
Thüringen	7	5	2,7
Deutschland	135	100	1,0

Quelle: Europäisches Patentamt, eigene Berechnungen. <sup>1</sup>Für die Ermittlung des Standortquotienten wird als Bezugsgröße das gesamte Forschungspersonal (Summe aus Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) verwendet. Der Quotient ergibt sich aus dem Verhältnis Patentanmeldungen dividiert durch das gesamte Forschungspersonal (Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) für die betreffende Region geteilt durch die entsprechende Relation für das Bundesgebiet.

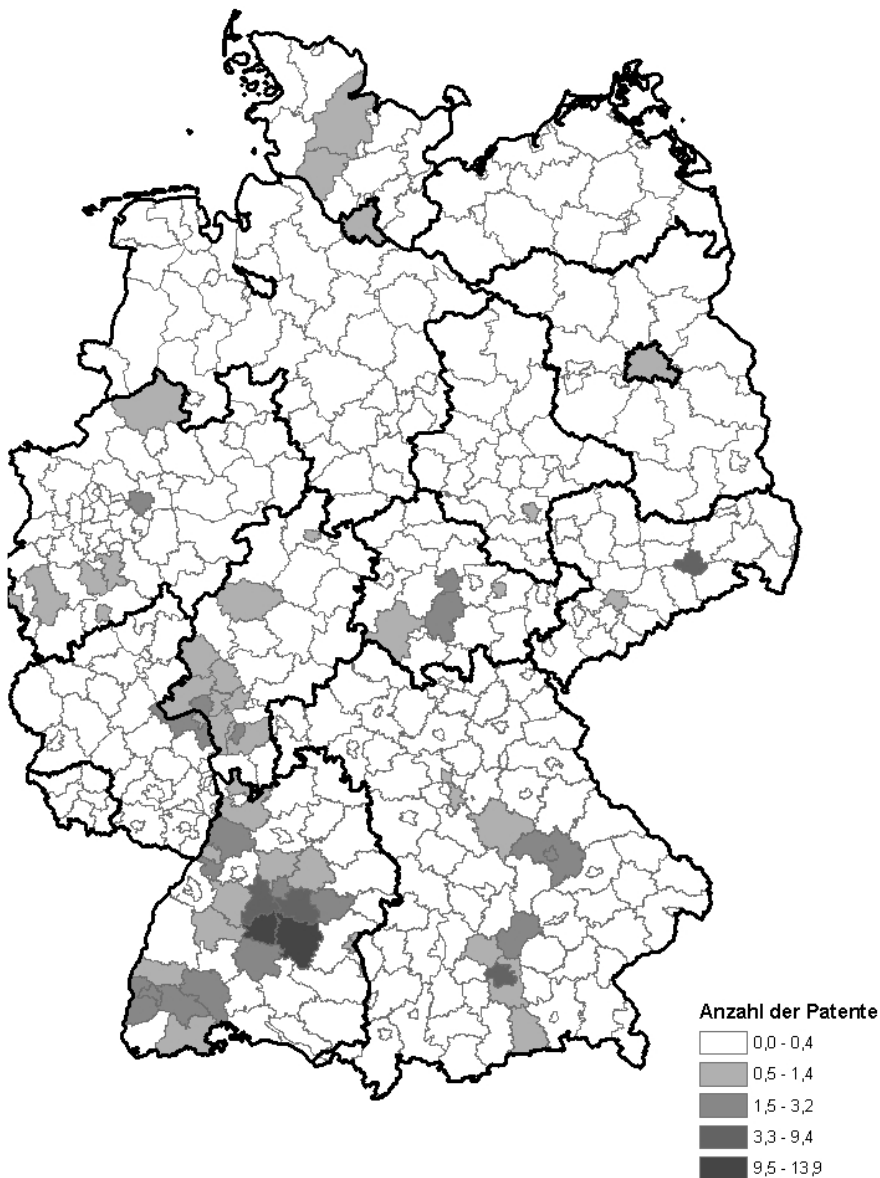
Den Angaben in der **Tabelle 4.16** zufolge konzentrieren sich die Patentanmeldungen vor allem auf Baden-Württemberg. Fast die Hälfte der 135 Patentanmeldungen kommt von Erfindern aus dem Ländle. Mit deutlichem Abstand folgt Bayern und anschließend Sachsen und NRW. Das Länderranking, insbesondere das Abschneiden Sachsens, entspricht durchaus den Erwartungen, zumal im Raum Dresden eine Reihe von Halbleiterunternehmen tätig sind.

Was anhand der **Karte 4.9** bestenfalls ersichtlich wird, ist die Konzentration der Patentanmeldungen im Stuttgarter Raum sowie eine gewisse Häufung in Südhessen. Zudem kann sich noch Dresden durch einige Patente hervortun. Der am stärksten herausragende Mikrotechnologie-Standort Nordrhein-Westfalens, nämlich Dortmund, wird dagegen kaum sichtbar. Wohlgermerkt sei nochmals darauf hingewiesen, dass die gewählte Abgrenzung als vergleichsweise enge Auslagung der Mikrotechnologie anzusehen ist. Dieses Ergebnis mag ggf. auch als Anstoß verstanden werden, der Mikrotechnologie oder ähnlich schwer dokumentierbaren Zukunftstechnologien künftig

Karte 4.9

**EPA-Patentanmeldungen im Bereich Mikrotechnologie**

Gewichtete Anzahl nach Anmeldejahr und Erfindersitz; 2001-2006



Quelle: Europäisches Patentamt, eigene Berechnungen.

mehr Aufmerksamkeit hinsichtlich einer alternativen aber auch praktikablen Patentklassifikation zukommen zu lassen.

#### 4.2.4 Akquise öffentlicher Fördermittel

Die Mikrotechnologie erfährt in Form der Förderung der Mikrosystemtechnik seitens des Bundes seit 1990 eine hohe Aufmerksamkeit. Zentrales Merkmal der Mikrosystemtechnik ist die Verknüpfung verschiedener Materialien und Technologien vorrangig aus den Bereichen der Mikroelektronik und Mechatronik auf der Ebene des Mikrometermaßstabs. Zur Förderung von Forschungsvorhaben in der Mikrosystemtechnik wurden vom Bund im Zeitraum von 2001 bis 2006 jährlich zwischen 73 bis 89 Mill. € zur Verfügung gestellt. Das aktuelle „Rahmenkonzept Mikrosysteme“ läuft von 2004 bis 2009 und sieht Mittelbereitstellungen von jährlich etwa 55 Mill. € vor. Insgesamt haben sich zwölf Kompetenznetze herausgebildet bzw. als solches deklariert. In Dortmund sitzt der Fachverband für Mikrotechnik, Nanotechnologie und Neue Materialien. Dieser fungiert zugleich als eigenes Kompetenznetz.

Der Anteil Nordrhein-Westfalens an den Bundesfördermitteln für die Mikrotechnologie betrug im Zeitraum 2001 bis 2006 etwa 10% bzw. in absoluten Zahlen etwa 64 Mill. € (vgl. **Tabelle 4.17**). Damit erreicht NRW bei den Fördermitteln gerade einmal die Hälfte des Anteils, den Bayern und Baden-Württemberg erzielt haben. Von den Fördermitteln profitierten vor allem auch einige der Bundesländer in Ostdeutschland in überdurchschnittlichem Maße. Dies drückt sich u.a. in einem weit überdurchschnittlichen Standortquotienten aus, der die Einwerbung bezogen auf das gesamte Forschungspersonal in Relation zur jeweiligen bundesdurchschnittlichen Quote angibt.

Die Relation von 2,3 in Sachsen gibt beispielsweise an, dass das 2,3-fache an Mitteln bezogen auf das Forschungspersonal im Vergleich zum Bundesdurchschnitt eingeworben wurde. Die Betrachtung der zeitlichen Veränderung zeigt auf, dass vornehmlich Länder mit geringeren Einwerbungen in der vorherigen Förderperiode in der aktuellen Förderperiode hohe Zuwächse aufweisen. Insofern spielen Basiseffekte eine maßgebliche Rolle. Mit Blick auf Mecklenburg-Vorpommern sind die absoluten Zuwächse sogar höher als in NRW.

Der Großteil der Fördermittel entfällt zwar auf das Rheinland (52,1%). Allerdings ist dieser Anteil deutlich kleiner als in anderen Zukunftsfeldern. Insbesondere der Anteil des Ruhrgebiets mit 31,4% ist vergleichsweise hoch. Wie sich später noch zeigt, wird der vergleichsweise hohe Anteil des Ruhrgebiets vor allem von Einwerbungen der Akteure aus Dortmund getragen.

Tabelle 4.17

**Bundesförderung im Bereich Mikrotechnologie nach Bundesländern**

	Förder- summe in Tsd. € 2001-2006	Förder- summe in Tsd. € 1995-2000	Anteil an d. Fördersum- me in % 2001-2006	Standort- quotient 2001-2006
Baden-Württemberg	116 000	75 195	18,5	0,9
Bayern	137 453	108 381	21,9	1,1
Berlin	64 772	42 633	10,3	1,7
Brandenburg	16 747	12 343	2,7	1,7
Bremen	5 769	8 454	0,9	0,8
Hamburg	15 321	6 077	2,4	0,9
Hessen	34 684	22 936	5,5	0,7
Mecklenburg-Vorpommern	19 109	3 002	3,0	3,6
Niedersachsen	18 574	13 012	3,0	0,4
Nordrhein-Westfalen	63 816	52 805	10,2	0,6
Rheinland-Pfalz	21 964	16 121	3,5	0,9
Saarland	7 479	1 621	1,2	2,3
Sachsen	61 860	54 977	9,8	2,1
Sachsen-Anhalt	3 369	4 203	0,5	0,3
Schleswig-Holstein	8 578	5 346	1,4	0,9
Thüringen	32 583	34 980	5,2	2,7
Deutschland	628 078	462 086	100,0	1,0

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. – Einwerbungen nach dem Sitz der ausführenden Stelle. – Für die Ermittlung des Standortquotienten wird als Bezugsgröße das gesamte Forschungspersonal (Summe aus Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) verwendet. Der Quotient ergibt sich aus dem Verhältnis Fördermittelsumme dividiert durch das gesamte Forschungspersonal (Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) für die betreffende Region geteilt durch die die entsprechende Relation für das Bundesgebiet.

Von den fünf NRW-Verdichtungsräumen weisen Aachen und das Ruhrgebiet die höchsten Mitteleinwerbungen auf (vgl. **Tabelle 4.18**). Weit überdurchschnittliche Mitteleinwerbungen bezogen auf das Forschungspersonal zeigen sich vornehmlich in den kleineren Regionen wie Aachen, Dresden und Saarbrücken. Von den größeren Ballungsräumen schaffen es einzig Berlin und München überdurchschnittliche Mitteleinwerbungen zu erzielen. Das positive Abschneiden Berlins geht dabei in starkem Maße auf Einwerbungen öffentlicher Forschungseinrichtungen zurück. Zwar sind mit der *Siemens AG* und *Evotec Technologies* auch namhafte Unternehmen auf vorderen Plätzen der Mitteleinwerbung zu finden, deren eingeworbene Summen sind aber deutlich niedriger im Vergleich zu den öffentlichen Forschungseinrichtungen. In München ist das Muster dagegen völlig anders: Mit der *Infinion AG*, der *Siltronic AG* und der *Siemens AG* zählen vor allem Unternehmen zu den führenden Einwerbern

Tabelle 4.18

**Bundförderung im Bereich Mikrotechnologie nach Verdichtungsräumen**

Verdichtungsraum	Förder- summe in Tsd. € 2001-2006	Förder- summe in Tsd. € 1995-2000	Anteil an der Fördersumme in % 2001-2006	Standort- quotient 2001-2006
Aachen	22 174	10 772	3,5	1,9
Berlin	80 585	53 926	12,8	1,7
Bielefeld	2 210	1 468	0,4	0,4
Bremen	5 956	8 454	0,9	0,9
Chemnitz	8 706	15 599	1,4	1,3
Dresden	49 413	35 289	7,9	3,7
Düsseldorf-Wuppertal	2 496	1 996	0,4	0,1
Erlangen-Fürth-Nürnberg	17 373	11 932	2,8	1,0
Hamburg	18 026	6 784	2,9	0,8
Hannover	7 141	5 733	1,1	0,8
Karlsruhe	12 603	7 524	2,0	1,0
Köln-Bonn	9 293	4 747	1,5	0,3
Leipzig	2 143	2 454	0,3	0,4
München	95 474	76 508	15,2	1,4
Rhein-Main	26 200	18 597	4,2	0,6
Rhein-Neckar	9 321	6 649	1,5	0,3
Ruhrgebiet	20 056	27 209	3,2	0,9
Saarbrücken	7 479	1 621	1,2	2,3
Stuttgart	28 274	25 626	4,5	0,5
sonst. Kreise	203 156	139 197	32,3	1,0
Deutschland	628 078	462 086	100,0	1,0

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen.

**Tabelle 4.19** weist die Top-5%-Kreise aus. Hierunter sind mit Aachen und Dortmund zwei Städte aus NRW vertreten. Die Analyse der führenden Einwerber in Dresden ist deckungsgleich mit dem Muster für München: Es sind vornehmlich die großen Unternehmen der Elektronikbranche bzw. Halbleiterindustrie, die in den Genuss der Fördermittel kommen. In Dresden sind dies – in absteigender Reihenfolge der eingeworbenen Summen – Qimonda, Infineon und AMD. Der niedrige Anteil Nordrhein-Westfalens an den Bundesfördermitteln für die Mikrotechnologie resultiert wohl zu einem großen Teil aus der zu geringen Zahl an Großunternehmen der genannten Industrien. Mit Boehringer microparts und ELMOS in Dortmund verfügt NRW über deutlich kleinere Unternehmen als die südlichen Bundesländer. Vorsicht ist also geboten, auf eine allgemeine Schwäche des Standorts NRW in der Mikrotechnologie zu schließen. Der mangelnde Besatz an Großunternehmen ist historisch bedingt und kann – wenn überhaupt – allenfalls mittel- und langfristig verändert werden. Viel entscheidender ist es, ob die gegebene Unternehmens- und Hochschulinfrastruktur in der Lage ist, Mitteleinwerbungen vorzuweisen. Dies ist in der Tat der Fall.

Tabelle 4.19

**Bundsförderung im Bereich Mikrotechnologie – Top 5% Kreise**

Name	Förder- summe in Tsd. € 2001-2006	Förder- summe in Tsd. € 1995-2000	Anteil an der Fördersumme in % 2001-2006	Standort- quotient 2001-2006
München, Landeshauptstadt	75 199	60 222	12,0	1,5
Berlin, Stadt	64 772	42 633	10,3	1,7
Dresden, Stadt	48 070	32 307	7,7	6,1
München, Landkreis	17 540	13 806	2,8	3,1
Rostock, Hansestadt	17 165	1 379	2,7	10,3
Aachen, Stadt	15 521	8 872	2,5	1,9
Hamburg, Freie u. Hansestadt	15 321	6 077	2,4	0,9
Potsdam-Mittelmark, Landkreis	13 918	8 696	2,2	16,0
Dortmund, Stadt	12 394	8 159	2,0	4,8
Stuttgart, Landeshauptstadt	12 177	12 906	1,9	0,4
Ostalbkreis	12 116	459	1,9	7,2
Jena, Stadt	11 926	18 067	1,9	3,8
Frankfurt am Main, Stadt	11 746	5 263	1,9	0,9
Mainz, Stadt	11 548	5 821	1,8	3,1
Erlangen, Stadt	11 294	6 770	1,8	1,1
Heilbronn, Stadt	10 005	6 557	1,6	8,1
Ludwigsburg, Landkreis	9 351	5 658	1,5	2,5
Karlsruhe, Stadt	9 045	5 131	1,4	2,0
Ulm, Universitätsstadt	8 514	11 393	1,4	1,4
Freiburg im Breisgau, Stadt	8 101	3 831	1,3	2,3
Erfurt, Stadt	7 277	2 471	1,2	10,3
Region Hannover	7 141	5 733	1,1	0,9

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen.

Was Aachen anbelangt, waren hier im Unternehmenssektor hinsichtlich der Einwerbung von Fördermitteln im Technologiebereich Mikrotechnologie *Philips* und *AIXTRON* am erfolgreichsten. Die RWTH Aachen war mit über 40% an den gesamten NRW-Mikrotechnologie-Mitteleinwerbungen im Hochschulsektor beteiligt.

Von den Forschungseinrichtungen erhielten je zwei Fraunhofer- und Helmholtz-Institute Fördermittel. In Dortmund waren die *Boehringer microParts GmbH* und die *Elmos Semiconductor AG* am erfolgreichsten bei der Einwerbung von Fördermitteln, bedacht wurden ferner die *Gesellschaft für Gerätebau*, die *HL Plenartechnik GmbH*, die *Uhde GmbH*, die *E.T.R.* und die *Bartels Mikrotechnik GmbH*. Für die ausgewiesenen Kompetenzen in Dortmund spricht auch, dass die Universität Dortmund 12% der auf den Hochschulsektor NRWs entfallenden Fördermittel eingeworben hat.

Die starke Präsenz und Breite des Unternehmenssektors bei den Mitteleinwerbungen sowie die großen Abstände zu anderen NRW-Kreisen (vgl. **Tabelle 4.20**) lässt den Schluss zu, dass es sich bei den Städten Aachen und

Dortmund um Leuchttürme NRWs im Bereich Mikrotechnologie mit wirtschaftlicher Bedeutung handelt. Es sind eben nicht nur Forschungseinrichtungen, die für die hohen Mitteleinwerbungen verantwortlich sind.

Tabelle 4.20

**Bundesförderung im Bereich Mikrotechnologie – NRW Kreise**

Name	Förder- summe in Tsd. € 2001-2006	Förder- summe in Tsd. € 1995-2000	Anteil an der Fördersumme in % 2001-2006	Standort- quotient 2001-2006
Aachen, Stadt	15 521	8 872	2,5	1,9
Dortmund, Stadt	12 394	8 159	2,0	4,8
Düren, Kreis	5 591	1 637	0,9	3,2
Siegen-Wittgenstein, Kreis	3 759	205	0,6	3,4
Bonn, Stadt	2 866	1 716	0,5	0,8
Rhein-Sieg-Kreis	2 832	221	0,5	1,4
Paderborn, Kreis	2 284	3 261	0,4	1,0
Essen, Stadt	1 793	595	0,3	0,3
Bielefeld, Stadt	1 790	1 064	0,3	1,1
Köln, Stadt	1 758	562	0,3	0,2
Duisburg, Stadt	1 685	9 343	0,3	0,8
Bochum, Stadt	1 576	3 295	0,3	0,6
Düsseldorf, Stadt	1 198	187	0,2	0,2
Leverkusen, Stadt	863	2 075	0,1	0,1
Ennepe-Ruhr-Kreis	846	95	0,1	0,4
Aachen, Kreis	842	196	0,1	0,9
Märkischer Kreis	693	28	0,1	0,3
Recklinghausen, Kreis	517	335	0,1	0,3
Erftkreis	500	74	0,1	0,3
Oberbergischer Kreis	474		0,1	0,4
Soest, Kreis	460	219	0,1	0,2
Warendorf, Kreis	458	68	0,1	0,5
Mülheim an der Ruhr, Stadt	399	821	0,1	0,5
Münster, Stadt	316	2 172	0,1	0,1
Steinfurt, Kreis	310	686	0,0	0,4
Viersen, Kreis	287	141	0,0	0,4
Unna, Kreis	282		0,0	0,5
Oberhausen, Stadt	263	2	0,0	0,3
Minden-Lübbecke, Kreis	241	1	0,0	0,2
Heinsberg, Kreis	220	67	0,0	0,3
Mettmann, Kreis	219	208	0,0	0,1
Gütersloh, Kreis	179	350	0,0	0,1
Wesel, Kreis	157	3 019	0,0	0,2
Gelsenkirchen, Stadt	90		0,0	0,2
Hagen, Stadt	55	1 486	0,0	0,1
Krefeld, Stadt	35	661	0,0	0,0
Wuppertal, Stadt	34	395	0,0	0,0
Solingen, Stadt	28	252	0,0	0,0

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen.

Bei den Mitteleinwerbungen in den übrigen Kreisen NRW ergibt sich ein gemischtes Bild hinsichtlich der Präsenz des Unternehmenssektors. In Düren ist es vor allem das Forschungszentrum Jülich (hierauf entfielen alleine 45% der Mittel für die außeruniversitären Forschungseinrichtungen in NRW). In Siegen-Wittgenstein sind es sowohl Unternehmen (*PMD Technologies* und *Micro Mechatronics Technologies*) als auch die Universität Siegen. Ein ähnliches Muster wie in Siegen zeigt sich auch in Paderborn. Neben einigen Mikrotechnologie-Unternehmen und der Universität Paderborn ist vor allem das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM; Außenstelle Paderborn) zu nennen. Dieses Institut warb zudem in Berlin (Hauptsitz) und München (Außenstelle) erhebliche Mittel ein.

### 4.3 Nanotechnologie

#### 4.3.1 Einsatzgebiete und Potenziale

Die Nanotechnologie wird gemeinhin als eine der zukunftssträchtesten Technologiebereiche überhaupt angesehen. Nanotechnologisch basierte Werkstoffe, Verfahren oder Produkte betreffen dabei verschiedenste Branchen und Produktionsbereiche. Um diese Vielfalt zu dokumentieren, werden im Folgenden einige nanotechnologiespezifische Forschungs- und Entwicklungsbereiche aufgeführt (vgl. iku 2005: 4f.):

- *Chemisch-sensitive Analytik*: Verbesserung der Sensoreigenschaften und Analyseinstrumente.
- *Elektronik und Optoelektronik*: Chip-Produktion, Herstellung verbesserter Speichermedien, Quanteneffekte für die Herstellung neuartiger Transistoren, neuartige Halbleiter-Lichtquellen (Dioden und Laser).
- *Optik*: Ultrapräzisionsbearbeitung optischer Komponenten, Lithografie zur Herstellung immer kleinerer elektronischer Bauelemente, optische Bauelemente mit Funktionsflächen für Datenprojektoren, Kameras, Brillengläser, Scanner.
- *Biotechnologie und Medizin*: Einsatz von Nanopartikeln in der Tumorbekämpfung, nanostrukturierte und funktionalisierte Oberflächen und Membranen, verbesserte Diagnose und zielgerichteter Einsatz von Wirkstoffen.
- *Materialwissenschaften*: ultradünne Nanoschichten, Nanokristalle, Nanostrukturen für mikroelektronische Bauteile, Brennstoffzellen, kratz feste Oberflächen, wasser- und schmutzabweisende Oberflächen, Anti-reflexeigenschaften, photoaktive Strahlung.



Aufgrund ihres Querschnittcharakters können mit der Nanotechnologie künftig erhebliche Produktions- und Wachstumspotenziale verbunden sein. Die Schätzungen der Marktpotenziale gehen allerdings weit auseinander. Sie reichen z.B. bezogen auf das Jahr 2005 von 66 Mrd. US-\$ bis 225 Mrd. US-\$ (vgl. Hartmann 2006: 14).<sup>46</sup> Die jährliche Wachstumsrate wird auf über 10% geschätzt (vgl. Erber 2007: 395). Nach einer Studie des US-Marktforschungsinstituts LuxResearch könnten bis Mitte des kommenden Jahrzehnts Produkte, die auf nanotechnologischen Verfahren basieren, bis zu 15% der globalen Warenproduktion umfassen (vgl. iku 2005: 5f.). Im Folgenden sind einige Nanotech-Produkte aufgeführt, die künftig Bedeutung erlangen könnten (vgl. iku 2005: 8f.):

- *Automobilindustrie*: intelligente Systeme, die auf Fahrverhalten und Umweltreize reagieren, Spiegel und Scheiben, die sich auf äußere Bedingungen einstellen, verbesserte Haftung von Reifen auf unterschiedlichen Straßenbelägen, schaltbare Farbwechsel des Lacks, kratzfeste Kunststoffe in der Innenverkleidung.
- *Maschinen und Anlagenbau*: neue Fertigungs- und Anlagentechniken, verbesserte Maschinen und Anlagen durch funktionale Schichten, verbesserte Messtechnik und Sensorik.
- *Energietechnik*: neue Energiespeicher wie Brennstoffzellen, hocheffiziente Solarzellen und neuartige Materialien, die Wärme in elektrischen Strom umwandeln.
- *Medizin*: Diagnose- und Therapieansätze bei Krebs und Diabetes, Nanopartikel als Kontrastmittel, zur lokalen Zerstörung des Gewebes (z.B. Tumoren) und als Wirkstofftransporter, Bio-Chips für die medizinische Diagnostik.
- *Information und Kommunikation*: Multifunktionale Geräte in kleinen Formaten, dreidimensionale holographische Darstellungen, Geräte, die eine Online-Diagnostik mit automatischer Alarmierung zulassen.
- *Optik*: Beleuchtungstechniken auf Basis optoelektronischer Komponenten (z.B. großflächige Leuchtdioden), nanometergenau gefertigte

---

<sup>46</sup> Vgl. hierzu auch VDI-TZ ZTC (2004: 37); BMBF (2004); die unterschiedlichen Größenordnungen der Potenzialschätzungen rühren u.a. daher, dass die Nanotechnologie die Eigenschaften von „enabling technologies“ besitzt, d.h. sie beeinflusst auch andere Technologien und führt hier zu neuen Produkten mit neuartigen Funktionen (vgl. Fleischer/Grunwald 2005: 139ff.), die kaum abschätzbar sind.

optische Linsen in beliebiger Geometrie (z.B. für Datenprojektionsgeräte, in der Lithographie und Medizintechnik).

Für die Förderung der Nanotechnologie mit öffentlichen FuE-Mitteln werden seit Mitte der 1990er Jahre pro Jahr durchschnittlich mehr als 200 Mill. € an öffentlichen Mitteln aufgebracht, zuletzt waren es sogar mehr als 300 Mill. €. <sup>47</sup> Damit liegt Deutschland hinter den USA und Japan weltweit betrachtet auf dem dritten Platz; Gleiches gilt im Übrigen für die Patentanmeldungen, während sich Deutschland bei den nanotechnologischen Publikationen zurzeit hinter China auf Platz 4 befindet (vgl. Erber 2007: 395). Die Zahlen belegen nachdrücklich, dass dem Zukunftstechnologiefeld Nanotechnologie in Deutschland eine sehr hohe Priorität eingeräumt wird.

Die Nanotechnologie hat ähnlich wie die Mikrotechnologie für die Halbleiterindustrie Bedeutung (integrierte Schaltkreise), ferner im IKT-Bereich (z.B. Quantencomputer), im molekularmedizinischen Bereich (z.B. Entwicklung von Medikamenten) und vor allem auch in der Oberflächenphysik (z.B. „Lotuseffekt“). Es gibt heute bereits verschiedenste Produkte auf nanotechnologischer Basis, die häufig auch unmittelbar den Endkonsumenten betreffen. Hierzu zählen u.a. Farben, Lacke, Schuhsprays, Kosmetika, Sonnenschutzcremes, energieeffiziente Taschenlampen, kratzfeste Brillengläser, wasser- und schmutzabweisende Textilien oder Beschichtungen von Häuseraußenwänden. Die Anwendungsgebiete der Nanotechnologie sind somit äußerst vielfältig. Entsprechend groß dürfte – bei aller Unsicherheit, was die Verlässlichkeit von Potenzialschätzungen anbelangt – das wirtschaftliche Potenzial dieser Technologie tatsächlich sein bzw. werden.

Einer Studie des VDI Technologiezentrums zufolge hängen derzeit in Deutschland rund 150 Tsd. Arbeitsplätze direkt oder indirekt von der Nanotechnologie ab (vgl. VDI-TZ ZTC 2004). Das macht deutlich, dass Deutschland in diesem aussichtsreichen Wachstumsmarkt schon recht gut positioniert ist. Allerdings sollte man hinsichtlich der Beurteilung der wirtschaftlichen Auswirkungen der Nanotechnologie grundsätzlich bedenken, dass mit Hilfe nanotechnologischer Verfahren zum Teil lediglich die zuvor mit Hilfe herkömmlicher Verfahren erstellten Produkte substituiert werden. Die tatsächlichen wirtschaftlichen Auswirkungen sind vor diesem Hintergrund naturgemäß deutlich geringer als dies die geschätzten Marktvolumina möglicherweise suggerieren mögen.

---

<sup>47</sup> Die jüngste Förderinitiative des BMBF kommt in der so genannten „Nano-Initiative – Aktionsplan 2010“ zum Ausdruck (vgl. BMBF 2006b).

### 4.3.2 Beschäftigte in Nanotech-KMU

Einen Überblick über die Akteure im Nanotechnologiebereich in Deutschland liefert die *nano-map*.<sup>48</sup> Demnach befassen sich derzeit bereits mehr als eintausend Einrichtungen mit der Entwicklung, Anwendung und dem Vertrieb nanotechnologischer Produkte, darunter knapp 650 Unternehmen, wovon wiederum 125 Großunternehmen sind (vgl. **Table 4.21**). Nanotechnologische Forschung bzw. eine auf solchen Verfahren basierte Produktion wird demnach bereits von einer Vielzahl etablierter Großunternehmen getragen. Darauf deutet nicht alleine hin, dass mehr als ein Fünftel der deutschen Nanotechnologieunternehmen Großunternehmen sind – was für eine relativ junge Technologie wie der Nanotechnologie eher untypisch ist –, sondern auch der relativ geringe Anteil der aufgewendeten FuE-Mittel für Risikokapital. So entfallen z.B. weltweit nur rund 2% der FuE-Mittel im Bereich Nanotechnologie auf Risikokapitalgeber (vgl. NZZ 2006: 24). Daraus ist zu schließen, dass das Gründungsgeschehen für das Technologiefeld Nanotechnologie eine geringere Rolle spielt als dies bei neuen Technologien häufig vermutet wird und teilweise auch der Fall ist (vgl. z.B. die Biotechnologie).

Die Unternehmen machen mehr als 60% der gesamten Nanotech-Einrichtungen in Deutschland aus. Rund ein Viertel der Einrichtungen entfällt auf die Forschung (Hochschulinstiute und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen), je etwa fünf Prozent auf Netzwerke, öffentliche Einrichtungen und Finanzinstitutionen. Betrachtet man sich die entsprechenden Relationen für NRW, fallen einige Abweichungen sowohl zum Bundesdurchschnitt als auch gegenüber den süddeutschen Bundesländern ins Auge, die sich auf zwei Kernaspekte verdichten lassen: Im Bereich Forschung weist Nordrhein-Westfalen gewisse Stärken auf. So ist mehr als jedes vierte nanotechnologische Hochschulinstiute in Nordrhein-Westfalen beheimatet. Zwar sind die außeruniversitären Forschungseinrichtungen deutlich unterrepräsentiert, von den Netzwerken ist aber wiederum fast ein Viertel in NRW angesiedelt. Im Unternehmensbereich weist NRW allerdings unterdurchschnittliche Werte auf, insbesondere was KMU anbelangt.

---

<sup>48</sup> Die *nano-map* ist eine vom VDI Technologiezentrum mit Fördermitteln des BMBF betriebene Internetplattform, die sich auf den Technologiebereich Nanotechnologie bezieht (vgl. <http://www.nano-map.de>).

Tabelle 4.21

**Einrichtungen im Bereich Nanotechnologie im Bundesländervergleich**

Einrichtung	BW	Bay	Ber	Bra	Bre	HH	He	M-V	Ns	NRW	R-P	Saa	Sac	S-A	S-H	Th	Insg.
	Anzahl																
Netzwerke	5	9	2	0	0	5	4	0	4	11	2	2	3	0	1	0	48
Forschungseinrichtungen	17	6	6	5	2	2	2	2	7	13	3	3	18	2	2	4	94
Hochschulinstiute	13	18	4	2	4	5	14	2	17	44	3	3	22	1	4	6	162
KMU	62	73	37	4	10	11	69	9	20	81	18	20	56	14	19	18	521
Großunternehmen	15	30	2	0	0	4	20	0	9	23	5	3	8	0	1	5	125
Öffentliche Einrichtungen	3	5	6	1	2	1	6	1	4	10	1	1	3	1	2	1	48
Finanzinstitutionen	9	18	5	1	2	9	4	0	0	12	1	1	4	1	0	1	68
Insgesamt	124	159	62	13	20	37	119	14	61	194	33	33	114	19	29	35	1066
	Einrichtungen insgesamt = 100																
Netzwerke	10	19	4	0	0	10	8	0	8	23	4	4	6	0	2	0	100
Forschungseinrichtungen	18	6	6	5	2	2	2	2	7	14	3	3	19	2	2	4	100
Hochschulinstiute	8	11	2	1	2	3	9	1	10	27	2	2	14	1	2	4	100
KMU	12	14	7	1	2	2	13	2	4	16	3	4	11	3	4	3	100
Großunternehmen	12	24	2	0	0	3	16	0	7	18	4	2	6	0	1	4	100
Öffentliche Einrichtungen	6	10	13	2	4	2	13	2	8	21	2	2	6	2	4	2	100
Finanzinstitutionen	13	26	7	1	3	13	6	0	0	18	1	1	6	1	0	1	100
Insgesamt	12	15	6	1	2	3	11	1	6	18	3	3	11	2	3	3	100
Zum Vergleich:																	
Bevölkerungsanteil	13	15	4	3	1	2	7	2	10	22	5	1	5	3	3	3	100
BIP-Anteil	15	18	4	2	1	4	8	1	9	22	4	1	4	2	3	2	100
SV-Beschäftigtenanteil	14	16	4	3	1	3	8	2	9	21	4	1	5	3	3	3	100
	Einzelne Bundesländer insgesamt = 100																
Netzwerke	4	6	3	0	0	14	3	0	7	6	6	6	3	0	3	0	5
Forschungseinrichtungen	14	4	10	38	10	5	2	14	11	7	9	9	16	11	7	11	9
Hochschulinstiute	10	11	6	15	20	14	12	14	28	23	9	9	19	5	14	17	15
KMU	50	46	60	31	50	30	58	64	33	42	55	61	49	74	66	51	49
Großunternehmen	12	19	3	0	0	11	17	0	15	12	15	9	7	0	3	14	12
Öffentliche Einrichtungen	2	3	10	8	10	3	5	7	7	5	3	3	5	7	3	5	5
Finanzinstitutionen	7	11	8	8	10	24	3	0	0	6	3	3	4	5	0	3	6
Insgesamt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Quelle: nano-map (<http://www.nano-map.de>, Internetabruf vom 10. Juli 2007), eigene Berechnungen.

Daraus kann abgeleitet werden, dass sich die zu vermutende Forschungsstärke NRWs im Nanotechnologie-Hochschulbereich bislang offenbar noch nicht in einer entsprechenden Ansiedlung von Unternehmen in diesem zukunftsträchtigen Technologiefeld niedergeschlagen hat. Kritisch anzumerken ist ferner, dass der Anteil Nordrhein-Westfalens an den nanotechnologischen Einrichtungen in Deutschland deutlich hinter dem Bevölkerungs-, BIP- und SV-Beschäftigtenanteil des Landes zurückbleibt. Es muss allerdings zur Relativierung dieser Zahlen zweierlei angemerkt werden: Zum einen trifft die für NRW diagnostizierte Unterrepräsentanz der Zahl der Nanotech-Einrichtungen ebenso – wenn auch in abgeschwächter Form – für Bayern und Baden-Württemberg zu. Zum anderen ist zu bedenken, dass es

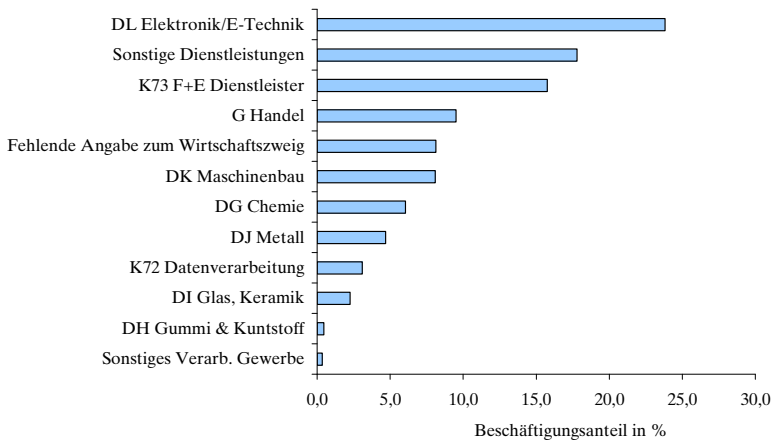
hier lediglich um die absolute Zahl von Einrichtungen geht, was zunächst wenig über deren tatsächliche Bedeutung aussagt.

Um weitere Erkenntnisse im Hinblick auf die bereits realisierte wirtschaftliche Nutzung der Nanotechnologie gewinnen zu können, werden im Folgenden die Ergebnisse einer Auswertung von im Nanotechnologiebereich agierenden KMU vorgestellt. Dabei wurden die Unternehmen zugrunde gelegt, die im Rahmen der bereits beschriebenen „*nano-map*“ als diesem Technologiebereich zuzuordnende KMU aufgeführt werden. Diese Unternehmen wurden mit den Unternehmensdaten der Amadeus-Datenbank verknüpft, um auf diesem Wege einige weitere Informationen wie z.B. die Zahl der Beschäftigten, die Wirtschaftszweigezugehörigkeit oder das Gründungsdatum der Unternehmen gewinnen zu können.

Im Hinblick auf die Interpretation der nach diesem Unternehmenskonzept berechneten Beschäftigungsdaten ist allerdings zum einen zu bedenken, dass nicht bekannt ist, in welchem Umfang die entsprechenden Unternehmen tatsächlich nanotechnologisch basierte Produkte herstellen. Zum anderen werden hier bewusst nur die KMU (bis 250 Beschäftigte) betrachtet und nicht die GU. Zwar ist davon auszugehen, dass Letztere bezüglich Nanotech-Produkten insgesamt größere Umsatzvolumina als die Gruppe der KMU verzeichnen, bei den Großunternehmen ist es aber noch sehr viel schwieriger, den auf die Nanotechnologie entfallenden Produktionsanteil zu bestimmen, sodass die Einbeziehung dieser Unternehmensgruppe zu erheblichen und nicht mehr interpretierbaren Verzerrungen führen würde. Vor diesem Hintergrund haben die folgenden Ergebnisse somit eher exemplarischen Charakter, die nicht als Indikator für das tatsächliche Beschäftigungsvolumen der Nanotechnologie herangezogen werden können.

**Schaubild 4.1** weist aus, in welchen Wirtschaftszweigen die Nanotech-KMU angesiedelt sind. Am bedeutendsten ist erwartungsgemäß der Wirtschaftszweig Elektronik/Elektrotechnik, auf den nahezu ein Viertel der Beschäftigten entfällt. Auf das Verarbeitende Gewerbe entfallen darüber hinaus weitere 22% der Beschäftigten (8% auf den Maschinenbau, 6% auf die Chemie, 5% auf die Metallverarbeitung und 3% auf das sonstige Verarbeitende Gewerbe). 45% der Beschäftigten verteilen sich wiederum auf die Dienstleistungsbereiche, davon jeder dritte Beschäftigte auf FuE-Dienstleister. Die KMU von 8% der Beschäftigten ließen sich keinem Wirtschaftszweig zuordnen.

Schaubild 4.1

**Beschäftigung in KMU der Nanotechnologie nach Wirtschaftszweigen**

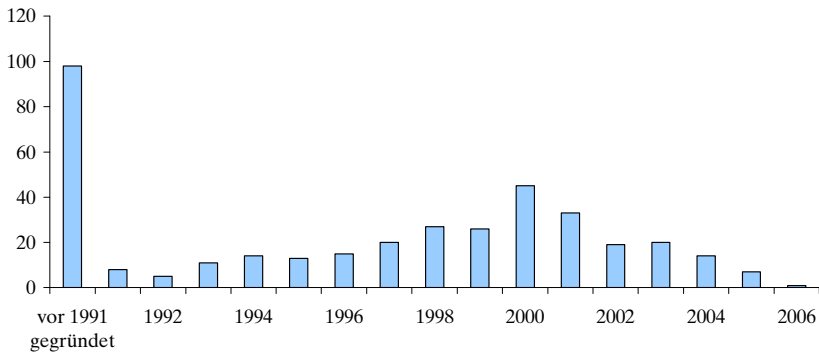
Quelle: *nano-map*, Amadeus-Datenbank, eigene Berechnungen. – Die Abkürzungen vor den jeweiligen Branchen entsprechen den Kapiteln der WZ-Systematik.

Dem **Schaubild 4.2** ist zu entnehmen, in welchem Jahr die Nanotech-KMU gegründet wurden. Fast einhundert der Unternehmen, die heute als KMU dem Technologiebereich Nanotechnologie zugeordnet werden, wurden bereits vor Beginn der 1990er Jahre gegründet. Hierbei dürfte es sich überwiegend um Technologieunternehmen handeln, die zuvor ggf. eine andere Ausrichtung hatten und sich schließlich im Zuge der zunehmend aufkommenden Nanotechnologie dann hierauf spezialisierten. Ansonsten ist zu erkennen, dass sich die Zahl der jährlichen Gründungen im Nanotech-Bereich seit Beginn der 1990er Jahre kontinuierlich erhöhte. Der vorläufige Höhepunkt wurde im Jahr 2000 erreicht. Danach ebte die Zahl der Gründungen ab, vermutlich u.a. bedingt durch den Zusammenbruch der *new economy*, den damit verbundenen zurückgehenden VC-Zugang und die sich verlangsamende wirtschaftliche Entwicklung.

Die Tatsache, dass hier für die beiden letzten Jahre sehr niedrige Gründungszahlen ausgewiesen werden, dürfte vermutlich damit zusammenhängen, dass entsprechende Nanotech-Gründungen noch nicht als solche erkannt und dementsprechend auch noch nicht in die *nano-map* aufgenommen worden sind. Dies ist damit zu erklären, dass als Abgrenzungskriterien u.a. Selbsteinschätzungen der Unternehmen oder die Teilnahme an Förderprogrammen herangezogen werden (vgl. VDI-TZ/ZENIT/NeMa 2004). Unternehmen, die erst in den Jahren 2005 oder 2006 gegründet wurden, dürften vermutlich noch nicht an Unternehmensbefragungen teilgenommen

oder erfolgreich Fördermittel eingeworben haben. Insofern werden die Nanotech-Unternehmen vielfach nicht sofort als solche in dem hier beschriebenen Sinne erkannt. Die Gründungszahlen am aktuellen Rand vermitteln somit kein reelles Bild.

Schaubild 4.2

**Anzahl KMU der Nanotechnologie nach dem Gründungsjahr der Unternehmen**

Quelle: *nano-map*, Amadeus-Datenbank, eigene Berechnungen.

Tabelle 4.22

**Beschäftigte in KMU der Nanotechnologie**

Angaben für das Jahr 2005

	Zahl der Beschäftigten in den Nanotech-KMU	Anteil an den Nanotech-Beschäftigten in %	Anteil an den SV-Beschäftigten in %
Baden-Württemberg	1 106	11,3	14,2
Bayern	1 503	15,4	16,3
Berlin	494	5,1	3,9
Brandenburg	31	0,3	2,7
Bremen	189	1,9	1,0
Hamburg	162	1,7	2,8
Hessen	1 329	13,6	8,0
Mecklenburg-Vorpommern	221	2,3	1,9
Niedersachsen	807	8,2	8,8
Nordrhein-Westfalen	1 536	15,7	21,2
Rheinland-Pfalz	187	1,9	4,4
Saarland	192	2,0	1,3
Sachsen	1 137	11,6	5,1
Sachsen-Anhalt	72	0,7	2,8
Schleswig-Holstein	534	5,5	2,9
Thüringen	282	2,9	2,7
Deutschland	9 782	100,0	100,0

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen.

In den KMU, die als Nanotech-Unternehmen klassifiziert wurden, waren im Jahr 2005 bundesweit knapp 10 Tsd. Mitarbeiter beschäftigt (vgl. **Tabelle 4.22**). Gut 1 500 davon entfielen auf nordrhein-westfälische Unternehmen. Damit hat sich leider bestätigt, dass NRW nicht nur beim Unternehmens-, sondern auch beim Beschäftigungsanteil im Bereich Nanotechnologie unterproportionale Werte aufweist. Trotz der oben angeführten Einschränkungen, was die Authentizität dieser Beschäftigtenzahlen anbelangt, stellt dieser Befund dennoch ein weiteres Indiz dafür dar, dass die Ausgangslage Nordrhein-Westfalens, was die Positionierung in dem sehr aussichtsreichen Technologiebereich Nanotechnologie anbelangt, insgesamt gesehen eher ungünstig ist.

Tabelle 4.23

**Beschäftigte in KMU der Nanotechnologie nach Verdichtungsräumen**

2005

Verdichtungsraum	Zahl der Nano-Beschäftigten	Anteil an den Nano-Beschäftigten in %	Anteil an den SV-Beschäftigten in %	Standortquotient
Aachen	174	1,8	1,1	1,6
Berlin	525	5,4	5,6	1,0
Bielefeld	4	0,0	2,0	0,0
Bremen	354	3,6	1,6	2,2
Chemnitz	315	3,2	1,1	2,9
Dresden	402	4,1	1,3	3,1
Düsseldorf-Wuppertal	323	3,3	4,9	0,7
Erlangen-Fürth-Nürnberg	18	0,2	1,9	0,1
Hamburg	513	5,2	4,1	1,3
Hannover	442	4,5	1,8	2,5
Karlsruhe	202	2,1	1,4	1,4
Köln-Bonn	270	2,8	4,1	0,7
Leipzig	246	2,5	1,3	2,0
München	755	7,7	4,1	1,9
Rhein-Main	619	6,3	5,4	1,2
Rhein-Neckar	265	2,7	2,3	1,2
Ruhrgebiet	429	4,4	5,6	0,8
Saarbrücken	192	2,0	1,3	1,5
Stuttgart	70	0,7	3,9	0,2
sonst. Kreise	4 187	42,8	45,0	1,0
Deutschland	9 782	100,0	100,0	1,0

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen.

**Tabelle 4.23** beinhaltet die Verteilung der Beschäftigten in den Nanotech-KMU nach Verdichtungsräumen. Von den nordrhein-westfälischen Verdichtungsräumen kann alleine Aachen einen Anteil an den Nanotech-Beschäftigten aufweisen, der den Anteil an den SV-Beschäftigten übersteigt. Auch der Standortquotient ist mit 1,6 beachtlich und wird nur von sechs anderen Verdichtungsräumen übertroffen. Den höchsten Standort-



quotienten aller Verdichtungsräume verzeichnet Dresden. Dresden verfügt zudem über die günstigste Relation zwischen dem Nanotech- und dem SV-Beschäftigtenanteil. Dortmund ist übrigens der einzige Kreis in Nordrhein-Westfalen, der sich unter den Top-5-%-Kreisen Deutschlands platzieren konnte.

Tabelle 4.24

**Beschäftigte in KMU der Nanotechnologie in den Kreisen NRWs 2005**

Name	Zahl der Nano-Beschäftigten	Anteil an den Nano-Beschäftigten in %	Anteil an den SV-Beschäftigten in %	Standortquotient
Dortmund	205	13,7	3,4	2,9
Düsseldorf	147	9,8	6,0	1,2
Rheinisch-Bergischer Kreis	137	9,2	1,1	5,9
Warendorf	125	8,4	1,4	4,5
Aachen	115	7,7	1,9	4,5
Krefeld	82	5,5	1,5	2,7
Soest	81	5,4	1,6	2,4
Neuss	75	5,0	2,2	1,7
Münster	72	4,8	2,3	1,6
Oberhausen	67	4,5	1,0	3,2
Köln	66	4,4	7,8	0,4
Wesel	64	4,3	2,0	1,6
Aachen, Kreis	58	3,9	1,2	1,5
Bonn	38	2,5	2,6	0,7
Bottrop	30	2,0	0,6	2,8
Rhein-Sieg-Kreis	25	1,7	2,2	0,6
Duisburg	24	1,6	2,7	0,4
Recklinghausen	20	1,3	2,5	0,4
Siegen	20	1,3	1,7	0,6
Wuppertal	10	0,7	2,0	0,2
Gelsenkirchen	9	0,6	1,3	0,3
Viersen	8	0,5	1,4	0,3
Essen	6	0,4	3,6	0,1
Leverkusen	4	0,3	1,1	0,2
Ennepe-Ruhr-Kreis	4	0,3	1,7	0,1
Bielefeld	2	0,1	2,2	0,0
Kleve	1	0,1	1,3	0,0
Heinsberg	1	0,1	0,9	0,1
Bochum	0	0,0	2,2	0,0
Borken	0	0,0	1,9	0,0
Mettmann	0	0,0	2,9	0,0

Quelle: *nano-map*, Amadeus-Datenbank, eigene Berechnungen.

Auch unter allen Kreisen NRWs weist Dortmund mit fast 14% den höchsten Anteil an den Beschäftigten der nordrhein-westfälischen Nanotech-KMUs auf (vgl. **Tabelle 4.24**). Dies ist im Übrigen als eine Bestätigung für den sehr engen, oftmals fließenden Zusammenhang zwischen der Mikro-

und Nanotechnologie zu deuten, da ja Dortmund auch ein herausragender Standort im Bereich Mikrosystemtechnik ist. Den höchsten Standortquotienten weist – nach dem Rheinisch-Bergischen Kreis und zusammen mit Warendorf – allerdings die Stadt Aachen auf.

#### 4.3.3 Patentanmeldungen

In **Table 4.25** sind die Patentanmeldungen im Bereich Nanotechnologie ausgewiesen. Bei der zugrundeliegenden Abgrenzung handelt es sich um die Klassifizierung des Europäischen Patentamts. Unter dem Synonym „Y01N“ wurden verschiedene Patentklassen der Europäischen Patentklassifikation ECLA als relevant für Nanotechnologie-Erfindungen deklariert.

Auf Basis dieser Abgrenzung konnten insgesamt 1 065 Nanotech-Patentanmeldungen identifiziert werden. Allein 34,3% entfallen auf Erfinder aus Bayern. Mit großem Abstand folgen Baden-Württemberg und NRW auf den folgenden Plätzen. Die Abstände fallen noch größer aus, wenn die für regionale Vergleiche übliche Patentrelation zugrunde gelegt wird. Mit einem Wert von 7,9 Patentanmeldungen je eine Million Einwohner erreicht NRW nur etwa ein Viertel des Wertes von Bayern. Auch in Baden-Württemberg ist die Patentrelation mit 16,1 etwa doppelt so hoch wie in NRW.

Bei Zugrundelegung des Forschungspersonals als Bezugsbasis würde NRW einen Standortquotienten in Höhe von 0,8 erzielen. Dieser besagt, dass für das gegebene allgemeine Forschungspersonal in NRW weniger, nämlich genau genommen 80% der Patentanmeldungen des Bundesdurchschnitts erreicht werden. Einen unterdurchschnittlichen Wert in identischer Höhe erzielt auch Baden-Württembergs. Allerdings bleibt der Unterschied zu Bayern weiterhin beträchtlich. Mit einem Standortquotienten von 1,7 weist Bayern eine 70% höhere Zahl an Patentanmeldungen bezogen auf das Forschungspersonal auf als der Bundesdurchschnitt. Nur ein Teil des Unterschieds zwischen NRW und Bayern folgt demnach aus der geringen Dichte mit dem allgemein vorhandenen Forschungspersonal.

Positiv stimmt immerhin, dass sich in NRW die Zahl der Nanotech-Patentanmeldungen gegenüber dem Zeitraum 1995-2000 um 37% erhöht hat. In Bayern und Baden-Württemberg nahm die Zahl der Patentanmeldungen dagegen nicht zu. Die positive Entwicklung in NRW lässt auf einen weiteren Aufholprozess von NRW gegenüber Bayern in den nächsten Jahren hoffen.

Tabelle 4.25

**Patentanmeldungen im Bereich Nanotechnologie**

Gewichtete Anzahl 2001-2006 nach Anmeldejahr und Erfindersitz

Bundesland	Anzahl der Patentanmeldungen	Anteil der Region in %	Anzahl 2001-2006 bezogen auf Anzahl 1995-2000	Standortquotient <sup>1</sup>
Baden-Württemberg	173	16,3	1,01	0,8
Bayern	365	34,3	1,00	1,7
Berlin	66	6,2	0,87	1,0
Brandenburg	18	1,7	1,64	1,1
Bremen	3	0,3	1,28	0,2
Hamburg	7	0,6	0,44	0,2
Hessen	97	9,2	0,72	1,1
Mecklenburg-Vorpommern	6	0,5	2,86	0,6
Niedersachsen	44	4,1	1,02	0,6
Nordrhein-Westfalen	142	13,4	1,37	0,8
Rheinland-Pfalz	29	2,8	0,66	0,7
Saarland	14	1,3	1,76	2,5
Sachsen	57	5,3	2,77	1,1
Sachsen-Anhalt	7	0,7	1,47	0,4
Schleswig-Holstein	9	0,8	1,41	0,5
Thüringen	27	2,5	1,29	1,3
Deutschland	1 065	100,0	1,01	0,8

Quelle: Europäisches Patentamt, eigene Berechnungen. - <sup>1</sup>Für die Ermittlung des Standortquotienten wird als Bezugsgröße das gesamte Forschungspersonal (Summe aus Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) verwendet. Der Quotient ergibt sich aus dem Verhältnis Patentanmeldungen dividiert durch das gesamte Forschungspersonal (Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) für die betreffende Region geteilt durch die die entsprechende Relation für das Bundesgebiet.

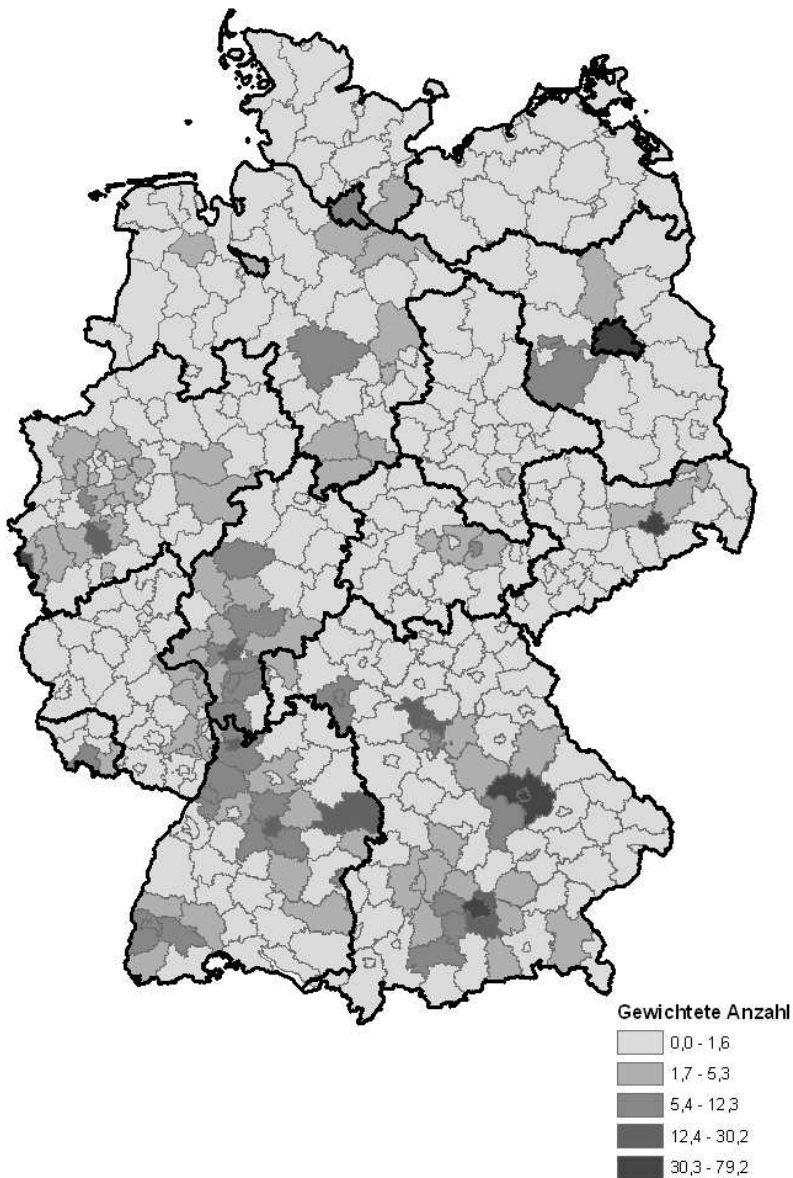
Die weitergehende regionalisierte Betrachtung (vgl. **Karte 4.10**) zeigt auf, unter den zehn Kreisen mit der höchsten Zahl an Patentanmeldungen allein fünf aus Bayern sind. Die Stadt Aachen liegt mit einer Anzahl 43,3 Patentanmeldungen hinter der Stadt München (79,1), Berlin (66,4), dem Landkreis Regensburg (55,7), der Stadt Dresden (45,7) und der Stadt Regensburg (45,0) auf dem sechsten Platz. Landkreis fällt zudem ins Auge, dass die Stadt Dresden sich in der höchsten Klasse hinsichtlich der Zahl der Patentanmeldungen befindet.

Auf der nächst höheren regionalen Aggregationsebene, den Verdichtungsräumen, liegt der Verdichtungsraum Aachen mit 46,5 Patentanmeldungen pro eine Million Einwohner zwar knapp hinter Dresden (48,0) und München (52,3) aber noch vor Erlangen-Fürth-Nürnberg (44,3). Das Muster ist im Wesentlichen recht ähnlich zur Auswertung der Beschäftigtenzahlen für Nanotechnologieunternehmen der *nano-map*.

Karte 4.10

**EPA-Patentanmeldungen im Bereich Nanotechnologie**

Gewichtete Anzahl nach Anmeldejahr und Erfindersitz; 2001-2006



Quelle: Europäisches Patentamt, eigene Berechnungen.

Bevor wir der Frage nachgehen, ob sich diese Übereinstimmung regionaler Muster wirtschaftlicher und technologischer Potenziale durch die Ergebnisse der Fördermitteleinwerbung weiter erhärten lässt, wollen wir uns exemplarisch anhand der Nanotechnologie mit der Problematik der Wertigkeit von Patenten kursorisch auseinandersetzen.

*Exkurs: Wertigkeit von Nano-Patenten und Erfindernetzwerke*

Die Zahl der Patentanmeldungen ist naturgemäß ein unvollständiger Indikator, da sich die Wertigkeit der Patentanmeldungen erheblich unterscheiden kann. Eine Reihe von Studien beschäftigt sich daher mit der Frage, wie die Wertigkeit einer Patentanmeldung gemessen werden kann und schlagen diesbezüglich verschiedene Wege vor. So könnte explizit nach der kommerziellen Nutzung von Patenten oder aber der eigenen Wertschätzung von Patenten gefragt werden (vgl. PatVal-EU 2005 für ein diesbezügliches Vorgehen). Eine andere Möglichkeit besteht in der Konstruktion geeigneter Indikatoren basierend auf den vorhandenen Angaben bei Abgabe einer Patentanmeldung. Lanjouw und Schankerman (2004) konstruieren einen Wertigkeits-Index, in welchem die Zitationshäufigkeit (Zitation anderer Patente bzw. von anderen Patenten), die Zahl der an einer Patentanmeldung beteiligten Institutionen und die Zahl der in einer Patentanmeldung angegebenen Patentklassen eingehen.

Mit Blick auf die Beurteilung der Einbindung in Erfindernetzwerke ist die Zahl der Patentanmelder eine relevante Größe. Je höher die Zahl der Patentanmelder ist, so die Ausgangsvermutung, je größer ist die Wahrscheinlichkeit für jeden beteiligten Erfinder, Zugang zum institutsexternen Wissen zu erhalten. Aus dem Blickwinkel der Absorption externen Wissens betrachtet wäre ein hoher Anteil kooperativer Anmeldungen demnach von Vorteil.

Tabelle 4.26

**Kenngrößen der Wertigkeit von EPA-Patentanmeldungen in der Nanotechnologie**

Nach dem Jahr der Anmeldung beim EPA und Erfindersitz; Anteile in %

Bundesland	KOOP (2001-2006)	KOOP (1995-2000)	FOREIGN (2001-2006)	FOREIGN (1995-2000)
BW	8,1	7,7	13,6	11,5
BAY	7,7	4,2	10,1	6,2
NRW	30,0	4,6	10,7	8,7

Quelle: EPO, eigene Berechnungen. – KOOP: Anteil der gewichteten Patentanmeldungen mit Beteiligung von zwei oder mehr Patentanmeldern an allen gewichteten Patentanmeldungen mit deutscher Erfinderbeteiligung. – FOREIGN: Anteil der gewichteten Patentanmeldungen mit Beteiligung eines Erfinders aus dem Ausland an allen gewichteten Patentanmeldungen mit deutscher Erfinderbeteiligung. – BW: Baden-Württemberg, BAY: Bayern, NRW: Nordrhein-Westfalen.

Exemplarisch für die Nanotechnologie wurde ein solcher Indikator, abgekürzt mit *KOOP*, konstruiert (vgl. **Tabelle 4.26**). Bei Zugrundelegung der gewichteten Patentanmeldungen mit Beteiligung eines Erfinders aus NRW im Zeitraum von 2001 bis 2006, würden 30% auf kooperative Patentanmeldungen zurückgehen. Dies ist deutlich mehr im Vergleich zu Patentanmeldungen von Erfindern aus Bayern (7,7%) und Baden-Württemberg (8,1%). Natürlich wären vertiefende Analysen notwendig, um Unterschiede in der Art und Weise der Kooperation bei der Erfindungstätigkeit stärker zu beleuchten, welche die deutlichen Anteilsunterschiede erklären können. Der zentrale Punkt ist jedoch, dass sich der starke Rückstand NRW in der Anzahl der Patentanmeldungen etwas relativieren würde, wenn zusätzlich die qualitative Dimension der Patentanmeldetätigkeit berücksichtigt wird.

In der vorhergehenden Periode (1995-2000) lag NRW in etwa gleichauf mit Bayern. Besonders bemerkenswert ist hier die Korrelation zwischen der Zunahme des Anteils kooperativer Patentanmeldungen in NRW und der generellen Zunahme der Patentanmeldungen. Ein kausaler Zusammenhang ist durchaus denkbar, wenn auch nicht explizit belegbar.

In der beschriebenen Art und Weise können eine Reihe verschiedener Indikatoren definiert werden, die Aufschluss über die qualitative Dimension geben. Von Interesse ist beispielsweise auch die Einbindung in internationale Erfindernetzwerke (Spalten *FOREIGN* in *Tabelle 4.26*). Im Zeitraum von 2001 bis 2006 ist an knapp jeder neunten Patentanmeldung aus NRW ein Erfinder mit Wohnsitz aus dem Ausland beteiligt. Der Anteil Bayerns liegt knapp darunter und derjenige Baden-Württembergs knapp 3%-Punkte darüber. Gegenüber der Periode zuvor zeigen sich in allen drei Bundesländern Anteilssteigerungen, die grundsätzlich auf eine zunehmende Internationalisierung der Erfindernetzwerke hindeuten. Die Unterschiede zwischen den Bundesländern sind zusammengenommen eher gering. Für NRW lässt sich schlussfolgern, dass keineswegs ein Rückstand aber auch kein Vorsprung bezüglich der Einbettung in internationale Erfindernetzwerke zu konstatieren ist.

Die kursorische Diskussion soll andeuten, dass die Analyse der Anzahl der Patentanmeldungen allenfalls einen ersten Startpunkt zur Beurteilung der Erfindungstätigkeit darstellen kann. Die Analyse der Wertigkeit von Patentanmeldungen sowie die Reichweite der Erfindernetzwerke können eine Reihe vertiefender Einblicke in die Erfindungstätigkeit und ihre regionalen Muster geben.

## 4.3.4 Akquise öffentlicher Fördermittel

In punkto Bundesförderung wird häufig auf das hohe Engagement im Vergleich zu den USA, Japan bzw. anderen Ländern der EU verwiesen (vgl. BMBF 2006b: 13). Zwischen 2001 und 2006 nahmen die Fördermittel stetig von 240 Mill. € bis auf 330 Mill. € zu. Zusätzliche Impulse sollen mit der „Nano-Initiative – Aktionsplan 2010“ gegeben werden, die im Rahmen der Hightech-Strategie des Bundes gestartet wurde. Zentrales Merkmal dieses Programms ist die Fokussierung auf Leitinnovationen (*NanoMobil*, *NanoLux*, *Nanobiotechnologie*, *NanoforLife*).

Tabelle 4.27

**Bundesförderung im Bereich Nanotechnologie nach Bundesländern**

	Förder- summe in Tsd. € 2001-2006	Förder- summe in Tsd. € 1995-2000	Anteil an der Förder- summe in % 2001-2006	Standort- quotient 2001-2006
Baden-Württemberg	197 925	183 335	15,2	0,7
Bayern	172 262	172 338	13,2	0,7
Berlin	93 027	115 801	7,2	1,2
Brandenburg	15 514	9 048	1,2	0,8
Bremen	6 432	8 410	0,5	0,5
Hamburg	15 528	17 210	1,2	0,4
Hessen	72 154	64 903	5,5	0,7
Mecklenburg-Vorpommern	28 426	33 122	2,2	2,6
Niedersachsen	57 298	54 046	4,4	0,6
Nordrhein-Westfalen	167 443	155 671	12,9	0,8
Rheinland-Pfalz	44 226	34 480	3,4	0,9
Saarland	46 656	37 683	3,6	6,9
Sachsen	281 146	227 830	21,6	4,5
Sachsen-Anhalt	8 383	5 728	0,6	0,4
Schleswig-Holstein	11 742	55 655	0,9	0,6
Thüringen	82 393	50 000	6,3	3,3
Deutschland	1 300 555	1 225 262	100,0	1,0

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen.

Im Gegensatz zur Mikrotechnologie ist kein deutlicher Abstand zwischen NRW und den südlichen Bundesländern festzustellen. Mit einem Volumen von 167 Mill. € liegt NRW nur knapp hinter Bayern (172 Mill. €; vgl. **Tabelle 4.27**). Bemerkenswerter Weise gehen die höchsten Mittelzuweisungen nach Sachsen, zudem besteht ein deutlicher Abstand zu den anderen Ländern. Eine starke Präsenz Sachsens zeigte sich bereits bei der Darstellung der Beschäftigung in den KMUs der *nano-map*. Da die *nano-map* im Wesentlichen auf Unternehmen basiert, die Fördermittel eingeworben haben, verwundert dies allerdings nicht. Sachsen war bereits in der Vorperiode das Land mit den höchsten Mitteleinwerbungen. Im Gegensatz zu den anderen

führenden Ländern konnte es deutlich höhere absolute Zuwächse gegenüber der vergangenen Förderperiode erzielen.

Was die NRW-Großregionen anbelangt, ist die geförderte Nanotechnologie mit einem Anteil von fast 70% eher eine Domäne des Rheinlands. 16,7% gehen ins Ruhrgebiet und 13,6% nach Westfalen. In der Mikrotechnologie konnte das Ruhrgebiet mit dem Standort Dortmund dagegen stärker punkten.

Für die nordrhein-westfälischen Verdichtungsräume zeigt sich das bereits bei den beiden anderen Technologiebereichen beobachtete Bild, dass Aachen einen deutlich höheren Anteil an den Fördermitteln erzielt als die übrigen NRW-Verdichtungsräume (vgl. **Tabelle 4.28**). Der Standortquotient zeigt wiederum eine deutlich überdurchschnittliche Einwerbung an. Gleiches gilt im Übrigen auch für Dresden, Leipzig und Saarbrücken.

Tabelle 4.28

**Bundesförderung im Bereich Nanotechnologie nach Verdichtungsräumen**

Verdichtungsraum	Förder- summe in Tsd. € 2001-2006	Förder- summe in Tsd. € 1995-2000	Anteil an der Fördersumme in % 2001-2006	Standort- quotient 2001-2006
Aachen	67 152	60 295	5,2	2,8
Berlin	107 973	122 702	8,3	1,1
Bielefeld	5 137	1 451	0,4	0,4
Bremen	6 520	8 410	0,5	0,5
Chemnitz	8 680	7 915	0,7	0,6
Dresden	247 000	199 307	19,0	9,0
Düsseldorf-Wuppertal	26 549	35 609	2,0	0,5
Erlangen-Fürth-Nürnberg	30 292	62 474	2,3	0,8
Hamburg	19 377	19 550	1,5	0,4
Hannover	21 995	22 011	1,7	1,2
Karlsruhe	16 793	12 485	1,3	0,7
Köln-Bonn	23 552	23 323	1,8	0,4
Leipzig	24 047	18 746	1,8	2,1
München	67 539	63 963	5,2	0,5
Rhein-Main	52 113	48 437	4,0	0,6
Rhein-Neckar	22 275	21 250	1,7	0,4
Ruhrgebiet	27 943	24 943	2,1	0,6
Saarbrücken	46 656	37 683	3,6	6,9
Stuttgart	57 690	72 926	4,4	0,5
sonst. Kreise	421 271	361 780	32,4	1,0
Deutschland	1 300 554	1225 262	100,0	1,0

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen.

Unter den Top-5%-Kreisen befinden sich mit Aachen, Düsseldorf und Düren auch drei NRW-Kreise (vgl. **Tabelle 4.29**). Die Stadt Aachen rangiert auf dem vierten Platz aller Kreise gemessen an der absoluten Höhe der



eingeworbenen Mittel. Sie liegt damit noch vor München und Stuttgart. Für alle drei NRW-Kreise zeigen sich höhere Mitteleinwerbungen bezogen auf das gesamte Forschungspersonal und im Vergleich zum Bundesdurchschnitt. Wie schon in der Mikrotechnologie waren es in Aachen wiederum *Philips* und *AIXTRON*, die erhebliche Mittel vereinnahmen konnten. Hinzukommen weitere wie z.B. das *Ford-Forschungszentrum*, *CEROBEAR* und *Thyssen Lasertechnik*. Bei den öffentlichen Forschungseinrichtungen sind alle relevanten Einrichtungen Aachens vertreten (RWTH, Fraunhofer Institut für Lasertechnik und das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie). Düsseldorf betreffend sind vor allem Henkel, das VDI Technologiezentrum, die Heinrich-Heine-Universität und das Max-Planck-Institut für Eisenforschung für die Mitteleinwerbung verantwortlich gewesen. Diese Einwerber zeigten sich auch bereits bei den Neuen Werkstoffen. Der Kreis Düren profitierte insbesondere von erheblichen Mitteleinwerbungen durch das Forschungszentrum Jülich.

Tabelle 4.29

**Bundsförderung im Bereich Nanotechnologie – Top 5% Kreise**

Name	Förder- summe in Tsd. € 2001-2006	Förder- summe in Tsd. € 1995-2000	Anteil an der Fördersumme in % 2001-2006	Standort- quotient 2001-2006
Dresden, Stadt	246 790	197 613	19,0	15,1
Berlin, Stadt	93 027	115 801	7,2	1,2
Jena, Stadt	66 329	36 646	5,1	10,3
Aachen, Stadt	49 926	45 718	3,8	2,9
München, Landeshauptstadt	48 221	50 570	3,7	0,5
Stadtverband Saarbrücken	44 908	37 098	3,5	11,2
Ostalbkreis	41 921	13 617	3,2	12,1
Stuttgart, Landeshauptstadt	40 303	48 015	3,1	0,6
Regensburg, Stadt	30 821	3 263	2,4	6,2
Greifswald, Hansestadt	25 179	29 758	1,9	11,4
Leipzig, Stadt	23 481	18 133	1,8	3,5
Freiburg im Breisgau, Stadt	23 281	8 125	1,8	3,1
Region Hannover	21 995	22 011	1,7	1,3
Erlangen, Stadt	21 526	58 233	1,7	1,0
Darmstadt, Stadt	19 588	9 989	1,5	1,5
München, Landkreis	16 178	7 537	1,2	1,4
Düsseldorf, Stadt	16 128	17 792	1,2	1,4
Mainz, Stadt	15 673	10 906	1,2	2,1
Hamburg, Freie u. Hansestadt	15 528	17 210	1,2	0,4
Augsburg, Stadt	15 370	12 004	1,2	2,4
Düren, Kreis	15 200	11 448	1,2	4,3
Braunschweig, Stadt	14 442	11 991	1,1	2,0

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen.

Tabelle 4.30

**Bundförderung im Bereich Nanotechnologie – NRW Kreise**

Name	Fördersumme in Tsd. € 2001 bis 2006	Anteil an der Fördersumme in % 2001 bis 2006	Anteil an den SV- Beschäftigten in NRW in %, 2005	Standort- quotient 2001 bis 2006
Aachen, Stadt	49 926	29,8	1,9	22,5
Düsseldorf, Stadt	16 128	9,6	6,0	10,5
Düren, Kreis	15 200	9,1	1,2	33,0
Münster, Stadt	11 287	6,7	2,3	12,9
Bochum, Stadt	10 848	6,5	2,2	16,0
Köln, Stadt	6 401	3,8	7,8	2,7
Dortmund, Stadt	5 930	3,5	3,4	8,6
Erftkreis	4 360	2,6	2,0	10,2
Rheinisch-Bergischer Kreis	4 320	2,6	1,1	14,4
Bielefeld, Stadt	4 123	2,5	2,2	9,5
Duisburg, Stadt	3 935	2,3	2,7	7,3
Leverkusen, Stadt	3 914	2,3	1,1	1,8
Wuppertal, Stadt	3 717	2,2	2,0	4,1
Mettmann, Kreis	3 062	1,8	2,9	3,6
Bonn, Stadt	2 322	1,4	2,6	2,5
Aachen, Kreis	1 914	1,1	1,2	7,4
Rhein-Sieg-Kreis	1 876	1,1	2,2	3,4
Wesel, Kreis	1 663	1,0	2,0	7,8
Krefeld, Stadt	1 568	0,9	1,5	1,2
Hochsauerlandkreis	1 488	0,9	1,5	22,1
Recklinghausen, Kreis	1 479	0,9	2,5	3,5
Essen, Stadt	1 372	0,8	3,6	0,9
Soest, Kreis	1 244	0,7	1,6	2,2
Siegen-Wittgenstein, Kreis	1 158	0,7	1,7	3,9
Steinfurt, Kreis	1 053	0,6	2,1	4,9
Mülheim a. d. Ruhr, Stadt	952	0,6	0,9	4,0
Oberhausen, Stadt	798	0,5	1,0	3,7
Viersen, Kreis	690	0,4	1,4	3,2
Remscheid, Stadt	668	0,4	0,7	1,8
Herford, Kreis	519	0,3	1,5	2,8
Märkischer Kreis	496	0,3	2,6	0,7
Gelsenkirchen, Stadt	440	0,3	1,3	2,9
Ennepe-Ruhr-Kreis	370	0,2	1,7	0,7
Oberbergischer Kreis	359	0,2	1,5	1,1
Borken, Kreis	352	0,2	1,9	1,5
Lippe, Kreis	326	0,2	1,7	1,7
Höxter, Kreis	267	0,2	0,7	16,5
Paderborn, Kreis	192	0,1	1,7	0,3
Minden-Lübbecke, Kreis	169	0,1	1,9	0,5
Neuss, Kreis	163	0,1	2,2	0,3
Unna, Kreis	113	0,1	0,4	0,7
Heinsberg, Kreis	112	0,1	0,9	0,6
Warendorf, Kreis	68	0,0	1,4	0,3
Kleve, Kreis	57	0,0	1,3	1,1
Hagen, Stadt	44	0,0	1,2	0,2

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen.

Gemessen an der Fördermitteleinwerbung sticht Dresden deutlich hervor. Mit der *Qimonda Dresden*, *Infineon Technologies Dresden* und *AMD* sind wiederum Unternehmen zu finden, die sich auch durch Einwerbungen in der Mikrotechnologie auszeichnen. Im Gegensatz zur Mikrotechnologie

haben diverse Institute der TU Dresden sowie Fraunhofer- und Max-Planck-Instituten insbesondere die beiden Leibniz-Institute (Festkörper- und Werkstoffforschung sowie Polymerforschung) hohe Mitteleinwerbungen zu verzeichnen. Insgesamt zeichnet sich der Standort Dresden durch eine Zuspitzung der Einwerbungen auf wenige Akteure aus.

Die bereits beschriebenen Städte Aachen und Düsseldorf sowie der Kreis Düren vereinigen auf sich zusammen annähernd die Hälfte der auf NRW entfallenden Fördermittel im Bereich Nanotechnologie (vgl. **Tabelle 4.30**). Erwähnenswert sind ansonsten vor allem Münster (vgl. hierzu auch Bonnet 2006) und Bochum. Die Fördermitteleinwerbungen in Münster gehen zu vier Fünfteln an die Universität Münster einschließlich dem „Center for Nanotechnology“.

Die übrigen Mittel gehen an die Firma *ION-TOF Technologies*, einem Spin-off der Universität Münster im Jahr 1989. Die Kompetenzen der Nanotech-Akteure in Münster liegen in der Erforschung und Entwicklung von Rastersondervorfahren einschließlich nanoanalytischer Messmethoden. Die Akteure hatten im Jahr 1998 erfolgreich Mittel zum Aufbau des Kompetenznetzes Nanoanalytik eingeworben. Ein ähnliches Bild zeigt sich für Bochum: Mit der *DONCASTERS Precision Castings-Bochum GmbH* gibt es wiederum nur ein privatwirtschaftliches Unternehmen unter den Mitteleinwerbern. Dieses wirbt aber immerhin ein Viertel der gesamten Fördermittelsumme ein.

Die Ausführungen haben unterstrichen, dass es in NRW mit Münster und Bochum zwei weitere Standorte gibt, denen es gelungen ist, sich neben Aachen und Dortmund zu etablieren und erhebliche Mitteleinwerbungen in der Nanotechnologieförderung zu erzielen. Gleichwohl ist die Breite der Spitze in Aachen weitaus ausgeprägter. Die Mitteleinwerbungen in Münster und Bochum sind auf sehr wenige Akteure beschränkt, zumeist aus dem Hochschulbereich. Ansätze einer Clusterbildung sind hier zwar vorhanden, es mangelt aber immer noch an der kritischen Masse im Unternehmensbereich. Wie schon in der Mikrotechnologie so ist auch in der Nanotechnologie die Präsenz größerer Unternehmen ausschlaggebend für das erfolgreiche Abschneiden von Regionen. Allerdings lässt sich in der Nanotechnologie kein überragend besseres Abschneiden der südlichen Bundesländer ablesen. NRW liegt sogar nur knapp hinter Bayern hinsichtlich der absoluten Mitteleinwerbungen. Aufgrund der Präsenz umsatz- und forschungsstarker Unternehmen der Halbleiterindustrie, aber auch dem Vorhandensein großer öffentlicher Forschungseinrichtungen, schneidet Sachsen relativ gut bei der Fördermittelakquise im Zukunftsfeld Mikro- und Nanotechnologie ab.

Zwar kann von der Fördermittelpartizipation nicht prinzipiell auf die realisierten wirtschaftlichen Potenziale geschlossen werden, dennoch stellt dies

ein Indiz dafür dar, in welchem Ausmaß öffentliche FuE-Mittel in diesem Bereich akquiriert wurden, was als Indikation für die Zukunftsfähigkeit einer Region hinsichtlich der Nutzung dieser Technologie anzusehen ist. Natürlich weichen die realen wirtschaftlichen Verhältnisse mehr oder weniger davon ab, da Technologien schließlich auch importiert werden können. Grundsätzlich ist aber davon auszugehen, dass Standorte von einer neuen und innovativen Technologie, wie dies beispielsweise die Nanotechnologie darstellt, wirtschaftlich dann am stärksten profitieren dürften, wenn sie in diesem Zusammenhang auch in der Forschung führend sind.

#### 4.4 Das Technologiefeld im Lichte der Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“

Der von uns durchgeführten Befragung zu den „Forschungseinrichtungen NRW“ zufolge haben in Nordrhein-Westfalen insgesamt 64 Forschungseinrichtungen, unter ihnen fünf außeruniversitäre Einrichtungen, ihren Forschungsschwerpunkt nach eigenen Angaben im Technologiefeld Neue Werkstoffe, Mikro- und Nanotechnologie (vgl. **Tabelle 4.31**). Eine Detailanalyse der Einrichtungen lässt dabei in Bezug auf die regionale Verteilung keine nennenswerten Unterschiede hinsichtlich der Bedeutung universitärer und außeruniversitärer Forschungseinrichtungen erkennen. Die auf die Hochschulen beschränkte Betrachtung führt daher auch zu keinen nennenswert anderen Befunden als für alle öffentlichen Forschungseinrichtungen zusammen, auf die wir uns deshalb im Folgenden beziehen werden.

Tabelle 4.31

##### **Auswertbare Fragebögen der NWSt/Mikro/NanoTech-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Außeruniversitäre Forschungseinrichtung	2	2	1
Universität/Fachhochschule	21	25	13
Summe	23	27	14

Quelle: RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.

Anhand der ausgewiesenen Verteilung wird somit deutlich, dass sich in erster Linie universitäre Einrichtungen auf das hier zu besprechende Technologiefeld spezialisiert haben. Dies ist nicht weiter verwunderlich, da es natürlich weitaus mehr fachlich auf ein bestimmtes Feld ausgerichtete Hochschulinstiute als außeruniversitäre Forschungseinrichtungen gibt. Letztere sind zudem häufig weitaus größer und insofern auch breiter aufgestellt. Darüber hinaus sind die hier angesprochenen Technologien außerordentlich innovativ und zum Teil auch noch recht neu, sodass sich spezialisierte Hochschulinstiute rascher bilden konnten, als dies bislang in außeruniversitären Einrichtungen möglich war.

Interessant ist im Übrigen die regionale Verteilung: Das Ruhrgebiet, das ansonsten bei den Innovationsindikatoren häufig nicht sonderlich gut positioniert ist, verzeichnet annähernd doppelt so viele Nennungen wie beispielsweise Westfalen und sogar mehr als das Rheinland. Daraus kann die Vermutung abgeleitet werden, dass das Ruhrgebiet gerade in diesen sehr zukunftssträchtigen Technologiebereichen im Hinblick auf die Forschungsinfrastruktur zumindest numerisch besser ausgestattet ist, als dies in anderen Technologiebereichen mitunter der Fall ist.

Ähnlich wie bei der Biotechnologie zeigt sich zwar auch im Technologiefeld Neue Werkstoffe, Mikro- und Nanotechnologie eine Dominanz der Grund- und Stiftungsmittel, die Bedeutung von Finanzierungsquellen der Wirtschaft ist hier jedoch insgesamt betrachtet etwas größer. Auf diese Finanzierungsquelle entfallen im Rheinland und im Ruhrgebiet etwa 18%, in Westfalen liegt der Anteil sogar bei 43% (vgl. **Tabelle 4.32**). In dem höheren Stellenwert der Finanzierung der Wirtschaft spiegelt sich die vergleichsweise größere Bedeutung von Projekten der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) wider. So ist z.B. in Westfalen etwas mehr als die Hälfte der Mitarbeiter in Institutionen tätig, die über solche Projekte verfügen. Im Rheinland sind es dagegen nur rund 5%.

Tabelle 4.32

**Finanzierungsquellen der NWSt/Mikro/NanoTech-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anteil in % am Gesamtbudget

	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Öffentliche Grundmittel	28,2	33,6	22,6
Stiftungsmittel	28,6	36,1	28,9
Drittmittel aus öffentlich geförderten Vorhaben mit Teilfinanzierung der Wirtschaft*	6,9	6,9	36,3
Drittmittel aus öffentlich geförderten Vorhaben ohne Teilfinanzierung der Wirtschaft*	24,4	11,1	4,8
Auftragsforschung für die Wirtschaft*	11,9	12,1	7,0
Lizenz Erlöse*	0,1	0,2	0,4
Gesamt	100,0	100,0	100,0

Quelle: RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006). – \*Finanzierungsquellen der Wirtschaft.

Eine weitere Besonderheit ist für Westfalen festzustellen: Wie schon bei der Betrachtung des Technologiefelds Biotechnologie realisieren westfälische Institutionen im NRW-Regionsvergleich relativ viele Projekte ohne Partner (vgl. **Tabelle 4.33**). Projekte werden hier vor allem weniger häufig mit Instituten anderer Hochschulen bearbeitet. In Bezug auf die Zusammenarbeit mit anderen Wissenschaftlern präferieren westfälische Institute die hausinterne Lösung, d.h. es werden Projekte häufiger in Kooperation mit Wissen-

schaftlern derselben Einrichtung bearbeitet. Institutionen im Rheinland gaben hingegen an, häufiger mit Unternehmen zu kooperieren. Da sich im Hinblick auf die Zusammenarbeit mit kleinen und mittleren Unternehmen im Wesentlichen keine Unterschiede ergeben, scheinen im Rheinland größere Unternehmen häufiger als Kooperationspartner in Betracht zu kommen als in anderen Teilregionen. Unabhängig von den Unterschieden im Detail haben aber alle Regionen die Gemeinsamkeit, häufiger mit der Wissenschaft zu kooperieren als mit der Wirtschaft.

Tabelle 4.33

**Häufigkeit der Zusammenarbeit mit externen Partnern der NWSI/Mikro/NanoTech-Forschungseinrichtungen in NRW**

Antwortkategorien: 1=sehr häufig ... 5=nie

	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Projekte werden ohne Partner bearbeitet	3	3+	2
<i>Wenn kooperiert wird, dann mit ...</i>			
anderen Abteilungen/Einrichtungen der selben Institution	2+	2	2
Abteilungen/Institute anderer Hochschulen	2	3	2-
Abteilungen/Institute anderer außeruniversitärer Einrichtungen	2	3+	3
Unternehmen	3+	3	3
darunter Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten	3	3	2

Quelle: RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006). Da es sich bei den Antwortkategorien um geordnete, ordinale Ausprägungen handelt, wurden nicht die berechneten durchschnittlichen Werte, sondern die sich daraus ergebenden „Noten“ angegeben (z.B. 1 = 1+; 1,1-1,3 = 1 usw.).

Tabelle 4.34

**Regionale Herkunft externe Partner von NWSt/Mikro/NanoTech-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anteile in %

Region	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
<i>Abteilungen/Institute anderer Hochschule</i>			
Ausland	18,6	19,9	28,6
Andere Bundesländer	11,6	13,3	23,6
NRW	9,3	9,3	3,6
<i>Abteilungen/Institute anderer außeruniversitärer Forschungseinrichtungen</i>			
Ausland	8,2	7,1	7,7
Andere Bundesländer	9,5	5,5	9,6
NRW	6,3	5,5	1,3
<i>Unternehmen<sup>1</sup></i>			
Ausland	14,9 (18,3)	7,5 (4,7)	3,1 (30,0)
Andere Bundesländer	11,5 (43,3)	16,3 (32,4)	12,9 (7,3)
NRW	10,2 (48,4)	15,5 (64,9)	9,6 (44,3)
Summe	100	100	100

Quelle: RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – <sup>1</sup>In Klammer: Anteil der Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten an den Unternehmen insgesamt.

Dieser grundsätzliche Befund wird bestätigt durch die Auswertung der Anteile einzelner Partner differenziert nach der Art der Einrichtung und deren Standort (vgl. **Tabelle 4.34**). Demnach ist der Anteil der externen Partner aus der Wissenschaft an allen externen Partnern in den drei Teilregionen jeweils deutlich höher als der Anteil der externen Partner aus der Wirtschaft. Auffällig sind die etwas höheren Anteile der Partner aus der Wirtschaft im Ruhrgebiet und in Westfalen.

Auf den ersten Blick mag hierin ein Widerspruch zu dem Befund bestehen, demzufolge die industrielle Gemeinschaftsforschung in Westfalen einen höheren Stellenwert als Finanzierungsquelle genießt. Bei dieser Form der Finanzierung handelt es sich jedoch um vorwettbewerbliche Forschungsaktivitäten, die mehrheitlich an öffentlichen Forschungseinrichtungen durchgeführt werden. Die Rolle der Wirtschaft beschränkt sich bei dieser Form der Forschung in der Regel auf die Initiierung und Begleitung der Forschungsaktivitäten in so genannten Projektbegleitenden Ausschüssen.

Die Einrichtungen im Ruhrgebiet zeichnen sich durch einen vergleichsweise höheren Anteil von Mitarbeitern aus, die als Gesellschafter einer Unternehmung tätig sind (vgl. **Tabelle 4.35**). Der geringe Anteil in Westfalen könnte eventuell aus dem Umstand resultieren, dass sich seit 1999 bereits zahlreiche Ausgründungen vollzogen haben. Damit geht einher, dass das Gründungspotenzial aus der Wissenschaft bereits stärker ausgeschöpft ist. Ebenso ist im Ruhrgebiet auch der Anteil der Mitarbeiter mit Forschungs-

aufenthalt und der Anteil der Gastwissenschaftler höher. Die ausgeprägtere Vernetzung eröffnet die Chance, stärkeren Zugang zu Kompetenzen anderer Partner zu erlangen. Dies könnte sich unter Umständen in einem höheren Forschungsoutput widerspiegeln.

Tabelle 4.35

**Vernetzung der Mitarbeiter der Mitarbeiter in NWS/Mikro/NanoTech-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl bezogen auf 100 wissenschaftliche Mitarbeiter (Durchschnitt der Jahre 2004 bis 2006)

	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
<i>Mitarbeiter, die ... sind</i>			
Gesellschafter einer Unternehmung	0,8	2,4	0,0
im Aufsichtsrat einer Unternehmung	0,4	0,3	0,0
im wissenschaftlichen Beirat einer FuE-Einrichtung	2,0	1,1	0,7
<i>Mitarbeiter mit Forschungsaufenthalten</i>			
Insgesamt	37,4	52,7	35,3
Im Ausland	31,5	34,1	23,1
<i>Gastwissenschaftler</i>			
Insgesamt	28,4	48,1	38,3
Aus dem Ausland	24,9	37,9	32,2

Quelle: RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006), Mehrfachnennungen möglich.

Auch die in **Tabelle 4.36** ausgewiesenen Befunde zeigen grundsätzlich in die Richtung einer solchen Wirkungskette. Das Ruhrgebiet weist demnach mehr Promotionen auf und hat gegenüber dem Rheinland eine höhere Zahl an referierten Veröffentlichungen vorzuweisen. In Westfalen liegt die Zahl an referierten Veröffentlichungen in etwa auf dem Niveau vom Ruhrgebiet. Hierzu sei allerdings angemerkt, dass das positive Abschneiden Westfalens durch die Dominanz von vorwiegend einer der antwortenden Einrichtungen bestimmt wird.

Tabelle 4.36

**Wissenschaftliche Arbeiten in den NWS/Mikro/NanoTech-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl bezogen auf 100 wissenschaftliche Mitarbeiter (Durchschnitt der Jahre 2004 bis 2006)

	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Promotionen	37,5	44,6	29,0
Habilitationen	2,3	2,5	2,5
<i>Veröffentlichungen in</i>			
Referierten Fachzeitschriften	284,6	344,6	340,7
Nicht-Referierten Fachzeitschriften	33,7	50,2	17,8
Sammelbänden/Handbüchern	23,5	22,3	6,7
Tagungsbänden	29,3	64,5	63,9
Monographien	7,4	6,4	2,9

Quelle: RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.



Üblicherweise wird ein Zielkonflikt zwischen Publikations- und Erfindungstätigkeit vermutet. Dies lässt sich auch anhand der Befragungsdaten belegen (vgl. **Tabelle 4.37**). Der geringeren Zahl an Veröffentlichungen im Rheinland steht eine höhere Zahl an Patentanmeldungen gegenüber. Die Forschungsaktivitäten der Institutionen aus dem Rheinland münden also häufiger in Erfindungen, die zum Patent angemeldet werden.

Tabelle 4.37

**Patentanmeldungen von NWSI/Mikro/NanoTech-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl bezogen auf durchschnittliche Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006)

	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Deutsches Patent- und Markenamt	9,6	8,1	6,0
Europäisches Patentamt	4,0	1,9	2,4
Sonstige	1,1	1,2	0,0

Quelle: RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006). Mehrfachnennungen möglich.

Von den 64 antwortenden Einrichtungen gaben 44 Einrichtungen an, Möglichkeiten der internen oder externen Beratung zu nutzen (vgl. **Tabelle 4.38**). Der Stellenwert der internen Beratung ist dabei etwas größer als derjenige der externen Beratung. Bei Fragestellungen zum Ergebnistransfer und zum Fundraising genießt die Beratung seitens der Forschungsvereinigungen der AiF eine ausgesprochen große Bedeutung. Hierin spiegelt sich zugleich wider, dass mehr Institute Geldmittel der IGF einwerben und damit zwangsläufig in Kontakt mit Forschungsvereinigungen stehen. Gerade bei Fragen zur Patentierung von Erfindungen werden häufig Service-Dienste der PROvendis in Anspruch genommen. Dieses Muster scheint sich technologiefeldübergreifend zu zeigen, denn auch bei der Biotechnologie zeigte sich ein solcher Befund.

Tabelle 4.38

**Inanspruchnahme von Service-Leistungen von NWS/Mikro/NanoTech-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anteile in %

	Ergebnis- transfer in die Wirt- schaft	Fund- raising	Existenz- gründung	Patentie- rung	Sonstiges
Interne Beratung (u.a. Technologietransferstelle)	27,0	21,8	20,3	43,5	14,1
IHK/HWK/RKW	2,7	0,2	14,1	0,0	2,0
FV der AIF	11,4	8,1	0,0	0,0	0,0
Sonstige	0,4	3,7	0,4	46,2	2,6

Quelle: RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Zahl der Beobachtungen mit gültigen Angaben: 44, Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006).

**4.5 Zwischenfazit**

Das Technologiefeld „Neue Werkstoffe, Mikro- und Nanotechnologie“ adressiert gleichermaßen innovative wie wirtschaftlich relevante Technologiebereiche. Dabei gibt es zwischen den einzelnen Technologiebereichen Überschneidungen: So sind Werkstoffe zwar für zahlreiche Wirtschaftszweige bzw. Produkte unverzichtbar, gerade die „Neuen“ Werkstoffe bedürfen definitionsgemäß für ihre Herstellung aber neuer, innovativer Verfahren. An dieser Stelle besteht somit eine Schnittmenge zur Mikro- und Nanotechnologie. Vor allem nanotechnologische Verfahren haben zuletzt – und werden das künftig vermutlich noch verstärkt tun – zur Entwicklung Neuer Werkstoffe maßgeblich beigetragen.

Die Mikro- und Nanotechnologie stehen ihrerseits in einem engen wechselseitigen Zusammenhang, denn definitorisch sind sie nur durch die Dimensionierung der Mikroebene voneinander unterscheidbar. Vereinfacht ausgedrückt handelt es sich bei der Nanotechnologie letztlich um nichts anderes als Mikrotechnologie, die aber in mindestens einer Dimension die Grenze von 100 Nanometern (das entspricht einem zehntausendstel Millimeter) unterschreitet. Da die Nanotechnologie damit nahezu bis auf die molekulare Ebene herab reicht, dürften die Möglichkeiten, Neue Werkstoffe oder neue Produktionsverfahren zu generieren, vielfältiger und damit auch die wirtschaftlichen Auswirkungen weitaus größer sein, als dies etwa bei der Anwendung der Mikrotechnologie der Fall ist, deren Einsatzschwerpunkt in stärkerem Maße auf die IT-Branche konzentriert ist. Schon heute sind – für jeden nutzbar – zahlreiche Produkte des täglichen Lebens nanotechnologisch basiert (Schuhsprays, Autolacke, wasserabweisende Farben, Kleidungsstücke usw.).

Insgesamt betrachtet dürfte das Technologiefeld somit also sowohl von hoher Innovativität als auch von potenziell ausgeprägten wirtschaftlichen Potenzialen gekennzeichnet sein. Da es sich jedoch ausnahmslos um Querschnittstechnologien handelt, die grundsätzlich immer nur gewisse Teile der Wertschöpfungskette betreffen und in den Unternehmen verschiedener Wirtschaftszweige, die aufgrund ihres Know-how dazu in der Lage sind, diese Technologien auch zu nutzen, meistens nur einen Teil von deren Produktion betreffen, sind Schätzungen möglicher Marktvolumina außerordentlich schwierig, wenn nicht gar unmöglich.

So schwanken beispielsweise die Schätzungen des derzeitigen weltweiten Marktvolumens erheblich. Letztendlich spielt es aber nicht die entscheidende Rolle, wie hoch das Marktpotenzial zurzeit bereits ist, entscheidend sind die möglichen Zukunftsperspektiven. Um diese künftig nutzen zu können, müssen heute bereits die Weichen dazu gestellt werden. In der Vergangenheit wurden in Deutschland leider zu häufig zukunftsfähige technologische Entwicklungen nicht hinreichend gefördert, wie z.B. bei den Informationstechnologien, oder dies sogar bewusst unterlassen, wie lange Zeit bezüglich der Biotechnologie. Vor diesem Hintergrund ist es begrüßenswert, dass bezogen auf das hier adressierte Technologiefeld die Förderung durch öffentliche FuE-Mittel sehr ausgeprägt ist. So fließen im weltweiten Maßstab betrachtet in die Förderung der Nanotechnologie in Deutschland nach den USA und Japan die meisten öffentlichen Fördermittel.

Wir haben deshalb in den Mittelpunkt unserer Analyse gestellt, in welche Regionen in Deutschland die Mittel der öffentlichen Förderung der Neuen Werkstoffe, der Mikrotechnologie und der Nanotechnologie tatsächlich fließen und inwieweit sich dies beispielsweise in Patentaktivitäten widerspiegelt. Letztendlich ist wohl davon auszugehen, dass die Regionen, die die meisten FuE-Mittel attrahieren und in der Folge eine entsprechend ausgewiesene Struktur von Forschungseinrichtungen, Technologieunternehmen und Patentaktivitäten etablieren kann, auf längere Sicht auch die größten wirtschaftlichen Perspektiven in den jeweiligen Technologiebereichen haben dürfte. Da die FuE-Fördermittel im Wettbewerb vergeben werden, spiegelt deren Verteilung letztlich die Wettbewerbsfähigkeit der einzelnen Regionen hinsichtlich der Einwerbung dieser Fördermittel wider. Insofern ist dies aus unserer Sicht ein Indikator, um daraus auf die längerfristige Wettbewerbsfähigkeit dieser Regionen in Bezug auf die Ausschöpfung wirtschaftlicher Potenziale in diesem Technologiefeld zu schließen.

Nach den Ergebnissen unserer Untersuchungen stellt sich die Ausgangssituation Nordrhein-Westfalens in dem hier adressierten Technologiefeld unterschiedlich dar. Während NRW bei einigen herkömmlichen Werkstoffen – wie etwa im Bereich der Metallurgie oder der organischen Chemie – bezüg-

lich der Produktion und der Zahl der Patentanmeldungen sehr gut positioniert ist, trifft dies für die *Neuen Werkstoffe* im engeren Sinne nicht im gleichen Maße zu. Gemessen an seinem Bevölkerungs-, BIP- oder SV-Beschäftigtenanteil (die Anteile liegen zwischen 21 und 23%) sind die Anteile an den Patentanmeldungen und den Bundesfördermitteln im Bereich der Neuen Werkstoffe – von Ausnahmen und zahlreichen guten Ansätzen einmal abgesehen – unterdurchschnittlich ausgeprägt. NRW weist bei den im Hinblick auf Neue Werkstoffe besonders relevanten Patentanmeldungen im Bereich Keramischer Werkstoffe und Verbundwerkstoffe im Vergleich zur Metallurgie und der organischen Chemie schwächere Werte auf und partizipiert an den Bundesfördermitteln für Neue Werkstoffe nur mit knapp 15%. Nordrhein-Westfalen wird demzufolge zwar zu Recht als ein führendes „Werkstoffland“ bezeichnet, damit sind aber nicht in erster Linie die Neuen Werkstoffe angesprochen, die vielfach ja als besonders zukunfts-trächtig angesehen werden. Lediglich Aachen erweist sich hier im bundesweiten Vergleich als ein herausragender Standort.

Der Befund für NRW im Bereich *Mikrotechnologie* ist divergent: Während auf NRW der Auswertung der Mitgliedsunternehmen des IVAM zufolge etwa die Hälfte der Mitarbeiter der in diesem Mikrotechnologie-Fachverband organisierten Unternehmen entfallen (annähernd ein Fünftel alleine auf Dortmund), konnte das Land im Zeitraum 2001 bis 2006 lediglich ein Zehntel der Fördermitteln des Bundes für diesen Bereich einwerben (dies entsprach damit weniger als der Hälfte des Bevölkerungs-, BIP- und SV-Beschäftigtenanteils). Letzteres überrascht insbesondere vor dem Hintergrund, dass NRW vor allem mit Dortmund, aber forschungsseitig auch Aachen über zwei ausgewiesene Standorte im Bereich Mikrotechnologie verfügt, die sich auch im bundesweiten Vergleich mit den diesbezüglich herausragenden Standorten wie etwa München oder Dresden messen lassen können. Offenkundig reicht die Strahlkraft dieser nordrhein-westfälischen „Leuchttürme“ bislang aber nicht aus, um auch in anderen Regionen des Landes dynamischere Entwicklungen anzustoßen, damit die Mikrotechnologie landesweit auf eine breitere Basis gestellt werden kann. Dortmund und Aachen werben alleine fast die Hälfte der auf NRW entfallenden Mikrotechnologie-Bundesfördermittel ein. So erfreulich die Beispiele Dortmund und Aachen auch sein mögen, bislang stellen sie offenbar zu sehr punktuell wirkende „Leuchttürme“ dar, denen es bislang noch an einer überzeugenden Breitenwirkung fehlt. Die Analyse der führenden Einwerber zeigt, dass es vornehmlich die großen Unternehmen der Elektronikbranche bzw. Halbleiterindustrie sind, die in den Genuss der Fördermittel kommen. Die geringe Einwerbungsquote hängt vermutlich damit zusammen, dass die Zahl an Großunternehmen im Bereich Mikrotechnologie vergleichsweise zu gering ist. Dies ist in erster Linie historisch bedingt und lässt sich allenfalls mittel- bis langfristig ändern.

Auch in dem aus wirtschaftlicher Sicht vermutlich aussichtsreichsten Technologiebereich *Nanotechnologie* hat NRW – trotz erheblicher Zuwächse in der Vergangenheit – einen großen Rückstand gegenüber Bayern: In NRW sind derzeit 18% der bundesweit agierenden Nanotechnologie-Einrichtungen beheimatet und 16% der Beschäftigten in Nanotech-KMU. Der Anteil an den Nanotech-Patenten liegt unserer Patentabfrage zufolge sogar nur bei 13%. In die Nanotechnologie fließen rund doppelt so viele Bundesfördermittel wie in die Mikrotechnologie und dreieinhalb Mal so viele wie in den Bereich Neue Werkstoffe. Der Anteil Nordrhein-Westfalens liegt aber auch hier bei nur knapp 13%. Wiederum ist in erster Linie Aachen im bundesweiten Vergleich herausragend, darüber hinaus noch der Kreis Düren, in dem u.a. das Forschungszentrum Jülich angesiedelt ist, sowie mit Abstrichen Düsseldorf. Aachen, Düren und Düsseldorf vereinigen auf sich annähernd die Hälfte der auf NRW entfallenden Nanotech-Fördermittel. Ein in der Nanotechnologie stark präserter Standort ist die Stadt Dresden. Hier kommen gleichermaßen innovative Unternehmen, ausgewiesene Institute der TU Dresden und verschiedene Leibniz-, Fraunhofer- und Max-Planck-Institute zusammen.

Die Frage, welche wirtschaftlichen Potenziale in dem hier zur Diskussion stehenden Technologiefeld bereits realisiert wurden bzw. künftig noch realisiert werden könnten, lässt sich angesichts des Querschnittscharakters dieser Technologien und der fehlenden statistischen Erfassung letztendlich zurzeit nicht seriös beantworten. Die größten Potenziale dürften aller Voraussicht nach aber im Bereich Nanotechnologie bestehen. Unseren eigenen Berechnungen zufolge sind in den Nanotech-KMU (Unternehmen bis 250 Beschäftigte) in Deutschland derzeit rund 10 Tsd. Personen beschäftigt. In einer Studie des VDI-Technologiezentrums wird davon ausgegangen, dass mindestens 20 Tsd. Beschäftigte direkt und bis zu 150 Tsd. direkt oder indirekt von der Nanotechnologie abhängen (vgl. VDI-TZ ZTC 2004: 222ff.). Die gleichen Autoren sehen das derzeitige von der Nanotechnologie beeinflusste weltweite Marktvolumen bei etwa 100 Mrd. € und erwarten ein exponentielles Wachstum (vgl. VDI-TZ ZTC 2004: III). Einer anderen Studie zufolge werden bis Mitte des kommenden Jahrzehnts 15% der globalen Warenproduktion auf nanotechnologischen Verfahren basieren (vgl. iku 2005: 5f.). Wie erwähnt, müssen derartige Potenzialschätzungen zwar mit Vorsicht betrachtet werden, da sie bestenfalls grobe Annäherungen darstellen können und wissenschaftlich-methodisch mitunter nicht unproblematisch. Dennoch steht wohl außer Frage, dass gerade die Nanotechnologie große wirtschaftliche Potenziale birgt. Was aber bedeutet das konkret für Wachstum und Beschäftigung?

Diesbezüglich sollte man nicht der Versuchung unterliegen, vermeintlich große Produktionspotenziale mit ebensolchen Wachstums- und Beschäfti-

gungseffekten gleichzusetzen, sondern eine von Nüchternheit getragene Betrachtung vorzunehmen. Nehmen wir als Beispiel einmal ein bekanntes Produkt, und zwar schmutz- und wasserabweisenden Schuhspray auf nanotechnologischer Basis. Gehen wir der Einfachheit halber einmal davon aus, dass nur noch derartige Schuhsprays verwendet werden. In die Schätzungen des Produktionspotenzials der Nanotechnologie ginge demnach das gesamte Volumen ein, das bislang für konventionelle Schuhsprays umgesetzt wurde. Allerdings fiel das bisherige Umsatzvolumen des konventionellen zugunsten des qualitativ besseren neuen Produkts weg, zudem mussten möglicherweise vor der Markteinführung der Nano-Schuhsprays erhebliche FuE-Aufwendungen aufgewendet werden, um dieses Produkt überhaupt erst einmal zu entwickeln, die sich durch spätere Mehrrumsätze oder eine qualitativ verbesserte Güterversorgung erst noch amortisieren müssen. Inwieweit hierdurch überhaupt ein Wachstums- oder Beschäftigungseffekt eintritt ist zunächst offen. Bei hohen Entwicklungskosten und einer vergleichsweise geringen qualitativen Verbesserung könnte eine volkswirtschaftliche Kosten-Nutzen-Analyse unter Umständen sogar negativ ausfallen.

Mit diesem Beispiel soll weder gegen eine Förderung der Nanotechnologie oder anderer aussichtsreicher Technologien argumentiert noch das große Potenzial dieser Zukunftstechnologien in Abrede gestellt werden. Wir plädieren aber dafür, die wirtschaftlichen Auswirkungen realistisch einzuschätzen. Gerade die Nanotechnologie wirkt sich aufgrund ihres Querschnittscharakters und ihrer „enabling“-Eigenschaft auch auf andere Technologien aus und führt hier mitunter zu völlig neuen Produkten mit neuartigen Eigenschaften (vgl. Fleischer/Grunwald 2005: 37ff.). Die volkswirtschaftlichen Effekte können dann ggf. ausgeprägter als in dem zuvor beschriebenen Beispiel sein. Dies gilt umso mehr, wenn es zudem gelingt, dann auch Teile des Weltmarkts zu bedienen. Gerade vor dem Hintergrund, dass auch die Technologiemarkte zunehmend global organisiert werden, ist es deshalb umso wichtiger, die zukunftssträchtigen Technologien zu fördern, da die daraus resultierenden Produkte ansonsten nicht in Deutschland, sondern anderswo produziert werden.

Die durchgeführte Befragung zu den „Forschungseinrichtungen NRW“ ergab, dass in Nordrhein-Westfalen insgesamt 64 Forschungseinrichtungen – darunter auch 5 außeruniversitäre Einrichtungen – ihren Forschungsschwerpunkt nach eigenen Angaben im Technologiefeld Neue Werkstoffe, Mikro- und Nanotechnologie sehen. Dabei verzeichnet das Ruhrgebiet überraschend viele Nennungen, und zwar doppelt so viele wie z.B. Westfalen und sogar mehr als das Rheinland. Der Anteil externer Partner aus der Wissenschaft ist dabei in den drei Teilregionen jeweils deutlich höher als der Anteil der externen Partner aus der Wirtschaft. Der üblicherweise vermutete *trade-off* zwischen der Publikations- und Erfindungstätigkeit lässt sich übrigens

auch anhand der Befragungsergebnisse belegen. So steht beispielsweise einer geringeren Zahl von Veröffentlichungen im Rheinland eine höhere Zahl von Patentanmeldungen gegenüber. Die Forschungsaktivitäten der Institutionen aus dem Rheinland münden demnach häufiger in Erfindungen, die zu einem Patent angemeldet werden.

Trotz der derzeit unterdurchschnittlichen Präsenz von NRW im Zukunftsfeld „Neue Werkstoffe, Mikro- und Nanotechnologie“ stehen die Chancen durchaus günstig, dass sich die Aktivitäten in diesem Zukunftsfeld in NRW weiter dynamisch entwickeln und womöglich der Rückstand zu Bayern weiter verkürzt werden kann. Hierfür sprechen nicht nur die jüngsten Entwicklungen der Patentanmeldezahlen sondern auch die Maßnahmen in der jüngeren Vergangenheit zur Stärkung der Forschungsaktivität.

Die Mikro- und Nanotechnologie ist insbesondere an der *RWTH Aachen* ein zentraler Forschungsbereich. Insgesamt sind 38 Professoren sowie die externen Forschungsinstitutionen „ACCESS – Materials and Processes“, AMO/AMICA (Gesellschaft für Angewandte Mikro- und Optoelektronik und Advanced Microelectronic Center Aachen) und das *Forschungszentrum Jülich* in die auch international anerkannten Aktivitäten eingebunden. In Kooperation zwischen RWTH und AMO wird zudem der NRW-Nanocluster für die Informationstechnik von Aachen aus betreut. Dabei wird auch eng mit den *Fraunhofer-Instituten für Lasertechnik (ILT)* und *für Produktionstechnik (IPT)* zusammengearbeitet. Der „NanoClub“ der RWTH Aachen unterstützt dabei die interdisziplinäre Forschung.

Zudem nimmt die Mikro- und Nanotechnologie an diversen Universitäten eine zentrale Rolle ein, auch wenn sich dies aktuell noch nicht in erheblichen Fördermitteleinwerbungen niederschlug. Die *Universität Bielefeld* hat Institute für Biophysics and Nanoscience (BINAS) gegründet und darin die Aktivitäten in den Bereichen Nanowissenschaften und Biophysik zusammengefasst. An der *Universität Bochum* wird derzeit mit Unterstützung durch das Land ein neues Institut für Werkstoffforschung und Werkstoffentwicklung gegründet. Namhafte Industrieunternehmen wie Bayer, Mannesmann, Bosch und ThyssenKrupp sowie auch die RWTH Aachen sind Kooperationspartner des „Interdisciplinary Centre for Advanced Material Simulation“ (ICAMS). Für die fünfjährige Aufbauphase ist ein Startkapital von 22,5 Mill. Euro vorgesehen. Die Vernetzung von Materialwissenschaften und Nanotechnologien stehen im Zentrum des Schwerpunktes Nanowissenschaften der *Universitäten Duisburg-Essen und Bochum*. Hieran arbeitet das Nanotechnologie-Netzwerk CeNIDE. Drei DFG-Sonderforschungsbereiche sowie ein Graduiertenkolleg unterstreichen die Bedeutung und Qualität der Arbeiten. Die *Universität Dortmund* baut mit dem Forschungsband Mikrotechnologien die Zusammenarbeit zwischen

Grundlagenforschung und industriellen Anwendungen weiter aus. Im Bereich Life Sciences befindet sich das Application Centre Dortmund Life Science ans NanoTech Informations Systems im Aufbau.

An der *Universität Münster* wird an der Verbindung zwischen Nanotechnologien und Biowissenschaften geforscht. Die Erschließung von Anwendungspotentialen für die Wirtschaft ist Aufgabe des „Centrum für Nanotechnologie“ (CeNTech), das mit maßgeblicher Unterstützung des Landes aufgebaut wurde. Eine weitere Kernkompetenz in Münster ist die Nanoanalytik. Die *Universität Paderborn* konzentriert sich auf die Schwerpunkte Photonik, Nano- und Mikrooptik sowie auf NanoMikro-Systemintegration. Im Bereich Photonik steht das neu gegründete „Center for Optoelectronics and Photonics Paderborn“ (CeOPP) im Mittelpunkt, im Bereich der Systemintegration der Ausbau des Forschungsschwerpunkts „Advanced System Engineering Center“ (ASEC) sowie die Errichtung eines Anwenderzentrums „System Integration and Design Center“ (SiDEC). In der „Initiative für innovative industrielle Systemintegration“ (InnoSys) wird in einem europaweit einmaligen Vorhaben erstmals das Thema Systemintegration systematisch analysiert und aufgebaut. Die Universität Paderborn übernimmt dabei die Analyse und Koordination der wissenschaftlichen Arbeiten. Im „Research Center for Micro- and Nanochemistry and Engineering“ konzentriert sich die Universität Siegen interdisziplinär auf die Mikro- und Nanochemie. Auch die *Fachhochschulen* sind in der Nanotechnologie aktiv. Die FH Gelsenkirchen, Münster und Südwestfalen betreiben seit 2003 gemeinsam eine Kompetenzplattform „Nanoskalige Materialien und funktionale Schichten“. Die Hochschule Niederrhein in Krefeld hat das Institut für angewandte Nano- und Optische Technologien (INano) eingerichtet. Hier werden Mikro- und Nanotechnologien zur Anwendungsreife gebracht.

Die vielfältigen Forschungsarbeiten werden dabei mit Hilfe von EU-Mitteln und Bundesmitteln, aber auch mit Landesmitteln gefördert. Wir unterstützen nachdrücklich, diese Förderung nicht nur beizubehalten, sondern bei Bedarf noch gezielt weiter auszubauen. Dabei sollte aus Sicht der Fördergeber wie auch der Fördernehmer künftig noch stärker in den Blick nehmen, dass die Forschungsergebnisse in die Wirtschaft transferiert werden, um die mit der Nanotechnologie verbundenen wirtschaftlichen Potenziale künftig noch stärker nutzen zu können.

In NRW gibt es darüber hinaus einige Ansätze der Kompetenznetzbildung, das Cluster Nano-Informationstechnik in Aachen, das durch die AMO GmbH (Gesellschaft für angewandte Mikro- und Optoelektronik) koordiniert wird, das Cluster Nano-Bio (Federführung durch CenTech) in Münster und das Cluster Nano-Energie (Federführung durch ZBT) in Duisburg. Diese Cluster sollten im Rahmen der Clusterstrategie der Landesregierung



Nordrhein-Westfalen konsequent weiter ausgebaut werden. Dabei sollte vor allem darauf abgezielt werden, die Austausch- und Kooperationsverflechtungen zwischen Forschung und Wirtschaft weiter zu forcieren.

Große Erwartungen ruhen auch auf das durch die Degussa AG/Creavis in Marl gegründete „Science to Business Center Nanotronik“, welches mit Fördermitteln durch das Land und der EU unterstützt wurde. Dort führen verschiedene Unternehmen gemeinsam mit Universitäten Forschungsarbeiten im Bereich Nanotechnologie durch. Es sollen insbesondere das Know-how an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zusammengebracht und Entwicklungsdienstleistungen für KMU im Bereich Nanoelektronik und -chemie angeboten werden.

## 5. Zukunftsfeld Produktionstechnik

Maßgeschneiderte Kundenlösungen und immer kürzer werdende Produkt-Lebenszyklen erfordern eine hohe Flexibilität in der Herstellung von Industriegütern. Die hier angesprochene „Produktionstechnik“ hat zum Ziel, mittels technologischer Neuerungen Effizienzsteigerungen in Form der Senkung von Produktionskosten und der Ressourcenschonung zu erreichen sowie die Qualität der produzierten Güter im Sinne höherer Lebensdauer Langlebigkeit zu erhöhen. Die Produktionstechnik ist somit eine Schlüsseltechnologie. Ihr kommt die Aufgabe zur Bereitstellung von neuen bzw. verbesserten Maschinen und Verfahren für andere Unternehmen zu, die mit diesen Maschinen und Verfahren Effizienz- und Qualitätsgewinne bei der Herstellung der verschiedensten industriellen Güter erzielen.

Deutschland nimmt hierbei seit Jahrzehnten eine führende Rolle ein und gehört zu den erfolgreichsten Anbietern von Investitionsgütern der Produktionstechnik weltweit. So sind viele deutsche Unternehmen in ihrem Spezialbereich Weltmarktführer. Allerdings ist diese Position nicht unangefochten, wie sich unter anderem in der zunehmenden wirtschaftlichen aber auch technologischen Bedeutung solcher Anbieter aus Ländern wie China oder Indien zeigt. Die zunehmende Wettbewerbsintensität definiert also ein Umfeld, welches zusätzliche Anstrengungen zum Erhalt der Qualitäts- und Technologieführerschaft deutscher Maschinenbauer erfordert.

Die folgenden Ausführungen beleuchten die wirtschaftliche und technologische Bedeutung der Produktionstechnik in NRW und seiner Regionen im überregionalen Vergleich. In Bezug auf die wirtschaftliche Bedeutung werden die regionale Verteilung der Umsätze und Beschäftigten analysiert und die Schwerpunktbildung innerhalb der Produktionstechnik in NRW erörtert. Der Länderanteil von NRW und seiner Regionen an der bundesweiten Beschäftigung gibt bereits erste Hinweise, an welchen Standorten sich eine vergleichsweise hohe Ballung von Innovationstätigkeiten beobachten lassen wird. Direkte Hinweise ergeben sich dann aus der Betrachtung der Patentanmeldetätigkeit und der Auswertung der projektbezogenen Bundesförderung in der Produktionstechnik. Ergänzend werden die Befunde unserer Umfrage unter Forschungseinrichtungen der Produktionstechnik ausgewertet, wobei das besondere Interesse der Kooperations- und Publikationstätigkeit gilt.

### 5.1 Abgrenzung der Aktivitäten in der Produktionstechnik

Der Begriff „Produktionstechnik“ steht für die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in technologische Verfahren und Prozesse sowie wirtschaftlich verwendbare Produktionssysteme. Die Hauptgebiete der Produktionstechnik bestehen aus der Fertigungstechnik, der Verfahrenstechnik und der Energietechnik (Eversheim 1996). Die Fertigungstechnik dient der Herstellung fester Körper durch Veränderung der Form oder der Stoffeigenschaften (Blume 1986). Nach DIN 8580 wird die Fertigungstechnik in die folgenden Gebiete unterteilt: Urformen (d.h. Zusammenhalt schaffen, z.B. durch Gießen), Umformen (z.B. Schmieden), Trennen (z.B. Schleifen), Fügen (z.B. Schweißen), Beschichten (z.B. Lackieren). Die Verfahrenstechnik handelt von der Veränderung der inneren Struktur von Stoffen durch physikalische, chemische oder biologische Vorgänge zu industriellen Zwecken (Kögl et al. 1981). Im Gegensatz zur Fertigungstechnik liegt somit bei der Verfahrenstechnik das Hauptaugenmerk auf der inneren Struktur von Stoffen und nicht unbedingt auf deren äußerer Form. Beispiele für physikalische Verfahrenstechniken sind das Sortieren und das Destillieren. Auch die Informationstechnik kommt als Verfahrenstechnik zum Einsatz, beispielsweise beim Einsatz von Prozessrechnern zu Regelungszwecken. Das dritte Hauptgebiet der Verfahrenstechnik, die Energietechnik, dient der Erzeugung, Übertragung und Speicherung von Nutzenergie. Das Segment Energietechnik wird dabei separat in einem eigenen Kapitel behandelt.

Unberücksichtigt bleiben im Folgenden auch die Techniken, die auf die Herstellung von Hilfsgütern (Säuren, Lacke etc.) mittels chemischer und biologischer Verfahren für den Produktionsprozess von Fertigungsunternehmen abzielen. Diese vorgelagerten Wertschöpfungsstufen betreffen nicht den Kern der Fertigungs- und Verfahrenstechnik von Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe. Anders gestaltet es sich bei elektrolytischen oder elektrophoretischen Verfahren und Vorrichtungen, die unmittelbar die Eigenschaften der Fertigungsprodukte verändern. Diese werden der Produktionstechnik direkt zugerechnet.<sup>49</sup>

Auf der Grundlage der vorgenommenen Einschränkungen fokussieren die Analysen für das Zukunftsfeld der Produktionstechnik auf die verschiedenen Gebiete der Fertigungstechnik sowie auf die physikalischen und informationstechnischen Verfahrenstechniken. Das Zukunftsfeld „Produktionstechnik“ wird als jenes Feld wirtschaftlicher Aktivitäten definiert, in dem

---

<sup>49</sup> Einen Überblick zur Unterscheidung verschiedenster Verfahren in der Fertigungstechnik gibt u.a. VDI (2007).

Maschinen, Informationstechnik und sonstige Produktionsausrüstungen für die Industrie, insbesondere für das Verarbeitende Gewerbe, entwickelt oder hergestellt werden.

### *Gewähltes Vorgehen*

Eine überzeugende Abgrenzung der relevanten Aktivitäten auf der Basis der verfügbaren Klassifikationen und unter Berücksichtigung der oben genannten inhaltlichen Kriterien liegt bislang nicht vor.<sup>50</sup> Aus diesem Grund wurde eine eigene Abgrenzung vorgenommen. Mit der Produktionstechnik sind im Wesentlichen Aktivitäten der Maschinenbau-Unternehmen angesprochen.

Anhand der Klassifikation der Wirtschaftszweige lassen sich dabei einige Unterklassen finden, die in besonderem Maße der Produktionstechnik im obigen Sinne entsprechen. Unternehmen der Produktions- bzw. Fertigungstechnik umfassen im Wesentlichen jene, die Maschinen und Steuerungsanlagen zum Zweck der industriellen Fertigung von Gütern in anderen Wirtschaftszweigen bereitstellen.

Bei entsprechend enger Auslegung der Begrifflichkeiten werden die Herstellung von Werkzeugmaschinen (29.42 und 29.43) sowie die Herstellung von Maschinen für andere Industriebranchen (29.51-29.56) als Kernbereich, der sogenannten Produktionstechnik-Maschinen, definiert. Zusätzlich zum genannten Kernbereich werden die Wirtschaftszweige Herstellung von Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen (33.2) und Herstellung von industriellen Prozessteuerungseinrichtungen (33.3) im eigenständigen Segment der Produktionstechnik-Steuerung berücksichtigt. Diese Bereiche fungieren gewissermaßen als Querschnittstechnologien, da sich ein breites Feld an Anwendungsmöglichkeiten in anderen Zukunftsfeldern (z.B. Umweltbereich, Biotechnologie, Medizintechnik) und Branchen (z.B. Automobilbau) eröffnet. Definitionsgemäß bleibt die Herstellung von Maschinen zur Energieerzeugung (29.1), die Herstellung von Maschinen für die Land- und Forstwirtschaft (29.3) und die Herstellung von Waffen und Munition (29.6) im Zukunftsfeld der Produktionstechnik unberücksichtigt.

Im Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken, Ausgabe 2002, liegt das Hauptaugenmerk ebenso auf den Gütern der Abteilung 29 (Maschinen). Vorteil des Güterverzeichnisses ist, dass eine noch feinere und damit exaktere Abgrenzung der Aktivitäten der Produktionstechnik möglich ist. Er-

---

<sup>50</sup> Vgl. Donhauser (2006) für eine beispielhafte Abgrenzung der Produktionstechnik anhand der Klassifikation der Wirtschaftszweige.

fasst werden ganze Produktionseinheiten (z.B. 2921 12 300: Gießöfen für die Eisen- und Metallindustrie, nichtelektrisch; 2942: Maschinen, für die Metallbearbeitung), aber auch Komponenten, die explizit Maschinen zugeordnet sind (z.B. 2914 24: Getriebe, für Maschinen; 2956 26 707: Industrieroberteile). Hinzu kommt die Kategorie 3320 70 90 (Instrumente, Apparate und Geräte zum Regeln).

Bei der Klassifizierung mit Hilfe der Internationalen Patentklassifikation ist ebenso eine recht detaillierte Abgrenzung möglich. Aufgrund der Vielschichtigkeit der Produktionstechnik ist hier eine Eingrenzung auf Kernbereiche sowie eine inhaltlich sinnvolle Abgrenzung einzelner Segmente geboten. Die Differenzierungsmöglichkeiten ergeben sich im Wesentlichen aus den Spezifika der zu behandelnden Werkstoffe (Metalle, Kunststoffe etc.), der resultierenden Produkte (Lebensmittel, Kleidung, Werkzeugmaschinen etc.) sowie der Unterscheidung nach Erfindungen bei Maschinen und Verfahren. Auf der Grundlage dieser Merkmale wird nach insgesamt sechs Segmenten unterschieden: Werkzeugmaschinen, sonstige Maschinen, Verfahren zur Metallbearbeitung, Verfahren im Kunststoffe, andere Verfahren, Steuerungstechnik.

In der Fördermittelstatistik gestaltet sich die Abgrenzung vergleichsweise einfach. Unter der Kennziffer „I4“ der Leistungsplansystematik (Stand 2007) sind alle relevanten Förderaktivitäten erfasst.

Die detaillierte und zusammenfassende Darstellung der gewählten Abgrenzung ist dem Anhang „Abgrenzung der Zukunftsfelder“ zu entnehmen.

## 5.2 Eckdaten der Produktionstechnik

Von den ausgewählten Zukunftsfeldern ist die Produktionstechnik das umsatz- und beschäftigungsstärkste. Zusammengenommen wurde im Jahr 2005 ein Umsatz von 95,4 Mrd. Euro erzielt, wobei 73,4 Mrd. Euro und damit der Großteil auf die Produktionstechnik-Maschinen entfällt (vgl. **Tabelle 5.1**). Auch im Hinblick auf die Zahl bestehender Arbeitsplätze nimmt die Produktionstechnik-Maschinen eine zentrale Rolle für die deutsche Volkswirtschaft ein. Deren Anzahl ist nach unseren Auswertungen aus der Beschäftigtenstatistik mit etwa 447 Tsd. Beschäftigten zu beziffern.

Innerhalb der Produktionstechnik-Maschinen werden bundesweit die höchsten Umsätze bei der Herstellung von Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen erzielt. Die Herstellung von Maschinen für die Nahrungs- und Genussmittelerzeugung und die Tabakverarbeitung, von Maschinen für die Textil- und Bekleidungsherstellung und die Lederverarbeitung sowie von Werkzeugmaschinen für die Metallbearbeitung spielt in diesem Zusammenhang ebenfalls eine wichtige Rolle. In NRW werden die höchsten Umsätze

bei der Herstellung von Maschinen für die Textil- und Bekleidungsherstellung und die Lederverarbeitung erzielt. Diese machen fast ein Drittel der bundesweiten Umsätze in dieser Branche aus. Gleiches gilt für die Herstellung von Maschinen für die Metallerzeugung und von Walzwerkseinrichtungen und Gießmaschinen. Bei der Herstellung von Maschinen für die Papiererzeugung und -verarbeitung ist NRW für ein gutes Fünftel der bundesweiten Umsätze verantwortlich. Deutlich unterdurchschnittlich ist der Umsatzanteil NRWs allerdings bei der Herstellung von Werkzeugmaschinen. Ebenso unterdurchschnittlich ist der Anteil von NRW in der Produktionstechnik-Steuerung. Da sich sowohl der Werkzeugmaschinenbau als auch die Produktionstechnik-Steuerung durch vergleichsweise hohe Forschungsaktivitäten auszeichnen, ist NRW somit in weniger technologieintensiven Segmenten der Produktionstechnik besonders stark präsent. Dies könnte eine Erklärung dafür sein, warum die Forschungsintensität, gemessen am Anteil des FuE-Personals an der Gesamtbeschäftigung, in NRW geringer ist als in Baden-Württemberg und Bayern. Dies gilt für das Rheinland und für Westfalen, und in besonderem Maße für das Ruhrgebiet (vgl. RWI und SV 2006).

Tabelle 5.1

**Umsätze in der Produktionstechnikindustrie im Jahr 2005 (in Mill. Euro)**

	Deutschland		darunter NRW	
	absolut		absolut	in %
Herstellung von Werkzeugmaschinen für die Metallbearbeitung	5 797		153	2,6
Herstellung von Werkzeugmaschinen ang.	2 650		199	7,5
Herstellung von Maschinen für die Metallerzeugung, von Walzwerkseinrichtungen und Gießmaschinen	3 474		1 057	30,4
Herstellung von Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen	10 727		1 271	11,8
Herstellung von Maschinen für die Nahrungs- und Genussmittelerzeugung u. d. Tabakverarbeitung	9 247		910	9,8
Herstellung von Maschinen für die Textil- und Bekleidungsherstellung u. d. Lederverarbeitung	6 264		2 023	32,3
Herstellung von Maschinen für die Papiererzeugung und -verarbeitung	1 048		234	22,3
Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige a.n.g.	34 219		12 849	37,5
<i>Summe Produktionstechnik Maschinen</i>	<i>73 425</i>		<i>18 696</i>	<i>25,5</i>
Herstellung von Mess-, Kontroll-, Navigations- und ähnlichen Instrumenten und Vorrichtungen	17 567		2 375	13,5
Herstellung von industriellen Prozesssteuerungseinrichtungen	4 389		389	8,9
<i>Summe Produktionstechnik Steuerung</i>	<i>21 956</i>		<i>2 764</i>	<i>12,6</i>
<i>Summe Produktionstechnik gesamt</i>	<i>95 381</i>		<i>21 460</i>	<i>22,5</i>

Quelle: StaBuA (2005), FS 14 Reihe 8, v.J., eigene Berechnungen.

In **Tabelle 5.2** die Umsatzentwicklung in Deutschland insgesamt und gesondert für Nordrhein-Westfalen dargestellt. Hierbei ist zu erkennen, dass die Umsatzentwicklung im Bereich Produktionstechnik-Maschinen in Deutschland und in NRW nahezu gleich verläuft. Im Jahr 2003 kam es zu einem leichten Rückgang. In den beiden folgenden Jahren war hingegen ein moderates Wachstum zu verzeichnen. Die Umsätze der Produktionstechnik-Steuerung verliefen deutschlandweit ähnlich, allerdings fiel der Rückgang im Jahr 2003 geringer aus. Hingegen wiesen die Umsätze der Produktionstechnik-Steuerung in NRW vor allem in den Jahren 2004 und 2005 ein rasanten Wachstum auf.

Tabelle 5.2

**Umsätze der Unternehmen in der Produktionstechnik in Nordrhein-Westfalen**  
Index 2002 = 100

Rubrik	2002	2003	2004	2005
Produktionstechnik-Maschinen Dtl.	100,0	94,3	100,7	106,5
Produktionstechnik-Maschinen NRW	100,0	91,3	97,4	105,2
Produktionstechnik-Steuerung Dtl.	100,0	99,8	107,7	111,5
Produktionstechnik-Steuerung NRW	100,0	109,0	143,8	159,8

Quelle: StaBuA, FS 14 Reihe 8, v.J. – eigene Berechnungen.

Während die Umsätze der Produktionstechnik-Maschinen relativ konstant blieben, kam es laut Beschäftigtenstatistik der BA im Zeitraum 2000 bis 2005 zu einem Rückgang der Beschäftigung in diesem Bereich. Betrug die Anzahl der Beschäftigten in der Produktionstechnik-Maschinen im Jahr 2000 noch 504 Tsd., so lag sie 2005 nur noch bei 447 Tsd., was einem Rückgang von etwa 10% entspricht. Erklären lässt sich dies durch das Produktivitätswachstum in diesem Bereich, das bei gleichem Umsatz zu einem geringeren Arbeitsbedarf führte. Im Bereich Produktionstechnik-Steuerung war die Beschäftigung hingegen relativ stabil und fiel nur geringfügig, von 225 Tsd. im Jahr 2000 auf 222 Tsd. im Jahr 2005.

Die Produktionstechnik, und hier speziell der Maschinenbau, ist in besonderem Maße dem internationalen Konkurrenzdruck ausgesetzt. Die Höhe der Arbeitskosten ist dabei sicherlich ein Nachteil. Diese werden zwar teilweise durch die hohe Produktivität, die im Verarbeitenden Gewerbe insgesamt zu verzeichnen ist, ausgeglichen. Dennoch liegen die Lohnstückkosten in Deutschland in einem Vergleich von 15 Industrieländern 10% über dem Durchschnittswert (IW, 2006). Nichtsdestotrotz sind die Güter des Verarbeitenden Gewerbes international stark nachgefragt. Ein Beleg dafür ist der vergleichsweise hohe Weltmarktanteil des deutschen Maschinenbaus. Laut VDMA (2007) betrug sein Anteil am Welthandel im Jahr 2005 18,9%, gefolgt von den USA (12,8%) und Japan (12,3%). Dies liegt darin begründet,

dass Produkte des deutschen Maschinenbaus in sämtlichen Weltregionen verbreitet sind, und dass eine breite Produktpalette erfolgreich verkauft wird: in 17 von 31 international vergleichbaren Fachzweigen liegen deutsche Unternehmen auf Platz 1 (VDMA, 2007). Dabei erreicht die Druck- und Papiertechnik mit 33% den höchsten Weltmarktanteil. Bei der Produktion hat Deutschland einen Weltmarktanteil von 14% und liegt damit hinter den USA auf dem zweiten Platz. Auch in Bezug zu anderen FuE-intensiven Gütern zeigt sich die gewichtige Rolle des Maschinenbaus in Deutschland. So machten Maschinenexporte im Jahre 2003 16% der FuE-intensiven Güterausfuhren aus (vgl. Legler und Krawczyk, 2006a). Die Ausfuhr von Maschinen leistete mithin einen bedeutenden Beitrag zum positiven Außenhandelsaldo. Dies war vor allem bei den Gütern hochwertiger Technologie, wo überdurchschnittlich intensiv, aber nicht extrem aufwändig FuE betrieben wird, der Fall. Hierbei spielten Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige, Maschinen der Hebe-, Förder- und Antriebstechnik sowie Maschinen für die Textil- und Bekleidungsindustrie die größte Rolle.

Während Volumen und Weltmarktanteil des Maschinenbaus hohe Werte erreichen, sind die Wachstumsraten dieses Wirtschaftszweiges eher durchschnittlich. So wird damit gerechnet, dass die EU-Maschinenproduktion im Mittel der Jahre 2006 bis 2008 mit einem Trendwachstum von real knapp 3% pro Jahr geringfügig stärker zulegen wird als die gesamte industrielle Fertigung (Dresdner Bank, 2006).

#### *Ausrichtung des Maschinenbaus: Charakteristika der Güterproduktion*

Die Industriestruktur im Maschinenbau ist durch eine hohe Fertigungstiefe, d.h. einen hohen Grad an Spezialisierung, geprägt. Dies führt dazu, dass innerhalb der EU 40% der Maschinenproduktion in Einzelfertigung, 30% in Kleinserienfertigung und jeweils 15% in Großserienfertigung und im Anlagenbau erfolgen (Dresdner Bank, 2006). In Deutschland werden nur knapp 62% des Branchenumsatzes von Großunternehmen (mehr als 50 Mill. Euro Umsatz) erzielt, was deutlich unter dem industriellen Durchschnitt von 73% liegt. Der Marktanteil mittelständischer Betriebe (10 bis 50 Mill. Euro Umsatz) liegt hingegen mit 21% deutlich über dem Wert für die gesamte industrielle Fertigung, der 14% beträgt. Dabei handelt es sich zumeist um Unternehmen, die im High-End- und High-Performance-Segment tätig sind und dort kundenspezifische Lösungen anbieten. Viele dieser mittelständischen Betriebe sind auf ihrem Spezialgebiet weltweit führend. Bei den Standardmaschinen ist dies deutlich seltener der Fall. Somit besteht laut Aachener Werkzeugmaschinenkolloquium (AWK, 2005) die Herausforderung für die deutschen Hersteller in der Entwicklung preisgünstiger Werkzeugmaschinen, bei denen nicht immer der Einsatz der fortgeschrittensten Technik notwendig ist.



Die vergleichsweise niedrigen Stückzahlen in der Maschinenherstellung haben unter anderem zur Folge, dass relativ viele spezialisierte Fachkräfte aber relativ wenige automatisierte Maschinen eingesetzt werden. Daher können die Vorteile der Massenproduktion nur in eingeschränktem Maße ausgenutzt werden. Es entstehen im Vergleich zum Industriedurchschnitt höhere spezifische Arbeitskosten und Arbeitsintensität, geringere Arbeitsproduktivität, niedrigere Kapitalintensität und höhere Kapitalproduktivität. Insbesondere aufgrund sinkender Seriengrößen setzte sich der in den 1990er Jahren zu beobachtende Trend der Hochautomatisierung nicht weiter fort (vgl. Lay/Schirrmeister 2001). Im Gegenteil, es waren sogar Reduktionen im Automatisierungsniveau bei deutschen Herstellern zu beobachten. Dies bedeutet allerdings keine grundsätzliche Abkehr von der Hochautomatisierung. So wurde diese Thematik im Rahmenprogramm „Forschung für die Produktion von morgen“ explizit aufgegriffen und das Ziel der Entwicklung flexibler, automatisierter Werkzeugmaschinen zur Herstellung von Kleinserien definiert (vgl. BMBF 2006a).

Automatisierung in der Fertigung ist allerdings nur eines von vielen Themen in der Produktionstechnik. Ein anderes wichtiges Themenfeld betrifft die Fähigkeit zur Modularisierung der Güter. Dies ist keineswegs spezifisch für den Maschinenbau sondern ist auch in anderen industriellen Branchen (z.B. Fahrzeugbau) sowie bei Softwareentwicklern ein weit verbreitetes Muster. Bei Produkten, die standardisiert und in höherer Stückzahl hergestellt werden, entstehen Skalenerträge, d.h. die Massenproduktion führt zu geringeren Stückkosten. Dies führt dazu, dass sowohl der Konzentrationsgrad als auch der Konkurrenzdruck in der betroffenen Industrie ansteigt. Mit zunehmender Individualisierung der Produktion sind aber auch der Modularisierung vergleichsweise enge Grenzen gesetzt.

Die sehr begrenzte Flexibilität hochautomatisierter Anlagen sowie die Grenzen der Modularisierung implizieren, dass in Hochlohnländern wie Deutschland weitere oder auch andere Konzepte erforderlich sind, um eine höhere Effizienz, Qualität und Termintreue der Produktion zu erreichen. Daher wurden verschiedene Strategien gewählt, um dem (internationalen) Konkurrenzdruck sowie sinkenden Preisen entgegenzuwirken.

Viele Hersteller gehen verstärkt dazu über, ihren Service- und Wartungsbereich auszubauen: bereits ein Fünftel der Umsätze werden direkt und indirekt mit produktbegleitenden Diensten erzielt, jeder sechste Maschinenbauer bietet Betreibermodelle an (Dresdner Bank 2006). Das bedeutet, dass über die Lieferung einer betriebsbereiten Maschine hinaus langfristige Serviceleistungen (z.B. Reparatur) angeboten werden. Mit diesem Vorgehen nehmen die Technikanbieter einen Schritt in die Richtung der zusätzlichen Verwertung ihres ingenieurwissenschaftlichen Know-hows vor. Da

Deutschland hier über starke Kompetenzen verfügt, sollten mit diesem Vorgehen einige Wettbewerbsvorteile verbunden sein.

### *Forschung und Entwicklung*

Verstärkte Maßnahmen zum Erhalt der Qualitäts- und Technologieführerschaft deutscher Maschinenbauer sind mehr als vonnöten. Denn Länder wie China und Indien, die bisher vor allem über niedrige Preise konkurrierten, haben ihre FuE-Aktivitäten in den letzten Jahren deutlich verstärkt. Sie gehören mittlerweile im Bereich FuE sowohl bezüglich der Ausgaben als auch bezüglich des Personaleinsatzes zur weltweiten Spitze (Legler und Krawczyk 2006b). Dies lässt erwarten, dass sie zunehmend auch in Segmente vordringen, die bisher eine Domäne deutscher Maschinen- und Anlagenbauer waren.

Den Angaben des Mannheimer Innovationspanels (vgl. ZEW 2007) zufolge liegt die Innovationsintensität (Innovationsaufwendungen bezogen auf den Umsatz) mit einem Wert von 5,2% nur knapp über dem Durchschnittswert für das Verarbeitende Gewerbe insgesamt. Da es sich beim Maschinenbau um eine relativ gewichtige Branche bezogen auf Umsatz und Beschäftigte handelt, sind die absoluten Aufwendungen jedoch vergleichsweise hoch. Insgesamt wurden im Jahr 2005 9,5 Mrd. Euro in Innovationsprojekte investiert. Dies sind 12% der gesamten Innovationsaufwendungen im Verarbeitenden Gewerbe. Auch im Hinblick auf den Umsatzanteil mit neuen Produkten bestätigt sich die Innovationskraft des Maschinenbaus. Mit einem Wert von 32% liegt er um 5 Prozentpunkte über dem Durchschnittswert des Verarbeitenden Gewerbes. Der hohe Umsatzanteil mit neuen Produkten bringt zum Ausdruck, dass sich die Produktpalette sehr häufig verändert, d.h. der Produktlebenszyklus ist vergleichsweise kurz.

Innovationen innerhalb von Unternehmen werden in der Maschinenbaubranche durch Konzepte wie Virtual Reality oder Simultaneous Engineering in überdurchschnittlichem Maße vorangetrieben (vgl. ISI 2007). Während Simultaneous Engineering, also das parallele Vorantreiben von Entwicklungsprozessen, bei mehr als einem Drittel der Maschinenbaubetriebe zum Einsatz kommt, wird Virtual Reality, also die virtuelle Produktentwicklung, von mehr als der Hälfte der Betriebe genutzt.

Die Forschungsvorhaben im Simultaneous Engineering und Virtual Reality sind von zentraler Bedeutung, um sich dem Optimum einer völlig individualisierten Produktion weiter zu nähern. Das an der RWTH Aachen geförderte Exzellenzcluster stellt sich diesem Anspruch und will zu diesem Zweck adäquate Instrumente und Methoden entwickeln. Credo der Vorhaben in Aachen sind der integrative Ansatz, so unter anderem die Betonung der ganzheitlichen Betrachtung von Produktentwicklung und Produktionspla-

nung. Fortschritte in den produktions-, technologie- und informationstechnologischen Ansätzen werden zugleich als Chance gesehen, wirksam Produktpiraterie eindämmen zu können (vgl. Wildemann et al. 2007). Nach den Angaben des VDMA wird der Verlust durch Produktpiraterie allein im Maschinenbau mit 4,5 Mrd. € beziffert.

### *Fachkräftesituation*

Zum Juni 2006 betrug die Zahl der sozialversicherungspflichtigen Maschinenbauingenieure etwa 110 000 (BA 2007). Der Trend der seit Jahren zu beobachtenden geringfügigen Beschäftigungsverluste kehrt sich aufgrund des umsatzstarken Jahres 2006 erstmals in 2006 wieder um. Prägendes Merkmal der Maschinenbauingenieure ist deren vergleichsweise hohes Durchschnittsalter: Ein Viertel ist über 50 und weitere 35% sind zwischen 40 und 49 Jahre alt. Für die nächsten Jahre kündigt sich damit ein großer Ersatzbedarf an Maschinenbauingenieuren an. Berücksichtigt man ferner, dass der Bedarf an höher Qualifizierten in Zukunft steigen wird, demgegenüber aber die Studienanfängerquoten seit 2004 bis 2010 aller Voraussicht nach stagnieren werden, so deuten die Indizien auf einen Engpass bei Maschinenbauingenieuren in nächster Zeit hin. Mit Blick auf die aktuelle Debatte zum Ingenieursmangel zeigt eine aktuelle Studie des IAB (2007) allerdings auf, dass das Angebot von Maschinenbauingenieuren immer noch vergleichsweise hoch ist. Dies gilt vor allem für Frauen. Deren Arbeitslosenquote war mit 10,2% deutlich überdurchschnittlich im Vergleich zu anderen Ingenieursberufen. Ebenso zeigen sich in der Dauer der Stellenbesetzungsprozesse keine zunehmenden Probleme in 2006 gegenüber dem Vorjahr. Aus beiden Befunden lässt sich durchaus folgern, dass sich keine Belege für einen aktuellen Ingenieursmangel ergeben.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es sich beim Maschinenbau um eine sehr wichtige Branche der deutschen Volkswirtschaft handelt. Die Fortschritte im Bereich der Produktionstechnik werden maßgeblich durch diese Branche bestimmt. Somit übt die Innovationstätigkeit dieser Branche entscheidende Effekte auf die Effizienzsteigerung in den Abnehmerbranchen aus. Die hohen Weltmarktanteile sind Ergebnis der Qualitäts- und Technologieführerschaft deutscher Maschinen- und Anlagenbauer. Aufgrund zunehmenden Konkurrenzdrucks sind die Unternehmen mit Aktivitäten in der Produktionstechnik mehr denn je gefordert, ihre technologische Position zügig auszubauen.

### 5.3 Umsätze und Beschäftigte im Regionalvergleich

Für die Analyse der regionalen Verteilung der sozialversicherungspflichtigen (SV) Beschäftigung wurde eine Sonderauswertung aus der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit durchgeführt (vgl. **Tabelle 5.3**).

Vergleicht man die Anteile der Bundesländer an den Beschäftigten, die in Produktionstechnik-Betrieben im Bereich Maschinenbau tätig sind, fällt auf, dass Baden-Württemberg, Bayern und NRW die höchsten Werte zu verzeichnen haben. Betriebe in diesen drei Bundesländern beschäftigen mehr als zwei Drittel aller in Deutschland im Bereich Produktionstechnik tätigen SV-Beschäftigten. Die Produktionstechnik ist mit einem Beschäftigungsanteil von 22% zwar ein zentrales Element der industriellen Struktur in Nordrhein-Westfalen. Baden-Württemberg hat mit knapp 29% jedoch einen weitaus höheren Anteil an den Beschäftigten vorzuweisen. Die starke Präsenz Baden-Württembergs im Maschinenbau wird zudem durch einen vergleichsweise hohen Standortquotienten unterstrichen. Der Wert von 2,0 besagt, dass Baden-Württemberg einen doppelt so hohen Länderanteil an der Beschäftigung im Maschinenbau im Vergleich zum Länderanteil an der gesamten SV-Beschäftigung hat. In keinem anderen Bundesland ist eine solch hohe Spezialisierung zu beobachten.

Nicht nur dass der Anteil NRWs geringer ist, auch die Geschäftsfelder der Anbieter von Produktionstechnik unterscheiden sich deutlich zum Land Baden-Württemberg. Wie sich anhand der Umsatzzahlen gezeigt hat, ist gerade der besonders forschungsintensive Werkzeugmaschinenbau in NRW unterdurchschnittlich vertreten. Dies kann ein Grund dafür sein, dass die Forschungsintensität der Unternehmen im Maschinenbau, von denen einige der Produktionstechnik zuzurechnen sind, in Nordrhein-Westfalen geringer ist als die Forschungsintensität solcher Unternehmen in Baden-Württemberg. Während in Nordrhein-Westfalen etwa 20% des gesamten Forschungspersonals im Maschinenbau tätig ist, liegt der Anteil Baden-Württembergs bei 32%. Im Vergleich zum Beschäftigungsanteil sind damit im Land Nordrhein-Westfalen vergleichsweise weniger Beschäftigte mit Forschungsaufgaben betraut als in Baden-Württemberg.

In der Produktionstechnik-Steuerung liegt NRW mit deutlichem Abstand hinter Bayern und Baden-Württemberg. Zudem zeigt der Standortquotient für die Produktionstechnik-Steuerung einen Wert von unter Eins (keine Spezialisierung) an. Obwohl die Umsätze stark zunahmen, kam es von 2000 bis 2005 zu keiner erheblichen Beschäftigungsveränderung im Bereich Produktionstechnik-Steuerung. Dies lässt sich dadurch erklären, dass in diesem Bereich erhebliche Effizienzgewinne erzielt werden konnten.

Tabelle 5.3

**Beschäftigung in Betrieben der Produktionstechnik**

Angaben zum 30.06.2005

Bundesland	Produktionstechnik-Maschinen		Produktionstechnik-Steuerung	
	Anteil	Standortquotient	Anteil	Standortquotient
Baden-Württemberg	28,9	2,0	27,7	1,9
Bayern	18,7	1,1	20,2	1,2
Berlin	0,4	0,1	3,3	0,9
Brandenburg	0,8	0,3	0,6	0,2
Bremen	0,5	0,4	2,1	2,0
Hamburg	1,2	0,4	1,5	0,5
Hessen	6,7	0,8	13,9	1,7
Mecklenburg-Vorpommern	0,5	0,2	0,1	0,1
Niedersachsen	4,9	0,6	4,6	0,5
Nordrhein-Westfalen	22,0	1,0	14,2	0,7
Rheinland-Pfalz	3,7	0,8	2,3	0,5
Saarland	1,0	0,7	0,9	0,7
Sachsen	4,9	1,0	2,2	0,4
Sachsen-Anhalt	1,2	0,4	0,5	0,2
Schleswig-Holstein	2,2	0,7	2,5	0,9
Thüringen	2,4	0,9	2,7	1,0
Deutschland	100,0	1,0	100,0	1,0
Deutschland absolut	447 475		220 148	

Quelle: Sonderauswertung aus der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen. Standortquotient: Länderanteil an der Beschäftigung im betreffenden Segment dividiert durch den Länderanteil an der bundesweiten SV-Beschäftigung insgesamt. – Lesehilfe: Je größer der Standortquotient ist, umso größer ist die Spezialisierung auf das betreffende Segment.

Innerhalb von NRW ist knapp die Hälfte (47%) der im Bereich Produktionstechnik-Maschinen Beschäftigten in Westfalen tätig, im Rheinland 36% und im Ruhrgebiet 17% (*Angaben nicht tabelliert*). Der Anteil Westfalens ist damit auch deutlich höher im Vergleich zum Anteil an der gesamten SV-Beschäftigung. Letztgenannter beträgt etwa 28%. Der Spezialisierungsgrad Westfalens auf die Produktionstechnik-Maschinen ist also bedeutend höher als in den beiden anderen Regionen. An zweiter Stelle in Bezug auf die Spezialisierung folgt das Rheinland (mit einem Anteil an SV-Beschäftigten in NRW von 45%), an dritter Stelle das Ruhrgebiet (mit einem Anteil an SV-Beschäftigten insgesamt von 27%). Diese Befunde gehen in die erwartete Richtung, denn für Westfalen hat sich bereits im Kapitel 2 eine überdurchschnittliche Präsenz in der sogenannten gehobenen Gebrauchstechnologie abgezeichnet.

Bei der Produktionstechnik-Steuerung ergibt sich allerdings ein anderes Bild. Dieser Bereich ist in Westfalen deutlich weniger vertreten sowohl im Vergleich zum Rheinland als auch im Vergleich zum Abschneiden bei der Produktionstechnik-Maschinen. Das Ruhrgebiet belegt, wie auch im Be-

reich Produktionstechnik-Maschinen, den letzten Platz, der Abstand zu den beiden anderen Regionen ist in der Produktionstechnik-Steuerung aber deutlich geringer.

Tabelle 5.4

**Beschäftigte in der Produktionstechnik-Maschinen im überregionalen Vergleich**

Angaben zum 30.06.2005

Verdichtungsraum	Anzahl	Veränderung ggü. 2000 in %	in % an gesamt	Standortquotient	SV-Beschäftigte gesamt
Aachen	4 130	-17,1	0,9	0,8	291 753
Berlin	4 229	-9,8	0,9	0,2	1 478 740
Bielefeld	15 634	-5,9	3,5	1,7	536 364
Bremen	4 940	-4,4	1,1	0,7	423 316
Chemnitz	6 927	-7,9	1,5	1,4	286 601
Dresden	4 701	-2,3	1,1	0,8	352 408
Düsseldorf-Wuppertal	27 672	-19,7	6,2	1,3	1 275 913
Erlangen-Fürth-Nürnberg	5 698	2,7	1,3	0,7	504 811
Hamburg	11 862	-11,2	2,7	0,6	1 080 589
Hannover	2 673	-32,2	0,6	0,3	482 411
Karlsruhe	3 405	-23,6	0,8	0,5	375 008
Köln-Bonn	8 128	-28,7	1,8	0,4	1 060 693
Leipzig	2 746	-5,0	0,6	0,5	335 566
München	8 340	27,5	1,9	0,5	1 072 780
Rhein-Main	20 510	-22,4	4,6	0,9	1 409 475
Rhein-Neckar	17 005	-12,8	3,8	1,7	589 778
Ruhrgebiet	16 748	-20,5	3,7	0,7	1 470 088
Saarbrücken	4 315	-16,4	1,0	0,7	340 613
Stuttgart	33 927	-25,2	7,6	1,9	1 029 310
Sonstige Kreise	243 885	-6,1	54,5	1,2	11 782 049

Quelle: Sonderauswertung aus der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen. Zur Definition des Standortquotienten vgl. *Tabelle 5.3*.

**Tabelle 5.4** enthält die Angaben zum überregionalen Vergleich im Bereich Produktionstechnik-Maschinen. Hierbei weist die Verdichtungsregion Stuttgart die absolut höchste Beschäftigtenzahl auf. Danach folgt mit Düsseldorf-Wuppertal eine Region aus NRW. Nach dem Rhein-Main- und dem Rhein-Neckar-Gebiet folgen mit dem Ruhrgebiet und Bielefeld zwei weitere Regionen aus NRW. Diese Ergebnisse lassen sich auf verschiedenen Faktoren zurückführen. So zeichnen sich Düsseldorf-Wuppertal, das Rhein-Neckar-Gebiet und Bielefeld durch einen hohen Spezialisierungsgrad aus. Hingegen weisen das Ruhrgebiet und das Rhein-Main-Gebiet eine hohe Anzahl an sozialversicherungspflichtig Beschäftigten insgesamt auf. Der Standortquotient, aus dem sich eine Aussage zur Spezialisierung innerhalb einer Region ableiten lässt, liegt jedoch für beide Regionen unterhalb des Durchschnitts für die Verdichtungsräume. Die stärksten Spezialisierungstendenzen im Bereich Produktionstechnik-Maschinen in NRW sind im Verdichtungsraum Bielefeld zu beobachten. Dies entspricht dem Wert des

Rhein-Neckar-Gebiets, liegt aber hinter dem für Stuttgart. Betrachtet man das Wachstum der Beschäftigtenzahlen von 2000 bis 2005, fällt auf, dass sämtliche Verdichtungsräume (mit Ausnahme von Erlangen-Fürth-Nürnberg) Beschäftigte im Bereich Produktionstechnik verloren haben. Dies spiegelt den allgemeinen Beschäftigungsrückgang in diesem Bereich (-10% für die Jahre 2000 bis 2005) wider. Die Verdichtungsräume Düsseldorf-Wuppertal und das Ruhrgebiet haben Beschäftigungsverluste von einem Fünftel hinzunehmen. Die Beschäftigungsentwicklung im Raum Bielefeld ist hingegen deutlich überdurchschnittlich.

Tabelle 5.5

**Beschäftigte in der Produktionstechnikindustrie-Maschinen – Top 5% Kreise, bundesweit**

Angaben zum 30.06.2005, gemessen an der Anzahl absteigend sortiert

	Anzahl	Veränderung ggü. 2000 in %	in % an gesamt	Standort-quotient	SV-Beschäftigte gesamt
LK Esslingen	9 609	-27,0	2,1	3,2	176 189
LK Rhein-Neckar-Kreis	9 517	-5,8	2,1	4,1	134 905
LK Siegen-Wittgenstein	7 891	-7,9	1,8	4,8	96 533
LK Göppingen	7 357	-11,2	1,6	5,7	75 192
LK Ludwigsburg	6 385	-20,8	1,4	2,3	160 466
LK Reutlingen	6 212	-3,5	1,4	3,9	92 441
LK Rems-Murr-Kreis	5 649	-41,5	1,3	2,7	121 386
LK Regensburg	5 634	23,0	1,3	10,0	32 810
KS Hamburg, Freie u. Hansest.	5 482	-12,7	1,2	0,4	738 493
LK Minden-Lübbecke	5 437	3,7	1,2	3,0	104 549
KS Augsburg, Stadt	4 712	-8,6	1,1	2,3	120 399
LK Freudenstadt	4 670	-1,3	1,0	7,0	39 214
LK Ravensburg	4 556	-2,3	1,0	3,0	89 572
LK Mettmann	4 542	-26,8	1,0	1,6	163 176
LK Ortenaukreis	4 525	0,6	1,0	1,9	142 835
LK Zollernalbkreis	4 457	-4,5	1,0	4,5	58 491
LK Heilbronn	4 417	1,3	1,0	2,6	98 107
KS Mönchengladbach, Stadt	4 251	-17,8	0,9	3,1	80 143
LK Biberach	4 006	1,5	0,9	3,8	61 649
LK Ennepe-Ruhr-Kreis	3 999	-18,6	0,9	2,5	92 049
LK Offenbach	3 980	25,6	0,9	2,3	101 717
LK Enzkreis	3 976	154,4	0,9	4,6	50 906

Quelle: Sonderauswertung aus der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen. Zur Definition des Standortquotienten vgl. *Tabelle 5.3*.

Die Zahlen der Beschäftigten in der Produktionstechnik-Maschinen auf Kreisebene vermitteln ein ähnliches Bild wie der Vergleich auf Bundeslandebene, nämlich eine deutliche Dominanz des Südens (vgl. *Tabelle 5.5*). So finden sich unter den zehn Kreisen mit der höchsten Anzahl an Beschäftigten in der Produktionstechnik sechs aus Baden-Württemberg. Diese Kreise befinden sich zudem alle in der Nähe von Stuttgart. Es handelt sich somit vor allem um Zulieferbetriebe der großen Firmen im Bereich der Automot-

bil- und Elektroindustrie (z.B. *Bosch, Daimler, Porsche*). An dritter Stelle unter den Kreisen kommt ein Landkreis aus NRW, Siegen-Wittgenstein. Weitere Vertreter aus NRW sind der Landkreis Minden-Lübbecke an 10., Mettmann an 14., die Kreisstadt Mönchengladbach an 18., und der Ennepe-Ruhr-Kreis an 20. Stelle. Unter diesen vier NRW-Kreisen zeigt der Standortquotient vor allem für Siegen-Wittgenstein und, mit Abstrichen, für Minden-Lübbecke und für Mönchengladbach Ansätze einer Spezialisierung auf die Produktionstechnik-Maschinen an.

Der Kreis mit der höchsten Spezialisierung in Produktionstechnik, und somit dem höchsten Standortquotienten, ist die Kreisstadt Remscheid, die allerdings eine geringere Gesamtbeschäftigtenzahl als die zuvor genannten Kreise aufweist.

Bislang wurde recht deutlich, dass die wesentlichen Akzente in der Produktionstechnik im Land NRW durch die westfälischen Akteure gesetzt werden. Die Betrachtung der einzelnen Kreise verstärkt diesen Eindruck. Vor allem in Ostwestfalen-Lippe und Südwestfalen sind Anzeichen einer Clusterbildung zu erkennen (vgl. *Tabelle 5.3*).

Ostwestfalen-Lippe besteht aus den sechs Kreisen Gütersloh, Herford, Höxter, Minden-Lübbecke, Lippe und Paderborn und der kreisfreien Stadt Bielefeld. Mit Ausnahme von Höxter zeichnen sich diese Kreise allesamt durch eine überdurchschnittliche Spezialisierung auf die Produktionstechnik-Maschinen aus. Unter den NRW-Kreisen liegt Gütersloh diesbezüglich auf Rang 14, Herford auf Rang 16, Minden-Lübbecke auf Rang 2, Lippe auf Rang 18, Paderborn auf Rang 19 und Bielefeld auf Rang 11. Somit zeigen sich eine Reihe von Anzeichen einer regionalen Clusterbildung.

Die Wirtschaftsstruktur ist tendenziell sehr mittelständisch geprägt. Beispielhaft für Unternehmen aus der Region (vgl. auch *Tabelle 5.7*) seien die *Gildemeister AG* aus Bielefeld, einer der Weltmarktführer für Werkzeugmaschinen, *KraussMaffei*, ein Anbieter von Anwendungstechnologien für die Kunststoff und Kautschuk erzeugende und verarbeitende Industrie, *Kannegiesser*, ein Hersteller von Textilmaschinen, sowie die *Dörries Scharmann Technologie GmbH*, ein Hersteller von Spezialwerkzeugmaschinen zur Bearbeitung mittlerer und großer Werkstücke, genannt. Es handelt sich oftmals um mittelständische Unternehmen, die jedoch als Weltmarktführer in ihrem Geschäftsbereich auftreten.



Tabelle 5.6

**Beschäftigte in der Produktionstechnik-Maschinen – Alle Kreise, NRW**

Angaben zum 30.06.2005

	Anzahl	Veränderung ggü. 2000 in %	in % an gesamt	Stand- ort- quotient	SV- Beschäftigte
LK Siegen-Wittgenstein	7 891	-7,9	1,8	4,8	96 533
LK Minden-Lübbecke	5 437	3,7	1,2	3,0	104 549
LK Mettmann	4 542	-26,8	1,0	1,6	163 176
KS Mönchengladbach	4 251	-17,8	0,9	3,1	80 143
LK Ennepe-Ruhr-Kreis	3 999	-18,6	0,9	2,5	92 049
LK Märkischer Kreis	3 908	2,4	0,9	1,6	143 030
KS Remscheid	3 454	-34,6	0,8	4,9	41 432
LK Warendorf	3 370	-18,7	0,8	2,6	75 259
KS Krefeld	3 285	2,0	0,7	2,3	81 925
LK Borken	3 268	-1,9	0,7	1,8	106 875
KS Bielefeld	3 068	-9,8	0,7	1,5	123 539
LK Steinfurt	3 064	-22,0	0,7	1,5	117 175
LK Rhein-Sieg-Kreis	2 735	-15,5	0,6	1,3	121 433
LK Gütersloh	2 666	-3,2	0,6	1,2	128 219
KS Düsseldorf	2 641	-18,3	0,6	0,5	335 361
LK Herford	2 595	-4,8	0,6	1,8	83 243
KS Dortmund	1 892	-20,9	0,4	0,6	188 919
LK Lippe	1 868	-25,2	0,4	1,1	96 814
LK Paderborn	1 820	-4,3	0,4	1,2	92 115
LK Heinsberg	1 747	0,8	0,4	2,0	49 999
KS Köln	1 730	-21,9	0,4	0,2	435 199
LK Coesfeld	1 661	-10,3	0,4	1,9	49 910
LK Oberbergischer Kreis	1 660	-36,6	0,4	1,2	83 816
KS Wuppertal	1 590	-15,0	0,4	0,8	112 437
KS Bochum	1 573	-0,1	0,4	0,7	123 033
KS Essen	1 516	-19,8	0,3	0,4	202 421
LK Unna	1 458	-26,0	0,3	0,9	98 129
KS Hagen	1 425	-7,7	0,3	1,3	64 251
LK Hochsauerlandkreis	1 332	-11,0	0,3	0,9	83 418
LK Olpe	1 189	-15,6	0,3	1,5	45 358
LK Kleve	1 140	-7,7	0,3	0,9	73 291
LK Viersen	1 139	-20,2	0,3	0,8	78 449
LK Soest	1 077	-14,5	0,2	0,7	89 025
LK Düren	1 048	-12,1	0,2	0,9	69 287
LK Rheinisch-Bergischer Kreis	1 001	-36,2	0,2	0,9	63 064
KS Herne	929	-0,5	0,2	1,3	40 514
LK Wesel	887	-23,9	0,2	0,5	111 925
LK Neuss	882	-48,0	0,2	0,4	120 960
LK Höxter	878	0,1	0,2	1,4	37 458
KS Solingen	840	-35,1	0,2	1,1	45 709
KS Münster (Westf.)	830	-19,3	0,2	0,4	128 333
LK Recklinghausen	796	-29,5	0,2	0,3	138 429
LK Aachen	745	-42,3	0,2	0,6	68 056
KS Hamm	660	17,4	0,1	0,8	50 331
KS Duisburg	658	-60,4	0,1	0,3	150 010
KS Aachen	590	-23,0	0,1	0,3	104 411
KS Bonn	441	-43,5	0,1	0,2	142 178
KS Mülheim a.d.Ruhr	423	-15,4	0,1	0,5	52 020
LK Euskirchen	315	-13,5	0,1	0,4	43 866
KS Gelsenkirchen	304	-43,2	0,1	0,3	70 765
LK Erftkreis	198	-51,1	0,0	0,1	111 488
KS Bottrop	134	-21,2	0,0	0,3	31 240
KS Oberhausen	94	-18,3	0,0	0,1	56 052
KS Leverkusen	48	-77,6	0,0	0,0	59 649

Quelle: Sonderauswertung aus der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Tabelle 5.7

**Beschäftigte in der Produktionstechnik-Steuerung – Alle Kreise, NRW**

Angaben zum 30.06.2005

		Anzahl	Veränderung ggü. 2000 in %	in % an gesamt	Standort- quotient
KS	Dortmund	2 351	-2,1	1,1	1,5
LK	Minden-Lübbecke	2 345	1,5	1,1	2,6
LK	Mettmann	1 985	19,7	0,9	1,4
LK	Soest	1 762	-4,4	0,8	2,3
KS	Köln	1 546	-25,8	0,7	0,4
KS	Aachen	1 261	-25,9	0,6	1,4
LK	Wesel	1 119	-2,4	0,5	1,2
LK	Steinfurt	1 109	11,0	0,5	1,1
KS	Essen	1 080	42,1	0,5	0,6
LK	Neuss	998	34,1	0,4	1,0
LK	Kleve	969	-6,2	0,4	1,6
LK	Ennepe-Ruhr-Kreis	964	-37,6	0,4	1,2
KS	Duisburg	880	-4,2	0,4	0,7
LK	Lippe	796	36,8	0,4	1,0
LK	Erftkreis	768	8,5	0,3	0,8
LK	Herford	677	-20,4	0,3	1,0
LK	Gütersloh	624	-0,6	0,3	0,6
LK	Märkischer Kreis	580	-18,3	0,3	0,5
LK	Rhein-Sieg-Kreis	528	-2,8	0,2	0,5
LK	Aachen	523	37,3	0,2	0,9
LK	Recklinghausen	498	-22,8	0,2	0,4
LK	Siegen	498	-18,5	0,2	0,6
LK	Paderborn	468	-11,4	0,2	0,6
LK	Viersen	448	1,4	0,2	0,7
KS	Düsseldorf	429	-48,3	0,2	0,2
LK	Heinsberg	428	16,6	0,2	1,0
LK	Rheinisch-Bergischer Kreis	425	-4,9	0,2	0,8
KS	Wuppertal	408	-34,5	0,2	0,4
LK	Borken	407	6,3	0,2	0,4
LK	Unna	383	-11,3	0,2	0,5
KS	Mönchengladbach	374	70,0	0,2	0,6
KS	Bochum	362	7,4	0,2	0,3
KS	Remscheid	358	34,1	0,2	1,0
KS	Mülheim a.d. Ruhr	323	12,9	0,1	0,7
KS	Bielefeld	311	-2,2	0,1	0,3
KS	Solingen	273	-35,9	0,1	0,7
KS	Hagen	244	2,5	0,1	0,4
LK	Warendorf	220	155,8	0,1	0,3
KS	Oberhausen	199	67,2	0,1	0,4
KS	Bonn	195	-63,9	0,1	0,2
LK	Oberbergischer Kreis	189	-29,5	0,1	0,3
LK	Düren	184	-12,0	0,1	0,3
LK	Höxter	154	0,0	0,1	0,5
KS	Münster (Westf.)	134	-70,0	0,1	0,1
LK	Olpe	133	-6,3	0,1	0,3
LK	Hochsauerlandkreis	128	-25,6	0,1	0,2
KS	Gelsenkirchen	115	64,3	0,1	0,2
LK	Euskirchen	107	5,9	0,0	0,3
LK	Coesfeld	77	-4,9	0,0	0,2
KS	Krefeld	49	-22,2	0,0	0,1
KS	Hamm	13	0,0	0,0	0,0
KS	Leverkusen	12	0,0	0,0	0,0
KS	Bottrop	0	0,0	0,0	0,0
KS	Herne	0	0,0	0,0	0,0

Quelle: Sonderauswertung aus der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Die Region Ostwestfalen-Lippe fand in den vergangenen Jahren des Öfteren Berücksichtigung in der regionalen Wirtschafts- und Technologiepolitik. Erwähnt seien die Ansätze zur Etablierung der Biotechnologieindustrie, aber auch die Auszeichnung als Modellregion für Bürokratieabbau und Partnerregion des Bundeswirtschaftsministeriums. Letztlich wird die Region geprägt durch dreizehn Hochschulen, darunter die Universitäten Bielefeld und Paderborn sowie die Fachhochschulen Bielefeld und Lippe/Höxter und die Fachhochschule des Mittelstands in Bielefeld. Eine konkrete Initiative zur Netzwerkbildung im Bereich Produktionstechnik ist das Innovationsnetzwerk OWL Maschinenbau, mit über 160 Akteuren. Die zu diesem Innovationsnetzwerk gehörige Initiative „Berufsoffensive für Ingenieurinnen und Ingenieure in OstwestfalenLippe“ wurde im Juni 2007 gemeinsam mit dem NRW-weiten Projekt „Erlebnis Maschinenbau – Technik, die fasziniert“ als „Ausgewählter Ort 2007“ ausgezeichnet. Vergeben wurde die Auszeichnung von „Deutschland – Land der Ideen“, einer gemeinsamen Standortinitiative der Bundesregierung und der deutschen Wirtschaft unter der Schirmherrschaft des Bundespräsidenten.

Südwestfalen stellt ein weiteres Produktionstechnik-Cluster in NRW dar. Zu Südwestfalen zählen die Kreise Soest, Olpe, Siegen-Wittgenstein, der Märkische Kreis und der Hochsauerlandkreis. Dem Kreis Siegen-Wittgenstein kommt dabei mit der höchsten Beschäftigtenanzahl in der Produktionstechnik in NRW sowie einem am Standortquotienten gemessenen hohen Spezialisierungsgrad eine Schlüsselrolle zu. Eine ebenfalls hohe Anzahl an Beschäftigten in dieser Industrie weist der Märkische Kreis mit Rang 6 auf. Der Hochsauerlandkreis (29), Olpe (30) und Soest (33) sind durch durchschnittliche Beschäftigtenzahlen in der Produktionstechnik gekennzeichnet. Neben Ostwestfalen-Lippe zeigen sich somit Anzeichen einer weiteren regionale Clusterbildung in der Produktionstechnik-Maschinen. Nach der Selbstdarstellung der Region (vgl. [www.kompetenznetze.de](http://www.kompetenznetze.de)) liegen die Schwerpunkte vornehmlich im Spezial- und Werkzeugmaschinenbau, insbesondere beispielsweise bei den Kunststoffverarbeitungsmaschinen, den Verpackungsmaschinen und Maschinen für die Schaumstoffindustrie. Da es sich hierbei um mittelständische Unternehmen handelt, sind in der Top 20 Liste der Produktionstechnologiehersteller keine Unternehmen aus Südwestfalen vertreten. Stellvertretend seien hier die *Herkules Maschinenfabrik Siegen*, Hersteller von Walzenschleifmaschinen, und die in Siegen-Wittgenstein mit zwei Standorten vertretene *Graeber Group*, die Maschinen für den Schiffsbau, die Rohrbranche und die Automobilindustrie herstellt, genannt. Zudem sind größere Unternehmen (wie *ThyssenKrupp* in Olpe) mit Produktionsstandorten in Südwestfalen vertreten.

Tabelle 5.8

**Umsatzstärkste Unternehmen in der Produktionstechnikindustrie – Top 20 Hersteller**

Name des Unternehmens	Umsatz in Mill. €	Unternehmenssitz
ThyssenKrupp AG	47 125	Essen (KS)/Duisburg (KS)
GEA Group AG	4 346	Bochum (KS)
Heidelberger Druckmaschinen AG	3 710	Heidelberg (KS)
Voith Siemens Hydro Kraftwerkstechnik GmbH & Co. KG	3 551	Heidenheim (LK)
SMS GmbH	2 334	Düsseldorf (KS)
Vaillant Werkzeugbau GmbH	1 791	Remscheid (KS)
Koenig & Bauer AG	1 659	Würzburg (KS)
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG *	1 324	München (KS)
Gildemeister	1 074	Bielefeld (KS)
Saurer GmbH & Co. KG	1 068	Mönchengladbach (KS)
Liebherr-Werk Ehingen GmbH	936	Alb-Donau-Kreis (LK)
ZF Passau GmbH	750	Passau (KS)
Brueninghaus Hydromatik GmbH	735	Neu-Ulm (LK)
Trumpf Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG	670	Ludwigsburg (LK)
Liebherr-Hydraulikbagger GmbH	537	Biberach (LK)
Sartorius AG*	500	Göttingen (LK)
Krauss Maffei Kunststofftechnik	491	Gütersloh (LK)
KHS Maschinen- und Anlagenbau AG	490	Dortmund (KS)
Elringklinger AG	481	Reutlingen (LK)
Moeller GmbH *	451	Bonn (KS)

Quelle: Geschäftsberichte und Internetseiten der Unternehmen. Amadeus-Datenbank, eigene Berechnungen. \* kennzeichnet Unternehmen im Bereich Produktionstechnik-Steuerung.

Verglichen mit Produktionstechnik-Maschinen ist der Bereich Produktionstechnik-Steuerung durch geringe Standortquotienten und damit eine geringe Spezialisierung gekennzeichnet (vgl. **Tabelle 5.8**). So weist der Kreis mit dem höchsten Standortquotienten in der Produktionstechnik-Steuerung, Minden-Lübbecke, einen nur gut halb so hohen Wert auf wie der Kreis mit dem höchsten Standortquotienten in der Produktionstechnik-Maschinenbau, Siegen-Wittgenstein, auf. Zudem sind die weiteren Kreise mit einem relativ hohen Standortquotienten in der Produktionstechnik-Steuerung, Dortmund, Mettmann, Soest, Aachen und Kleve regional relativ weit voneinander entfernt. Letztlich weist auch die Mehrzahl der Kreise von Ostwestfalen-Lippe und Südwestfalens, die über einen hohen Spezialisierungsgrad in der Produktionstechnik-Maschinenbau verfügen, einen geringen Wert in der Produktionstechnik-Steuerung auf. In der Steuerungstechnik sind daher nur sehr wenige Anzeichen einer regionalen Clusterbildung in NRW zu erkennen. Nichtsdestotrotz gibt es Anstrengungen, solche regionalen Cluster zu bilden. Ein Beispiel ist das in Aachen ansässige Netzwerk PhotonAix, ein Kompetenznetzwerk für Optische Technologien und Systeme ([www.photonaix.de](http://www.photonaix.de)). Es handelt sich hierbei um die Vernetzung von Unternehmen, Forschungszentren, Hochschulen sowie Kapitalgebern und Vertretern der öffentlichen Hand. Im Bereich Produktionstechnik ist dieses Netzwerk beispielsweise bei der Entwicklung von optischen Messsystemen für Fertigungsprozesse und bei der Neu- und Weiterentwicklung von Fertigungstechnologien für optische Komponenten tätig.

#### 5.4 Produktion von Gütern der Produktionstechnikindustrie in NRW

Im Folgenden soll anstelle der Wirtschaftszweigsystematik das Güterkonzept verwendet werden, um die Verteilung der Produktionswerte auf regionaler Ebene in NRW zu untersuchen. Hierbei steht einerseits die exaktere Abgrenzung der relevanten Produktionswerte im Mittelpunkt der Betrachtung. Andererseits werden mit den Auslandsumsätzen und Investitionen zwei weitere Indikatoren der wirtschaftlichen Bedeutung erörtert, umso ein umfassenderes Bild zur regionalen Verteilung der Wirtschaftsleistung der Maschinenhersteller zu erhalten.

Während beim Güterkonzept nur die Herstellung von Produktionstechnik-Gütern berücksichtigt wird, gehen bei der wirtschaftszweigbezogenen Betrachtung alle Güter von Unternehmen ein, die ihren wirtschaftlichen Schwerpunkt in der Produktionstechnik haben. Die folgenden Berechnungen basieren auf allen Betrieben, die im Zeitraum 1995 bis 2005 zumindest einmal im Rahmen des Monatsberichts im Verarbeitenden Gewerbe und im Rahmen der Investitionserhebung befragt wurden. Betriebe, die an der bis 2002 durchgeführten Kleinbetriebserhebung teilnahmen, sind im Datensatz nicht enthalten. Dementsprechend beschränkt sich die Analyse auf Betriebe mit 20 und mehr Beschäftigten. Zudem ist es mit Hilfe des Güterkonzepts möglich, die Analyse auf die Herstellung kompletter Maschinen zu konzentrieren. Die Herstellung einzelner Bestandteile von Maschinen (oder Steuerungsanlagen), muss somit nicht in die Betrachtung einbezogen werden.

Auf der Basis des *Produkt-Producer-Panels*, welches vom LDS Nordrhein-Westfalen für den Innovationsbericht zusammengestellt und vom RWI Essen mittels Datenfernverarbeitung genutzt wurde, wurde die regionale Verteilung der Hersteller von ausgewählten Gütern der Produktionstechnik-Maschinen berechnet (vgl. Anhang zu Kapitel 3 zur Abgrenzung). Es ergeben sich Umsätze in Höhe von 12,9 Mrd. € für Betriebe im Bereich Produktionstechnik Maschinen und von 2,3 Mrd. € für Betriebe im Bereiche Produktionstechnik Steuerung (vgl. **Tabelle 5.9** und **Tabelle 5.10**). Somit deckt das Panel knapp 69% jener Umsätze, die durch die Verwendung der Umsatzsteuerstatistik im Bereich Produktionstechnik-Maschinen erfasst wurden, ab. Für die Produktionstechnik Steuerung beträgt die Abdeckungsrate 84% (vgl. hierzu nochmals *Tabelle 5.1*).

Tabelle 5.9

**Kennziffern der Hersteller von Gütern der Produktionstechnik-Maschinen**

Abgrenzung nach dem Wirtschaftszweigkonzept

	Betriebe	Umsatz	Auslandsumsatz	Investitionen
	Anzahl	in Mill. €	in Mill. €	In Mill. €
<i>Angaben für das Jahr 2005</i>				
Rheinland	265	4.645	3 287	98
Westfalen	324	6.283	3 828	89
Ruhrgebiet	131	1.971	1 101	24
NRW	720	12.899	8 216	210
<i>2005 gegenüber 1995 (1995 = 100)</i>				
Rheinland	99	74	76	86
Westfalen	118	157	190	91
Ruhrgebiet	81	113	179	82
NRW	102	107	118	88

Quelle: Product-Producer-Panel, LDS NRW, kontrollierte Datenfernverarbeitung, eigene Berechnungen.

Tabelle 5.10

**Kennziffern der Hersteller von Gütern der Produktionstechnik-Steuerung**

Abgrenzung nach dem Wirtschaftszweigkonzept

	Betriebe	Umsatz	Auslandsumsatz	Investitionen
	Anzahl	in Mill. €	In Mill. €	in Mill. €
<i>Angaben für das Jahr 2005</i>				
Rheinland	90	770	357	13
Westfalen	49	564	287	11
Ruhrgebiet	61	822	314	19
NRW	200	2.318	1.043	45
<i>2005 gegenüber 1995 (1995 = 100)</i>				
Rheinland	145	183	270	72
Westfalen	188	225	289	155
Ruhrgebiet	145	150	201	118
NRW	154	190	269	109

Quelle: Product-Producer-Panel, LDS NRW, kontrollierte Datenfernverarbeitung, eigene Berechnungen.

In der *Tabelle 5.9* sind zunächst die Befunde zur regionalen Verteilung der Zahl der Betriebe, der Auslandsumsätze und der Investitionen bei Zugrundelegung des bisher angewandten Wirtschaftszweigkonzepts angegeben. Trotz der Eingrenzung auf Betriebe mit 20 und mehr Beschäftigten zeigt sich das bekannte Muster: Betriebe mit einem wirtschaftlichen Schwerpunkt in der Produktionstechnik-Maschinen sind am häufigsten in Westfalen zu finden. Ebenso entfällt der größte Anteil an den Auslandsumsätzen auf Betriebe in Westfalen. Das bekannte Muster setzt sich jedoch nicht bei den

Investitionen fort. Die Investitionen im Rheinland übersteigen jene in Westfalen um mehr als 10%. Aufgrund der geringeren Zahl der Betriebe ist die Investitionssumme je Betrieb im Rheinland mit 369 Tsd. € höher als in Westfalen (275 Tsd. €). Im Ruhrgebiet ist die Investitionssumme je Betrieb mit einem Wert von 183 Tsd. € deutlich geringer. Allein aus diesem Befund kann noch nicht auf eine unterdurchschnittliche Investitionstätigkeit der Betriebe in Westfalen und im Ruhrgebiet geschlossen werden. So können sich in den Unterschieden regional unterschiedliche Betriebsgrößen verbergen.

Beim Wachstum ergibt sich allerdings ein entgegengesetztes Bild. Im Rheinland waren von 1995 bis 2005 die Auslandsumsätze deutlich rückläufig. In Westfalen und im Ruhrgebiet kam es hingegen zu einer deutlichen Zunahme. Von der positiven Entwicklung der Absatzmärkte für Güter des Maschinenbaus profitieren Betriebe im Rheinland also anscheinend nur unterdurchschnittlich.

In Analogie zum Vorgehen für die Produktionstechnik-Maschinen gibt *Tabelle 5.10* einen Überblick zu Kennzahlen der Hersteller von Gütern der Produktionstechnik-Steuerung. Von allen drei Großregionen ist der Anteil des Rheinlands an der Zahl der Betriebe am höchsten. Gleiches trifft auf den Anteil des Rheinlands am Auslandsumsatz aller Betriebe aus NRW nicht aber für den Anteil an den Investitionen zu. Bezüglich letztgenanntem kann das Ruhrgebiet den höchsten Anteil vorweisen. Grundsätzlich handelt es sich bei der Produktionstechnik-Steuerung um ein an Bedeutung zunehmendes Teilssegment. Die höchsten Zuwachsraten in allen drei Indikatoren (Zahl der Betriebe, Auslandsumsätze, Investitionen) ergeben sich dabei in Westfalen. Über die wahren Gründe der überdurchschnittlichen Entwicklung kann an dieser Stelle nur gemutmaßt werden.

Die ergänzende Betrachtung weiterer wirtschaftlicher Indikatoren erhärtet den Eindruck der hohen wirtschaftlichen Potenziale in der Produktion von Gütern der Produktionstechnik in Westfalen.

Der zweite Teil der Analyse bezieht sich auf die regionale Verteilung der Produktionswerte nach dem Güterkonzept. Dieser Wert berücksichtigt nur die Wertschöpfung des Betriebes, d.h. Vorleistungen bleiben unberücksichtigt. Für NRW ergibt sich ein Produktionswert von 8,6 Mrd. € (vgl. *Tabelle 5.11*). Davon entfallen 45,7% auf Westfalen, 44,8% auf das Rheinland und 9,5% auf das Ruhrgebiet. Der Wert für Westfalen liegt damit in etwa in der Nähe des ermittelten Anteils Westfalens von 47% an der Beschäftigung in der Produktionstechnik-Maschinen nach den Daten der Bundesagentur für Arbeit und dem zugrunde liegenden Wirtschaftszweigkonzept. Die ausschließliche Verwendung des Wirtschaftszweigkonzepts hat demnach keine

größere Verzerrung in der Bestimmung der wirtschaftlichen Bedeutung der Produktionstechnik-Maschinen zur Folge.

Beim Wachstum von 1995 bis 2005 liegt ebenfalls Westfalen an der Spitze, sowohl was den Produktionswert als auch was die Anzahl der Betriebe angeht. Die Wachstumsraten sind dabei bemerkenswert hoch. Der Produktionswert nahm um den Faktor 2,6 zu. Die Wachstumsraten im Ruhrgebiet und im Rheinland sind dagegen bedeutend niedriger.

Tabelle 5.11

**Produktionswert der Hersteller von Produktionstechnik-Maschinen**

Abgrenzung nach dem Güterkonzept

	2005		2005 gegenüber 1995 (1995 = 100)	
	Betriebe	Produktionswert	Betriebe	Produktionswert
	Anzahl	in Mill. €		
Rheinland	238	3 857	111	109
Westfalen	268	3 929	179	259
Ruhrgebiet	95	815	106	133
NRW	601	8 600	132	152

Quelle: Product-Producer-Panel, LDS NRW, kontrollierte Datenfernverarbeitung, eigene Berechnungen.

Der Produktionswert der Hersteller von Produktionstechnik-Steuerung in NRW beträgt nach dem Wirtschaftszweigkonzept circa 2,1 Mrd. € (vgl. **Table 5.12**). Nach dem Güterkonzept ergibt sich ein Produktionswert von 1,9 Mrd. €. Die hohe Ähnlichkeit folgt aus dem Umstand, dass diesmal keine weitergehenden Einschränkungen im Sinne des Ausschlusses bestimmter Gütergruppen der Wirtschaftszweige der Mess-, Regelungs- und Steuerungstechnik vorgenommen wurde. Bei Anwendung des Wirtschaftszweigkonzepts kommt es zunächst zu einer geringfügigen Überschätzung des realen Produktionswerts mit Gütern der Produktionstechnik-Steuerung. Viel gewichtiger erscheint jedoch, dass die regionale Verteilung deutliche Änderungen aufzeigt. Während nach dem ungenaueren Wirtschaftszweigkonzept für das Ruhrgebiet ein Anteil von 36,1% am Produktionswert ermittelt wird, sinkt der Anteil 29,0% bei Anwendung des Güterkonzepts.

Beim Wachstum liegt laut Güterkonzept Westfalen klar in Front, sowohl bezüglich des Produktionswerts als auch (in etwas eingeschränkterem Maße) bezüglich der Anzahl an Betrieben. Im Hinblick auf beiden Größen auf dem zweiten Rang liegt das Ruhrgebiet, das Rheinland weist aber nur etwas geringere Werte auf.



Tabelle 5.12

**Produktionswert der Hersteller von Produktionstechnik Steuerung**

	Güterkonzept		Wirtschaftszweigkonzept	
	Betriebe	Produktionswert	Betriebe	Produktionswert
	Anzahl	in Mill. €	Anzahl	in Mill. €
	<i>Angaben für das Jahr 2005</i>			
Rheinland	110	742	90	706
Westfalen	73	608	49	558
Ruhrgebiet	74	551	61	714
NRW	257	1.901	200	2.132
	<i>2005 gegenüber 1995 (1995 = 100)</i>			
Rheinland	113	136	145	170
Westfalen	133	238	188	157
Ruhrgebiet	121	147	145	182
NRW	121	161	154	169

Quelle: Product-Producer-Panel, LDS NRW, kontrollierte Datenfernverarbeitung, eigene Berechnungen.

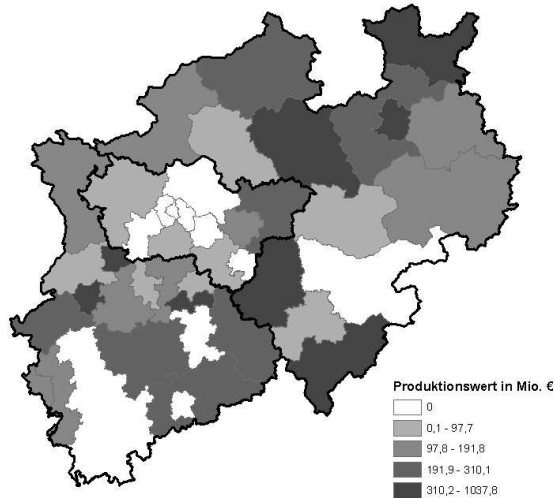
Zum Abschluss der Analyse der regionalen Verteilung der Produktionswerte bei Zugrundelegung des exakteren Güterkonzepts geben die beiden folgenden Karten einen dezidierten Einblick in die regionale Schwerpunktbildung.

In Westfalen konzentrieren sich die Produktionskapazitäten im Segment Produktionstechnik-Maschinen vor allem auf zwei Kreise in Südwestfalen (Siegen-Wittgenstein, Märkischer Kreis) sowie mehrere Kreise in Ostwestfalen-Lippe (Minden-Lübbecke, Bielefeld) und im Münsterland (Münster, Warendorf) (vgl. **Karte 5.1**). Im Ruhrgebiet liegen keine herausragenden räumlichen Ballungen von Produktionskapazitäten vor. Im Rheinland ergibt sich ein recht heterogenes Bild, wobei sich bedeutende Produktionskapazitäten in Krefeld, Mönchengladbach, Remscheid und Solingen zeigen. Die grundlegenden Ergebnisse zur räumlichen Verteilung der Beschäftigung, die mit Hilfe des Wirtschaftszweigkonzepts erzielt wurden, bleiben somit bestehen. Allerdings schneiden Krefeld (Rang 4 laut Beschäftigung, siehe **Tabelle 5.6**), Rang 9 nach Beschäftigte und Wirtschaftszweigkonzept) und Bielefeld (Rang 5 statt Rang 11) mit dem Güterkonzept besser ab. Schlechter steht hier hingegen Minden-Lübbecke (Rang 7 statt Rang 2).

Karte 5.1

**Verteilung der Produktionskapazitäten für Produktionstechnik-Maschinen in Nordrhein-Westfalen**

Produktionswerte nach Kreisen in Mio. €; 2005; Güterkonzept



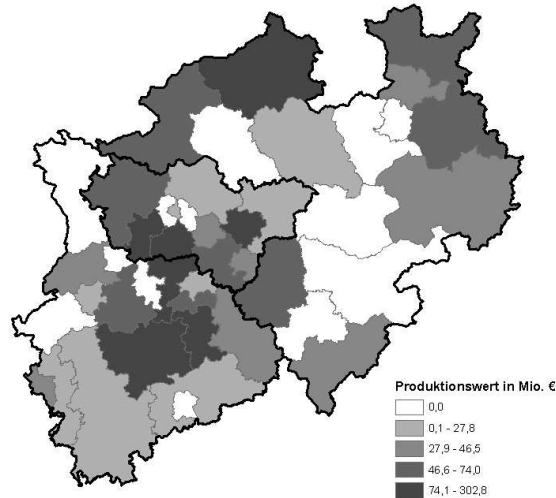
Quelle: Panel der Berichterstattung des Produzierenden Gewerbes, Forschungsdatenzentren des Bundes und der Länder. – eigene Berechnungen. Der Informationsverlust aufgrund von Datenschutzgründen liegt bei weniger als 1%.

Die regionale Verteilung der Produktionskapazitäten für die Produktionstechnik-Steuerung in NRW nach dem Güterkonzept ist in **Karte 5.2** dargestellt. Es wird ersichtlich, dass in Westfalen nur im Münsterland (Steinfurt) eine deutliche regionale Konzentration der Produktionskapazitäten vorherrscht. In Ostwestfalen-Lippe und in Südwestfalen sind hohe Produktionskapazitäten nur mit Abstrichen zu erkennen (Minden-Lübbecke und Lippe in Ostwestfalen und der Märkische Kreis in Südwestfalen). Im Ruhrgebiet konzentrieren sich die Produktionskapazitäten hingegen deutlich in Dortmund, Essen, Duisburg und Mülheim an der Ruhr. Im Rheinland ist dies in Mettmann, dem Rheinisch-Bergischen Kreis, Köln, Leverkusen und dem Rhein-Erft-Kreis der Fall. Das Münsterland schneidet bei Verwendung des Güterkonzepts auch in der Produktionstechnik-Steuerung etwas besser ab als nach den Beschäftigtenzahlen gemäß dem Wirtschaftszweigkonzept erkennbar war. Dies liegt vor allem daran, dass der Kreis Steinfurt laut Güterkonzept Rang 1 belegt, beim Wirtschaftszweigkonzept nur Rang 8. Ansonsten entspricht sich die Rangfolge der Kreise bei Verwendung der beiden Konzepte weitestgehend.

Karte 5.2

**Verteilung der Produktionskapazitäten für Produktionstechnik- Steuerung in Nordrhein-Westfalen**

Produktionswerte nach Kreisen in Mio. €; 2005; Güterkonzept



Quelle: Panel der Berichterstattung des Produzierenden Gewerbes, Forschungsdatenzentren des Bundes und der Länder. – eigene Berechnungen. Weiß: 0 oder aus Datenschutzgründen geheim gehalten. Der Produktionswert aller Kreise ohne Angabe aufgrund von Datenschutzbestimmungen beträgt etwa 7% des gesamten Produktionswertes der Güter im Bereich Produktionstechnik-Steuerung in NRW.

**5.5 Patente**

Analog zum bisherigen Vorgehen konzentrierte sich das RWI Essen auf die Analyse der Patentanmeldungen und das RUFIS auf die Auswertung der Patentdatenbanken zu Patenterteilungen. Die Identifizierung der Produktionstechnik-relevanten Patentanmeldungen/-erteilungen stützt sich auf eine eigene Abgrenzung relevanter Patentklassen nach der International Patent Classification (IPC) (vgl. Anhang, „Abgrenzung der Zukunftsfelder“). Ausgewählt wurden alle Patentanmeldungen/-erteilungen, bei denen es sich bei einer Haupt- oder Nebenklasse um eine Patentklasse der Produktionstechnik handelt.

In den folgenden zwei Tabellen sind die Befunde für die Produktionstechnik im Bereich Maschinen und Verfahren dargestellt. Aufgrund der hohen Heterogenität und dem ergänzenden Charakter der Steuerungstechnik wird hierüber im Anschluss im Rahmen der segmentspezifischen Betrachtung berichtet.

Sowohl für den früheren (1995-2000) als auch für den späteren Zeitraum (2001-2006) weist NRW bei den gewichteten Patentanmeldungen die höchste Anzahl auf (vgl. **Tabelle 5.13**). Knapp hinter NRW folgt Baden-Württemberg. Erst mit deutlichem Abstand folgt Bayern auf dem dritten Platz. Beim Vergleich der beiden Zeiträume fällt aber auf, dass sich der Vorsprung von NRW verringert hat. Grund hierfür ist ein Rückgang der Patentanmeldungen in NRW um fast 20% gegenüber der Vorperiode. Damit einher sinkt der Länderanteil von NRW an den Patentanmeldungen von 30,7% im Zeitraum 1995 bis 2000 auf 25,8% im jüngsten Zeitraum 2001 bis 2006.

Eine Untersuchung der Patentanmeldungen in den einzelnen Bereichen der Produktionstechnik (*Angaben nicht tabelliert*) ergibt, dass der Rückgang zwischen den beiden Zeiträumen bei der Herstellung von sonstigen Maschinen am stärksten war (-44%). Der Werkzeugmaschinenbau hatte mit -17% einen geringeren Rückgang zu verkraften. Bei den Verfahren im Metallbereich wurden im vergangenen Zeitraum 24% weniger Patente angemeldet im Vergleich zum vorangegangenen Zeitraum, im Kunststoffbereich waren es 11% weniger. Nur die Steuerungstechnik bildet eine Ausnahme. Hier wurden im Zeitraum 2001 bis 2006 21% mehr Patente angemeldet als im Zeitraum 1995 bis 2000.

Tabelle 5.13

**Patentanmeldungen im Bereich Produktionstechnik (ohne Steuerungstechnik) nach Bundesländern**

	Patentanmeldungen (2001-2006)		Patentanmeldungen (1995-2000)	
	Anzahl gew.	in %	Anzahl gew.	in %
Baden-Württemberg	733,8	23,6	714,7	22,1
Bayern	490,2	15,7	490,5	15,2
Berlin	47,4	1,5	35,1	1,1
Brandenburg	14,1	0,5	12,9	0,4
Bremen	34,5	1,1	11,5	0,4
Hamburg	92,4	3,0	50,0	1,5
Hessen	230,0	7,4	281,6	8,7
Mecklenburg-Vorpommern	30,6	1,0	10,9	0,3
Niedersachsen	210,2	6,8	238,6	7,4
Nordrhein-Westfalen	804,9	25,8	993,7	30,7
Rheinland-Pfalz	175,3	5,6	179,4	5,6
Saarland	22,0	0,7	40,5	1,3
Sachsen	74,4	2,4	70,9	2,2
Sachsen-Anhalt	27,0	0,9	18,2	0,6
Schleswig-Holstein	91,5	2,9	54,7	1,7
Thüringen	36,0	1,2	29,2	0,9
Deutschland	3 114,4	100,0	3 232,3	100,0

Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

Im NRW Regionalvergleich kann Westfalen einen Anteil von 27,5% aller EPA-Patentanmeldungen aus NRW im Bereich Produktionstechnik für sich verbuchen. Auf das Rheinland entfallen 49,1% und auf das Ruhrgebiet die verbleibenden 23,4%. Gemessen an einem geringen Produktionswert von 9,5% im Bereich Produktionstechnik-Maschinen zeichnen sich die Ruhrgebietsunternehmen durch überdurchschnittliche Patentaktivitäten aus. Die Unterschiede spiegeln im Wesentlichen die Unterschiede in den besetzten Märkten wider. Während westfälische Betriebe eher in weniger forschungsintensiven Segmenten tätig sind, zeigt sich für die Ruhrgebietsunternehmen genau das umgekehrte Bild.

Tabelle 5.14

**Patentanmeldungen im Bereich Produktionstechnik (ohne Steuerungstechnik) nach Verdichtungsräumen**

	Patentanmeldungen (2001-2006)		Patentanmeldungen (1995-2000)	
	Anzahl gew.	in %	Anzahl gew.	in %
Aachen	62,5	2,0	99,6	3,1
Berlin	60,6	1,9	47,9	1,5
Bielefeld	41,8	1,3	35,2	1,1
Bremen	32,7	1,1	39,4	1,2
Chemnitz	26,4	0,8	21,2	0,7
Dresden	36,3	1,2	36,5	1,1
Düsseldorf-Wuppertal	221,4	7,1	311,5	9,6
Erlangen-Fürth-Nürnberg	86,1	2,8	55,1	1,7
Hamburg	168,9	5,4	114,1	3,5
Hannover	42,4	1,4	44,5	1,4
Karlsruhe	34,0	1,1	35,1	1,1
Köln-Bonn	126,4	4,1	176,9	5,5
Leipzig	31,8	1,0	4,2	0,1
München	144,3	4,6	142,6	4,4
Rhein-Main	163,9	5,3	232,0	7,2
Rhein-Neckar	86,2	2,8	116,0	3,6
Ruhrgebiet	189,6	6,1	201,5	6,2
Saarbrücken	101,1	3,2	41,2	1,3
Stuttgart	318,4	10,2	291,2	9,0
Sonstige Kreise	1 139,5	36,6	1 186,5	36,7

Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

Bei der Betrachtung der Verdichtungsräume hinsichtlich der anteiligen Patentanmeldungen in **Tabelle 5.14** zeigt sich der Raum Düsseldorf-Wuppertal für den Zeitraum 2001 bis 2006 als Spitzenreiter in NRW und als Zweitplatzierte in Deutschland, hinter der Region Stuttgart, die die Rangliste der Verdichtungsräume anführt. Insgesamt erhärtet sich der Eindruck starker technologischer Kompetenzen im Rheinland und im südlichen Ruhrgebiet. Mit Ausnahme von Bielefeld ist nahmen die Patentanmeldungen in allen übrigen Verdichtungsräumen von NRW im jüngsten Untersuchungszeitraum deutlich gegenüber der Vorperiode ab. Die Zunahme in

Bielefeld ist aus NRW Sicht sicherlich erfreulich. Aufgrund des insgesamt geringen Niveaus an Patentanmeldungen genügt dies jedoch nicht, um einen starken Gegenpol zur Abnahme der Patentanmeldungen in den anderen NRW Regionen zu bilden.

#### *Segmentspezifische Betrachtung*

Die hohe Heterogenität der Patentanmeldungen in der Produktionstechnik erschwert die Identifizierung besonderer technologischer Kompetenzen. Zu diesem Zweck wird im Folgenden eine differenzierte Betrachtung der Teilssegmente der Produktionstechnik vorgenommen. Die diesbezüglichen Angaben zur Erfindungstätigkeit sind in der **Tabelle 5.15** enthalten. Dargestellt sind die gewichteten EPO-Patentanmeldungen für den Zeitraum 2001-2006 der in diesen Bereichen bedeutendsten Bundesländer, Baden-Württemberg, Bayern und NRW, sowie der drei NRW-Regionen Rheinland, Ruhrgebiet und Westfalen. Von den im Abschnitt 7.1 erwähnten sechs Segmenten wurde auf den Ausweis des Segments „Sonstige Maschinen“ verzichtet. Bundesweit wurden hier gerade einmal 92 Patentanmeldungen im Zeitraum von 2001 bis 2006 gezählt.

Der Vergleich zwischen den drei Bundesländern zeigt, dass NRW in den Bereichen Werkzeugmaschinen und Steuerungstechnik deutlich weniger Patentanmeldungen vorzuweisen hat als Baden-Württemberg und Bayern. Dies steht im Einklang mit der Beobachtung des vergleichsweise niedrigen Länderanteils von NRW an den bundesweiten Umsätzen in den forschungsintensiven Bereichen der Produktionstechnik, insbesondere dem Werkzeugmaschinenbau. Eines der wenigen Unternehmen mit einer relativ großen Anzahl von Patentanmeldungen im Werkzeugmaschinenbau ist die SMS-Gruppe (industrielle Verarbeitung von Aluminium, Stahl, NE-Metalle). Bei den Verfahren, vor allem bei jenen in Bezug auf Metalle und Kunststoffe, nimmt NRW jedoch die führende Position ein.

Bei der Betrachtung der Patentanmeldungen der NRW-Regionen wird deutlich, dass das Rheinland in allen untersuchten Bereichen der Produktionstechnik die höchste Anzahl verzeichnet. Das Muster ist demnach ein anderes als nach der Auswertung der Umsätze, Produktionswerte oder auch Beschäftigten. Gegeben den geringeren Produktionswerten im Rheinland gegenüber Westfalen sind die Unternehmen im Rheinland insgesamt erfindungsstärker.

Besonders deutlich wird dies beispielsweise im Bereich „Verfahren Kunststoffe“, wo das Rheinland mehr als doppelt so viele Patente anmeldet als das zweitplatzierte Westfalen, und wo die vier führenden NRW-Kreise, der Rhein-Sieg-Kreis, die Stadt Köln, der Rheinisch-Bergische Kreis sowie die Stadt Aachen, alle aus dem Rheinland stammen. Führende Anmelder bei

„Verfahren Kunststoffe“, die an mehreren Orten im Rheinland vertreten sind, sind die Bayer AG, die Hennecke GmbH (ein führender Hersteller bei der Maschinen- und Anlagentechnik für Polyurethan). Bei den „Verfahren Metalle“ liegt zwar der Kreis Siegen-Wittgenstein auf Platz 1 der NRW-Kreise. Dennoch liegt Westfalen in diesem Bereich hinter dem Rheinland und dem Ruhrgebiet. Patentanmeldungen in diesem Bereich werden vor allem von der SMS-Gruppe geprägt. Diese ist beispielsweise für mehr als die Hälfte aller Anmeldungen von Erfindern mit Sitz in Düsseldorf und für mehr als 80% der Anmeldungen von Erfindern mit Wohnsitz im Kreis Siegen-Wittgenstein verantwortlich.

Tabelle 5.15

**Anzahl gewichteter Patentanmeldungen in Bereichen der Produktionstechnik**

Angaben für 2001-2006; Angaben gerundet ohne Nachkommastelle

	Werkzeug- maschinen	Verfahren Metalle	Verfahren Kunststoffe	Verfahren andere*	Steuerungs- technik
<b>Bundesland</b>					
Baden-Württemberg	327	121	115	228	237
Bayern	178	105	128	108	272
NRW	145	312	169	201	103
<b>Darunter:</b>					
Rheinland	71	143	91	103	48
Ruhrgebiet	32	86	32	57	25
Westfalen	41	82	45	41	30

Quelle: EPO, eigene Berechnungen. \* einschließlich „Verfahren zum Formen und Bearbeiten von Lebensmitteln“.

Der höhere Anteil von NRW an den Patentanmeldungen in den genannten Bereichen resultiert zum Teil aus der höheren Bevölkerungs- und damit auch höheren Beschäftigtenzahl. Das Potenzial zum Hervorbringen einer Neuerung ist demzufolge größer. Um diese Tatsache zu berücksichtigen, sind in der **Tabelle 5.16** Patentrelationen angegeben. Wie allgemein üblich wurde die Zahl der Patentanmeldungen auf eine Million Einwohner bezogen. Nunmehr zeigt sich kein überdurchschnittliches Abschneiden im Bereich „Verfahren Kunststoffe“. Allerdings erzielt NRW immer noch eine höhere Patentrelation im Bereich der Verfahren zur Metallbearbeitung.

In allen übrigen Segmenten weist NRW eine deutlich geringere Zahl der Patentanmeldungen je eine Million Einwohner als Bayern und Baden-Württemberg auf. Besonders deutlich wird dies in den forschungsaktiven Segmenten des Werkzeugmaschinenbaus und der Steuerungstechnik. Die Patentrelationen in Baden-Württemberg sind um den Faktor 3 bzw. den Faktor 4 höher als in NRW.

Das Muster entspricht dem Befund, dass NRW einen unterdurchschnittlichen Anteil am Forschungspersonal und den Forschungsausgaben aufweist. Aufgrund dieser Ausgangsbedingung sollten die geringeren Patentrelationen je Einwohner nicht überraschen. Im Gegenteil, diese entsprechen eher den Erwartungen.

Ein zusätzlicher Erkenntnisgewinn ergibt sich bei Zugrundelegung der Patentrelation Patentanmeldungen bezogen auf den Forschungspersonalbestand der Wirtschaft. Hohe Werte weisen dabei auf eine überdurchschnittliche Präsenz der Forschung im betrachteten Segment hin. Mangels genauer Angaben über das Forschungspersonal in den einzelnen Segmenten kann nicht zweifelsfrei auf eine höhere Effizienz der Forschung geschlossen werden.

Trotz Berücksichtigung des geringen Forschungspersonals zeigen sich für NRW geringere Patentrelationen im Werkzeugmaschinenbau und in der Steuerungstechnik. Dies deutet einmal mehr auf einen Rückstand NRW in diesen Segmenten hin.

Tabelle 5.16

**Patentrelationen in Bereichen der Produktionstechnik**

Angaben für 2001-2006

	Werkzeug- maschinen	Verfahren Metalle	Verfahren Kunststoffe	Verfahren andere*	Steuerungs- technik
<b>Bundesland</b>	Patentanmeldungen je eine Million Einwohner				
Baden-Württemberg	30,5	11,3	10,7	21,3	22,1
Bayern	14,3	8,4	10,3	8,7	21,9
NRW	8,0	17,3	9,4	11,1	5,7
<b>Bundesland</b>	Patentanmeldungen je tausend Forscher in der Wirtschaft				
Baden-Württemberg	4,3	1,6	1,5	2,7	3,1
Bayern	2,4	1,4	1,7	1,3	3,7
NRW	3,5	7,5	4,1	4,5	2,5

Quelle: EPO, eigene Berechnungen. \* einschließlich „Verfahren zum Formen und Bearbeiten von Lebensmitteln“.

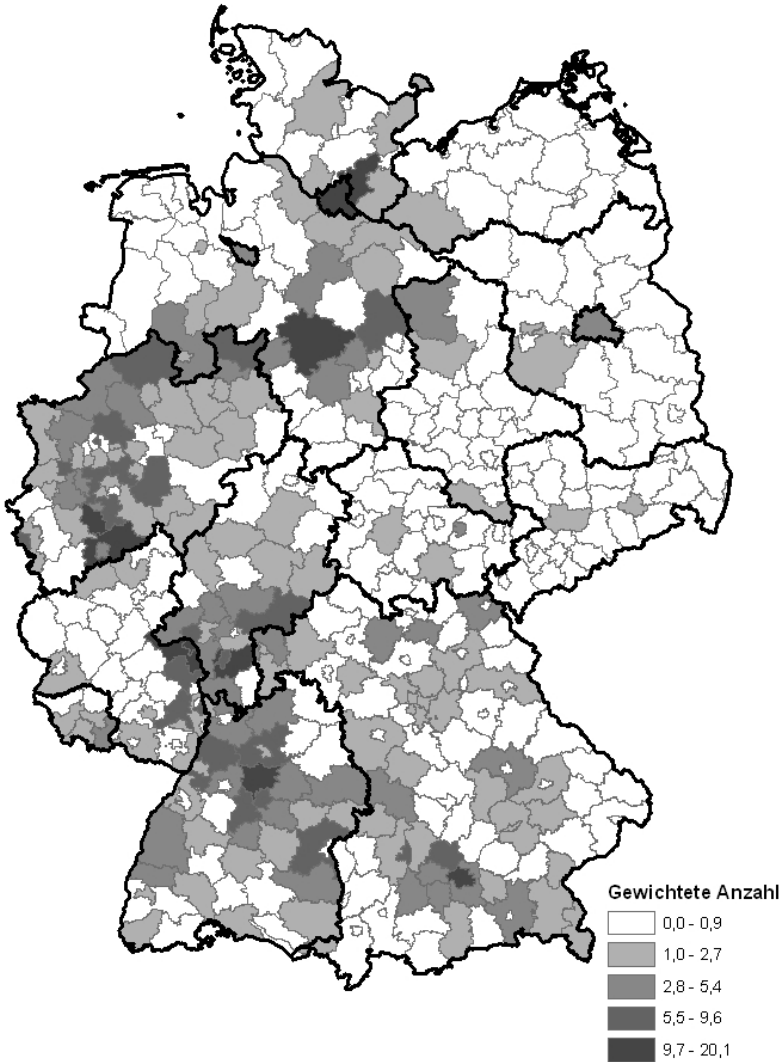
In Ergänzung zur Analyse der Bundeslandunterschiede sollen anhand der Patentanmeldungen im Bereich „Verfahren Kunststoffe“ exemplarisch die regionalen Schwerpunkte erörtert werden. Die diesbezüglichen Angaben sind in der **Karte 5.3** enthalten. Im genannten Teilsegment sind mit dem Rhein-Sieg-Kreis und der Stadt Köln zwei Kreise aus NRW in den zehn führenden Kreisen Deutschlands, gemessen an der Zahl der Patentanmeldungen, vertreten. Dieses Muster deckt sich mit dem Befund, dass im Raum Köln/Bonn eine starke wirtschaftliche Bedeutung der Kunststoffindustrie (insbesondere Kunststoffverarbeitung) zu beobachten ist.



Karte 5.3

**EPA-Patentanmeldungen im Teilssegment „Kunststoffe“ der Produktionstechnik**

Gewichtet mit der Zahl der Erfinder; Zeitraum 2001 bis 2006

Quelle: EPO, eigene Berechnungen, Darstellung mit Jenks-Caspall-Algorithmus<sup>51</sup>.

<sup>51</sup> Der Jenks-Caspall-Algorithmus, bekannt unter „natürliche Brüche“ folgt der Idee, die Unterschiede zwischen den einzelnen Kategorien hervorzuheben. Dazu werden die Unterschiede zwischen den Klassen maximiert, die Unterschiede innerhalb einer Klasse dagegen

Führende Patentanmelder bei Erfindungen aus dem Rhein-Sieg Kreis und aus Köln im Bereich „Verfahren Kunststoffe“ sind die Bayer AG, die Hennecke GmbH und die Kautex Maschinenbau GmbH. Weitere signifikante Ballungen in NRW sind recht weit regional verstreut und finden sich sowohl in Aachen als auch im Ruhrgebiet (Recklinghausen, Ennepe-Ruhr-Kreis). Zum Abschluss der Betrachtung der Patentanmeldeaktivitäten sind in der **Tabelle 5.17** die führenden NRW Kreise (nach Erfindersitz) getrennt für jedes Segment der Produktionstechnik aufgelistet. Eine Reihe der aufgeführten Kreise ist sogar in mehr als einem Segment als erfindungsstärkster Kreis genannt. Dies betrifft Siegen-Wittgenstein, Mettmann, Ennepe-Ruhr-Kreis, Köln, den Rheinisch-Bergischen Kreis und Recklinghausen. In gewisser Hinsicht ergibt sich eine Zweiteilung der Darstellung. Während das Rheinland vor allem in der Steuerungstechnik und der Verfahrenstechnik im nichtmetallischen Bereich technologische Stärken aufweist, sind es in der Metallbearbeitung vor allem Erfinder mit Wohnsitz in Westfalen.

Tabelle 5.17

**Patentanmeldungen in Bereichen der Produktionstechnik – fünf führende Kreise in NRW**

	Kreise in NRW (absteigend sortiert nach der Zahl gewichteter Patentanmeldungen 2001-2006)
Werkzeugmaschinen	Siegen-Wittgenstein, Mettmann, Mülheim an der Ruhr, Wesel, Ennepe-Ruhr-Kreis
Verfahren Metalle	Siegen-Wittgenstein, Mettmann, Duisburg, Wesel, Neuss
Verfahren Kunststoffe	Rhein-Sieg-Kreis, Köln, Rheinisch-Bergischer Kreis, Aachen, Recklinghausen, Kreis
Verfahren andere	Warendorf, Münster, Recklinghausen, Rheinisch-Bergischer Kreis, Köln
Steuerungstechnik	Aachen, Lippe, Ennepe-Ruhr-Kreis, Rheinisch-Bergischer Kreis, Köln

Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

Die Patentaktivitäten konzentrieren sich im Wesentlichen auf die drei großen Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern und NRW und dabei vor allem auf die Verdichtungsräume. Die zentrale Aussage der Befunde ist, dass NRW zwar sehr hohe Anteile an den Patentanmeldungen in der Produktionstechnik erzielt. Die Patentrelation, d.h. Patente je Einwohner, weist jedoch auf einen Rückstand von NRW hin. Einzig im Bereich der „Metall-Verfahrenstechnik“ kann NRW eine höhere Patentrelation als die beiden Vergleichsländer erzielen.

minimiert. Die Zahl der Kreise je Kategorie ist für jede Variable stets verschieden und orientiert sich ausschließlich an den konkreten Ausprägungen der interessierenden Variable.

### 5.6 Akquise öffentlicher Fördermittel

Die Akquise öffentlicher Fördermittel liefert einige Indizien, welche Einrichtungen sich mit der eingangs erwähnten Erarbeitung neuer technologischer Konzepte beschäftigen. Innerhalb des BMBF-Rahmenkonzepts „Forschung für die Produktion von morgen“ wurden im Sechsjahreszeitraum 1999-2005 insgesamt 181 Verbundprojekte mit 1.173 Partner gefördert (vgl. BMBF 2006: 280). Eine der wichtigsten Förderungen im Bereich der Produktionsforschung ist das Programm „Forschung für die Produktion von morgen“, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanziert wird. Laut Selbstdarstellung des BMBF handelt es sich hierbei um ein „lernendes Programm“, da das Offenhalten des Rahmenkonzepts ermöglichen soll, auf das sich ändernde Umfeld in der Produktionstechnik einzugehen (vgl. BMBF, 1999, 2006). Im Rahmen der Untersuchung der Aktualisierung der Handlungsfelder im Jahr 2007 (vgl. Institut für Umformtechnik und Leichtbau, Universität Dortmund, 2007) wurden folgende Bereiche als prioritär erachtet: die strategische Ausrichtung der Produkt- und Technologieentwicklung sowie die Virtualisierung der Produktentwicklung (Handlungsfeld 1); die Flexibilität der Produktion, die Optimierung der Fertigungstechnologien und Prozessketten sowie die Produkt- und Prozessqualität (Handlungsfeld 2); Kundenorientierung, Flexibilität und optimaler Ressourceneinsatz im Produktionsnetz (Handlungsfeld 3); eine Personalpolitik und Organisationsformen, die Kooperationen und Innovationen möglich machen (Handlungsfeld 4).

Für unsere Analyse legen wir wie gehabt die beiden Zeiträume 1995-2000 und 2001-2006 zugrunde. Grundsätzlich sind die Fördermittel im Segment der Produktionstechnik nur leicht gegenüber 1995-2000 gewachsen. Bezogen auf den aktuelleren Zeitraum konnten die Akteure aus NRW ein knappes Fünftel der insgesamt 407,6 Mill. € öffentlichen Bundesfördermittel im Segment der Produktionstechnik einwerben. Damit liegen sie im Bundeslandvergleich auf dem zweiten Rang, hinter Baden-Württemberg aber vor Bayern (vgl. **Table 5.18**). Interessanterweise liefert der Vergleich der Bundesländer im Hinblick auf die zukunftsorientierte Fördermittelvergabe das gleiche Bild wie der Vergleich der Länderanteile an den Beschäftigten.

Tabelle 5.18

**Bundesförderung in der Produktionstechnik nach Bundesländern**

	Absolut in Tsd. € 2001-2006	Summe 2001-2006 in Relation zur Summe 1995-2000	Anteil in % an gesamt (2001 bis 2006)	Standort- quotient
Baden-Württemberg	104 497	1,1	25,6	1,2
Bayern	66 067	1,5	16,2	0,8
Berlin	22 566	0,8	5,5	0,9
Brandenburg	2 220	1,0	0,5	0,3
Bremen	3 705	0,8	0,9	0,8
Hamburg	2 673	1,9	0,7	0,2
Hessen	21 252	1,0	5,2	0,6
Mecklenburg-Vorpommern	972	0,3	0,2	0,3
Niedersachsen	30 955	1,3	7,6	1,0
Nordrhein-Westfalen	84 568	1,1	20,7	1,2
Rheinland-Pfalz	10 759	1,2	2,6	0,7
Saarland	2 321	0,8	0,6	1,0
Sachsen	34 303	1,2	8,4	1,7
Sachsen-Anhalt	7 834	0,8	1,9	1,2
Schleswig-Holstein	2 803	0,7	0,7	0,4
Thüringen	10 124	1,1	2,5	1,2
Deutschland	407 617	1,0	100,0	1,0

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. – Standortquotient: Länderanteil an der gesamten Bundesförderung geteilt durch Länderanteil am bundesweiten Forschungspersonal (Wirtschaft, Wissenschaft, Staat). – Lesehilfe: Je größer der Standortquotient ist, umso größer ist die Spezialisierung der Region auf die Biotechnologie.

Die Diskrepanz zwischen NRW und Baden-Württemberg tritt noch deutlicher hervor, wenn die Fördermittel je Einwohner betrachtet werden. Mit dieser Relation werden die Größenunterschiede der Länder berücksichtigt. Für NRW ergibt sich eine Relation von 4,7 € je Einwohner. Der Wert für Baden-Württemberg ist mit 11 € dagegen mehr als doppelt so hoch. Selbst in Bayern ist ein leicht höherer Einwerbungserfolg je Einwohner festzustellen (*Angaben nicht tabelliert*). In Bezug auf den Standortquotienten, der für das vergleichsweise niedrige Forschungspersonal in NRW kontrolliert, zeigt sich NRW allerdings gleichauf mit Baden-Württemberg.

Im NRW-Regionalvergleich interessiert vor allem, ob die NRW Großregionen ihrer wirtschaftlichen Bedeutung entsprechend an der Bundesförderung partizipieren. Dem ist offensichtlich nicht so. So hatte das Ruhrgebiet 23% und Westfalen etwa 21% der Fördermittel eingeworben. Vor allem Westfalen erhält damit wesentlich weniger Fördermittel, als dies dem Beschäftigungsanteil entsprechen würde. Hingegen fließen mehr als die Hälfte aller Fördermittel in der Produktionstechnik in NRW ins Rheinland, also wesentlich mehr als dessen derzeitiger Beschäftigungsanteil. Dieser Unterschied erklärt sich im Wesentlichen aus der starken ingenieurwissenschaftlichen

Kompetenz der RWTH Aachen. Ähnliches lässt sich auch für die Einwerbungen im Ruhrgebiet anführen, die zu einem großen Teil an die ansässigen Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen gehen.

Die zentrale Rolle der RWTH Aachen zeigt sich auch im Hinblick auf die generelle Erhöhung der Fördermitteleinwerbungen. Mit einem Zuwachs von 60% beim Mittelzuwachs zählt Aachen zu den sechs Regionen mit den höchsten Fördermittelzuwächsen (vgl. **Tabelle 5.19**). Bielefeld weist ebenfalls ein bemerkenswert hohes Fördermittelwachstum auf. Aufgrund der relativ geringen Fördersumme übt es aber nur einen moderaten Einfluss auf das Wachstum der Fördersumme in NRW aus. Die übrigen Verdichtungsräume in NRW werben in der Periode 2001 bis 2006 weniger Fördermittel ein als in der Vorperiode.

Tabelle 5.19

**Bundesförderung in der Produktionstechnik nach Verdichtungsräumen**

Verdichtungsraum	Absolut in Tsd. € 2001-2006	Summe 2001-2006 in Relation zur Summe 1995-2000	Anteil in % an gesamt (2001 bis 2006)	Standort- quotient
Aachen	37 923	1,6	9,3	5,0
Berlin	24 660	0,8	6,1	0,8
Bielefeld	4 489	1,2	1,1	1,2
Bremen	4 036	1,0	1,0	0,9
Chemnitz	13 889	1,3	3,4	3,2
Dresden	18 088	1,9	4,4	2,1
Düsseldorf-Wuppertal	7 246	1,1	1,8	0,4
Erlangen-Fürth-Nürnberg	11 955	1,7	2,9	1,1
Hamburg	4 734	2,4	1,2	0,3
Hannover	14 168	1,7	3,5	2,5
Karlsruhe	22 650	1,2	5,5	2,9
Köln-Bonn	3 811	1,1	1,0	0,2
Leipzig	1 268	0,8	0,3	0,4
München	28 867	1,2	7,1	0,7
Rhein-Main	15 114	1,6	3,7	0,5
Rhein-Neckar	4 643	1,2	1,1	0,2
Ruhrgebiet	19 476	0,8	9,3	1,3
Saarbrücken	2 321	0,8	6,1	1,1
Stuttgart	43 995	0,9	1,1	1,2
sonst. Kreise	124 284	1,4	1,0	1,0

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. Zur Definition des Standortquotienten vgl. *Tabelle 5.18*.

Betrachtet man die Höhe der Fördermittel, belegt Aachen im bundesweiten Vergleich der Verdichtungsräume nach Stuttgart den zweiten Platz, Karlsruhe folgt auf dem dritten Platz. Im Verdichtungsraum Stuttgart sind das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung, das

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation sowie die Universität Stuttgart, Fakultät für Maschinenbau, die größten Mitteleinwerber. Auch Unternehmen wie die *Alcatel-Lucent Deutschland GmbH* und die *DaimlerChrysler AG* tragen zur führenden Stellung Stuttgarts im Förder-ranking bei. Im zweitplatzierten Verdichtungsraum, Karlsruhe, spielen Unternehmen eine deutlich geringere Rolle bei der Mitteleinwerbung. Den weitaus größten Beitrag leistet in dieser Hinsicht das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung sowie verschiedene Institute an den Fakultäten für Maschinenbau und Informatik der Universität Karlsruhe.

Aachen zeichnet sich bei der Fördermitteleinwerbung durch eine ähnliche Struktur wie Karlsruhe aus. Die verschiedenen Institute der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, vor allem an der Fakultät für Maschinenwesen, zählen zu den Mitteleinwerbern mit den höchsten Fördermittelsummen. Hinzu kommen die beiden Fraunhofer-Institute (Institut für Produktionstechnologie und Institut für Lasertechnik). Zwar ist der Unternehmenssektor in der Mitteleinwerbung in Aachen vergleichsweise gering vertreten. Wiederum tauchen mit *AIXTRON* und dem *Ford-Forschungszentrum* bekannte Namen auf. Für Aachen ist jedoch hervorzuheben, dass die Fördermitteleinwerbungen je Forscher um knapp das Fünffache höher sind als im Bundesdurchschnitt. Einmal mehr drückt sich hierin die starke ingenieurwissenschaftliche Kompetenz in der Region aus.

In der **Tabelle 5.20** sind schließlich die führenden Kreise in der Einwerbung der Bundesfördermittel im Bereich Produktionstechnik dargestellt. An erster Stelle liegt die Stadt Karlsruhe, die sowohl beim Niveau der eingeworbenen Förderung, bei deren Wachstum und beim Ausmaß der Spezialisierung, gemessen am Standortquotienten, führend ist. Nur knapp dahinter folgt die Stadt Aachen mit einer ebenfalls relativ hohen Fördersumme und ähnlich hohen Wachstumsrate und einem hohen Spezialisierungsgrad. Beide Städte trugen mit ihrer Entwicklung maßgeblich dazu bei, dass die jeweiligen übergeordneten Verdichtungsräume überdurchschnittlich abschließen. Aus Sicht des Verdichtungsraums Aachen ist noch hinzuzufügen, dass mit dem Landkreis Aachen ein weiterer Kreis in den bundesweit Top 5% der Kreise vertreten ist, und dies mit dem höchsten Spezialisierungsgrad. In der Liste der Top 5% Kreise sind mit den Städten Bochum und Dortmund sowie dem Kreis Paderborn zudem drei weitere NRW Kreise vertreten.

Tabelle 5.20

**Bundesförderung in der Produktionstechnik – Top 5% Kreise**

Name	Absolut in Tsd. € 2001-2006	Summe 2001-2006 in Relation zur Summe 1995-2000	Anteil in % an gesamt (2001 bis 2006)	Standort- quotient
Karlsruhe, Stadt	19 547	1,5	4,6	6,7
Aachen, Stadt	31 328	1,4	7,4	5,5
Berlin, Stadt	22 685	0,8	5,3	0,9
Stuttgart, Landeshauptstadt	20 691	0,6	4,8	0,9
Dresden, Stadt	17 086	1,3	4,0	3,2
München, Landeshauptstadt	14 156	0,8	3,3	0,4
Region Hannover	14 113	1,7	3,3	2,5
München, Landkreis	11 339	1,9	2,7	2,9
Chemnitz, Stadt	10 712	1,1	2,5	6,7
Dortmund, Stadt	10 409	0,9	2,4	5,9
Ludwigsburg, Landkreis	7 770	0,9	1,8	3,0
Darmstadt, Stadt	7 603	1,6	1,8	1,8
Esslingen, Landkreis	7 491	1,9	1,8	2,7
Erlangen, Stadt	7 452	1,8	1,8	1,0
Braunschweig, Stadt	6 960	1,0	1,6	3,0
Kaiserslautern, Stadt	6 152	1,5	1,4	5,4
Paderborn, Kreis	5 765	1,6	1,4	3,9
Bochum, Stadt	5 371	1,2	1,3	3,1
Aachen, Kreis	5 247	1,1	1,2	7,9
Freiburg im Breisgau, Stadt	5 109	4,4	1,2	2,1
Augsburg, Stadt	4 609	2,1	1,1	2,2
Magdeburg, Landeshauptstadt	4 205	0,7	1,0	3,3

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. Zur Definition des Standortquotienten vgl. *Tabelle 5.18*.

Bei Betrachtung aller NRW Kreise fällt auf, dass es nur relativ wenige Kreise mit hohen Fördersummen gibt (vgl. *Tabelle 5.17*). Bereits bei den Kreisen, die in den bundesweiten Top 5% vertreten sind, gibt es große Unterschiede. So erhält die NRW-weite Nummer 1, die Stadt Aachen, mehr als ein Drittel der gesamten nach NRW fließenden Bundesförderung im Bereich Produktionstechnik. Dies entspricht fast drei Mal der Summe, die die Nummer 2, die Stadt Dortmund, erhält. Letztere wiederum erhält fast doppelt so viel wie die auf den Plätzen 3 bis 5 Liegenden, der Kreis Paderborn, die Stadt Bochum und der Kreis Aachen. Dieses Ergebnis wird vor allem durch Forschungsinstitute geprägt. Führende Mitteleinwerber sind in Bochum die Ruhr-Universität Bochum, und dort vor allem das Institut für Automatisierungstechnik an der Fakultät für Maschinenbau. In Dortmund fließen die meisten Fördermittel an das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik, die Fakultäten für Elektrotechnik und Maschinenbau an der Universität Dortmund sowie Unternehmen wie *carat*, *robotic innovation GmbH* und *Boehringer Ingelheim microParts GmbH*. In Paderborn werden

die meisten Mittel vom Heinz Nixdorf Institut an der Universität Paderborn sowie von verschiedenen Unternehmen, vor allem im Bereich Produktionstechnik-Steuerung (*myview technologies GmbH&Co. KG, UNITY AG für Unternehmensführung und Informationstechnologie*), eingeworben.

Tabelle 5.21

**Bundesförderung in der Produktionstechnik –NRW Kreise**

Name	Absolut in Tsd. € 2001-2006	Absolut in Tsd. € 1995-2000	Anteil in % an gesamt (2001-2006)	Standort- quotient (2001-2006)
Aachen, Stadt	31 328	22 812	7,34	5,53
Dortmund, Stadt	10 409	11 075	2,44	5,90
Paderborn, Kreis	5 765	3 554	1,35	3,86
Bochum, Stadt	5 371	4 360	1,26	3,11
Aachen, Kreis	5 247	4 922	1,23	7,94
Bielefeld, Stadt	2 298	1 655	0,54	2,07
Märkischer Kreis	1 862	1 172	0,44	1,04
Mettmann, Kreis	1 526	1 231	0,36	0,70
Köln, Stadt	1 520	621	0,36	0,25
Siegen-Wittgenstein, Kreis	1 474	2 166	0,35	1,94
Düsseldorf, Stadt	1 384	1 554	0,32	0,35
Heinsberg, Kreis	990	399	0,23	1,96
Rheinisch-Bergischer Kreis	931	785	0,22	1,21
Essen, Stadt	878	696	0,21	0,22
Gütersloh, Kreis	832	494	0,20	0,98
Soest, Kreis	784	255	0,18	0,54
Mönchengladbach, Stadt	778	1 396	0,18	0,75
Münster, Stadt	718	987	0,17	0,32
Minden-Lübbecke, Kreis	718	596	0,17	0,78
Borken, Kreis	706	943	0,17	1,14
Olpe, Kreis	681	684	0,16	4,40
Lippe, Kreis	642	886	0,15	1,33
Oberhausen, Stadt	625	235	0,15	1,13
Steinfurt, Kreis	589	307	0,14	1,07
Ennepe-Ruhr-Kreis	567	663	0,13	0,43
Wuppertal, Stadt	555	373	0,13	0,24
Höxter, Kreis	506	0	0,12	12,30
Duisburg, Stadt	398	3 877	0,09	0,29
Wesel, Kreis	379	243	0,09	0,70
Hochsauerlandkreis	375	488	0,09	2,19
Oberbergischer Kreis	364	1 167	0,09	0,45
Neuss, Kreis	359	80	0,08	0,24
Düren, Kreis	358	401	0,08	0,30
Bonn, Stadt	352	1 009	0,08	0,15
Leverkusen, Stadt	328	630	0,08	0,06
Erftkreis	297	0	0,07	0,27
Recklinghausen, Kreis	282	552	0,07	0,26
Viersen, Kreis	272	201	0,06	0,49
Remscheid, Stadt	236	1 083	0,06	0,24
Gelsenkirchen, Stadt	211	689	0,05	0,55
Solingen, Stadt	167	58	0,04	0,26
Herne, Stadt	152	602	0,04	0,39
Unna, Kreis	133	526	0,03	0,33
Kleve, Kreis	119	572	0,03	0,90
Rhein-Sieg-Kreis	84	445	0,02	0,06
Hagen, Stadt	70	60	0,02	0,11
Euskirchen, Kreis	29	0	0,01	0,07
Krefeld, Stadt	29	985	0,01	0,01
Warendorf, Kreis	24	448	0,01	0,04

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. Zur Definition des Standortquotienten vgl. *Tabelle 5.18*.



Verschiedene Netzwerkinitiativen wurden in NRW gestartet, um die vorhandenen Potenziale stärker sichtbar zu machen. Bekanntermaßen trifft dies vor allem auf die derzeit stärksten NRW Cluster in der Produktionstechnik zu. Zum einen handelt es sich hier um die Initiative *owl maschinenbau* in Ostwestfalen-Lippe und das Kompetenznetz PROTECA (PRODUKTionsTECHnologieAachen). Letztgenanntes umfasst 10 Institute der RWTH Aachen, verschiedene An-Institute und Fraunhofer-Institute. Deren Angaben zufolge besteht das Ziel dieses Netzwerks darin, das gesamte Spektrum von der Erforschung und Entwicklung neuer Verfahren und Techniken bis zu deren wirtschaftlicher Umsetzung abzudecken. Der Schwerpunkt liegt allerdings darin, für die Kompetenz des Standorts Aachen im Bereich Produktionstechnik zu werben sowie marktreife Innovationen aus der Hochschule durch kleine und mittlere Unternehmen der Region vermarkten zu lassen. Im Kapitel 10 des Teil B: Schwerpunktbericht werden noch einige ergänzende Ausführungen zu dieser Initiative vorgenommen. Weitere Vernetzungsanstrengungen werden im Rahmen des ERA-NET-Projekts MANUNET auf europäischer Ebene unternommen ([www.manUNET.net](http://www.manUNET.net)). Ziel dieses Projekts ist die Vernetzung europäischer Regionen, die im Bereich Produktionstechnik stark positioniert sind (darunter NRW), um Produktentwicklungen voranzutreiben und Forschungsmittel effizienter einzusetzen.

Die Befunde zeigen somit, dass NRW im Bundeslandvergleich eine gute Platzierung bei der Einwerbung von Fördermitteln einnimmt, die auch der wirtschaftlichen Bedeutung (gemessen am Beschäftigungsstand) entspricht. Innerhalb NRWs ergeben sich allerdings Diskrepanzen zwischen der wirtschaftlichen Bedeutung einer Region und deren Fördermittelakquise. So wirbt das Rheinland, und hier vor allem der Verdichtungsraum Aachen, wesentlich mehr Fördermittel ein, als man nach der Beschäftigung im Bereich Produktionstechnik erwarten würde. In Westfalen ist das Gegenteil der Fall, die eingeworbenen Fördermittel sind geringer als erwartet.

### **5.7 Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen in NRW mit Forschungsschwerpunkt Produktionstechnik**

Unter den 236 befragten Einrichtungen sind 36, die ihren Forschungsschwerpunkt im Zukunftsfeld der Produktionstechnik haben (vgl. **Tabelle 5.22**). Drei dieser Einrichtungen sind außeruniversitäre Forschungseinrichtungen. Im Vergleich zur Größe der antwortenden Hochschuleinrichtungen sind diese jedoch vergleichsweise klein. Die Ergebnisse bleiben daher nahezu unverändert, wenn ausschließlich Hochschulen betrachtet werden. Soweit es nicht explizit angegeben ist, beziehen sich die Angaben zu Finanzierung, Kooperation und Forschungsoutput immer auf den Gesamtzeitraum 2004 bis 2006.

Tabelle 5.22

**Auswertbare Fragebögen der Produktionstechnik-Forschungseinrichtungen nach Art der Einrichtung**

Anzahl	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Außeruniversitäre Forschungseinrichtung	2	1	0
Universität/Fachhochschule	15	10	8
Summe	17	11	8

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.

Die Finanzierung der Forschungseinrichtungen im Bereich Produktionstechnik in NRW stammt größtenteils aus öffentlichen Grundmitteln (vgl. **Tabelle 5.23**). Dabei ist dieser Anteil in westfälischen Einrichtungen am größten, während im Ruhrgebiet die Grundfinanzierung hauptsächlich aus Stiftungsmitteln bestritten wird. Den zweitwichtigsten Posten stellen – ohne dass regionale Unterschiede erkennbar wären - Erlöse aus Auftragsforschungsarbeiten für die Wirtschaft dar, während die Einnahmen aus Lizenzen nahezu null betragen. Ein regionaler Unterschied ist in der Drittmittelförderung aus öffentlicher Hand ohne Beteiligung aus der Wirtschaft aufzufinden. Diese Finanzierungsart übersteigt in rheinländischen Instituten den Anteil in Westfalen und im Ruhrgebiet um das Doppelte bzw. fast das Dreifache.

Tabelle 5.23

**Finanzierungsquellen der Produktionstechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anteil in % am Gesamtbudget

	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Öffentliche Grundmittel	33,1	25,2	45,4
Stiftungsmittel	21,6	40,3	16,9
Drittmittel aus öffentlich geförderten Vorhaben mit Teilfinanzierung der Wirtschaft	10,5	9,1	12,7
Drittmittel aus öffentlich geförderten Vorhaben ohne Teilfinanzierung der Wirtschaft	16,7	5,7	7,7
Auftragsforschung für die Wirtschaft	18,2	19,5	17,4
Lizenzerlöse	0,0	0,2	0,0
Gesamt			

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006).

Die Zusammenarbeit mit externen Partnern spielt eine wesentliche Rolle beim Technologietransfer. Wie auch in den restlichen Zukunftsfeldern werden gelegentlich Projekte ohne Partner durchgeführt (vgl. **Tabelle 5.24**). Im Falle einer Kooperation handelt es sich in westfälischen Forschungseinrichtungen sehr häufig um Unternehmen, während selten mit Abteilungen außeruniversitärer Einrichtungen zusammengearbeitet wird. Institute die im

Rheinland angesiedelt sind, führen ihre Forschungsvorhaben ebenfalls sehr häufig in Zusammenarbeit mit Unternehmen durch. Nur im Ruhrgebiet wird hier eine geringere Häufigkeit angegeben. Alle drei Regionen haben gemeinsam, dass es sich bei Kooperationen mit Unternehmen häufig um Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten handelt.

Tabelle 5.24

**Häufigkeit der Zusammenarbeit mit externen Partnern der Produktionstechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Antwortkategorien: 1=sehr häufig ... 5=nie

	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Projekte werden ohne Partner bearbeitet <i>Wenn kooperiert wird, dann mit ...</i>	2-	2-	3+
anderen Abteilungen/Einrichtungen der selben Institution	3+	2-	3
Abteilungen/Institute anderer Hochschulen	2-	2-	3
Abteilungen/Institute anderer außeruniversitärer Einrichtungen	2	3	4+
Unternehmen	1-	2	1-
darunter Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten	2	2-	2

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006), Mehrfachnennungen möglich. – Da es sich bei den Antwortkategorien um geordnete, ordinale Ausprägungen handelt, wurden nicht die berechneten durchschnittlichen Werte sondern die sich daraus ergebenden „Noten“ angegeben (z.B. 1 = 1+, 1,1-1,3 = 1 usw.).

**Tabelle 5.25** zeigt die Aufschlüsselung der externen Partner nach ihrer Herkunft: aus dem Ausland, inländische Partner mit Sitz in anderen Bundesländern oder in NRW beheimatete Institutionen. Ist der externe Projektpartner eine Hochschule, so konzentriert sich die Zusammenarbeit im Rheinland auf Universitäten aus NRW, im Ruhrgebiet und in Westfalen auf Hochschulen anderer Bundesländer. Die Kooperationen mit Abteilungen bzw. Instituten anderer außeruniversitärer Forschungseinrichtungen spielt nur eine untergeordnete Rolle. Wird mit Unternehmen oder außeruniversitären Forschungseinrichtungen kooperiert, so haben diese bei Forschungsprojekten mit rheinländischen Forschungseinrichtungen ihren Sitz zumeist in anderen Bundesländern. Dabei stammen fast alle Unternehmen aus NRW, mit denen kooperiert wird, aus dem KMU Sektor. In den Regionen Ruhrgebiet und Westfalen stellen KMU-Unternehmen aus NRW ebenfalls einen bedeutenden Anteil der Kooperationspartner, allerdings in geringem Ausmaß als im Rheinland. Kooperationen mit ausländischen Unternehmen spielen im Rheinland eine gewisse Rolle, im Ruhrgebiet und in Westfalen ist dies weniger der Fall. Zudem ist im Rheinland eine höhere Zahl der Kooperationspartner je Mitarbeiter zu verzeichnen, es herrscht dort also eine höhere Kooperationsintensität.

Tabelle 5.25

**Regionale Herkunft externe Partner von Produktionstechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anteile in %

Region	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
<i>Abteilungen/Institute anderer Hochschule</i>			
Ausland	5,8	8,4	8,8
Andere Bundesländer	7,4	18,5	26,3
NRW	20,0	10,9	11,7
<i>Abteilungen/Institute anderer außeruniversitärer Forschungseinrichtungen</i>			
Ausland	3,0	0,7	0,6
Andere Bundesländer	5,0	2,7	1,8
NRW	2,8	1,8	1,8
<i>Unternehmen (in Klammern davon Anteile der Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten)</i>			
Ausland	15,0 (29,2)	8,4 (0,0)	7,7 (38,5)
Andere Bundesländer	40,2 (27,3)	21,0 (39,4)	31,8 (52,8)
NRW	14,9 (95,0)	26,0 (45,3)	37,1 (60,3)
Summe	100	100	100

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.

Neben der gemeinsamen Bearbeitung von Forschungsprojekten spielen auch verschiedene Formen der Vernetzung unter Beteiligung von Forschungseinrichtungen eine wichtige Rolle beim Technologietransfer, die in **Tabelle 5.26** zusammengefasst sind. Zum einen geht es dabei darum, dass Mitarbeiter von Forschungseinrichtungen Funktionen bei Unternehmen oder anderen Forschungseinrichtungen übernehmen. So sind insgesamt relativ viele Mitarbeiter in Produktionstechnik-Forschungseinrichtungen in NRW als Gesellschafter einer Unternehmung tätig. Dies betrifft vor allem Westfalen, aber auch das Ruhrgebiet und, wenn auch in geringerem Ausmaß, das Rheinland. Ebenfalls wichtig für die Vernetzung von Mitarbeitern ist die Übernahme eines Sitzes im wissenschaftlichen Beirat einer FuE-Einrichtung. Diese Art der Vernetzung findet vor allem im Rheinland statt. Hingegen spielt eine Tätigkeit als Aufsichtsrat einer Unternehmung in allen drei Regionen nur eine untergeordnete Rolle.

Eine weitere Form der Vernetzung stellen Forschungsaufenthalte dar. So verbringen relativ viele Mitarbeiter aus Forschungseinrichtungen in NRW einen Gastaufenthalt bei einer anderen Forschungseinrichtung, wobei sich das Ruhrgebiet und Westfalen besonders hervortun. Diese Forschungsaufenthalte finden in allen drei Regionen NRWs hauptsächlich im Inland statt. Bei der Aufnahme von Gastwissenschaftlern an der eigenen Produktionstechnik-Forschungseinrichtung ist das Ruhrgebiet besonders aktiv, sowohl was Gastwissenschaftler aus dem Inland als auch aus dem Ausland angeht. Insgesamt vermitteln die Institute der Produktionstechnik allerdings den

Eindruck einer stärkeren Ausrichtung ihrer Netzwerke auf das deutsche Inland, während weniger internationale Kontakte geknüpft werden.

Tabelle 5.26

**Vernetzung der Mitarbeiter in Produktionstechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**  
Anzahl bezogen auf 100 wissenschaftliche Mitarbeiter<sup>1</sup>

	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
<i>Mitarbeiter, die ... sind</i>			
Gesellschafter einer Unternehmung	2,7	5,9	7,6
im Aufsichtsrat einer Unternehmung	1,7	1,7	1,5
im wissenschaftlichen Beirat einer FuE-Einrichtung	4,6	2,4	1,5
<i>Mitarbeiter mit Forschungsaufenthalten</i>			
Insgesamt	12,3	20,5	18,9
Im Ausland	5,0	9,0	6,8
<i>Gastwissenschaftler</i>			
Insgesamt	9,0	29,2	7,6
Aus dem Ausland	8,5	25,7	7,6

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Mehrfachnennungen möglich. – <sup>1</sup>Durchschnitt der Jahre 2004 bis 2006.

Nachdem die Inputseite des Innovationsprozesses in Instituten mit produktionstechnischem Schwerpunkt beleuchtet wurde, zeigen **Tabelle 5.27** und **Tabelle 5.28** den Output des Forschungsgeschehens, also die entstandenen Ergebnisse. Regionale Unterschiede sind bei der Anzahl an Promotionen und Habilitationen je 100 Mitarbeiter zu erkennen, welche in Westfalen das Doppelte im Vergleich zu den anderen NRW Regionen beträgt. Dies gilt allerdings nicht im Hinblick auf Veröffentlichungen, wo die Zahl der Publikationen pro Mitarbeiter in Forschungsinstituten des Ruhrgebiets die westfälische Quote in fast allen Kategorien übersteigt. Wie auch schon im Bereich der Medizintechnik beobachtet, geht ein höherer Anteil an Drittmittelfinanzierung im Rheinland mit einer deutlich niedrigeren Veröffentlichungsintensität einher. Hingegen liegt die Anzahl der Patentanmeldungen pro Mitarbeiter im Rheinland über der von Westfalen. Spitzenreiter sind jedoch – vor allem was deutsche Patente angeht – mit einigem Abstand Institute mit Sitz im Ruhrgebiet.

Tabelle 5.27

**Wissenschaftliche Arbeiten in Produktionstechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl bezogen auf 100 wissenschaftliche Mitarbeiter<sup>1</sup>

	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Promotionen	33,2	31,8	62,7
Habilitationen	0,8	1,6	2,3
<i>Veröffentlichungen in</i>			
Referierten Fachzeitschriften	100,6	182,1	54,4
Nicht-Referierten Fachzeitschriften	67,6	202,8	141,3
Sammelbänden/Handbüchern	16,2	89,2	27,2
Tagungsbänden	53,4	222,5	217,6
Monographien	19,9	20,0	26,5

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – <sup>1</sup>Durchschnitt der Jahre 2004 bis 2006.

Tabelle 5.28

**Patentanmeldungen von Produktionstechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl bezogen auf 100 wissenschaftliche Mitarbeiter<sup>1</sup>

	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Deutsches Patent- und Markenamt	5,4	11,7	1,7
Europäisches Patentamt	1,5	1,0	2,5
Sonstige	0,0	0,0	0,0

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – <sup>1</sup>Durchschnitt der Jahre 2004 bis 2006. Mehrfachnennungen möglich.

Letztlich wurden die Forschungseinrichtungen zur Inanspruchnahme verschiedener Service-Dienste befragt (vgl. **Tabelle 5.29**). Im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Zukunftsfeldern verlassen sich Forschungseinrichtungen der Produktionstechnik weitaus seltener auf interne Beratungsservices in Sachen Fundraising. Am häufigsten, nämlich von fast zwei Dritteln der Forschungseinrichtungen, werden die Dienste der AiF im Bereich Fundraising in Anspruch genommen. Weitere wichtige Service-Dienste werden von den IHKs, den HWKs und den RKWs, sowie der AIF beim Ergebnistransfer in die Wirtschaft geleistet.

Tabelle 5.29

**Inanspruchnahme von Service-Diensten von Produktionstechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anteile in %

	Ergebnis- transfer in die Wirt- schaft	Fund- raising	Existenz- gründung	Patentie- rung	Sonstiges
Interne Beratung (u.a. Technologietransferstelle)	31,5	13,2	14,2	34,7	0,0
TGZ	2,2	0,0	2,2	0,0	0,0
IHK/HWK/RKW	25,8	13,2	9,7	0,0	0,0
FV der AIF	20,3	63,9	4,1	0,0	0,0
Sonstige	6,2	6,9	4,4	1,7	0,0

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Zahl der Beobachtungen mit gültigen Angaben: 29, Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Westfalen eine vergleichsweise starke Ausbildungsfunktion im Bereich Produktionstechnik ausübt. Ebenso ist eine starke Vernetzung mit der regionalen Wirtschaft zu beobachten. Dem steht gegenüber, dass die Publikationserfolge und Anzahl der Patentanmeldungen deutlich niedriger ausfallen als in Einrichtungen im Ruhrgebiet und im Rheinland. Ob diese Unterschiede die vergleichsweise geringen Fördermitteleinwerbungen Westfalens erklären können, ist allerdings unklar. Um dies zu klären, wäre eine vertiefende Analyse erforderlich.

**5.8 Zwischenfazit**

In wirtschaftlicher Hinsicht spiegelt das Zukunftsfeld Produktionstechnik im Wesentlichen die Aktivitäten von Unternehmen in Teilbranchen des Maschinenbaus wider. Diese Unternehmen stellen Maschinen und Steuerungsanlagen zum Zweck der industriellen Fertigung von Gütern in anderen Wirtschaftszweigen her. Maschinenbau-Unternehmen spielen von jeher eine außerordentlich große Rolle in der deutschen aber auch in anderen hochentwickelten Volkswirtschaften. Gerade in den vergangenen Jahren profitierte der deutsche Maschinenbau kräftig von der internationalen Investitionsgüternachfrage. Diese Partizipation resultiert vor allem aus einer starken technologischen Position. Maßnahmen zum Erhalt der Qualitäts- und Technologieführerschaft deutscher Maschinenbauer sind jedoch mehr als vonnöten. Denn Länder wie China und Indien, die bisher vor allem über niedrige Preise konkurrierten, haben ihre FuE-Aktivitäten in den letzten Jahren deutlich verstärkt. Sie gehören mittlerweile im Bereich FuE sowohl bezüglich der Ausgaben als auch bezüglich des Personaleinsatzes zur weltweiten Spitze. Dies lässt erwarten, dass sie zunehmend auch in Segmente vordrin-

gen werden, die bisher eine Domäne deutscher Maschinen- und Anlagenbauer waren.

Traditionelle Stärken in NRW betreffen die Herstellung von Maschinen für die Textil- und Bekleidungsindustrie sowie die Herstellung von Maschinen für die Metallerzeugung, von Walzwerkseinrichtungen und Gießmaschinen. Demgegenüber sind die beiden forschungsintensiven Teilbranchen Werkzeugmaschinenbau und Herstellung von Steuerungsanlagen in NRW unterdurchschnittlich vertreten. Dies erklärt im Übrigen auch, warum die Forschungsintensität im Maschinenbau, gemessen am Anteil des FuE-Personals an der Gesamtbeschäftigung, in NRW geringer ist als in Baden-Württemberg und Bayern.

Ausgangsvermutung war, dass NRW seine technologischen Stärken genau in jenen Feldern aufweisen wird, in denen es traditionell wirtschaftliche Stärken vorzuweisen hat. Diese Vermutung konnte anhand der Patentanmeldungen beim Europäischen Patentamt klar belegt werden. Für NRW wurden 17,3 Patentanmeldungen je eine Million Einwohner im Teilsegment „Metall-Verfahrenstechnik“ im Zeitraum von 2001 bis 2006 ermittelt. Dies ist mehr als doppelt so viel wie in Bayern (8,4) und immer noch deutlich mehr als in Baden-Württemberg (11,3). Im Kunststoffbereich liegt NRW mit einer Patentrelation von 9,4 nur knapp hinter Bayern (10,3) und Baden-Württemberg (10,7). In den beiden forschungsintensivsten Teilsegmenten, Werkzeugmaschinenbau und Steuerungstechnik sind die zum Patent angemeldeten Erfindungstätigkeiten in NRW dagegen deutlich geringer als in den beiden Referenzländern. Dieses Muster überrascht nicht, denn es spiegelt in erster Linie die gewählte Ausrichtung der wirtschaftlichen Aktivitäten in der Produktionstechnik in NRW wider.

Auf regionaler Ebene ist ein gewisses Auseinanderfallen zwischen wirtschaftlicher und technologischer Bedeutung einzelner Regionen bemerkenswert. Westfalen zeichnet sich durch eine starke Präsenz im Maschinenbau aus. So sind etwa 47% der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Westfalen tätig. Dementsprechend wäre auch ein hoher Anteil an den Patentanmeldungen zu vermuten. Je nach Teilsegment trägt Westfalen jedoch „nur“ zu circa 24% bis 28% aller Patentanmeldungen aus NRW bei. Die Anteile Westfalens an den Patentanmeldungen in der Produktionstechnik sind damit deutlich niedriger im Vergleich zum Beschäftigungsanteil.

Aufgrund unterschiedlicher Produktionsstandortmuster in den jeweiligen Teilsegmenten der Produktionstechnik zeigen sich einige regionale Unterschiede in den technologischen Schwerpunkten. Im Kunststoffbereich sind starke technologische Potenziale im Raum Köln, in Aachen und im nördlichen Ruhrgebiet auszumachen. In der Metall-Verfahrenstechnik sieht es völlig anders aus: Von den 312 anteiligen EPA-Patentanmeldungen mit



Erfinderbeteiligung aus NRW entfallen allein 45,7 auf Erfinder aus Siegen-Wittgenstein, weitere 37,5 gehen auf Erfinder aus Mettmann zurück. Auch im Werkzeugmaschinenbau liegt Siegen-Wittgenstein auf dem ersten Platz gemessen an der Zahl der Patentanmeldungen, gefolgt von Mettmann und Mülheim. Die Abstände zu den nachfolgenden Kreisen sind hier aber deutlich geringer als in der Metall-Verfahrenstechnik.

Das gezeigte regionale Muster der zum Patent angemeldeten Erfindungstätigkeiten stellt sich im Zeitverlauf als sehr stabil dar. Partiiell sind einige Bedeutungsgewinne von Kreisen zu beobachten, die bislang eine geringere Rolle in der Erfindungstätigkeit gespielt haben. Bei Betrachtung der Großregionen sind Bedeutungsgewinne des Ruhrgebiets vornehmlich im Kunststoffbereich festzustellen. Demgegenüber erhöht sich das Gewicht Westfalen in der „Metall-Verfahrenstechnik“. Die Anteilsverschiebungen geschehen dabei vor dem Hintergrund sinkender Patentanmeldezahlen in beiden Teilssegmenten.

Bei den Fördermitteleinwerbungen sind die genannten Kreise ebenso auf vorderen Plätzen vertreten. Spitzenreiter in NRW ist jedoch der Stadtkreis Aachen. Institutionen und Unternehmen mit Forschungsstätten in Aachen stellen 37% der gesamten Fördermitteleinwerbungen des Landes NRW im Zeitraum von 2001 bis 2006. Dies resultiert hauptsächlich aus der starken ingenieurwissenschaftlichen Kompetenz, die an den verschiedenen Instituten der RWTH Aachen und den beiden Fraunhofer-Instituten (Institut für Produktionstechnologie und Institut für Lasertechnik) vorhanden ist. Die Fördermitteleinwerbungen je Forscher liegen in Aachen um knapp das Fünffache über dem Bundesdurchschnitt. Mit einem Einwerbungsvolumen von 31 Mill. € im Teilssegment Produktionstechnik für den Zeitraum 2001 bis 2006 sind die Beträge auch in absoluter Hinsicht nicht unerheblich. Hervorzuheben sind zudem die deutlichen Zuwächse in der Fördermittelakquise gegenüber der Förderperiode 1995 bis 2000. Die Ausnahmestellung der Einrichtungen in Aachen drückt sich schließlich in einem beträchtlichen Abstand zu den Einrichtungen in den nachfolgenden Kreisen, darunter Dortmund, Paderborn und Bochum aus.

Ausgehend von der positiven Entwicklung der Fördermitteleinwerbungen ist von einer deutlichen Stärkung der technologischen Kompetenzen an den öffentlichen Forschungseinrichtungen in NRW auszugehen. Ob hiervon insbesondere auch NRW Unternehmen profitieren können, ist allerdings ungewiss. Die Besetzung von Themen von nationaler Bedeutung in Aachen, die damit eben nicht nur Schnittmengen mit der Unternehmenslandschaft in NRW bieten, spricht tendenziell gegen eine solche Vermutung. Beleg hierfür ist unter anderem, dass die befragten Forschungseinrichtungen im Rheinland in deutlich höherem Maße mit Forschungseinrichtungen und

Unternehmen in anderen Bundesländern vernetzt sind als dies für westfälische Einrichtungen der Fall ist. Dies definiert umso mehr Anforderungen an das Profil der Forschungseinrichtungen im westfälischen Raum. Denn diese empfehlen sich als idealer Partner für die dort angesiedelten Produktionstechnik-Unternehmen. Den Ergebnissen unserer Befragung nach scheint die Kooperation mit der heimischen Wirtschaft vergleichsweise stark ausgeprägt zu sein. Die Befunde deuten also in gewisser Hinsicht auf eine Kompetenzteilung zwischen den Forschungseinrichtungen in NRW hin. Maßnahmen zur weiteren Erhöhung der technologischen Kompetenzen an den Einrichtungen sollten die grundlegend unterschiedliche Ausrichtung der Forschungseinrichtungen hinreichend im Blick haben, um so spezifische Entwicklungsansätze zu formulieren.

Aus den erzielten Ergebnissen der Untersuchungen zur Produktionstechnik folgt, dass Politikmaßnahmen in diesem Bereich zwei sich ergänzende Ziele verfolgen sollten. Zum einen erscheint es sinnvoll, die vorhandenen unternehmerischen Stärken besser mit der öffentlichen Forschungslandschaft zu verknüpfen und letztere auszubauen. Dies bezieht sich vor allem auf Westfalen, wo sowohl die Beschäftigung als auch die Produktion in diesem Bereich stark vertreten sind, öffentliche (und private) Forschung sich jedoch auf einem relativ niedrigen Niveau befinden. Zum anderen sollten auch die bestehenden Stärken der universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen besser genutzt werden. Dies betrifft vor allem Aachen, aber auch Einrichtungen im Ruhrgebiet und in Paderborn. Als Vorbild könnten hier das Kompetenznetz PROTECA dienen, das im Raum Aachen zum Ziel hat, Forschungsergebnisse aus öffentlichen Einrichtungen durch kleine und mittlere Unternehmen vermarkten zu lassen.



## 6. Zukunftsfeld Medizintechnik

### 6.1 Einführung

Medizintechnologische Fortschritte können sich in einer qualitativen Verbesserung der Früherkennung von Krankheiten, deren Prävention und Behandlung aber auch besseren Rehabilitationsmöglichkeiten niederschlagen. Nicht nur, dass sich die Lebensqualität und Lebensdauer der Patienten entscheidend verbessert. Technologische Fortschritte können zudem in Therapiekonzepte münden, die sich als kostengünstiger oder zumindest kostenneutral gegenüber herkömmlicher Technik aber auch gegenüber medikamentösen Therapien erweisen. So kann der Einsatz modernster Medizintechnik zu einer Reduktion der Verweildauer von Patienten in Krankenhäusern und Rehabilitationskliniken führen.

Den erwarteten Fortschritten in der Lebensqualität durch den Einsatz der Neuerungen stehen auf der anderen Seite hohe Investitionen für den Erwerb modernster Medizintechnik sowie Unsicherheiten über die Rentabilität der Investitionen für Krankenhäuser und niedergelassene Ärzte gegenüber.<sup>52</sup> Hinzukommen kommen Finanzierungsrestriktionen, die sich unter anderem aus dem Rückzug der öffentlichen Hand aus der öffentlichen Krankenhausfinanzierung ergeben (vgl. Augurzky et al. 2005). Im Gesundheitswesen kommt es also mehr als bisher darauf an, auf die Kostenneutralität bzw. Kosteneffektivität medizintechnologischer Neuerungen zu achten.

In diesem Kapitel wird eine Bestandsaufnahme zur Medizintechnikindustrie im Land Nordrhein-Westfalen im Vergleich zu anderen Bundesländern vorgenommen, die sich auf ausgewählte Indikatoren der wirtschaftlichen und technologischen Bedeutung stützt. Die Gliederung des Kapitels folgt dem bisherigen Vorgehen. Zunächst wird die Abgrenzung der Medizintechnik relevanten Aktivitäten erörtert und anschließend separat die Indikatoren der wirtschaftlichen Aktivität und der technologischen Aktivität analysiert.

---

<sup>52</sup> Gemessen an den gesamten Gesundheitsausgaben von circa 227 Mrd. € im Jahr 2002 gehen knapp 18 Mrd. € bzw. knapp 8% auf Ausgaben für die Medizintechnik zurück (vgl. AKM et al. 2005: 665).

## 6.2 Abgrenzung der Aktivitäten in der Medizintechnik

Ausgangspunkt für die Abgrenzung der Medizintechnik bildet das Medizinproduktegesetz (MPG). So heißt es in § 3 I MPG: „Medizinprodukte sind alle einzeln oder miteinander verbunden verwendeten Instrumente, Apparate, Vorrichtungen, Stoffe und Zubereitungen von Stoffen oder andere Gegenstände einschließlich der für ein einwandfreies Funktionieren des Medizinproduktes eingesetzten Software, die vom Hersteller zur Anwendung für Menschen mittels ihrer Funktionen zum Zwecke a) der Erkennung, Verhütung, Überwachung, Behandlung oder Linderung von Krankheiten, b) der Erkennung, Überwachung, Behandlung, Linderung oder Kompensierung von Verletzungen oder Behinderungen, c) der Untersuchung, der Ersetzung oder der Veränderung des anatomischen Aufbaus oder eines physiologischen Vorgangs oder d) der Empfängnisregelung zu dienen bestimmt sind und deren bestimmungsgemäße Hauptwirkung im oder am menschlichen Körper weder durch pharmakologisch oder immunologisch wirkende Mittel noch durch Metabolismus erreicht wird, deren Wirkungsweise aber durch solche Mittel unterstützt werden kann.“

Daraus abgeleitet ist häufig die Rede von der Medizinprodukteindustrie, die sich mit der Herstellung von Medizinprodukten befasst. Die Medizintechnik-Industrie ist dabei ein echtes Teilsegment dieser Industrie und beschäftigt sich mit der Entwicklung medizintechnischer Verfahren und Herstellung medizinischer Geräte. Die vorliegende Studie fokussiert ausschließlich auf die Medizintechnik.

Eine saubere Trennung zwischen Medizintechnik- und übrigen Medizinprodukten wird allerdings dadurch erschwert, dass die Begrifflichkeiten teilweise synonym verwendet werden. Eine Studie zur Medizintechnik im Auftrag des BMBF, durchgeführt von einem Konsortium unter Führung der Aachener Gesellschaft für Innovation und Technologietransfer (AGIT) und der Deutschen Gesellschaft für biomedizinische Technik (DGBMT) präferiert die inhaltliche Abgrenzung der Medizinprodukteindustrie, subsumiert diese aber unter der Begrifflichkeit der Medizintechnik (AKM et al. 2005).

### *Gewähltes Vorgehen*

Die Abgrenzung der unternehmerischen Aktivitäten in der Medizintechnik gestaltet sich vergleichsweise einfach, da bestimmte Wirtschaftszweige einzig Unternehmen mit einem wirtschaftlichen Schwerpunkt in der Medizintechnik vorbehalten sind. Ausgangspunkt der von uns vorgenommenen Abgrenzung bilden die jüngst erschienene Studie des DIW (2005).

Das DIW definiert in seiner Studie Medizintechnikunternehmen als Unternehmen des Wirtschaftszweiges 33.10 (Herstellung von medizinischen Gerä-

ten und orthopädischen Erzeugnissen) der europäischen Klassifikation der Wirtschaftszweige (NACE Rev. 1). Dieser Wirtschaftszweig untergliedert sich in die Wirtschaftszweige 33.10.1 (Herstellung von elektromedizinischen Geräten und Instrumenten), 33.10.2 (Herstellung von Medizintechnischen Geräten), 33.10.3 (Herstellung von orthopädischen Vorrichtungen) und 33.10.4 (Zahntechnische Laboratorien).

Aus inhaltlichen Gründen sollte die Medizintechnikbranche nach unserer Einschätzung noch enger abgegrenzt werden. So stellen sich die Wertschöpfungskette und Innovationsstrategien im Fünfsteller 33.10.4 völlig anders dar als in den übrigen Teilsegmenten des Wirtschaftszweigdreistellers 33.1 (vgl. BMBF 2005). Zudem umfasst der 33.10.4 nahezu ausschließlich zahnprothetische Waren und damit Medizin-Produkte, die nicht der Medizintechnik im obigen Sinne zuzurechnen sind. Leider lässt sich die inhaltlich sinnvolle enge Abgrenzung der Medizintechnik nur bei weitgehendem Verzicht auf eine regionale Differenzierung bewerkstelligen. Für regional vergleichende Analysen auf der Kreisebene kann maximal der Wirtschaftszweigviersteller verwendet werden, der jedoch mit dem Dreisteller übereinstimmt. In dieser Studie umfasst die Medizintechnikindustrie nach dem Wirtschaftszweigkonzept folglich die gesamten Aktivitäten im Wirtschaftszweigdreisteller 33.1.

Mit der Verwendung der Produktionsstatistiken kann eine noch exaktere Abgrenzung der Medizintechnikindustrie vorgenommen werden. Produkte der Medizintechnik sind in der vorliegenden Studie definiert als jene Güter in der BMBF-Studie, die sich in den Klassen 33.10.1, 33.10.2 und 33.10.3 der europäischen Güterklassifikation befinden. Zu erwähnen ist, dass es nicht bei allen Gütern des Wirtschaftszweiges 33.1 um Medizintechnik-Güter handelt. Das Güterkonzept ist folglich enger und adressiert nur Güter, die unmittelbare Verwendung im Gesundheitswesen finden. Ausgeschlossen sind beispielsweise Röntgenprüfanlagen bzw. -geräte zur Werkstoffprüfung oder Durchleuchtung von Gepäckstücken (Güternummer 3310 11 190). Der Vorteil der Produktionsstatistiken liegt darin, dass nicht nur die Güterproduktion von Unternehmen mit wirtschaftlichem Schwerpunkt in der Medizintechnik erfasst werden, sondern auch Randaktivitäten anderer Unternehmen.

Die Abgrenzung der zum Patent angemeldeten Erfindungstätigkeiten sowie die Aufbereitung der Angaben zur projektbezogenen Bundesförderung in der Medizintechnik gestalten sich ebenso recht einfach. Für die Identifizierung der Patente in der Medizintechnik zieht die oben erwähnte BMBF-Studie (2005) die Patentklasse A61 ohne die Untergruppe A61D heran. Die OECD (1994) schlägt auf Basis einer Studie von INPI-OST und FhG-ISI in ihrem Patent Manual zur Medizintechnik-Industrie vor, die Klassen A61B,

A61C, A61D, A61F, A61G, A61H, A61J, A61L, A61M und A61N zugrunde zu legen. Mit anderen Worten, es werden drei weitere Klassen (A61K „Pharmazeutische Mittel“, A61P „Therapeutische Aktivität von chemischen Verbindungen“ und A61 „Kosmetika“) ausgeschlossen. Zur Abgrenzung der Medizintechnik-Industrie folgen wir der OECD-Abgrenzung vollständig. In der profi-Förderdatenbank des Bundes ist die Förderung von Vorhaben der Medizintechnik unter der Kennziffer „G0 30 10“ der Leistungsplansystematik (Stand 2007) gefasst.

### 6.3 Eckdaten der Medizintechnikindustrie

Die Medizintechnikindustrie hat eine lange Tradition in Deutschland. Zu den deutschen Pionierunternehmen auf diesem Gebiet zählen u.a. *Hartmann* und *Siemens* (BCG 2006). Unter den zehn weltweit größten Herstellern sind mit *Siemens* und *Fresenius* auch zwei Deutsche vertreten. Im Segment der größeren Mittelständler seien exemplarisch die Unternehmen *B. Braun Melsungen* (Produkte für die Chirurgie und Anästhesie), *Dräger Medical Solutions* (Produkte für Akutmedizin) und *Otto Bock* (Prothesen) erwähnt.

Tabelle 6.1

#### Umsätze in der Medizintechnikindustrie im Jahr 2005 (in Mill. Euro)

	Deutschland		darunter NRW
	absolut	absolut	in %
Herstellung von elektromedizinischen Geräten und Instrumenten (33.10.1)	4 044	302	7,5
Herstellung von medizintechnischen Geräten (33.10.2)	8 929	1 204	13,5
Herstellung von orthopädischen Erzeugnissen (33.10.3)	2 081	367	17,6
Zahn technische Laboratorien (33.10.4)	3 100	527	17,0
<b>Summe Medizintechnikindustrie</b>	<b>15 054</b>	<b>1 873</b>	<b>12,5</b>
Maschinenbau	168 294	45 901	27,3
Fahrzeugbau	321 491	32 692	10,2
Verarbeitendes Gewerbe	1 628 688	389 062	23,9

Quelle: DESTATIS, FS 14 Reihe 8, div. J., eigene Berechnungen.

Je nach Abgrenzung der Medizintechnikindustrie variieren die Angaben zu Umsatz, Beschäftigung und Forschung und Entwicklung. Bei Zugrundelegung der vom DIW verwendeten Abgrenzung (Wirtschaftszweigdreisteller 33.1) beträgt der Umsatz der Medizintechnikindustrie im Jahr 2005 circa 18 Mrd. €. Mit diesem Umsatzvolumen liegt die Medizintechnikindustrie in etwa gleich auf mit der Mess-, Regelungs- und Steuerungstechnik, einem weiteren wichtigen forschungsintensiven Wirtschaftszweig des Verarbeiten-

den Gewerbes. Wohlgermerkt ist das Umsatzvolumen deutlich geringer im Vergleich zu den in Deutschland führenden industriellen Wirtschaftszweigen des Verarbeitenden Gewerbes, dem Maschinenbau und Kraftfahrzeugbau. Unternehmen in den beiden genannten Branchen erzielen zusammengekommen 490 Mrd. € (vgl. **Tabelle 6.1**).

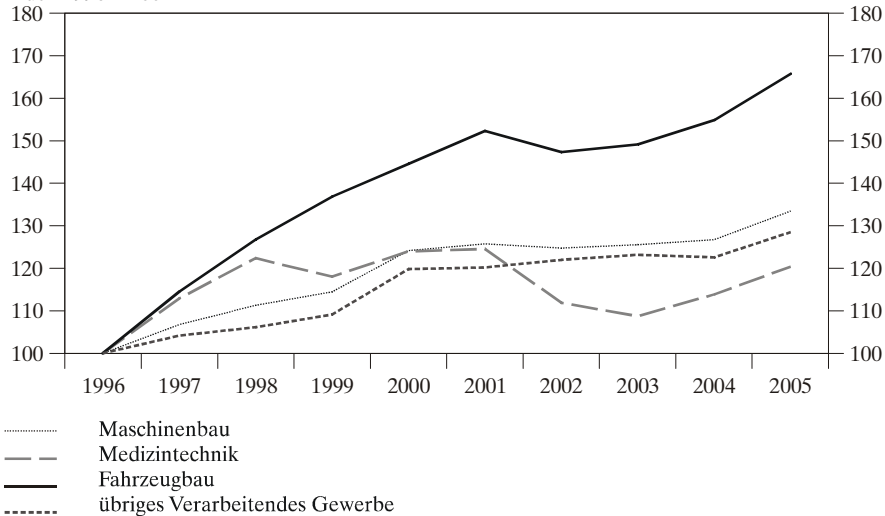
Gemessen am Umsatzanteil im Verarbeitenden Gewerbe ist die Präsenz der Medizintechnikindustrie in NRW als unterdurchschnittlich einzustufen. Hinzukommt eine geringere Ausrichtung auf das forschungsintensive Teilssegment der Herstellung von elektromedizinischen Geräten und Instrumenten.

Die steuerpflichtigen Lieferungen und Leistungen in der Medizintechnikindustrie waren in den letzten Jahren durch eine vergleichsweise hohe Volatilität geprägt. Den überdurchschnittlichen Zuwächsen im Zeitraum von 1996 bis 1998 folgte bis 2003 eine lange Periode stagnierender und sinkender Umsatzzahlen. Interessanterweise nahm die Zahl der Steuerpflichtigen in diesem Zeitraum noch geringfügig zu. Mit Beginn der konjunkturellen Aufhellung im Jahr 2004 wurde die Trendwende eingeleitet und es sind seitdem wieder steigende Umsatzzahlen zu beobachten (vgl. **Schaubild 6.1**).

Schaubild 6.1

**Umsätze der Medizintechnikindustrie und ausgewählter Wirtschaftszweige**

Index 1996 = 100



Quelle: DESTATIS, FS 14 Reihe 8, div. J. – eigene Berechnungen.



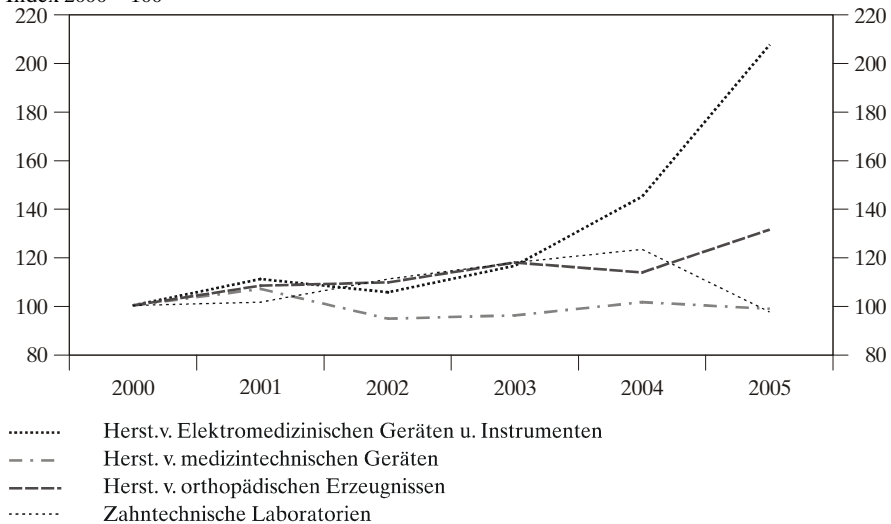
Die Deutsche Bank Research (Deutsche Bank Research 2006) prognostiziert der Medizintechnikindustrie ein leicht beschleunigtes Wachstum in den kommenden Jahren. Der Umsatz dieser Branche wird für 2015 auf über 30 Mrd. € geschätzt. Dabei wird von einer sich weiter öffnenden Schere zwischen In- und Auslandsgeschäft ausgegangen. Als realistisches Szenario wird dabei das Szenario „Status quo“ angesehen, das in der DIW-Studie als ein Szenario definiert wird, bei dem die bisherige Politik in den Bereichen Gesundheit, Wirtschaft und Technologie weiter fortgesetzt wird. Dieses Szenario wird vom DIW als ein unterer Entwicklungspfad betrachtet, für den prognostiziert wird, dass Deutschland ein leistungsfähiger Medizintechnikstandort bleibt. Ein oberer Entwicklungspfad wird dieser Studie zufolge vom Szenario „radikaler Wandel“ beschrieben, bei dem von der Politik neue Pfade beschritten werden. Wird dieser Weg beschritten, so prognostiziert das DIW, dass Deutschland seine gute Position sogar noch ausbauen können wird.

Deutlich überdurchschnittliche Wachstumsraten im Zeitraum von 2000 bis 2005 erzielten Hersteller von elektromedizinischen Geräten und Instrumenten (+207%) (vgl. **Schaubild 6.2**).

Schaubild 6.2

**Umsätze der Teilbranchen der Medizintechnikindustrie**

Index 2000 = 100



Quelle: DESTATIS, FS 14 Reihe 8, div. J. – eigene Berechnungen.

Der erhebliche Umsatzsprung zeigt sich insbesondere in den beiden letzten Jahren des Untersuchungszeitraums. Verantwortlich für die Steigerung des

Umsatzes in diesem Teilsegment sind vor allem Umsatzsteigerungen im Ausland. Aber auch im Inland scheinen sich die Nachfragebedingungen zu verbessern. Der Investitionsstau der vergangenen Jahre (Augurzky et al. 2005) erhöht den Druck in nächster Zeit Ersatzinvestitionen vorzunehmen. Zudem nimmt Marktkonzentration im stationären Klinkbereich zu (Augurzky et al. 2007), sodass sich die Großinvestitionen in medizintechnische Geräte mehr rechnen.

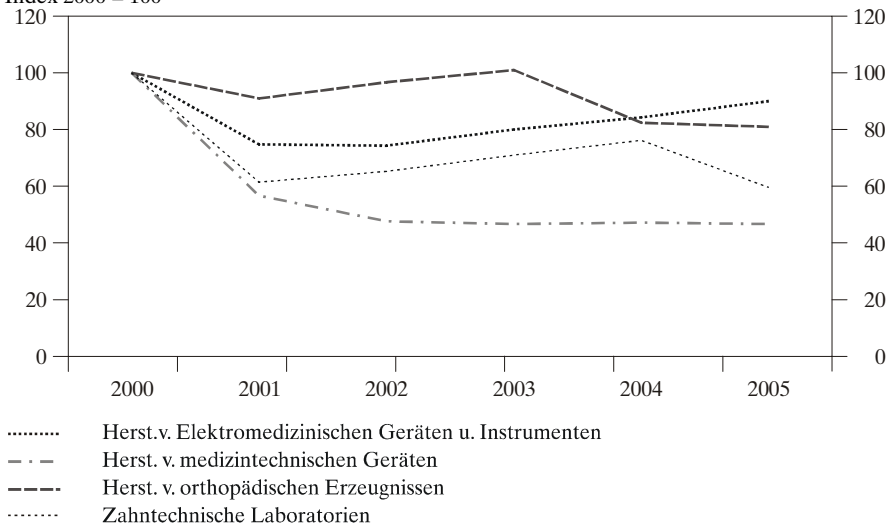
Deutliche Umsatzeinbußen ergaben sich für zahntechnische Laboratorien im Jahr 2005. Dies könnte an der im Januar 2005 in Kraft getretenen Änderung des Zuschuss-Systems für Zahnersatz liegen, die statt einem prozentualen Anteil einen befundbezogenen Festzuschuss vorsieht.

Für NRW sieht die Entwicklung der steuerpflichtigen Lieferungen und Leistungen in der Medizintechnikindustrie anders aus (vgl. **Schaubild 6.3**). Hiernach sank der Umsatz für alle Wirtschaftszweige zwischen 2000 und 2005, am deutlichsten für die Herstellung von medizintechnischen Geräten, während die Gesamtbetrachtung für Deutschland für diesen Wirtschaftszweig stagnierende Umsatzzahlen ausweist.

Schaubild 6.3

**Umsätze der Teilbranchen der Medizintechnikindustrie in Nordrhein-Westfalen**

Index 2000 = 100



Quelle: DESTATIS, FS 14 Reihe 8, div. J. – eigene Berechnungen.

Auch die enorme Umsatzsteigerung der Hersteller von elektromedizinischen Geräten und Instrumenten, die bei der Gesamtbetrachtung auffällig

ist, existiert kaum, wenn auch seit 2002 ein leichter Anstieg zu verzeichnen ist. NRW partizipiert nur unterdurchschnittlich an den Umsatzsteigerungen der vergangenen Jahre. Diese sind strukturell bedingt, d.h. die Hersteller elektromedizinischer Geräte in Nordrhein-Westfalen agieren auf anderen Märkten als die umsatzstarken Unternehmen im Süden der Bundesrepublik.

Die im Gesamtzeitraum für Deutschland insgesamt zu beobachtende Umsatzzunahme spiegelt sich auch in einer höheren Beschäftigung wieder. Unserer Sonderauswertung aus der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit zufolge waren im Jahr 2005 etwa 137 Tsd. Personen in der Medizintechnikindustrie als abhängig Beschäftigte tätig. Gegenüber dem Jahr 2000 bedeutet dies einen Zuwachs von etwa 9 Tsd. Beschäftigten.

Prägende Merkmale der Medizintechnikindustrie sind eine sehr hohe Exportquote, überdurchschnittliche Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und vergleichsweise hohe durchschnittliche Betriebsgrößen. So lag in 2002 die durchschnittliche Beschäftigtenanzahl von Betrieben zur Herstellung von elektromedizinischen Geräten und Instrumenten bei 180, von Betrieben zur Herstellung von medizintechnischen Geräten bei 125 (BMBF 2005, S. 60f.). Eine hohe durchschnittliche Beschäftigtenzahl weist auf umsatzstarke Unternehmen hin, die über ausreichende Ressourcen für den Eintritt in ausländische Märkte verfügen und so zusätzliche Marktpotenziale erschließen können. So lag die Exportquote in 2004 bei 58% (DIW 2005, S. 23). Besonders hoch war dabei die Exportquote von Herstellern von elektromedizinischen Geräten und Instrumenten. Die Exportquote von zahntechnischen Laboratorien betrug dagegen nur 10%.

Der Forschungs- und Entwicklungseinsatz (FuE) der Medizintechnik-Industrie ist mit Aufwendungen von 8,2% des Umsatzes und einer Personalintensivität von 8,1% der Beschäftigten verhältnismäßig hoch (der Durchschnitt der Verarbeitenden Industrie insgesamt liegt bei 3,5% des Umsatzes und 4,2% des Personals) (BMBF 2005, S. 92). Wie in vielen anderen Industrien im Verarbeitenden Gewerbe typisch, werden die Forschungsaufwendungen zu einem Großteil von den größten Unternehmen getragen. In der Medizintechnikindustrie entfallen 80% der internen FuE-Aufwendungen und des FuE-Personals auf die 10 größten Medizintechnik-Unternehmen.

Die Intensität der Forschung forschender Unternehmen variiert allerdings beträchtlich über die Teilbranchen. So weisen Hersteller elektromedizinischer Geräte und Instrumente (WZ 33.10.1) die höchste Forschungsintensität auf (21% des Umsatzes, 12,2% des Personals), gefolgt von Herstellern medizintechnischer Geräte (WZ 33.10.2) (11% des Umsatzes, 7,3% des Personals) und orthopädischen Vorrichtungen (WZ 33.10.3) (5,7% des Umsatzes und 7,3% des Personals). Die geringste Forschungsintensität mit

1,7% des Umsatzes und 1,4% des Personals wird für Zahntechnische Laboratorien (WZ 33.10.4) ausgewiesen (BMBF 2005, S. 82).

Die Befunde weisen auch darauf hin, dass sich die Geschäftsmodelle der zahntechnischen Laboratorien deutlich von jenen Unternehmen unterscheiden, die sich mit der Herstellung medizinischer Geräte und orthopädischer Vorrichtungen befassen. Mangels ausreichend disaggregierter Daten auf regionaler Ebene lassen sich die Teilbranchen leider nicht getrennt betrachten. Infolgedessen werden für die regional vergleichende Analyse die gesamten unternehmerischen Aktivitäten im Wirtschaftszweigdreisteller 33.1 zugrunde gelegt.

#### **6.4 Beschäftigte in der Medizintechnikindustrie im Regionalvergleich**

Für die Bestandsaufnahme unternehmerischer Aktivitäten im Regionalvergleich in Bezug auf Umsatz und Beschäftigte werden zwei Datensätze herangezogen: (i) die Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit und ergänzend (ii) die Unternehmens-Datenbank Amadeus des „Bureau van Dijk Electronic Publishing“ (BvDEP).

Die in der Amadeus-Datenbank identifizierten 1 854 Unternehmen der Wirtschaftszweige 33.10.1, 33.10.2 und 33.10.3 erwirtschafteten einen Umsatz von 11 860 Mill. €. Die relativ hohe Abdeckung der Gesamtumsätze von knapp 80% spricht dafür, dass Auswertungen der Stichprobe keine großen Verzerrungen aufweisen. Der zentrale Nutzen der Amadeus-Datenbank besteht darin, die Unternehmenssitze größerer Unternehmen zu identifizieren. In der Regel sind am Unternehmenssitz der Großteil der Forschungsaktivitäten sowie ein signifikanter Teil der Produktionskapazitäten zu finden. Die ergänzende Berücksichtigung der Amadeus-Angaben soll es insbesondere ermöglichen, identifizierte regionale Unterschiede in der Zahl der Beschäftigten oder auch später im akquirierten Fördermittelvolumen bzw. Patentaktivität zu erklären.

Während in der Amadeus-Datenbank Umsatz- und Beschäftigungsangaben immer am Unternehmenssitz erfasst werden und somit eine regional vergleichende Analyse der Beschäftigung nur von begrenzter Aussagekraft ist, liegt der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit das Arbeitsstättenprinzip zugrunde. Das Arbeitsstättenprinzip stellt sicher, dass Beschäftigte nach ihrem Arbeitsort erfasst werden. Diesem Vorteil steht der Nachteil gegenüber, dass eine Abgrenzung nach Wirtschaftszweigfünfstellern nicht möglich ist und so – wie bereits erwähnt – nur eine Analyse für den Dreisteller WZ 33.1 erlaubt.

Im Bundesländervergleich zeigt sich, dass Baden-Württemberg, Bayern und NRW absolut die höchsten Beschäftigungszahlen in der Medizintechnik

aufweisen (vgl. **Tabelle 6.2**). Zusammen beschäftigen sie ungefähr die Hälfte der insgesamt knapp 137 Tsd. sozialversicherungspflichtig (SV-) Beschäftigten in dieser Industrie. In den vergangenen Jahren hat sich die Medizintechnikbeschäftigung in NRW zwar erhöht. Aufgrund stärkerer Zuwächse in Baden-Württemberg, Sachsen und Thüringen hat sich aber der Anteil von NRW von 16,1% auf 15,6% leicht verringert.

Tabelle 6.2

**Zahl der Beschäftigten in Medizintechnik-Betrieben**

Bundesland	30.06.2000		30.06.2005	
	absolut	in%	absolut	in%
Baden-Württemberg	30 599	23,7	33 406	24,4
Bayern	19 759	15,3	20 795	15,2
Berlin	4 175	3,2	4 266	3,1
Brandenburg	2 863	2,2	2 883	2,1
Bremen	1 026	0,8	970	0,7
Hamburg	4 497	3,5	4 959	3,6
Hessen	8 931	6,9	10 014	7,3
Mecklenburg-Vorpommern	2 277	1,8	2 538	1,9
Niedersachsen	10 164	7,9	10 325	7,5
Nordrhein-Westfalen	20 825	16,1	21 352	15,6
Rheinland-Pfalz	4 117	3,2	4 248	3,1
Saarland	2 406	1,9	2 689	2,0
Sachsen	5 350	4,1	5 964	4,4
Sachsen-Anhalt	2 447	1,9	2 688	2,0
Schleswig-Holstein	6 801	5,3	6 136	4,5
Thüringen	3 043	2,4	3 616	2,6
Deutschland	129 280	100,0	136 849	100,0

Quelle: Sonderauswertung aus der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Innerhalb von NRW ist knapp die Hälfte (47%) der in der Medizintechnikindustrie Beschäftigten im Rheinland tätig, im Ruhrgebiet sind es 24% und in Westfalen 29%. Die Verteilung der Beschäftigung in der Medizintechnikindustrie ist damit recht ähnlich zur Verteilung aller sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in diesen drei Regionen. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass in keiner dieser drei Regionen eine besondere Ausrichtung auf die Medizintechnikindustrie zu beobachten ist. Aufgrund der geringen Größe dieser Branche überrascht dies jedoch nicht. Einzig auf kleinräumiger Ebene werden Spezialisierungsmuster erkennbar sein.

Eine diesbezügliche Annäherung ergibt sich mit der Auswertung der Beschäftigtenstatistik nach Verdichtungsräumen (vgl. **Tabelle 6.3**). Im überregionalen Vergleich weisen das Rhein-Main-Gebiet, Berlin und Hamburg die höchsten Beschäftigtenzahlen in der Medizintechnikindustrie auf. Mit dem Ruhrgebiet und der Region Düsseldorf-Wuppertal folgen zwei NRW-Regionen auf den weiteren Rängen. Da es sich bei diesen fünf Regionen

zugleich um jene mit der höchsten Anzahl an sozialversicherungspflichtig Beschäftigten insgesamt handelt, ist dieser Befund wenig überraschend.

Eine Analyse des Standortquotienten (zur Definition vgl. *Tabelle 6.3*), aus dem sich eine Aussage zur Spezialisierung innerhalb einer Region ableiten lässt, zeigt bei den größeren Verdichtungsräumen einzig für die Regionen Hamburg eine leicht überdurchschnittliche Präsenz auf.

Tabelle 6.3

**Beschäftigte in der Medizintechnikindustrie im überregionalen Vergleich**

Angaben zum 30.06.2005

Verdichtungsraum	Absolut in Tausend	Veränderung ggü. 2000 in %	in% an gesamt	Standortquotient	SV-Beschäftigte insgesamt
Aachen	1,3	-3,6	0,9	0,8	291 753
Berlin	6,4	0,7	4,7	0,8	1 478 740
Bielefeld	3,0	0,2	2,2	1,1	536 364
Bremen	1,5	8,5	1,1	0,7	423 316
Chemnitz	1,0	1,3	0,7	0,7	286 601
Dresden	1,5	7,5	1,1	0,8	352 408
Düsseldorf-Wuppertal	5,0	-4,9	3,7	0,8	1 275 913
Erlangen-Fürth-Nürnberg	2,1	16,3	1,5	0,8	504 811
Hamburg	6,3	9,8	4,6	1,1	1 080 589
Hannover	2,3	0,5	1,7	0,9	482 411
Karlsruhe	2,7	8,7	1,9	1,4	375 008
Köln-Bonn	4,0	32,3	2,9	0,7	1 060 693
Leipzig	1,4	2,2	1,0	0,8	335 566
München	4,5	-3,8	3,3	0,8	1 072 780
Rhein-Main	6,6	7,7	4,8	0,9	1 409 475
Rhein-Neckar	2,5	1,2	1,8	0,8	589 778
Ruhrgebiet	5,2	-4,9	3,8	0,7	1 470 088
Saarbrücken	2,7	11,8	2,0	1,5	340 613
Stuttgart	3,6	-4,2	2,6	0,7	1 029 310
Sonstige Kreise	73,3	7,8	53,6	1,2	11 782 049
darunter Tuttlingen	8,4	22,4	6,1	32,3	49 569

Quelle: Sonderauswertung aus der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen. – Standortquotient: Anteil der Region an der bundesweiten Beschäftigung in Medizintechnik-Betrieben geteilt durch Anteil der Region an der gesamten, bundesweiten Beschäftigung. – Lesehilfe: Je größer der Standortquotient ist, umso größer ist die relative Präsenz des Kreises in der Medizintechnik.

Bei den kleineren Verdichtungsräumen sind es die Regionen Karlsruhe, Saarbrücken und auch Bielefeld, für welche sich eine leicht überdurchschnittliche Ausrichtung auf die Medizintechnik erkennen lässt. Mit der Ausnahme des Verdichtungsraums Köln-Bonn, der von allen Räumen die höchste Wachstumsrate hat, sind die NRW-Räume deutlich unterdurchschnittlich gewachsen. Die Verdichtungsräume Aachen, Düsseldorf-Wuppertal und Ruhrgebiet weisen 2005 sogar weniger Beschäftigte auf als in 2000.

Im Vergleich zu den bisher gezeigten räumlichen Mustern in anderen Technologiefeldern ist in der Medizintechnikindustrie keine ausgeprägte Spezialisierungstendenz in den Verdichtungsräumen zu erkennen. Wesentlicher Grund hierfür ist, dass sich die bedeutendsten Standorte, gemessen an der Zahl der Beschäftigten, außerhalb der großen Verdichtungsräume befinden. Die Liste der führenden Kreise, gemessen an der Zahl der Beschäftigten in Medizintechnik-Unternehmen (vgl. **Tabelle 6.4**), verdeutlicht dies eindrucksvoll. Die Mehrzahl der aufgeführten Kreise gehört keinem Verdichtungsraum an.

Tabelle 6.4

**Beschäftigte in der Medizintechnikindustrie – Top 5% Kreise**

Angaben zum 30.06.2005

	Absolut in Tau- send	Verände- rung ggü. 2000 in%	in% an gesamt	Stand- ort- quotient	SV-Be- schäftigte insgesamt
LK Tuttlingen	8,4	22,4	6,1	32,3	49 569
KS Hamburg	5,0	10,3	3,6	1,3	738 493
KS Berlin	4,3	0,0	3,1	0,8	1 013 758
LK Zollernalbkreis	2,6	24,8	1,9	8,6	58 491
KS Lübeck	2,3	-20,4	1,7	5,8	75 551
LK Enzkreis	2,2	-3,3	1,6	8,2	50 906
Region Hannover	2,1	1,3	1,5	1,0	415 602
LK Biberach	1,8	34,7	1,3	5,7	61 649
KS München	1,7	-12,0	1,3	0,5	665 407
LK Forchheim	1,7	26,1	1,2	14,6	22 078
LK St. Wendel	1,7	19,5	1,2	14,7	21 577
LK Bergstraße	1,5	9,3	1,1	4,7	61 453
LK Göttingen	1,5	1,1	1,1	3,4	85 206
LK Oberbergischer Kreis	1,3	206,9	0,9	2,9	83 816
LK Hochtaunuskreis	1,3	39,2	0,9	3,2	73 817
LK Lippe	1,1	3,3	0,8	2,2	96 814
KS Karlsruhe	1,1	6,1	0,8	1,4	148 006
LK München	1,1	-9,8	0,8	1,3	159 603
KS Freiburg im Breisgau	1,1	27,8	0,8	2,2	94 327
LK Tirschenreuth	1,0	12,6	0,8	10,3	19 106
KS Bayreuth, Stadt	1,0	8,9	0,7	5,2	37 137
KS Schweinfurt, Stadt	1,0	22,0	0,7	3,9	48 162

Quelle: Sonderauswertung aus der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Im Landkreis Tuttlingen, dem wohl bekanntesten Medizintechnik-Cluster in Deutschland, sind gut acht Tausend Beschäftigte in der Medizintechnikindustrie tätig. Abgesehen von der Metropole Hamburg weist kein anderer Stadt- oder Landkreis eine ähnlich hohe absolute Ballung in der Medizintechnikindustrie auf. Im Gegensatz zu Hamburg weist Tuttlingen jedoch einen sehr hohen Standortquotienten auf, d.h. die Wirtschaftsstruktur in Tuttlingen ist sehr stark auf die Medizintechnik ausgerichtet. Mit den Kreisen Biberach, Enzkreis, Freiburg im Breisgau und Zollernalbkreis zählen

vier weitere, nahe zu Tuttlingen gelegene Kreise zu den Hochburgen der Medizintechnik.

In der Regel wird ein Standortquotient von größer als vier als Schwellenwert zugrunde gelegt, um von einer Clusterbildung einer Industrie in einer Region zu sprechen (vgl. u.a. Sternberg und Litzemberger 2004). Unter den Top 5% Kreisen, gemessen an der Anzahl der Beschäftigten, erfüllen 12 Kreise dieses Kriterium, darunter die Hälfte aller aufgeführten Kreise in Baden-Württemberg. Gemessen an der absoluten Anzahl der Beschäftigten und dem Standortquotienten markiert die Region Hamburg-Lübeck den zweitstärksten Medizintechnik-Cluster in Deutschland.

Trotz der starken Ausrichtung der Region Jena auf BioInstrumente (z.B. *Carl Zeiss Meditec AG* mit 300 Beschäftigten in Deutschland und einem Umsatz in Höhe von 142 Mill. €), zählt Jena nicht zu den Top 5% Kreisen in der Medizintechnik zählt. Grund hierfür ist vornehmlich, dass es weder weitere größere Medizintechnik-Unternehmen oder aber eine Vielzahl kleiner Firmen in Jena gibt.

#### *Regionale Schwerpunkte der Medizintechnikindustrie in NRW*

Unter den Top 5% Kreisen befinden sich mit dem Oberbergischen Kreis und dem Kreis Lippe auch zwei NRW-Kreise, die sowohl eine hohe absolute Ballung als auch die höchsten Werte in der Spezialisierung auf die Medizintechnik aufweisen. Die Anzeichen für eine Clusterbildung sind im Oberbergischen Kreis tendenziell etwas höher, bedingt durch die etwas höhere absolute Ballung, den höheren Standortquotienten und der höheren Wachstumsrate.

Die Entwicklung im Oberbergischen Kreis könnte im Zusammenhang mit Aktivitäten der *Sarstedt AG & Co.* stehen. Dieses Unternehmen, gegründet 1961, entwickelt, produziert und vertreibt Verbrauchsmaterial und Geräte z.B. zur Blutentnahme oder Transfusionsmedizin. Den Angaben der Amadeus-Datenbank zufolge ist es mit einem Umsatz von 180 Mill. €<sup>53</sup> das führende produzierende Unternehmen NRWs (vgl. **Tabelle 6.5**). Ein weiteres führendes Unternehmen dieses Kreises, wenn auch mit einem deutlich geringeren Umsatz als die *Sarstedt AG & Co.*, ist die *Busch & Co. KG*, ein Hersteller von rotierenden Dentalinstrumenten und Präzisionswerkzeugen.

---

<sup>53</sup> Da der Umsatz und die Beschäftigung von Betriebsteilen in der Amadeus-Datenbank dem Unternehmenssitz zugeordnet wird, kann der Umsatz und die Beschäftigung am Unternehmenssitz laut Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit geringer ausfallen als durch die Amadeus-Datenbank ausgewiesen wird.



Ebenfalls im Oberbergischen Kreis angesiedelt ist das mittelständische Unternehmen *KABE Labortechnik GmbH*, das wie *Sarstedt AG & Co.* die Entwicklung, Herstellung und den Vertrieb von Verbrauchsmaterial und Geräten für den medizinischen Bedarf und die In-Vitro-Diagnostik zum Ziel hat. In Amadeus sind zudem zwölf weitere oberbergische Medizintechnik-Unternehmen erfasst – darunter ein Unternehmen, das nicht selber produziert, drei Unternehmen, die medizintechnische Geräte für den Dentalbereich herstellen und drei Hersteller von orthopädischen Produkten-, wobei diese jedoch alle deutlich weniger Umsatz erzielen als die drei genannten.

Tabelle 6.5

**Umsatzstärkste Unternehmen in der Medizintechnikindustrie – Top 10 Unternehmen in NRW**

Name des Unternehmens	Umsatz in Mill. €	Unternehmenssitz
Sarstedt AG & Co.	180	Oberbergischer Kreis (LK)
Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG	89	Lippe (LK)
Joh. Stieglmeyer GmbH & Co. KG	84	Herford (LK)
Bauerfeind Orthopädie GmbH & Co. KG	23	Viersen (LK)
Schmitz u. Söhne GmbH & Co. KG	23	Soest (LK)
Hager & Meisinger GmbH	21	Neuss (LK)
Evotec Technologies GmbH	17	Düsseldorf (KS)
Sonoace Deutschland GmbH	16	Recklinghausen (LK)
Days Healthcare GmbH & Co. KG	15	Minden-Lübbecke (LK)
Bauerfeind Fußorthopädie GmbH & Co. KG	12	Remscheid (KS)

Quelle: Amadeus-Datenbank, eigene Berechnungen.

Die nähere Analyse zeigt auf, die derzeit starke Positionierung des Oberbergischen Kreises ausschließlich auf die Verdopplung der Beschäftigtenzahl im Segment der Medizintechnik zwischen Juni 2004 und Juni 2005 zurückgeht. Ohne genaue Kenntnis der betreffenden Betriebe, die für diesen Zuwachs verantwortlich sind, lässt sich diese Veränderung nicht zweifelsfrei als Fortschritt in der Clusterbildung in der Medizintechnik deuten. Mangels eindeutiger Hinweise auf größere Ansiedlungen könnte es durchaus sein, dass sich hinter diesen Veränderungen auch formal-rechtliche Veränderungen verbergen.

Aktuell fokussiert die Wirtschaftsförderung des Oberbergischen Kreises auf die Signalisierung der vorhandenen Kompetenzen in der „Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren“.

Tabelle 6.6

**Beschäftigte in der Medizintechnikindustrie – alle NRW Kreise**

Angaben zum 30.06.2005

	Absolut	Veränderung ggü. 2000 in %	in % an gesamt	Standortquotient <sup>1</sup>	SV-Beschäftigte insgesamt
LK Oberbergischer Kreis	1 252	206,9	0,9	2,9	83 816
LK Lippe	1 129	3,3	0,8	2,2	96 814
KS Köln	957	-4,7	0,7	0,4	435 199
LK Rhein-Sieg-Kreis	819	9,1	0,6	1,3	121 433
KS Dortmund	804	3,2	0,6	0,8	188 919
KS Essen	707	-13,7	0,5	0,7	202 421
KS Münster (Westf.)	706	13,5	0,5	1,1	128 333
LK Herford	659	-11,5	0,5	1,5	83 243
LK Neuss	651	55,0	0,5	1,0	120 960
KS Solingen	618	60,5	0,5	2,6	45 709
KS Remscheid	606	-14,6	0,4	2,8	41 432
KS Düsseldorf	602	-27,9	0,4	0,3	335 361
LK Wesel	592	37,4	0,4	1,0	111 925
KS Aachen	565	-8,3	0,4	1,0	104 411
LK Minden-Lübbecke	561	3,9	0,4	1,0	104 549
KS Duisburg	522	-2,6	0,4	0,7	150 010
LK Viersen	495	-22,0	0,4	1,2	78 449
KS Wuppertal	484	-13,6	0,4	0,8	112 437
LK Märkischer Kreis	473	0,0	0,3	0,6	143 030
LK Steinfurt	413	2,2	0,3	0,7	117 175
KS Bochum	397	-18,5	0,3	0,6	123 033
LK Recklinghausen	379	-14,8	0,3	0,5	138 429
KS Bielefeld	365	-2,4	0,3	0,6	123 539
LK Ennepe-Ruhr-Kreis	357	-1,1	0,3	0,7	92 049
LK Warendorf	352	5,4	0,3	0,9	75 259
LK Mettmann	351	-26,1	0,3	0,4	163 176
KS Bonn	325	-14,7	0,2	0,4	142 178
LK Soest	310	-2,2	0,2	0,7	89 025
LK Rhein.-Bergischer Kr.	307	35,2	0,2	0,9	63 064
LK Unna	305	-22,2	0,2	0,6	98 129
LK Aachen	283	-6,9	0,2	0,8	68 056
LK Gütersloh	276	18,5	0,2	0,4	128 219
KS Gelsenkirchen	275	0,0	0,2	0,7	70 765
KS Mönchengladbach	264	-24,1	0,2	0,6	80 143
LK Kleve	242	16,3	0,2	0,6	73 291
KS Krefeld	242	1,7	0,2	0,6	81 925
LK Siegen	236	-17,5	0,2	0,5	96 533
LK Heinsberg	226	20,2	0,2	0,9	49 999
LK Düren	221	-6,4	0,2	0,6	69 287
LK Hochsauerlandkreis	194	-3,5	0,1	0,4	83 418
LK Paderborn	184	-6,1	0,1	0,4	92 115
KS Hamm	175	-3,8	0,1	0,7	50 331
KS Mülheim a.d. Ruhr	170	-6,1	0,1	0,6	52 020
LK Erft-Kreis	165	71,9	0,1	0,3	111 488
KS Herne	163	-21,3	0,1	0,8	40 514
KS Hagen	138	1,5	0,1	0,4	64 251
LK Höxter	133	4,7	0,1	0,7	37 458
KS Oberhausen	128	-17,4	0,1	0,4	56 052
KS Leverkusen	124	-12,1	0,1	0,4	59 649
LK Borken	99	182,9	0,1	0,2	106 875
LK Coesfeld	98	12,6	0,1	0,4	49 910
LK Olpe	97	-2,0	0,1	0,4	45 358
KS Bottrop	79	11,3	0,1	0,5	31 240
LK Euskirchen	77	113,9	0,1	0,3	43 866

Quelle: Sonderauswertung aus der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen. – <sup>1</sup> Lesehilfe: Je größer der Standortquotient ist, umso größer ist die Spezialisierung des Kreises auf die Medizintechnik. Zur Definition des Standortquotienten siehe Kapitel

---

1.

---

Zum Zweck der höheren Wahrnehmung vorhandener Kompetenzen wurde jüngst die „Kompetenzfeld-Initiative-Oberberg“ gegründet.<sup>54</sup> Für die Branche der „Gummi- und Kunststoffwaren“ zeigte sich in einer Studie der Prognos AG im Auftrag der NRW.INVEST GmbH ein besonders überdurchschnittliches Abschneiden des Kreises (vgl. NRW.INVEST GmbH 2006). Da sich die Untersuchung der Prognos AG ausschließlich auf die Auswertung einer übergeordneten Branchenebene (Wirtschaftszweigweinsteller) bezog, die Medizintechnik aber nur auf einer tieferen Klassifikationsebene abgegrenzt werden kann, konnten jüngste Entwicklungen nicht adäquat identifiziert werden.

Die Auswertung für alle NRW Kreise zeigt auf, dass auch die nahe gelegenen Kreise Remscheid, Solingen und der Rhein-Sieg-Kreis relativ hohe Beschäftigungszahlen sowie einen recht hohen Standortquotienten in der Medizintechnik aufweisen (vgl. **Tabelle 6.6**).

In Solingen befinden sich mit der *GE Medical Systems Deutschland GmbH & Co. KG* und der *GE Ultraschall Deutschland GmbH & Co. KG* zwar zwei größere Unternehmen, diese produzieren aber nicht in NRW. Von den übrigen Herstellern sind sechs als Hersteller von orthopädischen Vorrichtungen tätig, fünf weitere stellen Produkte für den Dentalbereich her. In Remscheid sind die Hersteller *Bauerfeind Fußorthopädie GmbH & Co. KG* sowie die *Orthopädie Kall GmbH* in Bezug auf den Umsatz führend. Im Kreis Solingen ist es das Unternehmen *H. Hauptner und Richard Herberholz GmbH & Co. KG*, ein Hersteller von Veterinärinstrumenten, das den höchsten Umsatz aufweist. Für den Rhein-Sieg-Kreis sind vor allem die *Danycare Medical Beauty GmbH* und die *Dr. Schmidt Intraocularlinsen GmbH* hervorzuheben.

Die umsatzstärksten Medizintechnikhersteller NRWs sind, wie bereits erwähnt, die *Sarstedt AG & Co.* (Oberbergischer Kreis), die *Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG* mit Firmensitz im Kreis Lippe mit einem Umsatz von in Deutschland hergestellten Gütern von 89 Mill. € und die *Joh. Stieglmeyer GmbH & Co. KG* im Kreis Herford (vgl. wiederum *Tabelle 6.5*). Die *Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG* produziert und vertreibt Instrumente für den dentalen Bereich. Die *Joh. Stieglmeyer GmbH & Co. KG* stellt Klinik- und Pflege-Betten her und rangiert auf Platz drei mit einem Umsatz von 85 Mill. €. Auf den weiteren Plätzen folgen deutlich kleinere Firmen wie

---

<sup>54</sup> Für nähere Informationen siehe <http://www.wirtschaftsstandort-oberberg.de/oag>.

z.B. die *Bauerfeind Orthopädie GmbH & Co. KG* mit Sitz in Kempen (400 Mitarbeiter) und Remscheid (180 Mitarbeiter), die *Schmitz u. Söhne GmbH & Co. KG* (Einrichtungsgegenstände) und die *Hager & Meisinger GmbH* (Dentalinstrumente).

#### *Bewertung der wirtschaftlichen Bedeutung der Clusteransätze in NRW*

Der Vergleich des Oberbergischen Kreises mit den führenden Clustern Tuttlingen und Lübeck offenbart deutliche Unterschiede. Zum einen sind die Cluster Tuttlingen und Hamburg/Lübeck, gemessen an der Medizintechnik-Beschäftigung, deutlich größer als die Medizintechnikindustrie des Oberbergischen Kreises. So weist Tuttlingen eine Beschäftigtenzahl von 8 400 auf, die Kreise Hamburg und Lübeck zusammen 7 200, der Oberbergische Kreis jedoch nur 1 250, selbst zusammen mit den Kreisen Remscheid, Solingen und dem Rhein-Sieg-Kreis immerhin 3 300 Medizintechnik-Beschäftigte (vgl. *Tabelle 6.4*). Zum anderen ist der Grad der Spezialisierung im Tuttlinger und Lübecker Cluster um ein Vielfaches höher als im Oberbergischen Kreis. Zu diesem Bild passt es auch, dass für das vergleichsweise kleine Tuttlingen in der Amadeus-Datenbank 103 Medizintechnik-Unternehmen erfasst sind, für den etwa um 70% größeren Oberbergischen Kreis jedoch nur 15.

Gemeinsamkeiten zwischen den zwei Clustern Tuttlingen und Lübeck einerseits und dem Oberbergischen Kreis nebst umliegender Kreise andererseits bestehen darin, dass sich hier die Firmensitze von einigen größeren Firmen befinden. Die Medizintechnikindustrie im Lübecker Cluster wird maßgeblich von der *Dräger Medical AG & Co. KG* bestimmt (vgl. *Tabelle 6.7*). Dieses Unternehmen ist ein Gemeinschaftsunternehmen der *Drägerwerk AG* und der *Siemens AG* und hat die Entwicklung, Produktion und den Vertrieb von Produkten, Dienstleistungen und integrierten Systemlösungen für den klinischen Akutbereich und Home Care zur Aufgabe. In der Freien und Hansestadt Hamburg gilt die *Eppendorf AG* als Leuchtturm der dortigen Medizintechnik-Industrie. Mit einem Umsatz von 314 Mill. € sticht dieses Unternehmen klar heraus und erwirtschaftet ca. 65% aller in der Amadeus-Datenbank erfassten Medizintechnik-Unternehmen mit Sitz in Hamburg. Das Unternehmen entwickelt, produziert und vertreibt Systeme für die Life Science-Forschung für den Einsatz in Laboren wie z.B. Pipetten, Dispenser und Zentrifugen sowie Verbrauchsartikel wie Reaktionsgefäße und Pipettenspitzen. Zum Produktangebot gehören zudem u.a. Instrumente und Systeme zur Zellmanipulation oder auch Komplettausstattungen zur DNA-Vervielfältigung sowie Biochips. Aufgrund der beschriebenen Merkmale würde es klar zum Kreis der Ausrüsterfirmen für Biotechnologiefirmen zählen.

Die zwei umsatzstärksten Unternehmen mit Sitz im Kreis Tuttlingen, die *Karl Storz GmbH & Co. KG* und die *Aesculap AG & Co. KG*, folgen hinter der *Dräger Medical AG & Co. KG* auf den Plätzen zwei und drei der umsatzstärksten Unternehmen. Beide Firmen haben zusammengenommen einen Umsatz von gut 860 Mill. €, das sind ca. 73% der Umsätze aller Medizintechnik-Unternehmen mit Sitz in Tuttlingen. Die *Karl Storz GmbH & Co. KG* hat die Herstellung und den Vertrieb von Endoskopen und medizinischen Instrumenten und Geräten zum Ziel. Die *Aesculap AG & Co. KG* ist eine Sparte der *B. Braun Melsungen AG* und entwickelt u.a. chirurgische Instrumente, Implantate, Endoskope und Produkte für die Gefäßchirurgie. Mit den beiden Firmen *Gambro Dialysatoren GmbH* und *Maquet GmbH & Co. KG* befinden sich zwei weitere große Unternehmen in unmittelbarer Nähe zu Tuttlingen.

Tabelle 6.7

**Umsatzstärkste Unternehmen in der Medizintechnikindustrie – Top 20 Unternehmen**

Name des Unternehmens	Umsatz in Mill. €	Unternehmenssitz
Dräger Medical AG & Co. KG	608	Lübeck (KS)
Karl Storz GmbH & Co. KG	504	Tuttlingen (LK)
Aesculap AG & Co. KG	360	Tuttlingen (LK)
Carl Zeiss Meditec AG	324	Jena (KS)
Eppendorf AG	314	Hamburg (KS)
Smiths Heimann GmbH	300	Wiesbaden (KS)
Degudent GmbH	230	Main-Kinzig-Kreis (LK)
Gambro Dialysatoren GmbH	208	Zollernalbkreis (LK)
GE Medical Systems Deutschland GmbH & Co. KG	200	Solingen (KS)
Maquet GmbH & Co. KG	183	Rastatt (LK)
Sarstedt AG & Co.	180	Oberberg. Kreis (LK)
GE Medical Systems Information Technologies GmbH	177	Freiburg im Breisg. (KS)
Stryker Trauma GmbH	130	Plön (LK)
Carl Zeiss Surgical GmbH	122	Ostalbkreis (LK)
Depuy Orthopädie GmbH	103	Saar-Pfalz-Kreis (LK)
Brainlab Sales GmbH	98	München (LK)
Richard Wolf GmbH Endoskope	93	Enzkreis (LK)
Thermo Electron (Bremen) GmbH	90	Bremen (KS)
Gebr. Brasseler GmbH & Co. KG	89	Lippe (LK)
Wavelight AG	87	Erlangen (KS)

Quelle: Amadeus-Datenbank, eigene Berechnungen.

Es sind zwar einige größere Medizintechnikunternehmen im Land NRW angesiedelt. Im Einklang mit den eingangs gezeigten Befunden zur Heterogenität der besetzten Märkte sind die größeren NRW Unternehmen in völlig anderen Segmenten als die Unternehmen im Tuttlinger und Lübecker Cluster tätig. Während die Unternehmen im Raum Tuttlingen eher in forschungsaktiven Segmenten der Medizintechnikindustrie aktiv sind, haben die größeren NRW Unternehmen ihren wirtschaftlichen Schwerpunkt in den weniger forschungsaktiven Segmenten. Aufgrund dessen lässt sich be-

reits erwarten, dass die im weiteren Verlauf zu analysierenden Patentaktivitäten in NRW vergleichsweise gering ausfallen werden.

#### **6.5 Produktion von Gütern der Medizintechnikindustrie in NRW**

Ergänzend soll nun untersucht werden, ob sich erhebliche regionale Verzerrungen in der Darstellung der Beschäftigung und Umsätze durch die Verwendung der Wirtschaftszweigsystematik anstelle des genaueren Güterkonzeptes ergeben. Während beim Güterkonzept nur die Produktion von Medizintechnik-Gütern berücksichtigt wird, werden bei der wirtschaftszweigbezogenen Betrachtung nur Unternehmen mit dem wirtschaftlichen Schwerpunkt in der Medizintechnik betrachtet. Grundlage für die folgenden Berechnungen bilden alle Betriebe, die im Zeitraum 1995 bis 2004 zumindest einmal im Rahmen des Monatsberichts im Verarbeitenden Gewerbe und im Rahmen der Investitionserhebung befragt wurden. Betriebe, die an der bis 2002 durchgeführten Kleinbetriebserhebung teilnahmen, sind im Datensatz nicht enthalten. Dementsprechend beschränkt sich die Analyse auf Betriebe mit 20 und mehr Beschäftigten.

Im Gegensatz zu vielen anderen Statistiken ist eine Abgrenzung bis auf dem Wirtschaftszweigfünfsteller möglich. Aus diesem Grund können zahntechnische Laboratorien unberücksichtigt bleiben, d.h. herausgerechnet werden, da diese ein völlig anderes Segment im Vergleich zu den anderen Segmenten des Wirtschaftszweiges 33.1 darstellen. Auf der Basis des *Produkt-Producer-Panels*, welches vom LDS Nordrhein-Westfalen für den Innovationsbericht zusammengestellt und vom RWI Essen mittels Datenfernverarbeitung genutzt wurde, ergeben sich Umsätze in Höhe von 1,28 Mrd. € für Betriebe mit dem wirtschaftlichen Schwerpunkt in den Wirtschaftszweigen 33.10.1, 33.10.2 oder 33.10.3. Die Panel-Betriebe decken damit 68% aller Umsätze von Unternehmen in diesen drei Wirtschaftszweigen ab. Die übrigen Umsätze entfallen folglich auf Kleinbetriebe mit weniger als 20 Beschäftigten (vgl. **Tabelle 6.8**). Die Zahl der Betriebe mit 20 und mehr Beschäftigten ist in allen drei Großregionen sehr klein. Dies hatte im Übrigen zur Folge, dass auf regional tiefer gehende Analysen verzichtet werden musste, um das Statistikgeheimnis zu wahren.

Tabelle 6.8

**Kennziffern der Hersteller von Medizintechnikgütern**

Angaben in Mill. €; 2005; Abgrenzung nach dem Wirtschaftszweigkonzept

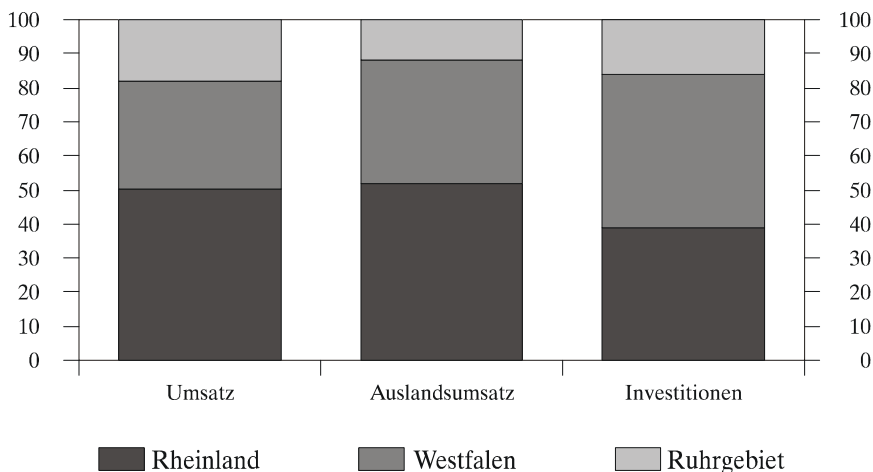
	Betriebe	Umsatz	Auslandsumsatz	Investitionen
	Anzahl	in Mill. €	in Mill. €	in Mill. €
Rheinland	43	643	151,6	7,0
Westfalen	15	401	106,4	8,2
Ruhrgebiet	18	234	34,3	2,9
NRW	76	1 278	292,3	18,2
<i>2005 gegenüber 1995 (1995 = 100)</i>				
Rheinland	78	105	129	85
Westfalen	39	110	175	82
Ruhrgebiet	50	101	168	93
NRW	59	106	147	85

Quelle: Product-Producer-Panel, LDS NRW, kontrollierte Datenfernverarbeitung, eigene Berechnungen.

Schaubild 6.4

**Umsätze und Investitionen der Hersteller von Medizintechnikgütern mit Sitz in NRW**

Angaben in %; 2005



Quelle: Product-Producer-Panel, LDS NRW, kontrollierte Datenfernverarbeitung, eigene Berechnungen.

Die Angaben im **Schaubild 6.4** verdeutlichen den Stellenwert der Regionen anhand der drei ausgesuchten Indikatoren. Für das Ruhrgebiet ergeben sich stets die geringsten Anteile an den Umsätzen insgesamt, dem Auslandsumsatz und den Investitionen. Bemerkenswert hohe Anteile zeigen sich für Westfalen bei den Investitionen. Nahezu 45% des gesamten Investitionsvo-

lumen der Hersteller der Medizintechnikindustrie fließen nach Westfalen. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass die Investitionen – entgegen der Steigerungen bei den Umsätzen – seit 1995 rückläufig sind.

Der Umsatz in einem Betrieb ist höher als der „Wert der zum Absatz bestimmten Waren“, im folgenden Produktionswert genannt. Dies folgt aus dem Umstand, dass die Produktionswerte nur die Wertschöpfung des Betriebes betreffen, d.h. Vorleistungen bleiben unberücksichtigt. Nach dem Wirtschaftszweigkonzept – und nur dieses ist vergleichbar mit der Auswertung der Umsatzsteuerstatistik – ergibt sich ein Produktionswert in Höhe von etwa 562 Mill. € (vgl. **Tabelle 6.9**). Dies sind 44% der gesamten Umsätze. Die Wertschöpfung in den Medizintechnik-Betrieben NRWs beträgt also weniger als die Hälfte der erzielten Umsätze.

Unser besonderes Interesse gilt jedoch den Produktionswerten bei Zugrundelegung des Güterkonzeptes. Mit einem Volumen von insgesamt 720 Mill. € liegt es etwa 28% über dem Wert nach Zugrundelegung des Wirtschaftszweigkonzeptes. Die Verwendung des ungenaueren Wirtschaftszweigkonzeptes hat folglich eine recht deutliche Unterschätzung der Produktion von Medizintechnik-Gütern zur Folge.

Darüber hinaus ergibt sich auch eine andere regionale Verteilung der Produktion. Ausgehend von den Angaben in der **Tabelle 6.9** wurden die Anteile der Regionen ermittelt. Während der Anteil des Ruhrgebiets an der Medizintechnik-Produktion nach dem Güterkonzept bei etwa 24% liegt, ist nach dem Wirtschaftszweigkonzept ein deutlich geringerer Anteil in Höhe von 20% festzustellen. Im Ruhrgebiet stellen demzufolge mehr Betriebe Medizintechnikgüter her, die ihren wirtschaftlichen Schwerpunkt in anderen Branchen haben.

Tabelle 6.9

**Produktionswert der Hersteller von Medizintechnikgütern**

Angaben in Mill. €; 2005

	Güterkonzept		Wirtschaftszweigkonzept	
	Betriebe	Produktionswert	Betriebe	Produktionswert
	Anzahl	in Mill. €	Anzahl	in Mill. €
Rheinland	91	369,8	43	313,4
Westfalen	47	178,2	15	137,6
Ruhrgebiet	68	171,5	18	110,7
NRW	206	719,6	76	561,6
		2005 gegenüber 1995 (1995 = 100)		
Rheinland	154	164	78	132
Westfalen	107	108	39	80
Ruhrgebiet	189	195	50	103
NRW	148	150	59	109

Quelle: Product-Producer-Panel, LDS NRW, kontrollierte Datenfernverarbeitung, eigene Berechnungen.

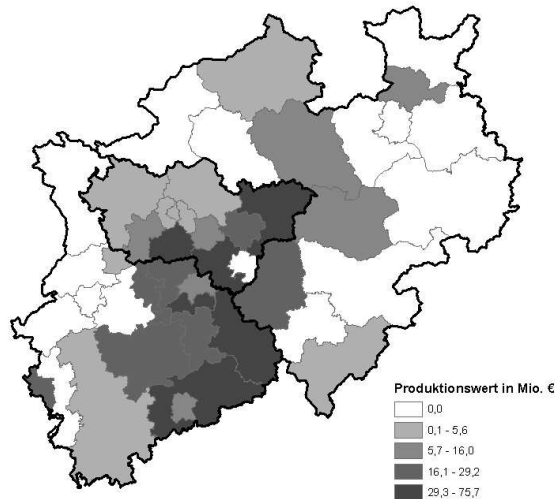


Einen Schritt weiter geht die Darstellung in der **Karte 6.1**. Wie schon bei den Beschäftigtenzahlen zeigen sich signifikante Ballungen im Raum Köln, insbesondere im Oberbergischen Kreis und im Rhein-Sieg Kreis. Die in beiden Kreisen angesiedelten 12 Betriebe mit 20 und mehr Beschäftigten stellen Medizintechnikgüter mit einem Produktionsabsatzwert in Höhe von zusammen 110 Mill. € her. Dies sind etwa 14 % der gesamten Medizintechnikgüterproduktion von Nordrhein-Westfalen. Weitere größere Ballungen zeigen sich in Essen/Mülheim, Solingen/Remscheid, östliches Ruhrgebiet aber auch in Aachen. Für Aachen sind insgesamt fünf Betriebe mit 20 und mehr Beschäftigten erfasst. Deren Produktionswert beträgt zusammengenommen etwa 19 Mill. €. Aufgrund von Datenschutzgründen konnte für den Kreis Lippe, der sich durch eine hohe Beschäftigtenzahl auszeichnete, leider kein Produktionswert ermittelt werden. In der Statistik sind für den Kreis Lippe insgesamt drei Betriebe mit 20 und mehr Beschäftigten erfasst.

Karte 6.1

**Verteilung der Produktionskapazitäten für Medizintechnik in Nordrhein-Westfalen**

Produktionswerte nach Kreisen in Mio. €; 2005; Güterkonzept



Quelle: Panel der Berichterstattung des Produzierenden Gewerbes, Forschungsdatenzentren des Bundes und der Länder. – eigene Berechnungen. Weiß: 0 oder aus Datenschutzgründen geheim gehalten. Der Produktionswert aller Kreise ohne Angabe aufgrund von Datenschutzgründen beträgt etwa 25% des gesamten Produktionswertes der Medizintechnikprodukte in NRW.

Bei Zugrundelegung des exakteren güterbezogenen Konzeptes zeigen sich im Ergebnis recht ähnliche Befunde zur Auswertung der Beschäftigtenda-

ten. Eine Verzerrung regionaler Wertschöpfungspotenziale durch die Verwendung des Wirtschaftszweigkonzeptes liegt daher nicht vor.

## 6.6 Patente

Nach eingehender Diskussion der wirtschaftlichen Bedeutung der Medizintechnik-Produzenten wenden wir uns in den folgenden Abschnitten den technologischen Potenzialen zu. Hierzu werden in diesem Abschnitt Auswertungen aus der Patentstatistik vorgestellt. Die Eingrenzung der Medizintechnik wurde anhand der im Anhang angegebenen IPC-Klassen durchgeführt.

In der Medizintechnik liegt Baden-Württemberg mit deutlichem Abstand zu Bayern an der Spitze des Bundesländerrankings der Patentanmeldungen im Zeitraum von 2001 bis 2006 (vgl. **Tabelle 6.10**). Mit nochmals reichlich Abstand folgen Nordrhein-Westfalen und Hessen auf den folgenden Plätzen. Aus dem Segment der kleineren Länder schneiden insbesondere Schleswig-Holstein und das Saarland überdurchschnittlich gut ab.

Tabelle 6.10

### Patentanmeldungen (gewichtet) im Bereich Medizintechnik nach Bundesländern

Aggregation nach Anmeldejahr und Erfindersitz

	Patentanmeldungen (2001-2006)			Anzahl (2001-2006) bezogen auf die Anzahl (1995-2000)
	Anzahl gew.	in %	je eine Million Einwoh- ner	
Baden-Württemberg	460,5	25,0	43,0	1,05
Bayern	384,6	20,9	30,9	1,18
Berlin	69,6	3,8	20,7	0,90
Brandenburg	17,3	0,9	6,5	1,02
Bremen	3,3	0,2	5,6	0,83
Hamburg	42,5	2,3	24,5	0,87
Hessen	220,8	12,0	36,3	0,65
Mecklenburg-Vorpommern	15,6	0,8	8,5	1,73
Niedersachsen	75,2	4,1	9,4	1,06
Nordrhein-Westfalen	259,6	14,1	14,4	1,05
Rheinland-Pfalz	77,7	4,2	19,2	0,76
Saarland	20,1	1,1	18,9	0,72
Sachsen	35,7	1,9	8,2	1,28
Sachsen-Anhalt	10,5	0,6	4,5	0,81
Schleswig-Holstein	80,5	4,4	28,9	1,55
Thüringen	69,9	3,8	30,3	2,80
Deutschland	1 843	100,0	22,4	1,05

Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

Die vergleichsweise hohen Patentzahlen für Schleswig-Holstein resultieren nahezu ausschließlich aus den Forschungsaktivitäten der in Lübeck ansässigen *Dräger Medical AG*.

Aufgrund des vergleichsweise geringen Anteils an den Patentanmeldungen und der Größe von NRW ist die Zahl der Patentanmeldungen je Einwohner in NRW deutlich kleiner im Vergleich zu den Referenzländern Baden-Württemberg und Bayern. Der Abstand zwischen Nordrhein-Westfalen mit 14,4 EPA-Patentanmeldungen je eine Million Einwohner zu Baden-Württemberg und Bayern mit Werten von 43,0 und 30,9 ist sehr deutlich.

Die Betrachtung der zeitlichen Veränderung zeigt an sich keine Überraschungen auf. Auffällig ist, dass die Zahl der Patentanmeldungen gegenüber der Vorperiode nahezu konstant blieb. Hierin kann sich das Innovationsregime der Medizintechnik-Industrie widerspiegeln. Bei der Medizintechnik handelt es sich im Grunde genommen um eine etablierte Technologie mit routinemäßigen Verfahrensabläufen. Zusätzliche Impulse für die Medizintechnikforschung und damit für Patentaktivitäten kommen eher aus der Verzahnung mit Ansätzen der Nano-/Mikrotechnologie/Neue Werkstoffe und Biotechnologie. Bedingt durch die geringe Ausgangsbasis fallen die Zuwachsraten in den weniger patentfreundigen Bundesländern in der zweiten Periode zum Teil etwas größer aus. NRW kann zwar seinen Anteil leicht erhöhen. Die Zuwächse in Bayern sind jedoch höher, sodass der Rückstand zu Bayern weiter zunimmt.

Das Muster findet seinen Widerhall in einer zumeist unterdurchschnittlichen Patentaktivität in den NRW Verdichtungsräumen. Von den NRW Regionen erreicht der Raum Aachen den mit Abstand höchsten Anteil an den Patentanmeldungen und liegt damit im Ranking aller Verdichtungsräume auf Platz vier (vgl. **Tabelle 6.11**). Gegenüber der Vorperiode hat sich Aachen damit deutlich verbessert. So entfielen auf den Raum Aachen im Zeitraum von 1995 bis 2000 gerade einmal halb so viele anteilige Patentanmeldungen wie im Zeitraum von 2001 bis 2006. Etwa die Hälfte der Patentanmeldungen gehen auf Erfindungstätigkeiten der Mitarbeiter von *Philips* zurück.

Weit überdurchschnittliche Spezialisierungsmuster, welche durch einen Standortquotienten von größer vier angezeigt werden, sind in keinem der Verdichtungsräume zu beobachten. Es sind allenfalls leicht überdurchschnittliche Spezialisierungen auf die Medizintechnik z.B. in Erlangen-Fürth-Nürnberg (*Siemens AG*), Hamburg (*Eppendorf AG*) und wiederum im Raum Aachen zu erkennen. Mit Ausnahme der Region Hannover ist der Verdichtungsraum Aachen der einzige, der zugleich überdurchschnittliche Wachstumsraten erzielt hat. Der Tuttlinger Medizintechnikcluster zeigt sich nicht nur wirtschaftlich sondern auch technologisch stark. Allein auf den

kleinen Kreis Tuttlingen entfallen fast 80 anteilige Patentanmeldungen. Hinzuzurechnen wären noch die Patentanmeldungen der umliegenden Kreise. Diese sind ebenso weit überdurchschnittlich und erreichen in der Regel zwischen 20 bis 32 anteilige Patentanmeldungen.

Tabelle 6.11

**Patentanmeldungen (gewichtet) im Bereich Medizintechnik nach Verdichtungsräumen**  
 Aggregation nach Anmeldejahr und Erfindersitz

	Gewichtete Anzahl (2001-2006)	Gewichtete Anzahl 2001-2006 in Relation zur gewichte- ten Anzahl 1995-2000	Anteil in % an gesamt (2001-2006)	Standort- quotient (2001-2006) <sup>1</sup>
Aachen	99,1	2,1	5,4	2,9
Berlin	86,8	0,9	4,7	0,6
Bielefeld	15,3	1,3	0,8	0,9
Bremen	6,9	0,9	0,4	0,3
Chemnitz	6,1	1,0	0,3	0,3
Dresden	19,0	1,3	1,0	0,5
Düsseldorf-Wuppertal	49,9	0,7	2,7	0,6
Erlangen-Fürth-Nürnberg	76,4	1,1	4,1	1,5
Hamburg	101,6	1,1	5,5	1,5
Hannover	24,9	1,9	1,4	1,0
Karlsruhe	47,6	1,2	2,6	1,3
Köln-Bonn	42,5	0,9	2,3	0,5
Leipzig	5,0	1,2	0,3	0,3
München	166,1	1,3	9,0	0,8
Rhein-Main	160,7	0,5	8,7	1,2
Rhein-Neckar	77,1	0,9	4,2	0,9
Ruhrgebiet	36,6	0,7	2,0	0,6
Saarbrücken	20,1	0,7	1,1	2,1
Stuttgart	40,6	0,6	2,2	0,2
Sonstige Kreise	761,0	1,2	41,3	1,3
darunter Tuttlingen	79,4	1,1	4,3	26,4

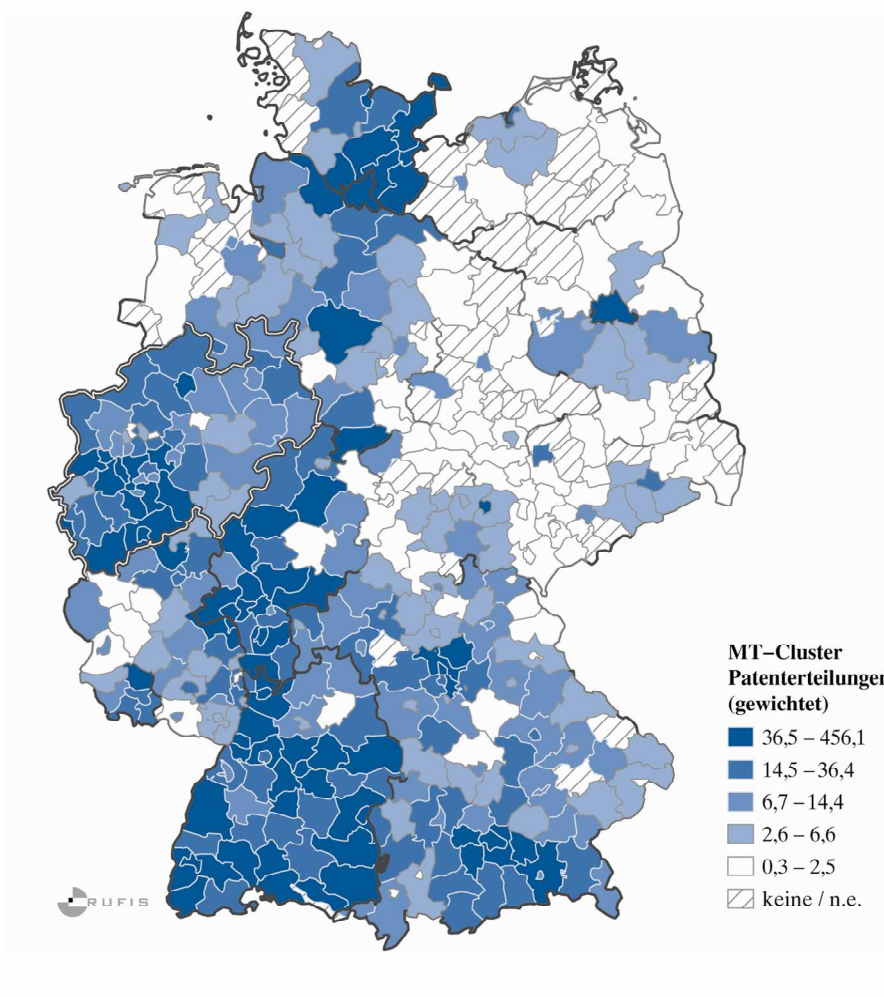
Quelle: EPO, eigene Berechnungen. – <sup>1</sup>Für die Ermittlung des Standortquotienten wird als Bezugsgröße das gesamte Forschungspersonal (Summe aus Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) verwendet. Der Quotient ergibt sich aus dem Verhältnis Patentanmeldungen dividiert durch das gesamte Forschungspersonal (Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) für die betreffende Region geteilt durch die die entsprechende Relation für das Bundesgebiet.

Grundsätzlich vermitteln die Befunde den Eindruck vergleichsweise geringer technologischer Potenziale der nordrhein-westfälischen Medizintechnik-industrie. Derzeit einziger „Leuchtturm“ ist die Region Aachen mit insgesamt 99,1 anteiligen Patentanmeldungen im Zeitraum 2001 bis 2006. Die detaillierte Analyse der einzelnen Kreise des Verdichtungsraums zeigt auf, dass die Erfinder vornehmlich in der Stadt Aachen wohnhaft sind. Mit einer Anzahl von 82,7 anteiligen Patentanmeldungen liegt die Stadt Aachen mit weitem Abstand vor den anderen Städten NRWs.

Welches Bild zeigt sich aber nun bei Zugrundelegung der *Patenterteilungen* für den Zeitraum von 1995 bis 2004?

Karte 6.2

**Patentverteilung im Bereich Medizintechnik nach Kreisen im Zeitraum von 1995-2004**  
Gewichtete Zahl der Patenterteilungen



Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

Im Gegensatz zu Patentanmeldungen haben Patenterteilungen im ökonomischen Sinne eine höhere Wertigkeit, da erst mit der Erteilung Schutzrechte

an einer Erfindung begründet werden. Grundsätzlich zeigt sich bei den Patenterteilungen<sup>55</sup> ein sehr ähnliches Muster. Wiederum sind die baden-württembergischen Kreise des Tuttlinger Medizintechnikclusters ganz weit vorn im Ranking zu finden. Im Gesamtzeitraum liegt der kleine Kreis Tuttlingen sogar auf Rang 3 hinter München und knapp hinter Berlin. In der aktuellen Periode rangiert er sogar knapp vor Berlin (vgl. **Karte 6.2**).

Eine Sonderauswertung für Tuttlingen zeigte, dass der hohe Wert vornehmlich durch Mitarbeiter der in Tuttlingen ansässigen größeren Firmen getragen wird. So konnte bei 90,6% der Patenterfinder, an denen ein Tuttlinger Erfinder beteiligt war, auch eine anmeldende Firma aus Tuttlingen ermittelt werden. Hierzu zählen insbesondere die *Aesculap AG & Co. KG*, *Delma GmbH*, *Gebr. Berchthold GmbH & Co. KG* und die *Karl Storz GmbH & Co. KG*.

Innerhalb NRWs sind neben Aachen vornehmlich Ballungen im Einzugsbereich der großen Städte am Rhein auszumachen. Das zusätzlich starke Abschneiden einzelner Kreise im Rheinland deutet darauf hin, dass hier in der Vergangenheit, d.h. zu Beginn der 1990er Jahre, noch starke Patentaktivitäten entfaltet wurden. An diesen Standorten sind auch heute noch die Produktionskapazitäten der Medizintechnikindustrie konzentriert. Diese zeigen sich anhand der Auswertungen für die Patentanmeldungen in der jüngeren Vergangenheit (vgl. *Tabelle 6.11*) nicht mehr.<sup>56</sup> In Ostdeutschland sind hohe technologische Potenziale einzig in Jena (*Carl Zeiss Meditec*) und – aufgrund seiner Größe – in Berlin auszumachen.

Die **Karte 6.3** stellt die Veränderung der Patenterteilungen dar und zeigt das bekannte Bild: Es waren vornehmlich die patentschwachen Kreise (z.B. in Thüringen und Sachsen), die aufgrund der geringen Ausgangsbasis sehr hohe Zuwachsraten erzielt haben. Der in Deutschland führende Medizintechnikcluster in Tuttlingen zeigt zwar nicht die höchsten Zuwachsraten auf, hebt sich aber immer noch vergleichsweise gut von anderen Regionen mit vergleichsweise hohen Patentaktivitäten (z.B. Raum Lübeck und Raum München) ab.

Die Clusteransätze im Oberbergischen Kreis und in Lippe anhand der Beschäftigtendaten spiegeln sich nicht anhand der Patentdaten wieder. Für den

---

<sup>55</sup> Im Zeitraum von 1995 bis einschließlich 2004 wurden 18 298 Patenterteilungen mit mindestens einer Erfinderbeteiligung aus Deutschland ermittelt werden. Für etwa 61% der Patenterteilungen konnte eine regionale Verortung auf der Kreisebene durchgeführt werden.

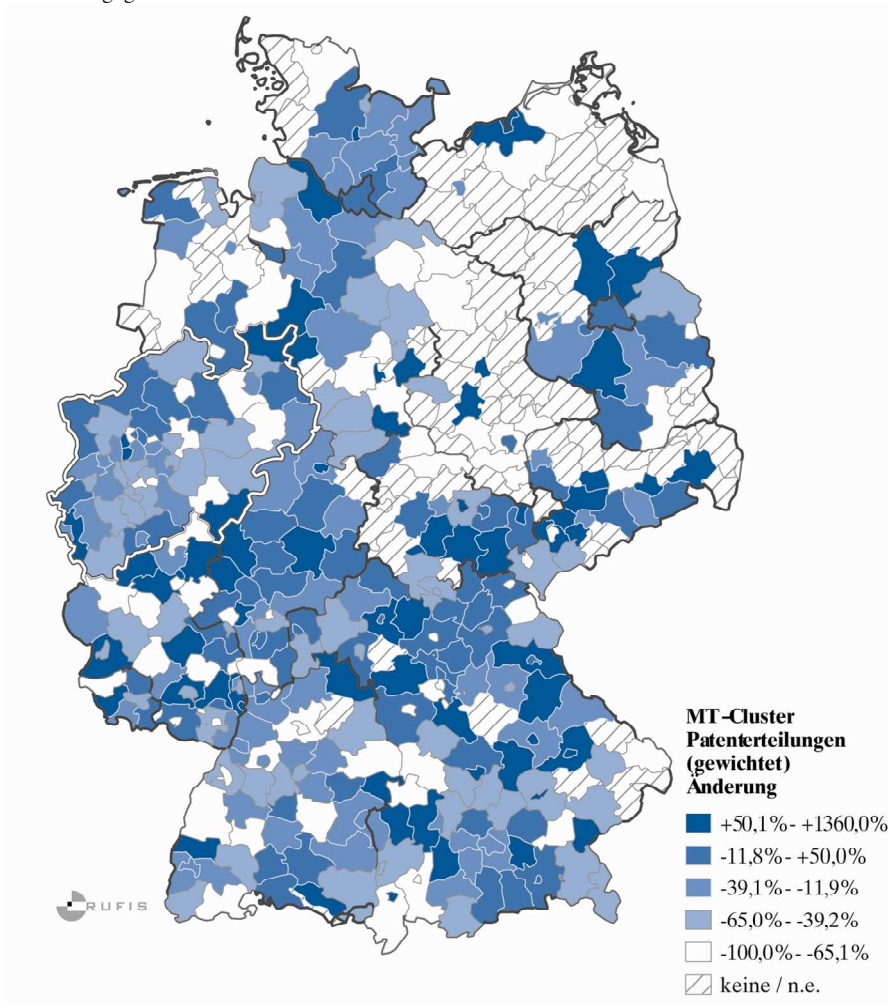
<sup>56</sup> Die durchschnittliche Dauer zwischen Erstpublikation der Patentanmeldung und Patenterteilung betrug im Zukunftsfeld Medizintechnik etwa fünf Jahre.

erstgenannten Kreis wird eine gewichtete Anzahl von 15 Patenterteilungen im Zeitraum von 2001 bis 2004 gezählt; für Lippe sind es dagegen 11. Dies ist deutlich weniger als in Aachen, dem in NRW führenden Kreis mit 40 anteiligen Patenterteilungen.

Karte 6.3

### Veränderung der Patenterteilung im Bereich Medizintechnik nach Kreisen

2000-2004 gegenüber 1995-1999 in %



Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

Hohe Wachstumsraten innerhalb von NRW zeigen sich vor allem bei den bisher patentschwachen Kreisen. Zu erwähnen sind hier die Kreise Minden-Lübbecke. Zum Clusteransatz wären ferner noch die niedersächsischen Kreise Nienburg (Weser) und Schaumburg zuzurechnen. Für die drei genannten Kreise wurde überprüft, ob sich Ansätze einer länderübergreifenden Verflechtung der Erfinder zeigt. Dies ist gemäß der Auswertung der EPO-Datenbank nicht der Fall. Zwischen Minden-Lübbecke und den niedersächsischen Kreisen konnten keine Verbindungen nachgewiesen werden. Stattdessen sind die Kreise Minden-Lübbecke, Herford, Höxter, Paderborn und die Stadt Bielefeld miteinander verflochten, wenn z.T. auch nur auf einem niedrigen Niveau.

Tabelle 6.12

**Patenterteilungen in der Medizintechnik: Regionale Verflechtung der NRW-Kreise**

Angaben für 1995-2004

Kategorien	Köln	Aachen	Düsseldorf	Euskirchen
Patente gesamt	100,1 (157)	89,2 (216)	63,4 (124)	53,4 (77)
Einzelerfindungen	72	18	31	36
Intern Koop.	6,1 (32)	33,7 (208)	8,0 (40)	7,7 (18)
Extern Koop.	22,0 (193)	37,4 (211)	24,4 (196)	9,7 (47)
darunter Kreise	3,1 (15) Erftkreis	9,3 (36) Aachen KR	4,8 (20) Viersen	3,7 (8) Rhein-Sieg-Kreis
	2,0 (4) Lahn-Dill-Kreis	5,1 (38) Düren	4,0 (36) Mettmann	1,1 (10) Hochtaunuskreis
	1,5 (10) CH	1,8 (9) NL	1,5 (14) Neuss	0,7 (4) US
	1,5 (3) Berlin	1,7 (6) Heinsberg	1,5 (3) Aachen	0,5 (1) Aachen
	1,3 (21) US	1,5 (3) Düsseldorf	1,0 (6) SE	0,5 (4) IT
	1,3 (9) IT	1,5 (3) Viersen	1,0 (2) NL	0,5 (1) Heidelberg
Konzentration	42,7%	51,8%	52,9%	65,6%

Quelle: EPO, eigene Berechnungen. – Gewichtete Patenterteilung (ungewichtete Patenterteilung); ‚DE‘ = Deutschland, Kreis unbekannt; ‚00‘ = Staat unbekannt.

Ähnliche Ergebnisse liefert auch die Betrachtung des Kreises Siegen-Wittgenstein im Südosten NRWs, der auf der Erfinderebene nicht mit dem benachbarten Lahn-Dill-Kreis und dem Westerwaldkreis verbunden ist. Der Kreis Aachen weist dagegen eine vergleichsweise hohe Verflechtung mit der kreisfreien Stadt Aachen auf (9,3 von 28,2 anteiligen Erfindungen resultie-



ren aus einer Zusammenarbeit). Eine dezidierte, weiterführende Analyse der Patentanmelder könnte der Frage nachgehen, ob der vergleichsweise hohe Anteil des Umlandes auf die Vernetzung von Erfindern unterschiedlichen institutionellen Umfelds resultiert (d.h. verschiedene Patentanmelder) oder aber Ergebnis der Wohnsitzwahl der Erfinder desselben Patentanmelders ist.

In der **Tabelle 6.12** wurde für ausgewählte Kreise NRWs eine detaillierte Betrachtung der Zusammenarbeit mit Forschern aus anderen Kreisen vorgenommen. Bei den Kreisen handelt es sich um jene mit den höchsten Werten in der Gesamtzahl gewichteter Patenterteilungen. Diese wurden nach Einzelerfindungen, Erfindungen mit Beteiligung von Personen desselben Kreises und Erfindungen mit Beteiligung von mindestens einer Person außerhalb des Kreises untergliedert. Die Stadt Köln und der Kreis Euskirchen erzielten jeweils ca. 80% ihrer anteiligen Patenterteilungen durch ansässige Forscher. Hervorzuheben sind die vergleichsweise häufigen Kontakte von Erfindern mit Wohnsitz in Köln, Euskirchen und Düsseldorf mit Erfindern aus anderen Ländern.

Verglichen mit anderen großen Städten konnte sich Köln vor Stuttgart positionieren (vgl. **Tabelle 6.13**). Die Stadt München weist aber als Spitzenreiter in diesem Vergleich das 4,5-fache Patentaufkommen des NRW-Spitzenreiters Köln auf. Für Frankfurt am Main fällt vor allem der hohe Anteil der externen Kooperation auf. Analog zur Darstellung für die Biotechnologie ist für Berlin ein bemerkenswerter hoher Anteil interner Kooperationen zu beobachten. Wiederum scheint die Größe und Ausdehnung Berlins den Ausschlag für diese Beobachtung zu geben. Beides erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die in Berlin tätigen FuE-Beschäftigten zu einem vergleichsweise höheren Teil auch ihren Wohnsitz in Berlin haben.

Tabelle 6.13

**Patenterteilungen in der Medizintechnik: Regionale Verflechtung der Vergleichsstädte**  
Angaben für 1995-2004

Name	Patente gesamt	Einzelerfindungen	Kooperation		Konzentration
			intern	extern	
Frankfurt am Main	132,2 (343)	47	9,7 (92)	75,4 (896)	53,0%
Stuttgart	79,6 (137)	45	2,4 (16)	32,2 (173)	71,6%
München	456,1 (801)	263	71,7 (420)	121,4 (762)	44,5%
Berlin	361,3 (844)	130	141,4 (1.162)	89,8 (819)	26,9%
Köln	100,1 (157)	72	6,1 (32)	22,0 (193)	42,7%

Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

Der zentrale Befund besteht in der Feststellung, dass in der jüngeren Vergangenheit einzig im Raum Aachen hohe technologische Potenziale auszumachen sind. Dagegen sind für den Raum Lippe und dem Oberbergischen Kreis, die nach Auswertung der Beschäftigtenzahlen der Medizintechnikindustrie Ansätze einer Clusterbildung aufwiesen, nur sehr geringe Patentaktivitäten festzustellen. Dies belegt eine gewisse Heterogenität der Unternehmenslandschaft in der Medizintechnikindustrie in NRW. Unternehmen mit Aktivitäten in wenig forschungsaktiven Segmenten sind eher in Westfalen tätig, forschungsaktive Unternehmen wie *Philips* haben Standorte in Nähe von öffentlichen Forschungseinrichtungen.

### 6.7 Akquise öffentlicher Fördermittel

Im Rahmen des jährlich stattfindenden Innovationswettbewerbs zur Förderung der Medizintechnik (vgl. BMBF 2000) werden insgesamt etwa 14,9 Mill. € im Zeitraum von 2000 bis 2009 zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus hatte das BMBF im April 1999 die Bildung von insgesamt acht Kompetenznetzen initiiert. Als Anschubfinanzierung wurden insgesamt 30 Mill. € für fünf Jahre zur Verfügung gestellt (vgl. BMBF 2003a). Von den ursprünglich 56 Skizzen wurden zunächst 14 ausgewählt, denen aufgrund ihres Ansatzes die besten Perspektiven zuerkannt wurden. Von den 14 Erst-rundengewinnern wurden schließlich acht Sieger, darunter allein drei aus NRW. Hierbei handelt es sich um die AKM – Miniaturisierte Komponenten und Systeme für die Herz-Kreislauf- und Gewebetherapie in Aachen, KMR – Kompetenzzentrum Medizintechnik Ruhr e.V. und TELTRA – Kompetenzzentrum für telematische Traumatologie in Bochum und Karlsruhe. Dem geringen Unternehmensbesatz in der hochtechnologisch-medizintechnischen Forschung steht als kompensatorisches Element demnach eine starke Präsenz von Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen gegenüber.<sup>57</sup> Zur Medizintechnikförderung sind ferner zwei weitere, eher aktuelle Programmlinien, „Schonende Operieren mit innovativer Technik“ (2005-2010, 32 Mill. €) und „Bildgebung“ (2007-2011, 9 Mill. €), hinzuzurechnen.

Die Gesamtschau der einzelnen Förderlinien zeigt klar auf, dass der vergangene Förderzeitraum 2001 bis 2006 in entscheidendem Maße durch den Aufbau der Kompetenzzentren geprägt ist. Dies gilt es bei der Interpretation der im Folgenden gezeigten Auswertungen zu berücksichtigen.

---

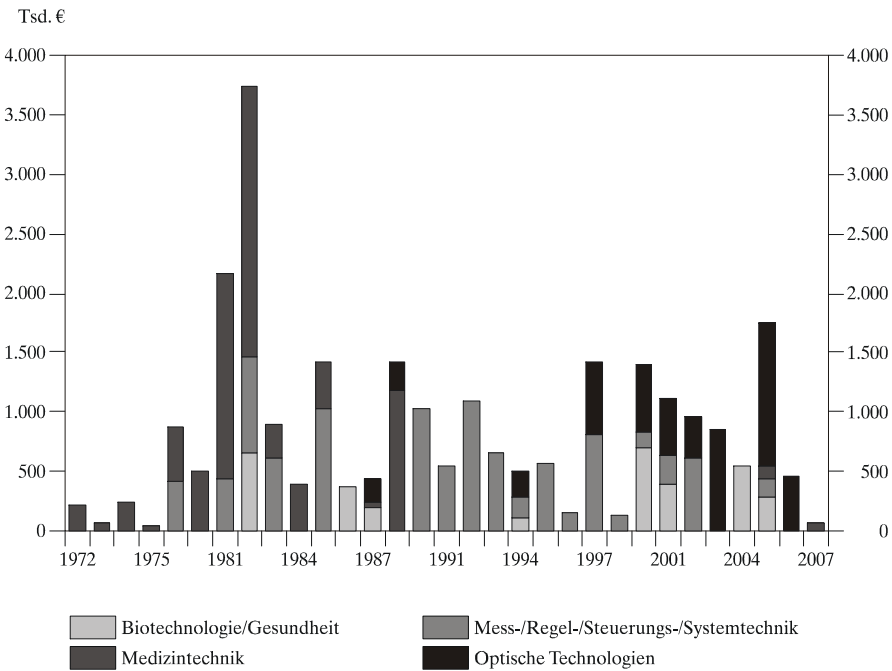
<sup>57</sup> Zu einer ähnlichen Einschätzung gelangt u.a. auch Rehfeld et al. (2004, S. 67).

Unseren Auswertungen aus der Profi-Datenbank zufolge wurden im Zeitraum von 2001 bis 2006 Fördergelder in der Höhe von gerade einmal 42 Mill. € verausgabt. Die FuE-Aufwendungen der Unternehmen mit wirtschaftlichem Schwerpunkt in der Medizintechnik würden sich bei Zurechnung einer Forschungsintensität von 8,2% des gesamten Umsatzes auf 1,5 Mrd. € belaufen. Dies sind nur ca. 2,8% der geschätzten Gesamtaufwendungen für FuE der Medizintechnikunternehmen. Die geringen Mittelvolumina sprechen bereits dafür, dass die Impulse der projektbezogenen Bundesförderung für technologische Neuerungen in Operationstechniken, Diagnoseverfahren, Implantate und Prothesen vergleichsweise gering ausfallen werden.

Schaubild 6.5

**Eingeworbene Mittel der BMBF Projektförderung der fünf umsatzstärksten Unternehmen der Medizintechnikindustrie mit Sitz in Deutschland**

Angaben in Tsd. €; Zurechnung der Mittel zum Jahr des Projektbeginns



Quelle: Profi-Datenbank Abruf vom 26.10.2007, eigene Berechnungen. – Anmerkung: Die Nano-/Mikrotechnologie ist im Feld Mess-/Regelungs-/Steuerungs-/Systemtechnik enthalten.

Die geringe Fördermittel/Gesamt-FuE-Relation erklärt sich im Wesentlichen daraus, dass die Medizintechnikforschung nach heutiger Abgrenzung einer anderen Förderintention folgt als noch vor 20 Jahren. Nachdem die großen Medizintechnik-Unternehmen in den 1980er Jahren noch sehr viel Mittel für die Medizintechnikforschung erhielten, haben sich die Forschungs- und damit auch Förderschwerpunkte für diese Unternehmen mittlerweile stark verschoben. Das **Schaubild 6.5** zeigt dies eindrucksvoll anhand der Bundesförderung für die fünf umsatzstärksten Unternehmen Deutschlands auf. Einwerbungen im Förderschwerpunkt Medizintechnik werden sehr rar bzw. tauchen bei einigen Unternehmen gar nicht mehr auf. Im Gegensatz dazu nimmt die Zahl eingeworbener Projekte und Fördersummen in anderen Technologiefeldern rapide zu. Die Darstellung zeigt am aktuellen Rand einen immensen Bedeutungszuwachs der Optischen Technologien sowie der Biotechnologie (Tissue Engineering) zur Generierung neuer Produkte und Verfahren in der Medizintechnikindustrie auf.

Tabelle 6.14

**Bundesförderung in der Medizintechnik nach Bundesländern**

	Absolut in Tsd. € 2001-2006	Absolut in Tsd. € 1995-2000	Anteil in % an gesamt (2001-2006)	Standort- quotient (2001-2006)
Baden-Württemberg	3 531	561	8,4	0,4
Bayern	2 128	18	5,0	0,3
Berlin	7 919	2 394	18,8	3,0
Brandenburg	229	0	0,5	0,4
Bremen	4 336	746	10,3	9,5
Hamburg	789	0	1,9	0,7
Hessen	670	1 059	1,6	0,2
Mecklenburg-Vorpommern	152	0	0,4	0,4
Niedersachsen	4 705	214	11,1	1,5
Nordrhein-Westfalen	11 199	632	26,5	1,6
Rheinland-Pfalz	659	0	1,6	0,4
Saarland	2 530	471	6,0	11,6
Sachsen	802	12	1,9	0,4
Sachsen-Anhalt	453	5	1,1	0,7
Schleswig-Holstein	856	0	2,0	1,4
Thüringen	1 245	69	3,0	1,5
Deutschland	42 204	6 181	100,0	100,0

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. – Für die Ermittlung des Standortquotienten wird als Bezugsgröße das gesamte Forschungspersonal (Summe aus Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) verwendet. Der Quotient ergibt sich aus dem Verhältnis Fördermittelsumme dividiert durch das gesamte Forschungspersonal (Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) für die betreffende Region geteilt durch die entsprechende Relation für das Bundesgebiet.

Im Einklang mit diesen Befunden steht dann auch die Beobachtung, dass etwa 84% Bundesförderung im Förderbereich Medizintechnik für Projekte an Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie für

semi-öffentliche Einrichtungen verausgabt werden. Unter den wenigen Unternehmen, die über geförderte Vorhaben in diesem Segment verfügen, befinden sich nur wenige namhafte Unternehmen (u.a. *Siemens Medical Solutions*, *Brain Lab*). Abgesehen von der Teltra GmbH, einer semi-öffentlichen Unternehmung im Eigentum des Klinikums Bergmannsheil, hat kein einziges Unternehmen aus NRW Bundesförderung in der Medizintechnik eingeworben. Die geförderten Medizintechnik-Vorhaben in NRW gehen vollständig an öffentliche Forschungseinrichtungen. Dieser Befund deutet darauf hin, dass die Forschungsschwerpunkte der NRW Medizintechnik-Unternehmen keine hinreichende Schnittmenge mit den Förderschwerpunkten des Bundes aufweisen. Hierfür ist auch bezeichnend, dass keines der in *Tabelle 6.5* genannten Unternehmen überhaupt Mittel der Projektförderung beim BMBF in den vergangenen drei Jahrzehnten eingeworben hat. Demgegenüber waren die führenden Medizintechnik-Unternehmen aus dem Lübecker und Tuttlinger Cluster recht erfolgreich bei Mitteleinwerbungen in anderen Technologiefeldern.

Auf Nordrhein-Westfalen entfällt insgesamt ein Viertel der gesamten Bundesförderung (vgl. *Tabelle 6.14*). Vor dem Hintergrund der Mitteleinwerbungen der drei Kompetenznetze verwundert dies nicht. Im Vergleich zum Anteil an der Gesamtbeschäftigung schneidet Nordrhein-Westfalen damit überdurchschnittlich gut ab. Gleichwohl sei darauf verwiesen, dass der Beschäftigungsanteil ein vergleichsweise schlechter Maßstab ist, da der Großteil der Förderung nicht von Unternehmen eingeworben wurde. In diesem Sinne weist das überdurchschnittliche Abschneiden darauf hin, dass die Medizintechnik-Initiative des Bundes darauf abzielt, die Spitze der Medizintechnikforschung zu verbreitern. Die vermeintlich geringe Präsenz Baden-Württembergs ist daher nicht als Schwäche des Standorts im Süden auszulegen. Dies schon allein deshalb nicht, da deren führenden Unternehmen (u.a. *Aecuslap* und *Klaus Storz*) Fördermittel in der Biotechnologie und Nano-/Mikrotechnologie eingeworben haben.

Für das Argument der Förderung einer breiten Spitze sprechen auch die Befunde für andere Regionen. Trotz eines geringen Anteils von Berlin an den Medizintechnikbeschäftigten konnten die Forschungseinrichtungen dieses Bundeslandes knapp 8 Mill. € an Fördergeldern einwerben.<sup>58</sup> Dies entspricht knapp 20% des Gesamtvolumens.

---

<sup>58</sup> Für eine ausführliche Betrachtung der Medizintechnikindustrie in Berlin vgl. TSB Innovationsagentur Berlin GmbH (2006).

Der NRW-Regionalvergleich zeigt, dass Institutionen in Westfalen im Zeitraum 2001 bis 2006 keine Bundesförderung für Medizintechnik eingeworben haben. In Westfalen ist kein Kompetenznetz vorhanden. Mehr als die Hälfte aller eingeworbenen Gelder (57%) wurde von Institutionen im Rheinland eingeworben, 43% der Mittel für NRW gehen an Institutionen im Ruhrgebiet (Angaben nicht tabelliert).

Auch im überregionalen Vergleich setzen sich die Unterschiede zwischen wirtschaftlicher Bedeutung einerseits und Einwerbung von Fördergeldern andererseits fort (vgl. **Tabelle 6.15**). Die Region Aachen hat beispielsweise relativ wenig Medizintechnikbeschäftigte, führt aber hinter Berlin die Liste des eingeworbenen Fördervolumens mit 5,5 Mill. € an. Umgekehrt hat die Region Düsseldorf-Wuppertal relativ viele Medizintechnikbeschäftigte, wirbt aber nur ein relativ niedriges Fördervolumen ein.

Wie eingangs ausgeführt, ist die Dominanz öffentlicher Einrichtungen als Empfänger der Fördergelder unübersehbar. Das Universitätsklinikum, die medizinische Fakultät und die Fakultät für Elektrotechnik der RWTH Aachen haben zusammen 4,9 Mill. € eingeworben, der Rest verteilt sich auf das Fraunhofer Institut für Lasertechnik (0,3 Mill. €) sowie die Aachener Gesellschaft für Innovation und Technologietransfer (AGIT), eine regionale Wirtschaftsförderungsagentur (0,3 Mill. €).

Während in Aachen die Hochschulforschung eine starke Führungsrolle übernimmt, trifft dies in Berlin auf das Fraunhofer Institut für Software- und Systemtechnik (ISST), eine außeruniversitäre öffentliche Forschungseinrichtung zu. Allein dieses Institut warb zwischen 2001 und 2006 5,9 Mill. € an Bundesförderungsmitteln im Segment der Medizintechnik ein. Weitere wichtige Akteure in geförderten Vorhaben sind die Laser- und Medizin-Technologie GmbH Berlin (LMTB), ein FuE-Dienstleister mit engen Beziehungen zu den drei Berliner Universitäten (0,9 Mill. €), die Kardiovaskuläre Chirurgie an der Charité nebst anderen Einrichtungen an der Charité Berlin und das Institut für Nichtmetallische Werkstoffe der TU Berlin.

Tabelle 6.15

**Bundesförderung in der Medizintechnik nach Verdichtungsräumen**

Verdichtungsraum	Absolut in Tsd. € 2001-2006	Absolut in Tsd. € 1995-2000	Anteil in % an gesamt (2001 bis 2006)	Standortquo- tient (2001-2006)
Aachen	5 466	0	13,0	6,9
Berlin	8 148	2 394	19,3	2,6
Bremen	4 336	746	10,3	9,4
Dresden	469	12	1,1	0,5
Düsseldorf-Wuppertal	450	391	1,1	0,2
Erlangen-Fürth-Nürnberg	148	0	0,3	0,1
Hamburg	789	0	1,9	0,5
Hannover	413	214	1,0	0,7
Karlsruhe	131	0	0,3	0,2
Köln-Bonn	519	36	1,2	0,3
Leipzig	333	0	0,8	0,9
München	1 160	18	2,7	0,3
Rhein-Main	404	53	1,0	0,1
Rhein-Neckar	828	58	2,0	0,4
Ruhrgebiet	4 764	160	11,3	3,2
Saarbrücken	2 530	471	6,0	11,6
Stuttgart	59	0	0,1	0,0
sonstige Kreise	11 258	1 628	26,7	0,9

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. – Zur Definition des Standortquotienten siehe *Tabelle 6.14.*

Ähnliche Positionen in Bezug auf Technologiefeldbeschäftigte und erworbenen Fördermitteln ergeben sich für das Ruhrgebiet und die Region Köln-Bonn. Von allen Verdichtungsräumen belegt das Ruhrgebiet Platz drei in der Mitteleinwerbung. Das Abschneiden geht vornehmlich auf die Einwerbung der bereits erwähnten semi-öffentlichen Unternehmung Teltra GmbH zurück. Deren Einwerbung steht direkt im Zusammenhang mit der Ausschreibung „Kompetenzzentren für Medizintechnik“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Fördergelder konnte auch die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Ruhr-Universität Bochum einwerben.

Die Liste der Einwerber ist damit auch nahezu geschlossen, denn außer der Ruhr-Universität Bochum gibt es keine weitere Institution, die ein geförderteres Vorhaben im Segment der Medizintechnik vorzuweisen hat. Die Region Köln-Bonn rangiert im Mittelfeld. Einwerber von Bundesförderung waren hier einzig Abteilungen des Universitätsklinikums Bonn.

Tabelle 6.16

**Bundesförderung in der Medizintechnik – Top 5% Kreise**

	Absolut in Tsd. € 2001-2006	Absolut in Tsd. € 1995-2000	Anteil in % an gesamt (2001-2006)	Standort- quotient (2001-2006)
Berlin, Stadt	7 919	2394	18,8	3,0
Aachen, Stadt	5 466	0	13,0	9,8
Bremen, Stadt	4 336	746	10,3	11,9
Bochum, Stadt	4 206	160	10,0	24,6
Oldenburg (Oldenburg), Stadt	4 006	0	9,5	95,8
Saarpfalz-Kreis	2 475	471	5,9	151,2
Ulm, Universitätsstadt	1 245	0	2,9	3,1
Jena, Stadt	1 067	69	2,5	5,1
Forchheim, Landkreis	820	0	1,9	55,6
Hamburg, Freie und Hansestadt	789	0	1,9	0,7
Reutlingen, Landkreis	764	0	1,8	4,9
München, Landeshauptstadt	659	18	1,6	0,2
Heidelberg, Stadt	654	58	1,5	1,9
Lübeck, Hansestadt	599	0	1,4	7,7
Bonn, Stadt	519	0	1,2	2,3
Mainz, Stadt	477	0	1,1	1,9
Dresden, Stadt	469	12	1,1	0,9
Düsseldorf, Stadt	450	391	1,1	1,2
Region Hannover	413	214	1,0	0,7
Starnberg, Landkreis	344	0	0,8	1,6
Leipzig, Stadt	333	0	0,8	1,5
Marburg-Biedenkopf, Landkreis	267	0	0,6	1,6

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. – Zur Definition des Standortquotienten siehe *Tabelle 6.14*.

In der bisherigen Analyse haben wir bereits auf die führenden Einwerber in den Verdichtungsräumen hingewiesen. Die **Tabelle 6.16** fasst dies noch einmal zusammen und benennt die Standorte mit den größten Mitteleinwerbungen. Die Beobachtung, dass sich lediglich sechs der Top 5% Kreise hinsichtlich der Medizintechnikbeschäftigten unter den Top 5% Kreisen hinsichtlich der Fördergelder wiederfinden, unterstreicht den bisherigen Eindruck des Auseinanderklaffens zwischen der Konzentration der Medizintechnikbeschäftigung und der regionalen Verteilung der Fördermittel.

Dank der hohen Mitteleinwerbungen von Aachen und Bochum rangieren beide NRW-Kreise ganz vorn im Ranking der Kreise. Bei Betrachtung aller NRW Kreise wird ersichtlich, dass neben Institutionen aus Aachen und Bochum auch solche aus Bonn, Düsseldorf, Dortmund, Duisburg und Essen Empfänger von Bundesfördergeldern waren (vgl. **Tabelle 6.17**). So konnten die radiologische Klinik, die Klinik für Epileptologie, das Universitätsklinikum Bonn und die medizinische Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn Fördergelder einwerben. In Dortmund wurden dem Institut für Spektrochemie und Angewandte Spektroskopie (ISAS) Fördergelder zuteil, in Düsseldorf der Klinik für Thorax- und kardiovasku-



läre Chirurgie und der Frauenklinik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, in Duisburg dem Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme (IMS) und in Essen dem Zentrum für Augenheilkunde des Universitätsklinikums der Universität Duisburg-Essen.

Tabelle 6.17

**Bundsförderung im Bereich Medizintechnik –NRW Kreise**

	Absolut in Tsd. € 2001-2006	Absolut in Tsd. € 1995-2000	Anteil in % an gesamt (2001-2006)	Standort- quotient (2001-2006)
Aachen, Stadt	5 466	0	48,8	9,8
Bochum, Stadt	4 206	2 535	37,6	24,6
Bonn, Stadt	519	0	4,6	2,3
Düsseldorf, Stadt	450	15	4,0	1,2
Dortmund, Stadt	264	0	2,4	1,5
Duisburg, Stadt	205	0	1,8	1,5
Essen, Stadt	89	0	0,8	0,2

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. – Zur Definition des Standortquotienten siehe *Tabelle 6.14.*

Für eine Beurteilung des Erfolgs der Medizintechnik-Initiative des Bundes liegen derzeit keine hinreichend belastbaren Befunde vor. Ein regelmäßiges Monitoring der Aktivitäten scheint jedoch geboten, um frühzeitig auftretende Hemmnisse abzubauen und Erfolgchancen entwickelter Produkte und Verfahren beurteilen zu können.

Hinweise auf ein Weitertragen des Impulses der Etablierung von Kompetenzzentren in NRW zeigen sich allerdings in der Häufigkeit der Beteiligung an Verbundvorhaben im Anschluss an die Initialförderung. Aus NRW Sicht, insbesondere aus Sicht der NRW Kompetenzzentren, stellt sich dies als recht erfolgreich dar. Im Rahmen des im Jahr 2003 gestarteten BMBF-Innovationswettbewerbs „Schonendes Operieren mit innovativer Technik“ konnten Einrichtungen aus NRW bislang insgesamt 6,6 Mill. € (Stand 22.12.2007) einwerben. Der größte Teil mit circa 5,4 Mill. € entfällt dabei auf Institute und Unternehmen aus Aachen für Teilprojekte im Zeitraum von Anfang 2005 bis Ende 2008 im Verbundvorhaben „OrthoMIT“ (Minimal invasive orthopädische Therapie). Eine weitere Million in diesem Verbundvorhaben geht an Akteure aus Bochum. Weitere 0,2 Mill. € verteilen sich auf Teilprojekte der Universität Duisburg-Essen und der Universität Düsseldorf im Verbundvorhaben FUSION („Konzept der schonenden Leberchirurgie“).

Die Einwerbungen im Rahmen der oben genannten Initiative zeigen aber auch recht deutlich auf, dass sich die initiierten regionalen Unterschiede in der geförderten Medizintechnikforschung noch verstärken. Im Vergleich

von Aachen und Bochum hat Aachen die Nase vorn in den aktuellen Fördermitteleinwerbungen.

Nach Selbstdarstellung<sup>59</sup> des Aachener Kompetenzzentrum Medizintechnik – AKM zeichnet sich das Kompetenzzentrum durch international sichtbare Expertisen bei implantierbaren Systemen vor allem zur Steuerung der Herz-Kreislauf-Funktion aus. Aktuelle Fragestellungen betreffen hier die Biokompatibilität, Biologisierung und Miniaturisierung der entwickelten Systeme. Im Schwerpunkt „Schonendes Operieren“ sind aus medizintechnischer Sicht vor allem Verbesserungen der Bildgebung insbesondere mit Computertomographie (Flatpaneldetector) und Magnet-Resonanztomografie hervorzuheben. Zukünftig wird das Feld „Molecular Imaging“ an Bedeutung gewinnen. Solche Systeme dienen der Bildgebung biologischer Vorgänge, um so unter anderem Zellveränderungen frühzeitig zu erkennen, die zu Erkrankungen führen.

In den vergangenen Jahren dominierten vor allem Maßnahmen zur Etablierung der Infrastruktur für einen potenziellen Cluster. Mit der Medecon Ruhr wurde eine weitere Initiative ins Leben gerufen, welches das weite Feld der Gesundheitswirtschaft besetzt und dies als besonderes Merkmal des Ruhrgebiets etablieren möchte. Die Kompetenznetze und Netzwerke werden naturgemäß von hohen Erwartungen getragen. Die Mitteleinwerbungen, die einen – wenn auch kleinen finanziellen – Erfolg für NRW darstellen, bergen das Potenzial, innovative Lösungen hervorzubringen. Ob sich dies in einem durchschlagenden Erfolg mit umsatzstarken Produkten, Verfahren und Leistungen niederschlägt, ist allerdings sehr ungewiss. Für die Skepsis spricht einerseits die Dominanz der öffentlichen Forschungseinrichtungen. Der frühzeitige *feed-back* Prozess mit Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft könnte sich als positiver Impuls erweisen, um den typischen *trial* und *error* Prozess in der öffentlichen, anwendungsorientierten Forschung möglichst effizient zu gestalten. Nicht zuletzt sind die eingeworbenen Mittelvolumina vergleichsweise gering. Bei allem Respekt für die erfolgreiche Mitteleinwerbung der NRW Institutionen, aus heutiger Sicht sind die zu erwartenden Effekte der Fördermitteleinwerbung eher als gering einzuschätzen. Dies ist aber kein besonderes Problem von NRW, sondern trifft auf alle initiierten Kompetenznetze zu. Der wesentliche Beitrag solcher kleineren Initiativen liegt stets in der Anschubfunktion, um auf regionale Potenziale aufmerksam zu machen. Die Ausschöpfung der Potenziale

---

<sup>59</sup> Grundlage bildete unter anderem ein telefonisches Gespräch mit Herrn Professor Schmitz-Rode am 14.12.2007.

und die langfristige Weiterentwicklung von Kompetenzen ist dagegen ein sehr weiter und steiniger Weg.

### 6.8 Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen in NRW mit Forschungsschwerpunkt Medizintechnik

Unter den antwortenden 236 Instituten öffentlicher Forschungseinrichtungen befinden sich 20 Einrichtungen, die ihren Forschungsschwerpunkt in der Medizintechnik haben (vgl. **Tabelle 6.18**). Nur zwei der antwortenden Einrichtungen haben ihren Sitz in Westfalen. Diese beiden Einrichtungen können die Großregion Westfalen jedoch keineswegs repräsentieren. Aus diesem Grund wird auf einen Ausweis der Ergebnisse für die Großregion Westfalen verzichtet. Der regionale Vergleich reduziert sich damit auf die Auswertung der Antworten für die Einrichtungen im Rheinland und des Ruhrgebiets. Da auch hier die Beobachtungszahl bei nur acht bzw. zehn liegt und damit vergleichsweise gering ist, sollten kleine Unterschiede nicht überinterpretiert werden. Der Stellenwert der antwortenden außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Bezug auf die Zahl der Mitarbeiter ist im Ruhrgebiet zwar geringfügig größer als im Rheinland. Die im Folgenden gezeigten Befunde bleiben jedoch unverändert, wenn nur Hochschulen betrachtet werden.

Tabelle 6.18

#### Auswertbare Fragebögen der Medizintechnik-Forschungseinrichtungen nach Art der Einrichtung

Anzahl	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Außeruniversitäre Forschungseinrichtung	0	1	0
Universität/Fachhochschule	8	9	2
Summe	8	10	2

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.

**Tabelle 6.19** zeigt einige markante Unterschiede in der Finanzierung öffentlicher Forschungseinrichtungen in NRW mit Schwerpunkt Medizintechnik. Im Vergleich zu Befunden für andere Zukunftsfelder fällt zunächst der erstaunlich geringe Anteil der öffentlichen Grundmittel und Stiftungsmittel auf. Beide Quellen stellen im Ruhrgebiet etwa 56% der gesamten Finanzierung sicher. Im Rheinland sind es dagegen knapp 10 Prozentpunkte weniger. Im Umkehrschluss sind die Institute im Rheinland deutlich stärker in der Auftragsforschung für die Wirtschaft aktiv. Eine dezidierte Analyse der Kooperationspartner der rheinischen Institute konnte – mangels ausreichender Angaben der Institute – leider nicht durchgeführt werden.

Tabelle 6.19

**Finanzierungsquellen**

Anteil in% am Gesamtbudget

Kategorie	Rheinland	Ruhrgebiet
Öffentliche Grundmittel	29,8	44,1
Stiftungsmittel	15,8	11,8
Drittmittel aus öffentlich geförderten Vorhaben mit Teilfinanzierung der Wirtschaft	13,9	7,2
Drittmittel aus öffentlich geförderten Vorhaben ohne Teilfinanzierung der Wirtschaft	17,7	19,5
Auftragsforschung für die Wirtschaft	22,9	13,0
Lizenz Erlöse	0,0	4,4
Gesamt	100,0	100,0

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006).

Auch im Vergleich zu den anderen befragten Einrichtungen mit Sitz im Rheinland weisen die antwortenden medizintechnischen Institute des Rheinlands einen deutlich höheren Anteil in der Finanzierungsposition „Auftragsforschung“ auf. Nur in der Energie- und Umwelttechnik können Institute des Rheinlands einen ähnlich hohen Finanzierungsanteil durch Auftragsforschungsarbeiten für Unternehmen aufweisen. Auch die Kombination von öffentlichen Fördergeldern und privaten Mitteln ist im Rheinland eine wichtigere Finanzierungsquelle sowohl im Vergleich zum Ruhrgebiet als auch im Vergleich zu den anderen Zukunftsfeldern.

Auffällig ist ein zum Rheinland höherer Stellenwert der Lizenz Erlöse als Finanzierungsquelle von medizintechnischen Forschungseinrichtungen im Ruhrgebiet. Differenzen in Lizenzeinnahmen können Unterschiede im Verwertungsstadium von Neuerungen widerspiegeln. Sie können aber auch auf eine unterschiedliche Ausrichtung der Forschung hinweisen. Auftragsforschungsarbeiten basieren in der Regel auf der Anwendung bewährter Methoden und Verfahrensweisen. Die Wahrscheinlichkeit des Hervorbringens von Erfindungen, die zum Patent angemeldet werden, ist hier schlichtweg geringer.

Die Indizien sprechen insgesamt für einen höheren Stellenwert der Kooperation mit der Wirtschaft im Rheinland. Damit einher geht eine stärkere Ausrichtung der Forschungstätigkeit auf die anwendungsorientierte FuE. Während Institute im Rheinland etwa 71% ihrer Forschungstätigkeit auf die anwendungsorientierte FuE verwenden, liegt der Anteil im Ruhrgebiet bei etwa 42%. Inwiefern diese starke Ausrichtung der Medizintechnikforschung zu Lasten der Publikations- und Patenttätigkeit geht, wird an späterer Stelle nochmals dezidiert erörtert.

Die stärkere Ausrichtung auf die Zusammenarbeit mit Unternehmen im Rheinland lässt sich auch anhand der Häufigkeit der Kooperationen mit Unternehmen ablesen (vgl. **Tabelle 6.20**).

Institute des Rheinlands bewerten diese im Schnitt als sehr häufig. Allerdings gilt dies nur für Kooperationen mit größeren Unternehmen, denn die Häufigkeit der Kooperationen mit KMUs wird als deutlich geringer eingeschätzt. Institute des Ruhrgebiets zeichnen sich durch eine vergleichsweise höhere Vernetzung mit der Wissenschaft aus. Dies trifft sowohl auf die Kooperation mit anderen Instituten derselben Einrichtung als auch mit Instituten anderer Hochschulen und außeruniversitärer Forschungseinrichtungen zu.

Tabelle 6.20

**Häufigkeit der Zusammenarbeit mit externen Partnern der Medizintechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Antwortkategorien: 1=sehr häufig ... 5=nie

Kategorie	Rheinland	Ruhrgebiet
Projekte werden ohne Partner bearbeitet	2-	2-
Andere Abteilungen/Einrichtungen der selben Institution	2-	2+
Abteilungen/Institute andere Hochschulen	3	2
Abteilungen/Institute anderer außeruniversitärer Einrichtungen	3+	2-
Unternehmen	1	2
Darunter Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten	3	2

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006), Mehrfachnennungen möglich. – Da es sich bei den Antwortkategorien um geordnete, ordinale Ausprägungen handelt, wurden nicht die berechneten durchschnittlichen Werte sondern die sich daraus ergebenden „Noten“ angegeben (z.B. 1 = 1+; 1,1-1,3 = 1 usw.).

Die Einrichtungen im Ruhrgebiet sind zwar weniger stark in der Zusammenarbeit mit Unternehmen engagiert. Wenn sie dies jedoch tun, dann zeigt sich eine deutlich stärkere Verzahnung mit der heimischen Wirtschaft (vgl. **Tabelle 6.21**). Bei etwa 20% der externen Partner handelt es sich um ein Unternehmen aus NRW. Auffallend ist die Dominanz der KMU als Partner der Ruhrgebietseinrichtungen. Ist der externe Partner ein Unternehmen aus NRW, so handelt es sich in 84% aller Fällen um KMU und selbst bei ausländischen Unternehmen sind KMU mit 20% vertreten.

Tabelle 6.21

**Regionale Herkunft externe Partner von Medizintechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anteile in %

Kategorie	Rheinland	Ruhrgebiet
<i>Abteilungen/Institute anderer Hochschule</i>		
Ausland	29,0	13,0
Andere Bundesländer	14,4	7,8
NRW	12,6	11,6
<i>Abteilungen/Institute anderer außeruniversitärer Forschungseinrichtungen</i>		
Ausland	3,6	7,8
Andere Bundesländer	3,8	5,9
NRW	2,6	3,8
<i>Unternehmen (in Klammern davon Anteile der Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten)</i>		
Ausland	2,5 (0,0)	13,0 (19,7)
Andere Bundesländer	21,5 (34,4)	17,0 (47,2)
NRW	10,1 (44,6)	20,2 (84,4)
Summe	100	100

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.

Dieser Befund mag aus Sicht der NRW Unternehmen positiv gedeutet werden. Zu bedenken ist jedoch, dass die stärkere Ausrichtung auf die heimische Wirtschaft daraus resultieren kann, dass die Ruhrgebietsinstitute von potenziellen Kooperationspartnern außerhalb NRWs weniger stark gefragt sind. Gleichwohl ist das Verhältnis externer Partner je Wissenschaftler im Ruhrgebiet mit 4,9 etwas höher als im Rheinland (3,1) (Angaben nicht tabelliert). Institute im Ruhrgebiet stehen denjenigen im Rheinland in Sachen Kooperation mit der Wirtschaft nichts nach. Im Gegensatz zum Rheinland münden die Beziehungen zur Wirtschaft jedoch in einem geringeren Finanzmittelzufluss aus der Wirtschaft, wie die Darstellung der Finanzierungsquellen verdeutlicht hat.

Im Einklang mit der höheren Zahl externer Partner aus der Wirtschaft steht auch die Beobachtung, dass Mitarbeiter der Ruhrgebietseinrichtungen häufiger als Gesellschafter oder im Aufsichtsrat einer Unternehmung tätig sind (vgl. **Tabelle 6.22**). Nicht nur im direkten Vergleich mit rheinländischen Medizintechnik-Instituten, auch im Vergleich zu Ruhrgebiets-Instituten mit Aktivitäten in anderen Technologiefeldern (mit Ausnahme der Produktionstechnik), weisen die Medizintechnischen Forschungseinrichtungen im Ruhrgebiet höhere Werte auf. Eine bemerkenswert hohe Vernetzung der Ruhrgebietseinrichtungen ist ferner anhand der Gastwissenschaftleraufenthalte abzulesen. Beide Indikatoren, d.h. Anteil der Mitarbeiter mit Forschungsaufenthalten und Zahl der Gastwissenschaftler je Mitarbeiter zeugen von einem aktiven Austausch mit anderen Forschungseinrichtungen. Die Einrichtungen im Rheinland weisen hier durchgehend niedrigere Werte

auf als das Ruhrgebiet. Die Unterschiede bleiben auch dann bestehen, wenn ausschließlich Hochschuleinrichtungen betrachtet werden.

Tabelle 6.22

**Vernetzung der Mitarbeiter in Medizintechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl bezogen auf 100 wissenschaftliche Mitarbeiter (Durchschnitt der Jahre 2004 bis 2006)

Kategorie	Rheinland	Ruhrgebiet
<i>Mitarbeiter, die ... sind</i>		
Gesellschafter einer Unternehmung	2,7	4,0
im Aufsichtsrat einer Unternehmung	0,8	2,0
im wissenschaftlichen Beirat einer FuE-Einrichtung	0,6	2,7
<i>Mitarbeiter mit Forschungsaufenthalten</i>		
Insgesamt	6,2	25,1
Im Ausland	4,0	13,4
<i>Gastwissenschaftler</i>		
Insgesamt	12,6	65,9
Aus dem Ausland	11,4	35,1

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006), Mehrfachnennungen möglich.

Die bisherigen Befunde sprechen für eine stärkere anwendungsorientierte, und hierbei insbesondere auftragsorientierte Forschungsausrichtung der Medizintechnik-Einrichtungen im Rheinland. Da bekanntlich eher ein Zielkonflikt zwischen Erfindungs- und Publikationstätigkeit einerseits und Auftragsforschung andererseits besteht, sollten beide Maße des Forschungsoutputs geringere Werte für das Rheinland anzeigen. In der Tat weisen die Befunde in der **Tabelle 6.23** und **Tabelle 6.24** in diese Richtung. Institute des Ruhrgebiets schneiden zwar bei allen Möglichkeiten der Veröffentlichung ihrer Ergebnisse besser ab. Die Zahl der Veröffentlichungen in referierten Zeitschriften liegt allerdings nur etwa 20% über dem Wert für das Rheinland. Neben der unterschiedlichen Bedeutung der Auftragsforschung kann ein Grund für die Diskrepanz darin gesehen werden, dass im Rheinland die Ausbildungsfunktion des wissenschaftlichen Nachwuchses anscheinend stärker verankert ist. So ist die Zahl der Promotionen um gut ein Drittel je 100 wissenschaftliche Mitarbeiter höher als im Ruhrgebiet.

Tabelle 6.23

**Wissenschaftliche Arbeiten in Medizintechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl bezogen auf 100 wissenschaftliche Mitarbeiter (Durchschnitt der Jahre 2004 bis 2006)

Kategorie	Rheinland	Ruhrgebiet
Promotionen	43,7	31,1
Habilitationen	3,3	4,2
Veröffentlichungen in Referierten Fachzeitschriften	246,3	301,8
Nicht-Referierten Fachzeitschriften	7,7	133,5
Sammelbänden/Handbüchern	7,7	16,6
Tagungsbänden	28,0	76,7
Monographien	0,3	14,5

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.

Tabelle 6.24

**Patentanmeldungen von Mitarbeitern an Medizintechnik-Forschungseinrichtungen**

Anzahl bezogen auf 100 wissenschaftliche Mitarbeiter (Durchschnitt der Jahre 2004 bis 2006)

Kategorie	Rheinland	Ruhrgebiet
Deutsches Patent- und Markenamt	2,8	11,3
Europäisches Patentamt	1,5	20,4
Sonstige	0,7	3,4

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006), Mehrfachnennungen möglich.

Ebenso gaben die Ruhrgebietseinrichtungen an, mehr Patente pro Mitarbeiter angemeldet zu haben. Deren Angaben zufolge wurden am Deutschen Patent- und Markenamt fast dreimal so viele Patente pro 100 Mitarbeiter angemeldet, am Europäischen Patentamt sogar das Fünffache. Bei ausschließlicher Betrachtung der Hochschulen verringert sich jedoch der Abstand. Während die Zahl der Patentanmeldungen im Rheinland relativ konstant bleibt, sinkt der Wert im Ruhrgebiet auf 5,1.

Selbstverständlich können eine Vielzahl von Faktoren wie z.B. besetzte Forschungsthemen, unterschiedliche Präsenz in affinen Zukunftsfeldern (z.B. Elektronik) den Ausschlag für die Unterschiede geben. Es ist aber durchaus erkennbar, dass der höhere Forschungsoutput mit einer geringeren Präsenz in der Auftragsforschung korreliert. Eine vertiefende Analyse könnte hier ansetzen und sich dezidiert mit dem Zusammenhang zwischen Auftragsforschung und Forschungsoutput auseinandersetzen.

Zum Abschluss der Betrachtung ausgewählter Charakteristika der Forschungseinrichtungen ist in der **Tabelle 6.25** die Inanspruchnahme von Service-Diensten angegeben. Von den 18 Einrichtungen gaben 14 an, solche Dienste zu nutzen. Grundsätzlich fällt auf, dass solche Dienste vergleichs-



weise häufig in Anspruch genommen wurden. Im Kontext des Ergebnistransfers trifft dies auf die Mehrzahl der an den Einrichtungen beschäftigten Mitarbeiter zu, nämlich zu 61 %. Der vergleichsweise hohe Anteil der Inanspruchnahme von Service-Diensten der Forschungsvereinigungen der industriellen Gemeinschaftsforschung resultiert aus dem Umstand, dass nahezu alle Einrichtungen über Projekte mit der industriellen Gemeinschaftsforschung berichtet haben. In geringeren – aber immer noch nennenswerten – Umfang trifft dies auch auf die Beratung in Sachen Fundraising zu. Interessanterweise wird den Industrie- und Handelskammern bei der Existenzgründungsberatung für Wissenschaftler eine sehr geringe Bedeutung beigegeben.

Tabelle 6.25

**Inanspruchnahme von Service-Diensten von Medizintechnik-Forschungseinrichtungen**

Anteile in %

	Ergebnistransfer in die Wirtschaft	Fundraising	Existenzgründung	Patentierung	Sonstiges
Interne Beratung (u.a. Technologietransferstelle)	61,9	66,8	46,8	68,4	61,9
TGZ	2,9	0,0	2,9	0,0	2,9
IHK/HWK/RKW	13,6	2,9	2,9	0,0	13,6
FV der AIF	43,8	13,1	0,0	0,0	43,8
Sonstige	9,1	11,4	2,4	12,8	9,1

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen, Zahl der Beobachtungen mit gültigen Angaben: 29, Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006).

**6.9 Zwischenfazit**

Mit den technologischen Fortschritten in der Medizintechnik sind zahlreiche Erwartungen verbunden, unter anderem die Früherkennung von Krankheiten, deren Prävention und Behandlung zu verbessern. Hinsichtlich des Kostendrucks im Gesundheitssystem kommt der modernen Medizintechnik auch die Aufgabe zu, Kostensenkungen durch neue Therapie- und Behandlungskonzepte zu erzielen. Zukünftige technologische Potenziale in der Medizintechnik ergeben sich unter anderem durch Fortschritte in der Anwendung von Querschnittstechnologien wie der Nano- und Biotechnologie.

Die empirischen Befunde zeigen insgesamt ein gemischtes Bild für NRW. Das Land Nordrhein-Westfalen stellt hinter Baden-Württemberg mit 15,6% den zweitgrößten Anteil aller Bundesländer an der Beschäftigung in der Medizintechnikindustrie im Jahr 2005. Gegenüber dem Jahr 2000 hat sich der Anteil NRWs leicht verringert. Ansätze für potenzielle Cluster in NRW

zeigen sich in Lippe und im Raum Köln/Bonn; dabei insbesondere im Oberbergischen Kreis und Rhein-Sieg-Kreis. Deren Stellenwert ist allerdings bedeutend kleiner als der Medizintechnikcluster in und um Tuttlingen oder auch im Lübecker Raum. Hinzukommen vergleichsweise geringe technologische Potenziale an den genannten Produktionsstandorten. NRW erreicht einen Anteil von 14,1% an allen Patentanmeldungen beim Europäischen Patentamt und liegt damit deutlich hinter Baden-Württemberg (25,0) und Bayern (20,9). Aufgrund der Größe des Landes NRW fällt der Abstand in der Zahl der Patentanmeldungen beim Europäischen Patentamt je Einwohner nochmals höher gegenüber den beiden südlichen Bundesländern aus. Das Land Nordrhein-Westfalen erreicht mit einem Wert von 14,4 nicht einmal die Hälfte des Wertes von Bayern (30,9) bzw. liegt bei etwa einem Drittel des Wertes für Baden-Württemberg (43,0).

Es mangelt insbesondere an Unternehmen in NRW, die im stark wachsenden und forschungsintensiven Teilsegment der Herstellung elektromedizinischer Geräte agieren. Ebenso ist keines der fünf umsatzstärksten Medizintechnik-Unternehmen Deutschlands in NRW ansässig. Zudem hat keines der zehn größten NRW Unternehmen der Medizintechnikindustrie an der Forschungsförderung des BMBF in den vergangenen drei Jahrzehnten partizipiert. Demgegenüber konnten die umsatzstarken Unternehmen mit Sitz im Tuttlinger oder Lübecker Medizintechnik-Cluster hohe Mitteleinwerbungen in der Mess-, Regelungs- und Steuerungstechnik, Optische Technologien und Biotechnologie verbuchen.

Der Ausrichtung der NRW Unternehmenslandschaft auf weniger forschungsintensive Teilsegmente der Medizintechnikindustrie steht gegenüber, dass die NRW Hochschullandschaft eine Reihe von Einwerbungs- und Forschungserfolgen in der Medizintechnikforschung vorweisen kann.

Mit dem im Jahr 1999 gestarteten BMBF-Innovationswettbewerb zur Initiierung von Kompetenznetzen Medizintechnik wurden zusätzliche Impulse zur Stärkung der Medizintechnikforschung vor allem an den Hochschulen gegeben. Allein drei der insgesamt 12 Kompetenznetze befinden sich in Nordrhein-Westfalen, namentlich in Aachen und in Bochum. Beide Regionen können überdies zusätzliche Erfolge in der Einwerbung weiterer Fördermittel im Anschluss an die fünfjährige Aufbauphase der Kompetenzzentren vorweisen. Gleichwohl sind die Einwerbungen der Akteure in Aachen deutlich höher als derjenigen aus Bochum.

Die überdurchschnittlich hohe Partizipation an der Bundesförderung ist aus NRW Sicht ohne Frage ein Lichtblick. Dieser darf jedoch nicht überinterpretiert werden. Zum einen ist das Projektfördervolumen des BMBF vergleichsweise gering. Zum anderen spiegelt die Mittelverteilung zur Förderung der Medizintechnikindustrie weniger die Verteilung technologischer

Potenziale sondern das Bestreben der Politik wider, eine Anschubfinanzierung zur stärkeren Verankerung der Medizintechnikforschung an den öffentlichen Forschungseinrichtungen zu erzielen.

Unsere Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen zeichnet für die NRW Großregionen ein etwas anderes Bild. Nach der Selbstdarstellung der Einrichtungen mit Aktivitäten in der Medizintechnik zeigt sich für jene im Ruhrgebiet eine bessere Performance im Hinblick auf den Forschungsoutput. Aus diesem Befund ließen sich höhere Erfolge in der Generierung von Neuerungen im Ruhrgebiet erwarten.

Tabelle 6.26

**Stärken- und Schwächenprofil der Verdichtungsräume in der Medizintechnik**

Verdichtungsraum	Beschäftigung	Projektförderung	Patentanmeld.	Insgesamt
Aachen		+++	+++	+++
Berlin	+++	+++	++	+++
Bielefeld	+			
Bremen		+++		++
Chemnitz				
Dresden				
Düsseldorf-Wuppertal	++		+	
Erlangen-Fürth-Nürnberg			++	+
Hamburg	+++	+	++	+
Hannover		+		
Karlsruhe	+		+	
Köln-Bonn	+			
Leipzig		+		
München	+	++	+++	++
Rhein-Main	+++		+++	+
Rhein-Neckar		+	+	+
Ruhrgebiet	++	++		++
Saarbrücken	++	++	+	+++
Stuttgart				

Quelle: Eigene Zusammenstellung. – Abgrenzung der Verdichtungsräume in Anlehnung an Bade (1987, 2007). – Ruhrgebiet nach Abgrenzung des RVR. – Lesehilfe: +++ Spitzenposition (Position 1 bis 3), ++ Sehr gute Position (Position 4 bis 6), + Gehobene Position (Position 7 bis 10). Grundlage bildet die Aggregation der Einzelwerte aus den Tabellen in diesem Abschnitt. Eine beispielhafte Berechnung findet sich im Kapitel 1.

In der **Tabelle 6.26** sind exemplarisch die Ergebnisse für die Verdichtungsräume überblicksartig zusammengefasst. In der Gesamtbewertung sind mit dem Verdichtungsraum Aachen und dem Ruhrgebiet zwar zwei Verdichtungsräume aus NRW unter den zehn stärksten Verdichtungsräumen zu finden. Bei der Interpretation gilt es aber zwei Dinge zu berücksichtigen: Erstens würden das Tuttlinger Medizintechnikcluster und jenes im Lübecker Raum Bestnoten in den beiden zentralen Indikatoren Beschäftigung und Patente erzielen und mit weitem Abstand das Ranking der Regionen anführen. Aufgrund der Fokussierung auf Verdichtungsräume bleiben beide

Cluster in der Tabelle unerwähnt. Zweitens wird das positive Abschneiden des Ruhrgebiets nicht von überragenden technologischen Potenzialen im Unternehmenssektor, sondern – bedingt durch seine Größe – von einem hohen Beschäftigungsanteil und hohen Einwerbungserfolgen der insgesamt geringen Bundesförderung getragen. Ein realistischeres Bild der tatsächlich vorhandenen technologischen Potenziale vermittelt die Bewertung nach der Patentaktivität. Von den NRW Verdichtungsräumen schneidet hier einzig Aachen überdurchschnittlich ab.

Als zentraler Befund lässt sich festhalten, dass NRW deutliche Rückstände zu den in Deutschland führenden Medizintechnikstandorten aufweist. Es sind allenfalls punktuelle Lichtblicke in der wirtschaftlichen und technologischen Bedeutung dieses Zukunftsfelds im Land NRW zu erkennen. Dies trifft im Übrigen aber auch auf viele andere Bundesländer zu. Eine gleichermaßen starke Präsenz von Forschung und Produktion in einer Region gelingt nur wenigen. Für NRW ist dagegen eine starke regionale und institutionelle Entzerrung der Akteure in Produktion und Forschung unübersehbar.

Mit der Bundesinitiative Medizintechnik sind hohe Erwartungen zur Stärkung der Medizintechnikforschung an den Hochschulen verbunden. Der Erfolg öffentlicher Initiativen ist aber weder ex-ante noch ex-post leicht zu beurteilen. Bereits die Aneignung neuer Kompetenzen bzw. der Ausbau von Kernkompetenzen könnte als Erfolg gewertet werden, auch wenn diese Kompetenzerweiterung erst Jahre später in neue Produkte oder Verfahren Eingang findet. Ob es die Hochschulen jedoch tatsächlich schaffen, Erkenntnisse hervorzubringen, die in umsatzstarke Produkte und Verfahren münden, ist allerdings ungewiss. Gerade bei der öffentlichen Forschung sind die Risiken der Projekte als etwas höher einzuschätzen als bei den Forschungsprojekten der privaten Wirtschaft. Dieser Umstand aber auch die Tatsache geringer Fördervolumina sprechen dafür, dass die zu erwartenden Gesamteffekte des Innovationswettbewerbs Medizintechnik aus heutiger Sicht als vergleichsweise gering einzuschätzen sind. Hinzukommt, dass die Umsetzung neuester Erkenntnisse nur zu einem geringen Teil in NRW erfolgen wird, da eine große Zahl relevanter Unternehmen bzw. Kooperationspartner außerhalb von NRW ihren Sitz hat.

Eine konstruktive und kritische Begleitung der Vorhaben seitens der Fördermittelgeber und potenziellen Abnehmer der Neuerungen könnte sich positiv auf die Erfolgchancen auswirken. Die Begleitung kann dergestalt erfolgen, dass auf eine stärkere Einbeziehung des Unternehmenssektors durch die forschenden Einrichtungen im hingewirkt wird, um über die aktuellen Forschungsschwerpunkte zu informieren und strategische Partnerschaften zu bilden. Tendenziell scheint dies dem Aachener Kompetenzzent-

rum für Medizintechnik etwas besser zu gelingen als dem Bochumer Kompetenzzentrum. Insbesondere kann das AKM auf eine stärkere Einbindung der Technologieführer mit Sitz außerhalb von NRW zurückblicken.

## 7. Das Zukunftsfeld Energietechnik

Der Ausstieg aus der Kernenergie, steigende Preise für fossile Rohstoffe, erwartete Unsicherheiten in der Rohstofflieferung einerseits und die erwarteten dramatischen ökonomischen Konsequenzen der Klimaerwärmung andererseits beschreiben die Ausgangsbedingungen, denen sich die Energiepolitik heute gegenüber sieht. Vor allem das Thema Klimaerwärmung ist seit Jahren global präsent und wird gleichermaßen mit neuen Ergebnissen zu ökonomischen Konsequenzen (z.B. die jüngsten Befunde des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2007)) aber auch politischen Vorstößen gespeist.

Die Schwerpunkte der Energiepolitik änderten sich in den vergangenen 60 Jahren der Bundesrepublik erheblich. In den letzten Dekaden fußt die energiepolitische Zielsetzung dabei auf den drei Eckpfeilern, nämlich der Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit. Die oben beschriebene Gemengelage steigender Preise für fossile Rohstoffe und erwarteter Unsicherheiten in der Rohstofflieferung beschreibt dabei keineswegs eine neue Situation, sondern ist spätestens mit den Energiekrisen 1973 und 1978/79 von jeher ein Thema. Der im Jahr 2001 beschlossene Ausstieg aus der Kernenergie und die Diskussion der Konsequenzen der Klimaerwärmung führten in ihrer Konsequenz aber zu einer Schwerpunktverlagerung der energie- und umweltpolitischen Debatte in der jüngeren Vergangenheit.

Die Zielsetzung, einen ausgewogenen Energiemix aus fossilen und erneuerbaren Energien zu erreichen, hat daher heute eine andere Dimension als noch in den siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts. Wesentliche gesetzliche Rahmenbedingungen sind vor allem das erneuerbare Energien-Gesetz (EEG), das die Netzbetreiber verpflichtet, Strom aus regenerativen Quellen abzunehmen und Mindestvergütungen zu zahlen und das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWK-Gesetz) zur Förderung der Modernisierung und des Ausbaus von KWK Anlagen.

Hinzukommen explizite quantitative Zielvorgaben der Politik zur Steigerung der Energieeffizienz und den Ausbau der erneuerbaren Energien: Angestrebt wird eine Verdoppelung der Energieproduktivität der deutschen Volkswirtschaft bis 2020 gegenüber 1990. Bis 2010 sollen mindestens 12,5% des Stroms- und 4,2% des Primärenergiebedarfs aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. 2020 soll ihr Anteil am Stromverbrauch mindestens 20% betragen, bis 2050 soll er auf 50% steigen (BMWA 2005: 12f.). Beim Ausbau der erneuerbaren Energien zeigt sich das politische gewollte Muster: In den letzten Jahren ist ein deutliches Wachstum der Bereitstellung von

Energie aus erneuerbaren Energien festzustellen. Der Anteil der Wärmeerzeugung an der Gesamtwärmebereitstellung stieg von 3,5% 1998 auf 6% im Jahr 2006. Beim Kraftstoffverbrauch wurden 2006 6,6% des Gesamtverbrauchs gegenüber 0,2% in 1998 hieraus gewonnen. In der Stromerzeugung stieg der Anteil bezogen auf den gesamten Bruttostromverbrauch von 4,8% auf 12% BMU 2007a: 13).

Bedingt durch den politischen Wunsch des massiven Ausbaus der erneuerbaren Energien lassen sich teilweise starke Akzentuierungen von Forschungsvorhaben in diesem Feld beobachten. Dies sollte aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass dem Thema der rationellen Energieverwendung und -umwandlung von jeher die größere Bedeutung in der Energieforschung zuteil wurde. Die Energietechnik und die damit verbundene Forschung gibt es in moderner Form seit 150 Jahren. Um eine Senkung des Ressourcenverbrauchs und eine Emissionsreduktion zu erhalten, sind inkrementelle Verbesserungen längst vorhandener Technologien in der Kraftwerkstechnik, Leitungsnetze und Energiespeicherung von großer Wichtigkeit.

Wie auch in anderen Zukunftsfeldern ruhen große Erwartungen auf entsprechende technologische Neuerungen in den verschiedensten Teilsegmenten der Energieforschung, um die gesteckten energiepolitischen Ziele zu erreichen. Das Marktpotenzial von Energietechnologien wird grundsätzlich als recht optimistisch eingeschätzt. Nicht nur dass der Staat massiv das Hervorbringen von Neuerungen von jeher beflügeln will, um so die beschriebenen energiepolitischen Ziele (u.a. Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und klimaschädlichen Gase) zu erreichen. Auch die stark wachsende Nachfrage aus Ländern wie China und Indien nach Energie sowie steigende Rohölpreise, aber auch die mittelfristig knapper werdenden Energieressourcen beflügeln die Maßnahmen, ressourcenschonende Technologien zu entwickeln.

Allein in Deutschland müssen in den nächsten Jahren mit 40 000 MW Kraftwerkskapazität ein Großteil des bisherigen Kraftwerksparks erneuert werden. Im Industriesektor sind in Bezug auf Energieeinsparung in klassischen Produktionsverfahren die Grenzen dagegen nahezu erreicht. Die Zukunft liegt in branchenübergreifenden Querschnittstechnologien (insbesondere Nano- und Mikrotechnologie) und der Kombination mit neuen Werkstoffen.<sup>60</sup> Von der Seite der Konsumenten ist ebenso mit einer stärkeren Nachfrage zu rechnen. So sind zunehmende Einsparmaßnahmen im Bereich

---

<sup>60</sup> Da diese in der Studie gesondert betrachtet werden, wird an dieser Stelle auf ausführliche Bemerkungen verzichtet.

Raumwärme durch bessere Wärmedämmung sowie der Erneuerung der Heizungsanlagen zu erwarten.

Das Thema Energie bzw. Energieforschung hat in NRW aus naheliegenden Gründen – Stichwort: Montankomplex – seit Jahrzehnten große Aufmerksamkeit in der Politik und der öffentlichen Meinung in NRW gefunden. Dies gilt bis in die Gegenwart hinein, wobei sich im Zeitverlauf drastisch wandelnde Akzentsetzungen und auch Dissenzen über wichtige Einzelfragen (z.B. Atomenergie, Braunkohleabbau, Steinkohleförderung) ergeben haben.

Mit dem im Konzept Energieforschung in NRW (Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie NRW – MIWFT 2007) anvisierten Ziel, das Land NRW als Energieforschungsland Nr. 1 in Deutschland zu profilieren, wurde ein sehr anspruchsvolles Ziel formuliert. Der ausgewogene Energiemix, Diversifizierung der Importquellen und Steigerung der Energieeffizienz wird hier ebenso betont wie die Maßnahmen zu Einzelaspekten der Reaktorforschung (Sicherheit, Endlagerung nuklearer Abfälle).

In der Studie von Fishedick et al. (2004), auf die nicht zuletzt auch das Energiekonzept NRW bei der Auswahl seiner Förderbereiche zurückgreift, wurden aus den Bereichen erneuerbare Energien, Energieeffizienz sowie integrierte Optimierung von Energiesystemen und Anwendungen (dezentrale Energiesysteme) für NRW zehn Schwerpunkte benannt. Diese knüpfen an bereits vorhandene Forschungskompetenzen einerseits und traditionelle wirtschaftliche Schwerpunkte andererseits an. Im Bereich der erneuerbaren Energien wird auf die Solarthermie/Photovoltaik und Brennstoffzellen (Wasserstoff) fokussiert. Weitere thematische Schwerpunkte bilden Speichersysteme, Anlagen- und Materialentwicklung im Kontext der in einigen Jahrzehnten nutzbaren Kernfusionstechnologie, Energieeinspar-technologien und CO<sub>2</sub>-arme Kraftwerkstechnik im fossilen und nuklearen Bereich.

Schließlich werden auch Felder der industriellen weißen Biotechnologie im Zusammenhang mit Raffinerieprozessen benannt. Die Rahmenbedingungen, Akteurskonstellationen, technologischen Möglichkeiten und zu erwartenden gesellschaftlichen Erträge sind in hohem Maße sehr unterschiedlich zwischen den Bereichen. Dies rührt schon allein daher dass mit dem anvisierten Mix aus jungen und langjährig bewährten Technologien unterschiedlich Raum für das Ausmaß der Weiterentwicklung dieser Technologien vorliegt. Umso mehr kommt es im konkreten Einzelfall darauf an, den Bedarf an staatlichem Eingriff sehr genau zu prüfen.



Ziel der folgenden Analysen ist es, die wirtschaftlichen und technologischen Potenziale der Energietechnik in NRW quantitativ zu erfassen, um so die Frage nach Fortschritten von Nordrhein-Westfalen auf dem Weg zum Energieforschungsland Nr. 1 in Deutschland zu erörtern.

### 7.1 Abgrenzung der Energietechnik

Die Energietechnik umfasst im Wesentlichen Technologien zur Erzeugung, Umwandlung und Nutzung von Energie. Definition und Abgrenzung der Energietechnologien für diese Studie wurden auf Basis des 5. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung von 2005 für die projektbezogene und institutionelle Förderung des Bundes vorgenommen (BMWI 2005). Sie entsprechen damit in etwa der Zusammenstellung der Schlüsselernergietechniken, wie sie von der International Energy Agency als Antwort auf die Erklärungen des G8 Gipfels 2005 in Gleneagles zusammengestellt wurden (IEA 2006). Zu den Förderschwerpunkte im Programm der Bundesregierung zählen moderne Kraftwerkstechnologien auf Basis von Kohle und Gas einschließlich CO<sub>2</sub>-Abtrennung und CO<sub>2</sub>-Speicherung, Photovoltaik und Windenergie im Offshorebereich, Brennstoffzellen und Wasserstoff als Sekundärenergieträger sowie Energiespeicher, Technologien und Verfahren für energieoptimiertes Bauen und Technologien zur energetischen Nutzung der Biomasse. Sie finden sich ebenfalls in NRW-Studien mit jeweils unterschiedlicher Akzentsetzung wieder (Forschungszentrum Jülich 2002; Fischeschick et al. 2004; IWR 2005).

#### Übersicht 7.1

##### **Energietechnologien**

---

###### **Energieerzeugung und -speicherung**

- Kraftwerkstechnologien: Gas- u. Dampfkraftwerke, CO<sub>2</sub>-arme Kohlekraftwerke, CO<sub>2</sub>-Abscheidetechnologien, Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (Blockheizkraftwerke)
- Erneuerbare Energien: Anlagen, Komponenten, Verfahren zur Energieerzeugung in den Bereichen Wasserkraft, Solarthermie, Photovoltaik, Windkraft, Geothermie, Biogas- und Biomasse (Bioenergie)
- Energiespeichertechnologien: Druckluft-, Magnet-, Erd- oder Wasserstoffspeicher
- Wasserstofftechnologien und Brennstoffzellenanwendungen:

###### **Energieeffizienz bei Anwandern und Verbrauchern**

- Gebäudetechnik: Isolierbaustoffe, Wärmeschutzverglasung, Wärmedämmsysteme, Heizungs- und Klimatisierungssysteme, solaroptimierte Bausysteme
  - Energieeffiziente industrielle Querschnittstechnologien: Pumpen, Motoren, Druckluftsysteme, Mess-, Steuer- und Regeltechnik
  - Energieeffiziente Antriebstechnologien: Elektro- und Hybridantriebe, Brennstoffzellenfahrzeuge
  - Verfahren zur Erzeugung von Biokraftstoffen
- 

Eigene Zusammenstellung in Anlehnung an BMWI (2005), IEA (2006).

---

Die Technologien werden den Bereichen Energieerzeugung und -speicherung sowie Energieeffizienz der Anwender bzw. der Verbraucher zugeordnet (**Übersicht 7.1**). Nicht betrachtet werden in diesem Zusammenhang energieeffiziente Produkte wie z.B. energiesparsame Haushaltsgeräte sowie energieeffiziente Verfahrens- und Produktionsprozesse der einzelnen Industrien.<sup>61</sup> Einbezogen sind dagegen ausgewählte energieeffiziente Querschnittstechnologien.

Je nach betrachteter Technologie zeichnet sich die Energieforschung durch unterschiedliche Akteurskonstellationen aus. Grundsätzlich sind drei verschiedene Technologiefelder in der Energieforschung auszumachen. Das erste befasst sich mit der Erforschung erneuerbarer Energiequellen und das zweite mit der rationellen Energieverwendung und –umwandlung. Die nukleare Energieforschung (insbesondere Reaktorsicherheitsforschung und Endlagerforschung) definiert das dritte Segment. In einigen Feldern dominieren öffentliche Forschungseinrichtungen, in anderen wie z.B. Anlagenbau sind es vorwiegend die Produzenten der Anlagen. Technologische Neuerungen folgen keinem einheitlichen Innovationsmodell, sondern jeweils spezifischen technologischen Logiken und Pfadabhängigkeiten.

Egal, welches Segment der Energieforschung auch betrachtet wird, stets ist klar zwischen den Aktivitäten der Energieforschung, Energietechnik-Produktion und Energietechnik-Nutzung zu unterscheiden. Die strikte Unterscheidung der Aktivitäten bedeutet aber nicht, dass es sich immer um andere Akteure handelt. Es gibt Akteure, die decken den gesamten Wertschöpfungsprozess von der Energieforschung über die Produktion von energietechnischen Produkten (Anlagen, Geräte, Zwischenprodukte) bis hin zum Einsatz dieser Produkte im eigenen Unternehmen ab. Andere hingegen operieren nur in einem Segment und nutzen beispielsweise nur die am Markt erhältlichen Neuerungen der Energietechnik.

### *Statistische Erfassung*

Zur Bestimmung des Produktionsgüterpotentials für Deutschland wird die vom ISI erstellte Liste von Klimaschutzgütern verwendet (vgl. NIW/ISI 2006). Enthalten sind Güter der rationellen Energieverwendung (Messgeräte, elektrotechnische Erzeugnisse, Erzeugnisse zum Wärmeaustausch, –isolation), Güter zur rationellen Energieumwandlung (Gasturbinen, Stromerzeugungsaggregate) und Güter zur Nutzung erneuerbarer Energiequel-

---

<sup>61</sup> Solche Technologien werden u.a. von BMU (2007a) jedoch nicht von NIW/ISI (2006) behandelt.

len (Wasserturbinen, windkraftgetriebene Stromerzeugungsaggregate). Die Aufzählung offenbart bereits, dass es sich bei Energietechnik-Anbietern nicht nur um Unternehmen der Elektrotechnik (Wirtschaftszweigweisteller 31, 32) sondern in großem Maße auch um Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus (Wirtschaftszweigweisteller 29) handelt.

Zur Identifizierung von Patentaktivitäten kann nur zum Teil auf existierende Klassifikationsschemata zurückgegriffen werden. So wird für das Teilssegment der erneuerbaren Energien die aktuell veröffentlichte OECD-Klassifikation zugrunde gelegt (Johnstone 2007). Eine öffentlich zugängliche Zusammenstellung<sup>62</sup> der Code-Nummern der International Patent Classification (IPC) für die rationelle Energieverwendung und –umwandlung existiert dagegen nicht. Aus diesem Grund wurde hier eine eigenständige Klassifikation nach intensiver Durchsicht der IPC-Codes zusammengestellt.

Einfach gestaltet sich dagegen die Ermittlung der projektbezogenen Bundesförderung für das Segment der Energieforschung. Die betreffenden Projekte sind in der Leistungsplansystematik unter dem Förderbereich „E“ ausgewiesen.

## **7.2 Eckdaten der Energietechnik in Deutschland**

Bevor wir uns mit der Herausarbeitung regionaler Schwerpunkte der Produktion von Energietechnik-Gütern und den regionalen technologischen Potenzialen beschäftigen, soll zunächst ein kurzer Überblick über die wirtschaftliche Nutzung der Energietechnik in Deutschland und der technologischen Position Deutschlands gegeben werden.

### **7.2.1 Produktion von Klimaschutzgütern**

Die Darstellung der wirtschaftlichen Nutzung der Energietechnologien basiert auf dem Konzept der Klimaschutzgüter. Klimaschutzgüter umfassen Güter, denen Technologien aus den Bereichen rationelle Energienutzung bei industriellen Prozessen und Querschnittstechnologien sowie im Haushalts- und Verkehrsbereich, umweltfreundliche Energieumwandlungstechnologien und Technologien zur Nutzung regenerativer Energien zugeordnet werden konnten (NIW/ISI 2006: 19f.).

---

<sup>62</sup> Das ISI-FhG in Karlsruhe hat eine entsprechende Liste erstellt, die in einer Reihe öffentlich geförderter Studien zur Anwendung kam (u.a. BMBF 2007). Diese Liste ist jedoch auf explizite Anfrage unsererseits nicht allgemein zugänglich. Das ISI bietet allerdings kostenpflichtige Auswertungen aus der Patentdatenbank auf der Grundlage der am ISI erstellten Liste an.

Für die Abgrenzung der Größe des Marktes anhand des Umweltschutzgüter- und Klimaschutzgüterpotentials wird auf ausgewählte Ergebnisse der Studie von NIW/ISI zurückgegriffen. Grundlage zur Berechnung des Klimaschutzgüterpotenzial ist die ISI-Liste von Klimaschutzgütern, die auf Basis des aktuellen Stands der Technik und des seit 2002 gültigen Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken definiert wurde. Es handelt sich um die Güter, die *potentiell* für Klimaschutzzwecke eingesetzt werden können. Eine derartige Liste kann naturgemäß nicht umfassend sein, da nur solche Güter einbezogen werden, die explizit als solche erkannt und zugeordnet werden können. Auch hier zeigt sich das Erfassungsproblem ähnlich wie beim integrierten Umweltschutz. Bei der Auswahl der Gütergruppen wurden die Güter einbezogen, bei denen das Ziel der Energieumwandlung und -nutzung offensichtlich war (Wärmeisolation, Wärmetauscher), Güter, die aus Klimaschutzgründen gefördert werden wie erneuerbare Energien, Gütergruppen, bei denen zu erwarten ist, dass ein großer Anteil als besonders energieeffizient klassifiziert werden kann (Gasturbinen) sowie Güter die als besonders energieeffizient gekennzeichnete Komponenten enthalten (Kühlgeräte) (NIW/ISI 2006: 19ff.).

Tabelle 7.1

**Produktion potentieller Klimaschutzgüter nach Güterarten und Wirtschaftszweigen**

	2002		2004	
	Mrd. €	Mrd. €	Mrd. €	%
<b>Güter zur rationellen Energieverwendung</b>	<b>6,0</b>	<b>6,3</b>	<b>6,3</b>	<b>54,3</b>
Messgeräte zur Überwachung des Energieverbrauchs	0,7	0,6	0,6	5,2
Elektrotechnische Erzeugnisse zur rationellen Energienutzung	1,0*	1,4	1,4	12,1
Erzeugnisse zum Wärmeaustausch	0,7	0,7	0,7	6,0
Erzeugnisse zur Wärmeisolation	3,7	3,6	3,6	31,0
<b>Güter zur rationellen Energieumwandlung</b>	<b>2,5</b>	<b>2,6</b>	<b>2,6</b>	<b>22,4</b>
Gasturbinen	1	1,0	1,0	8,6
BHKW	1,5	1,6	1,6	13,8
<b>Güter zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen</b>	<b>1,7</b>	<b>2,6</b>	<b>2,6</b>	<b>22,4</b>
Wasserkraft*	0,2	0,3	0,3	2,6
Solarzellen	0,3	0,7	0,7	6,0
Solarkollektoren	0,1	0,1	0,1	0,9
Wärmepumpen	k.A.	k.A.	k.A.	
Windkraft	1,2	1,5	1,5	12,9
<b>Güter zum Klimaschutz insgesamt**</b>	<b>10,3</b>	<b>11,6</b>	<b>11,6</b>	<b>100,0</b>
<b>Wirtschaftszweige</b>				
Elektrotechnik		3,9	3,9	33,6
Keramik, Glas		2,5	2,5	21,6
Maschinenbau		2,1	2,1	18,1
MSR-Technik		1,1	1,1	9,5
Elektronik, Medientechnik		0,9	0,9	7,8
Metallverarbeitung		0,5	0,5	4,3
Kunststoff-, Gummiverarbeitung		0,5	0,5	4,3

Nach Angaben aus NIW/ISI 2006 S.36. – \*Schätzung. \*\*ohne Wärmepumpen.

Das Klimaschutzgüterpotential im Verarbeitenden Gewerbe in Deutschland wurde 2004 in dieser Abgrenzung insgesamt auf 11,6 Mrd. € geschätzt, davon entfallen 2,6 Mrd. € (22,4%) auf erneuerbare Energien, 2,6 Mrd. € (22,4%) auf Gasturbinen und Blockheizkraftwerke (BHKW) (Güter der rationellen Energieumwandlung) sowie 6,3 Mrd. € (54,3%) auf Güter der rationellen Energieverwendung (vgl. **Tabelle 7.1**). Bei Letzteren handelte es sich bei allein 3,6 Mrd. € um Erzeugnisse zur Wärmeisolation (NIW/ISI 2006: 35f.). Auffällig ist, dass einzig bei den Gütern zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen eine deutliche Zunahme im Produktionswert 2002 und 2004 erkennbar ist.

Aufgeschlüsselt nach Wirtschaftszweigen, dargestellt im unteren Teil der *Tabelle 7.1*, hat die Elektrotechnik einen Anteil von einem Drittel, wobei seit 2002 ein deutlicher Anstieg festzustellen ist. Bedeutsam sind noch die Bereiche Keramik, Glasherstellung mit einem Anteil von 21,6%, Maschinenbau mit 18,1%, MSR-Technik mit 9,5% und Elektronik mit 7,8%.

Die Klimaschutzgüterliste ist allerdings nur ein Ansatz, sich der Bedeutung von Energietechnik Anbietern zu nähern. In einer Studie für das Umweltbundesamt widmete sich Staiß et al. (2007) ausschließlich der Sparte erneuerbarer Energien. Unter Verwendung diverser Quellen (u.a. der Arbeitsgruppe erneuerbare Energien-Statistik) ermitteln die Autoren einen Umsatz von etwa 10,6 Mrd. € für die Hersteller von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2006. Die Zahlen mit der Klimaschutzgüterproduktion nach der ISI-Liste sind allerdings nicht direkt vergleichbar, da in den Umsätzen noch die Vorleistungen enthalten sind. Die Input-Output-Rechnung des Statistischen Bundesamtes weist für die Herstellung von Maschinen im Jahr 2004 einen Vorleistungsbezug in Höhe von etwa 62% der Umsätze aus. Demnach ist der Produktionswert der Anlagenbauer im engeren Sinne mit etwa 4,1 Mrd. € anzusetzen. Der Wert der Produktion ist damit etwa ein Drittel höher als in der *Tabelle 7.1* für die Güter, die potentiell für den Bereich erneuerbare Energien ausgewiesen werden.

### 7.2.2 Außenhandel mit Klimaschutzgütern

Der deutsche Export von Klimaschutzgütern nahm ähnlich wie der entsprechende Welthandel mit diesen Gütern seit 1993 mit jahresdurchschnittlich 7% zu (NIW/ISI 2006: 50f.). Aktuell liegt der Anteil deutscher Exporte am Welthandel bei etwa 14,5%. Allerdings zeigen sich recht deutliche Unterschiede bei differenzierter Betrachtung einzelner Gütergruppen. Der Anteil der Güter zur rationellen Energieverwendung am Welthandel, mit 4,8 Mrd. € wird als der größte Einzelposten mit 17,5% beziffert. Hingegen ist der Anteil am Welthandel bei Gütern zur rationellen Energieumwandlung

sowie bei erneuerbaren Energiequellen deutlich niedriger und liegt bei jeweils 10% bzw. 12%. Im Teilbereich rationelle Energieumwandlung war die Wettbewerbsposition ähnlich stark wie der Durchschnitt der deutschen Industrie einzuschätzen. Innerhalb dieser Gruppe hatte Deutschland Spezialisierungsvorteile im Handel mit Anlagen im engeren Sinne (Gasturbinen, BHKWs), weniger mit Teilen und Komponenten. Generell zeigt die Untersuchung des Außenhandels mit Hilfe der RCA-Analyse auf, dass die Bewertung bei allen betrachteten Bereichen der Energieeffizienz und der Umwandlungstechnologien mit Ausnahme der Raumklimatisierung einen positiven RCA lieferte (NIW/ISI/Berger 2007: 93). Dies deutet auf Spezialisierungsvorteile im Außenhandel in den genannten Gütergruppen hin. Das heißt, die Export-Import-Relation dieser Güter ist günstiger als bei den gehandelten Industriegütern insgesamt.

Die deutschen Unternehmen, die Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien herstellen, haben hohe Weltmarktanteile, im Durchschnitt knapp 20% (DIW/ISI/Berger 2007: 141). Bei Betrachtung der RCA-Werte erwies sich Deutschland jedoch als nicht spezialisiert (negativer RCA-Wert). So ist gerade in den vergangenen Jahren die Ausfuhr-/Einfuhrrelation gesunken. Als zentraler Grund wird die stark gestiegene inländische Nachfrage nach den Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien betont. Die Nachfrage nach Windkraftanlagen und Photovoltaik entwickelte sich so stark, dass Güter weniger häufig exportiert bzw. einige Anlagen sogar mehr als bisher importiert werden mussten (NIW/ISI 2006: 53f.).

### 7.2.3 Forschungs- und Entwicklungsausgaben

Das Hervorbringen technologischer Neuerungen wird am ehesten in Ländern gelingen, die bereits heute über eine führende Rolle in Bezug auf existierende technologische Potenziale verfügen. Das MIWFT führt hierfür vornehmlich die Quantität und Qualität der in NRW vorhandenen Kompetenzen an öffentlichen Forschungseinrichtungen ins Feld.

Zu berücksichtigen wären aber insbesondere die Forschungsaufwendungen der Unternehmen, die modernste Energietechnik anbieten (z.B. Siemens AG, Voith AG). Genaue Angaben zu deren Aufwendungen liegen leider nicht vor. Es wären allenfalls Schätzungen möglich. So ergibt sich bei Anwendung der Klimaschutzgüterliste des ISI, welche Güter umfasst, die zur rationellen Energieverwendung, -umwandlung und zur Nutzung regenerativer Energien eingesetzt werden können, ergibt sich ein Produktionswert von circa 11,6 Mrd. €. Bei Annahme eines Vorleistungsanteils von 50% würde sich ein Umsatz in Höhe von etwa 23 Mrd. € ergeben. Unter Zugrundelegung einer durchschnittlichen Forschungsintensität von 2%, die sich nach grober Durchschnittsbildung aus den Werten für die relevanten Berei-

che des Verarbeitenden Gewerbes ergibt (vgl. Teil A des Innovationsberichts) würde sich schätzungsweise ein Forschungsaufwand der Energietechnik-Hersteller von 460 Mill. € ergeben.

Darüber hinaus sind die Forschungsaufwendungen der Energieversorger zuzurechnen. Den Auswertungen des Stiftverbands zu den Forschungsaufwendungen zufolge (vgl. Teil A des Innovationsberichts) wurden von Unternehmen im Wirtschaftszweig Energie- und Wasserversorgung zusammengekommen knapp 128 Mill. € für Forschung und Entwicklung im Jahr 2005 verausgabt. Der Großteil, schätzungsweise etwa 95% bei Zugrundelegung der Umsatzanteile, dürfte hier aber auf Energieversorger zurückgehen. Bei einem Gesamtumsatz von 185 Mrd. € laut Umsatzsteuerstatistik von DESTATIS liegt die Forschungsintensität der Gesamtbranche Energie- und Wasserversorgung (gesamte Forschungsaufwendungen bezogen auf den Umsatz) aber bei gerade einmal 0,07%. Beispielsweise zählt der in NRW beheimatete RWE Konzern mit einem Umsatz von 44,256 Mrd. € im Jahr 2006 zu den größten Energieversorgungsunternehmen in Deutschland. Bezogen auf den hohen Umsatz sind die Ausgaben für Forschung und Entwicklung mit 73 Mill. € dagegen sehr gering (vgl. RWE 2007: 3 und 74).

Für den Wirtschaftssektor wären nach grober Rechnung etwa knapp 600 Mill. € für die Forschung und Entwicklung für neue bzw. verbesserte Geräte und Verfahren (z.B. Einspeisung von Bioenergie in Energienetze) zur Energieerzeugung und -verteilung zu veranschlagen. Im Vergleich dazu erscheinen die öffentlichen Fördermittel für die Energieforschung vergleichsweise hoch. Allein die projektbezogenen Fördermittel des Bundes für die nichtnukleare Energieforschung betrug im Jahr 2005 etwa 232 Mill. € (vgl. BMBF 2006b: 228). Dies wären knapp 39% bezogen auf die Aufwendungen des Wirtschaftssektors.

Aufgrund des vergleichsweise geringen Stellenwerts der Forschungsaufwendungen der Energieversorger ist es für technologische Spitzenpositionen in der Energieforschung zunächst irrelevant, dass NRW als Energieerzeugungsland Nr. 1 gilt. Knapp 30% des in Deutschland verbrauchten Stroms wird in Kraftwerken produziert, die ihren Standort in NRW haben, wohingegen der Anteil des Bruttoinlandsprodukts bei etwa 20% liegt. Aufgrund der historisch bedingten lokalen Verfügbarkeit von Braun- und Steinkohle werden in NRW noch 80% des Stroms durch Braun- und Steinkohlenkraftwerke erzeugt, im Bundesdurchschnitt sind es dagegen rund 60% (vgl. *Tabelle 7.2*).

Tabelle 7.2

**Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in Deutschland und ausgewählte Bundesländer**

Summe und Verteilung nach Energieträgern, Angaben für 2005

	Bund	NRW	Baden-Württemberg
Insgesamt in TWh	583	171	72
Insgesamt in %	100,0	100,0	100,0
darunter			
Steinkohle	23,0	34,2	29,2
Braunkohle	26,4	45,7	0,0
Erdgas	12,2	10,6	5,7
Kernenergie	28,0	0,0	50,5

Eigene Berechnungen nach Angaben der Statistischen Landesämter.

Ungeachtet der vergleichsweise geringen Forschungsaufwendungen der Energieversorger kommt den Energieversorger aus dem Blickwinkel der Technologiediffusion betrachtet die zentrale Funktion zu, modernste Kraftwerks- und Energieerzeugungstechnik einzusetzen, um so die energiepolitischen Ziele des Bundes, insbesondere die Reduktion von Emissionen, zu erreichen. Gleiches gilt für Unternehmen energieintensiver Industrien. Sowohl in der Energieerzeugung als auch im Energieverbrauch erreicht NRW hohe Anteile. Beides, die starke Präsenz der Energieversorger sowie energieintensiver Industrien in NRW spricht dafür, dass NRW von jeher eine hohe Bedeutung zur Erfüllung gesamtdeutscher Energie- und Klimaschutzziele zukommt.

**7.3 Güterproduktion und Energieerzeugung in NRW****7.3.1 Klimaschutzgüterproduktion (ISI-Liste)**

Für die regionalisierte Betrachtung des Güterpotentials verwenden wir das „Product-Producer-Panel“ (Mikrodaten der Produktionserhebung, Betriebe mit 20 und mehr Beschäftigten), welches am LDS NRW für das RWI Essen aufbereitet und für Berechnungen zur Verfügung gestellt wurde. Auf Basis dieser Daten wurde für NRW ein Anteil in Höhe von 12% der gesamten Produktion von Klimaschutzgütern (ISI-Liste) an Deutschland insgesamt ermittelt.<sup>63</sup> Verglichen mit den Anteilen NRWs in anderen Gütergruppen ist der NRW Anteil nicht überdurchschnittlich hoch. Auffällig ist jedoch eine starke regionale Konzentration der Aktivitäten.

<sup>63</sup> Der Anteil ist etwas unterschätzt, da einige Angaben aus Datenschutzgründen nicht berücksichtigt werden konnten.

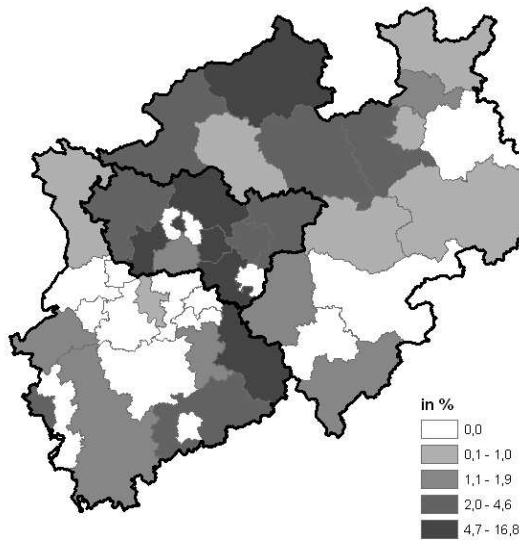


Die Schwerpunkte liegen klar im Ruhrgebiet und in Westfalen. So entfallen knapp 45% der Produktionswerte auf Betriebe im Ruhrgebiet. Weitere 31% gehen auf westfälische Betriebe zurück und nur 24% auf Betriebe im Rheinland. Auf Ebene der Kreise bzw. Kreisregionen zeigen sich größere Ballungen in Recklinghausen, Bochum/Herne und Steinfurt (vgl. **Karte 7.1**). Die Produktion der Betriebe in diesen drei Kreisen macht bereits 43% der gesamten Güterproduktion der Klimaschutzgüter aus. Immer noch von Bedeutung, wenn auch wesentlich geringer, ist die Produktion von Klimaschutzgütern in Duisburg/Oberhausen, dem Oberbergischen Kreis, Münster/Warendorf, Gütersloh und Ennepe-Ruhr-Kreis und Hochsauerland. Das

Karte 7.1

**Klimaschutzgüterpotential in NRW Kreisen**

Produktionswerte nach Kreisen; Anteile in %; 2005



Quelle: Panel der Berichterstattung des Produzierenden Gewerbes, Forschungsdatenzentren des Bundes und der Länder. – Eigene Berechnungen nach ISI-Liste auf Basis . Bei den weiß hinterlegten Kreisen (in der Legende „0,0“) handelt sich um Kreise, für die der Produktionswert aus Geheimhaltungsgründen nicht veröffentlicht werden durfte. Der gesamte Produktionswert dieser Kreise beträgt etwa 27% des NRW Gesamtwertes.

Muster ist recht eindeutig: Die Schwerpunkte liegen eindeutig im Ruhrgebiet, dem Münsterland und im östlichen Westfalen sowie Sauerland. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass in der regionalisierten Darstellung nicht für alle Kreise bzw. Kreisregionen Daten erhältlich waren. Die Zusammenfassung von Kreisen zu Kreisregionen half nicht in allen Fällen, die Schwellenwerte zum Verzicht auf Geheimhaltung zu erreichen. Größere Ballungen

sind im Raum Köln Leverkusen/Erftkreis zu vermuten, da sich hier aufgrund anderer Daten hohe Ballungen erkennen lassen. In der Region Köln Leverkusen/Erftkreis wurden sechs Betriebe mit 20 und mehr Beschäftigten gezählt. Die Geheimhaltung der Angaben für den Kreis resultierte aus dem Umstand, dass eines der Betriebe einen Anteil von mindestens 80% des gesamten Produktionswerts im Kreis ausmacht.

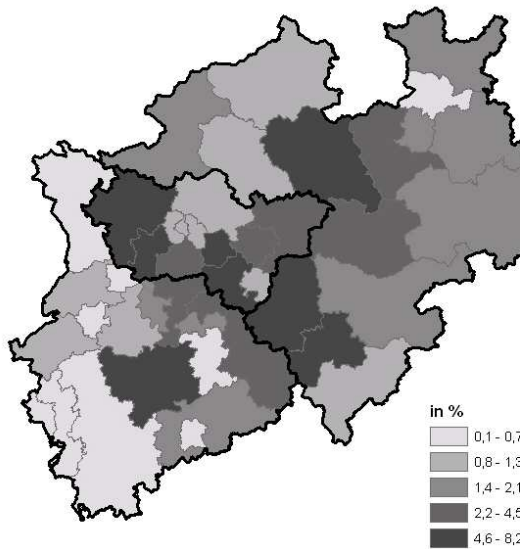
### 7.3.2 Produktion im energietechnikaffinen Maschinenbau

Der Maschinenbau fungiert als wichtiger Lieferant der Produktion von potentiellen Klimaschutzgütern in Deutschland. Um sich der regionalen Verteilung dieser Lieferanten zu nähern, wurde eine weitere Analyse auf der Basis des Product-Producer-Panels vorgenommen. Hierzu wurden zunächst Teilbereiche des Maschinenbaus identifiziert, die potenziell Investitionsgüter der Energietechnik herstellen (vgl. Anhang Übersicht A5). Auch nach dieser Auswertung zeigt sich eine Konzentration der Aktivitäten auf wenige Standorte.

Karte 7.2

#### **Investitionsgüterpotential in energietechnikaffinen Bereichen des Maschinenbaus in NRW** **Kreisen**

Produktionswerte nach Kreisen; Anteile in %; 2005



Quelle: Panel der Berichterstattung des Produzierenden Gewerbes, Forschungsdatenzentren des Bundes und der Länder. – eigene Berechnungen und eigene Abgrenzung.

Wiederum sind eine Reihe von Kreisen/Kreisregionen aus dem Ruhrgebiet vorn im Ranking zu finden, darunter Bochum/Herne, Essen/Mülheim und Recklinghausen. Im Gegensatz zur Auswertung der Klimaschutzgüter ist diesmal allerdings auffällig, dass mit den Kreisregionen Köln Leverkusen/Erftkreis und Mettmann eine starke Ballung im Rheinland festzustellen ist. Aus Westfalen/Sauerland sind es vornehmlich Gütersloh und Herford, die die vorderen Plätze einnehmen (vgl. **Karte 7.2**).

#### *Regenerativer Anlagen- und Systembau in NRW 2006 (IWR-Abgrenzung)*

Ergänzend zur Betrachtung der Klimaschutzgüterproduktion nach der Abgrenzung des ISI sollen einige Befunde der aktuellen Studie des IWR (2007) referiert werden. Beim IWR handelt es sich um einen Interessenverband der Produzenten regenerativer Energietechnik. Wie auch in unserer Studie nimmt der IWR eine Trennung zwischen Technikanbietern einerseits und Energieversorgung andererseits vor. Beides zusammen ergibt die regenerative Energiewirtschaft.

Zum regenerativen Anlagen- und Systembau werden sämtliche industriewirtschaftlichen Aktivitäten im regenerativen Strom-, Wärme- und Treibstoffsektor eingerechnet. Eingeschlossen sind hierbei die Hersteller entsprechender Anlagentechniken, Zulieferer und Dienstleistungsunternehmen. Der NRW-Firmenpool des regenerativen Anlagen- und Systembaus zählte etwa 3 100 Unternehmen im Jahr 2006. Das IWR führt regelmäßig Befragungen der Mitglieder ihres Firmenpools durch und rechnet die Angaben auf die Gesamtmenge erfasster Unternehmen im Firmenpool hoch. Den Befunden des IWR (2007) zufolge erwirtschafteten die NRW Unternehmen im regenerativen Anlagen- und Systembau einen Umsatz in Höhe von etwa 4,7 Mrd. € im Jahr 2006. Die Beschäftigtenzahl liegt bei etwa 18 500.

Selbst bei Unterstellung eines recht hohen Anteils von circa 20% an den Gesamtumsätzen deutscher Unternehmen des regenerativen Anlagen- und Systembaus ergibt sich ein recht hoher Gesamtumsatz dieser Branche. Er würde etwa 23,5 Mrd. € betragen und wäre damit etwa das 2,3 fache des Wertes der BMU Studie (vgl. Staiß et al. 2007).

Der Unterschied kommt im Wesentlichen dadurch zustande, dass der IWR Firmenpool neben Herstellern auch Dienstleister berücksichtigt. Von den 3 000 Unternehmen des regenerativen Anlagenbaus sind etwa 60% dem Baugewerbe zuzuordnen (IWR 2006: 55ff.). Bei etwa 76% von ihnen handelt es sich um traditionelle Handwerks-Unternehmen, die ihren wirtschaftlichen Schwerpunkt nicht im regenerativen Anlagenbau haben. Diese Unternehmen haben ihre Angebotspalette punktuell um Produkte der regenerativen Energien erweitert. Etwa 22% der Unternehmen sind im Dienstleistungssektor tätig.

Unternehmen, die im eigentlichen Fokus der hier vorliegenden Untersuchung stehen sind die des Verarbeitenden Gewerbes. Etwa 400 der 3 000 Unternehmen sind diesem Sektor zuzurechnen. Etwa 65% davon stammen aus dem Maschinenbau sowie der Metallerzeugung und -bearbeitung. Dies unterstreicht noch einmal die wesentliche Rolle dieser Branche für die Produktion der Investitionsgüter im Segment der regenerativen Energietechnik. Häufig handelt es sich um traditionelle Unternehmen (auch *global player*), die die Produktpalette um Güter der regenerativen Energietechnik erweitert haben.

Angaben ausschließlich für die 400 Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes liegen leider nicht vor. Gerade diese Zahlen könnten aber ein wesentlich genaueres Bild der Umsätze der NRW Energietechnik-Produzenten zeichnen. Da es sich bei der IWR-Studie um einen Forschungsauftrag für das Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWME) handelt, sollte auf diese wichtige Unterscheidung gedrängt werden.

### 7.3.3 Regenerative Energieerzeugung

In der Auswertung der Energietechnik-Produktion anhand des Klimaschutzgüterpotentials erwies sich NRW im Bundesdurchschnitt nicht als überdurchschnittlich vertreten. Nach eingehender Erörterung der Seite der Technikanbieter stellt sich nun die Frage nach der Techniknutzung. Hierzu wird im Folgenden ein Einblick in die aktuelle Situation bei der *Energieerzeugung* mittels erneuerbarer Energien gegeben.

Bei der folgenden Betrachtung ist zu berücksichtigen, dass der Einsatz regenerativer Energien in NRW ganz eng an die Fördermittelvergabe des Bundes und des Landes geknüpft ist. Sowohl das REN-Programm in NRW („Rationelle Energieverwendung und Nutzung unerschöpflicher Energiequellen“) als auch das im Jahr 1999 in Kraft getretene 100 000 Dächer Solarstrom-Programm sowie das Marktanzreizprogramm des Bundes zielen auf die Förderung der Diffusion erneuerbarer Energien ab.

In der **Tabelle 7.3** sind die Ergebnisse differenziert nach verschiedenen Segmenten der erneuerbaren Energien dargestellt. Es ist keineswegs so, dass NRW in allen Bereichen der erneuerbaren Energien bei der Energieerzeugung eine führende Rolle einnimmt. Dies ist in einigen Fällen schon allein aus geografischen Gründen (z.B. Windenergie, Wasserkraft) nicht allzu überraschend. Mit einem Anteil von 10,2% an der regenerativen Energieerzeugung weist NRW einen höheren Anteil als Baden-Württemberg (8,4%) auf. Aufgrund der geografischen Gegebenheiten hat Baden-Württemberg höhere Anteile in der Verwendung von Wasserkraft und So-

larstrom vorzuweisen. Ein bemerkenswerter hoher Anteil in NRW zeigt sich in Bezug auf die Verwendung von Bioenergie zur Energieerzeugung.

Auffällig ist jedoch ein deutlich geringerer Anteil von NRW im regenerativen Wärmemarkt. In diesem Segment wurde im Jahr 2006 in NRW eine Leistung von 5,34 Mrd. KWh erreicht. Dies entspricht gerade einmal 6% der gesamtdeutschen Leistung, wohingegen beispielsweise der Anteil Baden-Württembergs bei etwa 12% liegt. Der regenerative Wärmemarkt wird maßgeblich durch die Nutzung von Bioenergie (insbesondere Holzheizungen) bestimmt.

Tabelle 7.3

**Erneuerbare Energien – NRW, Baden-Württemberg\* und Deutschland im Vergleich**

Angaben für das Jahr 2006

	Deutsch- land	NRW		Baden-Württemberg	
	Mrd. KWh	Mrd. KWh	Anteil an Deutschland in %	Mrd. KWh	Anteil an Deutschland in %
<b>Regenerativer Stromsektor</b>					
Wind	30,5	3,7	12,0	0,3	1,0
Wasser	21,6	0,5	2,4	4,2	19,4
Bioenergie	19,7	3,1	15,8	1,5	7,6
Photovoltaik	2,0	0,2	10,5	0,3	15,0
<b>Reg Energien insgesamt</b>	73,9	7,5	10,2	6,2	8,4
<b>Regenerativer Wärmemarkt</b>					
Bioenergie	82,3	4,33	5,3	10,3	12,5
Geoenergie	3,7	0,75	20,3	0,3	8,1
Solarthermie	3,3	0,26	8,0	0,7	21,2
<b>Reg Energien insgesamt</b>	89,3	5,34	6,0	11,2	12,5
<b>Biokraftstoffe</b>					
Biodiesel**	28,9	5,0	17,2	2,4	8,3
Bioethanol	11,0	0,4	4,0	0,2	1,8
Insgesamt	39,9	5,4	13,6	2,9	7,3

Eigene Berechnungen nach Angaben von IWR (2007), BMU (2007) und Umweltministerium Baden-Württemberg (2006). -\*2005. \*\*in Deutschland insgesamt einschließlich Pflanzenöl.

Im Wärmemarkt liegt der Anteil der Solarthermie NRWs, in einem von der Sonne nicht sonderlich verwöhnten Land, bei 8%. Demzufolge dürfte die Nachfrage in NRW weniger stark ausgeprägt als in anderen Ländern sein. Keineswegs ließe sich aus dem unterdurchschnittlichen Anteil folgern, die REN-Förderung habe ihr Ziel verfehlt. Um die Frage der Wirksamkeit einer Förderung zu untersuchen bedarf es ein angemessenes Studiendesign, welche eine adäquate Schätzung des unbeobachtbaren Ergebnisses ohne Förderung ermöglicht (vgl. u.a. Schmidt 2007). Hierin könnte sich ebenfalls teilweise widerspiegeln, dass die Dichte mit Einfamilienhäusern pro Einwohner in NRW geringer ist und somit eigenständige Veränderungen der gegebenen Systeme in geringerem Umfang möglich sind.

Der Anteilsunterschied könnte auch durch Unterschiede in der Nutzung von Fernwärme begründet sein. Je dezentraler die bestehenden Systeme zur Wärmeversorgung angelegt sind, umso günstiger sind die Ausgangsbedingungen für den Einsatz regenerativer Energieträger im Wärmebereich. Auch dies ermöglicht in höherem Maße eine autarke Versorgung der Häuser. Gerade in NRW haben Fernwärmenetze eine größere Bedeutung als in Baden-Württemberg. Hierzu trägt sicherlich bei, dass Vermieter in Baden-Württemberg nicht zur Bereitstellung von Heizungen bei der Vermietung von Wohnraum verpflichtet sind. Interessanterweise zeigt sich in der Geothermie ein sehr hoher Anteil. Gemeinhin wird vermutet, dass die regionalen Gegebenheiten im Land NRW nicht sehr förderlich für diese Art der Energieerzeugung sind.

Im Bereich der Biokraftstoffe kann NRW einen deutlich höheren Anteil als Baden-Württemberg vorweisen. Dies geht vornehmlich auf die stärkere Verwendung von Biodiesel (Biokraftstoff) zurück. Dies könnte im Zusammenhang mit dem überdurchschnittlichen Anteil NRWs bei der Chemischen Industrie stehen, hier gemessen anhand der Beschäftigten.

In dieselbe Richtung zu den gezeigten Befunden zeigen die Statistiken zur installierten elektrischen Leistung erneuerbarer Energien.

Tabelle 7.4

**Installierte elektrische Leistung im Bereich erneuerbarer Energien**

Ausgewählte Bundesländer, Angaben in MegaWatt, Stand Ende 2005

	Wasserkraft- werke*	Windenergie- anlagen	Biogasanla- gen	Solarstroman- lagen
Nordrhein-Westfalen	140	2 225	60	168
Baden-Württemberg	659	263	54	363
Bayern	2 224	258	127	718
Niedersachsen	64	4 907	256	76

Nach Angaben von BMU (2007: 8ff.), \* Stand Juli 2004.

Die installierte elektrische Leistung im Bereich erneuerbarer Energien im Bundesländervergleich zeigt, dass NRW zusammen mit den geografisch begünstigten Flächenländern wie z.B. Niedersachsen eine vergleichsweise hohe Soll-Leistung aufweist. Windenergie spielt in Baden-Württemberg und Bayern keine Rolle (vgl. **Tabelle 7.4**). Demgegenüber spiegelt sich bei der Wasserkraft eindeutig der Wasserreichtum Bayerns wider. Die Spitzenposition vor allem Niedersachsens bei Biogasanlagen spiegelt den relativ hohen Anteil der Landwirtschaft dort wider. Bei Solarstrom sind eindeutig Bayern und Baden-Württemberg führend.

## 7.4 Patente

### 7.4.1 Ergebnisse anderer Studien

#### *Energieeffizienz*

Ein wichtiger Indikator zur Beurteilung der technologischen Position eines Landes ist die Patentaktivität. Aufgrund der großen Heterogenität der einzelnen Bereiche wurde in einer Studie von DIW/ISI/Berger (2007) eine technologiespezifische Analyse vorgenommen. Deren zentralen Befunde sollen im Folgenden kurz erörtert werden. Im Bereich der Gebäudetechnik wie Wärmeisolation und effiziente Heizsysteme besitzt Deutschland einen Anteil von etwa 30% an den weltweiten Patentanmeldungen, die Innovationsdynamik, gemessen an der Veränderung der Zahl der Patentanmeldungen, wird für diesen Bereich als durchschnittlich eingeschätzt. Ähnliches gilt für energieeffiziente Verfahren und Prozesse. Hier besitzt Deutschland einen Anteil an den weltweiten Patenten von 20 bis 25%. Bei den Querschnittstechnologien (Wärmetauscher, Elektromotoren, Pumpen, Ventilatoren) ist der Anteil an den Patenten ähnlich hoch und erreicht im Zeitraum 2002 bis 2004 einen Wert von über 25%. Zudem sind die Patentanmeldungen bei den Querschnittstechnologien in Deutschland – verglichen mit dem Weltmarkt – leicht überdurchschnittlich gewachsen.

Eine wesentliche Rolle im Bereich effiziente Kraftwerks- und Umwandlungstechnologie spielen u.a. Gasturbinen und Blockheizkraftwerke, ebenso die für CO<sub>2</sub> freie Kraftwerke erforderlichen Abscheidetechnologien. In diesem Sektor ist ein ausgeprägtes Wachstum bei den Patentanmeldungen festzustellen. Der Anteil Deutschlands an derartigen Patenten weltweit stieg von etwa 10% Mitte der neunziger Jahre auf etwa 25% im Zeitraum 2002 bis 2004. Dies deutet darauf hin, dass es den Akteuren in Deutschland gelungen ist, ihre energietechnologischen Kompetenzen deutlich zu erweitern (NIW/ISI/Berger 2007: 70, 76).

#### *Emissionsminderungstechnologien, Antriebe und Biokraftstoffe*

Die Bereiche Antriebstechnik und Kraftstoffe sowie Emissionsminderungstechnologien werden in der Studie von NIW/ISI/Berger dem Handlungsfeld „Mobilität“ zugeordnet. Die Positionierung Deutschlands bei den Emissionsminderungstechnologien, welche Fortschritte in der Luftreinhaltung (u.a. Filter und Katalysatoren) und Lärmschutz (Motoren, Turbinen) bewirken können, wird von den Autoren der Studie DIW/ISI/Berger (2007: 169f.) als durchschnittlich bewertet. Die Anzahl der weltweiten Patente hat sich seit 1991 vervierfacht. In Deutschland ist jedoch ein deutlicher Rückgang im Zeitraum 2002 bis 2004 zu verzeichnen.

Biokraftstoffe, denen in der jüngeren Vergangenheit wieder ein zunehmendes Augenmerk zuteil wurde, haben insbesondere durch Erkenntnisfortschritte in der Nutzung von Biomasse sowohl an technologischer wie auch wirtschaftlicher Bedeutung gewonnen. Biokraftstoffe werden derzeit hauptsächlich als Biodiesel aus Raps und als Ethanol aus Zuckerrohr, Mais und Weizen produziert. Erhebliche Innovationsdynamik besteht bei Biokraftstoffen der zweiten Generation, die aus einer breiteren Biomasse-Grundlage erzeugt werden können. Im Zuge dessen hat sich die Zahl der Patentanmeldungen weltweit und auch in Deutschland deutlich erhöht (NIW/ISI/Berger: 170).

Im Segment der Antriebstechnik hat Deutschland von jeher eine starke technologische Position inne. Zur Antriebstechnik zählen Hybridantriebe, die konventionelle Verbrennungsmotoren kombinieren und so Kraftstoffeinsparungen erreichen, batteriebetriebene Elektromotoren oder klassische Otto- und Dieselmotoren mit verbesserter Kraftstoffeffizienz. Die Anzahl der Patentanmeldungen bei Verbrennungsmotoren ist in den vergangenen Jahren sehr stark gestiegen, der Anteil Deutschland an den Anmeldungen weltweit stieg auf über 30%. Bei Hybridantrieben ist weltweit ebenfalls eine sehr starke Zunahme festzustellen. In diesem Bereich sank der deutsche Anteil der Patente seit Mitte der neunziger Jahre jedoch drastisch auf etwa 15%. Erst in der jüngeren Vergangenheit, zum Teil angeregt durch starke Erfolge von Toyota mit seinen Hybrid-Motoren, scheint eine Trendwende in Sicht.

Große Hoffnungen werden auch auf den Einsatz von Brennstoffzellen gesetzt. Diese nutzen Energieträger wie Wasserstoff und Methanol, welche bisher ausschließlich in der Raumfahrt zur Anwendung kamen. Ein wichtiges Teilsegment bildet die mobile Brennstoffzelle. Hier wurde von den Autoren der Studie festgestellt, dass die Zahl der Patentanmeldungen im Zeitraum 2000 bis 2004 international weitaus dynamischer war als in Deutschland. In der Konsequenz ergab sich für Deutschland ein Anteilsverlust um etwa 10 Prozentpunkte, sodass der Anteil Deutschlands an den weltweiten Patenten in diesem Segment mit etwa 20% zu beziffern ist.

### *Erneuerbare Energien*

Deutlich gestiegen sind auch die Patentanmeldungen im Bereich Windkraft und Solarthermie, während sie im Bereich Biomasse (hier Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse und nicht Gewinnung von Treibstoffen) stagnieren. Die größte Anzahl an Anmeldungen gibt es bei der Photovoltaik, wenn auch hier in den letzten Jahren Stagnation vorherrschend war (NIW/ISI/Berger 2007: 121ff.). Die Entwicklung in Deutschland verlief ähnlich. Die Bereiche Windenergie und Solarthermie weisen überdurchschnittlich hohen Patentanmeldungen aus mit einem Anteil von jeweils etwa einem



Drittel an den weltweiten Anmeldungen im Jahr 2004. Die Weltanteile Deutschlands sind in der Photovoltaik und Biomasse mit Anteilen von 15 bis 20% dagegen schon deutlich geringer. Die Innovationspotenziale zur Nutzung der Wasserkraft scheinen tendenziell ausgeschöpft zu sein. Sofern hier Neuerungen auf den Markt kommen, zielen sie in erster Linie auf Wirkungsgradsteigerungen ab. Neue Technologielinien betreffen Gezeiten-, Meereskraft und Wellenkraftwerke. Die positive Entwicklung im Bereich Windenergie dürfte vor allem auch Forschungserfolge bei Offshore-Anlagen widerspiegeln, bei der Solarthermie spielen vor allem solarthermische Kraftwerke eine Rolle.

Tabelle 7.5

**Innovationen, Marktpotenziale und Wettbewerbsfähigkeit im Bereich Energietechnologien**

<b>Handlungsfelder</b>	<b>Innovationen</b>	<b>Marktpotenziale</b>	<b>Wettbewerbsfähigkeit</b>
<b>Energieeffizienz</b>			
in Gebäuden und Haushalten	durchschnittlich	sehr hoch	sehr gut
in der Industrie	durchschnittlich	sehr hoch	sehr gut
Effiziente Kraftwerks- und Umwandlungstechnologie	stark steigend in Teilbereichen	sehr hoch	mittel
<b>Mobilität</b>			
Antriebe	hoch, in Teilbereichen sehr hoch	sehr hoch	Unterschiedlich bei einzelnen Teilbereichen
Emissionsminderung	überdurchschnittlich	mittel	gut
Biokraftstoffe	hoch (2. Generation)	hoch	gut
Brennstoffzelle mobil			Gut
<b>Erneuerbare Energien*</b>			
Windenergie	hoch	sehr hoch	sehr gut
Photovoltaik	Stagnation	sehr hoch	sehr gut
Solarthermie	hoch	sehr hoch	sehr gut
Biomasse, Biogas	Stagnation	sehr hoch	sehr gut

Entnommen DIW/ISI/Berger 2007 und zusammengestellt. \*Bei der Bewertung eigene Wortwahl.

Die Gesamtschau der Befunde ist in der **Tabelle 7.5** angegeben. Allgemein wird dem Standort Deutschland eine gute bis sehr gute technologische Position bescheinigt. Mit Blick auf NRW ist vor allem interessant, dass die Autoren der Studie dem Segment der effizienten Kraftwerks- und Umwandlungstechnologie in Deutschland nur eine mittlere Wettbewerbsfähigkeit bescheinigen. Demgegenüber werden diesem Segment in puncto Marktpotenzial und Patentaktivitäten bessere Noten gegeben. Durchweg sehr gute Noten werden auch für das Segment der erneuerbaren Energien gegeben. Eine starke technologische Position in diesen Bereichen offeriert in besonderem Maße die Chance auf hohe Umsätze im In- und Ausland.

Direkte Vergleiche zwischen den einzelnen Feldern sind naturgemäß immer schwierig, da sich die Marktsituationen zwischen den Segmenten erheblich unterscheiden. Als ein wesentliches Ergebnis der Betrachtung für Deutschland bleibt aber festzuhalten, dass nicht mit jeder Energietechnologie glei-

chermaßen hohe wirtschaftliche Potenziale ausgeschöpft werden können. Es ist daher stets mit Augenmaß zu prüfen, welche konkreten Marktpotenziale für einzelne Technologien zu erwarten sind und ob diese genügen, Technologien als vorrangig förderungswürdig einzustufen.

Jüngst wurden von der OECD Ergebnisse von Auszählungen der Patentanmeldungen in den Bereichen erneuerbarer Energien und umweltschutzbezogener Technologien vorgelegt (Johnstone et al. 2007, OECD 2007). Die Abgrenzung dieser Bereiche basierte auf einer OECD eigenen Zusammenstellung entsprechender IPC-Codes. Bei den erneuerbaren Energien wurden Wind- und Solarenergie, Energiegewinnung aus Geothermie, Abfall, Biomasse sowie Gezeiten/Wellenkraft einbezogen. Die Resultate werden kurz vorgestellt, da diese gewissermaßen den Einstieg für die von uns vorgenommene regional disaggregierte Analyse darstellen. In der Studie der OECD zeigt sich zwischen 1995 bis 2004 ein durchschnittliches jährliches Wachstum der Patentanmeldungen bei erneuerbaren Energien von 18,3% weltweit. Während von 1978 bis Mitte der neunziger Jahre die jährlichen Anmeldungen relativ stetig auf einem niedrigen Niveau verliefen, kam es erst in den vergangenen zehn bis fünfzehn Jahren zur beschriebenen starken Zunahme bei den Patentanmeldungen.

Der Anteil Deutschlands bei den Patentanmeldungen erneuerbarer Energien lag im Zeitraum von 2000 bis 2004 bei 18,5%. Der Wert erreicht damit in etwa die Größenordnung des Wertes, der in der Studie von DIW/ISI/Berger (2007) ermittelt wurde. Die zugrunde liegenden Abgrenzungen sind allerdings unterschiedlich. Zwar wurde die konkrete Abgrenzung der Bereiche in den Patentstatistiken in der Studie von DIW/ISI/Berger (2007) nicht offengelegt, was grundsätzlich den Vergleich mit der von uns gewählten Abgrenzung nach der OECD erschwert. Allerdings zeigte der bloße Vergleich der Obergruppen, dass in der OECD-Abgrenzung zusätzlich zur Studie von DIW/ISI/Berger (2007) die Energiegewinnung aus Abfällen sowie Geothermie und Energie aus Gezeiten/ Wellenkraft erfasst sind. Demgegenüber ist die Photovoltaik in der OECD-Abgrenzung nur marginal vertreten. Da der Photovoltaik eine große Bedeutung beigemessen wird, haben wir diesen Bereich auf der Basis einer eigenen Abgrenzung zusätzlich und getrennt ausgewertet.

## 7.4.2 Ergebnisse eigener Recherchen

### *Erneuerbare Energien*

Unter Zugrundelegung der OECD-Abgrenzung im Bereich erneuerbarer Energien ermitteln wir für Deutschland im Zeitraum 2001 bis 2006 insgesamt 210 anteilige Patentanmeldungen mit deutscher Erfinderbeteiligung.<sup>64</sup> In der Vorperiode 1995 bis 2000 wurden 171,5 anteilige Patentanmeldungen gezählt. Auf NRW entfällt mit 46,1 anteiligen Patentanmeldungen ein Anteil von knapp unter 22%. Damit liegt NRW nahezu gleichauf mit Baden-Württemberg (46,6 Patentanmeldungen). Mit etwas Abstand folgen Bayern und Hessen auf den nächsten Plätzen. Im Vergleich zur Vorperiode hat sich NRW stark verbessert. Grund hierfür ist eine starke Zunahme der Zahl der Anmeldungen gegenüber dem Zeitraum 1995 bis 2000 in NRW. Während Baden-Württemberg in der Patentaktivität sogar leicht nachließ, konnte NRW die Patentanmeldeaktivitäten um den Faktor 1,9 erhöhen. Dies hat im Übrigen zur Konsequenz, dass einzig in NRW eine Tendenz zur Spezialisierung auf die Energieforschung erkennbar ist. Der diesem Befund zugrundeliegende Standortquotient zeigt einen Wert von 1,3 an. In Baden-Württemberg wird dagegen der Bundesdurchschnitt nur leicht übertroffen (Wert in Höhe von 1,04).

Sinnvolle regionale Vergleiche können allerdings erst auf der Grundlage der Patentrelationen angestellt werden. Bezogen auf eine Million Einwohner kann Baden-Württemberg 4,4 Patentanmeldungen vorweisen, in NRW sind es dagegen nur 2,6. In diesem Unterschied drückt sich der geringere Besatz mit dem erforderlichen Human- und Forschungskapital in NRW aus. Bei Zugrundelegung des Forschungspersonals in der Wirtschaft würden Bayern und Baden-Württemberg jeweils 0,6 Patente je Tausend Forscher im Bereich erneuerbarer Energien erzielen. In NRW liegt der Wert mit 1,1 um einiges höher. Gegeben den Ausgangsbedingungen im Forschungsbesatz kann NRW also einen höheren relativen Output an Patenten vorweisen als die beiden übrigen Bundesländer.

Führende Patentanmelder im Bereich der erneuerbaren Energien, sofern ein Erfinder aus NRW beteiligt ist, sind die *Clariant* (Spezialitätenchemie, Standorte in Oberhausen und Köln), die Siemens AG (Energieforschungsstandorte in Dortmund und Mülheim), *Schüco International KG* (Sitz in Bielefeld) und die *Vaillant GmbH* (Sitz in Remscheid). Von den For-

---

<sup>64</sup> Abgleiche mit den Zahlen der OECD für den identischen Zeitraum zeigen sehr ähnliche Länderanteile an. Die Anzahl der Patentanmeldungen ist in unserer Auswertung dagegen um den Faktor 1,2 höher.

schungseinrichtungen sind erwartungsgemäß das Forschungszentrum Jülich, die DLR in Köln und die Fraunhofer-Gesellschaft auf vorderen Plätzen zu finden.

Mit 88 Anmeldungen war der Anteil der Patente (41,9%) im Bereich Energiegewinnung aus Abfall<sup>65</sup> in Deutschland insgesamt am höchsten, danach folgten mit 48 Anmeldungen (22,9%) die Solarenergie und mit 43 Anmeldungen (20,5%) die Windenergie. Ein Teil der Patentaktivitäten im Bereich Abfall könnte im Zusammenhang mit den regulatorischen Änderungen stehen. Die energetische Verwertung gilt als Recycling im Rahmen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes. Zudem dürfen seit Inkrafttreten der Technischen Anleitung Siedlungsabfall (TASi) ab dem 1. Juni 2005 nur ausreichend vorbehandelte Abfälle d.h. mechanisch-biologisch oder thermisch vorbehandelte Abfälle deponiert werden.

Aufgrund der geringen Anzahl von Patentanmeldungen ist eine dezidierte Analyse technologischer Schwerpunkte für einzelne Bundesländer wenig sinnvoll. Die Abstände zwischen den Bundesländern sollten nicht überinterpretiert werden, da eine einzige zusätzliche Patentanmeldung schon größere Sprünge im Ranking bedeuten kann. In der Regel weist NRW einen Anteil um die 20% auf und ist damit das Bundesland mit dem zweit- oder dritthöchsten Anteil. Mit Blick auf den vergleichsweise hohen Anteil NRWs an der gesamtdeutschen Energieerzeugung mittels Biomasse ist interessant, dass NRW genau in diesem Bereich auch einen deutlich höheren Anteil an den Patentanmeldungen verbuchen kann. Mit einem Anteil von 35% an den insgesamt nur 28 Patentanmeldungen liegt NRW mit etwas Abstand vor Hessen (19%) und Baden-Württemberg (11%).

In Ergänzung zur OECD-Abgrenzung haben wir zusätzlich eine Analyse für affine Patentklassen der Photovoltaik (PV) durchgeführt. Tragendes Element dieser Abgrenzung ist die Berücksichtigung von Innovationen in den Komponenten und Materialien für die Produktion von PV-Anlagen. Hierzu zählen unter anderem Patentanmeldungen im Werkstoffbereich (Silizium für die Herstellung der PV-Module). Mangels genauer Eingrenzungsmöglichkeiten im Halbleiterbereich handelt es sich um einen potenzialorientierten Ansatz. Die Zahl der tatsächlich relevanten PV-Patentanmeldungen ist in Wirklichkeit niedriger anzusetzen. Hierfür spricht unter anderem die vergleichsweise hohe Zahl von Patentanmeldungen. Mit 246 Patentanmel-

---

<sup>65</sup> Energiegewinnung aus Abfällen wird im Allgemeinen nicht zu den erneuerbaren Energien gezählt. Aus Gründen der Konsistenz mit den einschlägigen OECD-Veröffentlichungen werden diese jedoch nicht ausgeklammert.

dungen werden sogar noch mehr Anmeldungen gezählt als in den Patentklassen der OECD-Abgrenzung zu erneuerbaren Energien zusammen.

Die regionale Verteilung der identifizierten Patentanmeldungen im Bereich Photovoltaik ist in der letzten Spalte der **Tabelle 7.6** angegeben. Analog zur Auswertung Solarthermie erreicht Bayern den höchsten Anteil an den Patentanmeldungen. Wiederum ist auch hier der Abstand zu den anderen Bundesländern vergleichsweise hoch. Die Auswahl der Patentklassen bringt es mit sich, dass sich in dem Befund die starke Präsenz der Halbleiterindustrie in Bayern widerspiegelt. Die vorhandenen Kompetenzen in Bayern sprechen dafür, dass bayerische Unternehmen in besonderem Maße als Zulieferer für die Hersteller von PV-Modulen agieren können.

Tabelle 7.6

**Patentanmeldungen im Bereich erneuerbarer Energien**

gewichtete Anzahl 2001 bis 2006, Anteil in %

	Regen. Energien nach OECD	darunter				Photovol- taik*
		Wind	Solar- thermie	Biomasse	Abfall	
Baden-Württemberg	22,2	9,3	20,8	11,5	30,7	20,8
Bayern	19,7	9,3	31,3	3,8	23,9	29,3
Berlin	1,1	4,7	2,1			6,4
Brandenburg	0,8		2,1		1,1	1,8
Bremen	0,5	2,3				
Hamburg	2,0	4,7	2,1	3,8	1,1	0,1
Hessen	10,1		8,3	19,2	13,6	6,5
Mecklenburg-Vorp.	1,0	2,3			1,1	0,4
Niedersachsen	6,6	23,3	2,1		3,4	1,2
Nordrhein-Westfalen	21,9	20,9	22,9	34,6	17,0	14,7
Rheinland-Pfalz	4,3		2,1	15,4	3,4	1,3
Saarland	0,8	4,7				0,4
Sachsen	2,9	2,3	4,2	3,8	3,4	11,7
Sachsen-Anhalt	0,8			7,7		0,2
Schleswig-Holstein	4,4	18,6	2,1		1,1	0,3
Thüringen	1,0		2,1		1,1	4,7
Deutschland	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Deutschland, Anzahl	210,0	43	48	28	88	246

Quelle: EPO, eigene Berechnungen auf Basis der OECD-Abgrenzung (Johnstone 2007), \* eigene Abgrenzung. – Die Bereiche Geothermie und Gezeiten/Wellenkraft sind nicht ausgewiesen. In beiden Bereichen wurden zusammengenommen drei Patente angemeldet.

Jüngst hatte das IWR (2007) eine Patentrecherche für den Zeitraum von 1990 bis Mitte des Jahres 2007 durchgeführt. Grundlage bildete die Patentdatenbank des Deutschen Patent- und Markenamtes. Nach dieser Auswertung zeigen sich einzig in der Photovoltaik recht ähnliche Muster zu unserer Auswertung, in anderen Feldern (z.B. Windenergie, Solarthermie) schneidet NRW dagegen etwas schlechter ab. Wohlgermerkt sei darauf hingewie-

sen, dass ein direkter Vergleich mit unserer Patentrecherche, aufgrund des unterschiedlichen Untersuchungszeitraums, und der verwendeten unterschiedlichen Datenquelle nicht möglich ist. Die kurze Erörterung des Vergleichs soll jedoch illustrieren, wie stark sich die Ergebnisse je nach zugrundeliegender Datenbasis, Untersuchungszeitraum und Abgrenzung der Felder unterscheiden können. Geringfügige Anteilsunterschiede sollten daher nicht überinterpretiert werden.

Insgesamt stellt sich die räumliche Verteilung der Patentaktivitäten bei den erneuerbaren Energien als recht ausgewogen dar. Auf den Raum Aachen entfallen 17% der Patentanmeldungen von NRW bei den erneuerbaren Energien. Hierbei handelt es sich vornehmlich um Patentanmeldungen von Mitarbeitern des Forschungszentrums Jülich. Neben einigen Ballungen im Raum Köln ist das Ruhrgebiet stark vertreten. Erfinder mit Wohnsitz im Ruhrgebiet stellen 35% der Patentanmeldungen von NRW. Im Gegensatz zum Aachener Raum sind es hier aber die Forschungsaktivitäten des Unternehmenssektors, welche mehrheitlich den Ausschlag für die beobachtete technologische Kompetenz geben.

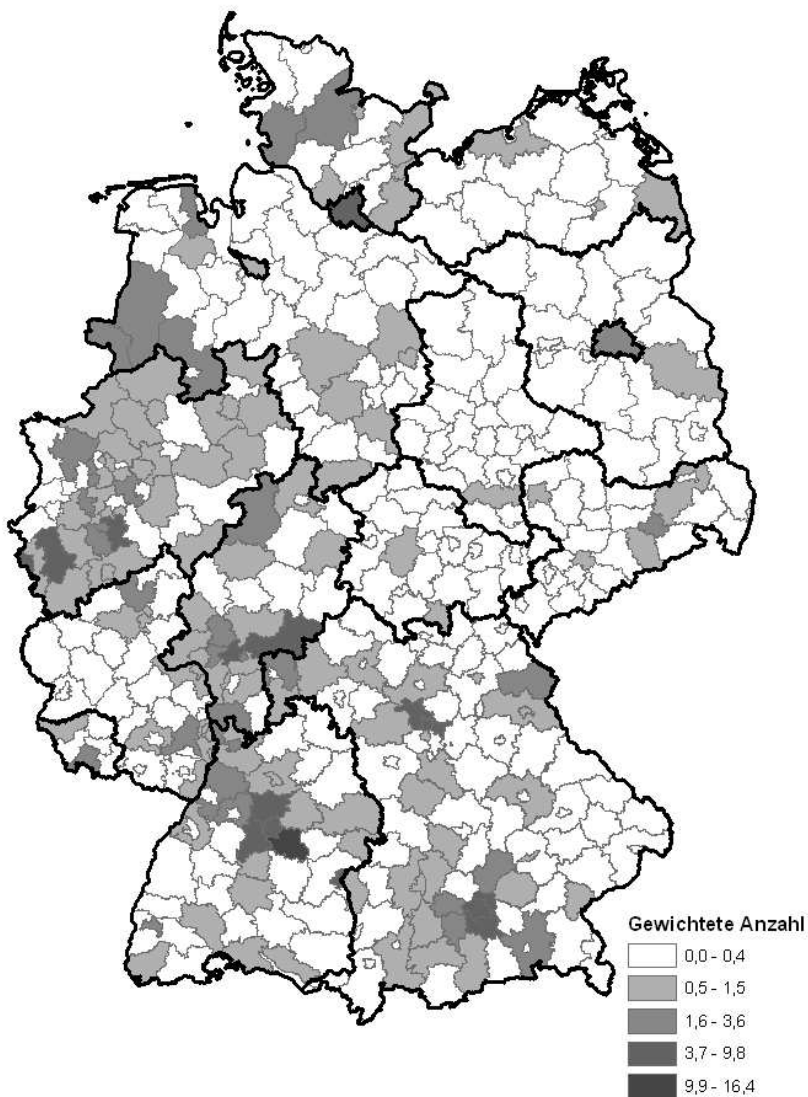
Interessant erscheinen aber insbesondere die Ballungen in Mülheim und in Oberhausen (vgl. **Karte 7.3**). Ein Teil der Patentaktivitäten geht auf Erfinder der Siemens AG zurück. Gemessen am Bundesdurchschnitt des Verhältnisses von Patentanmeldungen je Forscher schneiden sowohl der Aachener Raum als auch das Ruhrgebiet überdurchschnittlich ab. Das Verhältnis von Patente je Forscher ist in beiden Verdichtungsräumen etwa doppelt so hoch wie im Bundesdurchschnitt. Größere Ballungen außerhalb von NRW zeigen sich im Raum München, Stuttgart, Frankfurt am Main, Dresden und Hamburg.

Inwiefern deren Patentaktivitäten in einem unmittelbaren Zusammenhang mit der Belieferung der PV-Anlagenhersteller steht, kann an dieser Stelle nicht weiter untersucht werden.

Karte 7.3

**EPA-Patentanmeldungen im Bereich erneuerbare Energien nach Kreisen**

Gewichtet mit der Zahl der Erfinder; Zeitraum 2001 bis 2006



Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

*Energieeffizienz und Energieumwandlung*

Der Bereich Energieeffizienz- und Energieumwandlung ist weitgefasst. Er schließt u.a. effiziente Querschnittstechnologien, Kraftwerks- und Umwandlungstechnologien sowie Hybridantriebe und Elektroantriebe für Fahrzeuge mit ein. Zuzuordnen sind damit Technologien aus unterschiedlichsten Sparten wie Kältetechnik, Wärmepumpen, Turbinen, Blockheizkraftwerke, Gas- und Dampfkraftwerke, Brennstoffzellen, Wasserstofftechnologie, Verbrennungstechniken. Für die folgenden Analysen wurde in aufwendiger Kleinarbeit eine eigene Zusammenstellung von Patenten vorgenommen. Diese enthält Patentoberklassen, in denen sehr häufig Stichwörter für die in der Diskussion befindlichen neuen Technologien gefunden wurden.<sup>66</sup> Mit der Verwendung von Patentoberklassen soll dem Umstand Rechnung getragen werden, dass eher zu viele als zu wenige Patentanmeldungen in den relevanten Bereichen erfasst werden. Es handelt sich folglich um einen *potenzialorientierten* Ansatz. Die tatsächliche Zahl der relevanten Patentanmeldungen im o.g. Bereich kann geringer ausfallen als ausgewiesen.

Insgesamt wurden 802 Patentanmeldungen im Zeitraum von 2001 bis 2006 gezählt. Im Vergleich zur Anzahl bei den erneuerbaren Energien ist dies etwa das Vierfache. Baden-Württemberg erreicht mit 35,5% den höchsten Anteil an den Patentanmeldungen. Mit reichlich Abstand folgt NRW, wobei auch hier mit einem Wert von 26,9% ein bemerkenswert hoher Anteil abzulesen ist. Die Zahl der Patentanmeldungen bayerischer Erfinder ist mit 135 schon bedeutend kleiner gegenüber den Erfindern aus NRW. Zudem zeigt sich Bayern auch eine unterdurchschnittliche Zunahme der Patentaktivitäten gegenüber der Vorperiode. Während die Zahl der Patentanmeldungen bayerischer Erfinder um nur 10% zulegte, legten die Anmeldungen von Erfindern aus NRW und Baden-Württemberg um den Faktor 1,75 bzw. 1,85 zu. Hohe Zuwächse zeigen sich im Übrigen auch in Berlin. Gleichwohl war das Ausgangsniveau in der Vorperiode dort vergleichsweise gering.

---

<sup>66</sup> Die Suchliste mit relevanten Stichwörtern kann auf Nachfrage zur Verfügung gestellt werden.



Tabelle 7.7

**Patentanmeldungen im Bereich Energieumwandlung und -effizienz nach Bundesländern**

Aggregation nach Anmeldejahr und Erfindersitz

	Gewichtete Anzahl (2001-2006)	Gewichtete Anzahl 2001-2006 in Relation zur gewichteten Anzahl 1995-2000	Anteil in% an gesamt (2001-2006)	Standort- quotient <sup>1</sup> (2001-2006)
Baden-Württemberg	277	1,9	34,5	1,6
Bayern	136	1,1	16,9	0,9
Berlin	48	4,3	6,0	1,0
Brandenburg	9	2,9	1,2	0,8
Bremen			0,0	
Hamburg	6	2,0	0,8	0,3
Hessen	37	1,0	4,6	0,5
Mecklenburg-Vorp.	1	5,2	0,1	0,2
Niedersachsen	19	1,0	2,4	0,3
Nordrhein-Westfalen	216	1,8	26,9	1,6
Rheinland-Pfalz	37	3,0	4,6	1,2
Saarland	3	2,0	0,4	0,7
Sachsen	7	0,5	0,9	0,2
Sachsen-Anhalt	1	0,3	0,1	0,1
Schleswig-Holstein	3	0,7	0,4	0,2
Thüringen	2	1,3	0,3	0,1
Deutschland insgesamt	802		100,0	

Quelle: EPO, eigene Berechnungen. – <sup>1</sup> Für die Ermittlung des Standortquotienten wird als Bezugsgröße das gesamte Forschungspersonal (Summe aus Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) verwendet. Der Quotient ergibt sich aus dem Verhältnis Patentanmeldungen dividiert durch das gesamte Forschungspersonal (Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) für die betreffende Region geteilt durch die die entsprechende Relation für das Bundesgebiet.

Die in Baden-Württemberg zu beobachtenden Aktivitäten stehen vornehmlich im Zusammenhang mit den Aktivitäten der Behr GmbH, Bosch, ALSTOM AG und DaimlerChrysler. In Bayern sind die Siemens AG, Bosch, MTU Aero Engines und BMW als führende Patentanmelder auszumachen.

Werden die relativen Werte zugrunde gelegt, trübt sich das Bild aus NRW Sicht ein. Auf Baden-Württemberg entfallen 25,8 Patentanmeldungen nach Erfindersitz je eine Million Einwohner. Das ist in etwa das 2,5 fache des Wertes für NRW. Ein besseres Abschneiden von NRW zeigt sich bei Zugrundelegung des Forschungspersonals. NRW hat demnach 5,2 Patente je Tausend Forscher und liegt damit nahezu gleichauf mit Baden-Württemberg (3,6). Gegeben den Ausgangsbedingungen im Besitz an Forschungspersonal in der Wirtschaft kann NRW sogar einen höheren Output an Patenten vorweisen als Baden-Württemberg. Damit spiegelt sich auch hier der geringere Besitz mit dem erforderlichen Human- und forschungskapital in NRW wider.

Die weiterführende regionale Betrachtung für NRW weist auf starke technologische Kompetenzen im Ruhrgebiet hin: Gut 56% der Anmeldungen kommen von Erfindern aus dem Ruhrgebiet, 31% von Erfindern aus dem Rheinland und die übrigen 13% von Erfindern aus Westfalen. Es gibt wohl kein anderes Technologiefeld, in dem das Ruhrgebiet einen solch hohen Anteil an den Patentanmeldungen vorweisen kann. An dieser Stelle lohnt ein Blick zurück zur regionalen Verteilung der Absatzproduktionswerte. Hier konnte das Ruhrgebiet etwa 35%, Westfalen 36% und das Rheinland die übrigen 29% auf sich verbuchen. Nicht nur, dass das Ruhrgebiet in beiden Indikatoren den höchsten Anteil erzielt. Der Anteil an den Patentanmeldungen ist sogar noch höher als der Anteil am Produktionswert. Dies spricht für eine überdurchschnittliche technologische Stärke der Hersteller von Produkten zum Zweck der rationellen Energieerzeugung, -verteilung und -umwandlung. Im Gegenzug ist die Patentaktivität in Westfalen als deutlich unterdurchschnittlich zu bezeichnen.

Tabelle 7.8

**Patentanmeldungen im Bereich Energieumwandlung und -effizienz nach Verdichtungsräumen**  
 Aggregation nach Anmeldejahr und Erfindersitz

	Gewichtete Anzahl (2001-2006)	Gewichtete Anzahl in Relation zur gewichteten Anzahl 1995-2000	Anteil in% an gesamt (2001-2006)	Standort- quotient <sup>1</sup> (2001-2006)
Aachen	16	1,3	2,0	1,0
Berlin	57	4,0	7,1	1,0
Bielefeld	4	3,0	0,5	0,6
Bremen	1	1,1	0,2	0,2
Chemnitz	2	4,2	0,3	0,2
Dresden	3	0,5	0,4	0,2
Düsseldorf-Wuppertal	30	1,5	3,7	0,9
Erlangen-Fürth-Nürnberg	23	0,7	2,8	1,0
Hamburg	9	1,2	1,1	0,3
Hannover	2	1,0	0,3	0,2
Karlsruhe	12	1,5	1,5	0,8
Köln-Bonn	21	1,5	2,7	0,6
Leipzig	1	0,1	0,1	0,1
München	56	1,2	7,0	0,7
Rhein-Main	30	1,0	3,7	0,5
Rhein-Neckar	20	1,6	2,5	0,5
Ruhrgebiet	122	2,0	15,2	4,3
Saarbrücken	3	2,0	0,4	0,7
Stuttgart	183	2,6	22,8	2,6
sonst. Kreise	208	1,3	25,9	0,8

Quelle: EPO, eigene Berechnungen. – <sup>1</sup>Vgl. Tabelle 7.7.

Das skizzierte Bild weist auf eine hohe Heterogenität der Unternehmenslandschaft hin. Eine starke Präsenz von Unternehmen ist noch lange kein Garant für eine entsprechende Ballung technologischer Kompetenzen an diesem Standort. Ein ähnliches Muster zeigte sich im Übrigen auch bei der Medizintechnik.

Die dezidierten Befunde für die Verdichtungsräume sind in der **Tabelle 7.8** dargestellt. Zwei Befunde sind besonders hervorzuheben. Zum einen ist generell eine starke Konzentration auf Verdichtungsräume festzustellen. Nur ein Viertel aller Patentanmeldungen entfällt auf Erfinder in Kreisen außerhalb der Verdichtungsräume. Zum anderen konzentrieren sich die Patentaktivitäten im Wesentlichen auf zwei Regionen: dem Ruhrgebiet und dem Raum Stuttgart. Die nähere Analyse offenbart den dahinter liegenden Grund. Die Patente stehen in einem engen Zusammenhang mit den unternehmerischen Aktivitäten weniger Firmen. Im Fall Ruhrgebiet handelt es sich um die Firma Siemens und im Raum Stuttgart um die Firma Robert Bosch. Beide Regionen sind auch die einzigen, die einen Standortquotienten deutlich größer Eins haben. Bezogen auf den bundesdurchschnittlichen Wert des Verhältnisses von Patente je Forscher weist das Ruhrgebiet einen viermal höheren Wert auf. Im Raum Stuttgart ist das Verhältnis immerhin noch das 2,6 fache des Bundeswertes. Die übrigen Verdichtungsräume von NRW schneiden entweder durchschnittlich oder unterdurchschnittlich ab.

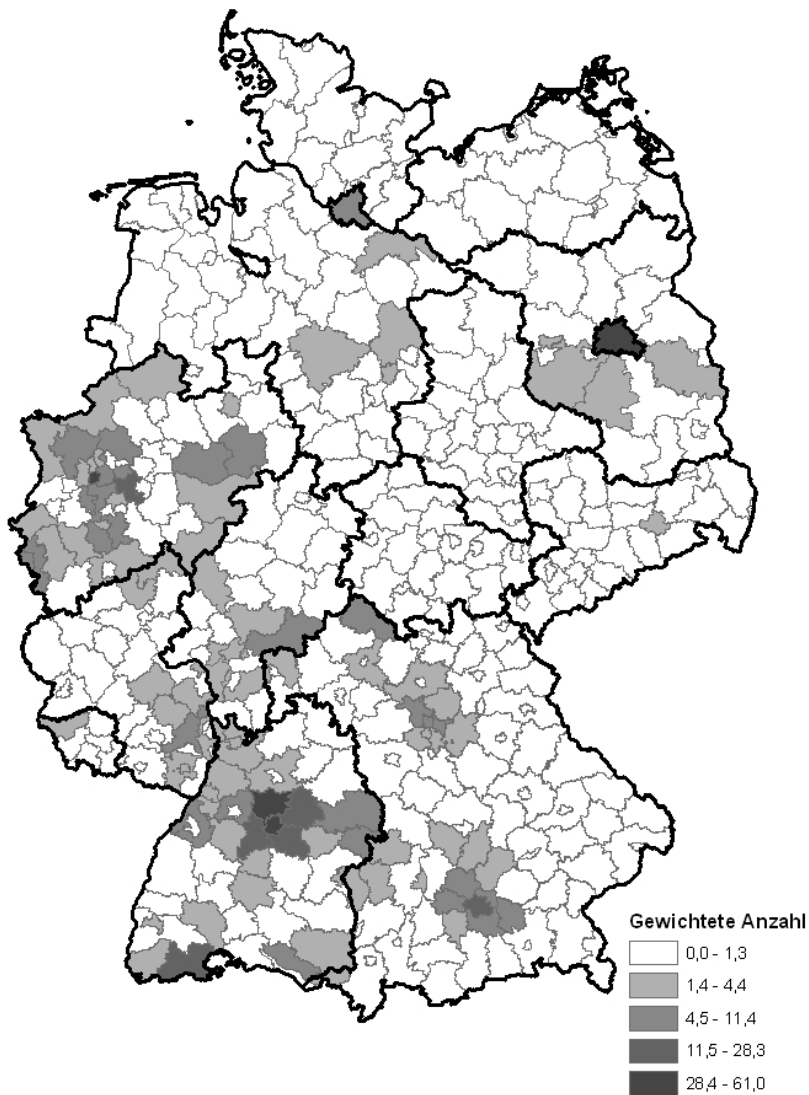
Der Blick auf die **Karte 7.4** bestärkt den Eindruck der starken Konzentration der Patentanmeldeaktivitäten auf wenige Standorte. Von den 802 Patentanmeldungen im Bereich Energieumwandlung/-effizienz in Deutschland entfallen allein 57 Anmeldungen auf Erfinder mit Sitz in Mülheim an der Ruhr. Einzig in Stuttgart ist mit einem Wert von 61 eine höhere Anzahl zu beobachten. Auffällig ist, dass in der Liste der Top 5% Kreise, gemessen an der Anzahl an Patentanmeldungen, allein sieben Kreise aus NRW zu finden sind.

Die Befunde zu den Patentaktivitäten in der Energieforschung insgesamt legen eindeutig nahe, dass NRW zusammen mit Baden-Württemberg eine führende Rolle im Hervorbringen technologischer Neuerungen hat, die zu einer Patentanmeldung führen. Die nähere Betrachtung der Patentanmelder legt eindeutig nahe, dass die starke technologische Position in der Energieforschung insbesondere durch forschungsaktive Unternehmen der Energietechnik begründet wird. Aufgrund des großen Vorsprungs von Baden-Württemberg erscheint es in naher Zukunft allerdings kaum möglich, dass NRW mehr Patentanmeldungen je Einwohner als Baden-Württemberg erzielen wird.

Karte 7.4

**EPA-Patentanmeldungen im Bereich Energieumwandlung und -effizienz nach Kreisen**

Gewichtet mit der Zahl der Erfinder; Zeitraum 2001 bis 2006



Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

### 7.5 Akquise öffentlicher Fördermittel

In Technologiefeldern, die sich besonderer Aufmerksamkeit der staatlichen Innovationspolitik erfreuen und daher auch in den Genuss ansehnlicher staatlicher Fördermittel kommen, liefert die Akquise öffentlicher Fördermittel durch Unternehmen und staatliche Forschungseinrichtungen wichtige Hinweise auf die Präsenz einschlägiger Innovationspotenziale. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die öffentliche Förderung der Entwicklung des betreffenden Feldes entscheidende Anstöße gegeben hat bzw. noch gibt. Energietechnik ist ein Beispiel dafür, wo der Staat durch Fördermaßnahmen Innovationen forcieren und in eine bestimmte Richtung lenken will. Die Förderung der Energietechnologie wird in Deutschland schon sehr lange praktiziert. Die einzelnen Förderprogramme sind eingebettet in Rahmenprogrammen, für welche die Finanzmittel entsprechend reserviert werden.

Während die Energieforschung im Segment erneuerbarer Energien im Wesentlichen an den öffentlichen Forschungseinrichtungen betrieben wird, sind Unternehmen vorwiegend im Hervorbringen technologischer Neuerungen mit dem Ziel der rationellen Energieverwendung/-umwandlung tätig. Energieversorger zeichnen sich dagegen in der Regel durch geringe Forschungsaktivitäten, gemessen am erzielten Umsatz aus. Zur Einbindung der Industrie in den Gesamtprozess der Energieforschung bietet NRW über 20 Forschungsstandorte, die sich ganz oder teilweise der Energieforschung in über 10 Technologiebereichen widmen (Forschung an nahezu jeder Hochschule). Als herausragende Zentren gelten gemeinhin das Forschungszentrum Jülich, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Köln, das Zentrum für Brennstoffzellentechnik in Duisburg oder das Max-Planck-Institut für Kohleforschung in Mülheim.

Hierfür spricht nur, dass die eine oder andere Einrichtung bereits einige Male als Patentanmelder und -inhaber in Erscheinung trat. Hinzukommen Aktivitäten mit langfristiger Ausrichtung. Mit dem Aufbau des Energieinstituts, erbaut von der E.ON und der RWTH Aachen mit einem Volumen von über 40 Mill. €, wurde ein starker Akzent am Forschungsstandort Aachen gesetzt. Weitere Aktivitäten betreffen die Errichtung eines solarthermischen Hochtemperaturkraftwerks für Test- und Demonstrationszwecke in Jülich. Diese Aktivität ist Ergebnis der Zusammenarbeit der Stadtwerke Jülich, dem DLR und der Fachhochschule Aachen Abtlg. Jülich. Die Energieforschung hat am Forschungszentrum Jülich seit Jahrzehnten Tradition. Dementsprechend sind die derzeit diskutierten Energie-Forschungsfelder Photovoltaik, Brennstoffzelle, Wasserstofftechnologie aber auch die Nukleartechnik dort ebenso vertreten. Hinzuweisen ist ferner auf den neuen Forschungsverbund „Energieforschung Ruhr GmbH“ durch Zusammenschluss

der Ruhrgebietsuniversitäten Duisburg-Essen, Bochum und Dortmund. Schließlich ist dem TÜV Köln eines von wenigen internationalen Zertifizierungszentren für Photovoltaiksysteme weltweit in NRW beheimatet.

Der kursorische Einstieg in die Forschungskompetenz lässt bereits vermuten, dass das Rheinland und mit etwas Abstand auch das Ruhrgebiet entsprechende Forschungskompetenzen aufweist. Die folgenden Tabellen zielen unter anderem darauf ab, dieser These nachzugehen. Hierzu wird sowohl ein überregionaler Vergleich als auch eine Detailbetrachtung von Unterschieden innerhalb von NRW vorgenommen. Die Tabellen unterscheiden sich einzig in der verwendeten regionalen Untergliederung.

Grundlage der Angaben bilden die individuellen Zuwendungsbescheide, die in der Förderdatenbank des Bundes – kurz *profi* – erfasst sind. Die eingeworbene Fördermittelsumme im Bereich „Energietechnologie“ wird auf die gesamte Projektlaufzeit verteilt<sup>67</sup> und anschließend auf regionaler Ebene nach dem Sitz der ausführenden Stelle aggregiert.

Einschränkend sei angemerkt, dass die Bundesförderung nur eine von vielen öffentlichen Finanzierungsquellen zur Durchführung energietechnologischer Forschung in der Wirtschaft und Wissenschaft ist. Stiftungsmittel der Deutschen Forschungsgemeinschaft sowie Bund/Ländermittel für außeruniversitäre Forschungseinrichtungen bzw. die Landesmittel für den Hochschulsektor wären noch dazuzurechnen. Die Auswertung von UFORDAT, der Umweltdatenbank des Umweltbundesamtes, zeigte jedoch auf, dass der Großteil der Fördermittel, nämlich etwa 70%, aus Bundesmitteln stammte. Diese Auswertung umfasste Forschung im Umwelt- und Energiebereich insgesamt.

Wie sind die Ergebnisse im Einzelnen zu werten? – Die Tabellen geben ausschließlich Einblick in öffentlich geförderte Vorhaben. Jeglicher Folgerung von der räumlichen Verteilung Projektfördermittel, auf die regionale Verteilung der *gesamten* Forschungsaktivitäten per Analogieschluss und die Identifizierung von Forschungsclustern auf dieser Basis ist grundsätzlich mit hoher Unsicherheit behaftet. Es sind eingeworbene Fördermittel für den gesamten Bereich der Energieforschung mit seinen drei Segmenten erneuerbare Energien, rationelle Energieumwandlung, nukleare Energieforschung. Bezugnehmend auf die einführende Betrachtung würden die projektbezogenen Mittel der Bundesförderung nach grober Rechnung etwa

---

<sup>67</sup> Die Alternative wäre die Zuordnung zum Jahr der Einwerbung. Mit einem solchen Vorgehen sind jedoch größere Sprünge in den Fördermittelsummen vorprogrammiert, die über das tatsächliche Forschungsgeschehen hinwegtäuschen.

39% der Forschungsausgaben der Unternehmen im Wirtschaftszweig 31 (Hersteller von Geräten für die Energieerzeugung und -verteilung) und 40 (Energieversorgung).

Mit einem Volumen von 960 Millionen (Mill.) € zählt die Projektförderung im Bereich Energieforschung zu den großen Einzelposten der gesamten Projektförderung. Baden-Württemberg hat mit einem Volumen von 212 Mill. € bzw. einem Anteil von 22,1% die meisten Bundesfördermittel im Zeitraum 2001 bis 2006 aller Bundesländer eingeworben (vgl. **Tabelle 7.9**) An zweiter Stelle folgt NRW mit 170 Mill. € bzw. einem Anteil von 17,7% noch vor Bayern mit 162 Mill. € (16,9%). Der Anteil dieser drei Bundesländer liegt zusammengenommen schon bei 56,7%. Während die Veränderungsrate gegenüber dem Zeitraum 1995 bis 2000 in Bayern und Baden-Württemberg bei circa 70% lag, nahmen die Fördermittel in NRW nur um 16% zu. Die südlichen Länder waren gegenüber der Vorperiode demnach mit Abstand erfolgreicher in der Erschließung zusätzlicher Bundesfördermittel als Finanzierungsquelle im Vergleich zu NRW.

Von den gut 960 Mill. € entfielen nur etwa 95 Mill. € auf Forschung im Bereich Kohle und andere fossile Energieträger. Aufgrund der vorherrschenden Kompetenzen in der Kohle-Kraftwerkstechnik überrascht es nicht, dass ein Großteil dieser Mittel, nämlich, 47,5% an Unternehmen und Institutionen in NRW geht. Der weitaus größte Teil der Fördermittel, nämlich knapp 865 Mill. € ging an Projekte im Bereich erneuerbare Energien und rationelle Energieverwendung. Von diesen Mitteln konnte NRW 14,2% für sich verbuchen.

Der Standortquotient entspricht bei allen dreien dem Durchschnitt. Das heißt, bezogen auf das gesamte Forschungspersonal handelt es sich um Einwerbungen, die dem Bundesdurchschnitt entsprechen. Eine ausgesprochen hohe Zunahme zeigte sich mit weitem Abstand in Hamburg, wenngleich von einem niedrigen Niveau ausgehend.

Unter den 16 Einwerbern mit Fördermittelabflüssen von 5 Mill. € und mehr sind mit der RWE Fuel Cells und mit dem Forschungszentrum Jülich die erwarteten Top-Einwerber aus NRW zu finden. Bayern war siebenmal und Baden-Württemberg dreimal vertreten. Bei den weiteren 40 mit mehr als zwei und weniger als 5 Mill. € eingeworbenen Mitteln, war NRW achtmal vertreten (davon eine Forschungsinstitution), Bayern 13 mal und Baden-Württemberg 14 mal. Insgesamt zeigte sich, dass Unternehmen und Forschungseinrichtungen gleichermaßen erfolgreich waren, Forschungsmittel zu erhalten. Bei den Forschungseinrichtungen handelt es sich vornehmlich um außeruniversitäre Institute.

Tabelle 7.9

**Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Energietechnik nach Bundesländern**

	Absolut in Tsd. € (2001-2006)	Veränderung gegenüber 1995-2000 (%)	Anteil in % an gesamt (2001-2006)	Standort- quotient <sup>1</sup> (2001-2006)
Baden-Württemberg	212 035	70,9	22,1	1,0
Bayern	162 115	65,7	16,9	0,9
Berlin	34 701	40,2	3,6	0,6
Brandenburg	41 737	167,6	4,4	2,8
Bremen	16 624	107,0	1,7	1,6
Hamburg	38 600	431,3	4,0	1,5
Hessen	69 862	55,0	7,3	0,9
Mecklenburg-Vorpommern	13 556	10,1	1,4	1,7
Niedersachsen	73 352	15,1	7,6	1,1
Nordrhein-Westfalen	169 597	16,0	17,7	1,0
Rheinland-Pfalz	7 785	0,9	0,8	0,2
Saarland	8 271	43,4	0,9	1,7
Sachsen	74 944	72,2	7,8	1,6
Sachsen-Anhalt	6 319	-16,9	0,7	0,4
Schleswig-Holstein	15 420	-61,8	1,6	1,1
Thüringen	14 319	44,9	1,5	0,8
Deutschland	959 239		100,0	

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. – <sup>1</sup>Für die Ermittlung des Standortquotienten wird als Bezugsgröße das gesamte Forschungspersonal (Summe aus Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) verwendet. Der Quotient ergibt sich aus dem Verhältnis Fördermittelsumme dividiert durch das gesamte Forschungspersonal (Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) für die betreffende Region geteilt durch die die entsprechende Relation für das Bundesgebiet.

Im NRW-Regionalvergleich zeigt sich die erwartete Konzentration der Mittel auf das Rheinland. Auf diese Region entfallen 71,2% der Fördermittel im Bereich Energie. Aufgrund der Präsenz der E.ON und RWE im Ruhrgebiet, kann auch das Ruhrgebiet einen großen Anteil am Fördermittelkuchen auf sich vereinen. Der Anteil dieser Region liegt bei 24,6%. Westfalen ist dagegen praktisch bedeutungslos bei der Einwerbung der Projektförderung des Bundes im Bereich Energieforschung.

Die Darstellung nach Verdichtungsräumen findet sich in der **Tabelle 7.10**. Die Verdichtungsräume werben etwa 65% der gesamten Fördermittel ein. Den größten Anteil an diesen Fördermitteln haben die NRW Verdichtungsräumen Aachen mit 7,8% und das Ruhrgebiet mit 3,8%. Bedingt durch andere Forschungsschwerpunkte spielen Forschungsmittel in der Energieforschung im Raum Bielefeld keine Rolle. Eine deutliche Zunahme im Vergleich zum Zeitraum 2001 bis 2006 zeigt sich vor allem in Aachen mit einem Zuwachs von knapp 60%, aber auch im Ruhrgebiet mit immerhin noch knapp 40%. Im Köln-Bonner Raum gingen die Mittel dagegen stark zurück, in Düsseldorf-Wuppertal stagnierten sie wenigstens noch. Mit einem Standortquotienten von 3,9 erwies sich nur Aachen im Vergleich zum Bundesge-



biet bei der Energie als weit überdurchschnittlich einwerbungsstark. Im Ruhrgebiet entsprach der relative Einwerbungserfolg (Einwerbung bezogen auf gesamtes Forschungspersonal) in etwa dem Bundesdurchschnitt.

Eine ähnliche Größenordnung bei den eingeworbenen Mitteln wie Aachen haben Berlin mit einem Anteil von 7,4%, München mit 8%, Stuttgart mit 7,1%. Eine deutlich über dem Durchschnitt liegende Veränderungsrate gegenüber dem vorherigen Zeitraum wies dabei nur Berlin auf. Der Standortquotient entspricht in Berlin dem Durchschnitt, in München und Stuttgart liegt er sogar unter Eins. Das heißt, obwohl die Finanzmittel, die sie für Energieforschung eingeworben haben, beträchtlich waren, liegt die relative Einwerbungssumme sogar unter dem Bundesdurchschnitt. Selbst im Ruhrgebiet ist die Einwerbungssumme noch leicht überdurchschnittlich.

Tabelle 7.10

**Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Energietechnik nach Verdichtungsräumen**

Verdichtungsraum	Absolut in Tsd. € (2001-2006)	Veränderung gegenüber 1995-2000 (%)	Anteil in % an gesamt (2001-2006)	Standort- quotient <sup>1</sup> (2001-2006)
Aachen	70 006	59,4	7,3	3,9
Berlin	70 911	100,9	7,4	1,0
Bielefeld	827	-19,8	0,1	0,1
Bremen	8 097	11,9	0,8	0,8
Chemnitz	46 668	176,9	4,9	4,5
Dresden	23 365	41,6	2,4	1,2
Düsseldorf-Wuppertal	23 616	5,8	1,5	0,4
Erlangen-Fürth-Nürnberg	24 550	27,7	2,6	0,9
Hamburg	40 340	287,6	4,2	1,2
Hannover	31 025	217,0	3,2	2,3
Karlsruhe	16 526	71,8	1,7	0,9
Köln-Bonn	27 504	-37,9	2,9	0,7
Leipzig	1 494	-68,8	0,2	0,2
München	76 882	45,8	8,0	0,8
Rhein-Main	19 488	0,5	2,0	0,3
Rhein-Neckar	10 736	15,5	1,1	0,2
Ruhrgebiet	41 790	38,4	3,8	1,1
Saarbrücken	8 271	43,4	0,9	1,7
Stuttgart	68 407	55,6	7,1	0,8
sonst. Kreise	348 977	29,3	36,4	1,2

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. – 1 Vgl. *Tabelle 7.10*.

Einen Schritt weiter geht die Auswertung in der ***Tabelle 7.11***. Hier sind die führenden Kreise in der Einwerbung der Bundesfördermittel im Bereich Energietechnik angegeben. In den Top 5% Kreisen (22 von 439) finden sich allein sechs aus NRW. Zu den ersten gehört der Kreis Düren (Verdichtungsraum Aachen) mit einem Anteil von 4,5%, während die Stadt Aachen und der Kreis Aachen zum unteren Drittel der Liste gehören. Hier finden sich auch andere NRW-Kreise wie Bonn, Essen und Köln mit Anteilen zwi-

schen 1,5% und 2%. Die Veränderungsrate betrug gut 30%, bei Düren etwa 40%. Mit einem Wert von 16,2 weist Düren einen extrem hohen Standortquotienten auf. Dies belegt einmal die Schwerpunktbildung im Bereich Energieforschung. Bonn ist mit einem Wert von 2,7 noch deutlich über dem Durchschnitt, die andern leicht über dem Durchschnitt. Von den Kreisen anderer Bundesländer dominieren im oberen Drittel bei der Einwerbung der Fördermittel die Stadt Freiburg im Breisgau sowie Stuttgart, Freiberg in Sachsen, Hamburg und München. Die erhebliche Fördermitteleinwerbung von Freiburg wird maßgeblich vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) getragen.

Tabelle 7.11

**Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Energietechnik – Top 5% Kreise**

Name	Absolut in Tsd. € (2001-2006)	Veränderung gegenüber 1995-2000 (%)	Anteil in % an gesamt (2001-2006)	Standortquotient <sup>1</sup> (2001-2006)
Freiburg im Breisgau, Stadt	67 272	72,6	7,0	12,3
Stuttgart, Landeshauptstadt	62 505	54,0	6,5	1,2
Düren, Kreis	42 809	40,4	4,5	16,2
Freiberg, Landkreis	40 400	246,9	4,2	13,1
Hamburg, Freie und Hansestadt	38 600	431,3	4,0	1,5
München, Landkreis	38 493	97,5	4,0	4,4
München, Landeshauptstadt	35 552	9,9	3,7	0,5
Berlin, Stadt	34 701	40,2	3,6	0,6
Region Hannover	30 987	223,5	3,2	2,4
Potsdam, Stadt	27 478	561,0	2,9	11,8
Aschaffenburg, Landkreis	24 891	42,8	2,6	24,4
Dresden, Stadt	23 065	41,8	2,4	1,9
Waldeck-Frankenberg, Landkreis	22 989		2,4	33,7
Kassel, Stadt	22 934	4,9	2,4	14,8
Erlangen, Stadt	22 017	20,4	2,3	1,4
Aachen, Stadt	17 841	33,4	1,9	1,4
Bonn, Stadt	14 077	32,4	1,5	2,7
Essen, Stadt	13 362	31,1	1,4	1,5
Ulm, Universitätsstadt	11 957	32,8	1,2	1,3
Karlsruhe, Stadt	11 797	51,1	1,2	1,7
Köln, Stadt	10 609	-57,2	1,1	0,8
Aachen, Kreis	9 356		1,0	6,3

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. – <sup>1</sup>Vgl. *Tabelle 7.10*

Bei Betrachtung aller NRW Kreise zeigt sich, dass sich das Einwerben dieser Mittel in höherem Umfang auf wenige Kreise konzentriert (vgl. **Tabelle 7.12**). Allein 25% der in NRW eingeworbenen Bundesfördermittel entfallen auf den Kreis Düren, 10,5% auf die Stadt Aachen, weitere 5,5% auf den Landkreis Aachen. Die Städte Bonn und Köln gehören ebenfalls zu den Spitzenreitern mit 8,3% und 6,3%. In einer Spitzenposition befindet sich ebenfalls Essen mit 7,9%. In den anderen Ruhrgebietskreisen bzw. kreisfreien Städten spielt Bundesförderung eine geringe Rolle.

Tabelle 7.12

**Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Energietechnik –NRW Kreise**

Name	Absolut in Tsd. € (2001-2006)	Veränderung gegenüber 1995- 2000 (%)	Anteil in % an gesamt (2001-2006)	Standort- quotient <sup>1</sup> (2001-2006)
Düren, Kreis	42 809	40,4	25,2	91,8
Aachen, Stadt	17 841	33,4	10,5	7,9
Bonn, Stadt	14 077	32,4	8,3	15,2
Essen, Stadt	13 362	31,1	7,9	8,4
Köln, Stadt	10 609	-57,2	6,3	4,3
Aachen, Kreis	9 356	15378,8	5,5	35,6
Düsseldorf, Stadt	7 901	108,3	4,7	5,1
Mülheim an der Ruhr, Stadt	6 990	247,7	4,1	29,2
Remscheid, Stadt	5 650	0,0	3,3	14,7
Dortmund, Stadt	5 590	24,1	3,3	8,0
Mettmann, Kreis	4 197	-38,2	2,5	4,9
Gelsenkirchen, Stadt	4 046	-15,5	2,4	26,6
Bochum, Stadt	2 683	-52,3	1,6	3,9
Paderborn, Kreis	2 382	238,2	1,4	4,0
Neuss, Kreis	2 280	4004,7	1,3	3,8
Siegen-Wittgenstein, Kreis	2 136	308,7	1,3	7,1
Duisburg, Stadt	2 008	398,8	1,2	3,7
Wuppertal, Stadt	1 891	1626,2	1,1	2,1
Oberhausen, Stadt	1 874	75,7	1,1	8,5
Wesel, Kreis	1 772	255,7	1,0	8,2
Oberbergischer Kreis	1 423	-21,7	0,8	4,5
Ennepe-Ruhr-Kreis	1 226	412,8	0,7	2,3
Krefeld, Stadt	1 182	-89,0	0,7	0,9
Hagen, Stadt	973	508,8	0,6	4,0
Unna, Kreis	851	77,5	0,5	5,3
Rhein-Sieg-Kreis	634	-65,3	0,4	1,1
Euskirchen, Kreis	400	76,7	0,2	2,6
Hochsauerlandkreis	373	-43,4	0,2	5,5
Warendorf, Kreis	360	0,0	0,2	1,4
Erftkreis	317	-78,0	0,2	0,7
Bielefeld, Stadt	315	141,9	0,2	0,7
Märkischer Kreis	300	0,0	0,2	0,4
Lippe, Kreis	251	-31,0	0,1	1,3
Recklinghausen, Kreis	236	163,9	0,1	0,6
Soest, Kreis	236	-77,0	0,1	0,4
Viersen, Kreis	194	-65,5	0,1	0,9
Hamm, Stadt	144	87,2	0,1	1,7
Höxter, Kreis	123	-55,9	0,1	7,5

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. – <sup>1</sup>Vgl. *Tabelle 7.10.*

Die nähere Analyse der Einwerber weist auf eine hohe Zahl forschender Unternehmen und Einrichtungen in NRW hin, die Fördermittel einwerben konnten. Circa 150 Einrichtungen und Unternehmen aus NRW partizipierten im Zeitraum von 2001 bis 2006 von der Bundesförderung. Ferner zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen dem Rheinland und das Ruhrgebiet in Bezug auf die institutionelle Herkunft der Einwerber. Während im Ruhrgebiet vor allem Unternehmen in der Akquise öffentlicher Fördermittel engagiert sind, sind es im Rheinland hauptsächlich die öffentlichen Forschungszentren (FZ Jülich, DLR Köln, RWTH Aachen). Neben der bereits erwähnten RWE Fuel Cells sind für das Ruhrgebiet die STEAG, E.ON Kraftwerke, Siemens AG, Shell Solar und die WILO AG maßgeblich am Einwer-

bungserfolg des Verdichtungsraums Ruhrgebiet beteiligt. Im Ranking der Universitäten würde die RWTH Aachen vor der Uni Duisburg-Essen und vor der Ruhr-Universität Bochum liegen.

Die Befunde zur Fördermitteleinwerbung weisen auf starke Forschungskompetenzen im Rheinland und im Ruhrgebiet hin. Es ergibt sich keineswegs eine Konzentration der Fördermitteleinwerbungen weder auf sehr wenige Einwerber noch auf eine handvoll Kreise. Im Gegenteil, die Fördermittelvergabe im Bereich Energietechnologie scheint konsequent den Anspruch einer Breitenförderung aufzuweisen. Im Hinblick auf das Abschneiden bei den Fördermitteleinwerbungen würde NRW auf Platz drei liegen und derzeit nicht als Energieforschungsland Nr. 1 bezeichnet werden können. Gleichwohl ist bei der Interpretation der Fördermittelzahlen Vorsicht geboten. So können erhebliche Mitteleinwerbungen eines einzelnen Akteurs – wie im Fall Freiburg – zu einer erheblichen Änderung der regionalen Verteilung der Fördermittel führen.

Die starke Einbindung der Industrie in die Energieforschung findet auch ihren Widerhall in der Teilnahme an Kompetenznetzwerken. Durch direkte Einbindung verschiedenster Akteure soll die Basis für einen besseren Austausch zwischen Wissenschaft und Wirtschaft gelegt werden. Dieser Austausch kann die Weitergabe informellen Wissens fördern oder aber auch gemeinsame Projekte initiieren. Mit der frühzeitigen Einbindung der Akteure der gesamten Wertschöpfungskette, so die Hoffnung, kann Innovationsprozess effizienter und zielgerichteter gestaltet werden.

Die Spannweite des Engagements in solchen Netzwerken ist naturgemäß sehr groß. Sie kann von reinen Absichtserklärungen bis hin zur Bereitstellung finanzieller Mittel reichen. Die Identifizierung teilnehmender Akteure kann jedoch dazu dienen, einen Eindruck über potenzielle Schlüsselakteure in der Energieforschung im Land zu erhalten (**Übersicht 7.2**).

*Im Kompetenz-Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW* arbeiten 300 Forschungseinrichtungen und Unternehmen zusammen, um die Brennstoffzellen und Wasserstofftechnik entlang der gesamten Wertschöpfungskette auf- und auszubauen, begleitet durch eine zielgerichtete Grundlagenforschung.

## Übersicht 7.2

**Kompetenznetzwerke Energie in NRW****Kompetenz-Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW**

Zusammenarbeit von 300 Forschungseinrichtungen und Unternehmen um Brennstoffzellen und Wasserstoff-technik entlang der gesamten Wertschöpfungskette auf- und auszubauen

Mitglieder sind u.a.	<b>Forschungseinrichtungen</b>	<b>Unternehmen</b>
	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.	Bayer Technology Services GmbH Leverkusen
	FH Gelsenkirchen Energieinstitut	Deutsche Steinkohlen AG Herne
	Forschungszentrum Jülich Institut für Werkstoffe und Verfahren der Energietechnik	E.ON Engineering Gelsenkirchen
	Zentrum für Brennstoffzellentechnik an der Universität Duisburg	E.ON Ruhrgas Essen
	Fraunhofer Institute für Lasertechnik und für Produktionstechnologie Aachen	E.ON Ruhrgas Dorsten
	Gaswärme-Institut Essen	FEW Motorentechnik GmbH Aachen
	IUTA Institut für Umwelt- und Energietechnik Duisburg-Rheinhausen	G.A.S-Energietechnik GmbH Krefeld
	Ruhr-Uni Bochum mehrere Institute	IDATECH Fuels Cells GmbH Essen

**Kompetenz-Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW**

Zusammenarbeit von 300 Forschungseinrichtungen und Unternehmen um Brennstoffzellen und Wasserstoff-technik entlang der gesamten Wertschöpfungskette auf- und auszubauen

RWTH Aachen mehrfach	RWE Energy AG Dortmund
Universität Duisburg-Essen mehrfach	RWE Fuel Cells GmbH Essen
Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UM-SICHT Oberhausen	STEAG Encotec GmbH Essen

**Kompetenz-Netzwerk Kraftwerkstechnik NRW**

Mitglieder: über 350 Experten aus über 150 Unternehmen und Einrichtungen, die die gesamte Wertschöpfungskette der Branche abdecken.

Arbeitspaket: Fortschrittliche Kraftwerkstechnologien (700 Grad Kraftwerk) sowie Optionen zukünftiger Energieversorgung CO<sub>2</sub>-armes Kraftwerk)

RWTH Aachen	E.ON Energie AG
Forschungszentrum Jülich	RWE Power AG
Universität Duisburg Essen	STEAG GmbH
	Siemens AG
	ALSTOM Power AG

**Kompetenz-Netzwerk Kraftstoffe der Zukunft NRW**

500 Mitglieder unterstützen Initiativen und Projekte, die den effizienten Einsatz vorhandener und die Stärkung erneuerbarer Energien in allen Bereichen der Mobilität zum Ziel haben

Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik Dortmund	Deutsche BP AG Bochum
Fraunhofer Institut Umsicht Oberhausen	E.ON Ruhrgas
RWTH Aachen zwei Institute	DGMK
	FEW Motorentechnik
	Ford Werke Köln
	MAN Nutzfahrzeuge
	Uhde GmbH Dortmund

---

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

---

*Das Kompetenz-Netzwerk Biomasse NRW* ist ein Zusammenschluss von Akteuren, die ein Forum für den Austausch von Erfahrungen und innovative Ansätze im Bereich energetischen Nutzung von Biomasse anbieten. Zu den initiierten Projekten gehören u.a. eine Biogasanlage als Demonstrationsanlage für biologische Abfällen (Integrierte Methanisierung und Kompostierung) sowie das RegioÖl (Modellprojekt zur Nutzung von Pflanzenöl als Substitut fossiler Energieträger) und der Blaue Turm Herten (Gestufte Reformierung zur Vergasung von biogenen Reststoffen).

Im *Kompetenz-Netzwerk Kraftwerkstechnik NRW* haben sich Kraftwerksbauer, -betreiber, Zulieferer, Komponentenhersteller, Werkstoffexperten und Wissenschaftler, insgesamt über 350 Experten aus über 150 Unternehmen und Einrichtungen zusammengefunden. Sie decken die gesamte Wertschöpfungskette der Branche ab. Arbeitsschwerpunkte sind fortschrittliche Kraftwerkstechnologien (700 Grad Kraftwerk) sowie Optionen zukünftiger Energieversorgung CO<sub>2</sub>-armes Kraftwerk)

Im *Kompetenz-Netzwerk "Kraftstoffe der Zukunft"* der EnergieAgentur.NRW bündelt das Land alle Aktivitäten im Bereich innovativer Antriebe und zukunftsfähiger Kraftstoffe. Mit mehr als 500 Partnern unterstützt das Netzwerk Initiativen und Projekte, die den effizienten Einsatz vorhandener und die Stärkung erneuerbarer Energien in allen Bereichen der Mobilität zum Ziel haben.

In den Netzwerken finden sich auf der Unternehmensweite neben den großen Energieversorgern wie RWE und E.ON, Unternehmen der Chemischen Industrie Bayer (Leverkusen), unterschiedlichste Anlagen- und Maschinenbauer wie die STEAG GmbH (Essen) und die FEW Motorenteknik (Aachen), Niederlassungen großer US-Unternehmen wie IDATECH Fuels Cells GmbH (Essen), im Netzwerk Kraftstoffe der Zukunft ergänzend Unternehmen der Mineralölverarbeitung wie die Deutsche BP AG Bochum und des Fahrzeugbaus wie die Fordwerke Köln und MAN Nutzfahrzeuge. Auf der Forschungsseite sind vertreten die großen Forschungseinrichtungen wie das Forschungszentrum Jülich, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, sowie Fraunhofer Institute u.a. für Lasertechnik und Produktionstechnologie in Aachen und UMSICHT in Oberhausen, darüber hinaus spezifische ausgerichtete Institute wie das Gaswärme-Institut Essen. Daneben gehören zu den Mitgliedern Universitätsinstitute u.a. der RWTH Aachen, der Ruhr-Universität Bochum und der Universität Duisburg Essen.

#### **7.6 Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen**

Die Analyse der technologischen Potenziale erfährt mit der Fokussierung auf ausgewählte Charakteristika befragter öffentlicher Forschungseinrich-

tungen eine weitere Vertiefung. Insgesamt 48 Forschungseinrichtungen, unter ihnen zwei außeruniversitäre Einrichtungen, haben ihren Forschungsschwerpunkt im Technologiefeld Energietechnik (vgl. **Tabelle 7.13**). Die außeruniversitären Einrichtungen befinden sich allesamt im Ruhrgebiet. Da die Einrichtungen jedoch vergleichsweise klein sind, sind die Ergebnisse recht robust, wenn nur Hochschulen betrachtet werden.

Tabelle 7.13

**Auswertbare Fragebögen der Energietechnik-Forschungseinrichtungen nach Art der Einrichtung**

Anzahl	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Außeruniversitäre Forschungseinrichtung	0	2	0
Universität/Fachhochschule	14	23	9
Summe	14	25	9

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.

Tabelle 7.14

**Finanzierungsquellen der Energietechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anteil in % am Forschungsbudget insgesamt

	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Öffentliche Grundmittel	29,2	43,2	27,1
Stiftungsmittel	14,2	6,9	65,2
Drittmittel aus öffentlich geförderten Vorhaben mit Teilfinanzierung der Wirtschaft	12,5	12,6	1,2
Drittmittel aus öffentlich geförderten Vorhaben ohne Teilfinanzierung der Wirtschaft	22,1	19,1	2,9
Auftragsforschung für die Wirtschaft	22,1	17,8	2,9
Lizenz Erlöse	0,0	0,4	0,6
Insgesamt	100,0	100,0	100,0

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006).

Energietechnik-Institute im Rheinland und im Ruhrgebiet zeichnen sich durch einen deutlich höheren Finanzierungsanteil an Drittmitteln im Vergleich zu westfälischen Einrichtungen aus (vgl. **Tabelle 7.14**). Der Drittmittelanteil der westfälischen Einrichtungen liegt im Schnitt bei gerade einmal 7% liegt. Aber auch zwischen dem Rheinland und dem Ruhrgebiet zeigen sich einige Unterschiede. Die Finanzierungsstruktur der rheinischen Forschungseinrichtungen ist ausgewogener. Öffentliche Grundmittel stellen in beiden Großregionen zwar den größten Einzelposten dar. Mit einem Anteil von 29,2% im Rheinland ist dieser aber deutlich geringer als im Ruhrgebiet (43,2%). Demgegenüber ist sowohl der Anteil der Stiftungsmittel sowie der Anteil aller übrigen Drittmittelquellen im Rheinland höher.

Die Häufigkeit der Zusammenarbeit mit den Forschungseinrichtungen anderer Institutionen gibt Aufschluss über die räumliche und akteursbezogene Netzwerkeinbindung der Forschungseinrichtungen. Dazu sind in **Tabelle 7.15** die Häufigkeiten der Durchführung eines Projekts in Kooperationen und der Arten der kooperierenden Institutionen aufgeführt. In allen drei Regionen NRWs werden Projekte nur gelegentlich oder im Falle Westfalens sogar selten ohne Partner durchgeführt.

Tabelle 7.15

**Häufigkeit der Zusammenarbeit mit externen Partnern der Energietechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Antwortkategorien: 1=sehr häufig ... 5=nie

	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Projekte werden ohne Partner bearbeitet	3+	3	4
<i>Wenn kooperiert wird, dann mit ...</i>			
Anderen Abteilungen/Einrichtungen der selben Institution	2-	3	1-
Abteilungen/Institute anderer Hochschulen	3+	2	2
Abteilungen/Institute anderer außeruniversitärer Einrichtungen	2-	3+	4+
Unternehmen	1-	2-	3-
Darunter Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten	2-	3+	3-

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006), Mehrfachnennungen möglich. – Da es sich bei den Antwortkategorien um geordnete, ordinale Ausprägungen handelt, wurden nicht die berechneten durchschnittlichen Werte sondern die sich daraus ergebenden „Noten“ angegeben (z.B. 1 = 1+; 1,1-1,3 = 1 usw.).

Während für Forschungseinrichtungen der Energietechnik, die im Ruhrgebiet angesiedelt sind keine bevorzugten Kooperationspartner aus den Befragungsergebnissen erkennbar sind, so lässt sich für Westfalen feststellen, dass am häufigsten mit Abteilungen der eigenen Institution zusammengearbeitet wird. Hingegen geben rheinländische Institute an, die meisten Partner in der Wirtschaft zu finden. Es ergibt sich somit insofern ein stimmiges Bild mit den in **Tabelle 7.14** aufgefundenen Finanzierungsunterschieden. Westfälische Institute der Energietechnik arbeiten dagegen weitaus seltener mit Partnern aus der Wirtschaft zusammen und realisieren auch nur einen marginalen Anteil ihrer Geldmittel aus Auftragsforschungen für die Wirtschaft.

Die regionale Herkunft der externen Partner ist in **Tabelle 7.16** nach den drei NRW Regionen aufgeführt. Sowohl die Einrichtungen im Ruhrgebiet als auch im Rheinland kooperieren häufiger mit Akteuren aus dem Ausland als westfälische Einrichtungen. Dagegen sind westfälische Einrichtungen tendenziell stärker mit Akteuren aus NRW und dem lokalen Umfeld vernetzt.



Tabelle 7.16

**Regionale Herkunft externe Partner von Energietechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anteile in %

	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
<i>Abteilungen/Institute anderer Hochschule</i>			
Ausland	24,0	20,5	14,9
Andere Bundesländer	8,3	8,7	20,9
NRW	6,2	9,6	5,2
<i>Abteilungen/Institute anderer außeruniversitärer Forschungseinrichtungen</i>			
Ausland	4,7	10,8	0,8
Andere Bundesländer	6,1	4,2	6,0
NRW	4,5	4,6	6,7
<i>Unternehmen (in Klammern davon Anteile der Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten)</i>			
Ausland	8,0 (10,2)	6,9 (18,2)	6,0 (0,0)
Andere Bundesländer	13,8 (33,7)	15,1 (24,2)	11,2 (20,0)
NRW	24,4 (60,4)	19,7 (50,8)	28,4 (57,9)
<b>Summe</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.

Die Vernetzung der Forschungseinrichtungen, die ihren Schwerpunkt in der Energietechnik haben, fällt in den drei Regionen sehr unterschiedlich aus. Im Rheinland und Ruhrgebiet haben relativ zu Westfalen viele Mitarbeiter einer Forschungseinrichtung zugleich einen Sitz im Aufsichtsrat eines Unternehmens oder im wissenschaftlichen Beirat einer FuE-Einrichtung, in Westfalen ist das im Durchschnitt maximal jeder zweihundertste Mitarbeiter (vgl. **Tabelle 7.17**). Werden jedoch die Forschungsaufenthalte im In- und Ausland der Mitarbeiter betrachtet, so ist erkennbar, dass die westfälische Energietechnik nicht etwa schlechter vernetzt wäre, sondern in Einklang mit ihrer weniger starken Ausrichtung auf die Wirtschaft eine andere Art der Vernetzung im Vordergrund steht. Immerhin verfügen die westfälischen Institute über überdurchschnittlich viele Mitarbeiter mit Forschungsaufenthalten im In- und auch im Ausland. Auch bei der Aufnahme von Gastwissenschaftlern ist Westfalen zusammen mit dem Ruhrgebiet führend, während hier im Rheinland nur sehr niedrige Werte erreicht werden.

Tabelle 7.17

**Vernetzung der Mitarbeiter der Mitarbeiter in Energietechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl bezogen auf 100 wissenschaftliche Mitarbeiter (Durchschnitt der Jahre 2004 bis 2006)

	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
<i>Mitarbeiter, die ... sind</i>			
Gesellschafter einer Unternehmung	1,7	0,3	0,0
im Aufsichtsrat einer Unternehmung	1,8	4,2	0,5
im wissenschaftlichen Beirat einer FuE-Einrichtung	2,2	1,7	0,5
<i>Mitarbeiter mit Forschungsaufenthalten</i>			
Insgesamt	11,1	17,5	55,8
Im Ausland	7,0	11,4	43,2
<i>Gastwissenschaftler</i>			
Insgesamt	15,1	52,9	53,8
Aus dem Ausland	14,4	45,2	43,7

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006), Mehrfachnennungen möglich.

Tabelle 7.18

**Wissenschaftliche Arbeiten in Energietechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl bezogen auf 100 wissenschaftliche Mitarbeiter (Durchschnitt der Jahre 2004 bis 2006)

	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Promotionen	36,5	46,3	42,6
Habilitationen	1,8	1,6	1,5
<i>Veröffentlichungen in</i>			
Referierten Fachzeitschriften	201,4	300,2	230,0
Nicht-Referierten Fachzeitschriften	6,0	64,5	42,1
Sammelbänden/Handbüchern	8,5	11,0	9,6
Tagungsbänden	59,5	145,1	84,8
Monographien	26,6	6,4	10,7

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.

Aus dem bisher Gesagten lässt sich bereits vermuten, dass die Publikations-tätigkeit im Rheinland im Vergleich zu den anderen beiden Regionen wohl am geringsten ausfallen dürfte. Der Blick in **Tabelle 7.18** bestätigt diese Vermutung, das Ruhrgebiet ist in fast allen Veröffentlichungsarten am stärksten, gefolgt von Westfalen. Im Rheinland, wo eine engere Verknüpfung mit der Wirtschaft aufgefunden wurde ist die Publikationsquote genauso wie die Anzahl an Promotionen pro 100 Mitarbeiter am niedrigsten. Schließlich steht das Ruhrgebiet im Bereich der Energietechnik auch im Hinblick auf Patentanmeldungen sehr gut da. Während beim Deutschen Patent- und Markenamt nur 3,1 bzw. 2,5 Patente je Mitarbeiter im Rheinland bzw. in Westfalen angemeldet wurden, so kamen im Durchschnitt For-

schungseinrichtungen im Ruhrgebiet auf 12,9 Patente. Das Gleiche Verhältnis besteht auch bei den europäischen Patenten (vgl. **Tabelle 7.19**).

Tabelle 7.19

**Patentanmeldungen von Mitarbeitern an Energietechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl bezogen auf durchschnittliche Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006)

	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Deutsches Patent- und Markenamt	3,1	12,9	2,5
Europäisches Patentamt	0,6	6,4	0,5
Sonstige	0,0	0,2	0,0

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006), Mehrfachnennungen möglich.

In der **Tabelle 7.20** sind schließlich die Angaben zur Inanspruchnahme von Service-Diensten angegeben. Im Vergleich zu anderen Zukunftsfeldern nehmen die Energietechnik-Institute deutlich weniger Dienstleistungen externer Partner in Anspruch. Auffällig ist jedoch die starke Vernetzung mit den Forschungsvereinigungen der AiF. Dies deutet darauf hin, dass energie-technische Fragestellungen Ansatzpunkte für Forschungsprojekte der industriellen Gemeinschaftsforschung bieten.

Tabelle 7.20

**Inanspruchnahme von Service-Diensten von Energietechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anteile in %

	Ergebnis- transfer in die Wirt- schaft	Fund- raising	Existenz- gründung	Patentie- rung	Sonstiges
Interne Beratung (u.a. Technologietransferstelle)	35,4	55,7	25,7	49,5	0,0
TGZ	1,3	8,1	1,3	0,0	0,0
IHK/HWK/RKW	10,3	1,3	11,8	0,0	0,0
FV der AiF	27,4	40,0	4,2	0,0	2,2
Sonstige	0,0	8,4	1,8	3,5	0,0

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Zahl der Beobachtungen mit gültigen Angaben: 29, Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006).

Die Befunde bestätigen klar und eindeutig eine starke Vernetzung der Institute im Rheinland und mit etwas Abstand auch im Ruhrgebiet mit der Wirtschaft. Diese starke Anwendungsorientierung hat auf der Kehrseite eine etwas geringere Publikations- und Patenttätigkeit der Institute im Rheinland zufolge. Trotz der starken Vernetzung mit der Wirtschaft zeigt sich eine solche Diskrepanz für die Ruhrgebietseinrichtungen in geringerem

Ausmaß. Die Befunde gehen in dieselbe Richtung wie die Erkenntnisse zur regionalen Verteilung der Bundesfördermittel der direkten Projektförderung. Einmal mehr zeigt sich, dass es neben dem Schwerpunkt in Aachen und Köln auch eine Reihe von Einrichtungen im Ruhrgebiet gibt, die sich mit den Einrichtungen im Aachener Raum messen können.

### 7.7 Zwischenfazit

Die Diskussion um die Klimaerwärmung und deren vermutete ökonomischen, ökologischen und sozialen Konsequenzen definiert eine Ausgangskonstellation, die ein aktives staatliches Handeln erfordert. Diese sollen dazu beitragen, Energieeinsparungen und Emissionsreduzierungen durch energiesparendes Verhalten und den Einsatz technologiebasierter Güter zu erzielen.

Das Thema Energie hat in NRW aus naheliegenden Gründen – Stichwort: Montankomplex – seit Jahrzehnten große Aufmerksamkeit in der Politik und der öffentlichen Meinung in NRW gefunden. Dies gilt bis in die Gegenwart hinein, wobei sich im Zeitverlauf drastisch wandelnde Akzentsetzungen und auch Dissenzen über wichtige Einzelfragen (z.B. Atomenergie, Braunkohleabbau, Steinkohleförderung) ergeben haben. Nicht zuletzt leistet die in NRW ansässige Energieversorgungsbranche einen großen Beitrag zur Gesamtenergieerzeugung in der Bundesrepublik.

Auf das Hervorbringen energietechnologischer Neuerungen ruhen die Erwartungen, den erwähnten Ziele der rationellen Energieverwendung und Emissionsreduktion ein großes Stück näher zu kommen. Das Land NRW strebt dabei an, das Energieforschungsland Nr. 1 in Deutschland zu werden. Die von uns vorgenommenen Analysen geben nicht nur Aufschluss über regionale Innovationspotenziale in- und außerhalb von NRW. Diese erlauben es aber auch, sich einer Beurteilung des Erreichens der Zielvorgabe zum heutigen Stand zu nähern.

Für die Durchführung der Energieforschung kommen im Wesentlichen drei Gruppen von Akteuren in Betracht: Wissenschaft (Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen), Energietechnik-Anbieter und Energieversorgungsunternehmen. Eine ausschließliche Fokussierung auf die öffentlichen Forschungseinrichtungen, wie sie teilweise zu erkennen ist, greift zu kurz. Dies ließe sich auch nicht mit der Begründung rechtfertigen, dass die Forschungsaktivitäten der Versorgungsunternehmen sehr gering ausfallen. Ein Beispiel jüngerer Datums, die gemeinsame Gründung des E.ON Forschungsinstitut Energie der E.ON AG und der RWTH Aachen, mag exemplarisch für die nicht zu unterschätzende Rolle der Energiedienstleister/-versorger stehen. Dieser Schritt deutet auf eine Rückbesin-

nung der Energieversorger auf ihren Beitrag zur technischen Entwicklung hin und es lässt hoffen, dass diesem Beispiel weitere folgen werden. Nicht zuletzt kommt es auf die Energieversorger an, Emissionsreduzierungen mit modernster Kraftwerkstechnik zu erzielen und das anvisierte Ziel des ausgewogenen Energiemix in der Energiezeugung zu erreichen.

Bezüglich Letzterem kommen wir zu dem Befund, dass NRW in Teilbereichen der regenerativen Energieerzeugung stark engagiert ist, in anderen hingegen unterdurchschnittlich vertreten ist. Grundlage dieser Einschätzung ist ein Vergleich wichtiger Eckdaten mit anderen Ländern, insbesondere aber mit Baden-Württemberg. In der Biodieselproduktion erreicht NRW einen Anteil in Höhe von 17% an der gesamtdeutschen Produktion dieses Kraftstoffs. Der Anteil ist damit gut doppelt so hoch wie der Baden-Württembergs. Auch im Bereich der regenerativen Stromerzeugung kann NRW einen leicht höheren Anteil als Baden-Württemberg erreichen. Demgegenüber sind für NRW unterdurchschnittliche Anteile an der Energieerzeugung im regenerativen Wärmemarkt auszumachen.

Die Bewertung technologischer Potenziale stützt sich – mangels hinreichend verfügbarer Angaben zu Forschungsausgaben – im Wesentlichen auf Auswertungen der Patentstatistiken. In Ergänzung dazu geben die Auswertungen aus den Fördermitteldaten einige interessante Einsichten in Förderungsschwerpunkte des Bundes. Dabei gilt es zu prüfen, inwieweit diese deckungsgleich mit den vorhandenen technologischen Potenzialen sind.

Im Teilbereich der erneuerbaren Energien weist Baden-Württemberg von jeher die höchste Zahl an Patentanmeldungen aller Bundesländer auf. Gerade hier kann NRW aber auf deutliche Zuwächse in den vergangenen Jahren zurückblicken. NRW gelang es nicht nur Bayern zu überholen, sondern sogar mit Baden-Württemberg gleichzuziehen. Für NRW wurde ein Anteil von 21,9% an den Patentanmeldungen (gewichtet mit der Zahl der Erfinder) beim Europäischen Patent- und Markenamt im Zeitraum von 2001 bis 2006 ermittelt. Allerdings bezogen auf eine Million Einwohner kann Baden-Württemberg 4,4 Patente vorweisen, in NRW sind es dagegen nur 2,6 (vgl. **Tabelle 7.21**). In diesem Unterschied drückt sich der geringere Besitz mit dem erforderlichen Human- und Forschungskapital in NRW aus. Bei Zugrundelegung des Forschungspersonals in der Wirtschaft würden Bayern und Baden-Württemberg jeweils 0,6 Patente je Tausend Forscher erzielen. Für NRW zeigt sich ein fast doppelt so hoher Wert. Gegeben den Ausgangsbedingungen im Forschungsbesatz kann NRW also einen höheren relativen Output an Patenten vorweisen als die beiden übrigen Länder.

Im Teilbereich der rationellen Energieverwendung und –umwandlung ist der Abstand zwischen Baden-Württemberg und NRW um einiges größer, wenn die Patentanmeldungen nach Erfindersitz je eine Million Einwohner

zugrunde gelegt werden. Der Wert für Baden-Württemberg beträgt mit 25,8 in etwa das 2,5 fache des Wertes für NRW. Ein besseres Abschneiden von NRW zeigt sich bei Zugrundelegung des Forschungspersonals. NRW hat demnach 5,2 Patente je tausend Forscher und liegt damit noch vor Baden-Württemberg (3,6).

Tabelle 7.21

**Patentanmeldungen im Bereich Energie bezogen auf Einwohner und Forscher**

gewichtete Anzahl 2001 bis 2006

Bundesland	Patente je 1 Million Einwohner		Patente je tausend Forscher in der Wirtschaft	
	Erneuerbare		Erneuerbare	
	Energieeffizienz	Energien	Energieeffizienz	Energien
Baden-Württemberg	25,8	4,4	3,6	0,6
Bayern	10,9	3,3	1,8	0,6
Nordrhein-Westfalen	11,9	2,6	5,2	1,1
Deutschland	9,7	2,5	2,7	0,7

Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

Die Patentaktivitäten in der rationellen Energieverwendung werden maßgeblich vom Unternehmenssektor getragen. Angesprochen sind hier im Wesentlichen die Produzenten modernster Kraftwerkstechnik und die Hersteller sonstiger Geräte zur Energieumwandlung und -verteilung. Die zentrale Rolle des Unternehmenssektors und die Beobachtung, dass Baden-Württemberg über eine dominante Position in der Produktion von Anlagen, Geräten und Materialien zur rationellen Energieerzeugung, -verteilung und -umwandlung verfügt, erklären das beobachtete Länderranking in den Patentaktivitäten bei der rationellen Energieverwendung. Die zentrale Rolle der Technik-Produzenten macht es für NRW grundsätzlich schwierig, den Rückstand zu Baden-Württemberg aufzuholen. Der Ausbau der Spitzenforschung an öffentlichen Forschungseinrichtungen im Segment der rationellen Energieverwendung, der zu begrüßen ist, wird hierfür aller Voraussicht nicht genügen.

Aufgrund der beobachteten Akteurskonstellation in der Energieforschung wird eine stärkere Hervorhebung der Forschungsleistung des Unternehmenssektors in der Energieforschung empfohlen. Es sind in erster Linie die oben genannten Akteure der Wirtschaft, die hier maßgebliche Beiträge erbringen.

Die anhand der Patentanmeldungen zu beobachtende führende technologische Position von Baden-Württemberg zeigt sich auch anhand der Auswertungen der Daten zur Bundesfördermittelvergabe. Hierbei ist erwähnenswert, dass NRW von allen Bundesländern den höchsten Anteil der Förde-

rung vor einigen Jahren vereinnahmen konnte. In der vergangenen Förderperiode 2001 bis 2006 wiesen Baden-Württemberg und Bayern die höchsten Anteile und höchsten Fördersummen je Einwohner auf. Akteure aus Baden-Württemberg erhielt aus dem Bereich Energieforschung eine Bundesförderung von zusammengenommen knapp 20 € je Einwohner im Sechsjahreszeitraum. In Bayern lag der Wert bei nur noch 13 € und in NRW bei 9 €. Ein besseres Abschneiden von NRW zeigt sich bei Zugrundelegung des Forschungspersonals der Wirtschaft. Hier liegt NRW mit einem Wert von 4 044 € je Forscher vor Baden-Württemberg (2 774 €) und Bayern (2 210).

Die Fördermittelschwerpunkte des Bundes liegen nicht in der Forschungsförderung für die Bereiche Kohle und fossile Energieträger. Auf dieses Segment, wo NRW traditionell Stärken vorzuweisen hat, entfallen im Zeitraum von 2001 bis 2006 gerade einmal 10% der gesamten Fördermittel im Bereich Energieforschung.

Die starken Zuwächse in der Fördermitteleinwerbung durch Bayern und Baden-Württemberg lassen ein weiteres Zurückfallen von NRW in der Fördermittelakquise erwarten. Mehr noch, die Entwicklung scheint auf einen gewissen Nachholbedarf in NRW hinzudeuten, Forschungsschwerpunkte zu entwickeln und zu kommunizieren. Die Gründung des E.ON Forschungsinstituts Energie ist zukunftsweisend, wird sich aber erst mittel- bis langfristig auszahlen können. Zudem wird die Ausrichtung der von E.ON finanzierten Stiftungslehrstühle darüber entscheiden, welche zusätzlichen Akzente in der Energieforschung gesetzt werden sollen. Das Land NRW sollte die wissenschaftliche Ausrichtung aufmerksam beobachten und seine Unterstützung in der Attrahierung von Spitzenforschern für das E.ON Forschungsinstitut „Energie“ zusichern.

Die räumliche Verteilung der Energieforschung in NRW stellt sich als sehr spezifisch im Hinblick auf die betrachtete Technologie dar. Im Teilssegment erneuerbarer Energien stellen Erfinder aus dem Raum Aachen 17% der Patentanmeldungen von NRW. Weitere 35% gehen auf Erfinder mit Wohnsitz im Ruhrgebiet zurück. Beide Räume zeichnen sich dadurch aus, dass das Verhältnis von Patente je Forscher etwa doppelt so hoch wie der Bundesdurchschnitt ist. Während die Ballungen in Aachen vor allem im Zusammenhang mit dem Forschungszentrum Jülich stehen, ist im Ruhrgebiet eine Dominanz des Unternehmenssektors bei den Patentanmeldungen festzustellen.

Im Segment der rationellen Energieverwendung kommt die tragende Rolle der Forschungstätigkeiten im Unternehmenssektor noch stärker zum Vorschein. Insbesondere die Forschungsaktivitäten am Mülheimer Standort der Siemens AG tragen zum insgesamt positiven Abschneiden von NRW bei.

Es ist also keineswegs so, dass Forschungsaktivitäten der Konzerne einzig auf den Sitz der Konzernzentrale fokussiert sind.

Viele Einsatzmöglichkeiten der erneuerbaren Energien rechnen sich derzeit noch nicht ohne die massive Subventionierung seitens des Staates. Subventionstatbestände sollten jedoch nicht von Dauer, sondern allenfalls zeitlich befristet werden. Nicht zuletzt werden die Rufe nach einem Zurückfahren der massiven Subventionierung der Energieerzeugung mittels erneuerbarer Energieträger lauter. Dies erhöht die ökonomischen Anreize, in die Weiterentwicklung bewährter Technologien zu investieren. Eine Intensivierung der Forschung gerade im Bereich der erneuerbaren Energien kann ein wichtiger Schlüssel für den dauerhaften kommerziellen Erfolg dieser Technologien sein. Gleichwohl wirkt auch hier das Prinzip Hoffnung, denn keiner vermag auch nur annähernd beurteilen zu können, welche Effizienzreserven tatsächlich durch verstärkte Forschungsanstrengungen gehoben werden können. Zudem kommt es immer mehr auch darauf an, praktische Erfahrungen mit neuen Technologien zu sammeln. Die aktive Unterstützung von Demonstrationsvorhaben seitens des Landes kann hier hilfreich für das Bestehen des Markttests sein. Hierzu kann auch zählen, dass das Land bzw. die Kommunen als Anwender der Neuerungen Vorbildfunktion übernehmen.

Die derzeit zu beobachtende einseitig starke Betonung erneuerbarer Energien täuscht allerdings darüber hinweg, dass dem Aktionsfeld rationelle Energieverwendung und -umwandlung von jeher eine große Bedeutung zur Senkung des Energieverbrauchs zukommt. Die deutlich höhere Zahl von Patentanmeldungen im Teilsegment der Energieeffizienz gegenüber dem Segment der Erneuerbaren Energien mag dies eindrucksvoll unterstreichen. Aufgrund des existierenden Wettbewerbs im Markt für Investitionsgüter sind die Hersteller von Anlagen, Geräten und Hilfsstoffen zur rationellen Energieerzeugung, -verteilung und -umwandlung ständig aufs Neue gefordert, kostengünstige, ressourcensparende und umweltverträgliche Güter zu entwickeln und herzustellen. Nur so kann es ihnen gelingen, im Wettbewerb auf den nationalen und internationalen Märkten bestehen zu können. Eine zu starke Einengung auf bestimmte neue Technologien im Segment der erneuerbaren Energien sollte in jedem Fall vermieden werden.





## 8. Zukunftsfeld Umwelttechnik

Ein hohes Umweltbewusstsein und eine deutsche Umweltpolitik, die in Deutschland seit Anfang der siebziger Jahre aktiv betrieben wurde und international lange eine Vorreiterrolle einnahm, gaben die wesentlichen Impulse zur Entstehung einer Industrie mit einer herausragenden Position auf dem Weltmarkt. Seither haben allerdings andere führende Industrieländer ihrerseits beachtliche Fortschritte auf umwelttechnischem Gebiet erzielt. Gleichzeitig tragen u.a. die durch die rasch voranschreitende Industrialisierung in den Schwellenländern auftauchenden Umweltprobleme und ein Nachholbedarf in den neuen Mitgliedsländern der EU zur raschen Expansion der Nachfrage nach Umweltschutzgütern bei. Die nordrhein-westfälischen bzw. auch die deutschen Hersteller insgesamt haben also sowohl im Hinblick auf die Marktpotenziale als auch auf die erstarkenden Wettbewerber allen Grund dazu, Anstrengungen zu unternehmen, ihre technologische Position gegenüber den internationalen Wettbewerbern zu festigen und auszubauen.

Im Allgemeinen handelt es sich bei Umweltschutzgütern um keinen originären Technologiebereich, der Spitzenleistungen der Grundlagen- und angewandten Forschung verlangt, sondern eher eine problemadäquate Anwendung von Technologien (z.B. Membrantechnologie, Ozonierung in der Wasserwirtschaft) (Legler u.a. 2002, NIW/ISI 2006). An der grundsätzlichen Bedeutung der Umwelttechniken für die Bewältigung der Umweltprobleme besteht, unabhängig vom häufig „nur“ mittleren Technologiegehalt der Umweltschutzgüter, kein Zweifel.

Entscheidende Anstöße für Innovationen im Umweltschutz gehen auch heute noch von staatlichen Regulierungen und Auflagen aus (vgl. Hafkesbrink et al. 1998, Tauchmann et al. 2006). Diese zielen vor allem auf die nachträgliche Emissionsminderung und Beseitigung von Umweltbelastungen, dem sogenannten *klassischen* bzw. *additiven* Umweltschutz, ab. Exemplarisch hierfür stehen die Membrantechnologie in der Abwasserbeseitigung und die Co-Vergärung<sup>68</sup>. Beiden Technologien wird von Experten ein vergleichsweise hohes Potenzial für eine nachhaltige Entwicklung beigemessen (vgl. Tauchmann et al. 2006: 149).

---

<sup>68</sup> Bei der Co-Vergärung werden Bioabfälle und Abwässer mit organischen Inhaltsstoffen (Klärschlamm) in identischen technischen Prozessen vergoren. Mit der (druckbetriebenen) Membrantechnologie können zielgerichtet bestimmte Inhaltsstoffe aus dem Wasser/Abwasser separiert werden.

In den letzten Jahren sind jedoch verstärkt Maßnahmen im Sinne einer vorsorgenden Umweltpolitik (*integrierter Umweltschutz*) zu beobachten. Im Fokus stehen hier die Ressourceneffizienz und das Vermeiden von Umweltbelastungen. Damit ergeben sich zugleich enge Bezüge zur Energietechnik, die mit der Akzentuierung der Energieeffizienz ein Teilelement der Ressourceneffizienz anspricht. Im Gegensatz zum additiven Umweltschutz spielen beim integrierten Umweltschutz die ökonomischen Anreize eine größere Rolle. Wiederum sind es die Produzenten von relevanten Investitionsgütern, namentlich der Umwelttechnikgüter, denen der maßgebliche Beitrag für Verbesserungen der im Wertschöpfungsprozess eingesetzten Güter zukommt.

### **8.1 Abgrenzung und Erfassung der Aktivitäten in der Umwelttechnik**

Bei der Umwelttechnik handelt es sich um eine Querschnittstechnologie. Sie umfasst branchenübergreifend Güter, die zur Messung, Vorbeugung, Minderung und Behebung von Umweltschäden dienen oder zur Schonung der natürlichen Ressourcen beitragen (u.a. Löbke 1994, OECD 1999, Legler u.a. 2003). In der Regel werden Umweltschutztechnologien nach der Art der Leistung (Anlagen, Verfahren und Komponenten, Bauleistungen und Dienstleistungen), nach der Stellung im Produktionsprozess („nachgeschalteter“ bzw. „additiver“ und „integrierter“ Umweltschutz) und nach den Umweltmedien (u.a. Wasserversorgung) differenziert. Während beim additiven Umweltschutz umwelttechnische Lösungsansätze am Ende des Produktionsprozesses ansetzen, erfolgt dies beim integrierten Umweltschutz dagegen an der Quelle der Umweltbelastung. Dort führen Produkt- und Prozessinnovationen zu einem verringerten Material- und Energieeinsatz und zur Vermeidung besonders umweltbelastender Stoffe.

Das Angebot der dem additiven Umweltschutz zuzuordnenden Waren (in der OECD-Umweltschutzdefinition die Kategorie „pollution management“) lässt sich im Wesentlichen den Umweltmedien sowie der Mess- und Regeltechnik zuordnen. Der integrierte Umweltschutz (in der OECD-Kategorie als „cleaner technologies and products“ bezeichnet) umfasst Güter, die kontinuierlich medienübergreifend Umwelteinwirkungen reduzieren oder eliminieren, die aber häufig auch für andere Zwecke als Umweltschutz angeboten werden.

In Ergänzung zur Differenzierung nach nachgeschaltetem und integriertem Umweltschutz rechnet die OECD auch jene Technologien und Güter zum Umweltschutz, die dem Erhalt der natürlichen Ressourcen dienen (dritte OECD-Kategorie „Ressourcenmanagement“). Hierzu gehören Güter aus den Bereichen Wasserversorgung, Sekundärrohstoffe, sowie Energieeinsparung und regenerative Energieträger. Die letzten beiden wurden zwar be-

reits im Kapitel Energietechnik explizit behandelt. Gleichwohl werden in diesem Kapitel neue Datenquellen ausgewertet, die unter anderem auch ergänzende Informationen zur regionalen Verteilung der Unternehmen und Beschäftigte von Energietechnik-Anbietern enthalten.

#### Übersicht 8.1

#### **Umweltschutztechnologien nach Umweltmedien**

---

##### **Abfallwirtschaft/Entsorgung**

- Abfallsammlung und -sortierung: neue Müllabfuhrtechniken, Anlagen zur vollautomatischen Sortierung,
- Recycling: stoffliche Wiederverwendung und -verwertung, energetische Verwertung, Kompostierung, Rückgewinnung von Rohstoffen, Rückgewinnung von Deponiegas aus Altdeponien, Aufbereitung und energetische Verwertung von Ersatzbrennstoffen,
- Beseitigung: Anlagen zur Müllverbrennung, mechanisch-biologische Aufbereitung, Nachrüstung und Absicherung von Deponien.

##### **Material- und Rohstoffeffizienz**

- Nutzung nachwachsender Rohstoffe: Herstellung von Werk- und Kunststoffen auf natürlicher Basis, Einsatz dieser Werkstoffe in Verarbeitungsverfahren, biotechnologische Veränderung der verwendeten Pflanzen.

##### **Wasser-/Abwasserwirtschaft**

- Gewinnung, Aufbereitung und Verteilung von Wasser: neue Bohrverfahren, Brunnen-technologien, Filtertechnologien für Aufbereitung und Reinigung des Rohwassers (Membranfilter, Nano-, Mikromembranfilter, UV-Behandlung, Umkehrosmose), Meerwassereraufbereitung (Entsalzung),
- Verteilung von Wasser: Weiterentwicklung von Pumpen, Schiebern, Rohren der konventionellen zentralen Verteilungsinfrastruktur, verbesserte Materialien für die Reparatur bestehender Leitungssysteme und Neubau veralteter Leitungssysteme, Messtechniken zur Überwachung,
- Abwasserentsorgung und Klärschlammbehandlung: Kläranlagen mit chemischen und biologischen Reinigungsverfahren, membrangebundenen Filterverfahren, Überwachungs- und Reparaturverfahren für die Infrastruktur,
- Dezentrale Wasserwirtschaft: Recycling von Grauwasser zu Brauchwasser, Aufbereitung und wiederholte Nutzung von Prozesswässern (auch hier membrangebundene Filtertechnologien), Nanofiltertechnik, mechanische Filtrationstechnik,
- Hochwasserschutz: Material- und Bautechnik im Deichbau.

##### **Luftreinhaltung**

- Rauchgasreinigungsanlagen, Luftfilter, Luftbe- und -entfeuchter, Abgasreinigungssysteme für Straßenfahrzeuge.

##### **Sonstiges**

- Lärmschutz: Lärmschutzwände, Schalldämpfer, Schallschutzkabinen, Schwingungstechniken,
- Bodenschutz/Altlastensanierung.

##### **Mess- und Regeltechnik**

- Elektrische und optische Messgeräte, Regel- und Steuerungsgeräte, Automatisierungssysteme.
- 

Eigene Zusammenstellung in Anlehnung u.a. an Löbke et al. (1994), Legler (2002), BMU (2007c).

---

Die einbezogenen Technologien werden für diese Untersuchung folgenden Umweltmedien zugeordnet (**Übersicht 8.1**): Kreislaufwirtschaft/Entsorgung,

Wasser-/Abwasserwirtschaft, Material- und Rohstoffeffizienz (bei nachwachsenden Rohstoffen), Luftreinhaltung, Sonstiges mit Lärmschutz sowie Bodenschutz/Altlastensanierung. Gesondert werden die Technologien der Mess- und Regeltechnik ausgewiesen. Die hier entwickelten Technologien gehen beispielsweise als Vorleistung in die Aktivitäten der Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungs- sowie der Abfallentsorgungsunternehmen ein. Im Bereich des integrierten Umweltschutzes finden sich die Nachfrager in den Industrien, die ihre Prozesse mit umweltfreundlicheren Verfahren umrüsten.

Die Bezüge zu anderen Zukunftsfeldern sind offensichtlich. Im Segment „Material- und Rohstoffeffizienz“ zeigen sich für die Verfahren der Pflanzen-Biotechnologie Schnittmengen mit der Analyse im Zukunftsfeld Biotechnologie. Mit der Energietechnik zeigen sich Schnittmengen hinsichtlich der Erzeugung und energetischen Verwendung von Biomasse. Auf eine gesonderte Berücksichtigung der relevanten Verfahren wird an dieser Stelle verzichtet und anstatt dessen auf die beiden genannten Kapitel verwiesen. Zur Untermauerung dieses Vorgehens sei auch darauf verwiesen, dass in der Bundesförderung die erwähnten überlappenden Segmente nicht der Umwelttechnik sondern der Biotechnologie und Energieforschung zugeordnet werden.

#### *Gewähltes Vorgehen*

Typisch für Querschnittstechnologien wie die Umwelttechnologie ist, dass es keine offizielle Abgrenzung entsprechend der Systematik der Wirtschaftszweige gibt. Die in diesen Feldern aktiven Unternehmen sind zwar mehrheitlich in bestimmten Branchen anzutreffen. Allerdings befasst sich die überwiegende Mehrzahl der sonstigen Unternehmen in diesen Branchen mit anderen Tätigkeiten, die wenige Bezüge zu den genannten Zukunftsfeldern aufweisen. Es gibt also keinen Code, der eine einwandfreie Identifizierung der Unternehmen auf Branchenebene entsprechend der NACE-Klassifikation erlaubt.

Die Darstellung der regionalen Verteilung der Umwelttechnologieanbieter und deren Umsätze und Beschäftigte stützt sich auf verschiedene Datenquellen. Hierbei werden sowohl amtliche als auch nicht-amtliche Daten genutzt. Bezüglich letzterem ist unter anderem hervorzuheben, dass Technologieanbieter aus der UMFIS-Datenbank, dem bundesweiten Umwelt-Informationssystem der Industrie- und Handelskammern in Deutschland, herangezogen werden, und Angaben zur Beschäftigung und Umsätze aus der Amadeus-Datenbank zugespielt werden.

Die Identifizierung von Umweltschutzgütern ist auf der Grundlage des systematischen Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken grundsätzlich

möglich. Das Statistische Bundesamt weist auf Basis eigener Erhebungen ab 1997 bei (höchstens 5 000 repräsentativ ausgewählten) Betrieben des Bergbaus, der Gewinnung von Steinen und Erden, des Verarbeitenden Gewerbes und des Baugewerbes den Umsatz mit Waren, Bau- und Dienstleistungen aus, die ausschließlich dem Umweltschutz dienen. Damit sind end-of-pipe Produkte erfasst. Die Erfassung der Güter des integrierten Umweltschutzes ist in dieser Erhebung explizit nicht vorgesehen. Diese Güter sind definitionsgemäß sehr schwer abzugrenzen, da der integrierte Umweltschutz im Produktionsprozess zur Herstellung traditioneller Güter eingreift. Schnittmengen zur Produktionstechnik, die neben Steigerungen der Qualität und Quantität auch Ressourceneinsparungen ermöglicht, sind beim integrierten Umweltschutz offensichtlich.

Für die Analyse der Patentanmeldetätigkeiten kann zwar nicht auf eine existierende Liste relevanter Patentklassen zurückgegriffen werden. Die Abgrenzung der klassischen Umweltbereiche stellt sich aber gleichwohl als machbar dar und wurde von uns entsprechend umgesetzt. Vergleichsweise einfach ist die Aufbereitung der Angaben der projektbezogenen Bundesförderung. In der profi-Förderdatenbank des Bundes ist die Förderung von Vorhaben der Umwelttechnik maßgeblich unter der Bezeichnung „Umweltgerechte, nachhaltige Entwicklung“ (Kennziffer „F“ der Leistungsplan-systematik vom Stand 2007) gefasst. Die genaue Abgrenzung ist dem Anhang „Abgrenzung der Zukunftsfelder“ zu entnehmen.

## **8.2      Wirtschaftliche Bedeutung der Umweltschutzgüter**

Die wirtschaftliche Bedeutung der Umweltschutzgüter kann derzeit allenfalls angenähert, keineswegs aber exakt bestimmt werden. Eine geeignete Grundlage bildet die Bestimmung des sogenannten „Umweltschutzgüterpotenzials“ nach der Abgrenzung des NIW/ISI. Beim Umweltschutzgüterpotential (Legler u.a. 2003, NIW/ISI 2006: 33f.) handelt es sich um die Produktion derjenigen Güter, die für Umweltschutzzwecke potenziell eingesetzt werden können. Sie wurde ermittelt auf Basis der Liste der Umweltschutzgüter des Statistischen Bundesamtes von 1994. Abgedeckt werden damit die klassischen Bereiche des Umweltschutzes Abfallbeseitigung, Abwasserbehandlung, Luftreinhaltung und Lärmschutz sowie Güter der Mess- und Regeltechnik, die in nahezu allen Bereichen eingesetzt werden.

Aus technischer Sicht werden die technologisch bestimmten Anlagen, Verfahren und Komponenten, also Güter des Verarbeitenden Gewerbes einbezogen. Bauleistungen und sonstige Dienstleistungen, z.B. des Entsorgungsektors, sowie Güter der Material- und Rohstoffeffizienz sind dagegen nicht enthalten. Beim Umweltschutzgüterpotential handelt es sich folglich nur um einen Teil aller Güter und Dienstleistungen zur Vermeidung, Verminderung

oder Beseitigung von Umweltbelastungen. In der Abgrenzung von NIW/ISI dominieren, mangels adäquater Abgrenzungsmöglichkeiten, die Güter für den additiven (nachgeschalteten) Umweltschutz. Dennoch ist der integrierte Umweltschutz teilweise vertreten, wenngleich nicht entsprechend seiner Bedeutung.<sup>69</sup>

Das Umweltschutzgüterpotential im Verarbeitenden Gewerbe wird für 2004 in Deutschland auf 44 Mrd. € geschätzt. Hiervon entfallen wahrscheinlich 15 bis 17 Mrd. € auf die tatsächliche Umweltschutzgüterproduktion (vgl. **Tabelle 8.1**). Im Vergleich zum Verarbeitenden Gewerbe hat sich das Umweltschutzgüterpotential weder über- noch unterdurchschnittlich entwickelt. So lag der Anteil des Güterpotentials an der Produktion des Verarbeitenden Gewerbes zwischen 1995 und 2004 stets bei 4,1%.

Tabelle 8.1

	1995		2004	
	Mrd. €	Anteil in %	Mrd. €	Anteil in %
<b>Umweltbereich</b>				
Abfall	3,1	9,3	3,1	7,0
Abwasser	9,4	28,2	10,8	24,5
Luft	10,7	32,1	15,5	35,1
Mess-, Steuer-, Regeltechnik	9,9	29,7	14,6	33,1
insgesamt*	33,3	100,0	44,1	100,0
<b>Wirtschaftszweig</b>				
Maschinenbau			22,0	49,9
MSR-Technik			9,0	20,4
Metallerzeugung			3,3	7,5
Elektrotechnik			3,2	7,3
Kunststoff-, Gummiverarb.			2,3	5,2
Chemische Industrie			1,1	2,5
Metallverarbeitung			1,1	2,5
Keramik, Glas, Steine, Erden			0,9	2,0
Textilindustrie			0,5	1,1
Papierindustrie			0,5	1,1

Nach Angaben aus NIW/ISI 2006 S.34.- \*einschließlich Lärmschutz.

Größter Einzelposten im Umweltbereich sind Güter, in denen Luftreinhal-  
tetechnologien zum Einsatz kommen. Im Vergleich zu den Umweltberei-  
chen Abwasser und Abfall konnten solche Güter zwischen 1995 bis 2004  
deutlich an Bedeutung gewinnen. Ähnliches gilt auch für Güter der Mess-,

<sup>69</sup> Bis 1994 hat das Statistische Bundesamt auf Basis dieser Liste die betroffenen Unternehm-  
men selektiert und die Umweltschutzgüterproduktion ausgewiesen.

Regel und Steuerungstechnik. Diese Güter konnten ihren Anteil von 29,7% auf 33,1% ausweiten. Etwa 24,5% der Güter sind Technologien für den Gewässerschutz und die Abwasserbehandlung. Ihre Produktion hat kaum zugenommen, sodass sie einen deutlichen Anteilsverlust zu verzeichnen hatten. 7% der Güter wurden 2004 im Abfallbereich eingesetzt bei Konstanz des Produktionswertes im Vergleich mit 1995.

Maschinenbauunternehmen sind die mit Abstand wichtigsten Akteure in der Herstellung von Umweltschutzgütern. Der Produktionswert der hergestellten potenziellen Umweltschutzgüter im Maschinenbau beträgt etwa 22 Mrd. € und damit die Hälfte des gesamten Umweltschutzgüterpotenzials. Weitere wichtige Branchen sind die Mess-, Regel- und Steuerungstechnik, die Metallerzeugung und die Elektrotechnik. Abgesehen von der Metallerzeugung handelt es sich bei den wichtigsten Branchen der Umweltschutzgüterproduktion um solche, die der Spitzentechnik oder gehobenen Gebrauchstechnologie zuzurechnen sind. Im Schnitt sind umwelttechnische Betriebe also überdurchschnittlich aktiv in Forschung und Entwicklung (FuE). Dies gilt insbesondere für integrierte Lösungen sowie Energieeinsparungen/Klimaschutz und den Querschnittsbereich Mess-, Steuer- und Regeltechnik (Löbke u.a. 1993, Legler u.a. 2003). Damit geht einher, dass das Leistungsangebot für Umweltschutzgüter überdurchschnittlich hohe Anforderungen an das Qualifikationsniveau der Beschäftigten mit Tätigkeiten im Umweltbereich stellt.

In einigen dieser Branchen, namentlich Metallerzeugung, Chemische Industrie und Maschinenbau weist NRW eine überdurchschnittliche Spezialisierung im Vergleich zum Bundesdurchschnitt auf. So liegt der Länderanteil von NRW in diesen Branchen leicht über dem Länderanteil von NRW an der Bevölkerung. In der Kunststoff- und Gummiverarbeitung entspricht er in etwa dem Bundesdurchschnitt. Aufgrund der gegebenen Branchenstruktur sollte NRW einige Vorteile haben, überdurchschnittliche Anteile am Umweltschutzgüterpotenzial zu erlangen. Dies trifft ebenso für Baden-Württemberg und dort sogar noch in stärkerem Ausmaß als für NRW zu. Von allen Ländern haben die beiden genannten Länder die wohl besten Ausgangsbedingungen für eine führende Rolle in der Umweltschutzgüterproduktion.

Eine weitere Möglichkeit, den Umfang der Umweltschutzgüterproduktion zu ermitteln, ist über die Nachfrage nach Umweltschutzgütern und damit verbundenen Bauleistungen bzw. Dienstleistungen. Einer Untersuchung von Edler (2004) zufolge wurden im Jahr 2002 von heimischen Unternehmen und dem Staat Ausgaben für Investitionsgüter und laufende Sachmittel für Umweltgüter in Höhe von 21,5 Mrd. € getätigt. Hinzukamen weitere 3,5 Mrd. € durch den Export der Güter. Eine statische Input-Output-Analyse,



zeigte, dass durch diese Nachfrage von insgesamt 25 Mrd. € direkt und indirekt eine Bruttonproduktion von 43 Mrd. € erwirtschaftet wurde. Davon entfielen gut 20 Mrd. € auf Waren, die übrigen 23 Mrd. € auf die mit deren Produktion verbundenen Dienstleistungen und Bauleistungen (Edler 2004). Dieser Wert entspricht von der Größenordnung in etwa dem Wert nach dem entstehungsseitigen Ansatz des NIW/ISI.

Zur Bestimmung der gesamten wirtschaftlichen Aktivitäten im Umweltschutz werden darüber hinaus noch sämtliche umweltorientierte Dienstleistungen hinzugezählt: Angefangen bei traditionellen Entsorgungsdienstleistungen im Bereich Abfall und Abwasser, der Erstellung von Messanalysen, Gutachten, Beratungen und Projektbetreuungen über die immer mehr an Bedeutung gewinnenden neuen Dienste wie umweltorientierte Finanz- und Versicherungsdienstleistungen bis hin zur Direktvermarktung im ökologischen Landbau und dem Handel mit Naturkost und Reformwaren (Edler 2004). Die Zahl der Beschäftigten der von wirtschaftlichen Umweltschutzaktivitäten betroffenen Beschäftigten wird von Edler (2004) mit insgesamt 1,5 Millionen angegeben. Seinen Schätzungen zufolge wurden 350 Tsd. Arbeitsplätze direkt und indirekt durch die obige Nachfrage nach Umweltschutzgütern ausgelöst.

#### *Außenhandel mit Umwelttechnikgütern*

Untersuchungen von Legler u.a. bezifferten den Weltmarktanteil deutscher Güter, die potenziell für den Umweltschutz genutzt werden können, auf 18,8% im Jahr für 2003. Deutschland hat mit diesem Wert wieder den Spitzenplatz zurückgewinnen können, den es vorübergehend an die USA verloren hatte (Legler u.a. 2003: 27; NIW/ISI 2006:41). Deutschland verfügt in allen Bereichen der Umwelttechnik über durchgängig deutlich positive RWA-Werte<sup>70</sup>, wobei ein Bedeutungszuwachs bei der Luftreinhaltung und der Mess- und Regeltechnik festzustellen ist (NIW/ISI 2006:41). Dieser Befund deutet auf eine – im internationalen Vergleich – vergleichsweise starke Spezialisierung Deutschlands hin. Ein ähnliches Resultat zeigt sich auch am RCA-Wert<sup>71</sup>, der die Ausfuhr mit den Einfuhrstrukturen vergleicht. Hier zeigen sich ebenso hohe positive Werte, was auf eine überdurchschnittlich hohe Exporttätigkeit hindeutet (NIW/ISI 2006:45ff.).

---

<sup>70</sup> Relativer Welthandelsanteil: Anteil der Umweltschutzgüterexporte an den Gesamtexporten einer Volkswirtschaft bezogen auf den Anteil des weltweiten Umweltschutzgüterhandels am gesamten Welthandel.

<sup>71</sup> Revealed Comparative Advantage ist ein Maß für die Spezialisierung einer Volkswirtschaft im Außenhandel. Hierbei wird die Ausfuhr-/Einfuhrrelation der Umweltschutzgüter in Beziehung gesetzt zur Ausfuhr-/Einfuhrrelation aller Güter einer Volkswirtschaft.

Da Deutschland zugleich überdurchschnittliche Patentaktivitäten im Umweltbereich aufweist, liegt die Vermutung nahe, dass die gute Welthandelsposition Deutschlands maßgeblich auf technologischen Vorteilen beruht. Gleichwohl ist anzumerken, dass sich der Vorsprung Deutschlands in der Zahl der Patentanmeldungen in den vergangenen Jahren verringert hat (Leger u.a. 2003: 19, NIW/ISI 2006)).

Der Welthandel mit potenziellen Umweltschutzgütern ist – entgegen den Erwartungen – keineswegs weit überdurchschnittlich gewachsen. Die Wachstumsrate lag seit 1993 im Jahresdurchschnitt bei etwa 6,5% jährlich. Ungeachtet der eher moderaten Wachstumsraten in der Vergangenheit wird für die Zukunft ein überdurchschnittliches Wachstum des Marktvolumens erwartet. Hierfür spricht in erster Linie, dass die Umweltpolitik zurzeit und auch in Zukunft die entscheidende Determinante für die Entwicklung der Umweltschutzindustrie darstellt. Ein Teil dieser Maßnahmen steht dabei in engem Zusammenhang mit den politischen Maßnahmen in den Bereichen Energieeinsparung und erneuerbare Energien durch Klimaschutzforderungen und Sicherung der Energieversorgung. In Europa dürften die Anpassungsmaßnahmen der neuen Mitgliedsländer an das Niveau der Gemeinschaft zusätzliche nachfrageseitige Impulse geben. Auch in den Schwellenländern China und Indien sind in jüngster Zeit verstärkte Maßnahmen zur Verbesserung des Umweltschutzes erkennbar. Daneben stellt die Sicherung der Wasserversorgung weltweit ein immer größeres Problem dar. Ein wichtiger Treiber in Deutschland selbst ist der oft angemerkte infrastrukturelle Nachholbedarf bei der Abwasserentsorgung und Trinkwasserversorgung (vgl. u.a. Tauchmann et al. 2006), der hohe Ersatzinvestitionen erwarten lässt. Maßnahmen im Bereich Kreislaufwirtschaft als Folge des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes, die Rücknahmeverordnungen sowie die gestiegenen Rohstoffpreise werden das Recycling forcieren. Die aktuelle Entwicklung ist darüber hinaus geprägt durch das Inkrafttreten der Technischen Anleitung Siedlungsabfall (TASi). So dürfen spätestens ab dem 1. Juni 2005 nur ausreichend vorbehandelte Abfälle (mechanisch-biologisch oder thermisch vorbehandelte Abfälle) deponiert werden. Schließlich wird der fortschreitende technische Fortschritt in der Bio-, Nanotechnologie und durch Neue Werkstoffe neue Anwendungen im Umweltbereich ermöglichen. Auch wenn die graue Biotechnologie immer noch im Schatten der roten und weißen Biotechnologie steht, findet sich bereits heute eine Reihe von Anwendungen in der Praxis (z.B. Co-Vergärung). Biotechnologische Verfahren, so die Erwartung, können umweltverträglicher und kostengünstiger abgewickelt werden als herkömmliche physikalische oder chemische Verfahren zur Stoffumwandlung.

### 8.3 Unternehmen der Umwelttechnik – NRW im bundesweiten Vergleich

#### 8.3.1 Umweltwirtschaft und Umweltpolitik in NRW

Die Umweltwirtschaft Deutschlands wurde seit Beginn der Umweltpolitik in Deutschland durch die Entwicklung in NRW geprägt. Die Ausgangssituation dort war gekennzeichnet durch einen hohen Anteil umweltbelastender Industrien wie Grundstoff- und Produktionsgüterbereiche sowie Energiewirtschaft. Aufgrund einer Vielzahl umweltpolitischer Regelungen waren gerade diese Industrien gefordert, Umweltschutzleistungen im Wertschöpfungsprozess einzusetzen. Dies betrifft im Wesentlichen alle Umweltbereiche, wobei der Luftreinhaltung und der Abfallwirtschaft der höchste Stellenwert beizumessen ist. Ein Großteil der Anlagenbauer in NRW ist in den 1970er Jahren in den Umweltschutzmarkt eingetreten. Gemessen an der Produktion von Umweltschutzgütern besaß NRW noch zu Beginn der neunziger Jahre einen Anteil von gut 31% am bundesdeutschen Gesamtwert (vgl. Nordhause-Janz/Rehfeld 1995: 65ff.).

Vor allem in den achtziger Jahren bis in die erste Hälfte der neunziger Jahre verlief die Entwicklung des Umweltschutzmarktes sehr dynamisch. In der zweiten Hälfte der achtziger Jahre fand ein massiver Einstieg großer Versorgungsunternehmen in den Entsorgungsmarkt statt, ebenso erfolgte eine Diversifizierung umweltbezogener Anwendungsbereiche durch Großunternehmen in verschiedenen Branchen. Gegründet wurde eine Vielzahl von entsprechenden Planungs-, Beratungs-, Ingenieurunternehmen. Ebenfalls erfolgten Ausgründungen für Marktnischen und -segmente aus Unis und Technologiezentren (Nordhause-Janz/Rehfeld 1995: 25ff.). In diesem Zuge gelang es den anderen Bundesländern auch, den Rückstand gegenüber NRW etwas aufzuholen (Nordhause-Janz/Rehfeld 1995: 68f.). Bedingt durch die Industriestruktur und hohe Bevölkerungsdichte ist aber auch heute noch eine hohe Bedeutung von Abfallwirtschaft/Recycling und Luftreinhaltung in NRW unübersehbar.

Ähnlich zur Entwicklung auf der Bundesebene wird in NRW die klassische Nachsorge, d.h. durch Emissionsminderungen und die Beseitigung von Umweltschäden geprägte Umweltpolitik, inzwischen verstärkt durch den vorsorgenden Umweltschutz ergänzt bzw. ersetzt wird. Im Sinne eines kooperativen Umweltschutzes haben sich die Ministerien Wirtschaft und Umwelt mit den Spitzenvertretern der NRW-Wirtschaft (BDI, IHK, Handwerkskammern) auf Grundsätze und Ziele für einen „Dialog Wirtschaft und Umwelt NRW“ verständigt. Der Dialog strebt auf der einen Seite Vertrauensbildung bei den beteiligten Parteien an, auf der anderen Seite sollen angesichts der starken Prägung des wirtschaftsbezogenen Umweltrechts

durch europäisches Recht zusammen Positionen NRW bestimmt werden, die frühzeitig in die Gesetzgebung eingebracht werden sollen.

Wichtiges Ziel der Förder- und Informationspolitik der Landesregierung ist Diffusion der Neuerungen. Das Umweltministerium konzentriert sich dabei auf die Förderung betrieblicher Umweltprogramme, die zur Einsparung von Energie, Abfall, Abwasser und Betriebsmitteln führen. Für die Anwender der Umweltschutztechnologien ist 1998 auf Initiative des Ministeriums für Umweltschutz und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW (MUNLV) die Effizienzagentur NRW gegründet worden. Hierüber erhalten insbesondere kleine und mittlere Unternehmen Unterstützung bei der Einführung von ressourceneffizienten Wirtschaftsweisen und produktionsintegriertem Umweltschutz. Das Umweltministerium unterstützt daneben die Einführung von Umweltmanagementsystemen nach EMAS und ISO 14001 durch Erleichterungen beim Verwaltungsaufwand und deutliche Gebührenerkürzungen. Es fördert ein betriebliches Umweltprogramm mit Namen ÖKOPROFIT (Ökologisches Projekt für integrierte Umwelttechnik). Im Rahmen von Workshops und Vor-Ort Beratungen sollen den Kommunen und Unternehmen Möglichkeiten für die Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes aufgezeigt werden. Darauf aufbauend wird ein konkretes Umweltprogramm von den Betrieben formuliert. Bei erfolgreicher Umsetzung winkt den teilnehmenden Betrieben eine Auszeichnung als ÖKOPROFIT Betrieb. Zum Stand Juni 2006 wurden insgesamt 50 ÖKOPROFIT Projekte absolviert und 590 Betriebe als ÖKOPROFIT-Betriebe ausgezeichnet. Den verfügbaren Angaben zufolge ergaben sich Betriebskosteneinsparungen in Höhe von insgesamt 18,4 Mill. €.<sup>72</sup>

Die Anbieter von Gütern des technischen Umweltschutzes werden in NRW dagegen nicht direkt adressiert. Anders als im Energiebereich gibt es auch keine übergreifenden Netzwerke (siehe auch Rehfeld 2006: 140). Zu erwähnen ist das Netzwerk innovative Kreislauftechnologien (NiK), das als bundesweites Kompetenznetz seinen Schwerpunkt in NRW hat und vom Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik in Dortmund koordiniert wird. Das interdisziplinäre Netzwerk innovative Kreislauftechnologien gilt als Plattform für die Vorbereitung, Anbahnung und Verwirklichung von kreativen Kreislauftechnologien und -strategien und unterstützt eine Kompetenzbündelung in der Region. Im Zentrum stehen innovative und effiziente Lösungen zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen.

---

<sup>72</sup> Vgl. hierzu die Präsentation unter <http://www.oekoprofit-nrw.de/global/download/%D6KOPROFIT%20NRW%2096dpi.pdf> [Abruf am 23.12.2007].

In dem Zusammenhang ist ebenfalls auf die Wasserwirtschaftsinitiative NRW (WWI NRW) zu verweisen, die von der Landesregierung im Jahr 2002 gegründet wurde. Sie dient als Informations- und Netzwerkplattform der gesamten nordrhein-westfälischen Wasser- und Abwasserwirtschaft. Die Initiative wird aus Mitteln der Europäischen Union finanziert und ressortübergreifend vom MIWFT, vom MWME und vom MUNLV unterstützt. Seit Mitte 2005 besitzt das Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW) die Federführung. Ziel der Initiative ist es, die Internationalisierungsbemühungen der NRW-Wasserwirtschaft sowie die Diffusion großer membrantechnischer Anlagen im kommunalen und industriellen Bereich zu stimulieren.

Alle Initiativen haben gemein, dass sie auf die Diffusion technologischer Neuerungen setzen. Dies ist aus Sicht der Erfüllung umweltpolitischer Ziele sicherlich nachvollziehbar. Aus technologiepolitischer Sicht wäre eine stärkere Akzentuierung der Generierung technologischer Neuerungen durch Umwelttechnik-Hersteller und Forschungseinrichtungen allerdings wünschenswert.

### 8.3.2 Bundesländervergleich der Umwelttechnik-Anbieter

Für eine regional vergleichende Analyse der wirtschaftlichen Bedeutung des Umweltsektors können verschiedene Datengrundlagen zugrunde gelegt werden. Die Befunde des bundesweiten Umweltfirmen-Informationssystem (UMFIS) und der jüngst veröffentlichten GreenTech Studie von ISI/Berger (2007) geben detaillierte Einblicke in die Anbieterstrukturen bei umwelttechnischen Gütern bzw. Dienstleistungen.

Tabelle 8.2

**Anzahl der Unternehmen und Institutionen im Bereich Umweltschutz nach UMFIS – Umweltinformationssystem der Industrie- und Handelskammern in Deutschland**

	insgesamt	Hersteller, Händler	Verwertung, Entsorgung, Transport von Abfällen	Beratung	Contracting, Anlagenbetrieb, Wartung, sonstige Dienstleistungen
Deutschland insgesamt	10 454	3 408	3 115	5 891	627
	<i>Anteil an Deutschland in %</i>				
Nordrhein-Westfalen	15,4	17,1	13,8	15,8	12,6
Baden-Württemberg	10,6	11,2	9,9	9,8	8,6
Bayern	19,4	22,0	19,4	19,5	27,8
Hessen	7,1	7,0	6,3	7,6	5,9

UMFIS-Datenbank, eigene Berechnungen.

Im bundesweiten Umweltfirmen-Informationssystem (UMFIS) der Industrie- und Handelskammern in Deutschland wurden zum 20.10.2007 insgesamt 10 454 Unternehmen und Institutionen ausgewiesen, die Produkte oder Dienstleistungen für den Umweltschutz (einschließlich Energie) anbieten und dabei gleichzeitig in mehreren Sparten aktiv sind. Von diesen Unternehmen haben 1 614 bzw. 15,4% ihren Sitz in NRW. Die Zahl erfasster Unternehmen mit Sitz in Bayern ist mit 2 032 (19,4%) dagegen höher, in Baden-Württemberg liegt sie mit 1 108 unter dem Wert von NRW. Von den in UMFIS erfassten Unternehmen sind gut 3 400 (32,6%) als Hersteller und Händler tätig. Diese Gruppe beinhaltet damit die Technikanbieter im eigentlichen Sinne. In der Kategorie Hersteller und/oder Händler stammen 582 (17,1%) aus NRW, 750 (22%) aus Bayern und 381 (11,2%) aus Baden-Württemberg (**Tabelle 8.2**). Die drei Bundesländer vereinigen 45,5% aller Unternehmen auf sich, bei Herstellern, Händlern sind es gar 50,3%. Bei den in UMFIS erfassten Unternehmen ist anzumerken, dass Großunternehmen deutlich untererfasst sind.

Im Rahmen der Erstellung eines Umwelttechnologieatlasses für Deutschland (*GreenTech-Studie*) wurde von ISI/Berger (2007) eine Befragung bei Produktions- und Dienstleistungsunternehmen sowie Forschungseinrichtungen in den Bereichen Umwelt- und Energietechnik Anfang 2007 durchgeführt. Circa 1 500 Unternehmen und 250 Forschungseinrichtungen haben geantwortet. Nach Auffassung der Verfasser gelingt damit ein repräsentatives Bild der unternehmerischen Aktivitäten im Umweltsektor sowie der diesbezüglichen Forschungsaktivitäten an öffentlichen Forschungseinrichtungen. Bei den in der Studie untersuchten Bereichen, die von der Abgrenzung her nicht ganz mit den in dieser Untersuchung behandelten Bereichen

übereinstimmen, handelt es sich um Kreislaufwirtschaft, nachhaltige Wasserwirtschaft, Rohstoff- und Materialeffizienz, nachhaltige Mobilität sowie Energieeffizienz und umweltfreundliche Energieerzeugung und -speicherung.

Tabelle 8.3

**Anzahl der Unternehmen in den Bereichen Umwelt- und Energietechnik im Umwelttechnologieatlas**

	Deutschland	NRW	Baden- Württemberg
	Anzahl	Anteil in %	
Energieeffizienz	221	18,6	9,5
Energieerzeugung	346	16,5	15,3
Kreislaufwirtschaft	607	20,6	9,9
Wasserwirtschaft	223	17,5	9,9
Nachhaltige Mobilität	40	17,5	10,0
Rohstoff- und Materialeffizienz	58	25,9	12,1
<b>Summe</b>	<b>1 274</b>	<b>19,1</b>	<b>11,5</b>

Eigene Berechnungen nach ISI/Berger 2007.

Nach der in der GreenTech Studie ausgewiesenen Unternehmensliste werden für die genannten Bereiche 1 274 Unternehmen angegeben (**Tabelle 8.3**). Von diesen Unternehmen bieten 223 Leistungen im Bereich nachhaltige Wasserwirtschaft sowie 607 im Bereich Kreislaufwirtschaft an. Im Bereich Material- und Rohstoffeffizienz waren es 40 und im Bereich Nachhaltige Mobilität 58. Für die Sparte Energieerzeugung werden 346 und für die Energieeffizienz 221 Unternehmen ausgewiesen. Im Bereich Kreislaufwirtschaft/Entsorgung besitzt NRW einen Anteil von 20,6%, im Bereich Wasser-/Abwasserwirtschaft von 17,5%. Baden-Württemberg hat in beiden Bereichen jeweils einen Anteil von 9,9%. Bei der Rohstoff- und Materialeffizienz und der Nachhaltigen Mobilität sind deutlich weniger Unternehmen ausgewiesen. In beiden Bereichen rangiert NRW vor Baden-Württemberg. Dies gilt ebenso für die Energieeffizienz und die Energieerzeugung mit jeweiligen Anteilen NRWs von 19% und von 16,5%.

Die Unterschiede zwischen NRW und Baden-Württemberg entsprechen zwar in etwa jenen der Auswertung aus der UMFIS-Datenbank. Gleichwohl besteht bei beiden Datengrundlagen das Problem, dass Stichprobenverzerrungen auftreten, sodass sich die Anteile der Länder in der Realität anders darstellen können. Bei einem Vergleich der Unternehmen der GreenTech-Liste mit insgesamt 243 Unternehmen und der UMFIS-Liste mit 476 Herstellern/Händlern für NRW stellte sich nur eine geringe Übereinstimmung heraus. Insgesamt tauchten 50 Unternehmen in beiden Listen auf: davon 17 bei der Wasserwirtschaft, 25 bei der Kreislaufwirtschaft und 8 bei der Energieerzeugung.

Ein Grund für die geringe Schnittmenge liegt darin, dass in der GreenTech Studie sehr viele Dienstleister enthalten sind, die wir in unserer Auswertung der UMFIS Daten ausgeschlossen haben. Das Beispiel zeigt deutlich auf, dass Datenbanken basierend auf Selbsteinschätzungen der Akteure immer eine gewisse Unschärfe mitbringen. Umso wichtiger ist es dann, die verschiedenen Datenquellen nicht zu vermengen, sondern getrennt voneinander auszuwerten.

Selbst wenn man von den Stichprobenverzerrungen absieht, Aussagen zur wirtschaftlichen Bedeutung des Umweltsektors sind naturgemäß begrenzt, wenn ausschließlich die Zahl der Unternehmen betrachtet wird. Eine bessere Annäherung ermöglichen Daten zu Umsätzen.

Die Daten des Statistischen Bundesamtes und der Statistischen Landesämter weisen hierbei Umsätze mit Waren, Bau und Dienstleistungen für die klassischen Umweltbereiche, d.h. end-of-pipe Technologien zur Emissionsminderung und nachträglichen Beseitigung von Umweltschäden, aus. Beispielhaft sei aus dem Bereich des Maschinenbaus verwiesen auf Abwasserbehandlungsanlagen, Einrichtungen zum Abscheiden von festen und flüssigen Stoffen aus Abgasen sowie Zerkleinerungseinrichtungen für Abfälle. Der diesbezügliche Umsatz ist im Jahr 2004 in Deutschland mit 11,7 Mrd. € zu beziffern. Für NRW ergibt sich ein Anteil von 15,4%. Der Anteil Bayerns liegt mit 14,4% unter dem Wert von NRW, derjenige von Baden-Württemberg mit 18,4% jedoch darüber. Insgesamt realisierten die drei Bundesländer einen Umsatz von 50,5% des gesamten deutschen Umsatzes mit Umweltgütern (vgl. **Tabelle 8.4**). Bezogen auf die Abfallwirtschaft ist der Anteil NRWs mit 18% im Vergleich zu Bayern und Baden-Württemberg deutlich höher, ebenso beim Gewässerschutz; der Anteil des Güterangebots im Bereich Luftreinhaltung ist deutlich niedriger.



Tabelle 8.4

**Umsatz mit Waren und Dienstleistungen nach Umweltschutzbereichen**

2004, Anteile an Deutschland insgesamt

	Umsätze insgesamt	Abfallwirt- schaft	Gewässer- schutz	Lärmbe- kämpfung	Luftrein- haltung	Natur- schutz usw.
NRW	Anteile in % bezogen auf die bundesweite Spaltensumme (nach Segmenten)					
Waren	13,2	16,2	18,6	3,4	12,8	26,1
Bauleistungen	20,3	27,4	19,6	27,8	12,1	14,3
Dienstleistungen	19,1	18,1	25,1	27,3	12,0	10,0
Insgesamt	15,4	18,0	19,9	5,8	12,8	12,3
Bayern*						
Waren	16,3	11,7	13,3	3,1	23,4	0,0
Bauleistungen	11,0	2,9	12,8	0,0	3,0	4,8
Dienstleistungen	9,9	5,4	11,3	27,3	3,0	17,7
Insgesamt	14,4	9,9	12,8	3,6	22,6	25,2
Baden-Württemberg						
Waren	21,1	14,4	16,2	7,2	31,5	60,9
Bauleistungen	11,4	12,0	11,5	12,4	587,9	8,7
Dienstleistungen	17,1	10,1	14,4	4,5	27,0	16,9
Insgesamt	18,4	13,7	13,7	7,4	36,6	16,8
Deutschland	Angaben in Mill. €					
Waren	7 773	1 294	1 770	1 309	3 377	23
Bauleistungen	2 682	241	2 185	97	33	126
Dienstleistungen	1 255	149	529	44	100	231
Insgesamt	11 709	1 684	4 484	1 450	3 511	381

Eigene Berechnungen nach Angaben von DESTATIS und der Statistischen Landesämter. – \*Angaben für Bayern aus dem Jahr 2003; zur Anteilsermittlung wurde die Werte von 2003 auf die Werte für Deutschland insgesamt von 2004 bezogen.

Die Betrachtung der Umsätze mit Waren des Umweltschutzes fällt aus NRW Sicht gemischt aus. In der Gesamtbetrachtung aller Waren, die zur nachträglichen Beseitigung von Umweltschäden eingesetzt werden, hat NRW einen Anteil von 13,2%. Dies ist deutlich weniger als in Bayern mit 16,3% und in Baden-Württemberg mit 21,1%. Zurückzuführen ist das in erster Linie auf den geringen Anteil der Waren im Bereich Luftreinhaltung. Wohingegen NRW im Gewässerschutz und der Abfallwirtschaft in der Rangliste vorne liegt. Bezogen auf den Bevölkerungsanteil schneidet NRW aber auch in diesen beiden Segmenten schlechter ab als Baden-Württemberg. Immerhin liegt NRW aber nahezu gleichauf mit Bayern.

Im Ländervergleich schneidet NRW vor allem bei den Bauleistungen deutlich besser ab; ähnlich bei den Dienstleistungen mit einem Anteil von 19,1%. Er liegt um zwei Prozentpunkte höher als in Baden-Württemberg und ist doppelt so hoch wie in Bayern. Aussagen zum integrierten Umweltschutz sind mithilfe der amtlichen Daten leider nicht möglich. Gerade in den integrierten Umweltschutzleistungen dürfte sich ein Großteil der innovativen Leistungen widerspiegeln.

### 8.3.3 Regionalisierte Auswertungen zu Umwelttechnikern in NRW

#### *Regionalisierte Auswertungen mit der Amadeus-Datenbank*

Zum Zweck der Herausarbeitung regionaler Schwerpunkte im Umweltsektor im Land NRW wurde eine Sonderauswertung aus der am RWI Essen vorhandenen Amadeus-Datenbank vorgenommen. Hierzu wurden zunächst die in der UMFIS Datenbank erfassten Unternehmen in der Amadeus-Datenbank identifiziert. Dabei wurden ausschließlich Unternehmen berücksichtigt, die nur oder auch als Hersteller oder Händler tätig waren. Versorgungsunternehmen, die als Abnehmer von Umwelttechnologien in Frage kommen, sind damit nur eingeschlossen, wenn sie auch in diesen Tätigkeitsfeldern aktiv sind. Die Zahl der Unternehmen, die in Amadeus zu identifizieren waren, reduzierte sich damit von ursprünglich 1 614 auf 582 Unternehmen. Von diesen Unternehmen konnten 476, d.h. knapp 82% mithilfe dieser Datenbank identifiziert bzw. gefunden werden.

Viele dieser Unternehmen sind in mehreren Umweltbereichen engagiert, darüber hinaus dürften sie auch in gänzlich anderen Tätigkeitsbereichen aktiv sein. Von den 476 Unternehmen waren etwa jeweils 50% in den Bereichen Abfall/Recycling und Luftreinhaltung tätig, 42,2% im Bereich Wasserversorgung/Abwasser und 35,3% im Bereich Energie.

Für die regionalisierte Darstellung wurden mithilfe der Amadeus-Datenbank zunächst der Umsatz, die Zahl der Beschäftigten und der Sitz der Unternehmen aufbereitet und anschließend für die drei Großregionen Rheinland, Ruhrgebiet und Westfalen aggregiert (vgl. **Tabelle 8.5**). Von den 476 Unternehmen liegen für 269 Unternehmen Angaben zu Umsätzen vor. Diese addieren sich auf etwa 3,9 Mrd. €. Für 284 Unternehmen sind entsprechende Zahlen zur Beschäftigung vorhanden. Insgesamt ergibt sich eine Beschäftigtenzahl in diesen Unternehmen von etwa 13,9 Tsd. Personen.

Die Umsatzzahlen sind mehr als doppelt so hoch wie die Angaben zum Umsatz von DESTATIS zu den end-of-pipe Technologien. Hierfür dürften mehrere Gründe ausschlaggebend gewesen sein. Zunächst sind in den Angaben der **Tabelle 8.5** auch Umsätze mit Gütern des integrierten Umweltschutzes enthalten sein. Ebenso werden möglicherweise Umsätze enthalten sein, die für Verkäufe außerhalb des Umweltbereichs getätigt worden sind. Schließlich sind zu einem geringen Teil auch Händlerleistungen enthalten.

Tabelle 8.5

**Umweltwirtschaft in den drei Großregionen von NRW – Ausgewählte Kennziffern für KMU**

Angaben für das Jahr 2004; Anteile in %

	Beschäftigte	Umsätze	Unternehmen	Beschäftigte	Umsätze	Alter der Unternehmen
	Anzahl	Mill. €	Anzahl		Median	
<b>Rheinland</b>						
alle Bereiche	5.987	1.532	201	17	3	20
Abfallw./Entsorgung	39,8	33,4	52,2	15	2	20
Energie	26,1	35,7	27,9	7	1	16
Luftreinhaltung	20,2	14,6	48,3	9	1	21
Wasser-/Abwasser	13,9	16,3	39,3	7	1	21
<b>Ruhrgebiet</b>						
alle Bereiche	2.015	724	93	12	2	16
Abfallw./Entsorgung	21,0	42,5	49,5	9	2	19
Energie	14,0	7,9	38,7	4	0	17
Luftreinhaltung	21,9	13,7	55,9	5	1	17
Wasser-/Abwasser	43,2	35,9	51,6	5	1	16
<b>Westfalen</b>						
alle Bereiche	5.901	1.642	182	19	5	19
Abfallw./Entsorgung	33,5	26,0	50,5	9	3	18
Energie	33,8	50,9	41,8	10	2	17
Luftreinhaltung	20,1	14,4	47,8	9	2	20
Wasser-/Abwasser	12,5	8,7	40,7	10	2	19
<b>NRW</b>						
Abfallw./Entsorgung	34,4	32,0	51,1	10	2	19
Energie	27,6	36,9	35,3	7	2	16
Luftreinhaltung	20,4	14,4	49,6	8	1	20
Wasser-/Abwasser	17,6	16,7	42,2	7	1	19
alle Bereiche	13.903	3.898	476	18	4	19

Eigene Berechnungen auf Basis der Amadeus-Datenbank.

Im Bereich Abfallwirtschaft war die Mehrzahl der Personen, nämlich 34,4% der knapp 13,9 Tsd. Personen, beschäftigt. Ein etwas anderes Muster ergibt sich bei Zugrundelegung der Umsätze: Hier entfällt auf den Bereich Energie der Großteil der Umsätze (36,9% von 3,9 Mrd. €).

Die regionale Verteilung der Unternehmen und Umsätze zeigt eindeutig eine geringere Ausrichtung des Ruhrgebiets auf die Umweltwirtschaft an. Von den 476 Unternehmen waren 201 (42,2%) im Rheinland aktiv, 98 (19,5%) im Ruhrgebiet und 182 (38,2%) in Westfalen. Gut 40% der Umsätze und der Beschäftigten entfallen aufs Rheinland, ähnliche Werte ergeben sich auch für Westfalen. Im Ruhrgebiet werden nur etwa 18% der Umsätze getätigt und es sind hier 14,5% der Beschäftigten zu verorten. Diese Relationen finden sich in ähnlicher Weise bei differenzierter Betrachtung aller Umweltbereiche wieder. Das vergleichsweise starke Abschneiden Westfalens deckt sich mit der Beobachtung, dass gerade in Ost- und Südwestfalen starke Ballungen von Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe, insbesondere im Maschinenbau zu beobachten sind. Diesbezüglich sei noch einmal

daran erinnert, dass sich die Auswertung ausschließlich auf Hersteller/Händler von Gütern der Umwelttechnik konzentriert.

Die Umwelttechnik-Anbieter weisen im Schnitt recht kleine Unternehmensgrößen auf. So liegt der Median<sup>73</sup> bei etwa 18 Beschäftigten und vier Millionen € Jahresumsatz. Allein 17% der 284 Unternehmen haben weniger als fünf Beschäftigte, weitere 53% der Unternehmen haben fünf bis unter 50 Beschäftigte. Nur bei 3% der Unternehmen handelt es sich um jene mit 500 und mehr Beschäftigten.

Das Bild ist stimmig, denn der Markt der Anbieter von Umwelttechnik ist durch eine Vielzahl kleiner und mittelständischer Anbieter geprägt. Einer älteren Befragung von Nordhause-Janz/Rehfeld (1995) zufolge beschäftigten 75% der befragten Unternehmen weniger als 100 Arbeitnehmer. Bei lediglich 7% handelte es sich um Großunternehmen mit 1000 und mehr Beschäftigten. Etwa 58% der Arbeitsplätze wurden von Großunternehmen bereitgestellt. 52% der Unternehmen boten eine rein auf den Umweltschutzmarkt bezogene Produktpalette an, wobei es sich hierbei vor allem um kleine Unternehmen handelte. Ebenso waren in der nordrhein-westfälischen Umweltwirtschaft zahlreiche zwischenbetriebliche Kooperations- und Verflechtungsansätze vorhanden, die speziell für einen Erfolg kleiner und mittlerer Unternehmen entscheidend sein können.

Zu deutlich höheren Umsätzen und Beschäftigten auf Basis einer Hochrechnung kommt die Studie von Zenit/Prognos (2005). Nach dem Prinzip der Selbstdeklaration wurden etwa 3 500 Betriebe identifiziert und befragt. Grundlage bildete die Datenbank UMFIS sowie weitere Umweltdatenbanken (Ecoselect und Seibt). Insgesamt konnten 543 Antworten für die Analyse verwendet werden. Bei den antwortenden Unternehmen handelt es sich um Anbieter von Leistungen für den additiven und integrierten Umweltschutz. Im Gegensatz zu der von uns vorgenommenen Fokussierung auf Hersteller sind in der Befragung von Zenit/Prognos eine große Zahl von Dienstleistern (nur circa 37% der antwortenden Unternehmen gaben als Tätigkeitsbereich Hersteller an) mit enthalten. Ein direkter Vergleich mit unseren Befunden ist daher nicht möglich. Ausgehend von den 564 Antworten wurde eine Hochrechnung der Umsatzzahlen auf die 3 500 NRW Betriebe vorgenommen. Nach vorsichtiger Berechnung ergab sich für den Bereich an Umweltschutzgütern und -dienstleistungen einschließlich des Energiebereichs ein Umsatz zwischen 16 und 25 Mrd. € und ein Beschäftigungsvolumen in NRW von ca. 200 Tsd. Mitarbeitern. Ohne Frage, die Umsatz-

---

<sup>73</sup> Der Median teilt die Stichprobe in zwei gleich große Hälften.

und Beschäftigungszahlen sind immens. Zur Einordnung der Befunde, insbesondere dem Vergleich mit anderen Studien, ist es aber umso wichtiger, genaue Angaben für einzelne Segmente zu erhalten. Leider waren solche Angaben in der Studie von Zenit/Prognos nicht enthalten.

#### *Regionalisierte Auswertungen mit dem Product-Producer-Panel*

Ausgehend von der wichtigen Rolle des Maschinenbaus und der Mess-, Regelungs- und Steuerungstechnik für Fortschritte im Umweltschutz, sollen beide Bereiche im Folgenden etwas näher untersucht werden. Hierzu wurden einzelne relevant erscheinende Gütergruppen beider Branchen ausgewählt und deren Produktionswert mithilfe der Datenfernauswertung und Vor-Ort Auswertung des Product-Producer Panels im LDS am Standort Düsseldorf ermittelt. Die diesbezüglichen Ergebnisse sind in der **Tabelle 8.6** dargestellt. Anzumerken ist, dass es sich um eine weite Abgrenzung handelt, die die Produktion von Unternehmen erfasst, die potentiell als geeignet erscheinen, Umweltschutzgüter zu produzieren. Diese Abgrenzung ist naturgemäß gröber als beim Umweltschutzgüterpotential der NIW/ISI Abgrenzung.

Wiederum zeigt sich das bekannte und vermutete regionale Muster. Insbesondere in Westfalen werden vergleichsweise hohe Produktionswerte mit Investitionsgütern des Maschinenbaus erzielt, die potenziell dem Umweltschutz zuzurechnen sind. Der Anteil Westfalens von 46% am gesamten NRW-Produktionswert in den relevanten Gütergruppen ist um ein deutliches höher als die Anteile der beiden übrigen Regionen. Auf das Rheinland entfallen 30% und auf das Ruhrgebiet die übrigen 24%. Der Blick auf die regionalen Schwerpunkte zeigt insbesondere eine starke Präsenz von Betrieben in Siegen-Wittgenstein an. Dieses Muster zeigte sich bereits im Kontext der Betrachtung ausgewählter Branchen des Maschinenbaus zur Approximation wirtschaftlicher Tätigkeiten in der Produktionstechnik. Als bedeutsame Standorte erweisen sich ebenfalls Essen/Mülheim und Oberhausen.

Ein völlig anderes Muster zeigt sich in der Mess-, Regelungs- und Steuerungstechnik (MSR-Technik). Hier kann vornehmlich das Rheinland mit 39% einen hohen Anteil am Produktionswert auf sich vereinen, verglichen mit 32% in Westfalen und 29% im Ruhrgebiet. Nicht zuletzt erwiesen sich in der Vergangenheit Produkte der MSR-Technik als wesentliche Voraussetzung für Verbesserung sowohl im Bereich des additiven als auch vor allem des integrierten Umweltschutzes. Auch hier wiederum sei darauf hingewiesen, dass es sich bei der Abgrenzung der MSR-Technik um einen Wirtschaftszweig mit dem Potenzial des Einsatzes zum Umweltschutz handelt. Es ist völlig unklar, wie hoch der Anteil der MSR-Güter für den Umweltschutz tatsächlich ist.

Tabelle 8.6

**Umweltschutzauffine Wirtschaftsbereiche der Investitionsgüterindustrie in NRW**

Produktionswert 2005, Anteil an NRW insgesamt in %

	Ausgewählte Bereiche			
	des Maschinenbau		der Mess-, Steuer-, Regel- technik (MSR)	
	Betriebe	Prod.werte	Betriebe	Prod.werte
Düsseldorf	1,6	8,2	1,2	0,1
Duisburg/Oberhausen	1,8	0,8	3,1	5,0
Essen/Mülheim	3,0	9,5	5,1	4,2
Krefeld	2,0	3,0	0,0	0,0
Mönchengladbach	1,8	3,1	2,3	1,3
Solingen/Remscheid	3,4	2,2	3,9	4,2
Wuppertal	1,4	0,6	1,6	1,3
Kleve	0,1	*	1,6	*
Mettmann	3,6	2,2	5,8	4,6
Neuss	0,9	1,4	1,9	3,1
Viersen	1,2	0,2	2,7	3,1
Wesel	2,3	3,0	1,9	2,6
Aachen	1,1	0,7	2,7	2,1
Bonn	0,5	0,0	0,0	0,0
Köln Leverkusen Erftkreis	3,4	1,6	7,0	8,4
Aachen	1,1	*	2,7	1,3
Euskirchen/Düren	2,1	2,5	1,6	0,5
Heinsberg	0,7	0,7	0,8	*
Oberbergischer Kreis	2,1	2,6	1,6	1,8
Rheinisch-Bergischer Kreis	1,2	0,9	3,1	6,5
Rhein-Sieg	1,2	0,4	2,3	0,9
Bottrop/Gelsenkirchen	1,4	1,2	0,0	0,0
Münster/Warendorf	3,6	2,7	1,9	1,5
Borken	2,1	1,3	1,6	2,7
Coesfeld	1,4	0,9	0,4	*
Recklinghausen	2,1	0,6	1,9	1,2
Steinfurt	1,8	0,4	1,6	10,0
Bielefeld	3,7	4,5	1,6	0,9
Gütersloh	3,9	2,5	1,6	1,0
Herford	2,5	1,5	1,6	1,2
Lippe	1,8	0,7	2,3	3,2
Minden-Lübbecke	4,6	3,3	1,9	3,1
Paderborn/Höxter	4,3	5,0	2,7	2,2
Bochum/Herne	0,9	0,3	2,7	1,4
Dortmund	1,8	0,9	4,7	8,4
Hagen	1,1	0,3	1,9	1,5
Hamm/Unna	3,7	3,2	2,7	1,5
Ennepe-Ruhr-Kreis	4,1	4,1	4,7	3,2
Hochsauerlandkreis	2,9	2,0	1,2	0,7
Märkischer Kreis	2,7	2,3	4,3	3,1
Olpe	1,4	0,4	1,2	*
Siegen-Wittgenstein	9,3	16,9	2,7	1,5
Soest	2,3	1,5	1,9	0,8
Alle Kreise	100,0	100,0	100,0	100,0
Alle Kreise Anzahl bzw. Mill. €	561	10 621	257	1 902

Quelle: Product-Producer-Panel des LDS NRW, Datenfernauswertung. \* Angaben aus Datenschutzgründen nicht ausgewiesen. Deren Summe beträgt im Maschinenbau 1,1% und MSR-technik zusammengenommen 6,6% der gesamten Produktionswerte.

### 8.3.4 Beschäftigte in klassischen Umweltbereichen (Entsorgungssektor)

Während bisher vor allem eine Beschäftigung mit den Umwelttechnik-Anbietern erfolgte, soll nunmehr ein Perspektivwechsel vorgenommen werden. Gegenstand der folgenden Betrachtung sind die wirtschaftlichen Aktivitäten in den klassischen Entsorgungsbereichen. Diese sind zugleich wichtige Nachfrager von Investitionsgütern der Umwelttechnik.

Die Daten der Bundesagentur für Arbeit ermöglichen entsprechend der offiziellen Datenabgrenzung nach der Wirtschaftszweigsystematik für die sozialversicherungspflichtig Beschäftigten eine regionalisierte Darstellung für den klassischen Entsorgungssektor. Dabei handelt es sich um den Bereich Kreislaufwirtschaft/Entsorgung mit den Einzelsektoren Recycling (37.1 Recycling von Schrott und 37.2 Recycling von nichtmetallischen Altmaterialien und Reststoffen), Großhandel mit Alt- und Reststoffen (51.57) und die Abfallbeseitigung (90.02 und 90.03) sowie die Abwasserbeseitigung, (90.01). Hierbei handelt es sich um Dienstleistungsunternehmen mit Ausnahme des Recyclingsektors, der seit der Umstellung der Wirtschaftszweigsystematik von der SYPRO auf die WZ93 nicht mehr dem Altstoffhandel zugerechnet wird, sondern, aufgrund der zunehmenden Bedeutung der Kreislaufwirtschaft, als eigenständige Gruppe dem Verarbeitenden Gewerbe zugeordnet wird. Nicht enthalten sind die Beschäftigten der Lieferbereiche der für die Entsorgungsleistungen erforderlichen Anlagentechnik, Verfahrenstechnik und Komponentenherstellung. Zu beachten ist, dass man mit der offiziellen Systematik nur die Unternehmen erfasst, die diesem Bereich mit ihrer Haupttätigkeit zuzuordnen sind. Der Sektor dürfte unzureichend erfasst sein. Typisch für die meisten dieser Unternehmen ist, dass sie auf mehreren Märkten tätig sind. Die Differenzierung bzw. Erweiterung der Wertschöpfungskette erfolgt sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung. So wird die Tätigkeit vielfach auf vor- und/oder nachgelagerte Bereiche ausgedehnt. Unternehmen können z.B. gleichzeitig im Bereich der Logistik, des Altstoffhandels und der Wiederverwertung engagiert sein. Im Rahmen einer horizontalen Diversifizierung greifen Unternehmen anderer Branchen Tätigkeitsbereiche aus dem Altstoffhandel/Recyclinggeschäft auf oder umgekehrt. So handeln Schrotthändler mit Neumaterial bzw. Metallhändler werden im Schrotthandel tätig. Dies gilt nicht zuletzt auch bei Tätigkeiten, die zurzeit als Folge der Regelungen bei Elektroaltgeräten und Altfahrzeugen verstärkt auftreten.

In **Tabelle 8.7** sind die entsprechenden Beschäftigtendaten für die Bundesländer einander gegenübergestellt. Im Bereich des Recyclings von nichtmetallischen Altmaterialien und Reststoffen, vor allem von Altpapier und Altglas – seit Mitte der neunziger Jahre durch gesetzliche Regelungen auch vermehrt von Kunststoffen –, waren in Deutschland im Jahr 2004 29 260

Personen beschäftigt, davon allein 18,5% in NRW, vor Bayern mit 14,4% und Baden-Württemberg mit 9,7%. Im Bereich des mit 8 513 Arbeitnehmern deutlich kleineren Bereichs „Recycling von Schrott (Eisen und Stahl, NE-Metalle und Edelmetalle)“ besitzt NRW einen Anteil von 13,7% und liegt damit hinter Hessen auf Platz 2, noch vor Bayern (11,9%) und Baden-Württemberg (7%). Vor allem der Schrottbereich war von jeher der Bereich, in dem Recycling betrieben wurde, weil es sich auch ökonomisch lohnte. Er gilt gerade in Zeiten hoher und steigender Rohstoffpreise als sehr zukunftsträchtig. Im Bereich des Altstoffhandels dominiert NRW mit einem Anteil von 23,5% an 13 976 Beschäftigten in Deutschland insgesamt mit deutlichem Abstand vor Bayern (16,5%) und Baden-Württemberg (14,3%). Auch im Bereich Abwasserbeseitigung (Entsorger) mit insgesamt 21 038 Beschäftigten ist NRW am stärksten vertreten mit einem Anteil von 20,4%, vor Bayern mit 14,5% und Baden-Württemberg mit 9,4%.

Tabelle 8.7

**Beschäftigte in klassischen Umweltbereichen zum 30.6.2004**

Anteile in Prozent

Bundesland	WZ 37.1	WZ 37.2	WZ 51.57	WZ 90.01	WZ 90.02	WZ 90.03
Baden-Württemberg	7,0	9,7	14,3	9,4	7,2	2,1
Bayern	11,9	14,4	16,5	14,5	11,0	1,3
Berlin	1,1	3,6	1,7	0,1	6,6	0,8
Brandenburg	8,0	6,8	1,7	4,0	4,1	19,2
Bremen	0,5	1,3	2,5	2,4	1,6	1,2
Hamburg	0,3	1,5	3,9	5,8	3,0	0,6
Hessen	15,4	3,7	3,9	6,4	8,2	1,1
Mecklenburg-Vorpommern	1,8	3,1	0,9	2,0	2,5	1,7
Niedersachsen	8,9	7,1	9,7	8,8	8,3	4,6
Nordrhein-Westfalen	13,7	18,5	23,5	20,4	25,1	7,5
Rheinland-Pfalz	3,6	4,4	4,6	5,6	4,5	0,6
Saarland	0,9	0,9	2,1	0,7	1,0	0,4
Sachsen	9,5	8,5	4,2	9,0	6,7	41,2
Sachsen-Anhalt	10,8	9,0	3,6	4,0	4,0	15,8
Schleswig-Holstein	1,2	3,0	3,3	2,6	3,0	0,0
Thüringen	5,5	4,3	3,6	4,3	3,1	1,8
Deutschland	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
<i>Nachträglich</i>						
Deutschland absolut	8 513	29 260	13 976	21 038	115 217	7 786

Quelle: Sonderauswertung aus der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen. 37.1: Recycling von Schrott, 37.2 Recycling von nichtmetallischen Altmaterialien und Reststoffen; 51.57: Großhandel mit Alt- und Reststoffen; 90.02 und 90.03: Abfallbeseitigung; 90.01: Abwasserbeseitigung.

Den größten Einzelposten bildet aber die Abfallbeseitigung mit einem deutschlandweiten Beschäftigungsstand von insgesamt 115 217 Personen. Von diesen Beschäftigten sind allein ein Viertel in NRW tätig. Auch hier folgen mit weitem Abstand Bayern (11%) und Baden-Württemberg (7,2%).



Aufgrund der Altlastenproblematik kommt den neuen Bundesländern ein vergleichsweise hohes Gewicht, allerdings nur in speziellen Segmenten (WZ 90.03), zu.

Die eingangs erwähnte dichte Besiedlung mit rohstoffintensiven industriellen Branchen, sowie die hohe Bevölkerungsdichte, finden im hohen Anteil an der Beschäftigung im Entsorgungssektor ihren Niederschlag. Die größten Entsorger Deutschland wie Remondis, Rethmann und Rhenus sind hier angesiedelt. Von technologischen Fortschritten in der Umwelttechnik in der Abfallbeseitigung können NRW Betriebe also in überdurchschnittlichem Maße profitieren. Eines der vielen Merkmale eines Vorreitermarktes für technologische Fortschritte ist damit im Speziellen für NRW erfüllt: Es liegt eine hohe lokale Nachfrage vor. Dem steht allerdings gegenüber, dass NRW keine dominierende Rolle in der Herstellung von Investitionsgütern der Umwelttechnik einnimmt.

In **Tabelle 8.8** sind die Anteile der Verdichtungsräume an der Beschäftigung in den einzelnen Segmenten dargestellt. In den Verdichtungsräumen sind im Bereich Recycling und Altstoffhandel etwa die Hälfte aller Beschäftigten zu finden. Spitzenwerte erzielt hier das Ruhrgebiet mit einem Anteil von 10% beim Recycling von Nichtmetallen und 8,4% beim Recycling von Metallen sowie 6,9% beim Altstoffhandel. Einen höheren Wert weist für Recycling von Metallen nur der Rhein-Neckar Raum aus. Eine hohe Bedeutung hat ansonsten vor allem das Land Berlin beim Recycling. Beim Altstoffhandel fällt als Verdichtungsraum vor allem noch Düsseldorf-Wuppertal auf, außerhalb NRWs mit einem Anteil über 5% nur noch Hamburg.

In der Abfallbeseitigung, zu der Sammlung und Transport von Abfällen, Abfallbehandlungsanlagen, Deponien, biologische und thermische Abfallbehandlung zählen, zeigt sich dasselbe Muster: 60% der Beschäftigten sind in Verdichtungsräumen tätig, allen voran das Ruhrgebiet (9%), 4,9% auf Köln-Bonner Raum und 5,9% auf Düsseldorf-Wuppertal. Im Bereich der sonstigen Umweltverschmutzung (Altlasten) liegt Chemnitz aufgrund immenser Altlasten mit 19,7% vor dem Ruhrgebiet. Auch in der Abwasserbeseitigung nimmt das Ruhrgebiet einen Spitzenplatz ein. In den anderen Ballungsräumen NRWs ist der Anteil an den Beschäftigten dagegen deutlich niedriger.

Tabelle 8.8

**Beschäftigte in klassischen Umweltbereichen im überregionalen Vergleich zum 30.6.2004**

Anteile in Prozent

Verdichtungsraum	WZ 37.1	WZ 37.2	WZ 51.57	WZ 90.01	WZ 90.02	WZ 90.03
Aachen	0,5	0,8	0,8	0,2	1,0	0,1
Berlin	6,1	7,9	3,2	2,9	9,7	4,2
Bielefeld	1,1	1,6	3,5	2,7	2,3	0,0
Bremen	0,8	1,2	1,0	2,8	1,7	1,5
Chemnitz	2,8	1,6	1,1	1,0	1,3	19,7
Dresden	0,5	1,1	2,2	2,6	1,4	7,1
Düsseldorf-Wuppertal	1,7	2,8	5,1	3,5	5,9	0,1
Erlangen-Fürth-Nürnberg	0,7	3,4	2,9	0,8	1,2	0,1
Hamburg	1,0	2,9	5,2	7,8	4,0	0,6
Hannover	1,0	1,3	1,8	3,1	2,6	0,5
Karlsruhe	1,2	1,7	1,2	0,6	0,5	0,1
Köln-Bonn	1,5	1,6	2,0	1,9	4,9	0,4
Leipzig	3,2	1,8	0,7	3,1	2,5	2,8
München	2,2	3,0	1,8	6,0	3,2	0,6
Rhein-Main	13,5	1,9	1,6	3,4	5,8	1,1
Rhein-Neckar	2,6	1,2	2,3	2,4	2,4	0,1
Ruhrgebiet	8,4	10,0	6,9	9,0	8,6	6,9
Saarbrücken	0,9	0,9	2,1	0,7	1,0	0,4
Stuttgart	1,2	1,3	3,7	2,5	1,6	1,5
Sonstige Kreise	49,2	52,2	51,0	42,8	38,4	52,4

Quelle: Sonderauswertung aus der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen.

Die vergleichsweise hohen Beschäftigungszahlen für NRW in klassischen Umweltbereichen werden also in ganz entscheidendem Maße durch das Ruhrgebiet bestimmt. Dessen Dichte mit rohstoff- und zugleich entsorgungsintensiven Industrien sowie die hohe Bevölkerungsdichte erfordern einen größeren Aufwand zur Beseitigung der Abfälle und zur Abwasserbehandlung.

Zum Abschluss der Betrachtung der Beschäftigten sind in der **Tabelle 8.9** die Standortquotienten für die NRW Kreise ausgewiesen. Diese geben an, in welchen Kreisen ein weit überdurchschnittlicher Anteil mit Beschäftigten – im Vergleich zum Bundesdurchschnitt – zu beobachten ist. Sehr hohe Standortquotienten beim Recycling haben Bottrop (6,8), Duisburg (3,3), Unna (3,5). Werte über 2, d.h. ein doppelt so hoher Anteil wie im Bundesdurchschnitt ist in Gelsenkirchen und Mülheim (Ruhr) festzustellen. Bei der Abfallbeseitigung befinden sich Oberhausen (4,7), Recklinghausen (2,5), Duisburg (2,5), Bielefeld (2,1) und Bochum (2,2) auf vorderen Plätzen. Bei der Abwasserbeseitigung ist es wiederum Bottrop (10,4), gefolgt von Viersen (4,9) und Wesel (5,9). Im Wesentlichen spiegeln sich hier die Standortmuster der ressourcen- und damit entsorgungsintensiven Schwerindustrie wider.

Tabelle 8.9

**Beschäftigte in klassischen Umweltbereichen – Alle NRW Kreise**

Name	Standortquotient		
	Recycling	Abwasser	Abfall
Aachen	0,6	0,1	0,6
Aachen, Stadt	0,6	0,0	0,9
Bielefeld, Stadt	0,6	0,2	2,1
Bochum, Stadt	0,3	0,0	2,2
Bonn, Stadt	0,2	0,1	0,5
Borken	1,3	1,7	0,6
Bottrop, Stadt	<b>6,8</b>	<b>10,4</b>	1,1
Coesfeld	0,1	1,1	0,5
Dortmund, Stadt	1,1	0,0	1,0
Duisburg, Stadt	<b>3,3</b>	1,9	<b>2,5</b>
Düren	0,8	0,2	0,8
Düsseldorf, Stadt	0,1	0,0	0,8
Ennepe-Ruhr-Kreis	1,6	0,3	0,1
Erftkreis	1,1	0,9	1,2
Essen, Stadt	1,1	3,6	0,4
Euskirchen	0,7	1,7	0,8
Gelsenkirchen, Stadt	2,1	0,6	0,3
Gütersloh	1,9	1,2	0,4
Hagen, Stadt	1,5	0,0	1,1
Hamm, Stadt	0,7	0,9	1,1
Heinsberg	0,6	0,6	1,1
Herford	1,0	1,8	1,1
Herne, Stadt	0,0	0,0	1,9
Hochsauerlandkreis	0,4	0,9	0,8
Höxter	0,4	0,6	0,5
Kleve	0,5	1,2	1,2
Krefeld, Stadt	1,3	0,2	1,3
Köln, Stadt	0,3	0,2	1,5
Leverkusen, Stadt	0,6	0,1	1,0
Lippe	0,6	1,1	0,7
Mettmann	0,6	0,8	0,4
Minden-Lübbecke	0,8	2,4	0,9
Märkischer Kreis	0,5	1,2	1,5
Mönchengladbach, Stadt	1,0	0,3	1,6
Mülheim an der Ruhr, Stadt	2,2	1,4	1,0
Münster, Stadt	0,4	0,0	0,7
Neuss	1,2	0,4	1,3
Oberbergischer Kreis	0,4	0,8	1,0
Oberhausen, Stadt	0,3	0,2	<b>4,7</b>
Olpe	0,4	0,4	1,8
Paderborn	1,0	1,3	0,3
Recklinghausen	1,2	0,7	<b>2,5</b>
Remscheid, Stadt	0,4	0,0	1,0
Rhein-Sieg-Kreis	0,5	1,2	0,9
Rheinisch-Bergischer Kreis	0,2	0,2	1,1
Siegen-Wittgenstein	0,7	1,1	0,7
Soest	0,9	1,1	0,9
Solingen, Stadt	1,0	1,0	1,5
Steinfurt	0,4	0,7	0,4
Unna	<b>3,5</b>	0,9	1,5
Viersen	0,5	<b>4,9</b>	1,8
Warendorf	1,4	0,6	0,5
Wesel	0,9	<b>5,9</b>	2,0
Wuppertal, Stadt	1,6	0,0	1,4

Quelle: Sonderauswertung aus der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit, eigene Berechnungen. – Die drei Kreise mit dem höchsten Standortquotienten im jeweiligen Segment sind fett hervorgehoben. Recycling (371, 37.2 und 51.57); Abwasser (90.01); Abfall (90.02 und 90.03).

## 8.4 Patente

### 8.4.1 Patentanmeldungen in Deutschland im europäischen Vergleich

Ergebnisse von wissenschaftlicher Forschung und unternehmerischen Entwicklungsaktivitäten schlagen sich in überdurchschnittlicher Patentaktivität in der Umwelttechnik nieder. An diesen Patentaktivitäten zeigt sich, wo und wie viel neues potentiell verwertbares Wissen in den Unternehmen entstanden ist. Umweltschutzpatente deutscher Herkunft sind auf den europäischen Patentmärkten überdurchschnittlich häufig vorzufinden.

Zur Einordnung der folgenden regionalen Vergleiche soll zunächst ein Überblick über die Patententwicklung im Umweltschutz weltweit und für Deutschland insgesamt gegeben werden. Dieser basiert auf entsprechenden Untersuchungen, die regelmäßig von NIW und ISI zu diesem Thema durchgeführt werden (u.a. NIW/ISI 2006, BMBF 2007). Einbezogen sind die Umweltbereiche Abfall, Recycling, Wasser, Luftreinhaltung, Lärm sowie übergeordnet und in allen Umweltbereichen eingesetzt die MSR-Technik. Von allen genannten Bereichen entfällt auf Wasser stets die mit Abstand höchste Zahl der Patentanmeldungen.

Nach einem deutlichen Wachstum der weltweiten Patentanmeldungen im Bereich Umweltschutz während der achtziger Jahre bis Anfang der neunziger, gingen diese bis etwa 1995 zurück und stiegen danach erneut bis zum Jahr 2000 an. Bis 2004 verharrte die Anmeldetätigkeit dann auf dem bis dahin erreichten Niveau. Von dieser Stagnationsphase waren alle Segmente, mit Ausnahme von Abfall und Recycling, betroffen. Bei diesen beiden zeigte sich bereits seit Anfang der neunziger Jahre eine deutlich abflauende Patentanmeldetätigkeit (NIW/ISI 2006: 77).

Im Vergleich zu anderen Technikfeldern stellt sich die Entwicklung der Patentanmeldungen seit Mitte der neunziger Jahre als deutlich unterdurchschnittlich dar. Als Gründe für die nachlassende Erfindungstätigkeit in hochentwickelten Ländern wie Deutschland werden das erreichte hohe Niveau sowie geringe Anreize zu einem kontinuierlichen vorsorgenden bzw. integrierten Umweltschutz genannt (NIW/ISI 2006:76ff.). Während Deutschland lange Zeit einen konstanten Anteil an der Erfindungstätigkeit aufweisen konnte, ist dieser mit Beginn des neuen Jahrtausends rückläufig und fiel von 26% auf etwa 22%. Der Technologievorsprung hat sich demnach verringert. Insbesondere in den Bereichen Abfall, Recycling, Wasser und Messtechnik ist die Zahl der zum Patent angemeldeten Erfindungen ausländischer Erfinder deutlich schneller gestiegen als die deutscher Erfinder. Ungeachtet dieser Entwicklung wird Deutschland dennoch speziell beim Recycling ein Technologievorsprung als Folge der zu Ende der achtzi-

ger und zu Beginn der neunziger Jahre verfolgten Abfallpolitik zugesprochen.

In der folgenden Betrachtung erfolgt eine Konzentration auf den regionalen Vergleich der Patentanmeldeaktivitäten in den Bereichen Abfallwirtschaft, Recycling, Wasserversorgung/Abwasser auf der Basis einer eigenen Abgrenzung der IPC-Codes. Auf Patentaktivitäten im Bereich MSR-Technik und Luftreinhaltung (Emissionsminderungstechnologien) wurde bereits im Kapitel „Energietechnik“ eingegangen. Auf eine Analyse für den Lärmschutz wurde verzichtet, da die hierfür relevanten Patentanmeldungen nur zum Teil mit der Suche in Patentklassen identifiziert werden konnte und somit eine aufwendige Recherche mittels Stichwörtern hätte entwickelt und getestet werden müssen. Im vorgegebenen Projektzeitraum ist dies allerdings nicht leistbar gewesen.

### *Abfallbeseitigung*

In der Abfallbeseitigung, welche Technologien für das Einsammeln und Umladen von Müll sowie die eigentliche Beseitigung einschließt, wurden im Zeitraum 2001 bis 2006 84 Erfindungen aus Deutschland zum Patent angemeldet (vgl. **Tabelle 8.10**). Daran war NRW mit einem Anteil von 32,4% beteiligt. Es lag damit deutlich vor Baden-Württemberg mit 16,4%, Bayern mit 14,5% und Sachsen mit 13%. Aufgrund des deutlichen Abstands liegt NRW mit einer Patentrelation, definiert als Patente je eine Million Einwohner, von 1,51 sogar vor Baden-Württemberg. Im kleinen Teilbereich der Abfallbeseitigung nimmt NRW also eine führende Rolle ein.

Der Befund entspricht durchaus den Erwartungen, denn NRW hat im Bereich der Abfallbeseitigung den mit Abstand höchsten Beschäftigungsanteil aller Bundesländer vorzuweisen. Diese Beschäftigungsballung deutet auf eine hohe Nachfrage nach Innovationen im Abfallbereich in NRW hin. Ebenso wurde bereits auf die besonderen Anforderungen an Unternehmen der Grundstoffindustrie hingewiesen, nachhaltige Beiträge zum Umweltschutz zu leisten. Unter den führenden Patentanmeldern aus NRW sind daher häufig auch Unternehmen aus der Grundstoffindustrie zu finden u.a. *Lurgi Lentjes AG* und *Deutsche Babcock Anlagenbau GmbH* (Oberhausen) einschließlich seiner Tochterunternehmungen *BBP Environment GmbH* und *BBP Energy*. Gleichwohl werden die Patentanmeldungen von sehr vielen verschiedenen Unternehmungen und vergleichsweise vielen Personen vorgenommen. Weit vorn zu finden sind die *Clyde Bergemann GmbH* (Wesel), *Vaillant GmbH* (Hauptsitz Remscheid) aber auch *Bayer*, *BASF* und *STEAG* sowie die *Fraunhofer-Gesellschaft* und das *Forschungszentrum Jülich*.

Tabelle 8.10

**Patentanmeldungen im Bereich Abfallbeseitigung im Zeitraum von 2001 bis 2006**

	gewichtete Anzahl	Anteil in %	Standortquo- tient <sup>1</sup>	Patente je eine Million Einwohner
Baden-Württemberg	13,8	16,4	0,8	1,29
Bayern	12,2	14,5	0,7	0,98
Berlin	1,7	2,1	0,3	0,51
Brandenburg	3,8	4,5	2,9	1,47
Bremen	0,1	0,1	0,1	0,17
Hamburg	0,0	0,0	0,0	0,00
Hessen	3,6	4,3	0,5	0,59
Mecklenburg-Vorpommern	0,0	0,0	0,0	0,00
Niedersachsen	2,5	3,0	0,4	0,31
Nordrhein-Westfalen	27,2	32,4	1,9	1,51
Rheinland-Pfalz	3,2	3,8	1,0	0,79
Saarland	0,0	0,0	0,0	0,00
Sachsen	10,9	13,0	2,7	2,55
Sachsen-Anhalt	1,7	2,0	1,3	0,66
Schleswig-Holstein	1,4	1,7	1,1	0,50
Thüringen	2,0	2,4	1,2	1,29
Deutschland	84,1	100,0		

EPO, eigene Berechnungen. – <sup>1</sup>Für die Ermittlung des Standortquotienten wird als Bezugsgröße das gesamte Forschungspersonal (Summe aus Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) verwendet. Der Quotient ergibt sich aus dem Verhältnis Patentanmeldungen dividiert durch das gesamte Forschungspersonal (Wirtschaft, Hochschul- und Staatssektor) für die betreffende Region geteilt durch die die entsprechende Relation für das Bundesgebiet.

Innerhalb NRW entfielen 46% der Anmeldungen auf das Rheinland, 32% auf das Ruhrgebiet und nur 22% auf Westfalen. Aufgrund der geringen Anmeldezahlen lohnt eine weitergehende regional differenzierte Analyse an dieser Stelle nicht.

### Recycling

Im Bereich Recycling werden die für die stoffliche und technische Wiederverwertung benötigten Verfahren und Technologien einbezogen, so in den Bereichen Metall-, Papier-, Glasverwertung sowie bei Verpackungen, seit einigen Jahren verstärkt auch bei Batterien, Elektroaltgeräte und Altfahrzeugen. In diesem Bereich wurden 2001 bis 2006 138 Patente aus Deutschland beim EPA angemeldet (vgl. **Tabelle 8.11**). Ebenso wie im Bereich Abfall ist die Anzahl der Patentanmeldungen also sehr gering. Davon stammten 18,8% aus NRW, was damit im Ranking leicht hinter Baden-Württemberg liegt mit 20,4%. Danach folgen Bayern, Hessen und Niedersachsen mit Anteilen jeweils zwischen 9,5% und 11%. Diese Bundesländer vereinen etwa 70% aller Patentanmeldungen auf sich. Aufgrund des höheren Bevölkerungsanteils von NRW fällt die Patentrelation in NRW geringer als in Baden-Württemberg aus. Das Bild der eben gezeigten führenden Rol-

le von NRW lässt sich auf Recycling somit nicht übertragen. Immerhin ist eine leichte Spezialisierung auf den Bereich Recycling anhand des Standortquotienten von größer Eins abzulesen.

Tabelle 8.11

**Patentanmeldungen im Bereich Recycling im Zeitraum von 2001 bis 2006**

	gewichtete Anzahl	Anteil in %	Standortquo- tient <sup>1</sup>	Patente je eine Million Einwohner
Baden-Württemberg	28,1	20,4	1,0	2,6
Bayern	15,0	10,9	0,6	1,2
Berlin	4,7	3,4	0,6	1,4
Brandenburg	7,3	5,3	3,5	2,8
Bremen	1,1	0,8	0,7	1,7
Hamburg	1,1	0,8	0,3	0,6
Hessen	14,5	10,5	1,2	2,4
Mecklenburg-Vorpommern	1,7	1,2	1,4	1,0
Niedersachsen	13,1	9,5	1,3	1,6
Nordrhein-Westfalen	26,0	18,8	1,1	1,4
Rheinland-Pfalz	7,6	5,5	1,4	1,9
Saarland	2,1	1,5	2,9	2,0
Sachsen	3,4	2,5	0,5	0,8
Sachsen-Anhalt	2,2	1,6	1,0	0,9
Schleswig-Holstein	9,2	6,6	4,4	3,2
Thüringen	1,1	0,8	0,4	0,5
Deutschland	138,0	100,0		

EPO, eigene Berechnungen. Zur Definition des Standortquotienten vgl. *Tabelle 8.10*.

Innerhalb NRWs liegt das Rheinland mit einem Anteil an den EPA-Patentanmeldungen aus NRW mit 46% wiederum an der Spitze. Im Gegensatz zur Abwasserbeseitigung liegt diesmal jedoch Westfalen mit 30% vor dem Ruhrgebiet mit 24%. Aufgrund der insgesamt geringen Zahl an Patentanmeldungen wird auf eine weitergehende regional differenzierte Analyse verzichtet. Führende Patentanmelder sind die Bayer AG, Metso Lindemann GmbH, Deutsche Babcock Anlagen GmbH, Henkel, Cognis, Lurgi Entsorgung und die Grüne Punkt-Duales System Deutschland GmbH. Ähnlich wie im Bereich Abwasserbeseitigung ist keineswegs eine Konzentration der Patentanmeldetätigkeiten auf dieses Unternehmen zu beobachten. Es sind eine Reihe verschiedener Unternehmungen und Forschungsinstitute (Fraunhofer-Gesellschaft, GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit) vertreten.

*Wasser-/Abwasserwirtschaft*

Die Erfindungsaktivitäten im Bereich Wasser-/Abwasser und Membranfilter umfassen eine Vielzahl verschiedenster Aktivitätsfelder, die sich ebenso durch eine unterschiedliche Innovationsdynamik auszeichnen. Zudem ergeben sich einige Anknüpfungspunkte zu Anwendungen in der Chemischen

Industrie, in denen Flüssigkeitsaufbereitungen und Trennverfahren naturgemäß von hoher Bedeutung sind.

Einen Eindruck über die unterschiedliche Entwicklung in einzelnen Teilssegmenten vermitteln unter anderem auch die Befunde der Studie von DIW/ISI/Berger (2007: 213ff.) zu. In den für die Wasserversorgung und im Hochwasserschutz relevanten Patentklassen wurde ein ausgeprägtes Wachstum der Patentanmeldungen in Deutschland und weltweit festgestellt, wenngleich die Zunahme in der Wasserversorgung in Deutschland – aufgrund des bereits erreichten hohen technischen Niveaus – etwas schwächer ausfiel. Die Anteile Deutschlands an den weltweiten Patentanmeldungen lagen 2004 bei etwa 30% in beiden Gruppen.

Dieser positiven Entwicklung steht seit Anfang der 1990er Jahre eine Stagnation bei der Zahl der Anmeldungen in der Abwasserentsorgung und Schlammbehandlung in Deutschland gegenüber. Aufgrund einer weltweit positiven Entwicklung ging der Anteil Deutschlands an den weltweiten Anmeldungen von etwa 25% auf etwa 20% zurück. Wesentliche Fortschritte bei der Wasseraufbereitung und der Abwasserreinigung werden von der Membranfiltertechnik erwartet. Hier war weltweit seit Mitte der neunziger Jahre ein deutlicher Anstieg festzustellen. Ähnliches war in Deutschland nicht zu beobachten, so dass der Anteil Deutschlands um etwa 10 Prozentpunkte auf nunmehr 20% gefallen ist.

In unserer eigenen Analyse des Patentanmeldegeschehens wurden relevante Patentklassen für Verfahren und Technologien aus den Bereichen Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Abwasserbehandlung mit einbezogen. Mit Blick auf die in den vergangenen Jahren zu beobachtende Entwicklung in der Membranfiltertechnik werden separat davon Technologien im Bereich Membranfilter erfasst und ausgewiesen.

Eingangs wiesen wir bereits darauf hin, dass es sich beim Umweltbereich Wasser/Abwasser um den patentaktivsten der drei klassischen Umweltbereiche handelt. So wurden im Zeitraum im 2001 bis 2006 insgesamt 910 Patentanmeldungen beim Europäischen Patentamt gezählt, davon 29,8% aus NRW vor Baden-Württemberg mit 23,4%. Weitaus weniger Patentanmeldungen wies Bayern auf mit einem Anteil von 13,1%; immerhin 8% der Anmeldungen stammten aus Hessen.



Tabelle 8.12

**Patentanmeldungen im Bereich Wasser im Zeitraum von 2001 bis 2006 nach Bundesländern**

	Membranfilter		Wasserversorgung/Abwasser	
	Anteil in %	Patente je eine Million Einwohner	Anteil in %	Patente je eine Million Einwohner
Baden-Württemberg	36,0	1,9	23,4	19,8
Bayern	5,5	0,2	13,1	9,6
Berlin	3,9	0,6	1,6	4,3
Brandenburg	1,9	0,4	1,6	5,8
Bremen		0,0	0,3	4,8
Hamburg	4,0	1,3	1,5	7,6
Hessen	6,7	0,6	8,0	11,9
Mecklenburg-Vorpommern		0,4	0,4	2,1
Niedersachsen	5,1	0,5	6,1	6,9
<b>Nordrhein-Westfalen</b>	<b>17,2</b>	<b>0,6</b>	<b>29,8</b>	<b>15,0</b>
Rheinland-Pfalz	4,3	3,2	4,6	10,4
Saarland	5,9	0,4	1,0	8,7
Sachsen	3,3	0,4	2,2	4,7
Sachsen-Anhalt		1,0	1,5	5,4
Schleswig-Holstein	2,0	1,9	3,9	12,6
Thüringen	4,3	0,2	1,0	3,8
Deutschland	100,0		100,0	
Deutschland absolut	56,4		909,5	

EPO, eigene Berechnungen.

Der hohe Anteil von NRW ist in jedem Fall bemerkenswert und unterstreicht grundsätzlich die im Land vorhandenen technologischen Kompetenzen auf dem Gebiet Wasser/Abwasser. Trotzdem ist der Abstand zu Baden-Württemberg nicht groß genug, um auch eine höhere Patentrelation, definiert als Zahl der Patentanmeldungen je eine Million Einwohner zu erzielen. Diese liegt in NRW mit einem Wert von 15,0 knapp 20% unter dem Spitzenwert von 19,8 des Landes Baden-Württemberg.

Innerhalb NRWs dominierte Westfalen mit einem Anteil von knapp 49% vor dem Rheinland mit 40% und dem Ruhrgebiet mit 11%. Hierin spiegelt sich gewissermaßen das Muster wieder, welches wir bereits anhand der wirtschaftlichen Bedeutung der Umwelttechnik-Unternehmen erkennen konnten.

Führende Patentanmelder aus dem NRW Unternehmenssektor sind Bayer, Henkel, Lanxess, Rhebau (Dormagen). Ebenso ist Evonik Degussa AG auf einem vorderen Platz zu finden, wenn auch mit deutlich geringerer Zahl an Patentanmeldungen. Wiederum ist keine Konzentration auf wenige Patentanmelder zu erkennen.

Ebenso fällt auf, dass sehr viele Unternehmen in mehreren Bereichen des Umweltschutzes oder der Energie engagiert sind, aber auch große Ge-

schäftsbereiche außerhalb dieses Sektors haben. Dies stützt auch den Ansatz, dass man ausgewählte Bereiche des Maschinenbaus und der MSR-Technik in grober Abgrenzung bei den Produktionsgütern für einen regionalen Vergleich in der Umweltparte heranziehen kann. Unter den Forschungseinrichtungen ragt vornehmlich das Forschungszentrum Jülich hervor. Gemessen an der Zahl der Patentanmeldungen liegt Jülich auf Platz fünf der führenden Patentanmelder aus NRW.

Tabelle 8.13

**Patentanmeldungen im Bereich Wasser im Zeitraum von 2001 bis 2006 nach Verdichtungsräumen**

	Membranfilter		Wasserversorgung/Abwasser	
	Anteil in %	Patente je eine Million Einwohner	Anteil in %	Patente je eine Million Einwohner
Aachen	3,5	1,8	1,0	8,0
Berlin	5,8	0,6	2,9	5,1
Bielefeld	1,8	0,6	4,4	24,9
Bremen	0,0	0,0	1,0	6,5
Chemnitz	0,0	0,0	0,3	2,8
Dresden	1,0	0,6	1,4	12,5
Düsseldorf-Wuppertal	2,7	0,4	9,8	23,9
Erlangen-Fürth-Nürnberg	0,0	0,0	1,4	9,7
Hamburg	6,9	1,2	3,7	10,6
Hannover	1,3	0,5	1,5	9,4
Karlsruhe	0,0	0,0	3,2	29,5
Köln-Bonn	0,6	0,1	3,2	9,0
Leipzig			0,4	3,1
München	2,2	0,5	3,4	12,1
Rhein-Main	5,5	0,8	6,0	14,4
Rhein-Neckar	0,0	0,0	3,6	18,7
Ruhrgebiet	1,5	0,2	3,3	5,7
Saarbrücken	5,9	3,2	1,0	8,7
Stuttgart	19,0	4,0	7,9	27,0
sonst. Kreise	42,2	0,6	40,8	9,4

EPO, eigene Berechnungen.

Im überregionalen Vergleich der Verdichtungsräume schneidet NRW ebenso gut ab. Allein auf den Raum Düsseldorf-Wuppertal entfallen 9,8% der Anmeldungen. Dies ist der höchste Anteil aller Verdichtungsräume. Die Verdichtungsräume Stuttgart (7,9%) und Rhein-Main-Gebiet (6%) folgen auf den nächsten Plätzen (vgl. **Tabelle 8.13**). Mit einer Patentrelation von 23,9 liegt Düsseldorf-Wuppertal nur knapp hinter Stuttgart (27,0) auf dem zweiten Platz aller ähnlich großen Verdichtungsräume. Der Raum Bielefeld schneidet mit einem Anteil von 4,4% ebenso sehr gut ab. In Bezug auf die Patentrelation schneidet im Segment der ähnlich kleinen Verdichtungsräume einzig Karlsruhe besser ab.

Zu erwähnen ist, dass im Umweltbereich eine recht niedrige Konzentration auf die Verdichtungsräume vorherrscht. Etwa 41% der Anmeldungen kamen von Regionen außerhalb der Verdichtungsräume. Bedingt durch die kleinen Fallzahlen zeigen sich für die Veränderungsraten recht hohe Ausschläge. Bei den Verdichtungsräumen mit hohen Patentaktivitäten fällt aber auf, dass Bielefeld mit einem plus von 18% deutlich besser abschneidet als Düsseldorf-Wuppertal mit einem Rückgang von 22%. Karlsruhe und Stuttgart konnten ebenso zulegen und zeigen Zuwachsraten von 3,5 bzw. 8% auf.

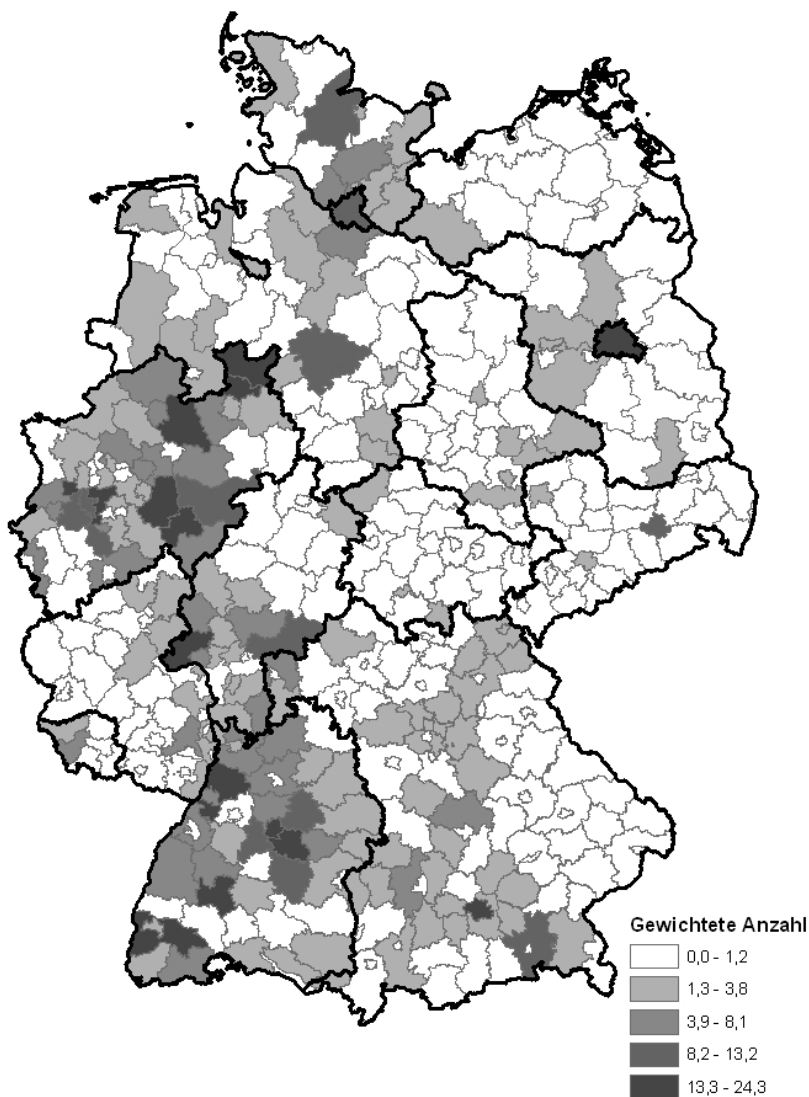
Einen dezidierten Einblick in die Patentanmeldeaktivitäten auf der Kreisebene gibt **Karte 8.1**. Unter den 22 Kreisen mit der höchsten absoluten Zahl an Patentanmeldungen befinden sich allein neun aus NRW und sieben aus Baden-Württemberg. Aufgrund der technologischen Dominanz beider Länder überrascht dieses Ergebnis auf der regional disaggregierten Ebene nicht. Mit dem Kreis Olpe und dem Märkischen Kreis befinden sich jene NRW Kreise ganz vorn im Ranking, in denen eher durchschnittliche wirtschaftliche Tätigkeiten in den umwelttechnikaffinen Bereichen des Maschinenbaus zu beobachten waren. Die Detailanalyse der Akteure, welche die Patentanmeldung für Erfindungen aus beiden Kreisen vornahmen, zeigt dass es sich im Märkischen Kreis vornehmlich um Erfindungen der Firma GROHE handelt.

Die Firma GROHE stellt hochwertige Armaturen für den Einsatz im Nassbereich her. Nur ein Teil der hier identifizierten Patentanmeldeaktivitäten wäre jedoch dem integrierten Umweltschutz zuzurechnen. Hierzu zählen in erster Linie die Neuerungen bei Thermostaten, wobei auch hier zwischen Wassersparttechnologien und Qualitätssprüngen in der Temperaturregelung zu unterscheiden wäre. Auch die Patentaktivitäten in Minden-Lübbecke sind zu einem großen Teil durch die Firma GROHE bedingt. In Olpe stehen die Erfindungstätigkeiten im Zusammenhang mit der Firma VIEGA GmbH & Co. KG, die im Bereich der Installationstechnik von Rohrleistungssystemen und Spül- bzw. Entwässerungstechniken im Haushaltsbereich engagiert ist. Nur ein Teil der Erfindungstätigkeiten wird auch hier dem integrierten Umweltschutz zuzurechnen sein.

Karte 8.1

**EPA-Patentanmeldungen in der Umwelttechnik – Wasser/Abwasser**

Gewichtet mit der Zahl der Erfinder; Zeitraum 2001 bis 2006



Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

Die Detailanalyse zeigt exemplarisch auf, wie schwierig es ist, Neuerungen im integrierten Umweltschutz adäquat zu erfassen. Das hohe Abschneiden

des Märkischen Kreises und von Olpe sollte insgesamt nicht überbewertet werden, da nur ein kleiner Teil der Erfindungstätigkeiten tatsächlich dem Umweltschutz zuzurechnen ist.

Der Bereich der Membranfilter, dem im Kontext der Membrantechnik hohe Nachhaltigkeitspotenziale beigemessen werden, zeichnet sich durch grundsätzlich sehr wenige Patentanmeldungen aus. Insgesamt gab es aus Deutschland 56 Patentanmeldungen beim EPA. Davon stammten 36% aus Baden-Württemberg, aber immerhin gut 17% aus NRW. Bayern war nur mit einem Anteil von 5,5% vertreten noch nach Hessen mit einem Anteil von 6,7%. Die Befunde sprechen für eine technologische Dominanz Baden-Württembergs und NRW in der umwelttechnischen Anwendung der Membrantechnik. Innerhalb NRWs kamen die Anmeldungen vornehmlich aus dem Rheinland und Westfalen. Das Ruhrgebiet war praktisch nicht vertreten.

Die Auswertung der Patentanmeldeaktivitäten weist insgesamt auf starke technologische Kompetenzen von NRW hin. Gemessen an der Patentrelation (Patente je Einwohner) liegt es im großen Bereich Wasser/Abwasser hinter Baden-Württemberg auf dem zweiten Platz. Im kleinen Bereich Abfallbeseitigung hat es sogar eine führende Rolle inne. Regionale Schwerpunkte bilden insbesondere die Kreise im Raum Köln, im Raum Münster, im Verdichtungsraum Düsseldorf-Wuppertal und im Raum Bielefeld. Insbesondere Letztgenannter zeichnet sich durch eine hohe Dynamik aus.

#### 8.4.2 Akquise öffentlicher Fördermittel

##### *Überblick zur Forschungsförderung*

Zur Umweltforschung generell in Deutschland haben NIW/ISI in ihrer Untersuchung UFORDAT, die Umweltforschungsdatenbank des Umweltbundesamtes, nach 13 Bereichen ausgewertet (NIW/ISI 2006: 64ff.). Die Abgrenzung ist sehr umfassend. Es wurden neben den traditionellen Umweltbereichen einbezogen u.a. Energie aus dem Bereich des Ressourcenmanagements, zudem Umweltschutz in den Bereichen Landwirtschaft, Boden, Gentechnik, aber auch Allgemeine Fragen und Recht/Ökonomie. Es wurden 34 494 umweltbezogene Forschungsvorhaben einbezogen, die zwischen 1991 und 2004 begonnen wurden. Das Fördervolumen in diesem Zeitraum beträgt insgesamt etwa 7,7 Mrd. € wobei etwa 70% auf den Bund, gut 12% auf die EU, 9% auf die Deutsche Bundesstiftung Forschung und 5% auf die Bundesländer entfällt. Die Bundesförderung stellt also den Löwenanteil der projektbezogenen Forschungsförderung dar.

Hinsichtlich der Schwerpunkte ragt keineswegs nur ein einzelner Bereich heraus. Gut 15% aller Projekte entfallen auf Wasser- und Gewässerschutz, über 10% jeweils auf die Bereiche Naturschutz, Luftreinhaltung, knapp

10% auf Abfall und Schadstoffe. Gemessen am Anteil an allen Projekten ist der Bereich Energie zwar nur zu 10% vertreten. Der Anteil am Fördervolumen der geförderten Projekte ist mit 20% allerdings doppelt so hoch. Hervorzuheben ist, dass umweltmedienübergreifende Forschungsvorhaben zunehmend an Bedeutung gewinnen. Themen der Emissionsvermeidung also des vorsorgenden und damit eher integrierten Umweltschutzes rücken also in den Vordergrund (NIW/ISI 2006: 67).

Eine Auswertung bezüglich der Struktur nach forschenden Einrichtungen (NIW/ISI 2006:69ff.) zeigte, dass knapp die Hälfte der Forschungsprojekte mit einem Viertel des Projektvolumens auf Universitäten fallen, auf Bundes- und Landesforschungsanstalten sowie die Forschungsgemeinschaften etwa 12%, auf die sonstigen (private und öffentliche Forschungsinstitute, private und öffentliche Betriebe wie kommunale Ver- und Entsorgung, Ingenieurbüros, Unternehmen sonstiger Wirtschaftszweige) etwa 38% der Projekte und 60% des Volumens. Dies passt in etwa in das Bild, was sich auch für andere Zukunftsfelder zeigt.

Aussagen zur Verteilung der Fördermittel nach Ländern liegen bisher kaum vor. In der Regel geben die verfügbaren Studien einen Überblick über die regionale Verteilung der Forschungseinrichtungen. Die von Roland Berger Strategy Consultants durchgeführte GreenTechStudie (BMU 2007b, c) markiert eine aktuelle Bestandsaufnahme der in Deutschland aktiven Umweltforschungseinrichtungen und Unternehmen der Umwelttechnik. In dieser Studie wurden für Deutschland insgesamt 144 Forschungsinstitutionen gezählt, die sich mit Fragen der Energie- und Umweltforschung beschäftigen. Es dominiert mit einem Anteil von 41% der Bereich Energieerzeugung, 15% befassen sich schwerpunktmäßig mit Fragestellungen der Energieeffizienz. Jeweils gut 20% der Einrichtungen haben ihren Forschungsschwerpunkt in der Kreislaufwirtschaft/Entsorgung und bei der Wasser-/Abwasserwirtschaft. Von den 144 Institutionen befanden sich 24 (16,7%) in NRW. Die Anteile schwanken recht deutlich, wenn eine Differenzierung nach Teilsegmenten der Forschung vorgenommen wird.

In den zwei Bereichen Wasser-/Abwasserwirtschaft und Kreislaufwirtschaft/Entsorgung waren es in NRW jeweils sechs Einrichtungen (Anteil jeweils 18,8%), im Bereich Energieerzeugung zehn (16,9%) und bei der Energieeffizienz zwei (9,5%). Der Anteil Baden-Württembergs liegt hier nur leicht unter dem NRWs. In beiden Energiebereichen ist die Anzahl der dort forschenden Institutionen jedoch weitaus größer als in NRW. Dafür ist die Bedeutung in den Bereichen Kreislaufwirtschaft/Entsorgung und Wasser-/Abwasserwirtschaft in NRW höher. Natürlich lässt die Verteilung der Einrichtungen keine Rückschlüsse auf den Anteil am Forschungsvolumen zu. Es zeigen sich doch aber einige erste Hinweise auf eine stärkere Schwer-

punktbildung auf die klassischen Umweltbereiche als auf Fragestellungen der Energieforschung. In dieses Bild passt ganz gut, dass bei den Patentanmeldeaktivitäten je Einwohner der Abstand von NRW zu Baden-Württemberg und Bayern geringer ist als in der Energietechnik. Gleiches gilt im Übrigen auch für die Fördermitteleinwerbungen je Einwohner, wie sich so gleich zeigen wird.

Tabelle 8.14

**Anzahl der Forschungsinstitutionen in den Bereichen Umwelt- und Energietechnik im Umwelttechnologieatlas**

	Deutschland	NRW	Baden- Württemberg
	Anzahl	Anteil in %	
Energieeffizienz	21	9,5	23,8
Energieerzeugung	59	16,9	20,3
Kreislaufwirtschaft	32	18,8	9,4
Wasserwirtschaft	32	18,8	6,3
Nachhaltige Mobilität	36	8,3	13,9
Rohstoff- und Materialeffizienz	22	27,3	4,5
<b>Summe</b>	<b>202</b>	<b>16,3</b>	<b>10,9</b>

Eigene Berechnungen nach ISI/Berger 2007.

*Auswertung der profi-Datenbank des Bundes*

Die folgenden Tabellen geben Einblick in die regionale Verteilung der projektbezogenen Bundesmittel im Bereich „Umwelttechnik“ im Zeitraum von 2001 bis 2006. Die Tabellen unterscheiden sich einzig in der verwendeten regionalen Untergliederung. Die eingeworbene Fördermittelsumme wird auf die gesamte Projektlaufzeit verteilt<sup>74</sup> und anschließend auf regionaler Ebene nach dem Sitz der ausführenden Stelle aggregiert.

Die Tabellen geben ausschließlich Einblick in öffentlich geförderte Vorhaben. Jeglicher Folgerung von der räumlichen Verteilung der Projektfördermittel auf die regionale Verteilung der *gesamten* Forschungsaktivitäten per Analogieschluss und die Identifizierung von Forschungsclustern auf dieser Basis ist grundsätzlich mit hoher Unsicherheit behaftet.<sup>75</sup>

<sup>74</sup> Die Alternative wäre die Zuordnung zum Jahr der Einwerbung. Mit einem solchen Vorgehen sind jedoch größere Sprünge in den Fördermittelsummen vorprogrammiert, die über das tatsächliche Forschungsgeschehen hinwegtäuschen.

<sup>75</sup> Vgl. die Ausführungen im Zukunftsfeld „Biotechnologie“ für eine ausführliche Diskussion.

Im Zeitraum von 2001 bis 2006 wurden insgesamt gut 764 Mill. € für die projektbezogene Bundesförderung verausgabt. Im Einklang mit der zunehmenden Betonung des „Integrierten Umweltschutzes in Branchen“ entfällt auf diesen Förderschwerpunkt ein recht hohes Volumen in Höhe von 238 Mill. € (vgl. **Tabelle 8.15**). Dies sind gut 50 Mill. € mehr im Vergleich zur Förderung der „Umweltbezogenen Infrastrukturentwicklung“, die vornehmlich den nachgeschalteten Umweltschutz adressiert. Der dritte große Förderschwerpunkt betrifft „Konzepte für eine nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen“. Die Projekte betreffen hier insbesondere länderübergreifende Vorhaben zum Wasserressourcenmanagement. An solchen Vorhaben sind hauptsächlich Wissenschafts-Einrichtungen beteiligt. Mit einem Anteil von 13,2% sind Akteure aus NRW in eher geringem Ausmaß in solchen Projekten involviert. Demgegenüber schneidet NRW im volumenmäßig wichtigen Bereich des integrierten Umweltschutzes vergleichsweise gut ab. Etwa ein Viertel des Fördervolumens in diesem Förderschwerpunkt fließt nach NRW.

Im Bereich „Bionik“ gab es vor kurzem die erste Fördermitteleinwerbung überhaupt. Diese ging an die „Nachwuchsforschergruppe: ELAN – Entwicklung biomimetischer, elastischer Gelenkantriebe für die Robotik“ an der Universität Bielefeld (Förderkennzeichen 01RB0702A).

Tabelle 8.15

**Bundesförderung nach Förderschwerpunkten**  
2001 bis 2006

LP-Nr.	Beschreibung	in Tsd. €	davon NRW (Anteil in %)
F1 20	Konzepte für eine nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen	207 552	13,2
F1 30	Umweltbezogene Infrastrukturentwicklung	182 337	17,0
F1 90	Übrige und Querschnittsaktivitäten	4 956	21,6
F2 30	Schlüsselinnovationen für den Systemwandel	73 159	24,2
F2 50	Bionik	0	
F2 80	Integrierter Umweltschutz in Branchen	238 016	25,1
N040	Umwelt- und Ressourcenschonung	58 449	30,0
	Umwelttechnik insgesamt	764 469	20,2

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen.

In den folgenden Tabellen wird auf eine differenzierte Darstellung der Förderschwerpunkte verzichtet und anstatt dessen das Hauptaugenmerk auf die Erörterung der Verteilung der gesamten Fördermittel im Bereich „Umweltschutz“ für verschiedene räumliche Aggregate gelegt.

Von allen Flächenländern wirbt Baden-Württemberg mit einem Volumen von 159 Mill. € die meisten Fördermittel im Bereich Umwelttechnik im



Zeitraum von 2001 bis 2006 ein. Nordrhein-Westfalen folgt knapp dahinter mit 154 Mill. € bzw. einem Anteil von 20,2% (vgl. **Tabelle 8.16**). Danach folgt Sachsen mit immerhin 90 Mill. € (11,8%), Niedersachsen mit 68 Mill. € (8,9%), Bayern mit 51 Mill. € (6,6%). In Bayern spielen die eingeworbenen Bundesmittel eine vergleichsweise geringe Rolle.

Tabelle 8.16

**Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Umwelttechnik nach Bundesländern**

2001 bis 2006

	Absolut in Tsd. €	Absolut (2001-2006) gegenüber absolut (1995-2000)	Anteil in % an gesamt	Standort- quotient <sup>1</sup>
Baden-Württemberg	158 844	2,0	20,8	1,0
Bayern	50 757	1,8	6,6	0,3
Berlin	66 369	1,2	8,7	1,4
Brandenburg	25 528	1,0	3,3	2,2
Bremen	6 796	0,8	0,9	0,8
Hamburg	17 783	1,0	2,3	0,9
Hessen	35 896	1,5	4,7	0,6
Mecklenburg-Vorpommern	5 244	1,0	0,7	0,8
Niedersachsen	67 956	1,5	8,9	1,2
Nordrhein-Westfalen	154 396	2,2	20,2	1,2
Rheinland-Pfalz	21 395	1,3	2,8	0,7
Saarland	7 548	1,8	1,0	1,9
Sachsen	90 100	1,5	11,8	2,5
Sachsen-Anhalt	23 745	1,0	3,1	2,0
Schleswig-Holstein	11 829	0,7	1,5	1,0
Thüringen	20 284	1,6	2,7	1,4
Deutschland	764 469		100	

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. – <sup>1</sup>Standortquotient: Länderanteil an der gesamten Bundesförderung geteilt durch Länderanteil am bundesweiten Forschungspersonal (Wirtschaft, Wissenschaft, Staat). – Lesehilfe: Je größer der Standortquotient ist, umso größer ist die Spezialisierung der Region auf die Biotechnologie.

Die Anteile sind für die regional vergleichende Analyse allerdings nur bedingt aussagekräftig, da NRW eine deutlich höhere Einwohnerzahl hat. Der für regionale Analysen wichtige Indikator ist die Fördermittelrelation, definiert als Fördermittelvolumen je Einwohner. Diese Relation ist in NRW mit 8,5 € zwar höher als in Bayern (4,1 €) aber geringer als in Baden-Württemberg. Bedingt durch seine Größe erzielt NRW zwar einen hohen Anteil am Fördermittelvolumen, die Einwerbungen je Einwohner sind aber weit unterdurchschnittlich in Bezug auf das führende Land Baden-Württemberg.

Für das gegebene Forschungspersonal lässt sich für Nordrhein-Westfalen aber immerhin eine leicht überdurchschnittliche Spezialisierung feststellen. Dies wird durch einen Wert von größer als Eins im Standortquotienten angezeigt. Für NRW liegt der Wert bei 1,2 und ist damit sogar höher als in

Baden-Württemberg. Dies resultiert im Wesentlichen daraus, dass in Baden-Württemberg andere Technologiefelder bedeutsamer sind (z.B. Automotive, Elektronik).

Tabelle 8.17

**Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Umwelttechnik nach Verdichtungsräumen**

2001 bis 2006

Verdichtungsraum	Absolut in Tsd. €	Absolut (2001-2006) gegenüber absolut (1995-2000)	Anteil in % an gesamt	Standortquotient
Aachen	34 865	3,3	4,6	2,4
Berlin	84 359	1,2	11,0	1,5
Bielefeld	4 018	3,1	0,5	0,6
Bremen	8 278	0,9	1,1	1,0
Chemnitz	22 838	1,1	3,0	2,8
Dresden	45 047	2,3	5,9	2,8
Düsseldorf-Wuppertal	19 871	1,6	1,8	0,4
Erlangen-Fürth-Nürnberg	2 544	0,6	0,3	0,1
Hamburg	24 655	1,1	3,2	0,9
Hannover	14 457	1,5	1,9	1,3
Karlsruhe	74 911	2,3	9,8	5,1
Köln-Bonn	37 575	2,5	4,9	1,1
Leipzig	17 705	0,9	2,3	2,7
München	27 205	2,7	3,6	0,3
Rhein-Main	28 906	1,5	3,8	0,5
Rhein-Neckar	10 750	1,2	1,4	0,3
Ruhrgebiet	44 898	2,1	4,9	1,4
Saarbrücken	7 548	1,8	1,0	1,9
Stuttgart	49 873	1,9	6,5	0,7
sonstige Kreise	204 573	1,3	26,7	0,9

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. Vgl. *Tabelle 8.16* zur Definition des Standortquotienten.

Von den gesamten in Nordrhein-Westfalen eingeworbenen Bundesmitteln sind allein 58,7% ins Rheinland geflossen, 29,1% ins Ruhrgebiet und 12,2% nach Westfalen. Die Darstellung nach Verdichtungsräumen im Bundesvergleich zeigt, dass von den NRW Regionen einzig die Regionen Düsseldorf-Wuppertal und Bielefeld vergleichsweise geringe Mitteleinwerbungen vorweisen können. So liegt der Standortquotient mit Werten von 0,4 bzw. 0,6 deutlich unter Eins, was dem Bundesdurchschnitt entsprechen würde (vgl. *Tabelle 8.17*).

Außerhalb von NRW fallen – gemessen an der Größe der Regionen – vor allem die hohen Einwerbungen in Karlsruhe und im Süden Ostdeutschlands auf. Bezogen auf den gesamten Forschungspersonalbestand in der Region konnte Karlsruhe eine fünfmal höhere Fördermittelsumme als im Bundesdurchschnitt einwerben. Dresden und Chemnitz folgen mit einem um den

Faktor 2,8 höheren Wert als der Bundesdurchschnitt. Demgegenüber spielen die Verdichtungsräume München und das Rhein-Main-Gebiet nur eine untergeordnete Rolle.

In der **Tabelle 8.18** sind die führenden Kreise gemessen an der Einwerbungssumme an Bundesfördermittel im Bereich Umwelttechnik dargestellt. Bei den führenden 22 Kreisen ist im oberen Drittel nur die Stadt Aachen mit einem Anteil von 3,9% zu finden. Im mittleren Drittel findet sich die Stadt Bonn mit einem Anteil von 2,5%. Die Städte Düsseldorf und Bochum sind mit jeweils 1,2% sowie Duisburg mit 1,1% hier ebenfalls vertreten. Spitzenreiter ist – größtenbedingt und mit weitem Abstand – Berlin (8,7%).

Tabelle 8.18

**Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Umwelttechnik – Top 5% Kreise**

2001 bis 2006

Name	Absolut in Tsd. €	Absolut (2001- 2006) gegenüber absolut (1995- 2000)	Anteil in % an gesamt	Standort- quotient
Berlin, Stadt	66 369	1,2	8,7	1,4
Karlsruhe, Landkreis	40 341	4,9	5,3	10,3
Dresden, Stadt	36 377	2,1	4,8	3,8
Karlsruhe, Stadt	33 472	1,4	4,4	6,0
Stuttgart, Landeshauptstadt	30 796	2,1	4,0	0,7
Aachen, Stadt	29 525	4,5	3,9	2,9
Braunschweig, Stadt	22 149	1,4	2,9	5,3
Bonn, Stadt	19 462	3,7	2,5	4,7
Hamburg, Freie und Hansestadt	17 783	1,0	2,3	0,9
Leipzig, Stadt	16 288	1,0	2,1	4,1
Region Hannover	14 249	1,5	1,9	1,4
Freiberg, Landkreis	14 105	0,8	1,8	5,8
Darmstadt, Stadt	12 896	1,3	1,7	1,7
München, Landeshauptstadt	10 265	3,7	1,3	0,2
Potsdam, Stadt	9 716	4,9	1,3	5,2
Düsseldorf, Stadt	9 231	1,7	1,2	1,3
Bochum, Stadt	8 813	4,3	1,2	2,8
Esslingen, Landkreis	8 711	2,0	1,1	1,8
Duisburg, Stadt	8 375	4,4	1,1	3,4
Freising, Landkreis	7 863	2,0	1,0	5,3
München, Landkreis	7 797	2,5	1,0	1,1
Chemnitz, Stadt	7 471	3,3	1,0	2,6

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. Vgl. *Tabelle 8.17* zur Definition des Standortquotienten.

Tabelle 8.19

**Eingeworbene Bundesförderung im Bereich Umwelttechnik –NRW Kreise**  
2001 bis 2006

Name	Absolut in Tsd. €	Absolut (2001-2006) gegenüber absolut (1995-2000)	Anteil in % an gesamt	Standortquo- tient
Aachen, Stadt	29 525	4,5	3,9	2,9
Bonn, Stadt	19 462	3,7	2,5	4,7
Düsseldorf, Stadt	9 231	1,7	1,2	1,3
Bochum, Stadt	8 813	4,3	1,2	2,8
Duisburg, Stadt	8 375	4,4	1,1	3,4
Köln, Stadt	6 612	1,2	0,9	0,6
Rhein-Sieg-Kreis	5 305	2,5	0,7	2,1
Dortmund, Stadt	5 191	1,7	0,7	1,6
Essen, Stadt	4 889	0,8	0,6	0,7
Recklinghausen, Kreis	4 574	9,5	0,6	2,4
Mülheim an der Ruhr, Stadt	4 298	1,8	0,6	4,0
Paderborn, Kreis	3 995	2,7	0,5	1,5
Düren, Kreis	3 846	1,6	0,5	1,8
Münster, Stadt	3 254	1,3	0,4	0,8
Rheinisch-Bergischer Kreis	3 234	91,0	0,4	2,4
Oberhausen, Stadt	3 019	3,8	0,4	3,1
Krefeld, Stadt	2 988	2,4	0,4	0,5
Ennepe-Ruhr-Kreis	2 613	0,6	0,3	1,1
Wuppertal, Stadt	2 583	2,4	0,3	0,6
Soest, Kreis	1 950	3,6	0,3	0,7
Herford, Kreis	1 939	2,2	0,3	2,3
Neuss, Kreis	1 857	4,2	0,2	0,7
Märkischer Kreis	1 701	0,8	0,2	0,5
Leverkusen, Stadt	1 603	1,0	0,2	0,2
Aachen, Kreis	1 457	1,2	0,2	1,2
Steinfurt, Kreis	1 373	3,3	0,2	1,4
Erftkreis	1 358	0,0	0,2	0,7
Unna, Kreis	1 249	0,0	0,2	1,7
Hagen, Stadt	1 230	24,2	0,2	1,1
Minden-Lübbecke, Kreis	1 123	10,1	0,1	0,7
Mettmann, Kreis	918	2,1	0,1	0,2
Hochsauerlandkreis	824	0,9	0,1	2,7
Warendorf, Kreis	778	0,7	0,1	0,7
Bielefeld, Stadt	512	n.d.	0,1	0,3
Siegen-Wittgenstein, Kreis	498	5,4	0,1	0,4
Gelsenkirchen, Stadt	400	36,0	0,1	0,6
Mönchengladbach, Stadt	335	0,4	0,0	0,2
Lippe, Kreis	247	36,1	0,0	0,3
Bottrop, Stadt	215	1,1	0,0	0,6
Borken, Kreis	213	0,3	0,0	0,2
Gütersloh, Kreis	197	0,7	0,0	0,1
Olpe, Kreis	190	n.d.	0,0	0,7
Remscheid, Stadt	131	3,0	0,0	0,1
Viersen, Kreis	108	0,3	0,0	0,1
Höxter, Kreis	60	n.d.	0,0	0,8
Heinsberg, Kreis	36	0,1	0,0	0,0
Coesfeld, Kreis	35	0,5	0,0	0,3

Quelle: Profi-Datenbank, eigene Berechnungen. Vgl. *Tabelle 8.17* zur Definition des Standortquotienten.

Während in einigen Regionen erhebliche Mittelzuwächse auszumachen sind, so unter anderem auch in Aachen, Bonn, Duisburg und Bochum, ist die Einwerbungsbilanz für andere Regionen z.B. Berlin, Hamburg und

Leipzig weniger eindrucksvoll. Gleichwohl sollten die Sprünge nicht allzu sehr überinterpretiert werden, da die eingeworbenen Summen selbst in den Top 5% Kreisen teilweise recht niedrig sind.

Die Betrachtung aller NRW Kreise (vgl.

**Table 8.19**) zeigt insgesamt ein recht ausgewogenes Bild. Es partizipieren vergleichsweise viele Kreise an der Bundesförderung, wenn auch im Volumen sehr unterschiedlich. Für viele Ruhrgebietskreise zeigen sich Standortquotienten von nahe drei oder höher, die auf überdurchschnittliche Mitteleinwerbungen – gegeben dem gesamten vorhandenen Forschungspersonal – schließen lassen. So unter anderem in Duisburg, Mülheim (Ruhr), Oberhausen und Recklinghausen.

Die nähere Analyse der führenden Einwerber verdeutlicht den großen Stellenwert der Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. In Aachen ist das RWTH mit Abstand führend gefolgt von Einwerbungen aus dem Unternehmenssektor und den ansässigen Fraunhofer-Instituten. Für Bonn ist zu bemerken, dass die DLR recht erhebliche Mitteleinwerbungen vorweisen kann. Aber auch ohne diese Einwerbung liegt Bonn an zweiter Stelle hinter Aachen. In Mülheim und Oberhausen gehen die größten Mitteleinwerbungen an außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH (IWW) und Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT)). In Paderborn dagegen ist es die dortige Universität, namentlich das Institut für Kunststofftechnik. Deren Projekte zielen vor allem auf den integrierten Umweltschutz, d.h. Ressourceneinsparung und Emissionsvermeidung ab. Das positive Abschneiden von Recklinghausen steht schließlich in engem Zusammenhang mit den Einwerbungen der Evonik Degussa am Standort Marl (Creavis Technologies).

### 8.5 Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen

Unter den insgesamt 236 Einrichtungen befinden sich 29 Einrichtungen, die ihren Forschungsschwerpunkt in der Umwelttechnik haben (vgl. **Table 8.20**). Bei einem der antwortenden Einrichtungen handelt es sich um eine außeruniversitäre Forschungseinrichtung. Deren Angaben gehen aufgrund der marginalen Größe der Einrichtung für die regional vergleichende Analyse nur marginal mit ein. Für Westfalen konnten nur drei auswertbare Fragebögen verwendet werden. Bei den antwortenden Einrichtungen handelt es sich zudem nur um recht kleine Institute. Da eine geringfügige Erhöhung der Beobachtungszahl zu erheblichen Ergebnisänderungen führen könnte, wird auf den Ausweis der Befunde für Nordrhein-Westfalen verzichtet.

Tabelle 8.20

**Auswertbare Fragebögen der Umwelttechnik-Forschungseinrichtungen nach Art der Einrichtung**

Anzahl	Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Außeruniversitäre Forschungseinrichtung	0	1	0
Universität/Fachhochschule	13	12	3
Summe	13	13	3

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.

In beiden Regionen NRWs, die hier betrachtet werden, erfolgt mit rund einem Drittel der Großteil der Finanzierung aus öffentlichen Grundmitteln. Rheinländische Forschungsinstitute der Umwelttechnik und diejenigen mit Sitz im Ruhrgebiet unterscheiden sich jedoch in zwei Punkten hinsichtlich ihrer Finanzierung. Im Rheinland ist wie auch schon bei der Energietechnik ein höherer Anteil an Mitteln, die mit Auftragsforschungsarbeiten für die Wirtschaft eingeworben wurden, charakteristisch, während im Ruhrgebiet relativ mehr Gelder aus Stiftungsmitteln stammen. Insgesamt sind die Unterschiede jedoch relativ gering, da zum Beispiel auch im Ruhrgebiet noch 15% des Budgets aus Erlösen aus Forschungsarbeiten für die Wirtschaft besteht.

Tabelle 8.21

**Finanzierungsquellen der Umwelttechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anteil in % am Gesamtbudget

	Rheinland	Ruhrgebiet
Öffentliche Grundmittel	33,7	34,3
Stiftungsmittel	10,2	16,3
Drittmittel aus öffentlich geförderten Vorhaben mit Teilfinanzierung der Wirtschaft	14,8	14,3
Drittmittel aus öffentlich geförderten Vorhaben ohne Teilfinanzierung der Wirtschaft	20,0	18,6
Auftragsforschung für die Wirtschaft	21,2	15,7
Lizenz Erlöse	0,2	0,7
Gesamt		

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006).

Tabelle 8.22

**Häufigkeit der Zusammenarbeit mit externen Partnern der Umwelttechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Antwortkategorien: 1=sehr häufig ... 5=nie

	Rheinland	Ruhrgebiet
Projekte werden ohne Partner bearbeitet <i>Wenn kooperiert wird, dann mit ...</i>	2-	3+
Andere Abteilungen/Einrichtungen der selben Institution	3+	2+
Abteilungen/Institute anderer Hochschulen	2-	2-
Abteilungen/Institute anderer außeruniversitärer Einrichtungen	2	3+
Unternehmen	1-	2-
Darunter Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten	2-	2

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006), Mehrfachnennungen möglich. – Da es sich bei den Antwortkategorien um geordnete, ordinale Ausprägungen handelt, wurden nicht die berechneten durchschnittlichen Werte sondern die sich daraus ergebenden „Noten“ angegeben (z.B. 1 = 1+; 1,1-1,3 = 1 usw.).

Forschungseinrichtungen mit umwelttechnischen Fragestellungen im Ruhrgebiet kooperieren im Falle einer Zusammenarbeit mit einem Partner am häufigsten mit anderen Abteilungen derselben Institution, allerdings sind die Unterschiede in den Häufigkeiten nicht sonderlich stark ausgeprägt. Die Zusammenarbeit in gemeinsamen Projekten rheinländischer Institute erfolgt gemäß **Tabelle 8.22** nur gelegentlich mit institutionsinternen Abteilungen, sehr häufig werden hingegen Unternehmen als Partner gefunden.

Auch in der regionalen Zuordnung der externen Partner können Unterschiede zwischen den beiden betrachteten NRW Gebieten ausgemacht werden (vgl. **Tabelle 8.23**). Wie auch bereits in den Technologiefeldern Medizintechnik und Energietechnik ist eine Kooperation von rheinländischen Instituten mit Abteilungen ausländischer Hochschulen weit häufiger zu beobachten als mit heimischen Universitäten. Im Ruhrgebiet scheint eine regionale Zusammenarbeit mit Hochschulen einen höheren Stellenwert zu haben, genauso wie auch ein größerer Anteil der Unternehmen, mit denen gemeinsame Projekte geplant werden als auch außeruniversitärer Institutionen ebenfalls aus NRW stammen. Im Rheinland ist keine gleichstarke Konzentration auf eine Region zu erkennen. 11% der kooperierenden Unternehmen haben ihren Sitz im Ausland, 15% sind in Deutschland jedoch in den übrigen Bundesländern angesiedelt und weitere 15% der externen Partner sind Unternehmen NRWs.

Tabelle 8.23

**Regionale Herkunft externe Partner von Umwelttechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anteile in %

Region	Rheinland	Ruhrgebiet
<i>Abteilungen/Institute anderer Hochschule</i>		
Ausland	26,0	6,0
Andere Bundesländer	9,7	8,0
NRW	5,1	16,7
<i>Abteilungen/Institute anderer außeruniversitärer Forschungseinrichtungen</i>		
Ausland	6,6	9,8
Andere Bundesländer	5,4	8,4
NRW	4,9	10,8
<i>Unternehmen (in Klammern davon Anteile der Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten)</i>		
Ausland	11,5 (57,1)	4,5 (35,3)
Andere Bundesländer	15,1 (41,6)	17,2 (31,2)
NRW	15,6 (45,2)	18,5 (79,9)
Summe	100	100

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.

Tabelle 8.24

**Vernetzung der Mitarbeiter in Umwelttechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl bezogen auf 100 wissenschaftliche Mitarbeiter (Durchschnitt der Jahre 2004 bis 2006)

	Rheinland	Ruhrgebiet
<i>Mitarbeiter, die ... sind</i>		
Gesellschafter einer Unternehmung	1,6	0,4
im Aufsichtsrat einer Unternehmung	0,9	0,0
im wissenschaftlichen Beirat einer FuE-Einrichtung	0,6	2,5
<i>Mitarbeiter mit Forschungsaufenthalten</i>		
Insgesamt	12,5	9,1
Im Ausland	9,1	5,2
<i>Gastwissenschaftler</i>		
Insgesamt	17,9	23,1
Aus dem Ausland	17,2	19,9

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006), Mehrfachnennungen möglich.

Die Vernetzung der umwelttechnischen Institute in NRW ist im Vergleich zu anderen Technologiefeldern eher gering (siehe **Tabelle 8.24**). Im Ruhrgebiet können die Einrichtungen mit Schwerpunkt Umwelttechnologie relativ mehr Mitarbeiter mit einem Sitz im wissenschaftlichen Beirat einer FuE-Einrichtung ausweisen als im Rheinland, während letztere eine höhere Quote bei Mitarbeitern, die als Gesellschafter mit einer Unternehmung verbunden sind. Allerdings ist dies ein Vergleich auf eher niedrigem Niveau. Auch die Verknüpfung über Forschungsaufenthalte und die Aufnahme von Gastwissenschaftlern ist im Vergleich zu den übrigen Technologiefeldern eher



weniger ausgeprägt. Die Umwelttechnik im Ruhrgebiet zählt etwas mehr Gastwissenschaftler je hundert Mitarbeiter, die rheinländischen Umwelttechnikinstitute beschäftigen hingegen eine etwas höhere Zahl an Mitarbeitern mit Forschungsaufenthalten.

In **Tabelle 8.25** wird ersichtlich, dass im Ruhrgebiet auf dem Gebiet der Umwelttechnik doppelt so viele Promotionen verzeichnet sind und ein Vielfaches der Habilitationen pro 100 Mitarbeiter im Vergleich zu rheinländischen Instituten. Auch die Zahl der Veröffentlichungen, vor allem in referierten Fachzeitschriften übersteigt die Publikationen im Rheinland bei Weitem. Zwar wurde wie auch schon in anderen Technologiefeldern auf die stärkere Mitteleinwerbung aus der Wirtschaft im Rheinland hingewiesen, allerdings ist der Unterschied in der Publikationsintensität doch erheblicher als erwartet.

Tabelle 8.25

**Wissenschaftliche Arbeiten in Umwelttechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl bezogen auf 100 wissenschaftliche Mitarbeiter (Durchschnitt der Jahre 2004 bis 2006)

	Rheinland	Ruhrgebiet
Promotionen	26,2	50,7
Habilitationen	0,6	4,6
<i>Veröffentlichungen in</i>		
Referierten Fachzeitschriften	167,6	426,9
Nicht-Referierten Fachzeitschriften	43,2	147,8
Sammelbänden/Handbüchern	15,5	8,1
Tagungsbänden	51,8	149,0
Monographien	5,3	10,8

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen.

Die Umwelttechnik im Ruhrgebiet schneidet jedoch nicht nur bei den Veröffentlichungen sehr gut ab, auch im Bereich der Innovationsverwertung durch Patentanmeldungen ergibt sich ein sehr hoher Wert. Mit 23,6 Anmeldungen beim Deutschen Patent- und Markenamt und 14 beim Europäischen Pendant jeweils bezogen auf die durchschnittliche Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter wird sogar der höchste Wert in allen Technologiefeldern und Regionen erreicht. Das Rheinland kann dagegen recht wenige Patente verzeichnen (**Tabelle 8.26**).

Tabelle 8.26

**Patentanmeldungen von Umwelttechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anzahl bezogen auf durchschnittliche Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006)

	Rheinland	Ruhrgebiet
Deutsches Patent- und Markenamt	2,1	23,6
Europäisches Patentamt	3,5	14,0
Sonstige	0,0	0,0

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006), Mehrfachnennungen möglich.

In der **Tabelle 8.27** sind abschließend die Angaben zur Inanspruchnahme von Service-Diensten angegeben. Im Vergleich zu anderen Zukunftsfeldern nehmen die Umwelttechnik-Institute deutlich weniger Dienstleistungen externer Partner in Anspruch. Auffällig ist – wie schon in der Energietechnik – die starke Vernetzung mit den Forschungsvereinigungen der AiF. Dies deutet darauf hin, dass umwelttechnische Fragestellungen eine Reihe von Ansatzpunkten für Forschungsprojekte der industriellen Gemeinschaftsforschung bieten.

Tabelle 8.27

**Inanspruchnahme von Service-Diensten von Umwelttechnik-Forschungseinrichtungen in NRW**

Anteile in %

	Ergebnis- transfer in die Wirt- schaft	Fund- raising	Existenz- gründung	Patentie- rung	Sonstiges
Interne Beratung (u.a. Technologietransferstelle)	64,4	45,3	58,2	63,3	0,0
TGZ	9,8	0,0	20,3	9,8	0,0
IHK/HWK/RKW	9,9	0,0	31,1	9,8	0,3
FV der AiF	48,7	24,9	0,0	0,0	0,0
Sonstige	0,0	3,4	2,5	2,5	0,3

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Zahl der Beobachtungen mit gültigen Angaben: 29, Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006).

Trotz der ähnlichen Finanzierungsstruktur vermitteln die Befunde den Eindruck eines besseren Abschneidens der Institute im Ruhrgebiet gegenüber der Rheinland. So zeigen die Umwelttechnik-Institute im Ruhrgebiet insbesondere eine höhere Publikations- und Patenttätigkeit gegenüber dem Rheinland. Im Gegensatz zu vielen anderen Zukunftsfeldern scheint diesmal das Ruhrgebiet über stärkere Kompetenzen zu verfügen. Ein Beleg hierfür sind unter anderem auch die im vorherigen Abschnitt gezeigten höheren Mitteleinwerbungen im Ruhrgebiet als im Vergleich zu Aachen oder auch zum Raum in Köln-Bonn.

## 8.6 Zwischenfazit

Entscheidende Auslöser für Innovationen im Umweltschutz sind in erster Linie Regulierungen und Auflagen. Das führte in den ersten Dekaden der Umweltpolitik durch Anpassungen an den geforderten Stand der Technik zu Maßnahmen vor allem in den Bereichen Luftreinhaltung, Lärmschutz und Abfall- und Abwasserver- und Entsorgung. Hierbei handelte es sich um die nachträgliche Emissionsminderung und Beseitigung von Umweltbelastungen (*klassischer bzw. additiver Umweltschutz*). In den letzten Jahren stehen verstärkt Maßnahmen im Sinne einer vorsorgenden Umweltpolitik (*integrierter Umweltschutz*) im Vordergrund. Im Fokus stehen hier die Ressourceneffizienz und das Vermeiden von Umweltbelastungen. Damit ergeben sich zugleich enge Bezüge zur Energietechnik, die mit der Akzentuierung der Energieeffizienz ein Teilelement der Ressourceneffizienz anspricht. In der Regel werden die Energietechnikanbieter mit berücksichtigt aber gesondert ausgewiesen. Im Zuge dieser Entwicklung spielen positive Markterwartungen und ökonomische Anreize eine größere Rolle. Wiederum sind es die Produzenten von relevanten Investitionsgütern, namentlich der Umwelttechnikgüter, denen der maßgebliche Beitrag für inkrementelle Verbesserungen der im Wertschöpfungsprozess eingesetzten Güter zukommt.

Eine starke Nachfrage nach Umwelttechnikgütern sowie hohe technologische Kompetenzen an öffentlichen Forschungseinrichtungen können stimulierend auf das Hervorbringen technologischer Neuerungen wirken. Aufgrund der Industriestruktur, gekennzeichnet durch eine starke Präsenz in Grundstoffindustrien und der Energieerzeugung, und der hohen Bevölkerungsdichte in NRW sind vergleichsweise hohe Beschäftigungszahlen in den klassischen Entsorgungsbereichen Abfall und Abwasser festzustellen. Die Nachfrage nach Gütern der Umwelttechnik ist in diesen Sektoren demzufolge überdurchschnittlich.

Die Abschätzung der wirtschaftlichen Bedeutung von Umwelttechnik-Produzenten in NRW ist kein einfaches Unterfangen. Es liegen Daten verschiedener Erhebungen vor, die alle ihre spezifischen Vor- und Nachteile haben. Nach unseren Analysen zielen die Auswertungen grundsätzlich in dieselbe Richtung: Die Präsenz von NRW in der Produktion von Umwelttechnikgütern ist unterdurchschnittlich.

Nach einer Erhebung des Statistischen Bundesamtes ist der Umsatz mit Waren für den *additiven* Umweltschutz in Deutschland mit etwa 7,8 Mrd. € zu beziffern. Für NRW ergibt sich ein Anteil von 13,2%. Der Anteil Bayerns liegt mit 16,3% und derjenige von Baden-Württemberg mit 21,1% deutlich darüber. Dies ist vor allem auf die vergleichsweise geringe Bedeutung der Güter für die Luftreinhaltung zurückzuführen. In den Bereichen

Abfallwirtschaft und Gewässerschutz kann NRW zwar die höchsten Anteile an der gesamten Produktion aller Bundesländer erzielen. Gemessen am hohen Anteil von NRW an der gesamten Produktion im Verarbeitenden Gewerbe in Deutschland bleibt die Ausrichtung von NRW auf die Umweltschutzgüter-Industrie immer noch unterdurchschnittlich. Die hohe Nachfrage nach Umweltschutzgütern in NRW findet folglich nicht ihr Spiegelbild in einem ebenso hohen Anteil an der Produktion von Umwelttechnikgütern in der Industrie. Die regionale Verteilung der Unternehmen auf der Basis anderer Datenquellen weist grundsätzlich in dieselbe Richtung.

Trotz der ungünstigen Ausgangsbedingungen schneidet NRW etwas besser bei den Patentanmeldungen ab. So erreicht NRW mit einem Anteil von 28,1% an den EPA-Patentanmeldungen immerhin den höchsten Wert aller Bundesländer. Der Vorsprung gegenüber Baden-Württemberg (Anteil in Höhe von 23,1%) kehrt sich jedoch um, wenn das für regionale Vergleiche entscheidende Maß der Patentanmeldungen je eine Million Einwohner zugrunde gelegt wird. Baden-Württemberg liegt mit einer Patenrelation von 25,7 deutlich vor NRW mit 18,5. Bei den Anteilen an der Fördermitteleinwerbung liegen NRW und Baden-Württemberg dagegen in etwa gleichauf. NRW erreicht einen Anteil von 20,2% des gesamten Fördervolumens im Bereich Umwelt. Zu erwähnen ist, dass NRW im Bereich Abfallbeseitigung eine höhere Zahl von Patentanmeldungen je Einwohner gegenüber Baden-Württemberg erzielen kann. Im Vergleich zum großen und dominierenden Bereich Wasser/Abwasser gibt es aber deutlich weniger Patentanmeldungen im Segment Abfallbeseitigung.

Im Gegensatz zu den übrigen Zukunftsfeldern zeigt die regionale Verteilung der Patentanmeldungen einen vergleichsweise hohen Anteil der Großregion Westfalen an. Etwa 45% der Patentanmeldungen von NRW gehen auf Erfinder aus dieser Region zurück. Erfinder aus dem Ruhrgebiet haben einen Anteil von 14% und tragen damit deutlich weniger zu den Patentaktivitäten im Land NRW bei. Insgesamt ist eine recht breite Beteiligung verschiedenster Unternehmen und Institutionen (darunter auch das Forschungszentrum Jülich und die DLR) an den Patentaktivitäten zu beobachten. Das positive Abschneiden von Westfalen geht im Wesentlichen auf einige wenige Armaturenhersteller zurück. Deren Erfindungstätigkeiten sind allerdings nur zum Teil dem integrierten Umweltschutz zuzurechnen. Dies gilt es bei genauer Betrachtung der regionalen Innovationspotenziale zu beachten.

Die korrekte Erfassung der Maßnahmen des integrierten Umweltschutzes ist zweifellos ein schwieriges Unterfangen. Gerade diese Maßnahmen haben zuletzt aber einen großen Bedeutungsgewinn erfahren, wie sich unter anderem auch anhand der Fördermitteldaten zeigen lässt.

Interessanterweise bewegen sich die Anteile der Großregionen an den Umsätzen der Umwelttechnik-Produzenten in einer ähnlichen Größenordnung wie die Anteile der Regionen an den Patentanmeldungen. 42,4% der Beschäftigten sind in Westfalen tätig und nur 14,5% im Ruhrgebiet. Bezogen auf die Verteilung der Umsätze, sind die westfälischen Unternehmen weder innovativer noch weniger innovativ wie die Unternehmen an Rhein und Ruhr.

Die regionale Verteilung der Patentaktivitäten ist keineswegs deckungsgleich mit den Förderschwerpunkten im Umweltbereich. Diese lagen in der vergangenen Förderperiode eindeutig woanders. So konnte Westfalen nur 12% der Bundesfördermitteleinwerbungen im Land NRW für sich verbuchen. Der Grund für diese Diskrepanz liegt darin, dass die Bundesförderung in ganz überwiegendem Maße den öffentlichen Forschungseinrichtungen zu gute kommt. Diese befinden sich mehrheitlich im Rheinland und im Ruhrgebiet. Gerade in der vergangenen Förderperiode haben sich die Fördermitteleinwerbungen in beiden Großregionen erheblich erhöht. Demgegenüber konnte Westfalen in der vergangenen Periode seinen Vorsprung bei den Patentanmeldetätigkeiten ausbauen. Zudem ist nochmals darauf hinzuweisen, dass die tatsächlich relevanten Patentanmeldetätigkeiten in Westfalen im additiven und integrierten Umweltschutz aufgrund des zugrunde liegenden potenzialorientierten Ansatzes etwas überschätzt werden.

Die Ergebnisse unserer Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen zeigen an, dass der Forschungsoutput der Ruhrgebietseinrichtungen in Form von Publikationen und Patenten höher zu sein scheint als im Rheinland. Sofern sich hierin tatsächlich eine höhere Effizienz widerspiegeln würde, was aufgrund der Verwendung von Selbsteinschätzungen der antwortenden Einrichtungen durchaus problematisch ist, könnte das Ruhrgebiet stärker von den Fördermitteleinwerbungen zum Aufbau zusätzlicher Kompetenzen profitieren. Grundsätzlich ist hervorzuheben, dass in NRW an vielen Standorten technologische Kompetenzen vorzufinden sind. Es ist keineswegs so, dass sich diese mehrheitlich auf den Raum Aachen im Umfeld der RWTH und des Forschungszentrums Jülich konzentrieren.

Generell bleibt auch abzuwarten, ob sich die Stärkung der technologischen Kompetenzen an Rhein und Ruhr mittelfristig positiv auf die wirtschaftliche Positionierung von NRW im Zukunftsfeld Umwelttechnik auswirken wird. Eine gewisse Skepsis überwiegt, denn der Transfer der Ergebnisse von der öffentlichen Forschung in die Wirtschaft folgt ganz verschiedenen Mustern und ist keineswegs eine bereits fest etablierte Aufgabe an den Forschungseinrichtungen. Zudem weist NRW keine dominierende Ballung an Umwelttechnik-Produzenten auf. Es werden also in großem Maße auch Anlagen-

bauer mit Sitz außerhalb von NRW von den wissenschaftlichen Erkenntnissen profitieren und diese in wirtschaftliche Erfolge umsetzen können.

Die Entwicklung an den Forschungseinrichtungen, die sich in letzter Zeit besonders erfolgreich um die Einwerbung von Fördermitteln bemüht haben, sollte genau beobachtet werden. Dies zum einen, um auftretende Hemmnisse im Transfer der Ergebnisse frühzeitig zu erkennen und auf deren Abbau hinzuwirken. Zum anderen erhöht jede Einwerbung von Bundesfördermitteln die Chance, potenziell interessierte Unternehmen für eine Einbindung zu gewinnen. Der Erhalt einer Förderung hat grundsätzlich Signalfunktion und sollte als solches von den Akteuren auch wahrgenommen und gegenüber Partnern eingesetzt werden.



## 9. Befragung von Wissensintermediären

### 9.1 Einleitung

Es gibt viele Wege, auf denen wissenschaftliche Erkenntnisse den Weg in die Kommerzialisierung finden. In einer „idealen“ Welt mit vollständiger bzw. völlig kostenlos zu beschaffender Information wären Akteure in Wissenschaft und Wirtschaft problemlos in der Lage, den Nutzen einer Zusammenarbeit umfassend zu bewerten. Sie bahnen würden daher Kooperationen selbstständig anbahnen und Wissen und Technologien von der Wissenschaft in die Wirtschaft und umgekehrt transferieren. Die Realität sieht ohne Frage völlig anders aus und weicht in vielerlei Hinsicht vom skizzierten Idealzustand ab. Insbesondere behindern Informationsasymmetrien, also ein Informationsgefälle, einen reibungslosen Wissens- und Technologietransfer. Die Wissenschaft kennt nicht nur ihre konkreten Forschungsergebnisse, sondern weiß natürlich auch um die gestellten Forschungsfragen und Forschungsprojekte. Potenzielle Technologienutzer kennen hingegen typischerweise nicht nur die Forschungsergebnisse, sondern sind sich über das Vorliegen dieser Erkenntnisse erst gar nicht im Klaren.

Intermediäre können dazu beitragen, diese Barrieren abzubauen. Die Zielsetzung der Wissensintermediation ist es, den Transfer von Wissen und Technologien von Wissensträgern bzw. Technologieanbietern zu Nutzern dieses Wissens bzw. dieser Technologien zu ermöglichen, der sich ohne Einschaltung von Intermediären nicht ergeben hätte.<sup>76</sup> Die ökonomische Theorie weist den Intermediären dabei folgende Funktionen zu (vgl. Czarnitzki et al. 2001; Schumann 2005):

- Abbau von Informationsasymmetrien, z.B. Unkenntnis über bestehende Forschungsprojekte, Bewertung der Potenziale existierender Technologien,
- Reduktion von Transaktionskosten bei Kooperationsanbahnung und -durchführung, z.B. Kosten der Suche nach einem geeigneten Kooperationspartner oder Kosten des Projektmanagements,

---

<sup>76</sup> Bislang liegen nur sehr wenige Studien vor, die sich mit der empirischen Messung des erwarteten zusätzlichen Beitrags der Intermediäre befassen. Die vorhandenen Studien zeigen allenfalls Korrelationen auf (siehe hierzu O’Shea et al., 2005 und Kenney/Goe, 2005). Für Deutschland wurde jüngst von Schumann (2005) eine Studie vorgelegt.

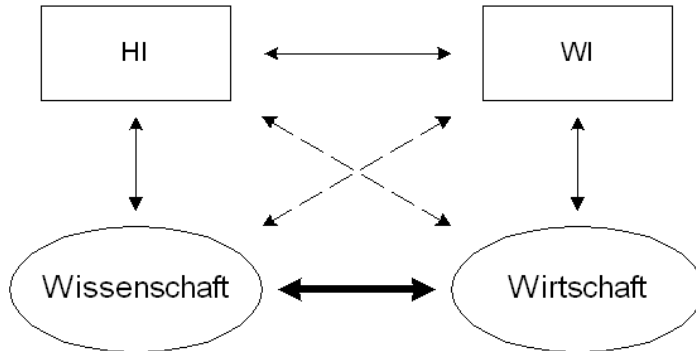


- Reduktion von Unsicherheit bei der Vermarktung von Forschungsergebnissen, z.B. in Form von mangelnden Marktkenntnissen und
- Qualifizierung und Motivierung der am Transfer beteiligten Akteure.

Wie **Schaubild 9.1** illustriert, kann der Transfer also entweder direkt zwischen Wissenschaft und Wirtschaft stattfinden oder aber unter Einschaltung eines oder mehrerer Intermediäre. Dabei spielen verschiedene Arten von Intermediären eine Rolle. Einige von ihnen sind hochschulnah orientiert, dies sind in erster Linie die Transferstellen von Universitäten und Fachhochschulen. Diese Intermediäre dienen in erster Linie den Wissenschaftlern als Ansprechpartner. Andere hingegen sind klar auf der Seite der Wirtschaft zu verorten, etwa Transfereinrichtungen von Industrie- und Handelskammern (IHK) und von Handwerkskammern (HWK). Diese sind somit vor allem Anlaufstellen für Unternehmen. Darüber hinaus gibt es noch andere Intermediäre, etwa Transfereinrichtungen an außeruniversitären Forschungseinrichtungen und Technologiezentren sowie privatwirtschaftliche Akteure.

Schaubild 9.1

**Veranschaulichung des Wissenstransfers**



Eigene Darstellung. Erläuterungen zu den Abkürzungen s. Text.

Aufgrund der hohen Heterogenität der verschiedenen Intermediäre konzentriert sich die folgende Analyse auf hochschulnahe Intermediäre an Universitäten und Fachhochschulen in NRW einerseits, im Folgenden mit **HI** bezeichnet, und die wirtschaftsnahen Intermediären der IHK und HWK in NRW andererseits, im Folgenden **WI** genannt. Dabei ist von zentralem Interesse, welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede sich in Bezug auf das Aufgabenspektrum und konkrete Aktivitäten der Intermediäre ergeben.

Aufgrund ihrer unterschiedlichen institutionellen Einbettung sind variierende Akzentsetzungen wahrscheinlich. Falls dies der Fall ist, sollten sich Potenziale einer Zusammenarbeit der Intermediäre ergeben, um so Zugang zu den spezifischen Kompetenzen des Partners zu erhalten. Ein solches Verhalten wäre für Wissenschaft und Wirtschaft gleichermaßen von hoher Bedeutung. Eine vernünftige Arbeitsteilung bei gleichzeitiger Nutzung der Kompetenzen anderer Intermediäre kann im Ergebnis zu einer höheren Qualität der Intermediärfunktion führen bzw. dessen höhere Effizienz bewirken. Eine Zusammenarbeit setzt allerdings einige grundlegende Übereinstimmungen in den Profilen der Intermediäre voraus. Dies betrifft in erster Linie das Einvernehmen im Grundverständnis der intermediären Tätigkeit. Eine ausschließliche Fokussierung auf die Aktivitäten der Intermediäre greift jedoch zu kurz, um deren Rolle hinreichend bewerten zu können. Aus diesem Grund werden ergänzend Befunde der Nachfrageseite berücksichtigt, welche Auskunft über die Nutzung intermediärer Dienste geben.

Zum Zwecke der Annäherung an die Beantwortung der aufgeworfenen Fragen wurde im August und September 2007 eine Erhebung unter hochschulnahen und wirtschaftsnahen Intermediären in NRW durchgeführt. Natürlich sind Aussagen zum eigenen Selbstverständnis und zur eigenen Selbsteinschätzung lediglich in der Lage, Hinweise auf tatsächliche Einstellungen, Aktivitäten und Leistungen zu geben. Als erster Schritt zu einem vollständigen Bild sind sie dennoch äußerst wertvoll. Komplettiert wurde die Analyse durch Hintergrundgespräche mit ausgewählten Intermediären. Von den angeschriebenen 67 Intermediären haben 39 geantwortet. Mangels hinreichender Angaben zu zentralen Fragen wurden vier Fragebögen für die Auswertung nicht berücksichtigt. Die bereinigte Nettostichprobe umfasst folglich 35 Fragebögen, davon 18 von Wissensintermediären der NRW-Hochschulen. Die Angaben zur Nachfrageseite bezüglich der Inanspruchnahme wissenschaftsnaher Intermediäre basieren auf den Befunden der bereits an anderer Stelle ausführlich erwähnten Befragung des RWI Essen bei öffentlichen Forschungseinrichtungen in NRW.

Der weitere Fortgang der Analyse gestaltet sich wie folgt: Zunächst werden im zweiten Abschnitt einige allgemeine Charakteristika in Bezug auf Ressourcenausstattung und Aufgabenspektrum der untersuchten Intermediäre dargestellt. Diese bilden die natürlichen Ansatzpunkte einer Zusammenarbeit. Welche konkreten Muster der Zusammenarbeit sich ergeben, wird dann direkt im Anschluss im dritten Abschnitt behandelt. Im vierten Abschnitt steht die Analyse der Hemmnisse und Barrieren für den Transferprozess aus Sicht der Intermediäre im Mittelpunkt. Ebenso werden einige Ausführungen zur Nachfrage nach den angebotenen Diensten vorgenommen. Im fünften Abschnitt erfolgt die vertiefende regionale Betrachtung der

Befragungsergebnisse. Der sechste Abschnitt fasst die wesentlichen Erkenntnisse zusammen und leitet aus den Befunden einige Handlungsempfehlungen ab.

## 9.2 Allgemeine Charakteristika der Intermediäre

### 9.2.1 Mittelausstattung der Intermediäre

Im ersten Schritt untersuchen wir die finanzielle und personelle Ausstattung der Intermediäre, deren Aufgaben- und technologisches Profil. Der Vergleich zwischen den HI und WI gibt Aufschluss über mögliche Ansatzpunkte einer Zusammenarbeit.

Die Hauptfinanzierungsquellen der Intermediäre spiegeln in erster Linie deren institutionelle Einbettung wider. HI werden als Teil der Hochschulen hauptsächlich von der öffentlichen Hand getragen: sie finanzieren sich daher zu 63% aus dem jeweiligen Hochschuletat und zu 10% aus anderen öffentlichen Haushalten (vgl. **Tabelle 9.1**). Die WI hingegen finanzieren sich zu beinahe 90% aus Beiträgen der Wirtschaft. Das hängt damit zusammen, dass es sich bei ihnen zumeist um Einrichtungen von Industrie- und Handels- sowie Handwerkskammern handelt, die sich über Mitgliedsbeiträge finanzieren.

Tabelle 9.1

#### Wie finanzieren sich die Intermediäre?

Anteil in %

	HI	WI
Hochschuletat	63	0
Öffentliche Haushalte	10	2
Beiträge der Wirtschaft	14	89
Entgelte/Gebühren	0	9
Internationale und nationale Projekte	5	0
Stiftungen	1	0
Einnahmen	6	0

Befragung „Intermediäre NRW“ 2007, eigene Berechnung.

Aus den Werten der jeweiligen Hauptfinanzierungsquelle lässt sich aber eine bemerkenswerte Differenz ablesen. HI scheinen in höherem Maße über Mittel aus anderen Quellen zu verfügen bzw. haben diese aktiv erschlossen. Die nähere Betrachtung zeigt, dass die HI zu immerhin 14% von der Wirtschaft getragen werden. Weitere 5% ihrer Einnahmen entstammen Projektmitteln. Allerdings finanzieren sich die Transferstellen gar nicht über Gebühren, was bedeutet, dass sie ihre Leistungen im Normalfall kostenlos

anbieten. Ein völlig anderes Muster bei den nachrangigen Finanzierungsquellen zeigt sich bei den WI. Hier sind es einzig Entgelte und Gebühren für erbrachte Leistungen, die einen signifikanten Anteil ausmachen.

Der Verzicht auf die Erhebung von Entgelten und Gebühren seitens der HI wirft die Frage auf, ob sich hierin ein Wettbewerbsvorteil der HI gegenüber den WI ableiten ließe. Dies wäre als wahrscheinlich anzusehen, wenn beide Intermediäre in identischen Marktsegmenten tätig sind. Wie sich später zeigen wird, sind sowohl die Zielgruppe als auch das Aufgabenspektrum derart verschieden, dass sich allein aus dem Verzicht auf Entgelte keine Wettbewerbsverzerrung zu Ungunsten der WI stichhaltig begründen ließe.

Die personelle Ausstattung der Intermediäre konnte leider nur bei den HI untersucht werden, da bei IHKs und HWKs nur selten Angaben zum Personaleinsatz der Intermediation vorlagen. Die HI haben durchschnittlich etwa sechs Mitarbeiter, die etwa zur Hälfte in Teilzeit und Vollzeit beschäftigt sind. Zwei Drittel der Mitarbeiter verfügen über einen Hochschulabschluss. Es sind durchschnittlich zwei Mitarbeiter innerhalb der Transferstelle in leitender Position tätig. Zwei Drittel der HI beschäftigen mindestens einen leitenden Mitarbeiter, der zuvor in der Wirtschaft tätig war. Von den leitenden Mitarbeitern waren die meisten zuvor in den Bereichen Consulting sowie Forschung und Entwicklung tätig, außerdem einige in Produktion, Vertrieb und Marketing. Der Anteil der ehemals in der Wirtschaft tätigen ist somit relativ hoch und lässt die Befürchtung als unbegründet erscheinen, dass HI ihre Mitarbeiter hauptsächlich aus dem Personal der jeweiligen Hochschule rekrutieren und es somit an einem grundlegenden Verständnis für die Belange der Wirtschaft mangeln könnte (vgl. Czarnitzki et al. 2001).

### 9.2.2 Aufgaben und Aktivitäten der Intermediäre

In der Realität zeigt sich ein ähnlich breites Aufgabenspektrum der Intermediäre und zwar unabhängig davon, ob es sich um hochschulnahe oder wirtschaftsnahe Intermediäre handelt. Im Einklang mit theoretischen Überlegungen zählen das Angebot von Beratungsleistungen und die Kontaktvermittlung gleichermaßen zu den wesentlichen intermediären Funktionen (vgl. **Tabelle 9.2**). Unterschiede zeigen sich allerdings in der Akzentuierung der einzelnen Aufgaben. Dies deutet auf eine denkbare Arbeitsteilung zwischen den Intermediären und damit die Herausbildung unterschiedlich starker Kompetenzen in einzelnen Aufgabenbereichen zwischen HI und WI hin.

Tabelle 9.2

**Aufgabenspektrum der Intermediäre**

Anteil der Intermediäre, die eine Aktivität für „sehr wichtig“ erachten

Aktivitäten	HI in %	Rang	WI in %	Rang
Gründungsberatung	44	4	69	4
Patentberatung	35	6	35	5
Vermarktung von Forschungsergebnissen	59	1	24	6
Kontaktvermittlung	56	2	78	2
Kontaktpflege mit Wissenschaftlern	56	2	78	2
Kontaktpflege mit Wirtschaftsvertretern	44	4	89	1

Befragung „Intermediäre NRW“ 2007, eigene Berechnung, Mehrfachnennungen waren möglich, Skalierung von 1 (unwichtig) bis 4 (sehr wichtig).

Als der mit Abstand wichtigste Aufgabenbereich wird von den WI die Kontaktvermittlung und -pflege eingestuft, und auch die HI weisen diesem Bereich einen hohen Stellenwert zu. Diese Aktivität zielt auf die Reduktion von Kosten der Suche nach einem geeigneten Partner ab (vgl. Czarnitzki et al., 2001). Es überrascht wenig, dass HI die Kontaktpflege mit Wissenschaftlern wichtiger finden, WI hingegen die Kontaktpflege zu Vertretern der Wirtschaft. Interessanter ist hingegen die Tatsache, dass sämtliche Intermediäre der Ansicht sind, die Kontaktpflege zu Wissenschaftlern sei im Vergleich zum Jahr 2004 weniger wichtig geworden, während der Kontakt zu Wirtschaftsvertretern an Bedeutung gewonnen habe. Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass bei Wissenschaftlern inzwischen bereits ein verstärktes Interesse am und eine Bereitschaft zum Wissens- und Technologietransfer vorhanden sind.

Mehrere Intermediäre haben darüber hinaus hervorgehoben, wie wichtig der Aufbau und die Pflege von Netzwerkstrukturen sei, die sowohl Wissenschaftler als auch Unternehmen und staatliche Akteure umfassen könne und innerhalb derer Kooperation besonders leicht und mit verminderten Transaktionskosten eingegangen werden könne. Das Vorhandensein eines ansatzweise institutionalisierten Netzwerkes kann die Suchkosten erheblich reduzieren, da auf bereits bestehende Strukturen zurückgegriffen werden kann. Somit ist es für die Intermediäre von besonderer Bedeutung, über hinreichenden Zugang zu Schlüsselakteuren in bestehenden technologie- oder branchenspezifischen Netzwerkstrukturen zu verfügen.

Als ein weiterer wichtiger Aufgabenbereich lassen sich Beratungsdienste in Form von Gründungs- und Patentberatung identifizieren. Aus theoretischer Perspektive geht es dabei um den Abbau von Transaktionskosten und von Unsicherheiten, die daraus resultieren, dass die Marktchancen einer neuen Technologie für den Erfinder nur schwer abzuschätzen sind. Darüber hinaus verfügen die Intermediäre über die notwendigen rechtlichen und/oder be-

triebswirtschaftlichen Kenntnisse, die zur Patentierung einer Technologie oder zur Gründung eines Unternehmens benötigt werden. Somit können sie die Erfinder und Gründer ein Stück weit entlasten, damit diese sich auf fachliche Fragen konzentrieren können.

Die Bereiche der Gründungs- und Patentberatung werden von den WI häufiger als sehr wichtig empfunden als von den HI. Dabei hat die Gründungsberatung eindeutig den höheren Stellenwert, sie wird von 69% der WI als wichtig erachtet und ist somit nach der Kontaktvermittlung deren wichtigstes Aufgabenfeld. Darüber hinaus hat sie in der Wahrnehmung der WI von allen Aufgaben gegenüber 2004 am stärksten an Bedeutung gewonnen. Möglicherweise spiegelt sich hierin die zunehmende Nachfrage nach Beratungsleistungen im Zuge der Ich-AG Regelung(en) wider.

HI sind dagegen wesentlich stärker in der Durchführung von Patentverfahren engagiert. Dies entspricht den Erwartungen, denn nach der Neufassung des Arbeitnehmererfindungsgesetzes spielen die Transferstellen an den Hochschulen eine zentrale Rolle in der Wahrung der Rechte der Hochschulen an Erfindungen. Auch die Lizenzierung von Patenten ist mehr ein Geschäftsfeld der HI. Mangels ausreichender Auslöse wird es derzeit allerdings nicht als besonders bedeutsam wahrgenommen. Im Kontext der Patentierung und Vergabe von Lizenzen stehen auch die Aktivitäten zur Vermarktung von Forschungsergebnissen. Sie spielt für die HI eine größere Rolle als für die WI.

In punkto Patente und Vermarktung der Forschungsergebnisse ist darauf hinzuweisen, dass sich hierin organisationsspezifische Besonderheiten der Hochschulen widerspiegeln. Während es bei Unternehmen eigens eingerichtete Patentabteilungen gibt, übernehmen die Transferstellen an den Hochschulen oder aber die eigens eingerichteten Patentverwertungsstellen (PROvendis und rubitec in NRW) diese Aufgabe. Aus der institutionellen Einbettung der HI resultiert schließlich die Aufgabe, Funktionen einer Vertriebs- bzw. Marketingabteilung ihrer jeweiligen Hochschule zu übernehmen. Ziel ist die Identifizierung geeigneter Kooperations- bzw. Lizenzpartner auf Seiten der Wirtschaft, deren Ansprache und Gewinnung. In dieser Hinsicht unterscheiden sich also HI und WI grundlegend, und es sollte keineswegs auf einen Nachholbedarf der WI geschlossen werden.

Die Hinweise auf unterschiedlich stark ausgeprägte Kompetenzen in den typischen Aufgabenfeldern von Wissensintermediären der Wirtschaft und Wissenschaft verstärken sich auch bei näherer Betrachtung konkreter Aktivitäten. Eine zentrale Aktivität der Kontakthanbahnung und -vermittlung stellt die Organisation von Messen und Kongressen dar. Der zunächst unverbindliche persönliche Kontakt zwischen den Vertretern der Wissenschaft und Wirtschaft kann die zentrale Grundlage für die Ansprache potenzieller

Partner zu einem späteren Zeitpunkt bilden. Die vergleichende Analyse der Intermediäre zeigt auf, dass WI solche Aktivitäten in stärkerem Maße als sehr wichtiges Betätigungsfeld wahrnehmen.

Auf Seiten der Hochschulen ist zu erkennen, dass sich die Transferstellen zunehmend als Koordinatoren für kooperative Forschungsprojekte betätigen. Diese Aufgabe spielt zwar derzeit immer noch keine große Rolle, ist aber seit 2004 wichtiger geworden. Die Übernahme von Koordinierungsaufgaben durch Intermediäre kann helfen organisatorische und personelle Defizite auf Seiten der Forscher und Unternehmen auszugleichen. Zudem können Intermediäre helfen kulturelle und organisatorische Differenzen zwischen den beiden Systemen Wissenschaft und Wirtschaft ein Stück weit zu reduzieren und miteinander in Einklang zu bringen (vgl. Schmoch 2003; Siegel et al. 2003). Die Auslagerung administrativer Aufgaben bei der Bewältigung von Forschungsprojekten sollte den Forschern mehr Freiraum für die eigentliche Projektarbeit geben. Die Auslagerung dieser Tätigkeit kann sich auch langfristig auszahlen. In dem Maße wie die Intermediäre konkret in Projektabläufe eingebunden sind, bekommen sie einen Einblick in die Forschungsthemen und Netzwerke der beteiligten Akteure. In gewisser Hinsicht kann damit auch ein Beitrag zur Verstetigung von Kontakten geleistet werden, wenn Intermediäre die Kontaktpflege nach Projektabschluss unterstützen oder gar übernehmen. Die Einblicke in die Abläufe können auch implizieren, dass Intermediäre selbst aktiv werden, die Einwerbung von Fördergeldern zu unterstützen.

Zuletzt ist noch zu erwähnen, dass Intermediäre auch technische Infrastruktur vermitteln. Dies ist für WI weniger wichtig als für HI, wird aber insgesamt nicht als bedeutsame Aufgabe eingestuft. Gerade für kleine und mittlere Unternehmen aber kann der Zugang zu technischer Infrastruktur, deren Anschaffung sich für das Unternehmen alleine nicht rentieren würde, von entscheidender Bedeutung etwa für die Durchführung von Forschungsvorhaben sein. Die geringe Bedeutung dieser Aktivität kann aber auch daraus resultieren, dass bereits die Forschungsinstitute aktiv für die Inanspruchnahme der Infrastruktur werben. Sicherlich kann es nicht schaden, wenn dieselbe Leistung über verschiedene Kanäle offeriert wird. Ob sich damit aber die Inanspruchnahme der Leistung spürbar erhöhen würde, darüber kann an dieser Stelle nur spekuliert werden.

*Exkurs: Die intermediären Tätigkeiten der HI im Segment „Patente“*

Bevor eine Transferstelle ein Patentverfahren einleiten kann, muss ihr in einem ersten Schritt die Erfindung von den Forschern gemeldet werden. Dazu sind die Wissenschaftler seit der Novelle des Gesetzes über Arbeitnehmererfindungen verpflichtet. Ist dies erfolgt, so prüft die Transferstelle, ob sich eine Patentierung der jeweiligen Technologie lohnen würde. Sie

kann auch versuchen, ein Unternehmen ausfindig zu machen, welches an der Technologie interessiert ist, und einen Vertrag mit diesem Unternehmen schließen, sodass es die Kosten der Patentierung übernimmt, um die Technologie später nutzen zu dürfen. Einen möglichen anderen Partner bei der Verwertung und/oder Anmeldung von Patenten stellen Unternehmen wie z.B. die in der Befragung erwähnte PROvendis GmbH dar.

Die HI wurden befragt, wie viele Erfindungen ihnen im Zeitraum der letzten drei Jahre gemeldet wurden. Dies waren bei den antwortenden HI insgesamt 994 Erfindungen, im Durchschnitt pro HI etwa 66. Hierbei ist zu beachten, dass die zwei größten HI zusammen 460 Erfindungen meldeten, wobei die Transferstelle mit der größten Anzahl an Erfindungen keinerlei Angaben zu den Patenten gemacht hat. Somit ist das Verhältnis von Patenten zu Erfindungen insgesamt verzerrt. Von den Angaben machenden HIs wurden insgesamt 192 Erfindungen schließlich auch zum Patent angemeldet, und zwar genau zur Hälfte durch die HI selbst und zur Hälfte durch Unternehmen, mit denen Verträge geschlossen wurden. Von diesen Patentanmeldungen entfallen wiederum 40 auf einen einzigen HI. Das Verhältnis von Patenten zu Erfindungen liegt damit bei 19%. Auffällig ist auch, dass die Anzahl der gemeldeten Erfindungen von Hochschule zu Hochschule sehr stark schwankt, was unter anderem in der unterschiedlichen Größe und den unterschiedlichen fachlichen Ausrichtungen der Hochschulen begründet liegen kann. Des Weiteren zeigt sich, dass nur weniger als ein Drittel aller gemeldeten Erfindungen letztendlich auch patentiert werden.

#### *Kanäle der Kontaktabahnung und -vermittlung*

Auf die Rolle der Veranstaltung von Messen und Kongressen als eine Möglichkeit der Kontaktabahnung und -vermittlung wurde bereits kurz verwiesen. Übliche Informationskanäle betreffen eher die elektronischen und fernmündlichen Medien. Hierbei zeigen sich erstaunlich große Gemeinsamkeiten zwischen HI und WI. Das Internet stellt den am stärksten genutzten Informationskanal dar, gefolgt von der direkten Ansprache mittels Telefon oder E-Mail. Diese wird von über 90% der Intermediäre als wichtig oder eher wichtig erachtet. In der Rubrik weiterer bedeutender Informationskanäle finden sich die Verbreitung von Broschüren und Prospekten, Messständen sowie Newslettern. Insbesondere letzt genannte werden stärker von WI genutzt.



Tabelle 9.3

**Spezifische Maßnahmen der HI zur Bewältigung ihrer Aufgaben**

Skalierung von 1 bis 5, mit 1 = nie und 5 = sehr häufig, in %

Zugangsmöglichkeit	Anteil mit „häufig“	Anteil mit „sehr häufig“
Kontaktaufnahme mit Wissenschaftlern	24	76
Auswertung der Forschungsberichte	13	13
Kontaktaufnahme d. Wissenschaftler mit der Transferstelle	44	31

Befragung „Intermediäre NRW“ 2007, eigene Berechnung, Durchschnittswerte.

Darüber hinaus wurden ausschließlich die HI befragt, welche Möglichkeiten sie wie stark nutzen, um mit den Wissenschaftlern an ihrer eigenen Hochschule Kontakt aufzunehmen und Zugang zu deren Forschungsergebnissen zu erlangen. Dabei zeigte sich, dass zumeist der HI die Initiative ergreift und Kontakt mit den Wissenschaftlern aufnimmt: 76% der befragten HI nehmen sehr häufig mit Wissenschaftlern Kontakt auf, die restlichen 24% immerhin häufig (vgl. **Tabelle 9.3**). Etwas seltener geschieht es, dass sich die Wissenschaftler von sich aus an den HI wenden. Dies geschieht nur bei 31% der HI sehr häufig. Es mag also zumindest vereinzelt noch Probleme des Wissens- und Technologietransfers geben, die daraus resultieren, dass Wissenschaftler nicht von sich aus der Transferstelle ihre Forschungsergebnisse mitteilen. Andererseits kann die relativ seltene Kontaktaufnahme durch Wissenschaftler auch darin begründet sein, dass diese von sich aus in Kontakt mit der Wirtschaft treten und ein Transfer auch ohne Intermediäre gut funktioniert. Es ist jedoch zu vermuten, dass noch Verbesserungspotenziale vorhanden sind, um die Bereitschaft der Forscher zum Transfer zu erhöhen und das vorhandene Transferpotenzial noch besser auszuschöpfen.

Verhältnismäßig selten hingegen werden Forschungsberichte der Lehrstühle und Institute von den Transferstellen genutzt, um sich einen Überblick über Forschungsergebnisse zu verschaffen. Lediglich 13% der Transferstellen nutzen diese Möglichkeit sehr häufig, 6% geben sogar an, nie davon Gebrauch zu machen. Ob dafür die mangelnde Verwertbarkeit der Forschungsberichte oder aber die mangelnde personelle Ausstattung der Transferstellen verantwortlich zu machen ist, wäre allerdings näher zu untersuchen.

*Technologiefeldspezifische Ausrichtung der Intermediäre*

Die Analyse der Aufgaben- und Tätigkeitsschwerpunkte war ein erster Baustein zur Eruierung von Ansatzpunkten einer Zusammenarbeit von Intermediären mit dem Ziel der Erhöhung der Qualität und Effizienz der Intermediärfunktion. Eine Zusammenarbeit wird vermutlich besser funkti-

onieren, wenn Angebot und Nachfrage von Wissen und Technologien Chancen auf einen Match haben. Um sich diesem zu nähern, haben wir die Intermediäre der Wissenschaftsseite nach deren Einschätzung zur Bedeutung von Technologiefeldern gefragt. Je mehr sich die Bewertungen decken, umso wahrscheinlicher ist ein Zusammenkommen der beiden Seiten.

Tabelle 9.4

**Bewertung der Technologiefelder durch HI und WI**

Skalierung von 1 bis 10, mit 1 = unwichtig bis 10 = sehr wichtig

Technologiefeld	HI	Rang	WI	Rang
Biotechnologie	<b>5,44</b>	6	<b>2,78</b>	7
Nano-, Mikrotechnologie/Neue Werkstoffe	<b>7,69</b>	2	<b>5,72</b>	4
Medizintechnik	5,29	7	4,72	6
Produktionstechnik	6,47	3	7,94	1
Energieforschung	6,33	4	5,56	5
I+K Technologie	8,00	1	6,83	2
Umwelttechnologie	6,33	4	6,44	3

Befragung „Intermediäre NRW“ 2007, eigene Berechnung, Einschätzung der Wichtigkeit des jeweiligen Technologiefelds durch die HI und WI. Deutliche Unterschiede mit mindestens zwei Punkten sind fett hervorgehoben.

Wie **Tabelle 9.4** darstellt, ist aus Sicht der HI das wichtigste Technologiefeld in NRW die I+K-Technologie, gefolgt von dem Gebiet Nano-/Mikrotechnologie/Neue Werkstoffe. Am wenigsten wichtig hingegen sind in ihrer Einschätzung Medizintechnik und Biotechnologie.

Aus Sicht der WI andererseits ist die Produktionstechnik das bedeutendste Technologiefeld in NRW. Es folgen I+K-Technik sowie Umwelttechnologie. Auch ihnen erscheinen Medizintechnik und Biotechnologie als unwichtig. Dabei ist jedoch zu beachten, dass der Biotechnologie von den WI eine nur etwa halb so hohe Bedeutung zugerechnet wird wie von den HI.

Insgesamt fällt im Vergleich auf, dass die Einschätzung der Technologiefelder durch die HI und WI in 4 von 7 untersuchten Feldern deutlich voneinander abweicht. In den technologisch recht jungen Zukunftsfeldern Biotechnologie und Nano-Mikrotechnologie/Neue Werkstoffe weichen die Einschätzungen am deutlichsten ab. Diese Tatsache spiegelt vermutlich in erster Linie wider, dass die Universitäten und Fachhochschulen auf der einen Seite bestimmte Forschungsschwerpunkte haben und die IHK und HWK auf der anderen Seite sich als Interessenvertretung für regionale Unternehmen verstehen, die bestimmten Branchen angehören. Offensichtlich passen die Schwerpunkte der Hochschulen in NRW nicht immer mit denen der Unternehmen zusammen, was eine Zusammenarbeit auch zwischen den Intermediären erschweren könnte.

Bei der Interpretation dieser Resultate ist allerdings auch zu beachten, dass eine geringe Einschätzung eines Technologiefeldes durch die Intermediäre keinesfalls bedeuten muss, dass dieses Technologiefeld in der Region keine Rolle spielt. Es kann ganz im Gegenteil auch ein Indiz dafür sein, dass der Wissens- und Technologietransfer in einer Branche auch ohne die Hilfe der Intermediäre sehr gut funktioniert, etwa weil erfolgreiche Netzwerkstrukturen und Cluster existieren. Gerade in relativ jungen und (noch) kleineren (und damit überschaubaren) Branchen ist oft die Vernetzung zwischen den Forschern und Unternehmen auch ohne Mitwirkung einer Transferstelle gut, sodass ein mangelndes Nutzen von Intermediären keinesfalls gleichzusetzen ist mit mangelndem Forschungstransfer. Vielmehr wird er oft auch ohne Intermediäre durch direkten Kontakt (vgl. *Schaubild 9.1*) erfolgen.

### 9.3 Zusammenarbeit mit anderen Intermediären

Die bisherigen Befunde deuten auf unterschiedliche Akzentuierungen einzelner Aufgaben seitens der HI und WI hin. Dies spricht eher für eine komplementäre Beziehung beider Intermediärsgruppen. Beide Intermediärsgruppen haben die Möglichkeit, sich die spezifischen Kompetenzen der jeweils anderen Gruppe nutzbar zu machen. Im Ergebnis dessen sollte sich die Qualität und Effizienz der Intermediärsfunktion erhöhen und damit der Technologie- und Wissenstransfer verbessert werden.

Die Zusammenarbeit zwischen Intermediären kann sehr vielschichtig sein. Im Folgenden möchten wir auf zwei Aspekte näher eingehen. Zum einen wird erörtert, ob Intermediäre von der Möglichkeit Gebrauch machen, Anfragen an andere Intermediäre weiterzuleiten. Zum anderen interessiert, auf welche Felder sich das Angebot gemeinsamer Dienstleistungen mit anderen Intermediären erstreckt.

Tabelle 9.5

#### Weiterleitung von Anfragen an andere Intermediäre

Anteil in %

Häufigkeit	HI	WI
Nie	0	0
Selten	6	17
Gelegentlich	59	6
häufig	12	44
sehr häufig	24	28

Befragung „Intermediäre NRW“ 2007, eigene Berechnung.

Bezüglich des ersten Aspekts ist in der **Tabelle 9.5** die Häufigkeit des Weiterleitens von Anfragen an andere Intermediäre angegeben. Von den In-

termediären aus den Hochschulen gaben 36% an, Anfragen häufig oder sehr häufig an andere Intermediäre weiterzuleiten. Bei den Intermediären aus der Wirtschaft gaben dies mit 72% dagegen deutlich mehr an. Der Befund könnte einerseits als vergleichsweise größere Zurückhaltung der Intermediäre der Hochschulen interpretiert werden, Anfragen weiterzugeben. Eine solche Argumentation setzt allerdings voraus, dass beide Intermediärsgruppen mit einer sehr ähnlichen Vielfalt von Anfragen konfrontiert sind. Zudem müsste der Ressourceneinsatz pro Aufgabenfeld ähnlich sein. In der Realität sind beide Bedingungen höchst wahrscheinlich nicht erfüllt.

Gerade Intermediäre aus der Wirtschaft nehmen eine Schlüsselstellung in der Intermediärlandschaft ein (vgl. Werkle 2007, Trettin et al. 2007). Schon allein aufgrund dieser „Omnipotenz“ ist es naheliegend, dass Transferstellen der Kammern häufiger mit Anfragen konfrontiert werden als Transferstellen der Hochschulen. Zudem kann sich die Nachfrage in der Gestalt unterscheiden, sodass die Kontakthanbahnung eher von der Wirtschaft als von der Wissenschaft ausgeht. Intermediäre der Wirtschaft sind damit stärker gefordert, Anfragen an die hierfür zuständigen Akteure weiterzuleiten. Allein auf der Basis der Befunde lässt sich daher noch kein hinreichender empirischer Beleg für eine mangelnde Bereitschaft der Weiterleitung von Anfragen und damit Bereitschaft zur Zusammenarbeit seitens der HI finden.

Tabelle 9.6

**Zusammenarbeit in der Kontaktvermittlung mit anderen Intermediären**

Anteil in %

Mögliche Intermediärspartner	HI	WI
Technologietransferstellen an Universitäten und Fachhochschulen	71	78
Technologiezentren	71	72
Transferstellen von Fraunhofer- und Max-Planck-Instituten	18	50
Handwerkskammern	59	56
IHK	76	24

Befragung „Intermediäre NRW“ 2007, eigene Berechnung, Mehrfachnennungen waren möglich.

Gefragt nach den Intermediären, mit denen die WI im Bereich der Kontaktvermittlung zusammenarbeiten, werden die Technologietransferstellen der Hochschulen am häufigsten als Partner genannt (vgl. **Tabelle 9.6**). Dies geht grundsätzlich in dieselbe Richtung wie die obige Argumentation, wonach Akteure der Wirtschaft offensiv nach neuen Technologien im Hochschulbereich Ausschau halten. Aber auch die HI nutzen häufig den Zugang über die Intermediäre der Wirtschaft, um Kontakte von der Wissenschaft in die Wirtschaft zu vermitteln. Im Gegensatz zu den Kammern sind sie aber

deutlich stärker auf die Zusammenarbeit mit Intermediären der eigenen Gruppe zum Zweck der Kontaktvermittlung ausgerichtet. Dieser Befund ist insofern interessant, als die InnovationsAllianz, das jüngst gegründete Netzwerk der NRW-Hochschulen zur Unterstützung der regionalen Vernetzung der Hochschulen mit der Wirtschaft, ein solches gemeinschaftliches Vorgehen geradezu voraussetzt.

Tabelle 9.7

**Gemeinsame Dienstleistungen mit einem anderen Intermediär**

Anteil in %

Aktivität	HI	Rang	WI	Rang
Gründungsberatung	73	1	73	1
Patentberatung	40	2	33	4
Patentverfahren (Anmeldung,...)	20	8	0	8
Lizenzierung	27	7	7	7
Vermarktung von Forschungsergebnissen	33	5	33	4
Veranstaltung von Messen/Kongressen	40	2	47	2
Vermittlung von technischer Infrastruktur	20		7	7
Kontaktvermittlung	40	2	40	3
Koordination von Forschungsprojekten	27	7	20	6

Befragung „Intermediäre NRW“ 2007, eigene Berechnung, Mehrfachnennungen waren möglich.

Tabelle 9.8

**Häufigkeit der Zusammenarbeit mit anderen Intermediären in der Gründungsberatung**

Anteil in %

Mögliche Intermediärspartner	HI	WI
Technologietransferstellen an Universitäten u. Fachhochschulen	56	61
Technologiezentren	88	28
Transferstellen von Fraunhofer- und Max-Planck-Instituten	6	0
Handwerkskammern	56	72
IHK	88	35

Befragung „Intermediäre NRW“ 2007, eigene Berechnung, Mehrfachnennungen waren möglich.

Neben der Zusammenarbeit in der Kontaktvermittlung fragten wir auch nach dem gemeinsamen Angebot von Leistungen mit anderen Intermediären. Die diesbezüglichen Befunde sind in der **Tabelle 9.7** und der **Tabelle 9.8** angegeben. Dabei zeigt sich, dass die Intensität der Kooperation von Aufgabenfeld zu Aufgabenfeld stark schwankt und die Kooperation in den verschiedenen Geschäftsbereichen mit unterschiedlichen Partnern betrieben wird. Am stärksten wird in der Gründungsberatung kooperiert; für die HI stellen in diesem Bereich Technologiezentren sowie IHK die wichtigsten Partner dar, während die WI vor allem mit HWK und hochschuleigenen Transferstellen zusammenarbeiten. Die starke Vernetzung mit den Handwerkskammern zeigte sich auch in einigen anderen Studien (u.a. Trettin et

al. 2007). Messen und Kongresse werden ebenfalls häufig in Kooperation veranstaltet, hier zeigen sich die WI etwas kooperationsfreudiger als die HI. Interessanterweise sind für beide die hochschuleigenen Transferstellen der wichtigste Kooperationspartner. Dies deutet darauf hin, dass die von HI veranstalteten Tagungen und Messen grundsätzlich eine höhere Hochschulnähe aufweisen.

Ohne Frage, in der Gründungsberatung scheinen sich am besten Ansatzpunkte des Angebots gemeinsamer Dienstleistungen zu ergeben. Die Intermediäre der Hochschulen sehen in den Intermediären der Wirtschaft den Partner, mit dem am häufigsten kooperiert wird (vgl. *Tabelle 9.8*). Dies spricht für den Anspruch, die Nähe zur Wirtschaft aktiv zu suchen und diesen Aktivitäten eine gewisse Priorität bei der Ausgestaltung der Zusammenarbeit einzuräumen. Die deutlich geringere Häufigkeit der Zusammenarbeit mit den Handwerkskammern scheint die mangelnde technologische Nähe der Handwerksunternehmen zur universitären Forschung wiederzuspiegeln. Die Angaben der WI sind grundsätzlich ausgewogener. Handwerkskammern sind der wichtigste Partner, gefolgt von den Intermediären der Hochschulen. Das Muster ist in gewisser Hinsicht konträr zu den Befunden der Kontaktvermittlung. Während bei der Kontaktvermittlung die Technologietransferstellen der Hochschulen sehr häufig als Partner genannt wurden, scheint es im Bereich gemeinsamer Angebote weniger Schnittmengen zu geben.

Die vergleichsweise hohe Häufigkeit der Intra-Kooperation von HI könnte Ausdruck der Bestrebungen einer engen Vernetzung innerhalb dieser Intermediärgruppe sein. Dies verwundert nicht, da jede Transferstelle mit dem Thema Gründungsberatung Neuland zu beschreiten hat und sich hier der enge Austausch zwischen den Transferstellen anbietet.

Die Muster weisen darauf hin, dass die Transferstellen der Hochschulen im Segment der Gründungsberatung aktiv den Kontakt zu Intermediären der Wirtschaft suchen, um sich die spezifischen Kompetenzen der Kammern nutzbar zu machen. Die Kammern sind insgesamt breiter aufgestellt und in der Tendenz weniger stark auf die Hochschulen als Partner ausgerichtet. Die sich bietenden Möglichkeiten der Kooperation werden zwar von Kammern genutzt. In der Tendenz überwiegt aber immer noch die Zusammenarbeit mit gleichgesinnten Partnern.

Mit Blick auf die spezifischen Kompetenzen der HI erscheint eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen WI und HI im Feld Patentberatung als naheliegend. Noch wird von dieser Möglichkeit vergleichsweise wenig Gebrauch gemacht. Im Einzelfall gilt es allerdings stets abzuwägen, ob sich gemeinsame Aktivitäten überhaupt noch steigern lassen und wenn ja, ob dies dann

auch tatsächlich mehr Qualität und Effizienz in der Beratungspraxis erwarten lässt.

#### **9.4 Barrieren des Wissens- und Technologietransfers**

Eine viel diskutierte Frage zum Thema Intermediäre ist, welche institutionellen Arrangements bzw. rechtlichen Konstruktionen sich als optimal erweisen.<sup>77</sup> Dabei werden zunehmend rechtlich und wirtschaftlich autonome Konstruktionen auch für hochschulnahe Intermediäre diskutiert (sog. Campus Companies, vgl. etwa Pinkwart 2002). Ein wichtiges Ziel der Befragung war es daher festzustellen, wie die bestehenden institutionellen Arrangements im Bereich der Intermediation von den Intermediären beurteilt werden. Daran anschließend wird die Frage der Transferbarrieren eingehend untersucht.

Die Intermediäre wurden zunächst gebeten, auf einer Skala von 1 (gar nicht) bis 5 (sehr gut) einzuschätzen, wie gut die angebotenen Lösungen den Erfordernissen von Wissenschaft und Unternehmen entsprechen. Dabei zeigt sich, dass die Lösungen für die Wissenschaft mit 3,4 Punkten insgesamt etwas besser eingeschätzt werden als diejenigen für die Unternehmen mit 3,2 Punkten. Die Lösungen für die Wissenschaftler wurden von 8% der Intermediäre als sehr gut eingestuft und von weiteren 36% als gut. Die Lösungen für die Unternehmen hingegen wurden nur von 35% der Intermediäre als sehr gut oder gut empfunden, 39% sind der Ansicht, sie entsprächen nur gelegentlich den Anforderungen der Unternehmen. Allerdings kam keiner der Intermediäre zu dem Schluss, die Lösungen entsprächen gar nicht dem Bedarf der Wissenschaftler oder Unternehmen. Interessanterweise schätzen die HI die Lösungen für die Wissenschaftler mit 3,5 Punkten als deutlich besser ein als die Lösungen für die Unternehmen mit 3,2 Punkten. Bei den WI zeigt sich kein solch erheblicher Unterschied in der Bewertung der Lösungen. Insgesamt lässt sich also festhalten, dass die Angebote nach Ansicht der Intermediäre zwar teilweise den Anforderungen gerecht werden, insbesondere den Erfordernissen der Unternehmen jedoch häufig nicht entsprechen.

Die gezeigten Unterschiede können verschiedene Ursachen haben. Eine Vermutung besteht darin, dass die Rahmenbedingungen des Agierens hierfür von Bedeutung sein können. Hierunter werden die institutionellen Arrangements und Transferbarrieren gefasst.

---

<sup>77</sup> Einen Überblick über die Literatur zum Thema geben Phan und Siegel (2006).

Bei der Befragung zeigten sich jedoch immerhin knapp zwei Drittel sowohl der HI als auch der WI zufrieden mit ihrer aktuellen rechtlichen Konstruktion (vgl. **Tabelle 9.9**). Unzufriedenheit wurde hingegen geäußert bezüglich der finanziellen und personellen Ausstattung. Insbesondere die HI halten diese für verbesserungswürdig. Wie die Grafik veranschaulicht, wünschen sich 71% der HI eine bessere finanzielle Ausstattung und 88% sind mit der aktuellen personellen Situation unzufrieden. Die WI scheinen über eine etwas bessere Ressourcenausstattung zu verfügen, dennoch wünschen sich immerhin die Hälfte von ihnen Verbesserungen im finanziellen und personellen Bereich.

Tabelle 9.9

**Verbesserungsvorschläge der Rahmenbedingungen aus Sicht der HI und WI**

Anteil in %

Rahmenbedingung	HI	WI
Rechtliche Konstruktion	35	33
Finanzielle Ausstattung	71	50
Personelle Ausstattung	88	50

Befragung „Intermediäre NRW“ 2007, eigene Berechnung, Mehrfachnennungen waren möglich, Prozentsatz derer, die sich in der Kategorie eine Verbesserung wünschen.

Um zu analysieren, an welchen Stellen besonders großer Handlungsbedarf bestehen könnte, wurde untersucht, welche Barrieren die Intermediäre als die größten Probleme für den Wissens- und Technologietransfer einschätzen. Eine besonders interessante Frage ist, wie stark die Wahrnehmungen von HI und WI in diesem Bereich divergieren. Daher sollen sie im Folgenden separat dargestellt werden.



Tabelle 9.10

**Transferbarrieren, die aus Sicht der HI ein Problem darstellen**

Angaben in %

Transferbarrieren	sehr großes Problem	großes Problem
Mangelnder Zugang zu verwertbarem Wissen der Wissenschaftler	0	13
Anreize für Wissenschaftler zur Zusammenarbeit mit Intermediären zu gering	27	20
Bürokratische Hürden	7	40
Zu geringer Ressourceneinsatz für den Technologietransfer von Seiten der Hochschulen und Institute	47	33
Zu hohe finanzielle Erwartungen von Wissenschaftlern	0	13
Vorbehalte auf Seiten der Wissenschaftler	0	7
Abschätzung der Marktchancen von Forschungsergebnissen ist schwierig	7	33

Befragung „Intermediäre NRW“ 2007, eigene Berechnung, Mehrfachnennungen waren möglich.

Aus Sicht der HI besteht das mit Abstand größte Problem in der mangelnden Ressourcenaufwendung für den Technologietransfer von Seiten der Hochschulen und Institute. Die Hälfte der HI sieht diese als sehr großes Hindernis an, weitere 33% als großes Hindernis (vgl. **Tabelle 9.10**). Den Angaben der Intermediäre zufolge stellen die mangelnden Anreize für Wissenschaftler zur Zusammenarbeit mit den Intermediären ein weiteres Hemmnis des Transfers dar. Die mangelnden Anreize äußern sich beispielsweise in der Festlegung des Verfahrens zur Anmeldung einer Erfindung zum Patent sowie dem Schlüssel zur Verteilung der Lizenzeinnahmen auf Wissenschaftler und Hochschule. Beispielsweise folgt die Humboldt Universität zu Berlin dem Beispiel vieler renommierter Hochschulen und überlässt dem Erfinder den Patenterlös nach Abzug der Kosten vollständig, wenn dieser bis zu 5 000 € beträgt. Bei Gewinnen von 5 000 bis zu 50 000 € bekommt der Erfinder immerhin noch 50% und damit mehr als ihm laut Arbeitnehmererfindungsgesetz zustehen würde. Bei Gewinnen über 50 000 € sind es die gesetzlich verankerten 30% (vgl. HU Berlin 2007). Es wäre sicherlich interessant, die Praxis der Verteilung der Gewinne und die damit verbundenen Anreizwirkungen empirisch zu untersuchen. Hinter dem Argument der mangelnden Anreize steht aber auch die Problematik der oft bemängelten unternehmerischen Orientierung der Wissenschaftler. Eine stärkere unternehmerische Orientierung kann allerdings ein Vernachlässigen der Wissensgenerierung zur Folge haben. Wie wir eingangs diskutiert haben, stellt das Spannungsfeld zwischen Wissensgenerierung und Wissensverwertung heutzutage sowohl eine der größten Herausforderungen der Hochschullandschaft dar.

Eine weitere mögliche Barriere für den Wissens- und Technologietransfer besteht darin, dass sich die Marktchancen einer neuen Technologie häufig nur schwer abschätzen lassen. Diese Tatsache wird von den HI jedoch allenfalls als mittelgroßes Hindernis gesehen. Lediglich 7% der HI halten es für ein sehr großes Problem, und 33% für ein großes Problem. Ein ähnliches Gewicht als Transferbarriere kommt im Übrigen den bürokratischen Hürden zu.

Die grundsätzliche Kooperationsbereitschaft der Wissenschaftler hingegen wird von den HI insgesamt sehr positiv dargestellt. So halten es 33% für völlig unproblematisch, sich Zugang zu verwertbarem Wissen der Wissenschaftler zu verschaffen. Zu hohe finanzielle Erwartungen der Wissenschaftler werden von keinem HI als sehr großes Problem angesehen, und lediglich 13% der HI schätzen sie als großes Problem ein. Ähnlich verhält es sich mit der Einschätzung der allgemeinen Vorbehalte auf Seiten der Wissenschaftler. Diese werden wiederum von keinem HI als sehr großes Hindernis eingestuft und nur von 13% als großes Hindernis.

Tabelle 9.11  
**Transferbarrieren, die aus Sicht der WI ein Problem darstellen**  
 Angaben in %

Transferbarrieren	sehr großes Problem	großes Problem
Mangelnder Zugang zu verwertbarem Wissen der Wissenschaftler	6	39
Anreize für Wissenschaftler zur Zusammenarbeit mit Intermediären zu gering	17	33
Bürokratische Hürden	11	39
Zu geringer Ressourceneinsatz für den Technologietransfer von Seiten der Hochschulen und Institute	6	39
Zu hohe finanzielle Erwartungen von Wissenschaftlern	11	28
Vorbehalte auf Seiten der Wissenschaftler	6	44
Abschätzung der Marktchancen von Forschungsergebnissen ist schwierig	17	39

Befragung „Intermediäre NRW“ 2007, eigene Berechnung, Mehrfachnennungen waren möglich.

Ganz anders erscheinen die Barrieren des Wissens- und Technologietransfers, wenn sie von den WI dargestellt werden. Für sie besteht das größte Problem, ganz anders als für die HI, im Abschätzen potenzieller Marktchancen neuer Technologien. Dieses wird von allen Befragten als problematisch angesehen, von 56% sogar als großes bis sehr großes Problem. Es zeigt sich also, dass solche Probleme wirtschaftlicher Natur von den HI, die ja wissenschaftsnah orientiert sind, oftmals nur unzureichend wahrgenommen werden.

Der Ressourceneinsatz der Hochschulen und Institute für den Transfer wird von den WI naturgemäß als weniger problematisch empfunden als von den HI, da sie von einem mangelnden Einsatz nicht direkt betroffen sind. Folglich sehen nur 6% der WI hierin ein sehr großes Problem, während 11% überhaupt kein Problem wahrnehmen. Eine große Übereinstimmung in der Wahrnehmung von HI und WI gibt es hinsichtlich der bürokratischen Hürden. Diese werden wiederum von 50% der Befragten als großes bis sehr großes Hindernis empfunden.

Weiterhin sind die WI ähnlich wie die HI der Meinung, dass es für die Wissenschaftler an Anreizen zur Kooperation mit den Intermediären mangelt. Die Hälfte aller Befragten erkennt darin ein großes bis sehr großes Problem. Anders als in der Wahrnehmung der HI resultiert daraus aus Sicht der WI jedoch allgemein eine relativ geringe Transferbereitschaft der Wissenschaftler. So sehen es 45% von ihnen als große bis sehr große Schwierigkeit an, Zugang zu verwertbarem Wissen der Wissenschaftler zu erhalten; nur 17% empfinden dies als unproblematisch. Dies könnte damit zu erklären sein, dass die HI als der Hochschule direkt angegliederte Institutionen generell einen engeren Kontakt zu den Wissenschaftlern haben und somit über bessere Informationen über und Zugriffsmöglichkeiten auf deren Forschungsergebnisse verfügen. Des Weiteren haben aus der Perspektive der WI viele Wissenschaftler bei Kooperationen zu hohe finanzielle Erwartungen. Dies wird von 11% der Befragten als sehr großes Hindernis angesehen und von weiteren 28% als großes Hindernis. Ähnlich verhält es sich mit der Wahrnehmung allgemeiner Vorbehalte der Wissenschaftler. 50% der WI sind der Ansicht, dass hierin eine große bis sehr große Barriere für den Transfer bestehe.

Insgesamt zeigt sich bei der Betrachtung der Barrieren, dass noch erhebliche Anstrengungen vonnöten sind, um einen reibungsloseren Wissens- und Technologietransfer zu ermöglichen. Alle Intermediäre sind sich darüber einig, dass bürokratische Hürden den Transfer erheblich behindern; folglich sollten vermehrt Anstrengungen unternommen werden, diese abzubauen. Des Weiteren wird von den Intermediären einheitlich kritisiert, dass die Anreize für Wissenschaftler, mit den Intermediären zusammenzuarbeiten, nicht ausreichen. Intermediäre können ihrer Funktion als Informationsbroker jedoch nur dann gerecht werden, wenn sie auch tatsächlich die nötigen Inputs in Form von Informationen über aktuelle Forschungsvorhaben und -ergebnisse von den Wissenschaftlern erhalten. Deshalb wäre eine Erhöhung dieser Anreize dringend notwendig; auf diesem Wege könnte auch die Auslastung der personellen Ressourcen der Intermediäre verringert werden, da sie die Forschungsprojekte nicht selbst recherchieren müssten. Die Neufassung des Gesetzes über Arbeitnehmererfindungen räumt den Hochschulen einen gewissen Spielraum ein, über die Regelungen zur Patentie-

rung die Anreize für Wissenschaftler selbst zu gestalten; dieser Spielraum sollte auch ausgenutzt werden. Daraus erwächst die interessante Fragestellung, welche Patentierungs- und Lizenzierungsstrategie dabei im Einzelnen gewählt werden sollte, dies soll jedoch an dieser Stelle nicht weiter diskutiert werden (vgl. dazu etwa Debackere und Veugelers 2005).

Bei allen anderen identifizierten Hindernissen ist eine gewisse Vorsicht angebracht, wenn es um Handlungsempfehlungen geht. Hier zeigt sich nämlich sehr deutlich, wie stark die Wahrnehmungen und auch die Interessen der verschiedenen Intermediäre voneinander abweichen können. Es wäre folglich zunächst zu prüfen, ob ein empfundenes Problem in der Realität wirklich so schwer wiegt, wie es von einigen Intermediären dargestellt wird. Es erscheint durchaus als plausibel, dass bei den HI durch höhere Aufwendungen für den Transfer von Seiten der Hochschulen Verbesserungen erzielt werden könnten, andererseits wird das tatsächliche Ausmaß dieses Problems von ihnen tendenziell überzeichnet werden. Andere Probleme hingegen könnten gegebenenfalls nur unzureichend wahrgenommen werden. Dies scheint beispielsweise bei den HI beim Abschätzen von Marktchancen der Fall zu sein. Darüber hinaus besteht das Problem, dass einige Hindernisse kaum zu beseitigen sein dürften. Während persönliche Vorbehalte einzelner Akteure gegenüber dem Wissens- und Technologietransfer durch entsprechende Anstrengungen der Intermediäre zumindest langfristig vermindert werden könnten, wird die Markteinführung von Produkten, die auf neuen Technologien basieren, immer mit einem Risiko behaftet sein.

Die Analyse der Hindernisse hat jedoch auch noch ein weiteres erhebliches Problem offensichtlich gemacht: die Wahrnehmungen der einzelnen Akteure weichen in manchen Bereichen sehr stark voneinander ab, was sich an der unterschiedlichen Einschätzung der verschiedenen Hindernisse ablesen lässt. Somit finden sich hier empirische Belege für das Vorhandensein „kultureller Differenzen“ zwischen den verschiedenen Akteuren, die am Wissens- und Technologietransfer beteiligt sind. Die Tatsache, dass es sich bei Wissenschaft und Wirtschaft um zwei eigenständige und voneinander in weiten Teilen unabhängige Systeme mit jeweils eigenen Normen, Regeln und Systemlogiken handelt, schlägt sich auch in einer unterschiedlichen Wahrnehmung des Transfers nieder. Dies ist deshalb problematisch, da es zu mangelndem Verständnis für die andere Seite und zu unterschiedlichen Erwartungen, Interessen und Zielen beim Transfer führen kann. Andere empirische Studien kamen zu ähnlichen Ergebnissen, so wurden etwa bei einer Untersuchung von hochschuleigenen Technologietransferstellen in den USA unterschiedliche Normen, Werte und Standards der Akteure von allen Befragten als wichtige Barriere identifiziert (vgl. Waldman, Siegel & Link 2003).

### 9.5 Nachfragebedürfnisse seitens der Wissensträger

Nachdem die Angebote der Intermediäre dargestellt worden sind, bleibt nun noch zu fragen, ob diese der tatsächlichen Nachfrage der Wissensträger, also der Wissenschaftler, aber auch der Unternehmen entsprechen. Zu diesem Zweck wird auf Ergebnisse aus der vom RWI durchgeführten Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen zurückgegriffen. Die Forschungseinrichtungen wurden befragt, ob und wie sie Forschungsergebnisse vermarkten, welche Probleme dabei auftreten und welche internen und externen Partner bei der Vermarktung hinzugezogen werden.

Tabelle 9.12

#### Hemmnisfaktoren für die Durchführung von Forschungsprojekten

(1 = sehr wichtig, 2 = wichtig, 3 = weniger wichtig, 4 = unwichtig, 5 = trifft nicht zu)

	außeruniversitäre Forschungs- einrichtungen	Hochschulen
Lehrbelastung	3,3	2,3
Belastung durch administrative Selbstverwaltung/Gremienarbeit	2,6	1,8
Fehlende finanzielle Mittel	2,1	2,3
Mangel an Fachpersonal	2,2	2,6
Genehmigungsverfahren	3,2	3,1
Fehlende Unterstützung bei der Verwaltung von Projekten	2,7	3,1
Fehlende Unterstützung bei der Verwertung von Forschungsergebnissen	3,2	3,1
Fehlen geeigneter Kooperationspartner	3,1	3,6
Zugang zu Drittmitteln	2,9	3,6

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Zahl der Beobachtungen mit gültigen Angaben: 208 bis 216, Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006).

Etwa 32 % der Forschungseinrichtungen gaben an, dass ihre Einrichtung im Zeitraum 2004 bis 2006 aktiv Forschungsergebnisse in die Wirtschaft vermarktet hat (vgl. **Tabelle 9.12**). Unter Berücksichtigung der Größe der Einrichtungen fällt der Anteil etwas größer aus. Etwa die Hälfte aller wissenschaftlichen Mitarbeiter in Hochschulen arbeitet in Einrichtungen, welche aktiv Forschungsergebnisse vermarkten. Bei außeruniversitären Einrichtungen trifft dies auf deutlich mehr, nämlich auf drei Viertel aller Wissenschaftler zu. Die Gründe für den Unterschied können vielfältig sein. Einerseits weisen die befragten außeruniversitären Forschungseinrichtungen im Schnitt eine höhere Anwendungsorientierung auf, die für eine höhere Passgenauigkeit der Ergebnisse zu den Bedürfnissen der Wirtschaft sprechen. Andererseits könnte sich im Unterschied aber auch eine unterschiedliche Prioritätensetzung widerspiegeln. Da die Vermarktung kont-

rär zur wissenschaftlichen Arbeit steht, können gerade hier Wissensintermediäre dazu beitragen, die Wissenschaftler in der aktiven Vermarktung zu unterstützen bzw. zu entlasten.

Aus den Motiven der Wissenschaftler zur Durchführung von Forschungsprojekten lassen sich Rückschlüsse für die Aufgaben der Intermediäre ziehen (vgl. **Tabelle 9.13**). Es zeigt sich deutlich, dass vergangene gute Erfahrungen mit Kooperationen für die Wissenschaftler der wichtigste Grund sind, weitere Projekte durchzuführen. Hier entstehen sog. Pfadabhängigkeiten. Für die Intermediäre heißt das, dass sie ein besonderes Gewicht der Aufgabe beimessen sollten, einen Erstkontakt zwischen Forschern und Unternehmen herzustellen bzw. diejenigen zu motivieren, die bisher noch keine Kooperationen durchgeführt haben. Des Weiteren führen Forscher offensichtlich Projekte durch, um Zugang zu Drittmitteln zu erhalten. Auch hier können Intermediäre ansetzen, indem sie die Forscher bei der Beantragung von Forschungsgeldern unterstützen. Diese werden teilweise bevorzugt an Projekte vergeben, an denen Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft gemeinsam beteiligt sind. Mangelnde technische Infrastruktur stellt für die Forscher kein Problem dar. Dennoch könnte dies für viele KMU ein relevantes Problem sein, weshalb die Intermediäre auch weiterhin Infrastruktur vermitteln sollte, auch wenn es nicht zu ihren Hauptaufgaben gehören wird.

Tabelle 9.13

**Motive für die Durchführung von Forschungsprojekten**

(1 = sehr wichtig, 2 = wichtig, 3 = weniger wichtig, 4 = unwichtig, 5 = trifft nicht zu)

	außeruniversitäre Forschungs- einrichtungen	Hochschulen
Gute Erfahrung mit Kooperationen	1,4	1,5
Rückvernetzung mit ehem. Mitarbeitern	2,3	2,6
Partizipation am originären Wissen des Kooperationspartners	2,2	2,2
Zugang zu neuen Technologien	2,3	2,3
Zugang zu technischer Infrastruktur (z.B. Labors)	2,7	2,6
Zugang zu Finanzmitteln des Kooperationspartners	2,3	2,8
Zugang zu Drittmitteln	1,9	1,7

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen, Zahl der Beobachtungen mit gültigen Angaben: 204-215, Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006).

Tabelle 9.14

**Verantwortung für Vermarktung der Forschungsergebnisse in die Wirtschaft**

Anteile in %

	außeruniversitäre Forschungseinrichtungen	Hochschulen
Eigener Mitarbeiter	31,1	10,2
Zuständige Forscher	41,3	51,4
Geschäftsführer	22,7	21,5
Andere Einrichtung	64,7	51,5

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Zahl der Beobachtungen mit Bejahung der Frage nach der aktiven Vermarktung der Forschungsergebnisse: 71, Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006), Mehrfachnennungen möglich.

Gefragt nach der Verantwortung für die Vermarktung geben Hochschulen etwas häufiger an, dass diese durch den zuständigen Forscher erfolgt (vgl. **Tabelle 9.14**). Auffällig ist auch, dass diese Aufgabe weniger häufig auf andere Einrichtungen übertragen wird. Der Unterschied kann entweder aus der Spezifität der wissenschaftlichen Erkenntnisse resultieren und deshalb ein persönliches Engagement erfordern oder aber es bestehen zu wenig Möglichkeiten der *in-house* Unterstützung.

Von den 219 Einrichtungen des Hochschulsektors gaben 121 Einrichtungen an, Möglichkeiten der internen oder externen Beratung zu nutzen. Der Stellenwert der internen Beratung, worunter auch die Aktivitäten der Transferstellen der eigenen Einrichtung fallen, ist dabei mit Abstand am größten (vgl. **Tabelle 9.15**).

Tabelle 9.15

**Inanspruchnahme von Service-Diensten durch Hochschulen**

Anteile in %

Unterstützung bei ...	Interne Beratung (z.B. Transferstellen)	Technologie- und Gründerzentren	IHK/HWK/RKW	Forschungsvereinigung der AiF	Sonstiges
Innovationstransfer in die Industrie	37,9	6,8	9,5	20,7	2,4
Einwerbung von Forschungsförderung	34,2	1,8	2,6	22,5	5,2
Existenzgründung	24,4	10,3	11,2	1,3	1,8
Patentierung	52,5	1,1	1,1	0,0	18,0
Sonstiges	4,3	0,0	2,4	0,3	0,2

RWI-Befragung „Forschungseinrichtungen NRW“ 2007, eigene Berechnungen. – Zahl der Beobachtungen mit Bejahung der Frage nach Inanspruchnahme von Service Diensten: 121, Angaben gewichtet mit der durchschnittlichen Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2004 bis 2006), Mehrfachnennungen möglich.

Bei Fragestellungen zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft und zum Fundraising genießt die Beratung seitens der Forschungsvereinigungen der Arbeitsgemeinschaft industrieller Gemeinschaftsforschung (AiF) ein bedeutendes Gewicht. Dies resultiert aus dem Umstand, dass Projekte mit der AiF per Definition einen Transfer der Ergebnisse in die Wirtschaft voraussetzen. 42 Hochschuleinrichtungen gaben an, Forschungsprojekte im Rahmen der industriellen Gemeinschaftsforschung durchzuführen. Von ihnen macht etwa ein Viertel Gebrauch von den Unterstützungsdiensten der AiF. Die Befunde verdeutlichen, dass die Selbstverwaltungsorganisationen der Wirtschaft nur ein aber keineswegs der einzige, geschweige denn der wichtigste externe Intermediär in Bezug auf den Innovationstransfer in die Wirtschaft sind. Für die Transferstellen an den Hochschulen heißt das, dass Kontakte zu den Forschungsvereinigungen ebenso hilfreich sein können, um Wissenschaftler für Projekte mit der Wirtschaft zu gewinnen.

Bei Fragen zur Patentierung von Erfindungen werden häufig sonstige Service-Dienste in Anspruch genommen. In der Mehrzahl der Fällen wurde hier die PROvendis erwähnt. Die Erfahrungen der PROvendis sprechen ihrerseits dafür, dass Kompetenzen aufgebaut werden, die auch für Intermediäre der Wirtschaft von Interesse sein können. Dies deckt sich mit den Befunden der Befragung der Intermediäre, bei der die wirtschaftsnahen Intermediäre der Patentberatung und -anmeldung nur einen geringen Stellenwert beimessen. Es scheint für sie günstiger zu sein, in Patentierungsfragen mit anderen Einrichtungen wie der PROvendis zusammen zuarbeiten, als sich das nötige Know-how selbst anzueignen.



Auch die internen Transferstellen werden zur Patentierung häufig zur Unterstützung hinzugezogen, was sich mit deren Einschätzung der Patentanmeldung als wichtiges Geschäftsfeld deckt. Anders hingegen verhält es sich bei der Gründungsberatung. Obwohl diese sowohl von hochschulinternen Transferstellen als auch von den Intermediären der Wirtschaft als wichtig angesehen wird, wird sie von den Wissenschaftlern nur in geringem Umfang auch in Anspruch genommen. Hier sollten die Intermediäre also eine andere Schwerpunktsetzung ihrer Arbeit in Erwägung ziehen. Als mögliches alternatives Geschäftsfeld, das von ihnen bisher als wenig bedeutsam erachtet wird, lässt sich anhand der Nachfrage der Wissenschaftler die Unterstützung bei der Einwerbung von Forschungsförderung identifizieren. Ihre Funktion als Kontaktvermittler hingegen sollten sie weiterhin erfüllen, da sich die Forscher von ihnen Unterstützung beim Technologietransfer in die Industrie wünschen. Allerdings verdeutlichen die Ergebnisse auch, dass ein großer Teil des Transfers bereits ohne die Einschaltung von Intermediären funktioniert.

#### **9.6 Regionale Aspekte**

In diesem Abschnitt sollen die Ergebnisse der Befragung noch einmal auf spezielle regionale Unterschiede hin betrachtet werden. Diese Betrachtung beschränkt sich hauptsächlich auf die Bewertung der Technologiefelder, Patentierung, die Zusammenarbeit mit anderen Intermediären und Unternehmen und auf die möglichen Transferbarrieren.

Aufgrund der starken Unterschiede in der regionalen Verteilung der Antworten werden die im Fragebogen vorgegebenen fünf verschiedenen Regionen in drei Regionen neu eingeteilt. Dies hat den Grund, dass auf die Regionen Münsterland, Bergisches Land/Siegerland und Ostwestfalen/Sauerland zusammen gerade einmal zwölf Antworten entfallen sind. Sie bilden daher zu Auswertungszwecken das Übrige NRW. Das Ruhrgebiet und das Rheinland sind hier wesentlich stärker vertreten, sodass die folgenden Kategorien für die Analyse übernommen werden können (vgl. **Tabelle 9.16**).

Tabelle 9.16

**Anteil der Antworten geordnet nach Regionen**

Absolute Anzahl

Region	Antworten
Ruhrgebiet	10
Rheinland	13
Ostwestfalen/Sauerland	5
Münsterland	3
Bergisches Land/Siegerland	4

Befragung „Intermediäre NRW“ 2007, eigene Berechnung.

Den Anfang machen die Technologiefelder, welche schon zuvor im Abschnitt 9.2.2 dargestellt wurden. Hierbei lassen sich in der regionalen Betrachtung wenige, dafür aber markante Unterschiede ausmachen (vgl. **Tabelle 9.17**).

Tabelle 9.17

**Bewertung der Technologiefelder, in Regionen unterteilt**

(Skala von 1 bis 10, mit 1 = unwichtig bis 10 = sehr wichtig)

Technologiefelder	Ruhrgebiet	Rheinland	Übriges NRW
Biotechnologie	4,00	4,62	3,36
Nano-, Mikrotechnologie/Neue Werkstoffe	7,00	6,23	6,82
Medizintechnik	5,20	5,27	4,45
Produktionstechnik	7,10	6,42	8,36
Energieforschung	5,60	5,83	6,27
I+K Technologie	7,70	6,75	7,73
Umwelttechnologie	5,80	5,92	7,45

Befragung „Intermediäre NRW“ 2007, eigene Berechnung.

Interessant sind hier die Abweichungen um mehr als einen Bewertungspunkt. Biotechnologie – auch wenn insgesamt eher auf einem niedrigen Niveau – wird im Rheinland eher als wichtig erachtet, als es zum Beispiel im übrigen NRW der Fall ist. Im übrigen NRW wird die Produktionstechnik als mit Abstand wichtigstes Feld empfunden. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen der Frage nach den Branchen der Partnerunternehmen der Intermediäre. Die Metallindustrie (Erzeugung, Bearbeitung, Verarbeitung), die Holzindustrie und der Maschinenbau zählten hier zu den häufigsten Nennungen. Ebenso gehen die Befunde der Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen sowie die Auswertung der Beschäftigungsdaten in dieselbe Richtung.

Große Unterschiede bestehen auch im Bereich der Umwelttechnologie, worauf die Intermediäre des Ruhrgebiets und des Rheinlands eher weniger starken Fokus zu legen scheinen. Eine weitere Erkenntnis ist, dass das Rheinland nicht nur I+K-Technologie als wichtigstes Feld angibt, sondern,

dass die I+K-Technologie als Branche der Partnerunternehmen am häufigsten genannt wird.

Der nächste Punkt ist die Zusammenarbeit mit anderen Intermediären. Hierbei wurde einerseits gefragt, welche einzelnen anderen Intermediäre und Forschungs- bzw. Fördereinrichtungen namentlich als die wichtigsten erachtet wurden. Andererseits wurden die Intermediäre gebeten, die Kooperationen mit anderen möglichen Intermediärspartnern genauer zu beschreiben. Als zwei wichtige Erkenntnisse lassen sich festhalten. Erstens, wenn Kooperationen stattfinden, dann meist mit Intermediärspartnern in der unmittelbaren bis näheren Umgebung. Zwar lassen sich auch interregionale Kooperationen beobachten, jedoch sind diese in der Minderheit. Als Beispiel sei hier die Region Ruhrgebiet aufgeführt. Während bei der Kooperation mit anderen HI neben der Ruhr-Universität Bochum oder der Universität Dortmund noch interregionale Verknüpfungen auszumachen sind, z.B. mit der RWTH Aachen, sind Fördereinrichtungen, mit denen zusammengearbeitet wird, vermehrt in naher Umgebung zu finden, genauso wie die Partner aus IHK und HWK. Die Wahl der Partner von IHK, HWK und den Fördereinrichtungen aus der unmittelbaren Nähe ist relativ einfach nachzuvollziehen. Bei der Zusammenarbeit der Intermediäre mit den Universitäten wäre eventuell mehr Kooperation wünschenswert.

Die zweite wichtige Erkenntnis ist, dass die Regionen sich nur in drei der neun Aufgabenbereiche (dargestellt in *Tabelle 9.2*) wesentlich voneinander unterscheiden. Im Punkt Gründungsberatung setzt das Rheinland viel mehr auf die Kooperation aller möglichen Intermediärspartner, also HI, WI, Technologiezentren und außeruniversitärer Forschungseinrichtungen, als die anderen Regionen. Die meiste Zusammenarbeit der Intermediäre erfolgt hier mit den HWK – 85% aller befragten Intermediäre aus dem Rheinland bejahten eine solche Zusammenarbeit. Bei der Lizenzierung zeigt sich deutlich, dass das übrige NRW deutlich mehr auf die Zusammenarbeit zwischen Transferstellen der Universitäten und Fachhochschulen setzt als das Rheinland und das Ruhrgebiet. Wenn es um die Vermittlung von Kontakten geht, zeigt sich im Rheinland eine insgesamt immer noch hohe, aber im Vergleich zu den übrigen Regionen eher niedrige Kooperationsbereitschaft. Hier zeigt sich auch, dass das Ruhrgebiet den Fokus am stärksten auf die Technologiezentren legt (80% aller Befragten bejahten dies), während das Rheinland sowie auch das übrige NRW eher auf die HI setzt, 69% im Rheinland bzw. 83% im übrigen NRW.

Der letzte regionale Vergleich befasst sich mit den Barrieren des Technologie- und Wissenstransfers. Die *Tabelle 9.18* zeigt ausgewählte, mögliche Barrieren und ihre Bewertung durch die Intermediäre der verschiedenen Regionen. Im Ruhrgebiet werden die zu geringen Anreize für Wissenschaft-

ler zur Zusammenarbeit als größtes Problem bewertet, während im Übrigen NRW der zu geringe Ressourceneinsatz seitens der Hochschulen bemängelt wird. Im Rheinland werden beide Barrieren als gleichwertige, größte Probleme betrachtet. Markant ist auch, dass bürokratische Hürden im Ruhrgebiet von keinem Intermediär als sehr großes Problem beurteilt wurde. Im Rheinland gaben dies immerhin 2 der 13 Einrichtungen an. Sieben weitere gaben an, dass dies ein großes Problem sei (*Angabe nicht tabelliert*). Dies kann bedeuten, dass die Kommunikation zwischen den öffentlichen Einrichtungen und Behörden auf der einen Seite und den Intermediären auf der anderen Seite im Ruhrgebiet besser funktioniert als in den übrigen Regionen.

Dafür sind die Vorbehalte auf Seiten der Wissenschaftler im Ruhrgebiet wesentlich ausgeprägter, als es in den anderen beiden Vergleichsregionen der Fall zu sein scheint. Im Rheinland hält jeder dritte Intermediär die zu hohen finanziellen Erwartungen der Wissenschaftler für ein großes Problem, was in den anderen beiden Regionen eher weniger der Fall ist. Dies kann auch daran liegen, dass aus dem Rheinland die meisten Antworten der WI – was fast die Hälfte aller antwortenden WI in der Befragung ausmacht – kommen und somit von Seiten der Wirtschaft eher Bedenken ob der eher überzogenen Vorstellungen der Wissenschaftler bestehen.

Tabelle 9.18

**Transferbarrieren, die als sehr großes Problem erachtet werden**

Angaben in %

Transferbarriere	Ruhrgebiet	Rheinland	Übriges NRW
Mangelnder Zugang zu verwertbarem Wissen der Wissenschaftler	0	8	0
Anreize für Wissenschaftler zur Zusammenarbeit mit Intermediären zu gering	38	23	8
Bürokratische Hürden	0	15	8
Zu geringer Ressourceneinsatz für den Technologietransfer von Seiten der Hochschulen und Institute	13	23	33
Zu hohe finanzielle Erwartungen von Wissenschaftlern	0	15	0
Vorbehalte auf Seiten der Wissenschaftler	13	0	0
Abschätzung der Marktchancen von Forschungsergebnissen ist schwierig	13	8	17

Befragung „Intermediäre NRW“ 2007, eigene Berechnung.

**9.7 Fazit**

Welche zentralen Ergebnisse können zum Abschluss der empirischen Analyse festgehalten werden und welche Handlungsempfehlungen lassen sich

ableiten? Ausgangspunkt der Betrachtung ist, dass mit der Existenz von Intermediären der Wissenschaft und Wirtschaft die Potenziale des Wissens- und Technologietransfers stärker erschlossen werden können. Hierbei kann die Zusammenarbeit beider Intermediäre einen wichtigen Beitrag leisten. Ziel der Analyse war die Bestandsaufnahme solcher gemeinsamer Aktivitäten.

Eine Zusammenarbeit setzt allerdings einige grundlegende Übereinstimmungen in den Profilen der Intermediäre voraus. Dies betrifft in erster Linie Einvernehmen im Grundverständnis der intermediären Tätigkeit. Hierzu zeigt sich, dass eine große Übereinstimmung zwischen dem, was die ökonomische Theorie über Intermediäre besagt, und den in den Befragungen genannten Aufgabenbereichen der Intermediäre zu beobachten ist. Gleichwohl ist ein gewisses Maß an Spezialisierung zu beobachten, der sich schon allein aus dem unterschiedlichen institutionellen Kontext heraus ergibt.

Eine der zentralen Aufgaben der Transferstellen der Wissenschaft ist die Verwertung von wissenschaftlichen Erkenntnissen. Sie sind damit originärer Bestandteil des Forschungsprozesses an den Hochschulen (geworden). Ihnen stehen mit den Transferstellen der Wirtschaft allerdings ungleiche Partner gegenüber, denn diese müssen sich grundsätzlich nicht um die Verwertung von Erkenntnissen der unternehmerischen Forschungstätigkeit kümmern. So zeigte sich dann auch, dass die Transferstellen der Hochschulen besondere Kompetenzen in den Bereichen Patentierung und Lizenzierung aufweisen. Hierfür sprechen auch die Antworten der Nachfrager, die an der RWI-Befragung „Öffentliche Forschungseinrichtungen NRW“ teilnahmen. Den Angaben der Transferstellen der Wirtschaft zur Folge wird hiervon noch wenig Gebrauch gemacht. Wir empfehlen daher die Prüfung einer verstärkten Zusammenarbeit auf diesem Gebiet, von der Akteure aus der Wissenschaft und Wirtschaft gleichermaßen profitieren könnten. Eine stärkere Zusammenarbeit sollte allerdings nur dann erwogen werden, wenn dem Aufwand ein angemessener Gegenwert z.B. in Form der Erschließung potenzieller Ansprechpartner auf der jeweils anderen Seite nebst dem Zugang zu Netzwerken relevanter Akteure gegenübersteht.

Überhaupt festigt die Gesamtschau der Befunde den Eindruck, dass beide Intermediärsgruppen sich weniger als Konkurrenten, sondern als Partner mit komplementären Kompetenzen verstehen sollten. Beide Intermediärsgruppen fungieren als Informationsportale für Wissenschaft und Wirtschaft. Wenn also z.B. ein mittelständisches Unternehmen am Technologietransfer teilnehmen möchte, kann dieses entweder die Anfrage an verschiedene Transferstellen der Hochschule richten oder aber die Transferstelle der Wirtschaft um Weiterleitung an die entsprechende Stelle bitten.

Eine kontinuierliche Aufgabe der Intermediäre besteht darin, die Eignung und Effizienz ihrer Angebotsstrukturen zu hinterfragen. Die Weiterentwicklung der Intermediärsfunktion muss dabei nicht nur in einem Ausbau der Strukturen münden, sondern kann genauso gut deren Abbau oder Schwerpunktverlagerung bedeuten. Die Intermediäre sollten in Erwägung ziehen, ihr Angebot um neuartige Leistungen wie Hilfestellung bei der Einwerbung von Forschungsförderung zu erweitern, welche von Akteuren aus Wissenschaft und Wirtschaft gewünscht werden.

Je nach regionalem Kontext und damit Präsenz, Aktionsradius und Fähigkeiten verschiedener Intermediäre kann die Arbeitsteilung zwischen den Intermediären sehr unterschiedlich verlaufen. In einigen Regionen kann sich eine stärkere Arbeitsteilung der Intermediäre als günstig erweisen, in anderen hingegen nicht. Da die Gründungsberatung ein großes wirtschaftliches Know-how verlangt, sind in diesem Punkt die Gründungsberater der Kammern gefordert, ihr Wissen in die Gründungsberatung der Wissenschaftler einzubringen. Von Seiten der Transferstellen der Hochschulen wurde ein klares Bekenntnis zur Inanspruchnahme der Kompetenzen in der Gründungsberatung der Kammern abgegeben.

Ein Beispiel, wie auch die Politik zusammen mit allen anderen beteiligten Akteuren den Wissens- und Technologietransfer intensivieren und effektiver machen kann, zeigt die Stadt Dortmund. Dort haben die Stadt, Förderinstitutionen, die Wirtschaft und Hochschulen ein gemeinsames Transferkonzept mit Richtlinien ausgearbeitet. Solche Richtlinien können natürlich schon existieren, jedoch waren weitere zum Zeitpunkt der Befragung nicht bekannt. Ein Richtlinien-Katalog bzw. ein Ratgeber in dieser Form wäre außerdem eine Informationsquelle für potentielle Teilnehmer.

Eine starke Vernetzung der Intermediäre innerhalb der eigenen Gruppe wird aber ebenso geraten, insbesondere auch um Ineffizienzen eigener Abläufe zu erkennen und abzubauen. Die Befragungsergebnisse deuten darauf hin, dass diese Art der Vernetzung ernst genommen und praktiziert wird. Abzuwarten bleibt aber auch hier, ob sich positive Effekte innerhalb der einzelnen Organisationen und im Hinblick auf die Nachfrager ergeben.

Jedoch nutzt die beste institutionelle Struktur und das dichteste und bestentwickelte Netzwerk nichts, wenn die Anreize für die Wissenschaftler zur Zusammenarbeit zu gering sind und die Wissensträger von sich aus wenig geneigt sind, auf Akteure aus dem „anderen“ Lager zuzugehen. Nicht zuletzt ist die Einstellung der Wissensträger die Achillesferse, um eine höhere Ausschöpfung der Potenziale des Technologie- und Wissenstransfers zu erreichen. Einstellungen können nur schwer mithilfe der Transferstellen verändert werden. Allerdings gibt es auch hier keine gesicherten Befunde über die Höhe ungenutzter Potenziale aufgrund vermuteter Reserven in der

Bereitschaft zum Transfer. Hochschulspezifische Lösungen in Form einer eigenständigen Patent- und Lizenzierungsstrategie können den Nährboden für eine Sensibilisierung und möglicherweise stärkere Nutzung der Potenziale bilden. Diese sollte auch aktiv genutzt werden.

Die vorgelegte Analyse hat natürlich ihre Grenzen. Um die Rolle der Intermediäre umfassend zu würdigen, bedarf es vor allem eine Beurteilung aus Sicht der Nachfrager. Die vom RWI durchgeführte Befragung erlaubt hier allenfalls erste Einblicke. Im Hinblick auf die Kontakthanbahnung von Wissenschaftlern zur Wirtschaft liegt derzeit nur wenig Wissen vor, ob die Aktivitäten der Intermediäre einen bedeutenden Beitrag hierzu leisten können. So funktioniert ein erheblicher Teil des Wissens- und Technologietransfers auch ohne Hilfe der Intermediäre. Dennoch liegt es auf der Hand, dass Intermediäre das Potenzial haben, Transferbarrieren abzubauen können. Aufgabe der Wissenschaft ist es, den zusätzlichen Beitrag in das Blickfeld der Betrachtung zu nehmen und sich diesem empirisch mittels moderner Evaluationsmethoden zu nähern.

## **10. Wissenstransfer: Best Practice-Erfahrungen in NRW im internationalen Vergleich**

### **10.1 Einleitung**

Neben der Verfügbarkeit innovativen Wissens zählt die Übertragung von Wissen zu den entscheidenden Voraussetzungen für die Entstehung und Kommerzialisierung von Innovationen. Zahlreiche wissenschaftliche Studien haben darauf hingewiesen, dass Ballungsräume nicht per se Innovationsräume sein müssen, sondern dass sowohl entsprechende verwertbare Fähigkeiten und Erkenntnisse in Form von Publikationen, Patenten oder Humankapital erforderlich sind als auch ihre Vernetzung zwischen unterschiedlichen Wissensträgern (Polt et al., 2001; Acs, 2002; Cooke et al., 2006). Traditionell wurde dieser Wissenstransfer in Form von Kooperationen zwischen Hochschulen und anderen Produzenten von Grundlagenkenntnissen und den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen von Unternehmen vorgenommen.

Als „neue Formen“ der Wissensproduktionen werden die Einbindung hybrider Organisationsformen an der Schnittstelle zwischen Grundlagenforschung und Anwendung wie forschungsintensive „spin-off-Unternehmen“ aus Forschungseinrichtungen, Großunternehmen und Hochschulen, das Hinzutreten von öffentlichen oder privaten Intermediären zwischen Forschung und unternehmensinterner Vermarktung und die zunehmende Verwendung interdisziplinärer und wissenschaftsorientierter Erkenntnisse betont (Zucker et al., 2002). Der Transfer von Wissen werde daher zum einen komplexer, da die Unterschiedlichkeit des erforderlichen Wissens zunähme, und zum anderen vielfältiger, da mehr und unterschiedlichere Akteure und Organisationsformen einbezogen würden. Diese Veränderungen werden vor allem bei neuartigen, sogenannten integrierten Technologien wie der Biomedizin und der Nano-Produktionstechnik beobachtet, da bei diesen Technologien bestehende Muster der Innovationsentstehung und Vermarktung aus einem traditionellen Sektor (Medizintechnik, Produktionstechnik) mit den Erfordernissen neuerer wissenschaftlicher und technischer Disziplinen verknüpft werden müssen (Liyana et al., 2007).

Die Bedeutung des Wissenstransfers wird allgemein anerkannt. Schwieriger wird es, Aussagen darüber zu treffen, wie ein solcher Wissenstransfer organisiert sein muss, um erfolgreich zu sein. Bei den Ansätzen zur Evaluierung zeigen sich unterschiedliche Schwerpunkte. Einige Studien verfolgen eher quantitative Ansätze, indem zum einen verfügbare Infrastrukturen und Organisationsträger und zum anderen mögliche Partner und deren Interak-



tionsintensität erfasst werden. Damit wird ein Potenzial des möglichen transferierbaren Wissens und der verfügbaren Transferwege abgebildet, das dann in einem nächsten Schritt im Hinblick auf die tatsächliche Nutzung zu prüfen ist (Göktepe; Etkowitz, 2005; Howard, 2005). Qualitativ ausgerichtete Studien setzen sich vor allem mit den Anreizmustern und möglichen Barrieren auseinander, mit denen eine Nutzung verfügbarer Transferkanäle verbunden ist (Siegel et al., 2003; Debackere; Veugelers, 2005). Beide Untersuchungsformen setzen daher an unterschiedlichen Herausforderungen des Wissenstransfers an:

- an der Schaffung einer Kommunikationsbasis zum Austausch von Kenntnissen, in diesem Fall zur produktorientierten Verwertung zumeist wissenschaftlichen know-hows, in technologischer, organisatorischer und kognitiver Dimension, und
- an der Schaffung von Voraussetzungen zur Nutzung verfügbarer Transferkanäle im Hinblick auf Motivationen und gegenseitigem Vertrauen der Kommunikationspartner.

Bewertungen der Ergebnisse aus dem Wissenstransfer in Form erhöhter Erlöse oder Produktivitäten bilden hingegen die Ausnahme (Czarnitzki et al., 2001). Um aus Beobachtungen über den Wissenstransfer in anderen Regionen Schlussfolgerungen für eigene Anpassungen vornehmen zu können, also in diesem Rahmen ein „Bench-Learning“ und eine Auswertung von Best-Practice-Beispielen durchzuführen, bedarf es darüber hinaus einer Beachtung der Besonderheiten der jeweiligen Sektoren und Disziplinen, in denen ein Austausch stattfindet, und der Besonderheiten innerhalb der Regionen, die sich aus der historischen Entwicklung und Faktorausstattung ergeben. In diesem Abschnitt werden daher best-practice-Beispiele jeweils für zwei unterschiedliche Technologiebereiche betrachtet, in denen eine neuartige, integrative Technologie ein etabliertes Technologiefeld ergänzt, um auf diese Weise eine Vergleichbarkeit innerhalb der Technologiefelder zu erzielen und unterschiedliche Transfererfordernisse und -erfahrungen in etablierten und noch stärker auf zukünftige Verwertungen setzenden Technologiefeldern einzubeziehen. Die betrachteten Technologiefelder umfassen

- die Produktionstechnik, verknüpft mit Nanotechnologien, und
- die Medizintechnik, verknüpft mit Biotechnologie im Bereich der Biomedizin.

Für die regionale Vergleichsgrundlage wurden Ballungsräume in Deutschland, Frankreich und Großbritannien gewählt, die als vergleichsweise erfolgreich in den betrachteten Technologiefeldern identifiziert wurden. Die

Grundlagen zu dieser Auswahl bildeten einschlägige Publikationen und Statistiken sowie Einschätzungen von Experten aus den Technologiefeldern. Innerhalb Nordrhein-Westfalens wurden für das Technologiefeld Produktionstechnik die Region Aachen und für das Technologiefeld Medizintechnik das Ruhrgebiet mit dem Schwerpunkt Mittleres Ruhrgebiet ausgewählt. Diese Auswahl begründet sich zum einen aus den vielfältigen Transferangeboten in diesen Technologiefeldern am jeweiligen Standort, die jeweils als Schwerpunkte anzusehen sind und bereits überregionale Aufmerksamkeit auf sich gelenkt haben. Zum anderen weisen beide Fälle unterschiedliche Ausgangsbedingungen auf, da am Standort Aachen bereits jahrzehntelange Erfahrungen in der Produktionstechnik und ihrer Verwertung genutzt werden konnten und an den Ruhrgebietsstandorten erst im Zuge des Strukturwandels eine verstärkte Hinwendung zur Medizintechnik und zur Nutzung und Bündelung der vorhandenen Kenntnisse in den Hochschulen, Instituten und Unternehmen am Standort erfolgte.

Der Aufbau des Abschnitts ist wie folgt: Zunächst werden methodische Grundlagen für den Vergleich vorgestellt, bevor im dritten Kapitel die deutschen und europäischen „Benchmarks“ erläutert werden. Das vierte Kapitel dient dazu, die regionalen Ausgangsbedingungen und Erfahrungen an den nordrhein-westfälischen Standorten im Kontrast zu den Vergleichsregionen vorzustellen, bevor im fünften Kapitel ein Fazit aus den Beobachtungen gezogen wird und Aussagen zu einem möglichen Anpassungsbedarf entwickelt werden.

## **10.2 Grundlagen des Regionenvergleichs**

Die Erfassung der Best Practises zum Wissenstransfer erfolgt in dieser Studie auf der Basis eines qualitativen Ansatzes, der Erfahrungen der Anbieter von Transferkanälen und -leistungen und der Beteiligten an Transferprozessen bündelt (Yin, 1994, Steiner, Hartmann 2006). Im Unterschied zu einer reinen Performance Analysis, bei der die Ergebnisse des Wissenstransfers in Form intensiverer Interaktionen und dann im Endeffekt erhöhter Produkt Erlöse gemessen werden, ging es bei dieser Untersuchung um die Ursachen für unterschiedliche Intensitäten und Effekte des Wissenstransfers. Konkrete Zahlen zur Inanspruchnahme und Weiterfolgung des übertragenen Wissens liegen zumeist nicht oder nur unzureichend in den Regionen vor, da bestenfalls einzelne Intermediäre Vorgänge zu ihren jeweiligen Einzelaktivitäten oder Initiativen sammeln, jedoch keine genauen Angaben zur Gesamtverknüpfung innerhalb der Regionen erstellt wurden. Intensitäten des Wissenstransfers innerhalb der Beispielregionen beziehen sich sowohl auf die Zahl und Vielfalt der einbezogenen Wissensträger innerhalb der Technologiefelder als auch auf die Häufigkeit und den inhaltlichen Umfang des Transfers. Gerade die letztgenannten Größen sind jedoch nur den Beteilig-

ten selbst bekannt und nicht in offiziellen Statistiken zu finden. Innerhalb dieser Studie konnten solche Intensitäten nur für einzelne Träger innerhalb der Regionen erfragt und angesprochen werden.

Ursachen für Unterschiede können wiederum zum einen in den regionalen Ausgangsbedingungen liegen, zum anderen in der konkreten Ausgestaltung der Transferaktivitäten, d.h. dem privaten und öffentlichen institutionellen Umfeld, der technologischen Infrastruktur und den Anreizen zum Wissensaustausch. Diese Gestaltungselemente können in Form einer Datenbank- und Literaturrecherche erfasst werden, die Bewertung ihrer konkreten Anwendung und Folgen kann jedoch nur durch die Akteure selbst erfolgen. Für die Untersuchung wurde daher ein Vorgehen vereinbart, dass neben der Erfassung offizieller Statistiken und Dokumente die Erhebung qualitativer Daten durch Befragungen im Rahmen eines vergleichsweise geringen Samples vorsah. Konkret wurden zu den Technologiefeldern im September/Oktober 2007 dreizehn Interviews in den Beispielregionen geführt, wobei die Gesprächspartner dem Bereich der Intermediäre und Organisatoren von Wissenstransfer (6 Interviews) und Hochschulen, Unternehmen und Forschungseinrichtungen (7 Interviews) als den unmittelbar Beteiligten entstammen. Das vergleichsweise kleine Sample wurde gewählt, um in den Interviews ausführlichere und spezifischere qualitative Aussagen zu den konkreten Abläufen zu erlangen, da quantitative Angaben nur begrenzt verfügbar waren. Die Befragungen in Großbritannien und Frankreich wurden in Abstimmung mit Prof. Phil Cooke, Cardiff University, und André Torre, INRA Paris und Agro Tech Paris, durchgeführt.

Die Fragestellungen (siehe beigefügten Leitfaden für die Interviews) bezogen sich auf vier übergreifende Themenstellungen. In einem ersten Schritt ging es um allgemeine Voraussetzungen für erfolgreichen Wissenstransfer und strategische Ansätze innerhalb der Beispielfälle, um diese Zielsetzungen zu erreichen. In einem zweiten Schritt wurde nach Erfahrungen mit der Inanspruchnahme, sowohl im Rahmen quantitativer Erhebungen als auch qualitativer Feedbacks gefragt. Hier ging es auch um regional- und technologiefeldspezifische Angaben zu den Zielsetzungen und Ursachen der beobachteten Wirkungen. In einem dritten Schritt wurde nach der Beziehung zwischen regional und regionsübergreifenden Transferaktivitäten gefragt, insbesondere auch im Hinblick darauf, wie Transferaktivitäten Anschlüsse an internationale „knowledge pipelines“ (Bathelt et al., 2004) ermöglichen. Schließlich wurden die Fragestellungen in einem vierten Schritt auf mögliche Erfordernisse zur Verbesserung der Rahmenbedingungen bezogen, sowohl innerhalb der Region bei einzelnen Trägern als auch im Rahmen landes-, bundes- oder europaweiter Programme. Die Antworten werden in den folgenden beiden Abschnitten jeweils gebündelt für die einzelnen Bei-

spielregionen einbezogen und durch Materialien aus offiziell zugänglichen Quellen ergänzt.

### **10.3 Die in- und ausländische Vergleichsbasis**

#### **10.3.1 Produktionstechnologien und Nano-Technologien**

Wissenstransfer im Bereich der Produktionstechnologien umfasst vor allem den Transfer von Erkenntnissen aus den Ingenieurwissenschaften und entsprechender Forschung innerhalb der Unternehmen und Forschungseinrichtungen mit Kooperationspartnern (Liyanage et al., 2007). Akteure haben daher häufig einen gemeinsamen disziplinären oder professionellen Hintergrund. Angesichts des hohen Spezialisierungsgrades im Bereich der Produktionstechnologien setzen viele Unternehmen auf die Förderung eigenen „impliziten Wissens“ durch eigene Forschungsaktivitäten oder exklusive Kooperationen (Cappellin et al., 2008). In internationalen Vergleichsanalysen zählt der Bereich der Produktionstechnologie mit seinem zumeist als „medium-high-technology“ eingestuften Wissen zu den besonderen Innovationsstärken der deutschen Wirtschaft (Licht et al., 2007). Als beispielhaft werden zumeist Regionen Baden-Württembergs mit ihrem relativ hohen Output an Wertschöpfung, Patenten und Innovationen hervorgehoben. Daher wird als deutsche Vergleichsregion für dieses Segment der Ballungsraum Stuttgart herangezogen und die dort zu findenden Aktivitäten im Bereich des Wissenstransfers näher betrachtet (zu Analysen für diesen Raum u.v.a. Stahlecker; Koch, 2004; Cooke et al., 2003; Karl et al., 2005).

Ausgangspunkt der vergleichsweise guten Einschätzung Stuttgarts im europäischen Vergleich ist zum einen das Vorhandensein vielfältiger Wissensproduzenten. Hierzu zählen Großunternehmen der Automobil-, Maschinenbau- und Elektrotechnikindustrie ebenso wie die Schwerpunkte dort befindlicher Universitäten und Fraunhofer-Institute. Zum anderen hat sich im Kontext dieser Wissensinfrastruktur ein spezifisches Transfersystem entwickelt, das an den Erfahrungen und Bedürfnissen in den bislang starken Sektoren ansetzt. Beispiele hierfür sind die Aktivitäten im Rahmen der Steinbeis-Stiftung, die Bildung des Innovationsclusters Digitale Produktion und die Durchführung eines regionalen Wettbewerbs zu Innovations- und Kompetenzzentren.

Die Steinbeis-Stiftung weist mit mehr als 300 Instituten in Baden-Württemberg einen deutlichen regionalen Schwerpunkt auf (zum Vergleich: Nordrhein-Westfalen verfügt über 13 Institute). Die Besonderheiten dieses Transferansatzes bestehen in der Zusammenführung und Auswertung von Forschungsergebnissen aus Forschungseinrichtungen und Unternehmen vor Entwicklung konkreter Produkte und Entstehung von Konkurrenz und in

der direkten Beratung der Unternehmen bei der Umsetzung in produktrelevante Erkenntnisse. Aus der Historie der Stiftung, die sich zunächst auf die Vernetzung kleiner und mittelständischer Unternehmen mit Fachhochschulen konzentrierte, bauten sich Erfahrungen in der Übertragung und Umwandlung praxisrelevanter wissenschaftlich Erkenntnisse in Marktprodukte auf. Die Stärken dieses Ansatzes liegen in der Unabhängigkeit von einzelnen Organisationen (Unternehmen, Hochschulen oder Forschungsinstituten), der Expertise der in den Instituten aktiven Forscher und Berater und der Akzeptanz und Kooperationsbereitschaft der Unternehmen. Damit wird erstens das Problem der kognitiven Verknüpfung durch ein hohes Fachwissen in den Instituten gewährleistet: Ergebnis ist ein Mehrwert durch Verknüpfung geeigneter Partner und Mitarbeit an der Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse in praktische Umsetzung. Zweitens werden Motivations- und Vertrauensanforderungen durch die Positionierung vor dem eigentlichen Wettbewerb um innovative Produkte und die Unabhängigkeit der Organisation gesichert. Innerhalb der Produktionstechnologien gilt dieses Transfermodell daher seit einiger Zeit als modellhaft. Vertreter der lokalen Wirtschaftsförderung verweisen darauf, dass sich hierdurch eine spezielle Form der Intermediäre zwischen öffentlichen Forschungsträgern und der regionalen Wirtschaft gebildet hat, die somit weitere dezentrale Kontakte zwischen einzelnen Hochschullehrern, Instituten und Unternehmen miteinander vernetzt.

Daneben haben sich aber auch zwischen einzelnen Innovationspartnern direkte Kooperations- und Transferstrukturen aufgrund der Nähe und Komplementarität der Forschungsschwerpunkte sowie der Häufigkeit der Zusammenarbeit ergeben. Ein Beispiel hierfür ist das Innovationscluster Digitale Produktion, bei dem die Fraunhofer Institute für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) und die Institute für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb und Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement der Universität Stuttgart vor allem mit regionalen Großunternehmen gezielt über Qualifizierungen und Kooperationen Ansätze zur Anpassung der Produktionsprozesse erarbeiten wollen. Auch hier zeigt sich die spezielle Stärke in der Region in der Verknüpfung bestehender Wissensträger. Die Befragten verweisen als notwendige Voraussetzungen für diese zunehmende institutionelle Verdichtung auf die Mischung aus fachlicher Kompetenz und einer durch persönliche Kontakte über Jahre gewachsenen gegenseitigen Akzeptanz als Kooperationspartner.

Um die Vernetzung innerhalb der Region in einzelnen Sektoren und Technologiesegmenten zu intensivieren, führte die Region Stuttgart einen mit insgesamt 2 Millionen Euro dotierten Förderwettbewerb zum Aufbau von Innovations- und Kompetenzzentren durch. Akteure aus der Steinbeis-

Stiftung und dem genannten Innovationscluster sind auch wiederum in diesen Zentren aktiv. Die Zentren dienen wiederum zum einen der Vernetzung einzelner Akteure und der Einbindung kleiner und mittelständischer Akteure, zum anderen werden auch gemeinsame Infrastrukturen (Demonstrationszentren etc.) geschaffen, um auch hier im vor-wettbewerblichen Bereich die Effizienz der Forschung und Entwicklung zu steigern. Die Befragten schätzten diese Aktivitäten dementsprechend als eine Vertiefung und Fortentwicklung bestehender Transferaktivitäten ein, nicht jedoch als neuartige Strategien und Instrumente.

Neben diesen institutionalisierten Aktivitäten ist in den vergangenen Jahren im Bereich der Produktionstechnologien der Sektor der technischen Dienstleistungen für den Transfer entscheidend geworden, da für zahlreiche Unternehmen Service-Innovationen gerade bei sehr komplexen und spezifischen Maschinen und Verfahren an Relevanz im Hinblick auf die Wettbewerbsfähigkeit gewannen (Lay et al., 2007). Erhebungen über das Wachstum wissensintensiver Dienstleistungen zeigen, dass der Großraum Stuttgart in Deutschland zu den Schwerpunkten technisch orientierter wissensintensiver Dienstleistungen gehört (Stahlecker; Koch, 2004). Während allgemein der Anteil der Dienstleistungen an der regionalen Beschäftigung in Stuttgart im Vergleich zum Bundesdurchschnitt und zu anderen deutschen Ballungsräumen zugunsten der industriellen Beschäftigung geringer ist, trifft dies auf die wissensintensiven technischen Dienstleistungen nicht zu. Die Befragten begründeten diese Entwicklung mit veränderten Produktionsorganisationen in den Unternehmen, die durch Auslagerungen die Entstehung solcher Unternehmen und die Aufnahme der neuen Unternehmen, deren Manager und Mitarbeiter vornehmlich aus den regionalen Hochschulen und Forschungseinrichtungen stammen, in die bestehenden Netzwerke förderten. Bei den jüngsten Netzwerkiniciativen ist daher eine stärkere Betonung eines bestimmten Transferkanals (hier: Dienstleistungsunternehmen) zu beobachten, nicht jedoch eine Neudefinition.

Der Großraum Stuttgart gilt daher zusammenfassend als typisches Beispiel eines sehr „reifen“ Wissenstransfersystems mit einem Schwerpunkt auf etablierten, produktionstechnisch ausgerichteten Industriesektoren. Die vergleichsweise hohen Werte bei den privaten Forschungs- und Entwicklungsinvestitionen, Patenten sowie Beschäftigung und Wertschöpfung in innovativen High-Technology-Segmenten korrespondieren mit sehr dichten institutionalisierten Vernetzungen, die vor allem an gemeinsamen Fachkenntnissen und daraus abgeleiteten langjährigen Kooperationen ansetzen. Schwierigkeiten werden hingegen auch seitens der Befragten bei einer radikalen Umstellung zu neuen Technologien gesehen, die einen anderen Modus des Wissenstransfers benötigen. So wird von den Befragten für den Bereich der Nanotechnologien darauf hingewiesen, dass Stuttgart zu den

führenden Regionen der Publikationen zählt, jedoch noch nicht führend im Bereich der Umsetzung ist.

Die Notwendigkeit eines anderen Modus der Wissensproduktion und -übertragung wird für moderne integrierte Technologien wie der Nanotechnologie mit zusätzlichen einem zusätzlichen Bedarf an Vernetzung und neuer Formen des Umgangs mit der Unsicherheit über die noch nicht abschließend identifizierbaren und bewertbaren Anwendungsmöglichkeiten begründet (Benzler; Wink, 2005). Angesichts der Vielfalt möglicher Anwendungen, deren Umsetzungspotenzial in innovative Produkte sich allerdings erst noch zeigen muss, werden für solche Technologien sogenannte „Technologieplattformen“ als Voraussetzungen für erfolgreiche Wissensentstehung und -übertragung angesehen (Robinson et al., 2007). Ein typisches Beispiel hierfür in Europa ist die Entwicklung von MINATEC, einem Innovationszentrum in Grenoble, das ein zentraler Anknüpfungspunkt für die Entstehung des Nanotechnologie-Clusters MINALOGIC wurde, einem von sieben in Frankreich geförderten und als weltweit führend eingestuften pôles de compétitivité. Die Befragungen richteten sich auf die Entstehung und die Erfahrungen mit MINATEC als der Keimzelle des Wissenstransfers in diesem regionalen Fall.

Die Unterscheidung des Innovationspotenzials einer Region bzw. eines Netzwerks im Bereich der Nanotechnologie wird angesichts des geringen Anteils bereits marktfähiger Produkte noch auf der Basis des wissenschaftlichen oder forschungsorientierten Outputs in Form von Publikationen oder Patenten durchgeführt. Allgemein wird beobachtet, dass der Output im Bereich der Nanotechnologie positiv mit der Bündelung von Wissen und dem Grad der Zusammenarbeit auch in anderen wissenschaftlich-technischen Bereichen verknüpft ist (Zucker et al., 2007). Im Vergleich zu anderen Disziplinen sind nanotechnologische Forschungen stärker räumlich konzentriert. Publikationen konzentrieren sich daher auf weltweit 24 Metropolregionen, 15 davon in Europa (Kahane et al., 2006). Im Gegensatz zu der räumlichen Konzentration ist fachlich eine große Bandbreite an Disziplinen von nanotechnologischer Forschung betroffen.

Publikationsanalysen zeigen, dass die europäischen Metropolregionen eine vergleichsweise größere Spezialisierung als US-Regionen aufweisen. Grenoble ist in diesem Kontext die führende europäische Region im Gebiet der physikalischen Nanoforschung, die vor allem in der Elektronikindustrie und anderen Bereichen der Produktionstechnologien von besonderem Interesse ist. In den Regionen mit physikalisch ausgerichteter Nano-Forschung ist allerdings der Spezialisierungsgrad geringer als in den führenden europäischen Bio-Nano-Standorten (London, Frankfurt, Zentralholland). Dies deutet darauf hin, dass bei den physikalisch ausgerichteten Forschungen

Wissenstransfer zwischen den Teilsegmenten noch wichtiger sein könnte als in den anderen Nano-Forschungsrichtungen.

MINATEC entstand am Ende des vergangenen Jahrzehnts aufbauend auf bereits existierenden Kooperationsstrukturen zwischen den lokalen Universitäten in Grenoble, einem Forschungsinstitut, das auf mikroelektronische Anwendungsforschung spezialisiert ist (LETI als public-private partnership) und Großunternehmen der Telekommunikations- und Elektronikindustrie. Ausgangspunkte waren bereits konkrete Erfahrungen im Bereich von Wissenstransfer auf der Basis einzelner Entwicklungsprojekte, zumeist auf Initiative der Großunternehmen. Als Voraussetzungen für den Wissenstransfer werden in diesem Fall besonders die Verfügbarkeit von Kapital, speziellen Geräten und Expertise genannt. Kern des Leistungsspektrums von MINATEC ist die Verknüpfung mehrerer Funktionen im Kontext des Wissenstransfers:

- Bereitstellung spezialisierter und allgemeiner Forschungs- und Geschäftsinfrastrukturen (Reinräume, Laboratorien, Büro- und Seminarräume),
- Beratungs- und Finanzierungsangebote für Start-up-Unternehmen, die zumeist aus den Forschungseinrichtungen ausgegründet werden (spin-outs),
- Aus- und Weiterbildung in Fortentwicklung und Spezialisierung universitärer Angebote und
- Plattform für die strategische Koordination gemeinsamer Projekte.

Für den pôle de compétitivité MINALOGIC als einer Fortentwicklung und Fokussierung der Transfererfahrungen von MINATEC haben sich mehr als 100 Mitglieder (47 größere Unternehmen, 32 KMU, Universitäten, Forschungseinrichtungen und lokale Agenturen) zusammengeschlossen, um auf der Basis von Einzelprojekten neue Forschungsergebnisse zu generieren und diese Erkenntnisse in die Produktentwicklung zu übertragen. Der französische Staat unterstützt die pôles de compétitivité mit insgesamt 1,5 Mrd. Euro im Zeitraum 2006-2008, konkrete Zahlen zu den erzielten Projektergebnissen liegen wegen der noch laufenden Förderphase noch nicht vor. Die Logik des Wissenstransfers in diesem Gebiet und in dieser Region fußt eindeutig auf den Strategien internationaler Großunternehmen und ihren Interessen an einer Integration von Grundlagenerkenntnissen. Kleinere Unternehmen werden zumeist als spezialisierte, junge Unternehmen integriert. Diese jungen Unternehmen entwickeln auf der Basis strategischer Zielsetzungen der Großenrichtungen und -unternehmen neue Produktstandards auf der Basis von Nano-Forschung und nutzen Lizenzierungsverträge und



Kooperationsverträge mit etablierten Großunternehmen als Finanzierungsbasis für ihr Unternehmenswachstum.

Vergleichskriterien zur Einschätzung der Wettbewerbsfähigkeit des Wissenstransfers in der Region beziehen sich daher noch auf die Anzahl integrierter Teilnehmer und neu entstandener Unternehmen, weniger hingegen auf entstandene Erlöse durch neue, durch Nano-Forschung entwickelter Produkte und Erfahrungen. Im internationalen Vergleich bleibt daher festzuhalten, dass das Beispiel aus Grenoble eine Struktur des Wissenstransfers zeigt, die eindeutig von Großunternehmen, ihren Strategieprozessen und Organisationsstrukturen geprägt wird. Während beispielsweise in den traditionellen Produktionstechnologien – wie am Beispiel Stuttgart erläutert – Vertrauen durch langjährige persönliche Kontakte zu entwickeln ist, kommt es nach Aussagen der Befragten in Grenoble primär auf die Verfügbarkeit entsprechender Ressourcen und Kompetenzen an, um zu entscheiden, Wissenstransferangebote wahrzunehmen und neue Partner in Transferstrukturen aufzunehmen. Für konkurrierende Regionen kommt es daher primär darauf an, entsprechende Ressourcen und Kompetenzen verfügbar zu halten.

### 10.3.2 Medizintechnik und Biomedizin

Wie innerhalb der Produktionstechnik, gilt Deutschland auch im Bereich der Medizintechnik als ein führendes Forschungs- und Exportland (BMBF, 2005). Wesentliche Voraussetzungen des Wissenstransfers sind Verknüpfungen von Erkenntnissen aus dem medizinisch-naturwissenschaftlichen Bereich mit ingenieurwissenschaftlich-technischen Kenntnissen und Fähigkeiten. Die Verknüpfung zur praktischen Umsetzung in innovative Produkte umfasst auch die Einbindung von Krankenhäusern und praktizierenden Medizinern als den Kunden der Medizintechnik. Finanzierungsaspekte werden auch von der Finanzausstattung des öffentlichen und privaten Gesundheitssystems beeinflusst. Internationale Studien zeigen, dass auch im Bereich der Medizintechnik eine räumliche Konzentration vorherrscht. Eine Benchmarking-Studie aus dem Jahr 2001 von 125 Standorten der Medizintechnik in Europa prüfte die Höhe ausländischer Direktinvestitionen, die Zahl der Unternehmen und Start-ups, Forschungsqualität, Arbeitskräftepotenzial, Unterstützung durch die regionale Wirtschaftsförderung und das Steuerniveau (Oxford Intelligence, 2007). Sieben Regionen wurden als Spitzenregionen identifiziert, darunter Bayern, Baden-Württemberg, Berlin und NRW als deutsche Vertreter neben Südengland (einschließlich Oxford und Cambridge), Paris/Ile de France und Stockholm/Uppsala. Die Interviews im Bereich der Medizintechnik bestätigten diesen allgemeinen Befund: Akteure gehen davon aus, dass räumliche Nähe zwischen Forschern und Anwendern eine kritische Voraussetzung für die Entwicklung wettbewerbsfähiger

Produkte bildet, wobei vor allem auf die Bedeutung der Absatzmärkte hingewiesen wird.

Für den Vergleich im Bereich der eher traditionellen Medizintechnik wurde eine Teilregion in Bayern ausgewählt, die ihre Stärken vor allem in der ingenieurstechnischen Umsetzung medizintechnischer Erkenntnisse hat: Erlangen/Nürnberg mit seiner Initiative als Medizintechnikregion.

Mit mehr als 200 Unternehmen in der Medizintechnik, darunter mit Siemens, Biotronik und Novartis, verfügt die Region damit über internationale Großunternehmen und guten Voraussetzungen zur Umsetzung neuer Erkenntnisse. Die Medizintechnik ist in Erlangen eindeutig der dominante industrielle Sektor mit einem Beschäftigtenanteil von ca. 25% an der Gesamtbeschäftigung. Grundlagenforschung und Ausbildung werden durch große Fachbereiche in der Medizin und Verfahrenstechnik sowie den Naturwissenschaften an der Universität, Universitätsklinik, dem Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen und den Fachhochschulen durchgeführt. Die klinische Forschung in der Region ist zudem in zahlreichen Forschungsverbänden Bayerns integriert. Dieser Förderungsansatz bezieht sich auf einzelne, zeitlich begrenzte Projekte, die von Forschern an mehreren Standorten durchgeführt werden.

Als wesentliche Komponente des Wissenstransfers wurde seitens des Befragten auf Unternehmensgründungen verwiesen. Im Jahr 2006 wiesen alle Unternehmensneugründungen innerhalb des Technologiefeldes in der Region insgesamt mehr als 150 Beschäftigte auf. Diese Neugründungen entstammen in der Regel den Hochschulen, den mehr als 20 Kliniken in der Region, den Forschungseinrichtungen oder Großunternehmen. Mit dem Innovationszentrum Medizintechnik in Erlangen sollen diese Neugründungen räumlich konzentriert und mit modernster Infrastruktur in unmittelbarer Nähe zu Siemens Medizintechnik ausgestattet werden. Weitere Maßnahmen zur Förderung von Neugründungen umfassen ein Seed Capital Fund, Business Angel Programme und spezielle Beratungen für einzelne Anwendungssegmente, beispielsweise Softwareentwicklungen. Zur Verbesserung des Humankapitalbestands in der Region wurde ein Aufbaustudien-gang Medizintechnik eingeführt, um erforderliche Schnittstellenkompetenzen zu erwerben. Schwerpunkte der Wissensentwicklung sollen bei minimal-intensiven Diagnose- und Therapieverfahren liegen, wobei zu den typischen innovativen Produkten individualisierte Implantate und bildgebende Verfahrenstechniken und Anlagen zählen.

Als Stärken im Wissenstransfer werden daher von den Akteuren in der Region die Verknüpfung zwischen den beiden traditionellen wissensproduzierenden Disziplinen Medizin und Ingenieurwissenschaften genannt, die vor allem durch die Großunternehmen vor Ort gefördert werden. Wesentli-

che Komponente für die Nachfrage nach Transferangeboten ist die Einbindung in die Wertschöpfungskette der Großunternehmen in der Region. Je näher die Angebote an dieser Wertschöpfungskette anknüpfen bzw. Großunternehmen direkt integrieren (beispielsweise im Bereich der Aus- und Weiterbildung), desto höher ist die Nachfrage. Ähnlich wie im Bereich der Produktionstechnik in Stuttgart spielen langjährige persönliche Kontakte und Vertrauen neben den Kompetenzen eine entscheidende Rolle. Gerade in dieser Abhängigkeit von etablierten Strukturen wird aber auch seitens der Befragten eine Gefahr gesehen, wenn es darum geht, neue Akteure und externes Wissen einzubinden. Das Innovationszentrum Medientechnik und Pharma (IZMP) soll mit seiner Orientierung an neuen und jungen Unternehmen zu einer solchen Auffrischung beitragen. Bislang sind allerdings noch keine strukturellen Veränderungen festzustellen.

Auch im Bereich der Medizintechnik wird durch das Auftreten neuer Querschnittstechnologien – hier aus der Biotechnologie – eine Veränderung der Art der Wissensproduktion und -übertragung vermutet. Da die neuen Verfahren und Produkte vornehmlich in Forschungseinrichtungen oder forschungsintensiven, jungen Unternehmen entwickelt werden, findet in der Biomedizin eine verstärkte Nutzung von Agglomerationsvorteilen in Form von Vernetzungen zwischen einzelnen Organisationen und Akteuren statt. Großunternehmen bleiben zwar ähnlich wie in der Nanoforschung wesentlich für die strategische Orientierung der Wissensentwicklung am Standort, werden aber vermehrt zu Anwendern und Kooperationspartnern innovativer, junger Unternehmen und agieren weniger als in etablierten Disziplinen als Entwickler (Zucker et al., 2002). Diese These wird zumindest auch von den Befragten in britischen Clustern der Biomedizin vertreten.

In Deutschland findet sich die stärkste Ballung junger Unternehmen aus der Biomedizin und entsprechender Publikationen in München. Auf europäischer Ebene weist der Großraum London mit seinen großen Hochschulen eine ähnliche Dichte mit einer noch stärkeren Fokussierung auf Ausgründungen und Neugründungen als vorrangiger Form des Wissenstransfers auf. Diese Strategien werden im Rahmen dieser Studie auf der Basis der zwei führenden Hochschulen innerhalb Londons, des University College London und des Imperial College London, erläutert.

Das University College in London weist eine hohe Spezialisierung im Bereich der Biomedizin auf mit 45% der gesamten Ressourcen für Forschung und Lehre und 70% der Finanzierung für Forschung. Die Universität unterhält eine eigene Unternehmung für ihre wirtschaftlichen Aktivitäten mit ca. 40 Beschäftigten und einem Jahresgewinn in 2006 von 400,000 GBP. Zu den Aktivitäten zählt der Dienstleistungsbereich mit Angeboten im Bereich der Unternehmensberatung, der Durchführung klinischer Tests und der Ent-

wicklung von Diagnostika, und der engere Bereich des Technologietransfers, der in Form von Unternehmensbeteiligungen an Spin-Outs, von Lizenzverkäufen, Abschlüssen von Forschungsverträgen und Prüfungen neuer Unternehmenskonzepte organisiert ist. Mittlerweile verfügt das Unternehmen über Beteiligungen an 41 spin-outs mit einem Kapitalwert von ca. 50 Millionen GBP (ca. 75% mit Bezug zur Biomedizin), davon allein 5 im Jahr 2007, und 28 Lizenzierungsverträge im Jahr 2007.

Imperial College führte im Jahr 1999 eine neue Kommerzialisierungsstrategie ein und erhöhte in den folgenden sieben Jahren die Einnahmen aus der industrienahen Forschung von 25 Millionen GBP auf 37 Millionen GBP. 66 Ausgründungen brachten Imperial College einen Wert an Unternehmensbeteiligungen in Höhe von 27 Millionen GBP und jährliche Lizenzeinnahmen in einem Umfang von 1,8 Millionen GBP bei ca. 20 neuen Lizenzen in jedem Jahr. Bei beiden Universitäten wiesen die Gesprächspartner auf die eindeutige strategische Fokussierung ihrer Aktivitäten auf marktfähige Technologien und Produkte in wenigen Technologiesegmenten und die Spezialisierung der Kompetenzen der Transfermitarbeiter als entscheidende Wettbewerbsparameter hin.

Die Basis für diesen gezielten Wissenstransfer bilden drei Instrumentenbereiche. Erstens stehen Fonds als seed funds zur Verfügung, die vergleichsweise hohe Risiken der Ausgründungen tragen können. Diese Fonds werden durch die Erträge aus vorherigen Beteiligungen aufgefüllt. Zweitens werden intensive Beratungsleistungen in enger Abstimmung mit Vertretern multinationaler Unternehmen angeboten. Zu den Partnern zählen fast alle führenden weltweiten Unternehmen aus der Medizintechnik und Pharmazie, in wissenschaftlicher Hinsicht werden die Beratungsleistungen durch Kooperation mit Kliniken und internationalen Forschungseinrichtungen ergänzt. Wiederum sollen damit Strategie und Kompetenz abgedeckt werden. Drittens werden Infrastrukturen für Unternehmen angeboten, die sich noch in frühen Stadien befinden und erste Produktentwicklungen und Tests in Laboratorien und Büroräumen durchführen. Auffällig an der Wissenstransferstruktur in der Biomedizin im Vergleich zur Medizintechnik ist die größere Rolle, die Hochschulen und Forschungseinrichtungen als Nukleus und Inkubator für Neugründungen einnehmen können. Allerdings ist auch hier der enge Zusammenschluss mit Großunternehmen und ihren strategischen Vorgaben eine wesentliche Voraussetzung für die schnelle Markterschließung.

## 10.4 Beispiele für Wissenstransfer in Nordrhein-Westfalen

### 10.4.1 Produktionstechnik in Aachen

Mit der Entscheidung des Gutachtergremiums der Exzellenzinitiative zur Förderung der Hochschulen, das Konzept der RWTH Aachen zu fördern, schaffte es der Standort Aachen als einziger Hochschulstandort in NRW, die entsprechende Höchsthförderung für sich zu gewinnen. Bereits ein Jahr zuvor wurde ein Exzellenz-Cluster der RWTH Aachen ausgewählt, das den Wissenstransfer im Bereich der Produktionstechnik verbessern soll. Unter dem Titel „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“ sollen neue Lösungen aus dem Bereich der Individualisierung, Hybridisierung, Virtualisierung und Selbstoptimierung der Produktion auf der Basis realer Problemfälle nationaler und internationaler Unternehmen entwickelt werden.

In dem „Aachen House of Production“ sollen die Kompetenzen der RWTH Aachen, unter anderem des Werkzeugmaschinenlabors WZL und verschiedener An-Institute, auch der Fraunhofer Institute für Produktionstechnologie und Lasertechnik, gebündelt werden. Diese Bündelung von Kompetenz und Kooperationsstrukturen wird auch seitens der Befragten als entscheidende Voraussetzung für den Erfolg von Wissenstransferaktivitäten angesehen. Den Ausgangspunkt bilden innerhalb der Region daher spezifische Kompetenzen, die sich über Jahrzehnte an den Hochschulen gebildet haben. Für das Zustandekommen von Zusammenarbeit tritt dann noch das Moment des Vertrauens hinzu, das sich durch langjährige Kontakte und räumliche Nähe bildet. Als dritte Voraussetzung wird die Entwicklung gemeinsamer Strategien genannt, beispielsweise zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen bei der Entwicklung von Lösungen für die fünf genannten Herausforderungen.

Daneben ist das Werkzeugmaschinenlabor im Zentrum des Kompetenznetzes „Produktionstechnologie Aachen“ aktiv, das sich wiederum schwerpunktmäßig mit der Bündelung von Forschungsprojekten aus Wissenschaft und mit Unternehmen sowie der Verbreitung neuer Erkenntnisse durch Informationsveranstaltungen beschäftigt („Ideenbörsen, KMU-Tage“). Als besonderes Angebot wird die Organisation einer „virtuellen Fabrik“ hervorgehoben, die kleinen und mittelständischen Unternehmen die Chance gibt, in gemeinsamer Kooperation und im Verbund mit den Hochschulinsti-tuten, spezialisierten Ingenieurbüros und Forschungseinrichtungen neue Produkte in Marktreife zu entwickeln und damit die Einführungsrisiken deutlich zu verringern. Durch die Gründung eines eigenen „Clubs“ (Pro-teca-Club) soll es regionalen Unternehmen erleichtert werden, Partner an den Hochschulen für unterschiedliche Bedürfnisse (Beratung, Weiterbildung, studentische Arbeiten oder Forschungen) zu finden. Die Mitgliedschaft ist

beitragsfrei, um die Barrieren möglichst niedrig zu halten, aber durch das „Club-Label“ einen Exklusivitätsgehalt der Leistung zu signalisieren. Bisherlang haben 25 Unternehmen aus der Region, aber auch darüber hinaus bis hin zum Bergischen Land, die Mitgliedschaft erhalten. Das Kennzeichen des Vorgehens beim Wissenstransfer in diesem Beispielfall ist daher die enge Verknüpfung und die gemeinsame strategische Orientierung im Rahmen von Einzellösungen.

Der Standort Aachen ist durch die Reputation der RWTH und der Forschungseinrichtungen zu einem führenden Standort im Bereich der Produktionstechnik geworden. Im Unterschied zur Situation in Stuttgart sind in diesem Fall weniger die Großunternehmen in der Region als vielmehr die Hochschulen und Forschungsinstitute mit ihrer speziellen Kompetenz und strategischen Bündelung die Antriebskräfte als Dienstleister des Transfers. Ein besonderer Schwerpunkt liegt angesichts der im Vergleich zu Stuttgart weniger ausgebauten Sektoralstruktur und institutionellen Dichte des Transfers auf Unternehmensgründungen, Verringerung der Barrieren zur Forschungskooperation für KMU und in der Internationalisierung der Zusammenarbeit.

Erhebungen technologieorientierter Unternehmensgründungen für die Region Aachen verweisen auf vergleichsweise hohe Werte, wobei ca. 200 Gründungen in den vergangenen zwei Jahrzehnten aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen erfolgt sein sollen. Auch im Rahmen des Kompetenznetzes PROTECA werden Spin outs als ein besonders effektives Beispiel für die Entstehung und Diffusion neuen Wissens hervorgehoben. Die Internationalisierung wird zum einen anhand der Internationalisierung der Publikationen und damit der besonderen fachlich-wissenschaftlichen Kompetenz illustriert. Zum anderen sehen die Befragten in der Zusammenarbeit im Rahmen von der EU geförderter Projekte eine gute Chance, internationale Verknüpfungen zu schaffen und zu vertiefen.

Insgesamt ist die Stärke des Wissenstransferansatzes in Aachen in der starken strategischen Fokussierung auf konkrete Problemlösungen für Unternehmen – auch innerhalb der Region – zu sehen. Hervorzuheben ist der Schwerpunkt bei Unternehmensgründungen mit Bedeutung für die Region und der Versuch, die Barrieren für kleine und mittelständische Unternehmen abzubauen und hierbei regelmäßig Lernprozesse einzusetzen. Seitens der Befragten wurde als Handlungsbedarf für weitere Unterstützung eine Intensivierung der Förderung regional ausgerichteter Clusteraktivitäten und einer Verbesserung des Erfahrungsaustausches zwischen Clusters genannt.

Grenzen des Ansatzes werden durch die existierende Wirtschaftsstruktur am Standort gesetzt. Ohne die vielfältige Industriestruktur, die am Standort Stuttgart vorhanden ist, fallen Transferaktivitäten in die Region zwangsläufig

fig kleiner aus. Ein weiteres Risiko der gegebenen Sektoralstruktur liegt in der Einbindung nano-technologischer Verfahren. Die großen Metropolregionen Europas werden durch Großunternehmen aus betroffenen Industrien geprägt. Nordrhein-westfälische Regionen fehlen in der Auflistung der bedeutendsten Regionen bislang aufgrund fehlender Partner aus Großunternehmen mit entsprechenden kapitalintensiven Spezialisierungspotenzialen. Mit dem Exzellenzcluster und der Exzellenzförderung verfügen die Hochschulen und Forschungseinrichtungen in der Region Aachen allerdings über gute Voraussetzungen, ihre Wissensbasis im Bereich der Produktionstechnologien weiter zu vertiefen und damit Spezialisierungsvorteile im Prozess der Umstellung von Fertigungsverfahren in etablierten Technologiesegmente auszubauen.

#### 10.4.2 Medizintechnik im Mittleren Ruhrgebiet

Auch die Ruhr-Universität Bochum als der größten Hochschule in der Region Mittleres Ruhrgebiet war in der Endphase der Exzellenzinitiative zur Förderung der Hochschulen vertreten. Ihr Konzept und ihr Antrag zur Förderung eines Exzellenzclusters im Bereich der Proteonomics-Forschung waren allerdings nicht erfolgreich. Diese Aktivitäten verstärkten jedoch die öffentliche Aufmerksamkeit auf die bereits existierenden Strukturen im Bereich der Medizintechnik und Biomedizin in der Region. Die besonderen Stärken der Region im Bereich der Medizintechnik liegen in den vorhandenen Qualifikationen und Forschungskapazitäten. Die Hochschulen der Region verfügen über entsprechende Schwerpunkte in den medizinisch-naturwissenschaftlichen und den ingenieurwissenschaftlichen Fächern. Die Ruhr-Universität Bochum weist eine enge Vernetzung zwischen den Kliniken und der Ausbildung aufgrund der Integration und Spezialisierung der Kooperation im Rahmen der medizinischen Ausbildung auf. Zudem existiert ein Forschungsschwerpunkt in der Medizintechnik.

Auch seitens der Befragten wurde die besonders vielfältige und sich zunehmend vernetzende Expertise im Bereich der Forschung hervorgehoben. Mit der im Rahmen der Exzellenzinitiative geförderten Bochum Research School können zudem die interdisziplinären Kenntnisse in der Doktorandenausbildung verbessert werden. Mit dem neuen BioMedizin-Park Ruhr sollen zudem Infrastrukturen in direkter Hochschulnähe für junge Unternehmen geschaffen werden, um den Transfer zwischen Wissenschaft und Produktentwicklung zu beschleunigen und bisherige Aktivitäten im Rahmen von Technologiezentren zu intensivieren. Weitere Stärken des Wissenstransfers in der Region sind die räumliche Nähe zu Hochschulen im westlichen und östlichen Ruhrgebiet, die zumindest zu ersten gemeinsamen Aktivitäten geführt hat, und die Verknüpfung mit Krankenkassen und anderen institutionellen Trägern des Gesundheitswesens. Im Unterschied zu

den Beispielregionen Erlangen/Nürnberg und London fallen allerdings vor allem zwei Hauptunterschiede auf:

- der vergleichsweise geringe Unternehmensbesatz in der Region und
- die vergleichsweise eingeschränkte Fokussierung der Forschungsaktivitäten.

Die beiden Beispielregionen Erlangen/Nürnberg und London weisen jeweils wichtige Beiträge durch Großunternehmen auf, die als Initiatoren neuer Forschungsaktivitäten, Nukleus für Neugründungen und Partner für junge, innovative Unternehmen fungieren. In der Region Mittleres Ruhrgebiet fehlen hingegen solche Großunternehmen bislang. Partner sind daher häufig außerhalb der Region, beispielsweise Siemens im Rahmen des Kompetenzzentrums Medizintechnik Ruhr, und Neugründungen verlassen die Region mit der Begründung, dass sie die räumliche Nähe zu wichtigen Absatzmärkten und Großkunden suchen müssen. Auch die Zahlen der Ausgründungen aus den Hochschulen sind noch geringer als in den Beispielregionen. Als Begründung wird seitens der Befragten auf fehlende Beispiele während der Ausbildung und Forschung durch Unternehmen in der Region und vergleichsweise geringe Finanzierungspotenziale verwiesen. ^

Schwerpunkte der Forschung in der Medizintechnik und Biomedizin in der Region Mittleres Ruhrgebiet reichen von innovativen Anwendungen im Bereich des Ultraschalls über mikroinvasive Therapien, Implantate und Biomaterialien bis hin zur Telemedizin und zur Proteonomics-Forschung im Bereich der Molekularen Medizintechnik. Diese Vielfalt der Schwerpunkte erschwert die Entstehung von Schnittstellen zwischen den Forschungssegmenten und die Entstehung einer „kritischen Masse“ an Wissensträgern in der Region. Bei dieser Vielfalt wird im Vergleich zur Situation an den Universitäten in London auf die unterschiedliche Anreizstruktur an den regionalen Hochschulen verwiesen, die kein privatwirtschaftliches Beratungsunternehmen mit Unternehmensbeteiligungen entsprechend einem optimierten Unternehmensportfolio unterhalten können.

Die Aussagen der Befragten zur Wahrnehmung von Barrieren decken sich mit dem Befund der Intermediärsbefragung, dass im Ruhrgebiet Die Anreizstruktur der Wissenschaftler als ein entscheidendes strategisches Problem bei der Kooperationsentstehung angesehen wird. Wie in der Region Aachen, zeigen sich daher auch am Beispiel des Wissenstransfers in der Region Mittleres Ruhrgebiet, dass durchaus Vernetzungsstrategien gewählt werden, die dem Vorgehen in führenden Regionen Europas entsprechen. Allerdings finden diese Aktivitäten ihre Grenzen in der Verfügbarkeit an Potenzialen, die durch die gegebenen Wirtschaftsstrukturen und vorhandenen Anwendungskapazitäten limitiert werden.



### 10.5 Schlussfolgerungen

Zielsetzung dieses Abschnittes war es, eine Einführung in beispielhafte Ansätze zum Wissenstransfer in Nordrhein-Westfalen im Vergleich zu in- und ausländisch führenden Regionen in den Technologiefeldern Produktionstechnologien und Medizintechnik zu geben, die traditionell durch ein Erfordernis der Vernetzung von Erkenntnissen aus ingenieurwissenschaftlich-technischen Disziplinen mit Anwendungs- und Produktentwicklungsfähigkeiten geprägt ist und in Zukunft durch moderne Technologien mit ihren interdisziplinär-integrierten Formen der Wissensproduktion verändert werden könnten. Im Bereich der Produktionstechnik wurden als Beispielregion für den eher traditionellen Wissenstransfer in Deutschland die Region Stuttgart und für die Erweiterungen in Richtung Nano-Technologien in Europa die Region Grenoble vorgestellt. Das traditionelle Modell Stuttgarts ist durch eine enge Anbindung zwischen Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen mit Hilfe institutionalisierter Vernetzung geprägt. Nano-Technologien erfordern bislang einen stärkeren Einfluss aus Großunternehmen und Hochschulen, während der Transfer vornehmlich durch Neugründungen aus den Forschungseinrichtungen oder Großprojekte erfolgt.

Aachen als Vergleichsregion verfügt über ähnlich institutionalisierte Vernetzungsstrukturen wie die Region Stuttgart. Die Rolle der Hochschulen und Forschungseinrichtungen als Initiatoren ist allerdings deutlich akzentuierter. Für die Region ist die Resonanz in Form technologieorientierter Unternehmensgründungen spürbar. Aufgrund der geringen Diversität und der geringen Zahl ansässiger Großunternehmen ist der Impuls innerhalb der Region jedoch begrenzt. In der Zukunft wird es für die Region Aachen auf eine noch stärkere Einbindung des regionalen Unternehmensbestandes ankommen, um die bestehenden Transferpotenziale optimal innerhalb der Region zu nutzen. Die strategischen Bestrebungen an der RWTH zeigen, dass an diesem Problem durch gezielte Maßnahmen, wie dem Aufbau des Proteca-Clubs, besonders intensiv gearbeitet wird.

Im Bereich der Medizintechnik wurde die Region Erlangen/Nürnberg als deutsche Beispielregion für den eher traditionellen Transferansatz und im Bereich der Biomedizin die Universitäten Londons als Beispiele für einen Transferansatz, der auf unternehmerische Diffusion setzt, vorgestellt. Der traditionelle Transferansatz in Erlangen/Nürnberg setzt insbesondere auf eine enge Anbindung an regionale Großunternehmen, die als Auftraggeber für Forschungen, Partner für Forschungsprojekte und Kunden für Neugründungen fungieren. Mit zunehmender Schwerpunktsetzung der medizintechnischen Forschung in der Biomedizin scheinen Ausgründungen an Bedeutung zu gewinnen. Die Universitäten in London verdeutlichen daher ein

Transferpotenzial, das auf direkt vermarktungsfähige Ideen und ihre Veredelung durch universitätsinterne Beratung und Vernetzung mit Großkunden setzt. Demgegenüber zeigt das Beispiel der Region Mittleres Ruhrgebiet, dass ohne ein Resonanzpotenzial durch Großunternehmen innerhalb der Region und eine bereits verfügbare kritische Masse auch der Wissenstransfer innerhalb der Region trotz eines wachsenden Forschungspotenzials und Vernetzungsaktivitäten außerhalb der Region an seine Grenzen stößt. In der Zukunft wird es auf eine noch gezieltere Schwerpunktsetzung am Standort und die Schaffung eines endogenen Potenzials ankommen, um bestehende Transferstrukturen deutlicher zu fokussieren und intensiver nutzen zu können.



## 11. Gesamtschau der empirischen Befunde des Schwerpunktberichts

### 11.1 Herausforderung „Zukunftstechnologien“

Zwar liegen der Entwicklung industrieller Technologien gewisse allgemeine Regelmäßigkeiten bzw. – nicht unbedingt immer hinreichend erforschte – kausale Zusammenhänge zugrunde, die allen Sektoren der industriellen Produktion gemeinsam sind, beim genaueren Hinsehen zeigen sich aber auch sehr große sektorale Unterschiede. So weisen auch die im vorliegenden Forschungsbericht behandelten „Zukunftstechnologien“ erhebliche Unterschiede auf, z.B. hinsichtlich des jeweiligen Verhältnis zu der vorwiegend an Universitäten betriebenen Grundlagenforschung, der Rolle von technologieorientierten Unternehmensgründungen bei der Technologieentwicklung und der Natur und der Intensität des staatlichen Einflusses auf den jeweiligen Bereich.

Bei der Förderung der „Zukunftsfelder“ ist zwischen der generellen Förderung der Entwicklung eines Technologiefeldes, die nicht primär an der räumlichen Dimension des Innovationsgeschehens orientiert ist, einerseits und einer regionalorientierten Innovationsförderung andererseits zu unterscheiden. Letzteres läuft heute meistens unter dem Stichwort der „Clusterförderung“ – im vorliegenden Kontext geht es um die Förderung „Technologieorientierter Cluster“ –, viele einschlägige Aktivitäten haben allerdings mit Clusterförderung im engeren Sinne wenig zu tun, wirtschaftsräumliche Effekte gehen jedoch allemal von jeglicher Förderung aus. Zugleich sind auch die nicht primär regional adressierten Maßnahmen zur Förderung bestimmter Technologien beim praktischen Vollzug stets raumwirksam, sind also ex post stets mit einer Matrix raumwirtschaftlicher Effekte verbunden.

Nordrhein-Westfalen befindet sich im Bestreben, „Zukunftstechnologien“ zu fördern und hierbei insbesondere an regionale Innovationspotenziale anzuknüpfen, in bester Gesellschaft: Die amerikanischen Bundesadministrationen, gleichgültig, ob von Demokraten oder Republikanern dominiert, die Regierungen fast aller US-Bundesstaaten, die japanischen, französischen und britischen Regierungen, die Brüsseler Kommission, die deutsche Bundesregierung, die Landesregierungen der süddeutschen Bundesländer engagieren sich in durchaus vergleichbarer Weise. Die meisten dieser Aktionen der Politik sind hier wie andernorts auf intuitive und pragmatische Art entwickelt worden, die Wissenschaft hat flankierend hierzu aus theoretischer Reflektion geborene Konzepte geliefert, das reale Wissen über die Ergebnisse ist jedoch durchaus begrenzt.

Umso wichtiger ist es, verlässliche Informationen über Innovationspotenziale auf den Technologiefeldern zu gewinnen, welche zum Objekt staatlicher Förderung werden oder denen die Politik auf anderem Wege besondere Aufmerksamkeit zukommen lässt. Solche Informationen zu beschaffen, war Aufgabe der Analyse der in NRW vorhandenen regionalen Innovationspotenziale in den ausgewählten „Zukunftsfeldern“.

### **11.2 Empirische Erfassung regionaler Innovationspotenziale für ausgewählte Zukunftstechnologien**

Gegenstand der Untersuchung war es, die Präsenz des Landes NRW und seiner Regionen in ausgewählten Zukunftsfeldern anhand einer empirisch fundierten Analyse zu erfassen und zu bewerten. Eine starke Präsenz des Landes und seiner Regionen gilt dabei als Indiz für eine ausgeprägte Teilhabe an der erwarteten dynamischen Entwicklung der untersuchten Zukunftsfelder. Ein solcher Zusammenhang setzt voraus, dass die relevanten Akteure im Land bzw. in der Region vorhanden sind. Zu diesen zählen in erster Linie die Technologieanbieter einerseits und die Nachfrager technologischer Neuerungen andererseits, die Effizienz- und Qualitätssteigerungen sowie Produktneuerungen erzielen wollen.

*Die quantitative Erfassung der regionalen Ausprägung technologischer Zukunftsfelder: Scheinbar trivial, in Wirklichkeit ein Novum*

Mit diesen Überlegungen ist zugleich ein erster Grundstein für die Analyse gelegt. Sie erfordert die Erfassung der Aktivitäten von Technikanbietern (Bereitstellung von Technologien und Wissen) und Techniknutzern (Anwender der bereitgestellten Technologien und des Wissens) gleichermaßen, um sich den ökonomischen Aktivitäten in einem Zukunftsfeld zu nähern. Der Idealzustand bestünde darin, dass jene Aktivitäten einwandfrei identifiziert werden, die im Zusammenhang mit einer bestimmten Technologie stehen. Es liegt in der Natur der Sache, dass dieses Ideal in der Realität kaum zu erreichen ist. Insbesondere sind die Grenzen zwischen Technikanbietern und -nutzern naturgemäß fließend. Allerdings erlauben die vorhandenen empirischen Grundlagen eine durchaus beachtliche Annäherung, die relevante Einblicke in das regionale Innovationsgeschehen vermittelt.

Anspruch des RWI Essen und seiner Kooperationspartner war es, eine indikatorenbasierte, empirisch umfassende Analyse vorzulegen. Unseres Wissens gibt es in Deutschland bislang keine Studie, die sich mit mehreren Zukunftsfeldern und Indikatoren gleichzeitig auf einer regional sehr tief disaggregierten Analyseebene (Kreise) beschäftigt hat. In Anbetracht des sehr kurzen Projektzeitraums von Juni bis November diesen Jahres galt es, den Spagat zwischen forschungspragmatischen Zwängen auf der einen und dem

Zusammentragen hinreichender empirischer Evidenz auf der anderen Seite zu finden.

Die Verlässlichkeit des empirischen Materials setzt zuallererst eine hinreichend exakte Abgrenzung der Tätigkeiten in einem Zukunftsfeld voraus. In einigen Fällen kann auf vorhandene und akzeptierte Abgrenzungen zurückgegriffen werden, in anderen Fällen sind diese jedoch selbst vorzunehmen. Bei Letzterem besteht in der Regel eine größere Wahrscheinlichkeit der Anpassung, da die wissenschaftliche Diskussion sozusagen erst eröffnet wird. Aber auch etablierte Abgrenzungen bedürfen einer ständigen Revision. Kurzum, jede Abgrenzung ist und bleibt nur eine Annäherung an die Realität.

Ein weiteres Problem betrifft die Verfügbarkeit geeigneter Daten zur Beschreibung der ökonomischen Aktivitäten. Hierzu werden vorwiegend amtliche bzw. quasi-amtliche Daten genutzt. In einigen Zukunftsfeldern genügt dies jedoch bei weitem nicht. Es sind nicht-amtliche Daten (z.B. Daten des Verbands der Vereine Creditreform) auszuwerten oder aber originär zu erheben. Hinzukommt, dass die zukunftsfeldspezifische Betrachtung die Verwendung von Mikrodaten in einigen Fällen unumgänglich macht. Damit tauchen sogleich eine Reihe von Schwierigkeiten auf, die bei ausschließlicher Verwendung aggregierter Daten erst gar nicht zum Vorschein kommen.

Das vorhandene Indikatorenset fokussiert auf wesentliche Indikatoren zur Beschreibung der wirtschaftlichen Bedeutung und technologischen Potenziale. Unter erstgenanntem fallen Angaben zu Umsätzen, Beschäftigten und Produktionswerten, letztgenanntes umfasst Patente, eingeworbene Mittel der direkten Projektförderung des Bundes sowie Kooperationen und Publikationen befragter öffentlicher Forschungseinrichtungen. Während die Projektförderung sowohl von Unternehmen als auch von Forschungseinrichtungen in Anspruch genommen wird, gehen die Patentaktivitäten in der großen Mehrzahl auf Akteure aus der Wirtschaft zurück. Die regionalen Ausprägungen der verschiedenen Indikatoren werden sich also in der Regel unterscheiden.

Ein regionaler Vergleich wirtschaftlicher und technologischer Potenziale muss zweifelsohne unvollständig sein, da nicht alle denkbaren Merkmale zur Charakterisierung derselben in der erforderlichen Qualität und Differenzierungsmöglichkeit zur Verfügung stehen. Dies betrifft zum einen die mangelnde Verfügbarkeit von Forschungsausgaben im Unternehmens- und Wissenschaftssektor für einzelne Zukunftsfelder. Zum anderen wird mit der Betonung von Unterschieden in der Anzahl von Patenten und Fördermitteleinwerbungen stillschweigend vorausgesetzt, dass sich dies auch in höheren Effizienzgewinnen umsetzen lässt. Im Einzelfall kann es aber durchaus

sein, dass ein einziges Patent mehr Wert ist als eine Vielzahl anderer Patente. Weiterführende Analysen wie z.B. Zitationsanalysen würden hier den gedanklich nächsten Schritt darstellen, sich mit der Qualität der Forschungsaktivitäten zu beschäftigen.

Die kurze Diskussion der Ausgangsbedingungen und Möglichkeiten soll verdeutlichen, dass eine aussagekräftige empirische Fundierung der Bewertung regionaler Innovationspotenziale alles andere als trivial ist. In diesem Sinne markiert der vorliegende Schwerpunktbericht auch eine Bestandsaufnahme der grundsätzlichen Möglichkeiten gepaart mit einer Reihe von Hinweisen auf vertiefungswürdige Analysen.

### **11.3 Das Abschneiden von NRW in den Zukunftsfeldern: Überblick**

Der regionale Vergleich – auf welcher Ebene er auch vorgenommen wird – gibt Einblicke, die bisher allenfalls vermutet jedoch nicht hinreichend empirisch belegt wurden. Die Gesamtschau der Befunde zu den Zukunftsfeldern zeigt ein durchaus gemischtes Bild. Schon allein aufgrund seiner Größe zählt NRW in der Regel zu den drei Bundesländern, in denen die höchste absolute Ballung technologischer und wirtschaftlicher Potenziale in den betrachteten Zukunftsfeldern zu beobachten ist. Ein solcher Befund ist allerdings nur ein erster Schritt. Interessanter erscheint die Frage, ob es NRW geschafft hat, in einem Zukunftsfeld bzw. einem Teilsegment des Zukunftsfelds eine führende Rolle einzunehmen. Weitere Fragen betreffen u.a. die räumliche Verteilung der Produktions- und Forschungsstandorte, d.h. inwieweit diese Standorte identisch oder räumlich voneinander getrennt sind.

#### **11.3.1 Volkswirtschaftliche Bedeutung der Zukunftsfelder**

Für die Bewertung regionaler Unterschiede in den Innovationspotenzialen in den ausgewählten „Zukunftsfeldern“ *Biotechnologie, Neue Werkstoffe/Mikro- und Nanotechnologie, Produktionstechnik, Medizintechnik, Energie- und Umwelttechnik* gilt es auch zu berücksichtigen, welchen Stellenwert jeder dieser Felder in volkswirtschaftlicher Hinsicht einnimmt.

So ist das Hervorbringen eines neuen biopharmazeutischen Produkts zur Heilung einer schweren Krankheit anders zu werten als eine Ressourceneinsparung durch den Einsatz einer neuen Maschine. Der volkswirtschaftliche Nutzen von Neuerungen ist grundsätzlich sehr schwer zu bestimmen. Wenn überhaupt, dann gelingt allenfalls eine partielle Betrachtung der Produktion technologiebasierter Güter. Hinzuzurechnen wären noch indirekte Effekte, die bei Zulieferern und Abnehmern auftreten. Für die Schätzung dieser

Effekte sind in der Regel eine Reihe von Annahmen notwendig, die im Einzelfall kaum überprüfbar sind.

Für die Annäherung an die wirtschaftliche Bedeutung ist es wichtig, sich den Unterschied zwischen „Beschäftigungseffekten einer Technologie“ und „von der Technologie betroffene Beschäftigte“ zu vergegenwärtigen. Häufig ist eine Vermengung beider Begrifflichkeiten vorzufinden. In der Regel liegen Angaben für Ersteres kaum vor. Es sind, und so ist es auch in unserem Fall, allenfalls Aussagen zur Betroffenheit der Beschäftigten mit einer neuen Technologie möglich.

Unseren Auswertungen zufolge können nach heutigem Kenntnisstand zuverlässige Angaben einzig zu Technikanbietern der Medizintechnik, Produktionstechnik und Biotechnologie (ohne industrielle weiße Biotechnologie) vorgenommen werden. Unternehmen der Medizin- und Produktionstechnik werden auf der Basis ihres wirtschaftlichen Schwerpunkts konkreten Wirtschaftszweigen der Medizin- bzw. Produktionstechnik zugeordnet, für die amtliche Daten zur Verfügung stehen. Die von uns ermittelten Angaben in den anderen Zukunftsfeldern unterliegen dagegen verschiedensten Einschränkungen, so dass allenfalls ein erster Einblick gegeben werden kann.

Die Zukunftsfelder stellen sich zudem als sehr heterogen in Bezug auf davon unmittelbar betroffene Beschäftigte dar. Die Annäherung an die wirtschaftliche Bedeutung soll darüber hinaus zum Verständnis beitragen, dass die Entwicklung und Herstellung technologiebasierter Güter den Kern der unmittelbaren Anwendung neuer Technologien darstellt.

#### *Aktuelle wirtschaftliche Bedeutung der Technikanbieter variiert zwischen den Zukunftsfeldern*

Die *Produktionstechnik* (Teilbereiche des Maschinenbaus) ist das in wirtschaftlicher Hinsicht bedeutendste aller betrachteten Zukunftsfelder. Unseren Berechnungen zufolge sind deutschlandweit 447 Tausend (Tsd.) sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in produktionstechnikrelevanten Teilbereichen des Maschinenbaus tätig. NRW und Baden-Württemberg sind dabei jene Bundesländer, die traditionell sehr hohe Anteile an dieser Beschäftigung halten. Auf NRW entfallen etwa 98 Tsd. und auf Baden-Württemberg knapp 130 Tsd. Die *Medizintechnikbranche* ist mit einer Beschäftigtenzahl von insgesamt circa 136 Tsd. bereits deutlich kleiner. Davon sind etwa 21 Tsd. sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in NRW tätig. Im Zukunftsfeld *Biotechnologie* (ohne industrielle weiße Biotechnologie) sind einer Hochrechnung des Statistischen Bundesamtes zufolge schätzungsweise 48 Tsd. Personen beschäftigt. Unseren eigenen Analysen zufolge entfallen davon etwa 7,2 Tsd. auf NRW. Die für die anderen Zukunftsfelder ermittel-



ten Beschäftigtenzahlen unterliegen zwar gewissen Einschränkungen. Unserer Einschätzung nach liegen diese aber unter jenen Zahlen, die wir für die Biotechnologie berichtet haben.

### 11.3.2 Patente

Die Auswertung der Patentanmeldungen weist auf beträchtliche Innovationspotenziale in NRW hin, in Relation zur Bevölkerung liegt es aber in den meisten Feldern deutlich hinter den süddeutschen Bundesländern.

Ferner ist eine große Spannweite der technologischen Kompetenzen je nach Zukunftsfeld zu beobachten. Dies wird anhand der unterschiedlichen Anteilswerte NRWs an den Patentanmeldungen beim EPO im Zeitraum von 2001 bis 2006 für die Zukunftsfelder bzw. deren Teilsegmente (**Tabelle 11.1**) deutlich. Bei Beteiligung mehrerer Erfinder wird den Regionen der Anteil an der Patentanmeldung, berechnet als Kehrwert der Zahl der Erfinder, zugewiesen. Sofern es nicht explizit erwähnt ist, handelt es sich stets um anteilige Patentanmeldungen. In der Gesamtschau des Abschneidens von NRW in allen Zukunftsfeldern sind vergleichsweise hohe Potenziale in der modernen *biotechnologischen Forschung*, in der *Produktionstechnik* und in der *Umwelttechnik* auszumachen. In den drei genannten Zukunftsfeldern erreicht NRW von allen Bundesländern die höchsten Anteile an den EPA-Patentanmeldungen.

*Innovationspotenziale von NRW in den Zukunftsfeldern in hohem Maße unterschiedlich*

Allein aus diesem Befund kann aber noch nicht auf eine führende Rolle von NRW geschlossen werden. Denn die hohen Anteile resultieren natürlich auch wesentlich aus dem höheren Bevölkerungsanteil von NRW. Demzufolge ist im mittleren Teil der *Tabelle 11.1* die Zahl der Patentanmeldungen bezogen auf eine Million Einwohner ausgewiesen. Nordrhein-Westfalen liegt mit 66,7 EPA-Patentanmeldungen im Bereich *Biotechnologie* je eine Million Einwohner zwar vor Baden-Württemberg (63,3) aber hinter Bayern (73,4). Etwas größer ist die Diskrepanz in der *Umwelttechnik*. Baden-Württemberg liegt mit 25,7 Patentanmeldungen je eine Million Einwohner vor NRW (18,5) an der Spitze des Bundesländerrankings. Auch in der *Produktionstechnik* führt Baden-Württemberg das Ranking an. Mit einer Patentrelation von 69,2 verfügt es über einen deutlichen Vorsprung gegenüber NRW (44,7).

Tabelle 11.1

**Patentaktivitäten in den Zukunftsfeldern nach Bundesländern**

Patentanmeldungen<sup>1</sup> beim EPO 2001-2006 nach Anmeldejahr und Erfindersitz; Anteile in %

Bundesland	Bio	Med	Prod	NWSt	Mikro	Nano	E-Eff.	E-Ern.	RecWasAbf
BW	13,8	25,0	23,6	22,5	47,1	16,3	34,5	22,2	23,1
BAY	18,6	20,9	16,1	22,7	16,8	34,3	16,9	19,7	12,6
BLN	9,3	3,8	1,5	1,1	2,5	6,2	6,0	1,1	2,0
BBG	2,4	0,9	0,4	0,3	0,0	1,7	1,2	0,8	2,3
BRE	0,4	0,2	0,6	0,3	0,0	0,3	0,0	0,5	0,4
HAM	2,2	2,3	2,6	0,4	0,6	0,6	0,8	2,0	1,4
HES	10,4	12,0	8,1	9,9	8,7	9,2	4,6	10,1	7,9
MV	0,8	0,8	0,2	0,3	0,0	0,5	0,1	1,0	0,4
NIE	5,5	4,1	7,0	8,9	0,1	4,1	2,4	6,6	6,2
NRW	24,5	14,1	25,7	19,9	5,8	13,4	26,9	21,9	28,1
RP	4,5	4,2	5,9	7,0	3,0	2,8	4,6	4,3	4,7
SL	0,5	1,1	0,7	1,8	0,3	1,3	0,4	0,8	1,2
SAC	1,4	1,9	2,4	2,6	6,9	5,3	0,9	2,9	3,1
SA-A	2,8	0,6	0,5	0,7	0,9	0,7	0,1	0,8	1,4
SH	1,6	4,4	3,1	0,3	2,1	0,8	0,4	4,4	4,0
TH	1,2	3,8	1,3	1,2	5,1	2,5	0,3	1,0	1,2
DE	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100,0	100,0	100	100
DE abs.	4 912	1 843	3 137	246	135	1 065	802	210	1 188
Patentanmeldungen 2001-2006 je eine Million Einwohner									
BW	63,3	43,0	69,2	5,2	5,9	16,2	25,8	4,4	25,7
BAY	73,4	30,9	40,6	4,5	1,8	29,4	10,9	3,3	12,0
NRW	66,7	14,4	44,7	2,7	0,0	7,9	11,9	2,6	18,5
Patentanmeldungen 2001-2006 je Tausend Forscher <sup>2</sup>									
BW	8,9	6,0	9,7	0,7	0,8	2,3	3,6	0,6	3,6
BAY	12,5	5,3	6,9	0,8	0,3	5,0	1,8	0,6	2,0
NRW	29,1	6,3	19,5	1,2	0,0	3,4	5,2	1,1	8,1
Patentanmeldungen 2001-2006 bezogen auf 1995-2000									
BW	0,74	1,05	1,03	1,10	2,53	1,01	1,86	0,89	0,82
BAY	0,93	1,18	1,00	1,39	0,72	1,00	1,10	1,10	0,53
NRW	1,53	1,05	0,81	1,05	2,24	1,37	1,76	1,86	0,67

Quelle: Europäisches Patentamt – EPA/EPO, eigene Berechnungen. – <sup>1</sup>anteilige Patentanmeldung: Dieser Wert berechnet sich aus dem Verhältnis Zahl der Erfinder in einem Bundesland dividiert durch die Gesamtzahl der an einer Patentanmeldung beteiligten Erfinder. – Die drei Bundesländer mit den höchsten Anteilen an den Patentanmeldungen sind in absteigender Schraffierung von dunkelgrau zu leicht grau hinterlegt. – <sup>2</sup>Forschungspersonal der Wirtschaft. – Bio: Biotechnologie, Med: Medizintechnik, Prod: Produktionstechnik, NWSt: Neue Werkstoffe, Mikro: Mikrotechnologie, Nano: Nanotechnologie, E-Eff.: Energieeffizienz, E-Ern.: Erneuerbare Energien, RecWasAbf: Recycling, Wasser, Abfall. – BW: Baden-Württemberg, BAY: Bayern, BLN: Berlin, BBG: Brandenburg, BRE: Bremen, HAM: Hamburg, HES: Hessen, MV: Mecklenburg-Vorpommern, NIE: Niedersachsen, NRW: Nordrhein-Westfalen, RP: Rheinland-Pfalz, SL: Saarland, SAC: Sachsen, SA-A: Sachsen-Anhalt, SH: Schleswig-Holstein, TH: Thüringen, DE: Deutschland.

In allen anderen Zukunftsfeldern zeigen sich deutlich ungünstigere Patentrelationen für NRW im Bundeslandvergleich. Besonders eklatant ist der Rückstand in der *Nanotechnologie*. Während in NRW eine Patentrelation

von 7,9 zu beobachten ist, kann Bayern einen knapp viermal höheren Wert vorweisen. Schließlich ist auch das Abschneiden in der *Energieforschung* keineswegs als überdurchschnittlich zu bezeichnen. Gerade hier werden gemeinhin überdurchschnittliche technologische Potenziale in NRW vermutet.

Das Muster ist in gewisser Hinsicht deckungsgleich mit dem seit Jahren bekannten Befund, dass NRW einen unterdurchschnittlichen Anteil am Forschungspersonal und den Forschungsausgaben aufweist. Aufgrund dieser Ausgangsbedingung sollten die geringeren Patentrelationen je Einwohner nicht überraschen. Im Gegenteil, diese entsprechen eher den Erwartungen.

#### *Starke Präsenz der ausgewählten „Zukunftsfelder“ in der NRW-Forschung*

Ein zusätzlicher Erkenntnisgewinn ergibt sich durch die Beantwortung der Frage nach den Erfindungstätigkeiten bei gegebenem Forschungspersonal in der Wirtschaft. Eine höhere Patentrelation würde dabei auf eine stärkere Spezialisierung der Forschung auf das jeweilige Zukunftsfeld hindeuten. Unabhängig vom Rückstand im Niveau wird also gefragt, ob die Forschung in einem Land die ausgewählten Zukunftsfelder stärker akzentuiert.

Die Patentrelationen bei Verwendung des Forschungspersonals als Bezugsgröße sind im unteren Teil der *Tabelle 11.1* angegeben. Mit Ausnahme der *Mikro- und Nanotechnologie* sind stets höhere Patentrelationen in NRW festzustellen. In der *Biotechnologie*, *Produktionstechnik*, *Umweltechnik* und bei den *erneuerbaren Energien* ist diese in etwa doppelt so hoch wie in Bayern bzw. in Baden-Württemberg. In den übrigen Feldern fällt der Unterschied jedoch bedeutend geringer aus.

Der Befund weist darauf hin, dass die ausgewählten Zukunftsfelder im Wesentlichen aus den traditionellen Schwerpunkten der Industrieforschung im Land NRW folgen. Die hohen Patentrelationen in der Biotechnologie und Produktionstechnik stehen unmittelbar im Zusammenhang mit dem vergleichsweise hohen Beschäftigungsanteil in der Chemischen bzw. Pharmazeutischen Industrie und dem Maschinenbau. Mit der Ausnahme der Mikro- und Nanotechnologie folgt die Auswahl der Zukunftsfelder der Logik vorhandener Branchenkompetenzen.

#### *Rückstand zu Bayern und Baden-Württemberg zum Teil verringert*

Der Blick alleine auf die seit Jahren zu beobachtende geringere Forschungs- und Patentaktivität ignoriert jedoch die Tatsache, dass NRW in einigen Zukunftsfeldern Fortschritte zu verzeichnen hat. In der Biotechnologie hat sich die Zahl der Patentanmeldungen um 53% gegenüber der Vorperiode

erhöht. In Baden-Württemberg und Bayern ging die Zahl dagegen zurück (vgl. *Tabelle 11.1*, unten). Grund für den Unterschied sind die starken Zuwächse in NRW im Teilssegment industrielle weiße Biotechnologie. Deutlich höhere Zuwachsraten sind auch bei erneuerbaren Energien zu beobachten. Die Anzahl der Patentanmeldungen erhöhte sich in NRW um 86%, in Bayern dagegen nur um 10%. Im Gegensatz zu den beiden südlichen Vergleichsländern kann einzig NRW einen Anstieg der Patentanmeldungen in der Nanotechnologie vorweisen. Die Zunahme ist mit 37% recht deutlich und lässt auf einen weiteren Aufholprozess von NRW in den nächsten Jahren schließen. Eine unterdurchschnittliche Veränderung der Patentanmeldungen ist einzig in der Produktionstechnik zu erkennen. Dies stimmt insofern bedenklich, da dieses Zukunftsfeld in wirtschaftlicher Hinsicht das bedeutendste aller betrachteten Zukunftsfelder ist. In allen übrigen Zukunftsfeldern ist die Zuwachsrate der Patentanmeldungen in NRW als durchschnittlich im Vergleich zu Bayern und Baden-Württemberg zu bezeichnen.

### 11.3.3 Bundesfördermittelvergabe

In Technologiefeldern, die sich besonderer Beachtung der staatlichen Innovationspolitik erfreuen, liefert die Akquise öffentlicher Fördermittel durch Unternehmen und staatliche Forschungseinrichtungen wichtige Hinweise hinsichtlich der Präsenz einschlägiger Innovationspotenziale. Wohlgermerkt ist jeglicher Analogieschluss von der räumlichen Verteilung der Projektfördermittel auf die regionale Verteilung der *gesamten* Forschungsaktivitäten nebst Identifizierung von Forschungsclustern mit Unsicherheiten behaftet. Erstens stellen die eingeworbenen Summen nur einen Teil dessen dar, was an Forschungsaufwendungen insgesamt aufgebracht wird. Zweitens ist die Förderpolitik Ausdruck des politischen Willens der Bundes- oder der Länderregierungen zur Förderung bestimmter Regionen.

Die Auswertung der Fördermitteldaten bildet in erster Linie die Grundlage dafür, einen möglichen Nachholbedarf in der Fördermittelakquise der Bundesländer aufzuzeigen.

#### *NRW mit geringen Einwerbungen in großen Förderbereichen*

Mit der Ausnahme der Medizintechnik ist für jedes Zukunftsfeld ein beachtliches Volumen an bereit gestellten Mitteln festzustellen (vgl. *Tabelle 11.2*). In absoluter Hinsicht standen die Biotechnologie und die Nanotechnologie in der vergangenen Förderperiode 2001 bis 2006 am meisten in der Gunst des Fördermittelgebers. Gerade in diesen beiden Bereichen weist NRW vergleichsweise geringe Anteile an der Bundesförderung und damit einhergehend deutlich niedrigere Patentrelationen auf. In der Biotechnolo-

gie konnten Unternehmen und öffentliche Forschungseinrichtungen aus NRW zusammengenommen 11 € je Einwohner im Zeitraum 2001 bis 2006 einwerben. In Bayern ist die Relation nahezu doppelt so hoch, in Baden-Württemberg sogar mehr als dreimal so hoch. Das starke Abschneiden von Baden-Württemberg geht maßgeblich auf Einwerbungen des Europäischen Laboratoriums für Molekularbiologie (EMBL) in Heidelberg zurück. Die Abstände in der Nanotechnologieförderung zwischen NRW und den beiden Vergleichsländern sind zwar etwas geringer, bleiben aber beträchtlich.

Tabelle 11.2

**Bundesförderung in den Zukunftsfeldern nach Bundesländern**

Zeitraum 2001 bis 2006; Anteile in %

Bundesland	Bio	Med	Prod-Tech	NWSt	Mikro	Nano	Energie	Umwelt
BW	20,2	8,4	28,8	20,7	18,5	15,2	22,2	20,8
BAY	13,5	5,0	15,5	21,6	21,9	13,2	16,9	6,6
BLN	13,9	18,8	5,3	6,7	10,3	7,2	3,6	8,7
BBG	2,0	0,5	0,5	2,0	2,7	1,2	4,4	3,3
BRE	0,6	10,3	0,9	0,7	0,9	0,5	1,7	0,9
HAM	1,4	1,9	0,6	1,3	2,4	1,2	4,0	2,3
HES	4,9	1,6	5,0	7,1	5,5	5,6	7,3	4,7
MV	0,8	0,4	0,2	0,2	3,0	2,2	1,4	0,7
NIE	7,1	11,1	7,3	6,2	3,0	4,4	7,7	8,9
NRW	10,7	26,5	19,9	14,6	10,2	12,9	17,5	20,2
RP	1,4	1,6	2,5	3,7	3,5	3,4	0,8	2,8
SL	1,3	6,0	0,5	1,5	1,2	3,6	0,9	1,0
SAC	2,6	1,9	8,1	6,9	9,8	21,6	7,8	11,8
SA-A	10,5	1,1	1,8	1,0	0,5	0,6	0,7	3,1
SH	3,5	2,0	0,7	1,8	1,4	0,9	1,6	1,5
TH	5,7	3,0	2,4	4,1	5,2	6,3	1,5	2,7
DE	100	100	100	100	100	100	100	100
DE Mill. €	1 836	42	425	372	628	1 301	957	764
Bundesförderung in € je Einwohner								
BW	34,6	0,3	11,4	7,2	10,8	18,5	19,8	14,8
BAY	19,9	0,2	5,3	6,4	11,0	13,8	13,0	4,1
NRW	10,8	0,6	4,7	3,0	3,5	9,3	9,3	8,5
Bundesförderung in € je Forscher*								
BW	4 847	46	1 599	1 007	1 517	2 590	2 774	2 077
BAY	3 378	29	900	1 094	1 874	2 349	2 210	692
NRW	4 733	269	2 041	1 313	1 542	4 047	4 044	3 728
Bundesförderung 2001-2006 bezogen auf 1995-2000								
BW	2,01	6,30	1,21	2,02	1,54	1,04	1,71	2,03
BAY	3,51	116,01	1,68	2,24	1,27	0,98	1,66	1,85
NRW	1,84	17,71	1,24	20,71	1,21	1,04	1,14	2,16

Quelle: profi-Datenbank, eigene Berechnungen. \*Forschungspersonal der Wirtschaft. – Bezüglich der Länderkürzel und Kürzel für die Zukunftsfelder vgl. *Tabelle 1.3*.

Vergleichsweise hohe Mitteleinwerbungen kann NRW sowohl in der Energie- als auch der Umweltforschung vorweisen. Mit einem Anteil von 20,2% an den Fördermittelsummen für die Umweltforschung liegt NRW nur knapp hinter Baden-Württemberg (20,8%). Etwas größere Abstände zeigen sich zwischen beiden Ländern in der Verteilung der Energieforschungsmittel. Auch hier sind es wieder Einwerbungen einer einzelnen Institution, namentlich des in Freiburg ansässigen Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (ISE), welche einen maßgeblichen Beitrag für die hohen Einwerbungen Baden-Württembergs geben. Bei den Fördermittelsummen je Einwohner wird der Abstand größer, da Baden-Württemberg eine deutlich niedrigere Bevölkerungszahl hat.

Bei Projekten zur Energieforschung weist Baden-Württemberg einen Einwerbungserfolg von knapp 20 € je Einwohner auf. In NRW liegt die Relation nur bei knapp 9 €. Ähnlich wie bei den Patentaktivitäten hellt sich das Bild zwar wieder auf, wenn die Fördermittelrelationen unter Verwendung des Forschungspersonals der Wirtschaft gebildet werden. Die höheren Werte bringen hierbei aber lediglich zum Ausdruck, dass sich für NRW, bei gegebenem Forschungspersonal, eine stärkere Spezialisierung auf die Energie- und Umwelt(technik)forschung erkennen lässt (vgl. *Tabelle 11.2*).

Mit Ausnahme der Medizintechnik ist für jedes Zukunftsfeld ein beachtliches Volumen an bereit gestellten Mitteln festzustellen (*Tabelle 11.2, unten*). In absoluter Hinsicht standen die Biotechnologie und die Nanotechnologie in der vergangenen Förderperiode 2001 bis 2006 am meisten in der Gunst des Fördermittelgebers. Gerade in diesen beiden Bereichen weist NRW vergleichsweise geringe Anteile an der Bundesförderung und damit einhergehend deutlich niedrigere Patentrelationen auf. In der Biotechnologie konnten Unternehmen und öffentliche Forschungseinrichtungen aus NRW zusammengenommen 11 € je Einwohner im Zeitraum 2001 bis 2006 einwerben. In Bayern ist die Relation nahezu doppelt so hoch, in Baden-Württemberg sogar mehr als dreimal so hoch. Das starke Abschneiden in Baden-Württemberg geht maßgeblich auf Einwerbungen des Europäischen Laboratoriums für Molekularbiologie (EMBL) in Heidelberg zurück. Die Abstände in der Nanotechnologieförderung zwischen NRW und den beiden Vergleichsländern sind zwar etwas geringer, bleiben aber beträchtlich.

*Hohe Partizipation von NRW an der Medizintechnikförderung, insgesamt jedoch geringes Volumen*

Einen Sonderfall stellt die Förderung im Bereich der Medizintechnik dar. Die hier verausgabten Mittel im Zeitraum von 2001 bis 2006 gehen im Wesentlichen auf den vom BMBF im Jahr 2000 gestarteten Innovationswettbewerb zur Förderung der Medizintechnik zurück. Allerdings sind die Mittel mit insgesamt 42 Mill. € nicht erheblich. Von der Medizintechnikförde-

rung profitierten zu einem Großteil öffentliche Forschungseinrichtungen. Das Fördervorhaben zielt also mehrheitlich darauf ab, die technologischen Kompetenzen an diesen Einrichtungen zu stärken. Hierfür spricht auch, dass keines der großen Medizintechnikunternehmen Fördermittel aus diesem Bereich eingeworben hat. Gerade am Beispiel der Förderung der Medizintechnik zeigt sich eindrucksvoll, dass die räumliche Verteilung der Fördermittel keinen Analogieschluss auf die räumliche Verteilung der gesamten Forschungsausgaben zulässt.

Dank einer vergleichsweise starken Forschungsbasis an den öffentlichen Forschungseinrichtungen konnte das Land NRW überdurchschnittlich stark am Programm des BMBF partizipieren. Dies drückt sich nicht nur in einem hohen Anteil an den gesamten Fördermitteln in diesem Bereich aus, sondern mündet sogar in einer höheren Bundesförderung je Einwohner.

Abgesehen vom Sonderfall Medizintechnik ist die große Diskrepanz zwischen NRW und den Vergleichsländern in der Fördermittelakquise das durchgängige Muster. Zum Teil spiegeln sich hierin zwar die realen Verhältnisse eines vergleichsweise geringeren Forschungspersonalbestandes im nordrhein-westfälischen Unternehmenssektor wider. Ein nicht unerheblicher Teil der Fördermittel geht jedoch direkt an Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen. Gemessen an den Erfindungstätigkeiten und der starken Präsenz ingenieurs- und naturwissenschaftlich geprägter Institute im Land NRW ist die Akquise von Fördermitteln des Bundes im Bereich der Produktionstechnik und in der Biotechnologie daher als unterdurchschnittlich einzuordnen. Mit Ausnahme der Medizintechnik entsprechen die Abstände der Fördermitteleinwerbungen in den übrigen Zukunftsfeldern in etwa den Abständen bei den Patentaktivitäten.

*Fördermitteleinwerbungen von NRW nahmen bei Neuen Werkstoffen und Umwelttechnik stärker zu*

Die Betrachtung der Veränderung der Fördermittelakquise zeigt durchaus einige Lichtblicke aus NRW Sicht auf. Ausgehend von einem sehr geringen Ausgangsniveau in der Periode 1995 bis 2000 weist NRW bei Neuen Werkstoffen die höchsten absoluten und relativen Fördermittelzuwächse in der Förderperiode 2001 bis 2006 auf. Der absolute Zuwachs in NRW betrug etwa 51,7 Mill. €, in Bayern lag er dagegen bei 44,5 Mill. € (Angaben nicht tabelliert). Ein ähnliches Bild zeigt sich auch im Umweltbereich. Auch hier konnte NRW sowohl die stärksten absoluten und relativen Zuwächse erzielen. Im Bereich Nanotechnologie weist NRW zwar ähnliche Zuwächse wie Baden-Württemberg auf. Zu erwähnen ist aber, dass Sachsen, aufgrund hoher Einwerbungserfolge der zwei Leibniz-Institute in Dresden, den in absoluter Hinsicht stärksten Zuwachs vorweisen kann. In den übrigen Bereichen kann NRW nur unterdurchschnittliche Zuwächse erreichen. Mit

Blick auf die vergleichsweise geringen Patentanmeldeaktivitäten in NRW sind die Fördermittelzuwächse bei Neuen Werkstoffen positiv zu werten.

#### 11.4 Regional vertiefende Analyse zu ausgewählten Zukunftsfeldern

Den Befunden auf der Ebene der Bundesländer folgt in den nachfolgenden Abschnitten eine Erörterung der regionalen Innovationspotenziale. Untersuchungsebene bilden hier die deutschen Stadt- und Landkreise sowie deren Aggregation zu Verdichtungsräumen. Im Gegensatz zur überblicksartigen Darstellung der Bundeslandergebnisse werden die Erkenntnisse getrennt für jedes Zukunftsfeld dargestellt.

##### 11.4.1 Zukunftsfeld Biotechnologie

In keinem anderen Zukunftsfeld wie der Biotechnologie ist ein solch breitenwirksamer Zusammenschluss von Regionen – und zwar deutschlandweit – zu erkennen, die eine sogenannte *BioRegion* bilden. Dies zum Anlass nehmend, widmete sich die regionale Analyse insbesondere der Bewertung der Potenziale dieser BioRegionen.

Mit der BioRegion *BioRiver* verfügt NRW über die bevölkerungsreichste aller BioRegionen Deutschlands. Aufgrund dessen ist es wenig überraschend, dass BioRiver von allen BioRegionen die höchste Beschäftigtenzahl im biopharmazeutischen Zweig der Biotechnologie aufweist. Unseren Schätzungen zufolge liegt diese knapp unter 4 700.

Für die vergleichende Analyse der Patentaktivitäten und Fördermitteleinwerbungen mit anderen BioRegionen sind die grundlegenden Größenunterschiede wiederum zu berücksichtigen. Die Zahl der Patente je eine Million Einwohner im Zeitraum von 2001 bis 2006 ist mit einem Wert von 109,4 in BioRiver etwa halb so hoch wie in der *BioRegion Rhein-Neckar-Dreieck* (214,5) und in der *BioRegion München* (239,8). Aufgrund höherer Zuwachsraten in den vergangenen Jahren konnte BioRiver seinen Rückstand zu den beiden Regionen jedoch merklich verringern.

Die Mehrzahl der Patentanmeldungen geht auf Erfindertätigkeiten mehrerer Personen zurück. Sofern diese sich räumlich weit entfernt voneinander befinden, deutet dies auf den Zugang zu überregionalen Netzwerken von Wissenschaftlern hin. Die Detailanalyse der *Patenterteilungen* in BioRiver zeigt auf, dass etwa 69% der Erteilungen ausschließlich auf Aktivitäten der in BioRiver beheimateten Erfinder zurück geht. Immerhin 31% der gewichteten Zahl der Patenterteilungen sind durch die Teilhabe von mindestens einem Erfinder mit Wohnsitz außerhalb von BioRiver bedingt. Hierunter



finden sich sogar eine Reihe gemeinsamer Erfindungen mit Personen außerhalb Deutschlands.

Auch in Bezug auf die Einwerbungen projektbezogener Bundesförderung schneidet BioRiver schlechter als die Vergleichsregionen ab. Institutionen und Unternehmen der BioRiver Region hatten im Zeitraum von 2001 bis 2006 zusammengekommen 118 Mill. € eingeworben. Die deutlich kleinere BioRegion München kann dagegen Einwerbungen in Höhe von 187 Mill. € vorweisen. Ohne Frage, BioRiver weist beachtliche technologische Kompetenzen auf. Im Vergleich zu den bundesweit führenden BioRegionen besteht – trotz der jüngsten Zuwächse bei den Patentanmeldungen – aber immer noch ein deutlicher Rückstand.

BioRiver ist zwar die größte, aber nicht die einzigste BioRegion von NRW. Von den drei kleineren BioRegionen Ruhrgebiet, Münster und Ostwestfalen werden für Ostwestfalen tendenziell höhere technologische Kompetenzen angezeigt. Ein Fünftel der Biotech-Patentanmeldungen in NRW kommt von Erfindern aus Ostwestfalen. Die Patentaktivitäten stehen dabei vornehmlich im Zusammenhang mit dem in Halle (Westfalen) angesiedelten Forschungszentrum für Futtermitteladditive der *Evonik Degussa*. Die Forschungskompetenz in Ostwestfalen findet sich auch anhand der Fördermittelteldaten wieder. Im Gegensatz zu den Patentaktivitäten ist es nunmehr die Universität Bielefeld, die vergleichsweise hohe Einwerbungserfolge verzeichnen kann. Die jüngsten Forschungserfolge in Ostwestfalen weisen insgesamt auf eine Verbreiterung der Spitze in Bezug auf die biotechnologischen Forschungskompetenzen im Land hin. Aus dem Blickwinkel des Wettbewerbs der Regionen um Fördermittel, Gründer, Investoren betrachtet, ist eine solche Entwicklung durchweg positiv zu werten.

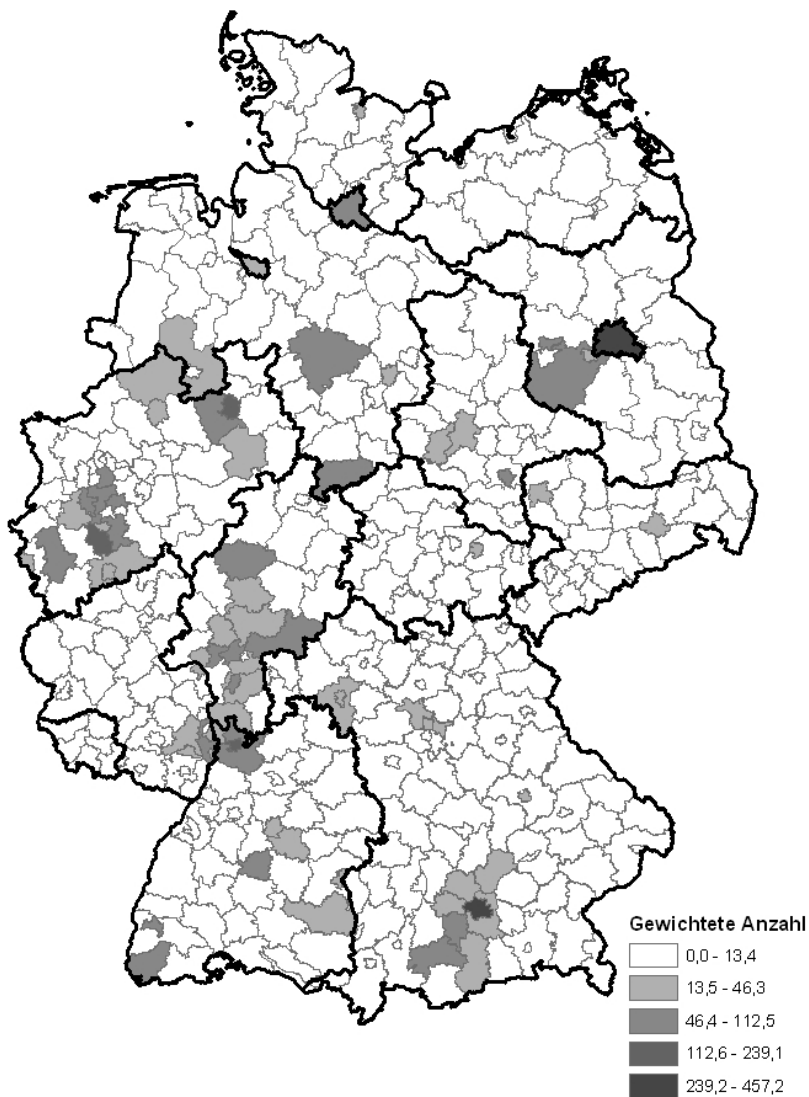
Das Beispiel Ostwestfalen weist auf eine grundsätzliche Erkenntnis bei den Analysen hin. Es sind vornehmlich Patentanmeldungen führender Chemie- und Pharmaunternehmen, die zum positiven Abschneiden derjenigen BioRegionen beitragen, in denen diese Unternehmen Forschungsstätten unterhalten. Diese Beobachtung bekräftigt darüber hinaus, dass die Anwendung moderner biotechnologischer Verfahren schon seit langem ein elementarer Bestandteil der Forschungsaktivitäten der großen Unternehmen ist.

Zum Zweck der Veranschaulichung der regionalen Schwerpunkte in den Patentanmeldeaktivitäten im Bereich Biotechnologie sind in **Karte 11.1** die Anmeldezahlen nach dem Erfindersitz angegeben. Die Erfindertätigkeiten konzentrieren sich hauptsächlich auf die Agglomerationsräume und größeren Städte. Hier befinden sich in der Regel auch die Forschungsstätten der größeren Chemie- und Pharmaunternehmen sowie die Mehrzahl der Standorte öffentlicher Einrichtungen mit Forschungsschwerpunkt Biotechnologie.

Karte 11.1

**EPA-Patentanmeldungen in der Biotechnologie**

Gewichtet mit der Zahl der Erfinder; Zeitraum 2001-2006; nach Anmeldejahr und Erfindersitz



Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

#### 11.4.2 Zukunftsfeld Neue Werkstoffe/Mikro- und Nanotechnologie

Das Zukunftsfeld Neue Werkstoffe/ Mikro- und Nanotechnologie umfasst drei Bereiche, die sich durch Überschneidungen in einigen Fällen und eigenständigen Segmenten in anderen Fällen kennzeichnen lassen. Eine differenzierte Analyse empfiehlt sich gerade bei der tiefer gehenden regionalen Betrachtung, da hier Schwerpunktsetzungen sehr stark variieren können. Die große Schwierigkeit bei Neuen Werkstoffen besteht darin, völlig neuartige Werkstoffe von jenen abzugrenzen, die sich durch inkrementelle Verbesserungen auszeichnen. Keramische Werkstoffe und Verbundwerkstoffe würden eher zu Ersterem zählen, Metalle dagegen eher zum Letztgenannten.

Die regionalen Muster der Patentaktivitäten im Land NRW erlauben einige differenzierte Aussagen. Unabhängig vom betrachteten Teilsegment weist das Rheinland stets eine höhere Zahl an Patentanmeldungen je Einwohner auf. Im Teilsegment Nanotechnologie und keramische Werkstoffe resultiert dies aus der hohen Patentaktivität von Erfindern aus Aachen. Bei den Verbundwerkstoffen sind es die Kreise im Raum Köln und Düsseldorf, welche die hohen Patenzahlen des Rheinlands aber auch von NRW insgesamt begründen. Ein etwas günstigeres Abschneiden von Westfalen zeigt sich im kleinen Teilsegment der keramischen Werkstoffe. Hier entfallen auf Erfinder aus Westfalen etwa 23% der Patentanmeldungen aus NRW. Mit einer Patentrelation von 2,3 (Patentanmeldungen je eine Million Einwohner) liegt Westfalen vor dem Ruhrgebiet (1,8) aber immer noch hinter dem Rheinland. Das Ruhrgebiet schneidet einzig im Werkstoffbereich „Metall“ vergleichsweise gut, wenn auch nicht überdurchschnittlich, ab. Mit 18,6 Patenten je eine Million Einwohner liegt es im Ranking der NRW Verdichtungsräume auf Platz zwei hinter dem Verdichtungsraum Düsseldorf-Wuppertal (22,8).

Zur Einordnung der Befunde in den bundesweiten Vergleich sind exemplarisch anhand der Verbundwerkstoffe die Anmeldezahlen nach dem Erfindersitz in **Karte 11.2** angegeben. Unter den Top 5%-Kreisen mit den höchsten Patentanmeldungen befinden sich mit dem Rheinisch-Bergischen Kreis, Rhein-Sieg-Kreis, Mettmann und Düsseldorf immerhin vier auch aus Nordrhein-Westfalen.

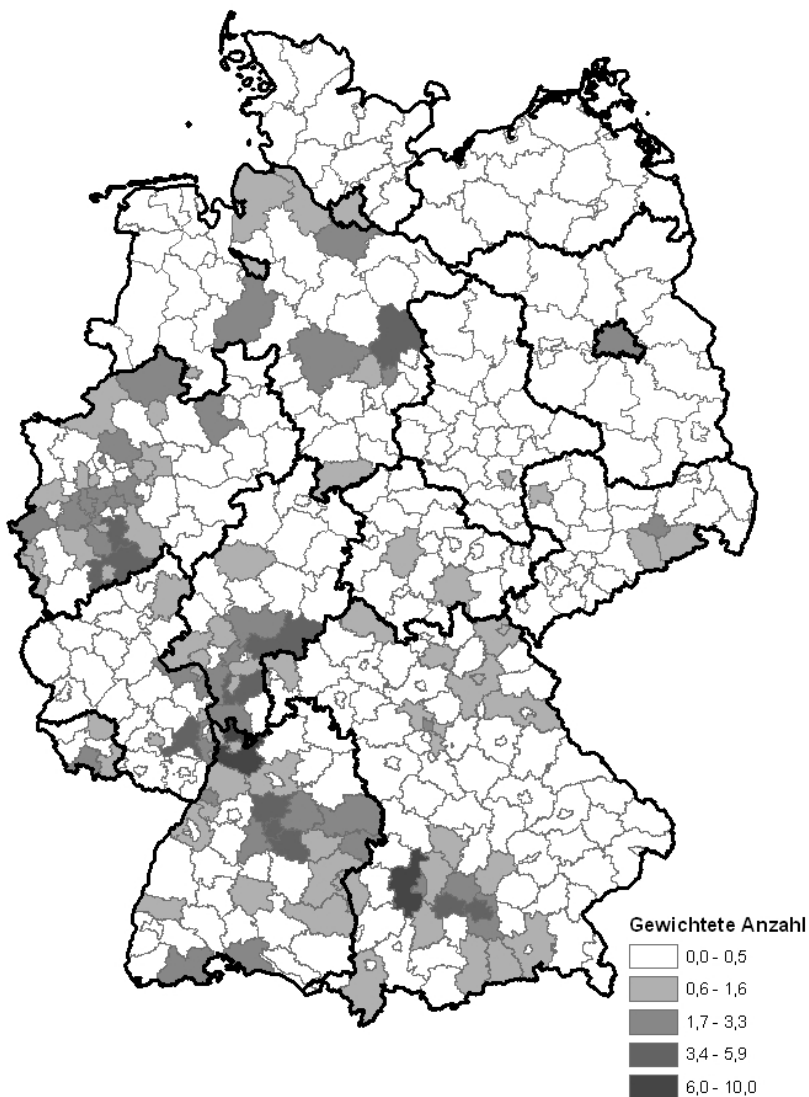
Ein räumlich anderes Muster würde sich bei Zugrundelegung der Patentanmeldungen in der Nanotechnologie zeigen. Hier befinden sich mit den Städten Aachen und Köln nur zwei Kreise aus NRW unter den Top 5%-Kreisen. Es sind insbesondere Kreise aus den südlichen Bundesländern und aus Sachsen, die vordere Plätze einnehmen. Für deren Abschneiden scheint der hoher Besatz mit Beschäftigten in der Elektronik-/Halbleiterindustrie den Ausschlag zu geben. Diesen Standortvorteil kann Aachen, als (derzeit)

führende Nanotech-Region in NRW, nicht aufweisen. Vor diesem Hintergrund ist ein Aufholen des Rückstands grundsätzlich sehr schwierig.

Karte 11.2

**EPA-Patentanmeldungen bei Verbundwerkstoffen (Neue Werkstoffe)**

Gewichtet mit der Zahl der Erfinder; Zeitraum 2001 bis 2006



Quelle: EPO, eigene Berechnungen, Grundlage bildet die Abgrenzung mittels ECLA.

Das Fördermittelranking weist grundsätzlich in die ähnliche Richtung. Die patentfreundigen Regionen sind zugleich jene mit hohen Fördermitteleinwerbungen. Allerdings sind die Gewichte etwas anders verteilt. So partizipieren die Einrichtungen und Unternehmen in Dresden weit überdurchschnittlich und können im Zeitraum von 2001 bis 2006 etwa 246 Mill. € einwerben. Zum Vergleich: Einrichtungen und Unternehmen in Aachen erhalten im selben Zeitraum gerade einmal knapp 50 Mill. €. Das sind etwa 30% der gesamten Mitteleinwerbungen von NRW. Für die übrigen Kreise von NRW werden deutlich weniger Einwerbungen verzeichnet. Beide Punkte begründen einmal mehr die Ausnahmestellung von Aachen, die sich bereits an den Patentaktivitäten ablesen ließ. Bei Neuen Werkstoffen und in der Mikrotechnologie ist das Bild etwas differenzierter. Aufgrund der Präsenz einiger größerer Unternehmen mit Aktivitäten in der Mikrosystemtechnik in Dortmund verfügt NRW neben Aachen über einen zweiten „Leuchtturm“ der Mikrosystemtechnikforschung. So werden für Dortmund Einwerbungen in Höhe von 12,4 Mill. € ermittelt. In Aachen und Düren sind es mit zusammengenommen 21 Mill. € aber immer noch deutlich mehr. Auch bei den Neuen Werkstoffen liegt Aachen vorn. Ähnlich zum Patentgeschehen bei Verbundwerkstoffen sind nunmehr Köln und Düsseldorf im Ranking vorn zu finden.

In der Gesamtschau der Auswertungen zeigen sich sehr ähnliche regionale Muster bei Auswertung der Fördermitteldaten und Patentstatistiken. Dies rührt vornehmlich daher, dass die Förderung nicht nur an öffentliche Forschungseinrichtungen sondern zu großen Teilen auch an Unternehmen geht.

#### 11.4.3 Zukunftsfeld Produktionstechnik

Traditionelle Stärken in NRW betreffen die Herstellung von Maschinen für die Textil- und Bekleidungsindustrie sowie die Herstellung von Maschinen für die Metallerzeugung, von Walzwerkseinrichtungen und Gießmaschinen. Demgegenüber sind die beiden forschungsintensiven Teilbranchen Werkzeugmaschinenbau und Herstellung von Steuerungsanlagen in NRW unterdurchschnittlich vertreten. Dies erklärt im Übrigen auch, warum die Forschungsintensität im Maschinenbau, gemessen am Anteil des FuE-Personals an der Gesamtbeschäftigung, in NRW geringer ist als in Baden-Württemberg und Bayern.

Die Auswertung der Patentaktivitäten zeigt auf, dass NRW seine technologische Stärke eben genau in den genannten Feldern (Textilien, Metall) hat. Für NRW wurden 17,3 EPA-Patentanmeldungen je eine Million Einwohner im Teilegment „Metall-Verfahrenstechnik“ im Zeitraum von 2001 bis 2006 ermittelt. Dies ist mehr als doppelt so viel wie in Bayern (8,4) und immer

noch deutlich mehr als in Baden-Württemberg (11,3). Im Kunststoffbereich liegt NRW mit einer Patentrelation von 9,4 nur knapp hinter Bayern (10,3) und Baden-Württemberg (10,7). In den beiden forschungsintensivsten Teilssegmenten, Werkzeugmaschinenbau und Steuerungstechnik sind die zum Patent angemeldeten Erfindungstätigkeiten in NRW dagegen deutlich geringer als in den beiden Referenzländern. Anhand der **Karte 11.3** ist exemplarisch die regionale Verteilung der Patentanmeldungen im Teilssegment „Kunststoff-Verfahrenstechnik“ angegeben.

Die Deckungsgleichheit wirtschaftlicher und technologischer Potenziale setzt sich allerdings nur zum Teil auf der regionalen Ebene fort. Westfalen zeichnet sich durch eine starke Präsenz im Maschinenbau aus. Knapp 46% des Produktionswerts entfällt auf Betriebe dieser Großregion. Demgegenüber liegt der Anteil Westfalens bei „nur“ 27,5% aller EPA-Patentanmeldungen aus NRW. Auf das Rheinland entfallen 49,1% und auf das Ruhrgebiet 23,4%. Gemessen an einem geringen Produktionswert von 9,5% zeichnen sich die Ruhrgebietsunternehmen durch überdurchschnittliche Patentaktivitäten aus. Die Unterschiede spiegeln im Wesentlichen die Unterschiede in den besetzten Märkten wider. Während westfälische Betriebe eher in weniger forschungsintensiven Segmenten tätig sind, zeigt sich für die Ruhrgebietsunternehmen genau das umgekehrte Bild.

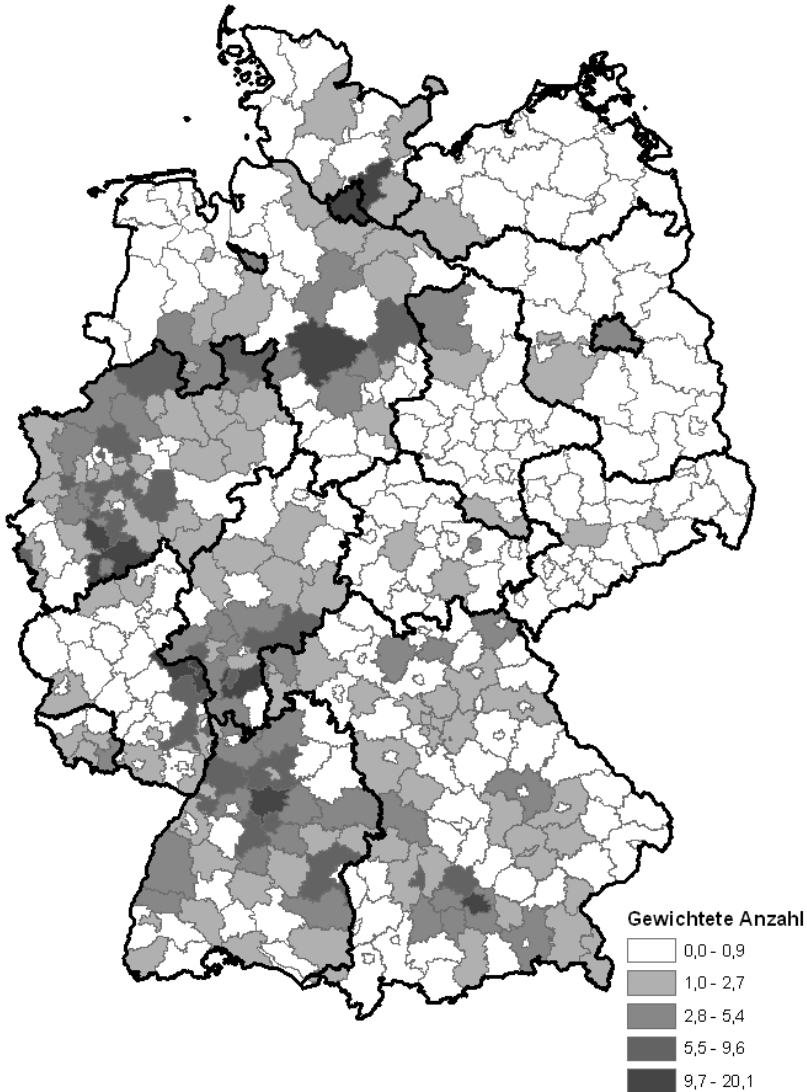
Bei Zugrundelegung der Wohnsitze der Erfinder kann der Kreis Siegen-Wittgenstein die höchste Zahl von Patentanmeldungen verbuchen. Dies deckt sich mit dem Befund, dass dieser Kreis zugleich den höchsten Anteil an den Produktionswerten der Produktionstechnik stellt.

Bei den Fördermitteleinwerbungen ist Siegen-Wittgenstein zwar im NRW Ranking auf einem vorderen Platz zu finden. Im Ranking aller deutschen Kreise spielt der Kreis dagegen keine Rolle, weil die Fördermittel zu einem großen Teil an öffentliche Forschungseinrichtungen fließen. Aufgrund der starken ingenieurwissenschaftlichen Kompetenz in Aachen, die an den verschiedenen Instituten der RWTH Aachen und den beiden Fraunhofer-Instituten (Institut für Produktionstechnologie und Institut für Lasertechnik) vorhanden ist, kann die Stadt Aachen hinter Karlsruhe die zweithöchsten absoluten Mitteleinwerbungen aller Kreise verbuchen. Mit einem Einwerbungsvolumen von 31 Mill. € im Teilssegment Produktionstechnik für den Zeitraum 2001 bis 2006 sind die Beträge in absoluter Hinsicht nicht unerheblich. Hervorzuheben sind zudem die deutlichen Zuwächse in der Fördermittelakquise gegenüber der Förderperiode 1995 bis 2000. Die Ausnahmestellung von Aachen kommt zudem in einem beträchtlichen Abstand in den eingeworbenen Fördermittelvolumina zu den anderen ingenieurwissenschaftlich geprägten Universitätsstädten des Landes NRW zum Ausdruck.

Karte 11.3

**EPA-Patentanmeldungen im Teilssegment „Kunststoffe“ der Produktionstechnik**

Gewichtet mit der Zahl der Erfinder; Zeitraum 2001 bis 2006



Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

Die Detailanalyse von Aachen weist auf eine Reihe verschiedener Initiativen hin, die zur Bündelung der Kompetenzen und deren Sichtbarmachung

insbesondere gegenüber Unternehmen beitragen soll. Diese betreffen u.a. das „Aachen House of Production“ und die Gründung eines eigenen Clubs („Proteca-Club“). Nach Auffassung der von uns befragten Wissenschaftler und Vertreter der Wissenstransferstellen werden diesen Aktivitäten als zentrale Plattform für den funktionierenden Wissenstransfer angesehen. Natürlich wäre eine weitergehende Analyse erforderlich, um diese Einschätzung kritisch unter Einbeziehung der Vertreter der Unternehmenslandschaft zu hinterfragen. Die Aktivitäten in Aachen geben aber zumindest Hinweise auf einige, nicht überall genutzte Möglichkeiten des Wissenstransfers.

Die Aktivitäten der Transferstellen an den Hochschulen stellen eine weitere Option der Intensivierung des Wissenstransfers dar. Mit deren Tätigkeit sind Erwartungen verbunden, neue wissenschaftliche Erkenntnisse einer kommerziellen Nutzung überhaupt bzw. zügiger zuzuführen. Diese Aktivitäten haben naturgemäß Grenzen. So ist das Potenzial für die unmittelbare wirtschaftliche Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse grundsätzlich sehr gering. Zudem gibt aber immer (noch) eine Reihe von Hemmnissen und Vorbehalten auf beiden Seiten, den Wissenschaftlern und Unternehmen. Die Befunde unserer Befragung von Transferstellen der Hochschulen und der Wirtschaftskammern weisen, neben einer Vielzahl anderer Befunde, klar in diese Richtung.

Ausgehend von der positiven Entwicklung der Fördermitteleinwerbungen ist von einer Stärkung der technologischen Kompetenzen an den öffentlichen Forschungseinrichtungen in NRW auszugehen. Von diesem Kompetenzaufbau profitieren in erster Linie Unternehmen des Werkzeugmaschinenbaus. Da diese Unternehmen in NRW deutlich unterrepräsentiert sind, kann NRW am Kompetenzaufbau nicht in dem gewünschten Maße partizipieren. Hierfür spricht auch, dass die befragten Forschungseinrichtungen im Rheinland in deutlich höherem Maße mit Forschungseinrichtungen und Unternehmen in anderen Bundesländern vernetzt sind.

#### 11.4.4 Zukunftsfeld Medizintechnik

In nur wenigen Branchen zeigt sich eine solch starke räumliche Konzentration der Aktivitäten auf einige wenige Regionen wie im Zukunftsfeld Medizintechnik. In der Region um Tuttlingen ist die mit Abstand stärkste Ballung wirtschaftlicher Aktivitäten festzustellen. Im Vergleich dazu zeigen sich in NRW allenfalls Ansätze einer räumlichen Konzentration von Aktivitäten. Am ehesten sind diese noch in Lippe und im Raum Köln/Bonn, dabei insbesondere im Oberbergischen Kreis und Rhein-Sieg Kreis, zu erkennen. Grundsätzlich stellt sich die Verteilung der Beschäftigten nach Kreisen in NRW als wenig konzentriert dar.



In Bezug auf die technologischen Potenziale ist ein deutlicher Rückstand zu konstatieren. Mit der Stadt Aachen ist nur ein einziger Kreis aus NRW unter den Top 5%-Kreisen mit den höchsten absoluten Patentanmeldungen zu finden. Düsseldorf und Köln folgen mit großem Rückstand auf Aachen auf den Rängen 34 und 39 der insgesamt 440 Kreise (vgl. **Karte 11.4**). In den oben genannten führenden Produktionsstandorten in NRW sind nur selten Erfinder beheimatet. Dies deutet darauf hin, dass die führenden Medizintechnikunternehmen im Land NRW geringere technologische Kompetenzen besitzen als die führenden Unternehmen im Tuttlinger Medizintechnikcluster.

Die detaillierte Betrachtung der Unternehmenslandschaft in NRW erhärtet diesen Eindruck. Es mangelt insbesondere an Unternehmen, die in den wachsenden Teilsegmenten der Medizintechnikindustrie agieren. Keines der fünf umsatzstärksten Unternehmen ist in NRW ansässig. Ebenso hat keines der zehn größten NRW Unternehmen der Medizintechnikindustrie an der Forschungsförderung des BMBF in den vergangenen drei Jahrzehnten partizipiert. Demgegenüber konnten die umsatzstarken Unternehmen mit Sitz im Tuttlinger oder Lübecker Medizintechnik-Cluster hohe Mitteleinwerbungen in der Mess-, Regelungs- und Steuerungstechnik, Optische Technologien und Biotechnologie verbuchen. Zudem zeichnen sich diese Unternehmen durch hohe Erfindungstätigkeiten aus, die in Patentanmeldungen münden. Die Ausrichtung der Medizintechnikindustrie in NRW unterscheidet sich damit vollkommen von derjenigen in den führenden Regionen Deutschlands.

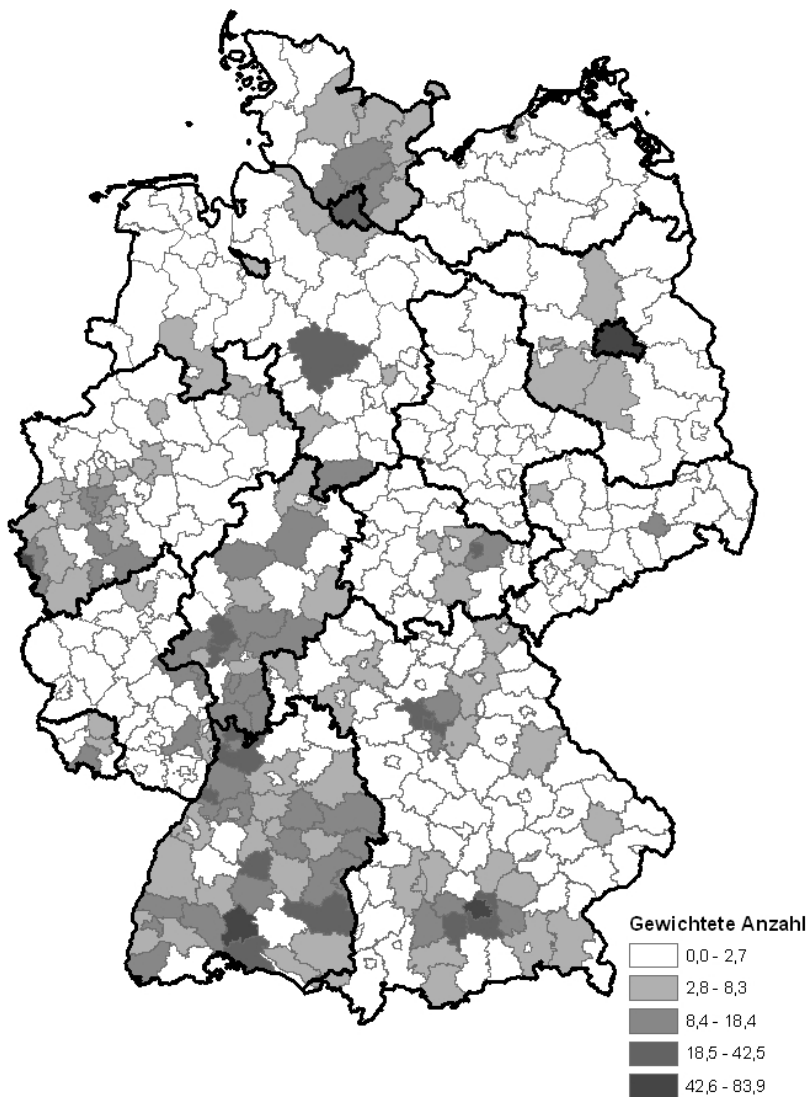
Den geringen technologischen Kompetenzen an großen Produktionsstandorten im Unternehmenssektor auf der einen Seite stehen auf der anderen Seite starke Patentaktivitäten an kleineren Produktionsstandorten gegenüber. Von den NRW Regionen erreicht der Raum Aachen den mit Abstand höchsten Anteil an den Patentanmeldungen. Insbesondere in den vergangenen Jahren hat sich die Erfindungstätigkeit in Aachen deutlich erhöht. Etwa die Hälfte der Patentanmeldungen im Gesamtzeitraum von 1995 bis 2006 gehen auf Erfindungstätigkeiten der Mitarbeiter von *Philips* zurück. Alle anderen Kreise und Regionen in NRW weisen deutlich geringere Patentaktivitäten auf.

Der Befund des Auseinanderfallens zwischen der räumlichen Ballung wirtschaftlicher Tätigkeiten und technologischen Kompetenzen wirkt auf den ersten Blick überraschend. Die Diskrepanz resultiert im Wesentlichen aber daraus, dass die Unternehmen an den großen Produktionsstandorten in Geschäftsfeldern aktiv sind, die sich durch eine marktbedingt geringe Forschungsaktivität auszeichnen.

Karte 11.4

**EPA-Patentanmeldungen in der Medizintechnik**

Gewichtet mit der Zahl der Erfinder; Zeitraum 2001 bis 2006



Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

In diesem Sinne ist die Stärkung der technologischen Kompetenz an den Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen ein naheliegender Weg,

die Medizintechnikforschung auch in NRW weiter voranzubringen. Mit dem im Jahr 2000 gestarteten BMBF-Innovationswettbewerb zur Förderung der Medizintechnik wurde eine solche Möglichkeit geschaffen. Allein drei der insgesamt 12 Kompetenznetze befinden sich in Nordrhein-Westfalen. Kein einziges nordrhein-westfälisches Unternehmen, welches sich nicht direkt oder indirekt im Eigentum von Einrichtungen mit einem öffentlich-rechtlichen Auftrag befindet, kann Mitteleinwerbungen vorweisen. Die Medizintechnik-Förderung des Bundes fließt in NRW also ausschließlich an öffentliche Forschungseinrichtungen.

Die Ausgangsbedingungen für zusätzliche Impulse sind im Ruhrgebiet grundsätzlich nicht schlechter zu beurteilen als im Rheinland. Grundlage für diese Einschätzung sind die Ergebnisse unserer Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen. Demnach zeigen sich sogar etwas höhere Publikationserfolge und Patentaktivitäten der Medizintechnik-Institute im Ruhrgebiet gegenüber denjenigen im Rheinland. Ob die Einrichtungen es jedoch tatsächlich schaffen, marktfähige Produkte und Verfahren zu entwickeln, mit denen signifikante Umsätze erzielt werden können, ist ungewiss. Diese Ungewissheit sowie die Tatsache der geringen Fördermittelzuflüsse sprechen insgesamt dafür, die zu erwartenden Gesamteffekte des Innovationswettbewerbs Medizintechnik als vergleichsweise gering einzustufen. Beides gilt sowohl für NRW als auch für die anderen Bundesländer.

#### 11.4.5 Zukunftsfeld Energietechnik

Einhergehend mit dem politischen Wunsch des massiven Ausbaus der erneuerbaren Energien sind entsprechende Fördermittelzuflüsse in diesbezügliche Forschungsvorhaben zu beobachten. Dies sollte aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass dem Thema der rationellen Energieverwendung und -umwandlung von jeher die größere Bedeutung in der Energieforschung zuteil wurde. Die Energietechnik und die damit verbundene Forschung gibt es in moderner Form seit 150 Jahren. Um eine Senkung des Ressourcenverbrauchs und eine Emissionsreduktion zu erreichen, sind inkrementelle Verbesserungen längst vorhandener Technologien in der Kraftwerkstechnik, den Leitungsnetzen und der Energiespeicherung von großer Wichtigkeit.

Beleg hierfür ist unter anderem, dass die Patentanmeldeaktivitäten im Teilsegment „rationelle Energieverwendung/-umwandlung“ um den Faktor vier höher sind als im Bereich der erneuerbaren Energien. Ebenso wie bei der Analyse der Bundeslandunterschiede wird auch in der räumlichen Verteilung strikt nach den Kompetenzen in diesen beiden Teilsegmenten getrennt.

Im Teilsegment erneuerbarer Energien stellen Erfinder aus dem Raum Aachen 17% der Patentanmeldungen von NRW. Weitere 35% gehen auf Erfinder mit Wohnsitz im Ruhrgebiet zurück. Beide Räume zeichnen sich dadurch aus, dass das Verhältnis von Patenten je Forscher etwa doppelt so hoch wie der Bundesdurchschnitt ist. Während die Ballungen in Aachen vor allem im Zusammenhang mit dem Forschungszentrum Jülich stehen, ist im Ruhrgebiet eine Dominanz des Unternehmenssektors bei den Patentanmeldungen festzustellen. Die technologischen Kompetenzen des Aachener Raums und des Ruhrgebiets folgen also völlig anderen Innovationsmustern.

Im Segment der rationellen Energieverwendung/-umwandlung kommt die tragende Rolle der Forschungstätigkeiten im Unternehmenssektor noch stärker zum Vorschein. Insbesondere die Forschungsaktivitäten am Mülheimer Standort der Siemens AG tragen zum insgesamt positiven Abschneiden von NRW bei. Es ist also keineswegs so, dass Forschungsaktivitäten der Konzerne einzig auf den Sitz der Konzernzentrale konzentriert sind. Das Beispiel der Medizintechnikforschung von Philips im Aachener Raum spricht ebenso für diese Erkenntnis. Allein auf Erfinder mit Wohnsitz in Mülheim entfallen 57 der 215 NRW-Patentanmeldungen in Patentklassen der rationellen Energieverwendung/-umwandlung. Mit deutlichem Abstand folgen der Ennepe-Ruhr-Kreis (16,9 Anmeldungen), Essen (11,4) und Recklinghausen (10,7) (vgl. **Karte 11.5**).

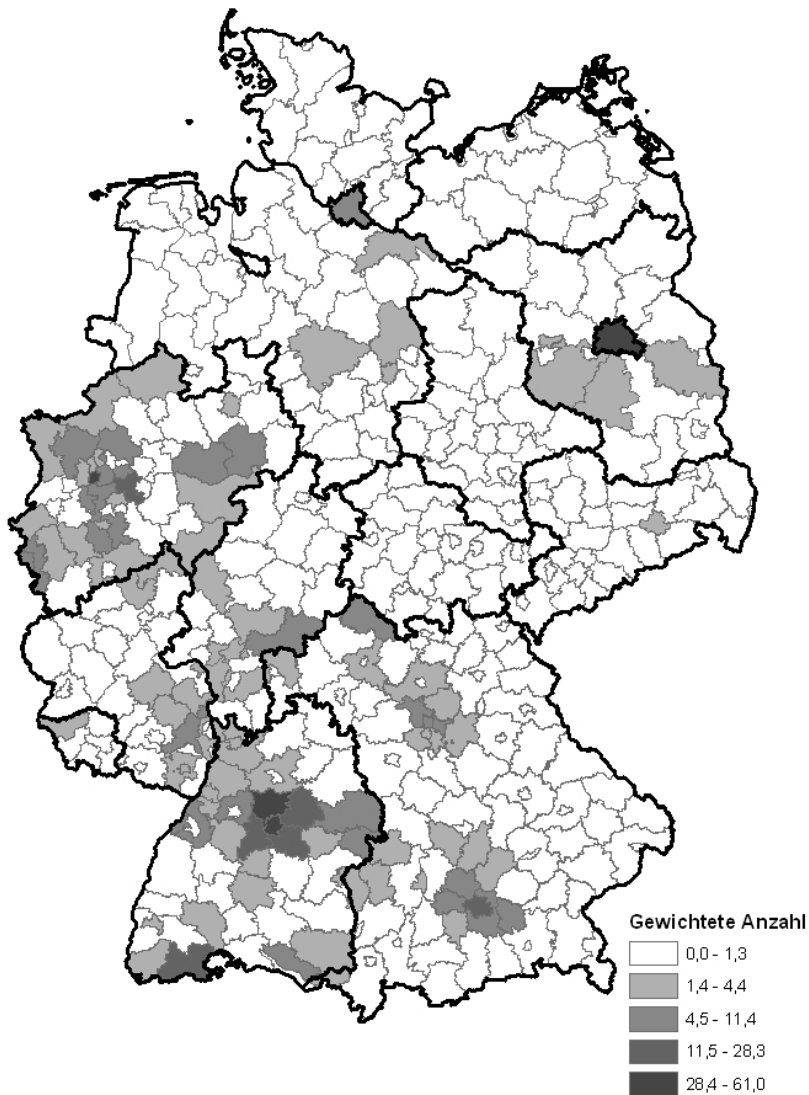
Bei den Kreisen, die sich durch hohe technologische Kompetenzen auszeichnen, ist in der Regel auch ein überdurchschnittlicher Anteil an der Produktion mit Gütern der Energietechnik zu beobachten. So sind eine Reihe von Kreisen/Kreisregionen aus dem Ruhrgebiet vorn im Ranking zu finden, darunter Bochum/Herne, Essen/Mülheim und Recklinghausen (vgl. **Karte 11.6**). Im Bereich der energietechnikaffinen Investitionsgüter handelt es sich bei den in wirtschaftlicher Hinsicht führenden Unternehmen zugleich auch um jene mit hohen technologischen Kompetenzen.

Für die öffentliche Wahrnehmung der Forschungskompetenzen ist dies ein gewichtiger Punkt, da zuweilen die Energieforschung hauptsächlich an öffentlichen Forschungseinrichtungen vermutet wird. Unsere Auswertungen können dies empirisch nicht belegen. Nicht nur, dass Energietechnik-Produzenten die größten Beiträge in der Erfindungstätigkeit erbringen. Ein Beispiel jüngerer Datums, die gemeinsame Gründung des E.ON Forschungsinstitut Energie der E.ON AG und der RWTH Aachen, steht exemplarisch für eine Rückbesinnung der Energieversorger auf ihren Beitrag zur technologischen Entwicklung und es wäre wünschenswert, wenn diesem Beispiel weitere folgen.

Karte 11.5

**EPA-Patentanmeldungen in der Energietechnik-Energieeffizienz**

Gewichtet mit der Zahl der Erfinder; Zeitraum 2001 bis 2006

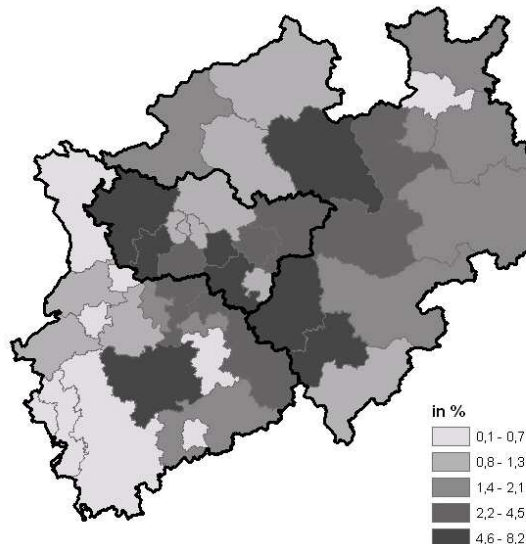


Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

Karte 11.6

**Investitionsgüterpotential in energietechnikaffinen Bereichen des Maschinenbaus in NRW Kreisen**

Produktionswerte nach Kreisen; Anteile in %; 2005



Quelle: Panel der Berichterstattung des Produzierenden Gewerbes, Forschungsdatenzentren des Bundes und der Länder. – eigene Berechnungen und eigene Abgrenzung.

#### 11.4.6 Zukunftsfeld Umwelttechnik

Im Umweltbereich sind zunächst zwei Begriffe grundlegend voneinander zu unterscheiden: Der sogenannte *klassische* bzw. *additive* Umweltschutz befasst sich mit der nachträglichen Emissionsminderung und Beseitigung von Umweltbelastungen. Demgegenüber zielt der *integrierte* Umweltschutz auf Ressourceneffizienz und das Vermeiden von Umweltbelastungen ab. Die Bezüge zur Energietechnik sind offenbar, denn jeglicher Fortschritt in Energieeinsparungen bzw. Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien ist unter dem integrierten Umweltschutz zu subsumieren. Da wir diese Aktivitäten separat im Zukunftsfeld „Energietechnik“ behandelt haben, werden diese im Zukunftsfeld „Umwelttechnik“ nicht noch einmal aufgegriffen.

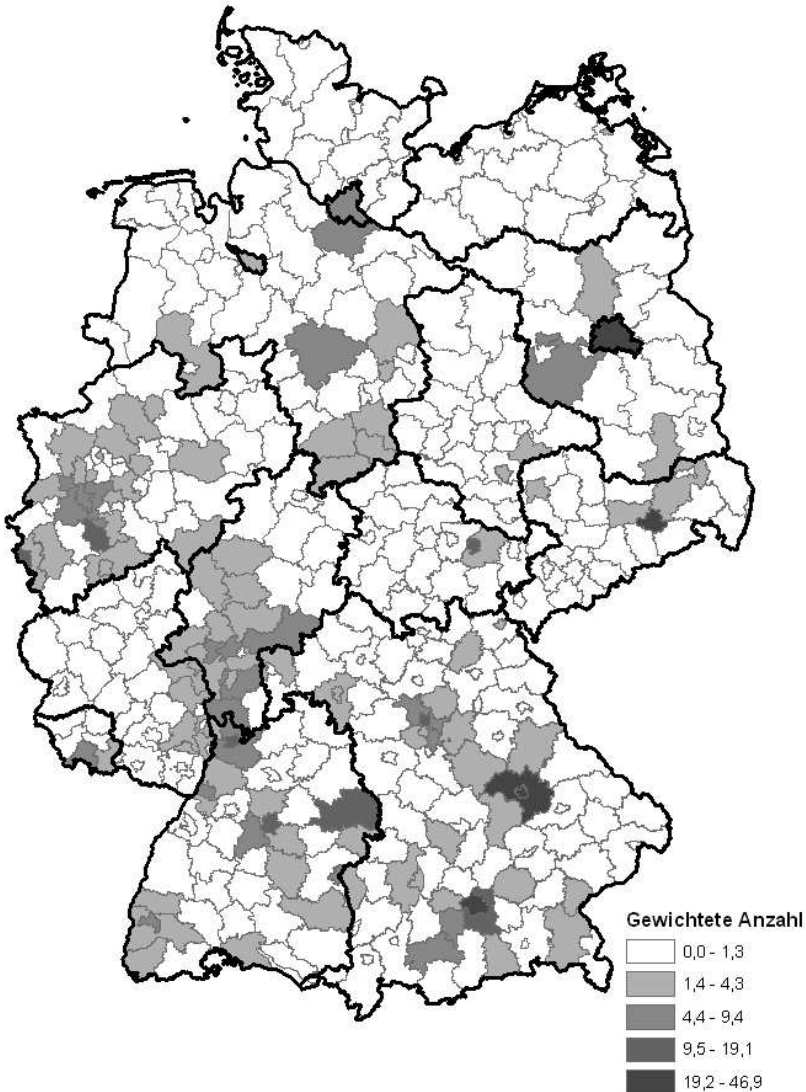
Erfindungstätigkeiten in den von uns definierten Bereichen des Umweltschutzes konzentrieren sich im Wesentlichen auf das Rheinland und Westfalen. Etwa 45% der Patentanmeldungen von NRW gehen auf Erfinder aus Westfalen zurück, weitere 41% kommen aus dem Rheinland. Das Muster

wird maßgeblich von den Erfindungstätigkeiten des additiven und potenziell integrierten Umweltschutzes im Bereich Wasser/Abwasser bestimmt.

Karte 11.7

**EPA-Patentanmeldungen in der Umwelttechnik – Wasser/Abwasser**

Gewichtet mit der Zahl der Erfinder; Zeitraum 2001 bis 2006



Quelle: EPO, eigene Berechnungen.

Bei separater Betrachtung der Abfallbeseitigung schneidet das Ruhrgebiet bedeutend besser ab. Insgesamt ist eine recht breite Erfinderbeteiligung von Unternehmen verschiedenster Branchen (Chemie, Maschinenbau) sowie von Forschungsinstituten zu beobachten. Die breite Erfinderbeteiligung deckt sich mit der Beobachtung, dass viele kleine Akteure in der Umweltschutzgüter-Industrie tätig sind.

Einen genauen Einblick in die Patentanmeldeaktivitäten auf der Kreisebene gibt die **Karte 11.7**. Unter den 22 Kreisen mit der höchsten absoluten Zahl an Patentanmeldungen befinden sich allein neun aus NRW und sieben aus Baden-Württemberg.

Interessanterweise bewegen sich die Anteile der Großregionen an den Umsätzen der Umwelttechnik-Produzenten in einer ähnlichen Größenordnung wie die Anteile der Regionen an den Patentanmeldungen. 42,4% der Beschäftigten sind in Westfalen tätig und 42,1% im Rheinland. Bezogen auf die Verteilung der Umsätze, sind die westfälischen Unternehmen keineswegs technologisch schwächer aber auch nicht stärker wie die Unternehmen an Rhein und Ruhr.

Gemessen an den hohen Patentanmeldeaktivitäten in Westfalen können westfälische Kreise allerdings nur unterdurchschnittlich an der Bundesförderung partizipieren. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass die Bundesförderung zunehmend Maßnahmen des integrierten Umweltschutzes akzentuiert. Damit geht einher, dass die im Rheinland und Ruhrgebiet vertretenen Einrichtungen und Unternehmen mit hohen fertigungstechnischen Kompetenzen stärker an der Förderung partizipieren können als dies noch vor einigen Jahren der Fall war.





## 12. Innovationspolitik: Kontext, Optionen, Empfehlungen

### 12.1 Basis der Ausführungen und synoptische Übersicht über die Empfehlungen

Die im vorliegenden Kapitel enthaltenen *Ausführungen zur Innovationspolitik beziehen sich auf beide Teile des Innovationsberichts* – die indikatorbasierte Gesamtschau des Innovationsgeschehens im Teil A (Indikatorenbericht) und die Untersuchung der sechs „Zukunftsfelder“ im Teil B (Schwerpunktbericht). Die Ausführungen zu den Letzteren erhalten freilich besonderes Gewicht, was die Einordnung des vorliegenden Textes in den Gesamtbericht als abschließendes 14. Kapitel des Teils B (Schwerpunktbericht) rechtfertigt.

Die im vorliegenden Kapitel enthaltenen Empfehlungen gründen auf den vorangehenden empirischen Analysen, aber sie sind nicht im strengen Sinn aus diesen „abgeleitet“. Wie ist dies zu verstehen? – Die zentrale Aufgabe der Untersuchung bestand darin, eine Bestandsaufnahme der regionalen Innovationspotenziale in Nordrhein-Westfalen vorzunehmen und diese in den deutschen Innovationskontext einzuordnen. Dies ist, wie wir deutlich gemacht zu haben hoffen, alles andere als eine triviale Aufgabe. Nicht von ungefähr wird in der vorliegenden Untersuchung erstmals der ernsthafte Versuch unternommen, die bereits seit vielen Jahren im Visier der Aufmerksamkeit der Politik stehenden Technologiefelder bzw. „Cluster“ mit empirischen Daten zu unterlegen.

Die hieraus resultierenden Aussagen positiver Natur lassen freilich aus grundsätzlichen epistemologischen Gründen normative Aussagen dahingehend nicht zu, der Staat solle dies oder jenes tun, um an der Veränderung eines beobachteten Zustandes mitzuwirken. Hierfür bedarf es zunächst einmal eines „Koordinatensystems“, welches eine Bewertung der beobachteten Fakten und Strukturen im Hinblick auf die Realisierung zumindest indirekt im Grundgesetz verankerter und gesellschaftlich akzeptierter Ziele – ökonomische Wohlfahrt, Nachhaltigkeit – gestattet. Unentbehrliches Erkenntnisinstrument ist sodann das in der ökonomischen Theorie verankerte, teils empirisch gesicherte, teils hypothetische Wissen. Hierzu gehören speziell natürlich auch die Erkenntnisse der Innovationsökonomik und der in einschlägigen Schriften enthaltene reiche Fundus an praktischem Wissen über innovationspolitische Fragen. Naheliegenderweise greifen die Autoren auch stark auf die in der innovationspolitischen Diskussion diskutierten „best practices“ zurück. Hierbei handelt es sich in der Regel um solche Praktiken, die in allen hoch entwickelten Marktwirtschaften vielfach angewendet und wechselseitig imitiert werden.

*Best practices* implizieren, so könnte man glauben, dass die Wissenschaft über genaue Kenntnisse bezüglich der relevanten Kausalbeziehungen und der tatsächlichen Wirkungen der angesprochenen Praktiken verfüge. Dem ist bei realistischer Betrachtung der Dinge in den meisten Fällen nicht so. Das Förderinstrumentarium der Technologiepolitik wurde überwiegend auf intuitivem Wege entwickelt und nach dem „*Trial-and-Error*“-Prinzip erprobt. Praktiker spielten hierbei naturgemäß eine tragende Rolle, gelegentlich aber auch – und in jüngster Zeit wohl etwas häufiger – Wissenschaftler. Die Entwicklung des Clusterkonzepts durch Michael Porter ist hierfür ein herausragendes Beispiel. Bei diesem Konzept handelt es sich zweifellos um eine geniale Übersetzung industrieökonomischer Erkenntnisse, die in ihrer ursprünglichen Form einem breiten Publikum kaum zu vermitteln gewesen wären, in ein praktisches, in der Politik unmittelbar nutzbares Handlungskonzept. Es wäre allerdings verfehlt zu glauben, dass sich hinter diesem Konzept bereits eine volle Einsicht der Wissenschaft in die relevanten Zusammenhänge verberge. Vielmehr steht hier neben empirisch weitgehend gesicherten Einsichten auch viel Hypothetisches.

Wie schwierig sich die Beurteilung der Wirkungen technologiepolitischer Maßnahmen in der Praxis darstellt, zeigt die Diskussion um den 1980 in den Vereinigten Staaten verabschiedete *Bayh-Dole Act* (U.S. Congress 1980). Dieses Gesetz schuf eine einheitliche legislative Grundlage für die Behandlung von Erfinderrechten, die mit aus amerikanischen Bundesmitteln finanzierten Forschungsprojekten verbunden waren. Es vereinheitlichte die zuvor unterschiedliche Patentpolitik der zahlreichen mit der Vergabe von Forschungsaufträgen befassten amerikanischen Bundesbehörden. Den Universitäten wird nach dem Gesetz ein Eigentumsrecht an den aus solchen Forschungsprojekten hervorgehenden Erfindungen zugesprochen. Sie sind im Gegenzug dazu verpflichtet, Patente anzumelden und die Resultate der Forschungsprojekte durch Vergabe von Lizenzen kommerziell zu verwerten. Die hieraus resultierenden Erträge werden zwischen den beteiligten Forschern und der Universität bzw. der Fakultät geteilt, ein kleinerer Teilbetrag bleibt der Unterstützung des Technologietransfers vorbehalten. Das Ziel der Gesetzesinitiative bestand zum einen darin, die Position der Universitäten und Forscher in den mit Bundesmitteln finanzierten Projekten zu stärken, zum anderen darin, den Wissenstransfer aus den Universitäten in die Wirtschaft anzukurbeln. Der *Bayh-Dole Act* fand zahlreiche Nachahmer in anderen Industrieländern, so auch in Deutschland. Hier stand es bei der Neufassung des Arbeitnehmererfindungsgesetzes Pate.

Unter amerikanischen Innovationsökonomern sind die Wirkungen des *Bayh-Dole-Act* allerdings höchst umstritten (zur Diskussion vgl. Mowery, Sampat 2006: 176-180). Die Mehrheit der damit befassten Forscher billigt dem Gesetz positive Wirkungen auf die Patentierfreudigkeit und auf die wirt-

schaftsnahe Forschungstätigkeit amerikanischer Wissenschaftler zu. Eine Minderheit indes – was in Forschungskontexten freilich wenig in der Sache besagt – bestreitet nicht nur die von vielen diagnostizierten positiven Effekte, sondern lastet diesem Gesetz sogar negative Wirkungen an. Die empirischen Befunde fallen – je nach Sichtweise – sehr unterschiedlich aus. Ein harter Nachweis wurde unseres Wissens weder pro noch contra *Bayh-Dole-Act* geführt, wiewohl aus unserer, freilich auch nur intuitiv begründeten Sicht, die Befürworter des Gesetzes die besseren Argumente auf ihrer Seite haben.

Der Hinweis auf nur unzureichend gesichertes Wissen über die Effekte vieler innovationspolitischer Maßnahmen soll zeigen, dass Innovationspolitik sich keineswegs immer auf dem Boden gesicherter wissenschaftlicher Erkenntnisse über die Wirkungszusammenhänge bewegt, die das Innovationsgeschehen bestimmen. Praktische Politik kann indes nicht auf perfekte Lösungen warten und Berater, die sich unter Verweis auf fehlendes definitives Wissen jeglichen Ratschlags enthalten, sind schlechte Ratgeber. Die Autoren nehmen daher im Folgenden auch zu Fragen der politischen Gestaltung Stellung.

Dabei ist das rechte Maß zwischen den noch am ehesten wissenschaftlich zu begründenden generellen Aussagen und dem seitens der Politik gewünschten Maß an „Konkretheit“ der Aussagen zu finden. Konkrete Ratschläge setzen in der Regel eine recht intime Kenntnis der Stärken und der Schwächen einzelner Projekte voraus. Eine solche ist bei der Ministerialbürokratie vorauszusetzen. Sie lässt sich aber keinesfalls bei der cursorischen Betrachtung einzelner Aktivitäten im Rahmen eines Untersuchungsauftrags erwerben, der noch dazu einen ganz anderen thematischen Schwerpunkt – Identifizierung regionaler Innovationspotenziale in sechs „Zukunftsfeldern“ – hatte und im Verlaufe von gerade einmal fünf Monaten zu bearbeiten war. Wir werden also nur dort konkret, wo wir dies aufgrund der gewonnenen Informationsbasis verantworten können. Alle Empfehlungen werden im Vertrauen darauf artikuliert, dass alle durch die Politik eingeleiteten Maßnahmen letztlich auf den Prüfstand von anspruchsvollen wissenschaftlichen Evaluationen gestellt werden.

Das RWI Essen und der Stifterverband Wissenschaftsstatistik hatten bereits im Innovationsbericht 2006 (RWI, Stifterverband 2006: 583-614) ausführlich zur innovationspolitischen Agenda Stellung genommen. Die dort getroffenen Aussagen grundlegender Natur sind natürlich nach wie vor gültig. Wir bemühen uns daher, insbesondere auf die neueren Entwicklungen einzugehen und Überlegungen im Anschluss an die Analyse der „Zukunftsfelder“ dazustellen. Dies sollte allerdings die Wiederholung von Argumenten grundsätzlicher Natur nicht ausschließen, gilt doch gerade in politischen

Zusammenhängen, dass gar nicht oft genug auf gewisse Erkenntnisse und Fakten hingewiesen werden kann.

Die Empfehlungen zur Innovationspolitik sind im Text jeweils durch graue Unterlegung und Umrahmung hervorgehoben und werden jeweils in ihrem inhaltlichen Kontext genannt und erläutert. Die nachstehende Synopse (**Übersicht 12.1**) dient der Orientierung der Leser/innen. Hier werden die 16 Empfehlungen aufgelistet. Der rechten Spalte ist zu entnehmen, auf welcher Seite sich die Empfehlung im vollen Wortlaut findet. Dort sind auch Hintergründe, Begründungen und nähere Erläuterungen nachzulesen.

#### Übersicht 12.1

##### Synopse der Politikempfehlungen

<i>Lfd. Nr.</i>	<i>Wortlaut</i>	<i>Seite</i>
1.	Durch weitere Umschichtungen im Landeshaushalt sollten mittel- und langfristig mehr Mittel für die Innovationspolitik bereitgestellt werden. Des Weiteren sollte der Dialog mit der Wirtschaft zur Umsetzung von PPP-Projekten (Public Private Partnership-Projekten), der in den letzten beiden Jahren erfolgreich angelaufen ist und bereits gute Ergebnisse erbracht hat, weiter fortgesetzt und intensiviert werden.	566
2.	Alle sechs untersuchten Technologiefelder sind für das Land Nordrhein-Westfalen von herausragender strategischer Bedeutung und bergen z.T. beachtliche Potenziale für die künftige Innovationsfähigkeit. Die Landesregierung sollte die im Rahmen der Innovationspolitik definierten Förderansätze gezielt weiterverfolgen.	568
3.	Bei der Förderung der Zukunftsfelder sollte die Vernetzung und Stärkung der regionalen Innovationskerne, von denen Ausstrahlungseffekte auf die Entwicklung des betreffenden Technologiefelds in Nordrhein-Westfalen insgesamt, aber auch auf die regionale Wirtschaft ausgehen können, besonders in den Blick genommen werden.	568
4.	Innovationsförderung sollte stark auf die systemischen Zusammenhänge des Innovationsgeschehens Rücksicht nehmen, d.h. die zwischen den Sektoren bestehenden Verflechtungen und die für eine Entwicklung der Technologie auf breiter Basis notwendigen Austauschprozesse zwischen Grundlagen- und angewandter Forschung sollten unterstützt werden. Hierbei sollte auch das jeweils „schwächste“ Glied in der Innovationskette Aufmerksamkeit finden, also z.B. die Vernetzung zur Wirtschaft dort gestärkt werden, wo die Unternehmen bislang nur in begrenztem Maße partizipieren.	569
5.	Die Förderung von Spitzentechnologien sollte auch außerhalb der „Zukunftsfelder“ durch Förderangebote für konventionelle Technologien ergänzt werden.	570
6.	Das Land sollte in seiner Beschaffungspolitik auf Feldern, auf denen sich dies anbietet, technisch innovativen Lösungen auch dann eine Chance geben, wenn diese nicht die kostengünstigste Lösungsvariante darstellen ( <i>innovation procurement</i> ). Die Ausschreibungsregeln sollten entsprechend modifiziert werden.	570
7.	Verstärktes Augenmerk sollte in der Innovationspolitik des Landes der Verbleib der in den heimischen Hochschulen ausgebildeten hochqualifizierten Fachkräfte nach dem Studium bzw. der Promotion finden. Wir schlagen den Aufbau eines Monitoringsystems bzw. die Durchführung von systematischen Verbleibsstudien vor. Auf der Basis gesicherter Erkenntnisse über den Verbleib der Absolventen sollten gezielt Anreize dafür geschaffen werden, erfolgreiche Forscher im Land zu halten und auswärtige Forscher für das Land zu gewinnen.	571

## noch Übersicht 12.1

<i>Lfd. Nr.</i>	<i>Wortlaut</i>	<i>Seite</i>
8.	Mit dem Hochschulfreiheitsgesetz wurden günstige institutionelle Rahmenbedingungen dafür geschaffen, dass die Hochschulen in eigener Verantwortung ihre Profilbildung vorantreiben können. Diese Anstrengungen sollten durch die Innovationspolitik weiterhin in jeder Beziehung unterstützt werden. Hierbei kann vom Erfolg der RWTH Aachen in der Exzellenzinitiative eine erhebliche Signalwirkung ausgehen.	572
9.	Das Land sollte die Akteure in Wissenschaft und Wirtschaft gezielt bei der Einwerbung von Bundes- und EU-Mitteln unterstützen, um so mittel- und langfristig den Anteil NRWs an der Bundes- und EU-Förderung zu erhöhen.	573
10.	Bei der staatlichen Förderung der Zukunftsfelder sollten, wie dies in den heutigen Förderstrukturen bereits angelegt ist, individualisierte „maßgeschneiderte“ Förderkonzepte zur Anwendung kommen, welche den Besonderheiten des jeweiligen Feldes hinsichtlich Technologieattributen und -genese, Beziehungen zur Grundlagenforschung, sektoralem Innovationsregime, Marktakteuren und der Akteurskonstellationen im Umfeld des Technologiefeldes gerecht wird.	577
11.	Die im Land NRW vorhandenen biotechnologischen Kompetenzen bei großen Chemie- und Pharma-Unternehmen, Biotech-Unternehmen, Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen gilt es zu bündeln und deren Wahrnehmung nach außen gezielt zu erhöhen. Nach dem Vorbild von CLIB sollte das Land gezielt bei den Akteuren um die aktive Beteiligung an überregionalen Initiativen werben und diese bei Bewerbungen unterstützen. Ein besonderes Augenmerk sollte auf Vorhaben im Teilsegment industrielle Biotechnologie gelegt werden. Hierzu sollte die Wissensbasis an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen gezielt ausgebaut werden.	579
12.	Angesichts der ausgezeichneten Basis NRWs in der konventionellen Werkstoffproduktion und seiner ansehnlichen, aber durchaus noch verbesserungsfähigen Position bei der Entwicklung von Neuen Werkstoffen und Nanotechnologie sollte der Ausbau der auf diesem Felde bestehenden Innovationskerne bzw. auch der gerade in jüngster Zeit in der „Metropole Ruhr“ ins Leben gerufenen Initiativen zügig vorangetrieben werden. Dies sollte in enger Partnerschaft mit der Wirtschaft geschehen.	584
13.	Die bestehenden Innovationskerne im Bereich „Produktionstechnik“ sollten in enger Partnerschaft von Hochschulen, Forschungsinstituten und Unternehmen ausgebaut werden.	586
14.	Beim Ausbau des Zukunftsfeldes Medizintechnik sollte – aufbauend auf bestehenden Ansätzen – die sachliche und räumliche Profilbildung in enger Kooperation mit der Wirtschaft, insbesondere einschlägig ausgewiesenen Großunternehmen, vorangetrieben werden.	588
15.	Die durch die Landesregierung eingeleitete Technologieoffensive auf dem Feld „Energieforschung“ sollte energisch umgesetzt und die auf diesem Gebiet vorhandenen bzw. auch in jüngster Zeit neu gegründeten Kompetenzzentren sollten gezielt ausgebaut werden. Parallel zu Forschungsprojekten, die auf die Erhöhung des Wirkungsgrades der konventionellen Energieumwandlungstechnologien abzielen, sollte die Forschung im Bereich erneuerbarer Energien, aber auch die Forschung zum Zweck der rationellen Energieverwendung und -umwandlung intensiviert werden.	591
16.	Die in NRW bestehenden Kompetenzzentren für Umwelttechnologien sollten weiter gestärkt und die Vernetzung mit den auf diesem Gebiet tätigen Unternehmen vorangetrieben werden.	592

## 12.2 Rekapitulation der Ausgangslage

### 12.2.1 Stärken und Schwächen des Innovationsstandorts NRW

Der Innovationsbericht 2007 bestätigt das im Vorgängerbericht von 2006 gezeichnete Bild von den Stärken und Schwächen des Innovationsgeschehens im bevölkerungsreichsten deutschen Bundesland. Nordrhein-Westfalen verfügt über eine beachtliches Humankapital, eine gute Bildungs- und Forschungsinfrastruktur, eine vielseitige, stark vom exportorientierten Verarbeitenden Gewerbe und zunehmend von modernen Dienstleistungen dominierte Wirtschaftsstruktur sowie eine sehr gut entwickelte Infrastruktur. In den Forschungslabors der Industrie wird eine Vielzahl von Erfindungen entwickelt, welche für einen ununterbrochenen Strom von technischen Neuerungen in Produktionsprozessen und Produktpaletten sorgen. Unter den Hochschulen des Landes befinden sich etliche, die Herausragendes in der theoretischen und angewandten Grundlagenforschung leisten, z.B. auf ingenieurwissenschaftlichem Gebiet die kürzlich in der Exzellenzinitiative zur „Eliteuniversität“ gekürte RWTH Aachen.

Der Blick auf die zweifellos auf vielen Gebieten des Innovationsgeschehens vorhandenen Stärken, auf im Lande ansässige forschende Unternehmen mit Weltgeltung, auf „*Hidden Champions*“ des hoch innovativen Mittelstandes und auf eine Fülle von Patenten nicht nur in konventionellen Technologien, sondern auch in den Spitzentechnologien des 21. Jahrhunderts sollte allerdings den Blick nicht auf die tatsächlichen Relationen verstellen: Nordrhein-Westfalen repräsentiert – gemessen an der Forschungs- und Patentstatistik – im Kreis der europäischen und deutschen Technologieregionen gutes Mittelmaß und nicht Spitze. Vor allem der Vergleich mit den beiden süddeutschen Flächenländern sollte jeden Anflug von falscher Selbstzufriedenheit im Keim ersticken. Spitzentechnologie wird in Deutschland zwar keineswegs ausschließlich, aber doch in erstaunlichem Maße südlich der Mainlinie produziert. Der egalitäre Impuls im Bildungswesen des Landes verflüchtigt sich auf dem Weg zu den tertiären Bildungsabschlüssen, also just dort, wo die „Tickets“ für die lukrativeren Erwerbskarrieren gelöst werden. Die nordrhein-westfälischen Schulen haben mit den gleichen Problemen der besseren Integration bildungsferner Bevölkerungsschichten zu kämpfen wie diejenigen der anderen Bundesländer.

Nordrhein-Westfalen kann aber zweifellos schon aufgrund seiner Bevölkerungszahl und des damit verbundenen Innovationspotenzials und wirtschaftlichen Gewichts auf einigen Feldern numerisch mit den süddeutschen Bundesländern gleichziehen bzw. diese übertreffen. Es verfügt über die größte Zahl an Hochschullehrern, Studierenden und – letzteres leider nicht in der gleichen Relation – Absolvent(inn)en. Es dominiert gemeinsam mit den pa-

tentfreudigen Bayern und Baden-Württembergern das inländische Patentgeschehen beim Deutschen Patent- und Markenamt und das deutsche Anmeldersegment beim Europäischen Patentamt. Auch kann NRW auf eindrucksvolle Zahlen hinsichtlich des in den Forschungsstätten der Wirtschaft und staatlichen außeruniversitären Forschungseinrichtungen beschäftigten Forschungspersonals verweisen. Dies gilt auch in Hinblick auf die getätigten monetären Forschungsaufwendungen. Echte Überlegenheit im Innovationsgeschehen sieht freilich anders aus. Die gesamtwirtschaftliche Forschungsintensität und hierunter insbesondere diejenige des Wirtschaftssektors ist – gemessen am Barcelonaziel und dem, was die süddeutschen Bundesländer auf die Waagschale werfen – relativ gering. Die Zahl der Patentanmeldungen je Einwohner ist niedriger als in Baden-Württemberg und Bayern.

Soviel zur Innovationsbilanz des Landes aus der „Vogelschauperspektive“. Auf eine kurze Formel gebracht, ist – über das seither verstrichenen 12 Monate hinweg – insgesamt wenig Bewegung bei den allgemeinen Innovationsindikatoren zu sehen, auf die sich unsere Analyse im Teil A des Innovationsberichtes stützt: im Vergleich zu Vorjahr gibt es keine markante Durchbrüche, aber auch keine berichtenswerten Einbrüche. In jüngster Zeit wurde allerdings in der Innovationspolitik des Landes Vieles auf den Weg gebracht, welches geeignet ist, den Innovationsstandort NRW zu stärken. Erwähnt seien beispielsweise der Dialog mit der in Forschungsaktivitäten engagierten Wirtschaft, das Hochschulfreiheitsgesetz, ein neuer Ansatz zur Förderung von Clusterung und Vernetzung. Liegt hier nicht ein Widerspruch zwischen den eingeleiteten, aus unserer Sicht positiven Initiativen der Politik einerseits und den stagnierenden Innovationsindikatoren andererseits vor? – Keineswegs: Die beobachteten Innovationsindikatoren sind ausnahmslos „struktureller“ Natur, das heißt, sie weisen ein gewisses Beharrungsvermögen auf, ändern sich kurzfristig kaum, mittelfristig hingegen schon eher und in langer Frist sind sie variabel. Effekte neuerer Maßnahmen können sich also in den Innovationsindikatoren noch gar nicht niederschlagen, ganz abgesehen davon, dass die neuesten FuE-Statistiken aus dem Wirtschaftssektor sich auf das Jahr 2005 beziehen.

Interessant ist nun, wie sich die Situation in den im Teil B des Forschungsberichts analysierten *ausgewählten Zukunftsfeldern* darstellt. Einige der Felder sind pauschal den Spitzentechnologien im Sinne der üblichen, an den sektoralen Forschungsintensitäten orientierten Klassifikation zuzuordnen<sup>78</sup>

---

<sup>78</sup> Die übliche, im Grundansatz durch die OECD entwickelte Klassifikation der Zweige des Verarbeitenden Gewerbes in Spitzentechnologien und gehobene Gebrauchstechnologien nach



(Biotechnologie, Nanotechnologie) oder doch wenigstens in erheblichem Maße dort einzugruppieren (Produktionstechnik, Medizintechnik). Andere wiederum verkörpern hochwertige Technologien (Energietechnik, Umwelttechnik). Für den Strukturwandel und künftige wirtschaftliche Entwicklung „strategisch“ bedeutsam sind sie allemal, und in diesem Sinne „Zukunftstechnologien“. Die Auswahl der zu untersuchenden Technologiefelder orientierte sich an den Prioritätssetzungen des Landes Nordrhein-Westfalen. Affinitäten der Auswahl zu den bestehenden Wirtschaftsstrukturen sind unverkennbar, politisch gewollt und sinnvoll. Sollten sich die Dinge hier nicht positiver darstellen als im allgemeinen Indikatorenvergleich?

In der Tat hat *unsere Analyse der Zukunftsfelder bemerkenswerte Stärken des Innovationsgeschehens in NRW offenbart*, die zum Teil so in der Öffentlichkeit noch nicht wahrgenommen worden sind. Der Anteil NRWs bei den Patentanmeldungen in der Produktionstechnik, in der Biotechnologie, in der Energietechnik und im Bereich Recycling/Abwasseraufbereitung liegt über dem, was sein Bevölkerungsanteil erwarten lässt. In der Biotechnologie liegen Bayern, NRW und Baden-Württemberg in dieser Reihenfolge sehr dicht beieinander. Die technologische Dominanz des Landes in zentralen Bereichen der konventionellen Werkstoffproduktion wird durch die Patentstatistik eindeutig bestätigt. Eine vergleichbare Dominanz findet sich allerdings bei den Neuen Werkstoffen und Nanotechnologien nicht, soweit wir dies mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln eruieren konnten. Weniger eindrucksvoll fällt die Patentbilanz auch bei der medizintechnischen Forschung aus, beachtliche, ausbaufähige Innovationspotenziale sind allerdings auch auf diesem Gebiet vorhanden.

Die Entwicklung des Innovationsgeschehens ist entscheidend von fachlicher Kompetenz und Kreativität der mit Forschung und Entwicklung befassten

---

dem Kriterium der Forschungsintensität (zur aktuell in Deutschland üblichen Klassifikation vgl. Legler, Frietsch 2007) ist fachlich wohl begründet, ideal ist sie indessen nicht. Sie suggeriert, dass sich die fortgeschrittenste Technologie ausschließlich auf die unter „Spitzentechnologie“ figurierenden Branchen konzentriert und wird deswegen häufig missverstanden. Faktisch nutzen alle Zweige modernste Technologien, man denke nur an die weite Verbreitung mikroelektronischer Steuerungselemente. Auch konventionelle Industriezweige partizipieren in erheblichem Maße aktiv an der Weiterentwicklung fortgeschrittenster Technologien, so z.B. die Textilindustrie an der Entwicklung von Industrietextilien und die Keramikindustrie an der Entwicklung von zu den „Neuen Werkstoffen“ zählenden technischen Hochleistungskeramiken. Technologieklassifikationen führen zwangsläufig ein pragmatisches, den Beobachtungshorizont verengendes Element in die Betrachtung ein, sind aber für die Forschung trotzdem unentbehrlich. Wichtig ist es, um ihre jeweiligen Grenzen zu wissen (zu alternativen Optionen der Klassifikation von Technologien, insbesondere modernen Technologien vgl. Zimmermann 2007).

Menschen abhängig. Kreativpotenziale sind freilich in Nordrhein-Westfalen im Übermaß vorhanden: eine hoch qualifizierte Erwerbsbevölkerung, eine Fülle von respektablen Bildungs- und Forschungseinrichtungen, viele Talente in Wissenschaft und Kunst, eine reiche Kulturszene an Rhein und Ruhr. Dies sind Aktivposten, die man bei einer Sichtung der Innovationspotenziale eigentlich nicht vergessen sollte, auch dann, wenn sie – wie die Kultureinrichtungen – nicht zum Gegenstandsbereich der vorliegenden Untersuchung gehören. Bei nüchterner Betrachtung zeigt sich indes: Auch die anderen Bundesländer, zumal alle deutschen Agglomerationsräume und natürlich auch die Nachbarländer im Benelux-Raum haben Vergleichbares vorzuweisen. Ein „Alleinstellungsmerkmal“, um eine Lieblingsvokabel der zeitgemäßen Forschungsbürokratie zu bemühen, bilden die Kreativpotenziale also nicht.

### 12.2.2 Entwicklungen im weiteren Umfeld der Innovationspolitik

Die Realisierung der großen *Visionen von Lissabon und Barcelona* in der Europäischen Union scheint nach wie vor in weiter Ferne zu liegen. Spitzentechnologien werden weiterhin stark in den außereuropäischen Industriestaaten entwickelt, der Aufholprozess der Europäer bei den gesamtwirtschaftlichen Forschungsintensitäten verläuft schleppend. Von der im Lissabon-Prozess angestrebten wirtschaftlichen und sozialen Dynamik, welche Europa doch bis zum Jahre 2010 an die Spitze der dynamischen Wirtschaftsregionen der Welt führen sollte, ist bislang wenig zu spüren. Zugleich treten neue Industrieländer auf den Plan, welche – wie europäische Unternehmen in den Anfängen des Industrialisierungsprozesses – nicht nur durch gelegentliche bizarre Fälle eines *reverse engineering* in Erscheinung treten, sondern auf längere Sicht durchaus den technologischen Vorsprung der alten Industriewirtschaften wettmachen könnten. Erinnerung sei an die hohen Absolventenzahlen der chinesischen Hochschulen, die – auch bei stark unterschiedlicher Qualität der Hochschulbildung im Reich der Mitte – für ein äußerst großes und leistungsfähiges Potenzial an hoch qualifizierten Wissenschaftlern und Ingenieuren sorgen.

Zugleich ist aber auch festzustellen, dass der Lissabon-Prozess und speziell das Barcelonaziel – 3% Forschungsausgaben in Relation zum BIP in 2010 – in Europa einiges bewegt haben. Alle Mitgliedsländer der Europäischen Union, auch diejenigen, die in der Vergangenheit nicht durch besondere Forschungsanstrengungen aufgefallen sind, haben sich mehr oder weniger intensiv mit der Rolle der Wirtschaft und des Staates in der Forschung auseinandergesetzt. Bestandsaufnahmen eigener Forschungspotenziale wurden durchgeführt sowie Aktionspläne für staatliches Handeln zugunsten der Intensivierung der Forschungsanstrengungen entwickelt. Die dabei erreich-

te Sensibilisierung der nationalen Bürokratien für Defizite der nationalen Innovationssysteme ist sicher ein zentrales Verdienst von „Barcelona“.

Die weltweite Aufmerksamkeit, welche die *Auswirkungen des Klimawandels* derzeit finden, bringt zwangsläufig Implikationen für die Innovationspolitik mit sich. Obgleich nicht letzte Gewissheit über Dimensionen und Einwirkungsmechanismen einer anthropogenen Verursachung der Klima-probleme besteht, ist angesichts der von einschlägigen Expertengremien gezeichneten Katastrophenszenarien antizipatives politisches Handeln geboten. Dies gilt selbst dann, wenn sich manche Befürchtungen im Nachhinein als übertrieben herausstellen sollten. Umweltschutz, die Erschließung regenerierbarer Energiequellen und Energieeffizienz gewinnen an Bedeutung und damit gleichzeitig die technologische Forschung in diesen Bereichen.

Vorboten der Auswirkungen des *demographischen Wandels* machen sich in den alten Industriestaaten allenthalben bemerkbar, so z.B. in Gestalt des Reformbedarfs der Altersversorgungssysteme. Umso wichtiger ist, dass bei den nachwachsenden Generationen die vorhandenen Kreativitätspotenziale voll genutzt werden. Das deutsche Bildungssystem hat – wie die PISA-Untersuchungen zeigen – die Aufgabe, bildungsferne Bevölkerungsschichten zu integrieren und allen Kindern ungeachtet ihrer Herkunft ein hohes Maß an fachlichen und sozialen Kompetenzen zu vermitteln, bislang nicht in zufrieden stellender Weise gelöst. In diesem Zusammenhang bleibt die bessere Integration von Jugendlichen mit Migrationshintergrund in die allgemeinbildenden schulischen Ausbildungsgänge ein zentraler Punkt auf der Agenda einer weit verstandenen Innovationspolitik.

### 12.2.3 Neuere Entwicklungen in Nordrhein-Westfalen

Die zwischen dem Bund und den beiden „Kohle-Ländern“ Nordrhein-Westfalen und Saarland getroffene Einigung über den *Ausstieg aus der Steinkohleproduktion* im Jahre 2018 stellt sich – trotz der vereinbarten Überprüfung durch den Bundestag in 2012 – als Markstein in der wirtschaftlichen Entwicklung Nordrhein-Westfalens dar. Erstmals haben sich die maßgebenden Kräfte in der Politik auf ein klares zeitliches Limit für die Steinkohlesubventionen geeinigt. Zwar ist der vereinbarte „Restzeitraum“ relativ lang gewählt worden und die volkswirtschaftlich irrationalen Subventionen fließen bis dahin weiter, aber die Signalwirkung der politische Einigung sollte nicht unterschätzt werden. Für den bevölkerungsreichsten deutschen Agglomerationsraum – das Ruhrgebiet – sollte der notwendige, obgleich zweifellos schmerzliche Abschied von der Steinkohle zum Symbol für den Aufbruch in die Wissensgesellschaft des 21. Jahrhunderts auf breiter Basis werden. Für die Innovationspolitik liegt hierin die Chance, ihre urei-

gensten Anliegen – Humankapitalentwicklung auf breiter Basis bei gleichzeitiger Entfaltung individueller Talente, Exzellenz in der Forschung, Förderung neuer und lebenswichtiger „alter“ Technologien – breiten Bevölkerungskreisen auch und gerade in der „Metropole Ruhr“ näher zu bringen.

In der Clusterpolitik hat die Landesregierung neue Akzente gesetzt. Die Förderung von Clustern wird als wichtiger Bestandteil der Innovationsstrategie sowie der Wirtschaftsentwicklungs- und Standortmarketingstrategie anerkannt (zur Clusterpolitik vgl. Landesregierung NRW 2007a, 2007b). Die Clusterstrategie verfolgt das Ziel, aufbauend auf den vorhandenen Potenzialen ausgewählte regionale Netzwerke zu etablieren. Gefördert werden 16 Branchen bzw. Technologiefelder, die fünf „Leitmärkten“ zuzuordnen sind und die besondere Bedeutung für NRW haben und deren Unterstützung sich auf bereits vorhandene viel versprechende Ansätze stützt. Hiermit wird ein ressortübergreifend verbindlicher Rahmen für die Clusterpolitik definiert, die Profilbildung in der Innovationspolitik vorangetrieben und auf die Stärken NRWs in den ausgewählten Bereichen hingewiesen. Die Landesregierung hat sich dazu verpflichtet, die Ergebnisse der Clusterpolitik evaluieren zu lassen und, wo dies erforderlich ist, Korrekturen vorzunehmen.

Neue Akzente wurden in der europäischen Strukturfondsförderung im Rahmen der neuen Förderperiode – 2007 bis 2013 – gesetzt. Im Unterschied zur früheren Ziel-2-Förderung kann nunmehr das ganze Land von der EU-Strukturfondsförderung profitieren (zur Strukturfondsförderung vgl. Landesregierung 2007c). Ermöglicht wurde dies durch vernünftige Veränderungen im Regelwerk der Strukturfondsförderung, welche die bislang üblichen kleinräumigen engen Fördergebietsabgrenzungen obsolet machten. Nordrhein-Westfalen erhält rd. 2 Mrd. € aus den Strukturfonds der EU. Nach dem Prinzip der Kofinanzierung belaufen sich die gesamten einzusetzenden Fördermittel auf rd. 4 Mrd. €. Den Zielen der Innovationspolitik des Landes kommt auch die stärkere Ausrichtung der der Strukturfondsförderung an der Lissabon-Strategie entgegen. Ein erheblicher Teil der in NRW zu verausgabenden Fördermittel wird vor diesem Hintergrund im Innovationsbereich eingesetzt. Ein Novum ist, dass erstmals ein erheblicher Teil der Mittel in NRW in einem Wettbewerbsverfahren eingesetzt wird. So wurden im Rahmen der Förderung aus dem Europäischen Regionalfonds (EFRE) 17 Wettbewerbe ausgeschrieben, welche sich überwiegend an den oben erwähnten Schwerpunkten der Clusterförderung orientieren.

Eine auch für die Innovationspolitik wichtige Entwicklung liegt in den Bemühungen der Landesregierung, engeren Anschluss an die Nachbarstaaten der Benelux-Union zu finden. Im Grenzbereich zu den Niederlanden und Belgien sind – z.B. im Raum Aachen/Maastricht – über die zurückliegenden

Jahrzehnte hinweg enge grenzüberschreitende Beziehungen in Wirtschaft, Wissenschaft und Kultur gewachsen. Nordrhein-Westfalen, das – für sich genommen – das wirtschaftliche und demografische Gewicht eines mittleren EU-Landes in die Waagschale werfen kann und in dieser Beziehung auf gleicher Augenhöhe wie die Niederlande und Belgien agieren kann, sucht den engen Schulterschluss mit seinen Nachbarn, welcher auf die Vertiefung der bestehenden politischen, wirtschaftlichen und kulturellen Kontakte hinausläuft (hierzu vgl. Nitschmann 2007, Provinz Limburg 2007). Ein Beitritt zur Beneluxunion dürfte zwar aus verfassungsrechtlichen Gründen, aber auch mit Blick auf die innere Balance der Beneluxunion und deren Beziehungen zu den im Süden angrenzenden französischen Départements, nicht möglich sein. Dies sollte aber die Knüpfung engerer Beziehungen zur Benelux-Union auch auf zentraler Ebene nicht verhindern. Für die Innovationspolitik stellt sich hierbei natürlich insbesondere die Unterstützung grenzüberschreitender Innovationsnetzwerke als besondere Herausforderung dar.

### **12.3 Innovationspolitische Agenda**

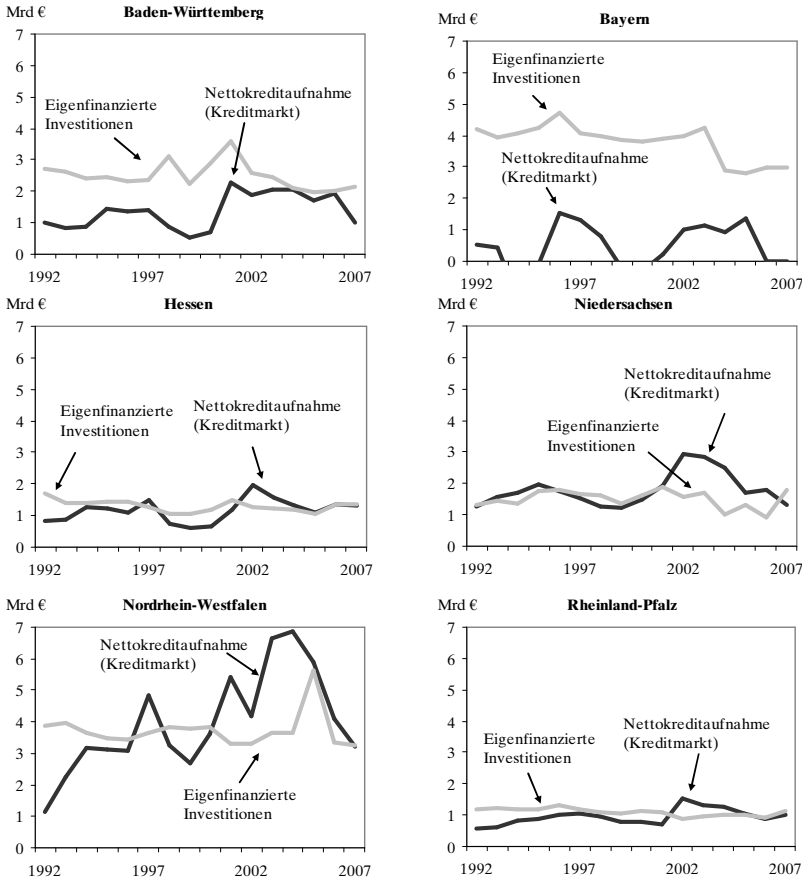
#### **12.3.1 Erweiterte Spielräume im Zeichen der Haushaltskonsolidierung?**

Die Anstrengungen der Landesregierung zur langfristigen Konsolidierung des Staatshaushalts werden durch eine günstige gesamtwirtschaftliche Entwicklung unterstützt und erleichtert. Ein in diesem Ausmaß vor zwei Jahren noch nicht erwarteter Anstieg der Steuereinnahmen gestattet es, die ersten Konsolidierungsziele zu erreichen und zugleich die Staatsausgaben etwas stärker ansteigen zu lassen als ursprünglich vorgesehen. Diese sollen gemäß der mittelfristigen Finanzplanung bis 2011 durchschnittlich um 2,1% pro Jahr statt – wie vom Finanzplanungsrat vorgegeben – um 1% (hierzu und zur Einschätzung der Haushaltsentwicklung vgl. RWI 2007a). Hieraus lässt sich allerdings durchaus nicht folgern, dass nunmehr höhere finanzielle Spielräume für innovationspolitisch relevante Ausgaben vorhanden wären. Im Gegenteil, preisbereinigt sind die Ausgaben angesichts der höheren Inflationsrate (2007: 2,1%, 2008: 2,4%) leicht rückläufig und der Konsolidierungskurs wird auch bei anhaltender günstiger gesamtwirtschaftlicher Entwicklung in den nächsten Jahren noch erhebliche Einsparmaßnahmen bei konsumtiven Ausgaben verlangen. Letzteres ist allerdings mit gewissen Unsicherheiten behaftet. Zwar sind die gesamtwirtschaftlichen Antriebskräfte trotz der jüngsten konjunkturellen Abschwächung weiterhin intakt, Risiken für die konjunkturelle Entwicklung der Weltwirtschaft gehen indes von der Immobilienkrise in den Vereinigten Staaten und dem starken Anstieg der Ölpreise aus (Projektgruppe Gemeinschaftsdiagnose 2007: 7f.).

Negativ auf die konjunkturelle Entwicklung im Euroraum könnte sich auch der Kursverfall des Dollar auswirken.

Schaubild 12.1

**Eigenfinanzierte Investitionen und Nettokreditaufnahmen ausgewählter Bundesländer 1992-2007**



Quelle: SVR (2007: 176-183) und Haushaltspläne sowie Nachtragshaushalte der Finanzministerien; Schaubild aus RWI 2007b: 4.

Festzuhalten ist, dass die Landesregierung das erste Ziel ihres Haushaltskonsolidierungskurses – die Einhaltung der Kreditverfassungsgrenze – im Jahre 2007 erreicht hat. Die Nettoneuverschuldung liegt erstmals wieder unter den investiven Ausgaben. Nach den Haushaltsansätzen der mittelfristigen Finanzplanung wird in den Folgejahren die Nettoneuverschuldung sukzessive verringert. Allerdings wird das zweite Etappenziel der Konsoli-

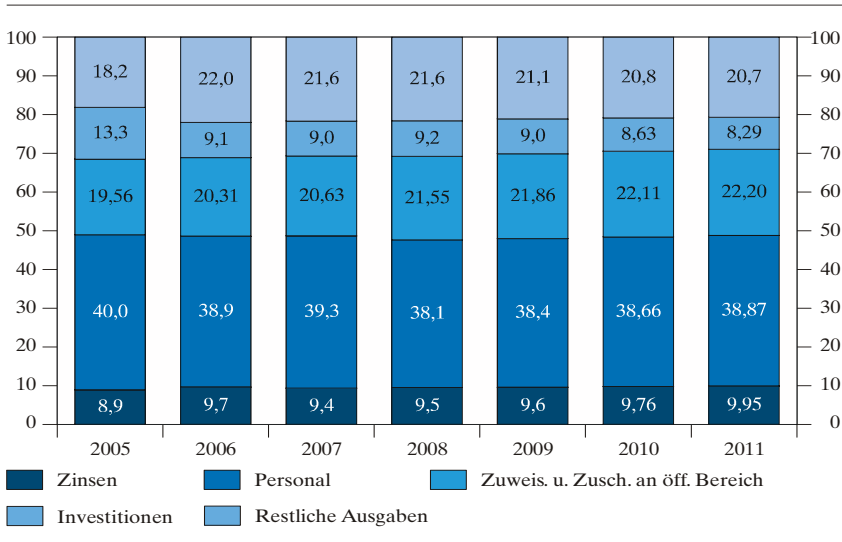
dierungsanstrengungen – die Vorlage eines ausgeglichenen Haushalts – nach den Planungen der Landesregierung bis 2011 noch nicht erreicht.

**Schaubild 12.1** stellt die Entwicklung der Nettokreditaufnahme am Kreditmarkt und der eigenfinanzierten Investitionen für Nordrhein-Westfalen und weitere ausgewählte Bundesländer, darunter die im vorliegenden Forschungsbericht immer wieder als Vergleichsländer herangezogenen süddeutschen Bundesländer, in den zurückliegenden 15 Jahren dar. Deutlich wird, dass sich die Haushaltslage in NRW – trotz der guten Entwicklung – im Vergleich zu den anderen hier ausgewiesenen Ländern noch immer ungünstig darstellt. Zumindest die beiden süddeutschen Bundesländer - und hierunter besonders Bayern - befanden sich in einer deutlicher besseren Position. Die fiskalischen Spielräume für innovationspolitische Maßnahmen und die Erfüllung anderer dringender Staatsaufgaben sind hier prinzipiell größer als in NRW. Eine andere Frage ist freilich, inwieweit tatsächlich hiervon Gebrauch gemacht wird.

Schaubild 12.2

**Anteile der Zinsausgaben, der Personalausgaben, der Zuweisungen und Zuschüsse an den öffentlichen Bereich, der Investitionen und der restlichen Ausgaben an den bereinigten Ausgaben**

2005 bis 2011; in %



Eigene Berechnungen nach Angaben der Finanzpläne Nordrhein-Westfalens. Schaubild aus RWI 2007a: 10.

Eingeschränkte fiskalische Spielräume für innovationspolitische Maßnahmen lassen sich auch aus einer anderen Warte heraus erkennen. Ein Großteil der Staatsausgaben ist regelmäßig für solche Haushaltsposten gebunden, die mit der Erfüllung der elementaren Aufgaben des Staates verbunden und mithin nur in engen Grenzen disponibel sind (vgl. **Schaubild 12.2**). Der Schuldendienst für die aus den Nettokreditaufnahmen der Vergangenheit resultierenden Staatsschulden – im Jahre 2007 immerhin 9,4% der Ausgaben mit steigender Tendenz in den Folgejahren – schränkt die Manövrierfähigkeit der Finanzpolitik zusätzlich ein.

Einen Eindruck von den effektiven Spielräumen vermitteln die Investitionen des Landes. Die Investitionen belaufen sich 2007 gerade einmal auf 9% der Gesamtausgaben des Landes. Nun sind die hier ausgewiesenen Investitionen natürlich nicht mit den innovationspolitischen Ausgaben gleichzusetzen, denn nur ein relativ kleiner Teil der Investitionen dient direkt oder indirekt der Förderung von Forschung und Innovation. Zugleich werden die staatliche Forschungsinfrastruktur – Hochschulen und Forschungsinstitute – und natürlich die Bildungseinrichtungen auf der Primar- und Sekundarstufe wesentlich aus den Personalausgaben des Landeshaushalts gespeist. Etlliches, was aus der Sicht der Haushaltssystematik als „konsumtiv“ zu klassifizieren ist, stellt sich mithin aus der Sicht der Innovationspolitik durchaus als „Zukunftsinvestition“ dar. Es bleibt allerdings ein Faktum, dass ein erheblicher Teil der Haushaltsausgaben durch Personalausgaben gebunden ist und daher nur in Grenzen von Jahr zu Jahr variiert werden kann.

Die erfreulichen Ergebnisse der vom politischen Willen der Entscheidungsträger getragenen, aber auch durch ein freundliches gesamtwirtschaftliches Umfeld unterstützten Politik der Haushaltskonsolidierung ändern nichts daran, dass die budgetären Spielräume für Ausgaben der Innovationspolitik in der Gegenwart eng beschränkt sind und in den nächsten Jahren – wie gut auch immer sich die konjunkturelle Situation entwickelt – begrenzt bleiben werden. Größere „Verteilungsspielräume“ von Haushaltsmitteln, von denen die Innovationspolitik profitieren könnte, sind also nicht in Sicht. Als Ausweg bleiben Umschichtungen im Haushalt zugunsten von Bildung und Innovation, die zumindest auf mittlere Sicht möglich sein müssten. Denn mit zunehmendem zeitlichem Abstand wird auch der Dispositionsspielraum der Haushaltspolitik über einzelne Ausgabenposten größer.

Gleichzeitig sind *Public Private Partnerships* auch für den Innovationsbereich in Betracht zu ziehen. Im Oktober 2001 wurde – anknüpfend an einschlägige Erfahrungen in Großbritannien – die Landesinitiative „Public Private Partnership“ (PPP) im Rahmen einer Auftaktveranstaltung ins Leben gerufen und im April 2002 eine PPP-Task Force im Finanzministerium NRW eingerichtet. Auf Basis von Public-Private-Partnerships realisierte



Projekte gestatten auch bei sehr engen öffentlichen Finanzierungsspielräumen die Realisierung von Investitionsprojekten. Die Gesamtverantwortung für die Projekte liegt in PPP weiterhin bei der Öffentlichen Hand, interessierte Unternehmen engagieren sich mit Blick auf die zu erwartende Rendite. Inzwischen wird eine Reihe von Pilotprojekten durchgeführt, unter anderem werden drei Bauprojekte an Hochschulen des Landes – Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Ruhr-Universität Bochum, Deutsche Hochschule der Polizei in Münster-Hiltrup – im Rahmen einer PPP realisiert (vgl. PPP Task Force o.J., Dieckmann 2003, Oerter 2004). Die hierbei gesammelten bislang wohl überwiegend positiven Erfahrungen legen den Gedanken einer Ausweitung der PPPs im Lande nahe, wovon zumindest stellenweise auch der Innovationsbereich profitieren kann. PPPs könnten z.B. dabei mithelfen, finanzielle Engpässe bei der Finanzierung der Liegenschaften für neue Forschungseinrichtungen zu überwinden.

**Empfehlung 1:**

Durch weitere Umschichtungen im Landeshaushalt sollten mittel- und langfristig mehr Mittel für die Innovationspolitik bereitgestellt werden. Des Weiteren sollte der Dialog mit der Wirtschaft zur Umsetzung von PPP-Projekten (Public Private Partnership-Projekten), der in den letzten beiden Jahren erfolgreich angelaufen ist und bereits gute Ergebnisse erbracht hat, weiter fortgesetzt und intensiviert werden.

Solche Umschichtungen liegen, eine sinnvolle Verwendung der eingesetzten Mittel vorausgesetzt, durchaus im Interesse einer nachhaltigen Konsolidierungspolitik. Zum einen können von bestimmten Innovationsausgaben des Staates – z.B. von der Förderung von Zukunftstechnologien – in überschaubaren Zeiträumen positive Effekte auf das gesamtwirtschaftliche Wachstum ausgehen, das seinerseits die Steuereinnahmen positiv beeinflusst. Zum anderen schaffen Ausgaben für Bildung und Innovation jenseits kurz- und mittelfristiger Wachstumseffekte letztlich elementare Voraussetzungen dafür, dass der Wohlstand der Bevölkerung langfristig gesichert und die Folgen des demographischen Wandels sowie die Herausforderungen der Globalisierung der Märkte bewältigt werden können. Eine nachhaltige und die Rechte und Belastungsgrenzen der künftigen Generationen respektierende Haushaltspolitik sollte sowohl die Anhäufung von Schuldenbergen vermeiden als auch die vorhandenen Mittel so einsetzen, dass die Angehörigen der nachwachsenden Generationen in den Genuss einer möglichst guten Ausbildung kommen und das Land technologisch auf wichtigen Gebieten nicht nur mit der „Weltspitze“ mithalten, sondern auch starke eigene Akzente setzen kann. Vor diesem Hintergrund führt – um einen Satz aus dem Innovationsbericht 2006 (S. 598) aufzugreifen – kein Weg an einer substanziellen Prioritätsverschiebung bei der Haushaltsausgestaltung in den kommenden Jahren vorbei.

### 12.3.2 Prioritäten in der Innovationsförderung

Die Landesregierung NRW hat sich im August 2006 auf eine Innovationsstrategie verständigt, deren wichtigste Bausteine, das Hochschulfreiheitsgesetz, die Stärkung der Spitzenforschung, die Clusterstrategie und die Verstärkung des Standortmarketings für NRW sind. NRW soll unter den deutschen Bundesländern zum Innovationsland Nr. 1 werden. Dies impliziert, dass NRW seine Forschungsintensität (FuE-Aufwendungen/BIP) deutlich steigert und auf längere Sicht mit den beiden süddeutschen Bundesländern gleichzieht bzw. diese übertrifft. Festzuhalten ist vor diesem Hintergrund, dass Nordrhein-Westfalen wie kein anderes der 16 deutschen Bundesländer die Lehren der Diskussion um das Barcelona-Ziel beherzigt und – im Rahmen des kurzfristig finanziell Möglichen – Anstrengungen unternimmt, den derzeitigen Innovationsrückstand gegenüber den süddeutschen Flächenländern, welche vor allem bei der Entwicklung der Spitzentechnologien im deutschen Kontext besondere Erfolge verzeichnen, aufzuholen.

Die Erreichung des Barcelona-Ziels stellt sich allerdings bei einem Land von der Größe NRWs – in kleinen Ländern wie Island kann die Forschungsbilanz durch Ansiedlung eines einzigen Großunternehmens arithmetisch stark beeinflusst werden – zwangsläufig als ein langer, mühseliger Weg dar, den wir an anderer Stelle mit dem „Bohren dicker Bretter“ verglichen haben (RWI, Stifterverband 2006). Dies sei betont, weil eine Beobachtung der jährlichen Veränderungen der Innovationsindikatoren in der Wahrnehmung einer fast ausschließlich auf kurzfristige Entwicklungen fixierten Öffentlichkeit leicht zu falschen Schlussfolgerungen führen kann. Bayern hat Jahrzehnte benötigt, um den Weg vom Agrarland zum Technologieland zurückzulegen. Die Politik sollte vor diesem Hintergrund vor allem auf beharrliche Anstrengungen setzen, die weit über den engen Rahmen einer Legislaturperiode hinausreichen.

Die Analyse der *untersuchten Zukunftsfelder* hat gezeigt, dass sich die im Innovationsbericht 2006 angesprochene Vision „Technologieland NRW“ im Anschluss an vorhandene Innovationspotenziale konkretisieren lässt. Zwar lässt sich aus empirischen Befunden zur Ausprägung eines Innovationsbereichs keineswegs folgern, die müsse gefördert oder nicht gefördert werden. Eine solche Schlussfolgerung ist vielmehr letztlich stets nur im politischen Prozess zu ziehen. Aus wissenschaftlicher Sicht ist jedoch festzustellen, dass in allen untersuchten Feldern ausreichend relevante Potenziale vorhanden sind, um Förderaktivitäten einzuleiten bzw. fortzuführen. Auch können wir bestätigen, dass die analysierten Technologiefelder mit hoher Wahrscheinlichkeit für die wirtschaftliche und soziale Entwicklung des Landes NRW eine hohe Bedeutung, mithin „strategischen“ Charakter haben. Wir empfehlen daher die weitere Förderung der „Zukunftsfelder“. Hierbei sollten durchaus beträchtliche finanzielle Mittel eingesetzt werden, aus unserer Sicht sogar

mittel- und langfristig mehr als heute hierfür vorgesehen sind (vgl. hierzu Empfehlung 1).

**Empfehlung 2:**

Alle sechs untersuchten Technologiefelder sind für das Land Nordrhein-Westfalen von herausragender strategischer Bedeutung und bergen z.T. beachtliche Potenziale für die künftige Innovationsfähigkeit. Die Landesregierung sollte die im Rahmen der Innovationspolitik definierten Förderansätze gezielt weiterverfolgen.

Mit ihrer Clusterstrategie beschreitet die Landesregierung einen Weg zur Förderung zukunftsweisender Ansätze im Lande, der zum einen auf die vorhandenen Stärken setzt (Stichwort: „Stärken stärken“). Zum anderen werden regional zu verortende Innovationskerne nach dem Prinzip der Clusterung und Vernetzung gefördert. Wir halten beides für richtig und haben solches in der Vergangenheit wiederholt bereits an anderer Stelle vorgeschlagen (RWI 2005, 2006a, 2006b).

Bei der Untersuchung der Technologiefelder hat sich herausgestellt, dass die regionalen Innovationskapazitäten in NRW räumlich recht breit verteilt sind. Hier besteht ein grundsätzlicher Unterschied zum Innovationsgeschehen im Freistaat Bayern, in dem sich in vielen Bereichen mehr oder weniger „alles“ auf die Landeshauptstadt München und ihr Umland konzentriert. In diesem Sinne weist das bayerische Innovationsgeschehen eine monozentrische, das nordrhein-westfälische hingegen eine polyzentrische Struktur auf.

Förderungswürdige Innovationskerne sind also keineswegs nur im Rheinland und um die – in der Tat aus der Hochschullandschaft herausragende – RWTH Aachen herum auszumachen, sondern auch in der „Metropole Ruhr“ sowie westfälischen Standorten (Paderborn, Münster, Bielefeld). Natürlich sollten auch solche Konzentrationspunkte außerhalb des Rheinlands gefördert werden, wenn relevante Potenziale vorhanden sind. Dies hat nichts mit der von uns anderer Stelle monierten Förderung nach dem „Gießkannenprinzip“ zu tun, sondern ist eine logische Konsequenz der realen Struktur des Wirtschaftsraums NRW.

**Empfehlung 3:**

Bei der Förderung der Zukunftsfelder sollte die Vernetzung und Stärkung der regionalen Innovationskerne, von denen Ausstrahlungseffekte auf die Entwicklung des betreffenden Technologiefelds in Nordrhein-Westfalen insgesamt, aber auch auf die regionale Wirtschaft ausgehen können, besonders in den Blick genommen werden.

Wenn aus der ökonomischen Innovationsforschung der letzten Jahrzehnte eine zentrale Schlussfolgerung gezogen werden sollte, wäre es wohl diese:

Von ausschlaggebender Bedeutung für das Verständnis von Innovationsprozessen sind die systemischen Zusammenhänge, in die Innovationen generiert und wirtschaftlich genutzt werden. Dies sollte auch zur Maxime der Innovationsförderung werden. Hierbei sollte auch das jeweils „schwächste“ Glied in der Innovationskette Aufmerksamkeit finden. So sollte z.B. die Vernetzung zur Wirtschaft dort gestärkt werden, wo Unternehmen bislang nur in bescheidenem Maße an den Innovationsaktivitäten der staatlichen Forschungseinrichtungen partizipieren.

**Empfehlung 4:**

Innovationsförderung sollte stark auf die systemischen Zusammenhänge des Innovationsgeschehens Rücksicht nehmen, d.h. die zwischen den Sektoren bestehenden Verflechtungen und die für eine Entwicklung der Technologie auf breiter Basis notwendigen Austauschprozesse zwischen Grundlagen- und angewandter Forschung sollten unterstützt werden. Hierbei sollte auch das jeweils „schwächste“ Glied in der Innovationskette Aufmerksamkeit finden, also z.B. die Vernetzung zur Wirtschaft dort gestärkt werden, wo die Unternehmen bislang nur in begrenztem Maße partizipieren.

Die untersuchten „Zukunftsfelder“ sind in erheblichem Maße nicht durch Spitzentechnologien, sondern durch hochwertige Gebrauchstechnologien geprägt. Massive Anstrengungen zur Förderung der Spitzentechnologien schließen hier die Förderung konventioneller Technologien nicht aus. Aufgrund der systemischen Zusammenhänge im industriellen Innovationsgeschehen sollten weiterhin Förderangebote im Bereich konventioneller Technologien auch über die „Zukunftsfelder“ hinausgehend bereit gehalten werden. Gerade die FuE mittelständischer Unternehmen bewegt sich eher im Bereich der inkrementalen Verbesserung vorhandener Technologien. In komplexen Innovationsprozessen sind im Übrigen hochtechnologische und konventionelle Komponenten aufs Engste verflochten. Die gängigen Technologieklassifikationen, nach denen bestimmte Segmente der Unternehmenspopulation auf Basis einer höheren oder geringeren durchschnittlichen Forschungsintensität pauschal bestimmten Technologieklassen zugeordnet werden, vermitteln wie jegliche Klassifikation ein stark vereinfachtes Bild der Realität und führen in diesem Sinne leicht in die Irre.

Ergänzende Förderangebote für die Weiterentwicklung konventioneller Technologien haben – um ein Missverständnis zu vermeiden – nichts mit dem oben erwähnten „Gießkannenprinzip“ zu tun, sondern stellen eine sinnvolle Ergänzung des Förderspektrums dar. Die Profil- und Schwerpunktbildung in der Innovationspolitik verlangt eine klare Prioritätssetzung dergestalt, dass das Gros der zu verausgabenden Mittel für die definierten vorrangigen Zwecke eingesetzt wird. Es wäre realitätsfern anzunehmen, dass darüber alle alternativen Einsatzfelder vernachlässigt werden könnten. Insofern schließen real zu beobachtende Innovationsstrategien stets auch

ein pragmatisches Element ein. Dies ist in den Vereinigten Staaten so, in der Europäischen Union genauso wie im Freistaat Bayern und kann natürlich in Nordrhein-Westfalen nicht anders sein.

**Empfehlung 5:**

Die Förderung von Spitzentechnologien sollte auch außerhalb der „Zukunftsfelder“ durch Förderangebote für konventionelle Technologien ergänzt werden.

Im staatlichen Auftragswesen bewegt der Staat ein Mittelvolumen, das in der Regel weit über die für FuE-Förderung zur Verfügung stehenden Summen hinausgeht. Ein Großteil dessen, was z.B. in den Vereinigten Staaten in der Wahrnehmung externer Beobachter als staatliche „Forschungsförderung“ in Erscheinung tritt, ist in Wirklichkeit „*innovation procurement*“. Das Internet z.B. kann mit einigem Recht als Sprössling von innovativer Beschaffung bezeichnet werden (hierzu Edquist 2004: 161-167). Bei der Erteilung von Aufträgen gibt es vielfache Möglichkeiten, gezielt innovativen Lösungen gegenüber technologischen Routinelösungen den Vorzug zu geben. Hiervon wird gelegentlich Gebrauch gemacht. Prominentes, im Durchführungsprozess sehr umstrittenes, vom Ergebnis her aber wohl doch eher überwiegend positives Beispiel ist die Entwicklung von „Toll Collect“.

Auch in NRW gibt es faktisch Modelle für „innovative Beschaffung“ – als Beispiel sei die Ausstattung des Wissenschaftszentrums Gelsenkirchen mit Sonnenkollektoren genannt. Die Möglichkeiten hierfür sind aber sicher noch längst nicht ausgereizt. Angesichts des begrenzten Spielraums für die Steigerung der Innovationsausgaben – wie oben dargestellt befürworten wir ausdrücklich eine solche – eröffnet Chancen für zusätzliche gezielte finanzielle Impulse für die private FuE aus den öffentlichen Haushalten.

**Empfehlung 6:**

Das Land sollte in seiner Beschaffungspolitik auf Feldern, auf denen sich dies anbietet, technisch innovativen Lösungen auch dann eine Chance geben, wenn diese nicht die kostengünstigste Lösungsvariante darstellen (*innovation procurement*). Die Ausschreibungsregeln sollten entsprechend modifiziert werden.

Gute Forschung, ob im öffentlichen oder im privaten Bereich steht und fällt mit der Qualität und dem Engagement des Forschungspersonals. Ein Aspekt, der im Zusammenhang mit dem Barcelona-Ziel oft übersehen wird ist, dass ein Länder mit sehr niedriger Forschungsintensität überhaupt nicht über das Humankapital verfügen, welches notwendig ist, bis 2010 die angestrebte Marke von 3% (2% bzw. 1%) zu erreichen. Für Nordrhein-Westfalen sehen wir die Aufstockung des Fachkräftepools zunächst nicht als kritischen Engpass, da in Deutschland – ein entsprechendes Angebot attrak-

tiver Arbeitsplätze in NRW vorausgesetzt – auch eine kurzfristige Aufstockung des FuE-Personals durchaus möglich wäre.

Aus strategischer Sicht ist allerdings die Entwicklung und Pflege des Fachkräftepools in der Industrieforschung von großer Bedeutung. Ein erheblicher Teil der in NRW-Hochschulen ausgebildeten ingenieur- und naturwissenschaftlichen Absolventen wird bekanntlich nach dem Studium in anderen Bundesländern beruflich tätig. Die hiermit angesprochene Absolventenmigration ist keine Einbahnstraße – Absolventen süddeutscher Hochschulen sind natürlich auch in NRW tätig – und eine ganz normale Erscheinung. Für den gezielten Aufbau von herausragenden Position im Bereich der „Zukunftsfelder“ ist es allerdings wichtig, dass hoch qualifizierte Spitzenforscher im Lande gehalten und von außerhalb attrahiert werden. – im Zuge der europäischen Integration und einer weltoffenen Migrationspolitik ist natürlich auch an Fachkräfte aus anderen europäischen Staaten sowie aus Drittländern zu denken.

***Empfehlung 7:***

Verstärktes Augenmerk sollte in der Innovationspolitik des Landes der Verbleib der in den heimischen Hochschulen ausgebildeten hochqualifizierten Fachkräfte nach dem Studium bzw. der Promotion finden. Wir schlagen den Aufbau eines Monitoringsystems bzw. die Durchführung von systematischen Verbleibsstudien vor. Auf der Basis gesicherter Erkenntnisse über den Verbleib der Absolventen sollten gezielt Anreize dafür geschaffen werden, erfolgreiche Forscher im Land zu halten und auswärtige Forscher für das Land zu gewinnen.

Mit dem Hochschulfreiheitsgesetz erfolgte eine entscheidende Weichenstellung in der Hochschulpolitik des Landes, die auf längere Sicht das Antlitz der Hochschullandschaft entscheidend prägen wird (Landesregierung NRW 2006, Pinkwart 2006, Zechlin 2006). Die Hochschulen erhalten mit dem neuen Gesetz zugleich die Freiheit, selbst über die Entwicklung des eigenen Profils zu entscheiden, und die Verantwortung, die eigenen Belange in die Hand zu nehmen. In Nordrhein-Westfalen wurde zügig und konsequent der Paradigmenwechsel in der Hochschulpolitik vollzogen, der sich in der deutschen Hochschulpolitik insgesamt abzeichnet. Die Wende in der Hochschulpolitik zieht die Konsequenzen aus einer langjährigen, zuvor immer wieder im Sande verlaufenden Reformdiskussion.

Die Hochschulen haben nunmehr die Gelegenheit, im Wettbewerb zueinander um ein unverwechselbares fachliches Profil zu ringen, das sie klar von anderen Hochschulen im Land und Bund unterscheidet. Hierbei wird es zwangsläufig auf längere Sicht zu stärkeren Differenzierungen zwischen den Hochschulen kommen. Auf dieser Basis kann und soll sich Exzellenz in der Hochschulszene entfalten, wo immer sich die Dinge auf Basis der neuen

institutionellen Regelungen gut entwickeln. Das gute Abschneiden von NRW-Hochschulen in der Exzellenzinitiative – insbesondere natürlich der Erfolg der RWTH Aachen – ist als sehr positives Signal zu werten, welches den Aufbruch der Hochschulen in die Selbständigkeit begleitet.

Die Signalwirkung der Präsenz international herausragender Hochschulen auf multinationale Unternehmen, die ihre Forschungsstandorte frei in allen Kontinenten der Welt wählen können, ist kaum zu überschätzen. Zu diesem Ergebnis kam eine kürzlich von uns abgeschlossene Studie (RWI, Stifterverband 2007: 492f.), in deren Rahmen 50 Groß- und innovative Mittelstandsunternehmen nach ihren Forschungsprioritäten gefragt wurden. Das *internationale Renommee der Hochschulen* ist also ein entscheidender Standortfaktor auch für Spitzenforschung der Wirtschaft. Der eingeschlagene Weg zur Generierung von Exzellenz an den Hochschulen sollte daher durch die Landesregierung fortgesetzt und – im Rahmen des neuen gesetzlichen Verhältnisses von Staat und Hochschulen – intensiviert werden.

#### ***Empfehlung 8:***

Mit dem Hochschulfreiheitsgesetz wurden günstige institutionelle Rahmenbedingungen dafür geschaffen, dass die Hochschulen in eigener Verantwortung ihre Profilbildung vorantreiben können. Diese Anstrengungen sollten durch die Innovationspolitik weiterhin in jeder Beziehung unterstützt werden. Hierbei kann vom Erfolg der RWTH Aachen in der Exzellenzinitiative eine erhebliche Signalwirkung ausgehen.

Die räumliche Verteilung der Fördermittel des Bundes lässt erkennen, dass Nordrhein-Westfalen im Vergleich zu den süddeutschen Bundesländern (Fördermittel je Einwohner) eher unterdurchschnittlich bedacht wurde. Die heutigen Strukturen sind natürlich Ergebnis längst vergangener Entscheidungs- und Bargainingprozesse. Auch der größere oder geringere Erfolg von Forschungseinrichtungen in Förderwettbewerben spielt eine Rolle. Die praktische Erfahrung lehrt allerdings, dass die Gewichte der einzelnen Bundesländern durch gezielte Bemühungen der Ländervertreter in den föderalen Entscheidungsgremien in gewissem Rahmen beeinflussbar. Eine gezielte „Lobbyarbeit“ zugunsten des eigenen Landes ist legitim und wird von den engagierteren Landesbürokratien auch fleißig betrieben. Die Landesregierung hat sich gerade in den vergangenen Jahren sehr eifrig um die Ansiedlung von Forschungseinrichtungen an NRW-Standorten bemüht und kann auf beachtliche Erfolge verweisen. Es ist wichtig, dass diese Anstrengungen mittel- und langfristig fortgesetzt werden. In wettbewerblichen Vergabeverfahren des Bundes sollten Wirtschaft und Forschungseinrichtungen nach Kräften durch die Landesregierung unterstützt werden.

Bei der Einwerbung von EU-Fördermitteln tun sich deutsche Unternehmen und Forschungseinrichtungen nach wie vor relativ schwer. Dies liegt nicht nur an Schwierigkeiten des Umgangs mit einer Bürokratie, die nicht durch die deutsche Verwaltungstradition geprägt wurde, am (relativen) sprachlichen Handicap gegenüber Briten und Skandinaviern, sondern sich auch sehr aufwändigen Antrags- und Genehmigungsverfahren, welche potenzielle Antragsteller davon abhalten, aktiv zu werden. Die Bundesregierung, die Landesregierung NRW sowie andere Länderregierungen haben bereits einige Anstrengungen unternommen, einheimische Antragsteller zu unterstützen und zu ermutigen. Diese Anstrengungen sollten aus unserer Sicht fortgesetzt und ausgebaut werden.

**Empfehlung 9:**

Das Land sollte die Akteure in Wissenschaft und Wirtschaft gezielt bei der Einwerbung von Bundes- und EU-Mitteln unterstützen, um so mittel- und langfristig den Anteil NRWs an der Bundes- und EU-Förderung zu erhöhen.

**12.4 Förderung der Zukunftsfelder****12.4.1 Was kann Förderung erreichen und was nicht?**

Die Förderung neuer Technologien erfreut sich in mehr oder weniger allen hoch entwickelten Marktwirtschaften, zumindest denjenigen, die ein ansehnliches ökonomisches Gewicht auf die Waagschale werfen können, eines einhelligen Zuspruchs. Hierbei werden, wie wir eingangs darauf hingewiesen, beträchtliche öffentliche Mittel insbesondere in die Entwicklung von Technologiefeldern investiert, die seitens der Politik als „strategisch relevant“ befunden werden. Die Politik stützt sich hierbei vornehmlich auf Experteneinschätzungen aus Wissenschaft und Wirtschaft hinsichtlich der Entwicklungsfähigkeit und der Zukunftspotenziale der geförderten Technologien. Folgt man der mit solchen Aktionen verbundenen politischen Rhetorik, so könnte der Eindruck entstehen, die Politik schaffe durch ihr finanzielles Engagement eigentlich erst das betreffende Technologiefeld bzw. sei der entscheidende Faktor bei seiner Entwicklung.

Dem ist natürlich nicht so: Beispielsweise war das Internet ein Produkt der amerikanischen Verteidigungsanstrengungen im Kalten Krieg und die Entwicklung der für die Weltraumfahrt erforderlichen Technologien hat Impulse für neue Techniken und Produkte der zivilen Nutzungen erbracht. Im Regelfall wirkt die staatliche Förderung als Katalysator für Entwicklungen, die letztlich durch den Marktprozess gesteuert werden. Das, um das bekannte Hayek'sche Wort zu zitieren, Entdeckungsverfahren des Wettbewerbs wird keineswegs außer Kraft gesetzt. Zumindest jedoch sehen die



Vertreter der Regierungen die Aufgabe des Staates nicht darin, die technologische Entwicklungen aufgrund politischen Gestaltungswillen oder der vermeintlichen Einsicht in „eherne Gesetzmäßigkeiten“ des technischen Fortschritts zu lenken. Zumindest ist uns – das traditionell eher interventionsfreudige Japan eingeschlossen – kein solcher Fall aus den hoch entwickelten Marktwirtschaften bekannt. Die für die Förderung engagierten Parlamentarier, Regierungsverantwortlichen und Angehörigen der staatlichen Bürokratien verstehen sich ganz überwiegend in einer unterstützenden, fördernden Funktion und legen fast immer größten Wert auf einen sehr engen Schulterschluss mit den einschlägig tätigen Wirtschaftskreisen.

Im Detail stellen sich die Dinge freilich recht vielschichtig dar. Als Beispiel sei der Wettlauf der Industriestaaten bei der Förderung der Nanotechnologien erwähnt. Kein hoch entwickeltes Industrieland, das etwas auf sich hält, verzichtet heute auf die öffentliche Förderung der Forschungsanstrengungen der Wirtschaft in den entsprechenden Feldern. Liegt hier die von ordnungspolitisch orientierten Ökonomen verurteilte „Anmaßung von Wissen“ vor? Diese Frage lässt sich offenkundig weder mit einem klaren „ja“ noch mit einem klaren „nein“ beantworten. Die (zumeist gewählten) Vertreter des Staates wählen im konkreten Fall eine Technologie als förderungswürdig aus und investieren beträchtliche, vom Steuerzahler zu finanzierende Mittel – die Vereinigten Staaten wohl hinsichtlich der absoluten Summen am weitaus meisten – in dieses konkrete Technologiefeld. Die vordergründige Annahme, dass ein wirklicher Wahlakt seitens der staatlichen Bürokratie stattgefunden habe, lässt sich allerdings beim näheren Hinsehen kaum aufrechterhalten. Maßgeblich für die Förderentscheidung war vielmehr neben der Lobbyarbeit der einschlägigen Interessengruppen noch stets das fachliche Urteil von Wissenschaftlern aus der universitären Grundlagenforschung und aus der angewandten Unternehmensforschung. Aufgrund der tatsächlichen technologischen Fortschritte in den Nanotechnologien und ersten Beispielen einer erfolgreichen Vermarktung von Produkten, die auf einer solchen technologischen Basis hergestellt wurden, lassen mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit auf große Potenziale dieses Technologiefeldes schließen. Deren quantitative langfristige Voraussage ist eine ganz andere, mit äußersten Unwägbarkeiten verbundene Angelegenheit.

Die technologische Entwicklung in einigen neuen Industrieländern zeigt, dass eine energische, aber auf enge Kontakte zwischen Staat und Wirtschaft setzende und die Bewährung der angestoßenen Projekte dem Wettbewerbsprozess überlassende Technologieförderung überaus erfolgreich sein kann. Als Beispiel seien Israel, inzwischen das Land mit der höchsten Forschungsintensität, sowie Taiwan und Irland genannt. Die im zweiten Weltkrieg einsetzende Rolle der bundesstaatlichen Technologieförderung bei

der neueren technologischen Entwicklung der Vereinigten Staaten wird weithin unterschätzt.

Fragt man danach, warum solche Förderanstrengungen in einigen Fällen offenkundig erfolgreicher sind als in anderen – in sehr vielen Fällen lässt sich dies mangels aussagekräftiger Evaluationen nicht genau beurteilen –, so lassen sich zumindest einige „Faustregeln“ aufstellen, die in der Innovationsforschung weithin akzeptiert werden. Es sollte Klarheit über die prinzipielle wirtschaftliche Bedeutung des geförderten Technologiefelds bestehen. Eine kritische Masse relevanter Potenziale – auf dem Technologiefeld profilierte Unternehmen, gute Grundlagenforschung, soweit es sich um ein „wissenschaftsbasiertes“ Feld handelt – sollte bereits bei Beginn der Förderung vorhanden sein. Staatliche Förderung sollte über ein Mindestmaß an finanziellen Mittel verfügen, d.h. nicht im Rhetorischen verbleiben. Gutes Management ist unverzichtbar; bei Netzwerkaktivitäten sollte sich die staatliche Bürokratie eher im Hintergrund halten, und engagierten Privaten die Brokerrolle überlassen.

Die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Technologiefelder weisen, jedes für sich in einer spezifischen Konstellation, die erforderlichen Grundvoraussetzungen dafür auf, dass staatliche Förderung stattfinden kann. Der letztliche Erfolg der Förderung hängt von vielen Faktoren ab. Angesichts der Ungewissheit, die mit einem Mitteleinsatz auf solchem Feld stets verbunden ist, sind regelmäßige fundierte Evaluationen umso wichtiger. Wunderbare Wirkungen sollte man von solcher Förderung allerdings nicht erwarten. Die Entwicklung neuer Technologien im Allgemeinen und von regionalen Zentren der Technologieentwicklung im Besonderen stellt sich noch stets als schwieriger, langwieriger und nicht gänzlich durch die Politik steuerbarer Prozess dar.

#### 12.4.2 Die Heterogenität der Zukunftsfelder:

##### Plädoyer für maßgeschneiderte Förderkonzepte

Gemeinsam ist den untersuchten Technologiefeldern, dass ihnen eine erhebliche Bedeutung für die Bewältigung der Herausforderungen des wirtschaftlichen Strukturwandels und die Sicherung der Lebenschancen künftiger Generationen zukommt. Diese Gemeinsamkeit rechtfertigt ihre Subsumierung unter den Oberbegriff „Zukunftstechnologien“. Die Entwicklung erfolgreicher Förderkonzepte setzt allerdings voraus, dass diese auf die Besonderheiten der Gegenstände der Förderung Rücksicht nehmen. Ein „Einheitskonzept“ für die analysierten Technologiefelder käme dann in Betracht, wenn sie hinsichtlich ihrer Entwicklungskontexte, Strukturen und Antriebskräfte identisch oder doch zumindest sehr ähnliche Züge trügen.

Faktisch jedoch unterscheiden sich die sechs Felder in wesentlichen Belangen.

Die wichtigsten Unterschiede liegen in folgenden Punkten:

- Es handelt sich sowohl um (weitgehend) neue Technologien, die gerade einmal am Anfang ihrer Breitenentwicklung stehen und ihren vollen „Lebenszyklus“ noch vor sich haben, als auch um lange etablierte, bewährte Technologien, die bereits auf eine lange Geschichte zurückblicken können.
- Die meisten der behandelten Technologiefelder sprechen spezielle Märkte bzw. eine spezifische Gruppe von Märkten an, bei der Nanotechnologie handelt es sich dagegen eher um eine Querschnittstechnologie mit sehr großer Breitenwirkung.
- Die Entwickler der angesprochenen Technologien agieren auf sehr unterschiedlichen Märkten mit stark voneinander differierenden Anbieter- und Nachfragerstrukturen sowie Wettbewerbsverhältnissen und -intensitäten.
- Die Innovationsprozesse in den Zukunftsfeldern folgen unterschiedlichen, durch Marktstrukturen und Wettbewerb, Eigenheiten der Technologieentwicklung auf dem jeweiligen Feld und Umfeldfaktoren wie z.B. staatliche Regulierung im Energie- und Umweltbereich geprägten Pfaden.
- Die Beziehungen zwischen technologischer Entwicklung in den Unternehmen und Grundlagenforschung unterscheiden sich in den analysierten Bereichen stark voneinander. Nur die Biotechnologie, Nanotechnologie und die Entwicklung neuer Werkstoffe ist im engeren Sinn „wissenschaftsbasiert“.
- Wir haben es nicht nur mit unterschiedlichen Marktconstellationen zu tun, sondern auch mit verschiedenen Akteursconstellationen im Umfeld des Marktgeschehens. Intermediäre wie Technologiemitteiler, Kammern, korporatistische Beziehungen spielen eine jeweils spezifische Rolle.
- Die Förderung des Staates, sowohl diejenige in Bundes- als auch die in Landesregie, erfolgt in den untersuchten Technologiefeldern mit unterschiedlicher Intensität und bedient sich unterschiedlicher Ansätze.

Die Unterschiede zwischen den Feldern sind so gravierend, dass sich die Anwendung eines einheitlichen Förderansatzes von vornherein verbietet. Wie im letzten Punkt der obigen Aufzählung angedeutet, unterscheiden sich

die bisherigen Förderansätze ja auch schon in wichtigen Punkten. Wir plädieren dafür, für jedes der sechs Gebiete, soweit dies nicht schon ohnehin der Fall ist, einen maßgeschneiderten Förderansatz zu entwickeln, welcher den spezifischen Gegebenheiten des jeweiligen Feldes Rechnung trägt.

**Empfehlung 10:**

Bei der staatlichen Förderung der Zukunftsfelder sollten, wie dies in den heutigen Förderstrukturen bereits angelegt ist, individualisierte „maßgeschneiderte“ Förderkonzepte zur Anwendung kommen, welche den Besonderheiten des jeweiligen Feldes hinsichtlich Technologieattributen und -genese, Beziehungen zur Grundlagenforschung, sektoralem Innovationsregime, Marktakteuren und der Akteurskonstellationen im Umfeld des Technologiefeldes gerecht wird.

#### 12.4.3 Zukunftsfeld Biotechnologie

Die oben geschilderte erfreuliche Entwicklung der Biotechnologie in Nordrhein-Westfalen hat, so ist nach den vorliegenden Fakten sehr stark zu vermuten, entscheidende Anstöße von der Förderung sowohl seitens des Bundes als auch des Landes erhalten. Die Biotechnologieszene ist den Kinderschuhen entwachsen und wird heute gleichermaßen von den dynamischen Unternehmen, die vornehmlich in den 1990er Jahren gegründet wurden als auch von etablierter Großindustrie in der Chemischen darunter Pharmazeutischen Industrie getragen. Letztgenannte vereinen heute etwa die Hälfte des Patentaufkommens auf sich. Die breite Diffusion der Biotechnologie ist ein Zeichen einer Reifung der „Branche“ und des bei solchen Technologieentwicklungen stets zu beobachtenden Selektionsprozesses unter einer recht hohen Zahl von kleinen Gründungen mit höchst ungewisser Entwicklungsperspektive. Die Biotechnologieforschung der Unternehmen der „Biotech-Szene“ im engeren Sinn sowie der Großunternehmen insbesondere der Pharmabranche hängen aufs Engste zusammen. Letztere profitieren in hohem Maße von der ersteren, insbesondere in Gestalt des Aufkaufs von wirtschaftlich attraktiven Jungunternehmen und eines über verschiedene andere Kanäle – Personal, Patentinformationen, Veröffentlichungen, Kontakte – laufenden Wissenstransfers.

Dass ein erheblicher Teil der jungen Biotechnologieunternehmen in ihren kritischen Anfangsjahren in direkter oder indirekter Form durch den Staat gefördert wurde – zum Teil ist dies auch heute noch der Fall – und einige bemerkenswerte Ergebnisse in der Entwicklung marktfähiger Anwendungen zu beobachten sind ist aus gesamtwirtschaftlicher Sicht positiv zu werten. Mit einer Einschränkung: Auch hier sollte der staatliche Mitteleinsatz ex post mit fundierten Methoden evaluiert werden. Zwar liegen einschlägige Evaluationen vor, letzte Sicherheit über die tatsächliche Effizienz des För-

dermitteleinsatzes können diese indessen nach Lage der Dinge kaum schaffen. Trotzdem ist festzuhalten, die vorliegenden Informationen sprechen für diese Förderung, wir plädieren daher ausdrücklich für sie, und dies nicht nur auf dem Gebiet der Biotechnologie.

Da die Biotechnologieszene sich in Nordrhein-Westfalen, den süddeutschen Bundesländern, in Hessen und Berlin inzwischen weitgehend „flügge“ geworden und der übliche Inkorporierungsprozess der neuen Technologie in die sektoral affinen Großunternehmen weit fortgeschritten ist, stellt sich die Frage, ob eine weitere Förderung noch Sinn macht. Diese Frage ist aus unserer Sicht ohne Einschränkungen zu bejahen. Vergleicht man die heute durchaus klar erkennbaren Potenziale der neuen Technologie mit den tatsächlich erfolgten Entwicklungen, so lässt sich rasch erkennen, dass noch erhebliche unausgeschöpfte technologische Potenziale bestehen, bei deren Mobilisierung der Staat behilflich sein kann und – angesichts der bisherigen positiven Erfahrungen – auch sollte.

Angesichts der starken Präsenz der Chemischen Industrie (vgl. hierzu die ausführliche Analyse im Innovationsbericht 2006 (255-269) in Nordrhein-Westfalen, nimmt sich das bisher im Bereich der industriellen Biotechnologie Erreichte als guter Startpunkt aus. Mit der jüngsten Fördermitteleinwerbung für den CLIB 2021 e.V. Cluster Industrielle Biotechnologie erhält dieses Segment einen weiteren wichtigen Impuls, den es zu verstetigen gilt.

Wir plädieren daher dafür, die Entwicklung insbesondere der industriellen Biotechnologie als weiteres Standbein der Biotechnologie in NRW gezielt zu fördern und zu vermarkten. Da dieser Zweig durch eine Synthese von bewährten Technologien (seit 1907!) und technologischem Neuland charakterisiert ist, sollte aber besonders darauf geachtet werden, dass tatsächlich die technologisch anspruchsvolleren Themen gefördert werden. Das Set an Maßnahmen sollte keineswegs auf wenige verengt werden. Neben einer gezielten projektbezogenen Förderung ist auch an die Stärkung der Wissensbasis an Hochschulen (z.B. durch die Einrichtung bzw. Umwidmung von Lehrstühlen unter Beteiligung der Industrie) zu denken. Zur Auswahl der zu fördernden Akteure sollte in jedem Fall ein wettbewerbliches Verfahren vorgeschaltet werden.

Bislang konzentriert sich die Biotechnologie in erheblichem Maße in den rheinischen Zentren. Aber auch in den anderen Landesteilen sind gute, durch das Land unterstützte, Ansätze vorhanden auf denen sich aufbauen lässt. Dies betrifft in erster Linie verfahrenstechnische Kompetenzen, die nicht auf einen speziellen Anwendungsbereich festgelegt sind. Diese Stärken erlauben ein flexibles Reagieren, um das vorhandene Wissen in anderen, bisher nicht primär verfolgten Forschungskontexten anzuwenden. Es wird in nächster Zeit also darauf ankommen, die verschiedenen Akteure

und ihre unterschiedlichen technologischen Kompetenzen in zukünftigen Konsortien mit dem Ziel der gemeinsamen Bearbeitung einer zentralen Fragestellung stärker zusammenzuführen.

CLIB 2021 steht exemplarisch für einen geeigneten Weg, dies zu bewerkstelligen. Die Akteurskonstellationen können und sollten dabei je nach Thema durchaus variieren, um sogenannte Lock-in-Effekte (stagnierende technologische Entwicklung) bei mangelnder Durchlässigkeit der Projektverbünde zu vermeiden. Insbesondere ist das Einbringen der Kompetenzen in bundeslandübergreifende Initiativen ein wichtiger Schritt zur Stärkung der Kompetenzen im Land NRW. Das Land sollte hier die Akteure ermutigen und unterstützen, sich aktiv an solchen Initiativen zu beteiligen. Dies auch vor dem Hintergrund, dass nicht immer von einer federführenden Rolle von NRW-Akteuren, wie sie in CLIB realisiert wurde, auszugehen ist (z.B. in der jüngst gestarteten Pharma-Initiative des BMBF).

Die stärkere Beteiligung an konkreten Initiativen sollte mit Maßnahmen zur Erhöhung der Wahrnehmung der im Land NRW vorhandenen Kompetenzen flankiert werden. Mit der Gründung des Dachverbands BIO.NRW wurde hierfür eine geeignete Plattform geschaffen. Zügig sollte daran gearbeitet werden, einzelne Kompetenzfelder zu definieren und die hierfür relevanten Akteure und deren konkreten Aktivitäten in diesem Feld zu erfassen. Dies geht über die reine Auflistung der Akteure in einer Datenbank hinaus. Für die Art und Weise der Aufbereitung der Angaben stellt die Außerdarstellung der BioTOP Berlin/Brandenburg aus unserer Sicht eine geeignete Orientierungshilfe dar.

***Empfehlung 11:***

Die im Land NRW vorhandenen biotechnologischen Kompetenzen bei großen Chemie- und Pharma-Unternehmen, Biotech-Unternehmen, Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen gilt es zu bündeln und deren Wahrnehmung nach außen gezielt zu erhöhen. Nach dem Vorbild von CLIB sollte das Land gezielt bei den Akteuren um die aktive Beteiligung an überregionalen Initiativen werben und diese bei Bewerbungen unterstützen. Ein besonderes Augenmerk sollte auf Vorhaben im Teilsegment industrielle Biotechnologie gelegt werden. Hierzu sollte die Wissensbasis an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen gezielt ausgebaut werden.

Keines der in unserem Forschungsbericht untersuchten „Zukunftsfelder“ ist so stark auf einen engen Kontakt mit der an den Universitäten und in den staatlichen Forschungsinstituten betriebenen Grundlagenforschung angewiesen wie die Biotechnologie bzw. allenfalls noch die Nanotechnologie(n). Es handelt sich uneingeschränkt um eine „wissenschaftsbasierte“ Technolo-

gie. Der Wissenstransfer aus den Universitäten in die Unternehmen gewinnt hier aus Unternehmenssicht, aber auch aus gesamtwirtschaftlicher Sicht strategische Bedeutung. Nun zeigen unsere Analysen, dass die Möglichkeiten des diesbezüglichen Wissenstransfers, obwohl die Verhältnisse auf diesem Gebiet in Deutschland und NRW insgesamt eher positiv einzuschätzen sind, bislang längst noch nicht in vollem Maße ausgeschöpft worden sind. Die Autoren plädieren deshalb dafür, verstärkte Anstrengungen für den Transfer von Erkenntnissen der Grundlagenforschung in die angewandte Forschung auf biotechnologischem Gebiet zu unternehmen. Hierfür wären unterschiedliche konkrete Ansätze denkbar. Eine Möglichkeit bestünde darin, spezielle Transferkapazitäten an den betreffenden Lehrstühlen zu finanzieren, eine andere, ausgewählte Transferzentren so mit spezifischem Know-how „aufzurüsten“, eine dritte darin, einen Arbeitskreis zu institutionalisieren, der sich mit einschlägigen Transferfragen beschäftigt.

In einem Bereich intensiver staatlicher Förderung von der Art der Biotechnologie ist ein ständiger Informationsfluss zwischen den Unternehmen und den zuständigen Bereichen der staatlichen Bürokratie für die kompetente Abwicklung und Feinjustierung der Fördermaßnahmen von essentieller Bedeutung. Ein Punkt, der besondere Aufmerksamkeit verdient, ist hierbei die Nachwuchsbetreuung. Die Politik sollte nach eingehender Prüfung der Sachlage Anreize dafür schaffen, dass junge, erfolgreiche Wissenschaftler nach Abschluss ihrer Hochschulphase im Lande verbleiben und ihre Kompetenzen im Biotechnologiesektor einsetzen.

Vor diesem Hintergrund ist ein Informationsaspekt hervorzuheben: Ein zentrales Vehikel für den Transfer von Forschungsergebnis aus den Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen in den Unternehmenssektor ist der Personaltransfer. Insbesondere junge Wissenschaftler, die bislang eher auf dem Feld grundlagenorientierter Forschung gearbeitet haben, wechseln nach abgeschlossener Promotion bzw. nach Auslaufen ihrer Zeitverträge in die Wirtschaft und arbeiten in den FuE-Abteilungen der Unternehmen über angewandte Forschungsfragen. Interessant wäre es aus Sicht der Politik, Näheres über Verbleib, Erwerbskarrieren und berufliche Praxis der jungen Wissenschaftler zu erfahren. Hieraus ließen sich nicht zuletzt Folgerungen zur Ausgestaltung von Transfermaßnahmen und zur Gewinnung der Fachkräfte von morgen ziehen.

#### 12.4.4 Zukunftsfeld Neue Werkstoffe, Mikro- und Nanotechnologie

Nordrhein-Westfalen gilt unter den deutschen Bundesländern aufgrund der (inzwischen stark ausgelichteten) montanindustriellen Strukturen des Ruhrgebiets und der starken Entwicklung der Chemischen Industrie als das deutsche „Werkstoffland“ schlechthin. Unsere Patentanalyse hat diese Ein-

gangsvorstellung im Prinzip bestätigt. Die Position im Bereich der metallurgischen Patente und der Patente im Bereich der organischen Chemie ist überragend, in der anorganischen Chemie ist sie zumindest recht ansehnlich. Insgesamt führt in Deutschland in der Werkstoffproduktion – zumindest dort, wo es um hochwertige Gebrauchstechnologien geht – an NRW kein Weg vorbei.

Der technische Fortschritt hat in jüngster Zeit das Antlitz der Werkstoffproduktion nachhaltig verwandelt. Eine Entwicklung, die sich in der Gegenwart fortsetzt und in der Zukunft weiter fortsetzen wird. Dass Neue Werkstoffe auf den Plan treten, ist an sich im Zuge der technischen Entwicklung kein Novum. Seit 1850 hat noch jede Generation ihre „Neuen“ Werkstoffe erlebt. Werkstoffe werden auch heutzutage auf breiter Front ständig weiter entwickelt. Die Neuen Werkstoffe der Gegenwart im engeren Sinn sind indessen mit geradezu revolutionären technischen Veränderungen verbunden. Zum einen geht es um „maßgeschneiderte“ Materialien, die für bestimmte Einsatzzwecke gedacht sind, zum anderen um sog. „*smart materials*“, Werkstoffe, die sich in Reaktion auf die Änderung von Umweltparametern selbst aktiv verändern. Bei der Herstellung der Neuen Werkstoffe kommen Technologien zum Einsatz, welche steuernde Eingriffe in die kleinsten Dimensionen der Materialien gestatten, d.h. Mikro- bzw. Nanotechnologien.

Wer auf die Dauer in der Werkstoffproduktion eine führende Rolle behaupten will, kommt an der federführenden Entwicklung und am breiten Einsatz dieser neuen Technologien nicht vorbei. Die Analyse des Zukunftsfeldes „Neue Werkstoffe, Mikro- und Nanotechnologie“ bringt eine erstaunliche Diskrepanz zwischen der äußerst starken Stellung NRWs in der konventionellen Werkstoffproduktion einerseits sowie den neuen Entwicklungen in der Werkstoffproduktion andererseits an den Tag. Die Dominanz bei der ersteren findet – trotz guter Ansätze in Nanotechnologie und Neuen Werkstoffen – keine Entsprechung bei den letzteren.

Die sichere Identifizierung der Neuen Werkstoffe in der Patentstatistik erwies sich freilich in der zur Verfügung stehenden Zeit als unlösbare Aufgabe. Immerhin ist es uns aber gelungen, plausible Ersatzlösungen zu finden (Konzentration auf Verbundwerkstoffe und (technische) Keramiken). Bei den Nanotechnologien war hingegen die Lösung der Aufgabe deutlich leichter, wiewohl auch noch verbesserungsfähig. Immerhin können wir auf dieser Grundlage eine belastbare Aussage dahingehend treffen, dass die technische Dominanz NRWs in der Metallurgie und der organischen Chemie sich nicht in der Produktion Neuer Werkstoffe und bei der Anwendung fortgeschrittenster Technologien in der Werkstoffproduktion fortsetzt. Auch hier kann NRW aufgrund seiner Bevölkerungszahl und seines Wirtschaftspoten-



zials ansehnliche Zahlen vorweisen, allein es besteht eine deutliche Diskrepanz zum Anspruch, „Werkstoffland Nr. 1“ in Deutschland zu sein bzw. auf die Dauer zu bleiben.

Die Mikro- und Nanotechnologie ist insbesondere an der *RWTH Aachen* ein zentraler Forschungsbereich. Insgesamt sind 38 Professoren sowie mehrere externe Forschungseinrichtungen in die auch international anerkannten Aktivitäten eingebunden. In Kooperation zwischen RWTH und AMO wird zudem der NRW-Nanocluster für die Informationstechnik von Aachen aus betreut. Dabei wird auch eng mit den *Fraunhofer-Instituten für Lasertechnik (ILT)* und *für Produktionstechnik (IPT)* zusammengearbeitet. Der „NanoClub“ der RWTH Aachen unterstützt dabei die interdisziplinäre Forschung.

Zudem hat die Mikro- und Nanotechnologie an verschiedenen anderen Universitäten des Landes eine Heimstatt gefunden. Hingewiesen sei z.B. auf die Institute für Biophysics and Nanoscience (BINAS) an der *Universität Bielefeld*, in welche Aktivitäten in den Bereichen Nanowissenschaften und Biophysik zusammengefasst werden. An der *Universität Bochum* wird derzeit mit Unterstützung durch das Land ein neues Institut für Werkstoffforschung und Werkstoffentwicklung gegründet. Namhafte Industrieunternehmen wie Bayer, Mannesmann, Bosch und ThyssenKrupp sowie auch die RWTH Aachen sind Kooperationspartner des „Interdisciplinary Centre for Advanced Material Simulation“ (ICAMS). Für die fünfjährige Aufbauphase ist ein Startkapital von 22,5 Mill. Euro vorgesehen. Zu erwähnen ist auch der Schwerpunkt Nanowissenschaften der *Universitäten Duisburg-Essen und Bochum* der sich der Vernetzung von Materialwissenschaften und Nanotechnologien verschrieben hat. Einschlägige Forschungsaktivitäten sind auch an den Universitäten Dortmund, Münster und Paderborn verankert.

Auch die *Fachhochschulen* sind in der Nanotechnologie aktiv. Die FH Gelsenkirchen, Münster und Südwestfalen betreiben seit 2003 gemeinsam eine Kompetenzplattform „Nanoskalige Materialien und funktionale Schichten“. Die Hochschule Niederrhein in Krefeld hat das Institut für angewandte Nano- und Optische Technologien (INano) eingerichtet. Hier werden Mikro- und Nanotechnologien zur Anwendungsreife gebracht.

Die Zusammenstellung der in NRW laufenden Forschungsaktivitäten unterstreicht die große Bedeutung der Mikro- und Nanotechnologie in der Forschungsszene des Landes. Insbesondere die Standorte Aachen (laterale Nano-Strukturen), Duisburg-Essen (Nano-Energie), Münster (Nano-Analytik), Dortmund (Nano-Partikel) und Paderborn (Nano-Photonik) sind in diesem Bereich sehr gut aufgestellt. Die vielfältigen Forschungsarbeiten werden dabei mit Hilfe von EU-Mitteln und Bundesmitteln, aber auch mit Landesmitteln gefördert. Wir befürworten, diese Förderung nicht nur bei-

zubehalten, sondern bei Bedarf noch gezielt weiter auszubauen. Dabei sollte allerdings der Wissenstransfer aus den staatlichen Forschungseinrichtungen in die Unternehmen noch stärkere Aufmerksamkeit finden.

Zu erwähnen sind schließlich die vom Land geförderten Clusterinitiativen. Es haben sich dabei drei einschlägige Cluster herausgebildet. Das Land fördert in diesem Zusammenhang Verbundprojekte im Bereich der Nanotechnologie. Neben der Durchführung einer Reihe von Forschungsprojekten steht dabei der Aufbau von Netzwerken folgender Kompetenzen im Zentrum:

- das Cluster Nano-Informationstechnik in Aachen, das durch die AMO GmbH (Gesellschaft für angewandte Mikro- und Optoelektronik) koordiniert wird,
- das Cluster Nano-Bio (Federführung durch CenTech) in Münster und
- das Cluster Nano-Energie (Federführung durch ZBT) in Duisburg.

Diese Cluster sollten im Rahmen der Clusterstrategie der Landesregierung Nordrhein-Westfalen konsequent weiter ausgebaut werden. Dabei sollte vor allem darauf abgezielt werden, die Austausch- und Kooperationsverflechtungen zwischen Forschung und Wirtschaft weiter zu forcieren.

Neben den bereits angeführten Forschungsaktivitäten und Cluster-Initiativen, die jeweils mit maßgeblicher Unterstützung der NRW-Landesregierung zustande kamen, sind noch einige weitere zentrale Initiativen zu nennen:

- Mit Förderung durch das Land und die EU wurde durch die Degussa AG/Creavis in Marl das „Science to Business Center Nanotronik“ eingerichtet. Dort führen verschiedene Unternehmen gemeinsam mit Universitäten Forschungsarbeiten im Bereich Nanotechnologie durch. Es sollen insbesondere das Know-how an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zusammengebracht und Entwicklungsdienstleistungen für KMU im Bereich Nanoelektronik und -chemie angeboten werden. Ferner dient das Fraunhofer-Institut für mikroelektronische Schaltungen und Systeme in Duisburg der Umsetzung von Mikro- und Nanoelektronik in wirtschaftliche Anwendungen.
- Durch die MST.factory Dortmund werden kleine und mittlere Unternehmen sowie Unternehmensneugründungen bei ihrer Entwicklungstätigkeit im Bereich der Mikro- und Nanotechnologie unterstützt.
- Vom Land NRW wurde zusammen mit der mittelständischen Industrie und der Wissenschaft die Mikrostruktur-Initiative NRW IVAM (Initiative zur Verbreitung von Anwendungen der Mikrosystemtechnik) ge-

gründet und gefördert. Dabei handelt es sich um eine Interessengemeinschaft, die insbesondere KMU darin unterstützt, innovative Produktionsmethoden und Produkte marktfähig zu machen. Die IVAM hat sich inzwischen zu einem internationalen Fachverband entwickelt. Die IVAM führt ab 2006 auch die bisherigen Arbeiten der NeMa (Initiative für Neue Materialien) weiter.

Die genannten Initiativen sind durchweg zu begrüßen und haben, soweit wir dies nach den vorliegenden Informationen beurteilen können, maßgeblich dazu beigetragen, den Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Wirtschaft zu unterstützen und es Unternehmen zu erleichtern, sich in Nordrhein-Westfalen zu etablieren. Wir unterstützen diese Initiativen ausdrücklich und schlagen vor, diese auch künftig zu fördern bzw. die Förderung bei Bedarf noch weiter auszubauen.

***Empfehlung 12:***

Angesichts der ausgezeichneten Basis NRW in der konventionellen Werkstoffproduktion und seiner ansehnlichen, aber durchaus noch verbesserungsfähigen Position bei der Entwicklung von Neuen Werkstoffen und Nanotechnologie sollte der Ausbau der auf diesem Felde bestehenden Innovationskerne bzw. auch der gerade in jüngster Zeit in der „Metropole Ruhr“ ins Leben gerufenen Initiativen zügig vorangetrieben werden. Dies sollte in enger Partnerschaft mit der Wirtschaft geschehen.

Wie die technologische Entwicklung auf verschiedenen Gebieten zeigt, können von regionalen Innovationskernen, in denen sich technische Kompetenz, Forschung und experimentelle Entwicklung sowie auch forschungsnaher Unternehmen konzentrieren, Signalwirkungen auf das nähere und weitere Umfeld ausgehen, die kumulative Prozesse der weiteren Kompetenzentwicklung anstoßen. Im Bereich Neue Werkstoffe, Mikro- und Nanotechnologie verfügt NRW derzeit mit der RWTH Aachen und FZ Jülich zumindest im Ansatz über zwei regionale Brennpunkte des Innovationsgeschehens. Natürlich sollten die vorhandenen Potenziale ausgebaut werden. Angesichts der großen Bedeutung des Bereichs und des absehbaren Entwicklungspotenzials der Nanotechnologie empfiehlt sich der Ausbau weiterer regionaler Forschungsschwerpunkte für diesen Bereich in Nordrhein-Westfalen.

Die Entwicklung Neuer Werkstoffe und der Nanotechnologie liegt wohl stärker als im Bereich der Biotechnologie in der Hand großer Unternehmen. Die Politik sollte daher das Gespräch mit den großen Konzernen im Land suchen, welche Aktivitäten in diesem Bereich konkret entfaltet werden könnten. Falls dabei genügend relevante Potenziale identifiziert werden, sollte dem Beispiel der industriellen Weißen Biotechnologie gefolgt

und eine konkrete Initiative entwickelt werden. Nach derzeitigem Stand dürften zumindest im Bereich Neue Werkstoffe die Voraussetzungen hierfür günstig sein. Ausgehend von vorhandenen Kompetenzen im klassischen Werkstoffbereich sollten genügend Kompetenzen für eine stärkere Besetzung des Felds Neuer Werkstoffe (z.B. Technische Hochleistungskeramiken, moderne Verbundwerkstoffe, Industrietextilien) vorhanden sein.

#### 12.4.5 Zukunftsfeld Produktionstechnik

Die Produktionstechnik spielt seit den Anfängen der Industrialisierung eine bedeutende Rolle für den technischen Fortschritt in der Industrie. Deutschland im Allgemeinen und NRW im Speziellen hat hier stets eine besondere Rolle gespielt und der Maschinen- und Anlagenbau ist bis in die Gegenwart hinein eine der tragenden Säule der deutschen Exportwirtschaft. Der nordrhein-westfälische Maschinenbau war aus naheliegenden Gründen besonders stark auf den im Ruhrgebiet beheimateten Montankomplex orientiert. Die Branche hat im Zuge des sektoralen Strukturwandels die Abhängigkeit von der Montanindustrie längst überwunden und ist eine tragenden Säulen der nordrhein-westfälischen Industrie (zum Maschinen- und Anlagenbau vgl. RWI, Stifterverband 2006: 309-325).

Die Ergebnisse unserer Analyse der Innovationspotenziale der Produktionstechnik lassen hoffen, dass dies auch in Zukunft so bleiben wird. Die Patentstatistiken zeichnen überwiegend ein erfreuliches Bild von den Innovationsanstrengungen in diesem Bereich. Dies heißt freilich nicht, dass es keine Verbesserungspotenziale gäbe. Gerade die vorhandenen Stärken sollten Anlass für gezielte Bemühungen zur weiteren Festigung der Position NRWs sein.

NRW hat eine international anerkannte Forschungskompetenz auf dem Gebiet der Produktionstechnologie vorzuweisen. Vor allem die *Hochschulen* sind in diesem Bereich gut etabliert. Im Einzelnen sind zu nennen:

- Ruhr-Universität Bochum,
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen,
- Universität Dortmund,
- Fachhochschule Bochum und
- Fachhochschule Gelsenkirchen.

Die genannten Einrichtungen weisen entweder Fakultäten für Maschinenbau oder Lehrstühle für Fertigungstechnik auf. Darüber hinaus sind in diesem Bereich auch einige außeruniversitäre Forschungseinrichtungen rele-

vant, wie z.B. *Institute der Fraunhofer Gesellschaft* in Dortmund (FHG-Institut Materialfluss und Logistik) und Aachen (FHG-Institute Produktions- und Lasertechnik).

Abgesehen von der ausgewiesenen Forschungsszene weist NRW im Bereich Produktionstechnologie auf im *Unternehmenssektor* Stärken auf. Insofern besteht in Nordrhein-Westfalen ein gut ausgebautes und etabliertes Zusammenspiel zwischen Forschung und Wirtschaft. Dieses wurde seitens der Landesregierung bereits in der Vergangenheit flankiert und unterstützt, was auch künftig erfolgen und an der einen oder anderen Stelle sogar noch gezielt ausgebaut werden sollte.

Als Beispiel für eine entsprechende Initiative ist das im Jahr 2004 gegründete NRW-weite *Netzwerk „Produktionstechnik“* anzuführen. Der Aufbau dieses Netzwerks, der mit Hilfe von Zenit erfolgte, wird durch das Land NRW gefördert. Hintergrund für diese Initiative war, dass der Maschinenbau und speziell die Produktionstechnik für Nordrhein-Westfalen große Bedeutung haben, zudem besitzt die Produktionstechnologie Querschnittscharakter. Besonders aktive Standorte sind vor allem Aachen (PROTECA), Ostwestfalen-Lippe (OWL Maschinenbau), Dortmund (RACE), Bochum (Fabrik der Zukunft) und Mönchengladbach. Da der Organisationsgrad relativ hoch ist, kann die Produktionstechnik als eines der besonders stabilen Cluster in NRW angesehen werden.

Wie in den anderen Zukunftsfeldern sollten im Dialog mit der Wirtschaft, von den Unternehmen empfundene Handlungsbedarfe erkundet werden. Die Ergebnisse sollten in die Konzipierung spezifischer Entwicklungsansätze zum Ausbau der für das Gebiet „Produktionstechnik“ relevanten Kapazitäten an den Hochschulen und in der außeruniversitären staatlichen Forschungsszene eingehen. Ein eindeutiger Schwerpunkt der Hochschulforschung liegt derzeit an der RWTH Aachen. Einschlägige Forschungs- und Lehrkapazitäten sind auch im Ruhrgebiet und Paderborn zu finden. Wir empfehlen - neben Aachen - im Ruhrgebiet und bzw. oder Paderborn eine zweite und nach Möglichkeit dritte Säule auf- und auszubauen.

***Empfehlung 13:***

Die bestehenden Innovationskerne im Bereich „Produktionstechnik“ sollten in enger Partnerschaft von Hochschulen, Forschungsinstituten und Unternehmen ausgebaut werden.

Bei der Akquise von Fördermitteln des Bundes in der Produktionstechnik waren jüngst für NRW erfreuliche Zuwächse zu beobachten. Der hiermit verbundene Impetus sollte genutzt werden, der Forschung weiteren Auftrieb zu geben. Hierbei empfiehlt sich die unterstützende Begleitung der mit

der Förderung verbundenen Aktivitäten durch das Land. Wichtig ist es, den – hoffentlich – mit der Förderung einhergehenden Innovationsschub zu verstetigen und nachhaltige positive Effekte zu realisieren. Die erfolgreiche Durchführung der geförderten Projekte schafft eine günstige Basis für die künftige weitere Einwerbung von Fördermitteln.

#### 12.4.6 Zukunftsfeld Medizintechnik

Die Medizintechnik erfreut sich in allen Industrieländer dank der großen technischen Fortschritte im Gesundheitswesen und der unmittelbar einsichtigen Bedeutung des Gebiets für die Menschen erheblicher Aufmerksamkeit der Politik. Diese wird sichtbar in der Auflage umfangreicher staatlicher Förderprogrammen, deren „Zweckmäßigkeit“ sich den Wählern leicht vermitteln lässt. Da Medizintechnik sich längst weit von ihren trivialen, auf einfache mechanische Konstruktionen spezialisierten Ursprüngen entfernt hat, und immer mehr in den Bannkreis von Spitzentechnologien gerät, sind der technologischen „Aufrüstung“ und damit dem Einsatz finanzieller Ressourcen von der Technik her keine Grenzen gesetzt. Unter dem Gesichtspunkt der „Bezahlbarkeit“ eröffnet sich allerdings tatsächlich in allen Industrieländern ein „*trade-off*“ zwischen den unausgeschöpften Potenzialen der technologischen Entwicklung und dem unter den Bedingungen der expandierenden Gesundheitshaushalte praktisch Möglichen.

Wie dem auch sei, Medizintechnik präsentiert sich als höchst entwicklungs-fähiges und dynamisches Technologiefeld. Für die technisch versierte Industrie eröffnen sich neben der Versorgung der nationalen Märkte angesichts des technologischen Vorsprungs der alten Industrieländer sehr attraktive Exportmöglichkeiten. Nordrhein-Westfalen war im 19. und 20. Jahrhundert nicht unbedingt eine Hochburg der medizintechnischen Produktion. Diese ist bis heute in Süddeutschland, aber auch in den benachbarten Niederlanden stärker vertreten. Die in enger Abstimmung mit Wissenschaft und Wirtschaft vorangetriebenen Anstrengungen der Politik zielen darauf ab, die Stellung NRWs in diesem ohne Zweifel für den Wohlstand der Bevölkerung und die technologische Entwicklung insgesamt wichtigen Bereich zu verstärken.

Nach unseren Befunden fällt die Innovationsbilanz des Landes in diesem Zukunftsfeld recht gemischt aus. Es sind dem absoluten Umfang nach ansehnliche Kapazitäten vorhanden, NRW liegt aber weit hinter den süddeutschen Bundesländern zurück. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Förderung dieses Technologiefeldes vor allem als strategische Entscheidung dar, für die es gute Gründe gibt. Das Förderengagement sollte allerdings von einer nüchternen Analyse des Vorhandenen ausgehen und auf dieser Basis in enger Zusammenarbeit mit der Wirtschaft die Profilbildung vorantreiben.

Die technologischen Stärken konzentrieren sich auf sehr wenige Medizintechnikunternehmen im Land NRW und die Forschung an den Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Die langfristige Stärkung des Medizintechnikstandortes NRW in wirtschaftlicher Hinsicht wird allerdings nur gelingen, wenn die Ergebnisse der Hochschulforschung Eingang finden in der Produktion neuer bzw. verbesserter Medizintechnikgüter im Land NRW. Aufgrund des unterdurchschnittlichen Besatzes mit forschungsintensiven Medizintechnik-Unternehmen sind die Voraussetzungen für einen solchen Transfer innerhalb von NRW keineswegs „optimal“. Die direkte Ansprache potenziell geeigneter Unternehmen in- und außerhalb von NRW, um diese für ein Engagement mit den Forschungsinstituten in NRW zu gewinnen, sollte vor diesem Hintergrund konsequent vorangetrieben und vom Land unterstützt werden.

Die Forschungslandschaft in NRW stellt sich als sehr heterogen mit verschiedenartigen Kompetenzen und Schwerpunkten dar. Die komplementären Themenfelder sprechen dafür, dass die Bündelung und Vernetzung der Kompetenzen auf Grenzen stoßen. Es wird vielmehr darauf ankommen, die relevanten Akteure in den einzelnen Regionen gezielt zu stärken. Dies unter anderem mit dem Ziel, die vorhandenen Kompetenzen im Verbund mit Akteuren einzubringen, die außerhalb von NRW ansässig sind.

***Empfehlung 14:***

Beim Ausbau des Zukunftsfeldes Medizintechnik sollte – aufbauend auf bestehenden Ansätzen – die sachliche und räumliche Profilbildung in enger Kooperation mit der Wirtschaft, insbesondere einschlägig ausgewiesenen Großunternehmen, vorangetrieben werden.

#### 12.4.7 Zukunftsfeld Energietechnik

Die Energieerzeugung ist alles andere als ein „neuer“ Wirtschaftszweig, sondern hat die Entwicklung der Volkswirtschaften der industrialisierten Welt seit Beginn des Industrialisierungsprozesses im 19. Jahrhundert begleitet. Erst der technische Fortschritt in der Energieerzeugung und in der Verteilung der Energie an die Endabnehmer hat die Entwicklung der modernen Industrie im 19. und 20. Jahrhundert in dieser Form möglich gemacht. Mit der sukzessiven Erschließung neuer Energiequellen – Kernenergie, Solarenergie, Windkraft – wurden jeweils neue Technologien entwickelt. Insgesamt ist der technische Fortschritt in der Energiewirtschaft eher durch inkrementale Verbesserungen der vorhandenen Technologien geprägt als durch technologische Qualitätssprünge. Die Bedeutung dieser Verbesserungen kann allerdings mit Blick auf die Umweltprobleme kaum überschätzt werden. Heute ist die Erzielung einer höheren Energieeffizienz das Gebot

der Stunde sowohl aus der Sicht der Energieproduzenten als auch derjenigen der Anlagenbauer und Energieverbraucher.

Beim Thema Energietechnik sind natürlich die Energieproduzenten angesprochen, mindestens aber ebenso sehr die Hersteller der für die Energieproduktion benötigten Anlagen. Die technologische Entwicklung findet stark unter der Ägide der Letzteren statt, enge Rückkopplungen zwischen Produzenten und Anlagennutzern bei der Weiterentwicklung der Energietechnik sind selbstverständlich. Die Unterscheidung von Anlagenbauern und Anlagennutzern ist nicht nur für die Konzipierung der energiebezogenen Aktivitäten der Landesregierung von Bedeutung, sondern auch für die Frage, inwieweit NRW eine führende Rolle bei der Entwicklung der Energietechnik spielt. Eine solche ist letztlich erst dann gegeben, wenn auch die innovationskräftigen Anlagenhersteller im Lande präsent sind. Wir sahen an der Patentstatistik, dass dies in erheblichem Maße der Fall ist.

Von großer Bedeutung für die Beurteilung des Zukunftsfeldes Energietechnik ist die Unterscheidung zwischen konventionellen, auf der Wandlung fossiler Energieträger basierenden Energien, Kernkraft, sowie (alten wie neuen) erneuerbaren Energien, z.B. Wasserkraft, Solarenergie, Windenergie, Gezeitenkraft, Geothermie und Bioenergie. Die jeweilige Kombination unterschiedlicher Energiequellen bei Bestreitung des Primärenergieaufkommens – der Energiemix – ist im Zeitablauf wandelbar und wird neben zentralen anderen Einflussfaktoren auch durch politische Setzungen beeinflusst.

Die auf der Nutzung fossiler Energieträger basierenden Techniken entwickeln sich – eine an Nachhaltigkeit orientierte Energiepolitik vorausgesetzt-, eher im Selbstlauf. Vor allem sind in der deutschen Industrie einschlägige technologische Kompetenzen einschließlich der erforderlichen Forschungskapazitäten reichlich vorhanden. Auch fehlt es nicht an finanzkräftigen Unternehmen der Energiewirtschaft bzw. unter den Anlagenbauern, die im Prinzip auch komplexe Forschungsprojekte finanzieren können. Flankierende staatliche Forschungsförderung bei der Weiterentwicklung konventioneller Energieumwandlungstechnologien – z.B. in Gestalt des Ausbaus der einschlägigen Hochschulforschung – ist natürlich trotzdem sinnvoll. Hiermit können Akzente bei der Weiterentwicklung der Energieumwandlungstechnologien mit Blick gerade auf die Umweltprobleme gesetzt werden.

Anders als bei den konventionellen Energieträgern sieht es bei den erneuerbaren Energien aus. Zwar haben sich die Märkte für Solarenergie-, Windkraft- und geothermische Energieanlagen in jüngster Zeit – nicht zuletzt gestützt durch staatliche Anreize – beachtlich entwickelt. Bei den einschlägig tätigen Anlagenbauern handelt es sich aber überwiegend um „Newcomer“, die nicht über die in mehr als 100 Jahren gewachsenen Erfahrungen



der konventionellen Kraftwerksbauer verfügen. Auch handelt es sich um junge, noch sehr entwicklungsbedürftige Technologien, die noch eines Entwicklungsschubs bedürfen, ehe sie sich gänzlich aus eigener Kraft, ohne flankierende staatliche Unterstützung, im Wettbewerb gegen konventionelle Energieträger behaupten können. Eine spezielle staatliche Förderung der Forschung erscheint wegen der erforderlichen hohen Eingangsinvestitionen in die Technologieentwicklung durchaus als angebracht.

Eine erhebliche Bedeutung kommt zugleich – auch ganz unabhängig von der in der Politik umstrittenen Frage des Ausstiegs aus der Kernenergie – der Atomforschung zu. Schließlich ist das „säkulare“ Problem der Endlagerung radioaktiver Abfälle weiterhin ungelöst. Weiter zu entwickeln ist schließlich auch die Sicherheitstechnik für Kernreaktoren. Die bestehenden Sicherheitsstandards sind ständig weiter zu perfektionieren. Der Export von fortgeschrittenster Sicherheitstechnologie in diejenigen europäischen und Schwellenländer, welche nicht auf die friedliche Nutzung der Kernenergie zu verzichten gewillt sind, liegt im Übrigen nicht nur im wirtschaftlichen Interesse der Technologieanbieter, sondern spricht auch vitale Sicherheitsinteressen der deutschen Bevölkerung an.

Die „Geschäftsgrundlage“ für die Energiewirtschaft in Nordrhein-Westfalen hat sich in jüngster Zeit stark verändert. Die Nutzung der heimischen Steinkohle als Energieträger ist wirtschaftlich angesichts der gewaltigen Diskrepanz zwischen einheimischen Förderkosten und Weltmarktpreisen nicht vertretbar. Der aus volkswirtschaftlicher Sicht viel zu spät erfolgende Ausstieg aus der subventionierten Steinkohleproduktion hat hier ein klares Signal gesetzt. Die zu günstigen Preisen importierte Kohle könnte allerdings künftig durchaus auch in Küstennähe verstromt werden, zumal den absehbaren Fortschritten in der Leistungsfähigkeit der elektrischen Leitungssysteme keine entsprechenden Rückgänge in den Frachtkosten der Binnenschifffahrt gegenüberstehen. Die Herausforderungen des Klimawandels lassen zugleich Zweifel an der ökologischen Sinnhaftigkeit der – einzelwirtschaftlich rentablen – Braunkohleverstromung aufkommen. Vor diesem Hintergrund sind rasche Fortschritte bei der Erhöhung der Energieeffizienz und der Verringerung der Schadstoffemissionen der Kraftwerke dringend geboten. An dieser Stelle setzt die Technologieoffensive der Landesregierung auf dem Feld der „Energieforschung“ an.

Die Landesregierung NRW hat am 13. Februar 2007 ein detailliertes Programm zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Nutzung erneuerbarer Energien und zur Energieforschung vorgelegt, auf dessen Basis die Vorgaben der EU und des Bundes umgesetzt werden sollen (vgl. Landesregierung 2007d). Im Rahmen dieses Programms hat das Innovationsministerium in seinem Konzept „Energieforschung in NRW“ die Leitlinien für die For-

schungsförderung für den Energiebereich festgelegt. Schwerpunkte in diesem Forschungskonzept sind die Entwicklung von Speichersystemen, CO<sub>2</sub>-arme Kraftwerkstechnik im fossilen und nuklearen Bereich, Kernfusion, Rohstoffe der Zukunft, Solarthermik, Photovoltaik und Einsparstechnologie.

In NRW wird Energieforschung derzeit an mehr als 20 Standorten betrieben. Hervorzuheben ist die 2006 erfolgte Einrichtung des Energieforschungsinstituts von E.ON und der RWTH Aachen. Auch die Initiative des Forschungszentrums Jülich, das führende Wasserstoffzentrum in Deutschland zu werden, ist geeignet, den Innovationsstandort NRW in der Energieforschung zu stärken.

Im Zuge der Anstrengungen zur Bewältigung der Folgen des Klimawandels wird sich die Frage nach dem „optimalen“, d.h. aus gesamtwirtschaftlicher Sicht vorzugsweise anzustrebenden, Energiemix im 21. Jahrhundert in größeren Abständen immer wieder aufs Neue stellen. Die sich auf lange Sicht in Deutschland, Europa und der Welt durchsetzenden Relationen zwischen fossilen Energieträgern, erneuerbaren Energien und Kernkraft lassen sich heute nur in begrenztem Maße voraussagen. Die Politik tut gut daran, in der Forschung alle Optionen zu pflegen und eine enge Fokussierung auf die eine oder Energiequelle zu meiden.

***Empfehlung 15:***

Die durch die Landesregierung eingeleitete Technologieoffensive auf dem Feld „Energieforschung“ sollte energisch umgesetzt und die auf diesem Gebiet vorhandenen bzw. auch in jüngster Zeit neu gegründeten Kompetenzzentren sollten gezielt ausgebaut werden. Parallel zu Forschungsprojekten, die auf die Erhöhung des Wirkungsgrades der konventionellen Energieumwandlungstechnologien abzielen, sollte die Forschung im Bereich erneuerbarer Energien, aber auch die Forschung zum Zweck der rationellen Energieverwendung und -umwandlung intensiviert werden.

#### 12.4.8 Zukunftsfeld Umwelttechnik

Die Herstellung umwelttechnisch relevanter Ausrüstungen und Anlagen knüpft in hohem Maße an traditionelle Stärken der nordrhein-westfälischen, aber auch der deutschen Industrie insgesamt an.

Die Produktion umwelttechnischer Güter erfolgt in dem Teil des Maschinen- und Anlagenbaus, der durch gehobene Gebrauchstechnologien geprägt ist, sowie im 20. Jahrhundert und bis in die Gegenwart hinein stets wesentlich zur technologischen Leistungsfähigkeit und Exportfähigkeit Deutschlands und NRWs beigetragen hat. Die relativ frühe Sensibilisierung der deutschen Öffentlichkeit für die Umweltproblematik und entsprechende

Weichenstellungen der Politik haben in den zurückliegenden Jahrzehnten überdies dazu beigetragen, dass die auf Erstellung von Umweltschutzgütern spezialisierte deutsche Industrie eine gute Wettbewerbsposition auf den internationalen Märkten errungen hat. Seither haben allerdings andere führende Industrieländer ihrerseits beachtliche Fortschritte auf umwelttechnischem Gebiet erzielt. Gleichzeitig tragen die rasch voranschreitende Industrialisierung in den Schwellenländern und die verstärkten Umweltschutzanstrengungen in den anderen hoch entwickelten Industrieländern zur raschen Expansion der Nachfrage nach Umweltschutzgütern bei.

Die nordrhein-westfälischen bzw. auch die deutschen Hersteller insgesamt haben also sowohl im Hinblick auf die Marktpotenziale als auch auf die erstarkenden Wettbewerber allen Grund dazu, Anstrengungen zu unternehmen, ihre technologische Position gegenüber den internationalen Wettbewerbern zu festigen und auszubauen. An der grundsätzlichen Bedeutung der Umwelttechniken für die Bewältigung der Umweltprobleme besteht, unabhängig vom „nur“ mittleren Technologiegehalt der Umweltschutzgüter, kein Zweifel. Einen Schwerpunkt der Maßnahmen in der Vergangenheit bildete die Wasserwirtschaftsinitiative zum Einsatz der Membrantechnologie in der Abwasserbeseitigung. NRW hat sich hier als ein wichtiges Zentrum für die Weiterentwicklung und Anwendung dieser Technologie entwickelt. In den nächsten Jahren wird es darauf ankommen, Erfolge in der Marktdurchdringung mit den darauf basierenden Gütern zu erzielen.

***Empfehlung 16:***

Die in NRW bestehenden Kompetenzzentren für Umwelttechnologien sollten weiter gestärkt und die Vernetzung mit den auf diesem Gebiet tätigen Unternehmen vorangetrieben werden.

**12.5 Fazit und Ausblick**

Die vorliegende Untersuchung vermittelt Aufschlüsse über die wirtschaftsräumlichen Strukturen des Innovationsgeschehens in Nordrhein-Westfalen, welche in dieser Detailliertheit bislang nicht verfügbar waren. Auf allen Zukunftsfeldern finden sich Ansätze, auf denen sinnvolle, gemeinsam von privater Wirtschaft, öffentlichen Forschungseinrichtungen und staatlichen Einrichtungen getragene Initiativen aufbauen lassen. Die Innovationspotenziale der sechs untersuchten Technologiefelder sind sehr unterschiedlich im Raum verteilt, wir haben also bei den sechs Feldern keine deckungsgleichen räumlichen Profile der – am Patentgeschehen gemessenen – Innovationstätigkeit festgestellt. Auch ist festzuhalten, dass die unterschiedlichen Dimensionen eines komplex verstandenen Innovationsgeschehens – Verteilung von Produktionsaktivitäten, privaten Forschungsstätten, Hochschulen, staatlichen Forschungsinstituten, Transfereinrichtungen und Kammern im

Raum – jeweils unterschiedlichen Allokationslogiken folgen. Räumliche Koinzidenzen sind daher zumeist eher Produkt zufälliger raumgeschichtlicher Konstellationen als das Ergebnis zwangsläufiger Prozesse. Mehrdimensionale „Clusterbildungen“, d.h. solche, in denen privatwirtschaftliche und öffentliche Innovationspotenziale sich räumlich weitgehend decken, sind vor allem in den Agglomerationsräumen des Landes zu finden. Hier vor allem in den rheinischen Zentren um Düsseldorf, Köln/Bonn und Aachen.

Technologiecluster – ein- und mehrdimensionale, solche mit kleinerem und solche mit größerem Potenzial – sind in den betrachteten Zukunftsfeldern allenthalben zu finden, so man den Clusterbegriff nur entsprechend flexibel gebraucht. Die Förderung der Zukunftstechnologien sollte in der Tat dort ansetzen, wo relevante Potenziale zu finden sind bzw. gute Standortbindungen für die Entfaltung solcher Potenziale vorhanden sind. Das normative Clusterkonzept kann als regulative Idee für die Innovations- und Strukturpolitik nützlich sein, solange die mit ihm verbundenen praktischen Implikationen bei Planung und Umsetzung der Aktivitäten beachtet werden: klare und inhaltliche überzeugende Abgrenzungen, Anknüpfen an bestehende Potenziale, merklicher Ressourceneinsatz, engagierte Akteure, effektive Organisation mit Wirtschaftsdominanz, Ex-post-Evaluation des Einsatzes staatlicher Mittel. Als „Allzweckwaffe“ der Innovationspolitik eignet sich Clusterförderung indessen kaum. Die Förderung eines Technologiefeldes schließt die Förderung bestehender Technologiecluster ein, geht aber in der Sache und in der räumlichen Orientierung deutlich über diese hinaus.



## Literatur

- Aachener Kompetenzzentrum Medizintechnik - AKM und AGIT mbH, Deutsche Gesellschaft für Biomedizinische Technik im VDE und Konsortialpartner (2005), *Studie zur Situation der Medizintechnik in Deutschland im internationalen Vergleich, erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)*. Aachen, Frankfurt.
- Acs, Z.J. (2002), *Innovation and the Growth of Cities*. Cheltenham: Elgar.
- Almeida, P. and B. Kogut (1999), Localization of Knowledge and the Mobility of Engineers in Regional Networks. *Management Science* 45 (7): 905–917.
- Almeida, P. and B. Kogut, (1999), The Localization of Knowledge and the Mobility of Engineers in Regional Networks, *Management Science* 45 (7), 905-917.
- Anselin L., A. Varga and Z.J. Acs (1997), Local Geographic Spillovers Between University Research and High Technology Innovations, *Journal of Urban Economics* 42: 422-448.
- Audretsch D.B. and M.P. Feldman (1996), R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production. *American Economic Review* 86: 630-640.
- Audretsch, D. B. and M. Keilbach (2004), Entrepreneurship Capital and Economic Performance. *Regional Studies* 38 (8): 949–959.
- Augurzky, B., D. Engel, S. Krolop, C. M. Schmidt, H. Schmitz, C. Schwierz and S. Terkatz (2006), Krankenhaus Rating Report 2007 – Die Spreu trennt sich vom Weizen – Executive Summary, *RWI : Materialien* 32. RWI, Essen.
- Augurzky, B., D. Engel, S. Krolop, C.M. Schmidt and S. Terkatz (2005), Krankenhaus Rating Report 2006: Wege zu einer nachhaltig finanzierbaren Patientenversorgung – Entwicklung der deutschen Krankenhäuser bis 2010. *RWI : Materialien* 22. RWI, Essen.
- Avenel, E. et al. (2007), Diversification and hybridisation in firm knowledge bases in nanotechnologies, *Research Policy* 36 (6): 864–870.
- AWK (2005), Aachener Werkzeugmaschinenkolloquium: Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik – Aachener Perspektiven. AWK, Aachen.
- BA - Bundesagentur für Arbeit (2007), Ingenieure, Arbeitsmarkt Kompakt 2007. BA, Nürnberg.
- Bade, F. J. (1987), Regionale Beschäftigungsentwicklung und produktionsorientierte Dienstleistungen. *Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Sonderheft* 143. Berlin.
- Bade, F. J. (2007), Metropolis: quo vadis? Zur Bedeutung der Metropolen für das wirtschaftliche Wachstum. Internet: [http://www.raumplanung.uni-dortmund.de/rwp/20060929/DokuRwp00/2006\\_Ba\\_FoKo\\_2007-02-08.pdf](http://www.raumplanung.uni-dortmund.de/rwp/20060929/DokuRwp00/2006_Ba_FoKo_2007-02-08.pdf), Ab-ruf vom 27.10.2007.
- Ball, R. und D. Tunger (2005), Bibliometrische Analysen - Daten, Fakten und Methoden, Grundwissen Bibliometrie für Wissenschaftler, Wissenschaftsmanager, Forschungseinrichtungen und Hochschulen, Forschungszentrum Jülich GmbH, Schriften des Forschungszentrums Jülich, Band 12, Internet: [http://www.bibliometrie.de/bibliothek\\_12.pdf](http://www.bibliometrie.de/bibliothek_12.pdf), Abruf am 17.10.2007.

- Bania N., R. Eberts and M. Fogarty (1993), Universities and the Start-Up of New Companies: Can We Generalize from Route 128 and Silicon Valley? *Review of Economics and Statistics* 75: 761-66.
- Baptista, R. (2000), Does Innovation diffuse faster within geographical cluster? *International Journal of Industrial Organization* 18: 515- 535.
- Bathelt, H., A. Malmberg and P. Maskell (2004), Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation, *Progress in Human Geography* 28 (1): 31–56.
- BCG - The Boston Consulting Group (2006), *Innovationsstandort Deutschland – quo vadis?* BCG, München.
- BCG - The Boston Consulting Group (2007), *Medizinische Biotechnologie in Deutschland, Wirtschaftliche Situation, Nutzen und Einsatz von Biopharmazeutika*. BCG, München.
- Bengs, H. (2004), Deutsche Biotech-Industrie besser als ihr Ruf. *Nachrichten aus der Chemie* 52 (10): 1028-1034.
- Benzler, G. and R. Wink (2005): Managing Changes to Integrative Technologies – the Case of Biophotonics. *International Journal of Learning and Change* 1 (1): 11–27.
- Bercovitz, J. and M. Feldmann (2006), Entrepreneurial universities and technology transfer: a conceptual framework for understanding knowledge-based economic development, *Journal of Technology Transfer* 31, 175-188.
- Bierhals, R., K. Cuhls, V. Hüntrup; M. Schünemann; U. Thies, H. Weule (2000), *Mikrosystemtechnik - Wann kommt der Marktdurchbruch?* Berlin: Physica.
- BioIndustry e.V. (2003), Biotechnologie in der Region Dortmund, Standortanalyse und Handlungsempfehlungen für den Bereich Qualifizierung, Internet: [http://www.bioindustry.de/fachbeitraege/beitrag\\_9.html](http://www.bioindustry.de/fachbeitraege/beitrag_9.html), Abruf am 2.11.2007.
- BioTOP (2007), Biotechnologiereport Berlin-Brandenburg, *BioTOPics* 31, Berlin.
- Blume, F. (1986), *Einführung in die Fertigungstechnik*. Berlin: Verlag Technik.
- BMBF - Bundesministerium für Bildung und Forschung (1999), Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“. BMBF, Berlin.
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2000), Innovationswettbewerb zur Förderung der Medizintechnik, Bekanntmachung von Richtlinien für einen Innovationswettbewerb zur Förderung der Medizintechnik, Bundesanzeiger (51) vom 14.03.2000. Berlin.
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2003b), Rahmenprogramm Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft – WING. BMBF, Bonn.
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2004), Nanotechnologie erobert Märkte - Deutsche Zukunftsoffensive für Nanotechnologie. Bonn. Internet: [www.bmbf.de/pub/zukunftsoffensive\\_nanotechnologie.pdf](http://www.bmbf.de/pub/zukunftsoffensive_nanotechnologie.pdf).
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2005): Studie zur Entwicklung der Medizintechnikindustrie in Deutschland, Berlin.
- BMBF - Bundesministerium für Bildung und Forschung (2006a), Bundesforschungsbericht 2006. Internet: [www.bmbf.de/pub/bufo2006.pdf](http://www.bmbf.de/pub/bufo2006.pdf), Abruf am 31.10.2007.

- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2006b), Nano-Initiative – Aktionsplan 2010. BMBF, Berlin.
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2006c), Die Hightech-Strategie für Deutschland. Kurzfassung. BMBF, Berlin. Internet: [http://www.bmbf.de/pub/bmbf\\_hts\\_kurz.pdf](http://www.bmbf.de/pub/bmbf_hts_kurz.pdf), Abruf vom 17.10.2007.
- BMBF - Bundesministerium für Bildung und Forschung (2007), Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands .BMBF, Berlin.
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) (2003a), Kompetenzzentren für die Medizintechnik - Von der Forschung in die Praxis. Bonn.
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007a), Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklung, Stand Juni 2007. Internet: [www.bmu.de](http://www.bmu.de).
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2007b), GreenTech made in Germany, *Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland*. (durchgeführt von Roland Berger Strategy Consultants). München: Vahlen.
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2007c), Wirtschaftsfaktor Umweltschutz, Vertiefende Analyse zu Umweltschutz und Innovation, durchgeführt von: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (Berlin), Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Karlsruhe), Roland Berger Strategy Consultants (München), Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung 01/07. Berlin.
- BMU und BINE Informationsdienst (2007), Fördergeld für Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Programme, Ansprechpartner, Adressen. Berlin.
- BMWi (Hrsg.) (2005), Innovation und neue Energietechnologien, Das 5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. Berlin. <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/energieforschung.html>, Abruf am 3.7.2007.
- Bonnet, W. (2006), *Potenziale zur Entwicklung eines Nanotechnologieclusters am Beispiel der Region Münster*. Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller.
- Cappellin, R. et al. (2008), *Innovation and Knowledge Networks in European Medium Technology Sectors*, Cheltenham, forthcoming.
- Champenois, C., D. Engel and O. Heneric (2006), What Kind of Biotechnology Companies do Venture Capitalists and Corporate Investors Prefer? *Applied Economics* 38 (5): 505–518.
- Cooke, P., C. De Laurentis, F. Tödtling and M. Trippel (2006), *Regional Knowledge Economies*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Cooke, P., D. Dohse and T. Staehler (2007), Evaluation der Fördermaßnahmen BioRegio und BioProfile, Studie im Auftrag des BMBF, FKZ 0313708. Internet: [www.biotechnologie.de/bio/generator/Redaktion/PDF/de/Studien/bioregio-evaluation-2007.property=pdf.pdf](http://www.biotechnologie.de/bio/generator/Redaktion/PDF/de/Studien/bioregio-evaluation-2007.property=pdf.pdf), Abruf am 1.10.2007.
- Cooke, P., M. Heidenreich and H. Braczyk (eds.) (2004), *Regional Innovation Systems, 2<sup>nd</sup> ed.* London: Routledge.
- Czarnitzki, D., B. Ebersberger and A. Fier (2007), The Relationship between R&D Collaboration, Subsidies and R&D performance: Empirical Evidence from Finland and Germany. *Journal of Applied Econometrics*, forthcoming.



- Czarnitzki, D., G. Licht, C. Rammer and A. Spielkamp (2001), Rolle und Bedeutung von Intermediären im Wissens- und Technologietransfer. *ifo Schnelldienst* 54 (4): 40-49.
- Debackere, K. and R. Veugelers (2005), The Role of Academic Technology Transfer Organizations in Improving Industry Science Links. *Research Policy* 35 (3): 321-342.
- Dei Ottati, G. (1994) Trust, interlinking transactions and credit in the industrial district, *Cambridge Journal of Economics* 18(6), 529-46.
- Deutsche Bank Research (2006), Deutsche Medizintechnik: Exportdynamik ungebrochen, Themen international – Aktuelle Themen 369. Frankfurt a.M.
- Dieckmann, J. (2003), Vortrag “Die Entwicklung der PPP-Projekte in Nordrhein-Westfalen” anlässlich des 4. Weltgipfeltreffens Public Private Partnership in Berlin am Donnerstag, 27.11.2003. Internet unter: [http://www.ppp.nrw.de/presse11\\_vortraege/01\\_grusswort\\_minister.pdf/](http://www.ppp.nrw.de/presse11_vortraege/01_grusswort_minister.pdf/), Abruf vom 11.12.2007.
- DiMasi, J., J. Vernon and H. Grabowski (2003), The Price of Innovation: New Estimates of Drug Development Costs. *Journal of Health Economics* 22 (2): 151-185.
- DIN (Hrsg.), DIN 8580: Fertigungsverfahren, Einteilung. Berlin: Beuth.
- DIW – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (2005), *Die Medizintechnik am Standort Deutschland – Chancen und Risiken durch technologische Innovationen, Auswirkungen auf und durch das nationale Gesundheitssystem sowie potentielle Wachstumsmärkte im Ausland, Forschungsprojekt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit*. DIW, Berlin: Politikberatung kompakt 10.
- DIW - Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (Berlin), ISI (Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung) (Karlsruhe), Berger (Roland Berger Strategy Consultants) (München) (2007), Wirtschaftsfaktor Umweltschutz - Vertiefende Analyse zu Umweltschutz und Innovation. Forschungsprojekt im Auftrag des BMU. Reihe: *Umwelt, Innovation, Beschäftigung 01/07*. Berlin.
- DLR - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (2005), Konzept zur Einführung von profi, Stand 06.12.2005. Internet: [http://www.kbst.bund.de/clin\\_028/n\\_831130/SharedDocs/Publikationen/EfA/efa\\_prof\\_i\\_einfuehrungskonzept.html](http://www.kbst.bund.de/clin_028/n_831130/SharedDocs/Publikationen/EfA/efa_prof_i_einfuehrungskonzept.html), Abruf am 29.10.2007.
- Dohse, D., (2005), Clusterorientierte Technologiepolitik in Deutschland: Konzepte und Erfahrungen. *Technikfolgenabschätzung: Theorie und Praxis* 14(1), 33-41.
- Domdey, H. (2007), Das Münchner Biotech Cluster - Partnerschaften schaffen Netzwerke - Netzwerke schaffen Partnerschaften. Vortrag auf dem Fraunhofer-Symposium „Beschleunigte Innovation mit regionalen und industrienahen Forschungsclustern“ am 4.9.2007 in Berlin.
- Donhauser, S. (2006), Aktivierung von Wachstumspotenzialen durch Netzwerke – Clusterbildung in Baden-Württemberg. *Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg* 4/2006: 18-23.
- DPMA - Deutsches Patent- und Markenamt (2006), Patentatlas 2006. München.
- Dresdner Bank (2006), *Branchen-Report Maschinenbau, WZ-Nr. 29*. Dresdner Bank, Frankfurt am Main.

- Edler, D. (2004), Aktualisierung der Beschäftigungszahlen im Umweltschutz, Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes. DIW, Berlin.
- Egeln, J., S. Gottschalk and C. Rammer (2003), *Spinoff-Gründungen aus der öffentlichen Forschung in Deutschland*. ZEW Wirtschaftsanalysen 68. Baden-Baden: Nomos.
- Eisinger, P. (1993), State Venture Capitalism, State Politics, and World of High-Risk Investment. *Economic Development Quarterly* 7 (2): 131-140.
- Engel, D. und O. Heneric (2008a), Who is attracted by knowledge based clusters – The Case of the German Biotechnology Industry?, Ruhr Economic Papers, forthcoming.
- Engel, D. und O. Heneric (2008b), The Role of Legal Framework and Public Support for the Commercialization of Biotechnology Industry: The Case of Germany, forthcoming in D. Audretsch and H. Patzelt, *Handbook of Biotech-Entrepreneurship*, Springer, forthcoming.
- Engel, D. (2003), Determinanten der regionalen Verteilung Venture Capital-finanzierter Unternehmen. *Jahrbuch für Regionalwissenschaft* 23 (2): 155-181.
- Engel, D. and A. Fier (2001), Does R&D-Infrastructure Attract High-Tech Start-Ups?, in: M.M. Fischer and J. Fröhlich (Eds.), *Knowledge, Complexity and Innovation System*. Berlin, Heidelberg and New York: Springer, 402-419.
- Engel, D. and H. Fryges (2001), Aufbereitung und Angebot der ZEW-Gründungsindikatoren. ZEW-Dokumentation 02-01. ZEW, Mannheim.
- Engel, D. and O. Heneric (2005), Biotechnologie-Gründungen im Ruhrgebiet. *RWI: Materialien* 21. RWI, Essen.
- Engel, D. und O. Heneric (2006), Stimuliert der BioRegio-Wettbewerb die Bildung von Biotechnologieclustern in Deutschland? – Ergebnisse einer ökonomischen Analyse. *Jahrbuch für Regionalwissenschaft* 26 (1): 75-102.
- Erber, G. (2007), Große Potentiale der Nanotechnologie in Deutschland. *DIW-Wochenbericht* 74 (25): 393-396.
- Ernst & Young (2006), Zurück in die Zukunft. *Deutscher Biotechnologiereport 2006*, Mannheim.
- Etzkowitz, H. and L. Leydesdorff (2000), The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode2" to a Triple Helix of university-industry-government relations, *Research Policy* 29, 181-199.
- European Commission (2004), *Manufuture. A Vision for 2020*. Report of the High-Level Group – November 2004. European Commission, Research DG, Brussels.
- Eversheim, W. (1996), Produktionstechnik und -verfahren. In: Kern, W. et al. (Hrsg.): *Enzyklopädie der Betriebswirtschaftslehre*, Bd. 7: Handwörterbuch der Produktionswirtschaft, zweite Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, Spalte 1534 - 1544.
- Feldman, M. P. (2003), The Locational Dynamics of the US Biotech Industry: Knowledge Externalities and the Anchor Hypothesis. *Industry and Innovation* 10 (3): 311-328.
- Fier, A. and O. Heneric (2005), Public R&D Policy: The Right Turns of the Wrong Screw? The Case of the German Biotechnology Industry. ZEW Discussion Paper, No. 05-60. ZEW, Mannheim.

- Fishedick, M. et al. (2004), Der Beitrag regenerativer Energien und rationeller Energienutzung zur wirtschaftlichen Entwicklung in Nordrhein-Westfalen - Analyse und Bewertung von Zukunftstechnologien, deren Auswirkungen auf die Wirtschaftsstruktur und Ableitung technologiepolitischer Handlungsempfehlungen. Endbericht I. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Wuppertal.
- Fitzgibbons, K. and C. McNiven (2006), Towards a Nanotechnology Statistical Framework, Presentation at the Blue Sky Indicators Conference II. Ottawa (Canada), 25-27. September 2006.
- Fleischer, T. und A. Grunwald (2005), Innovationen in Technikfeldern – Die Nanotechnologie. *WSI Mitteilungen* 58 (3): 137-143.
- Forschungszentrum Jülich (2002), Energieforschung in Deutschland. Aktueller Entwicklungsstand und Potentiale ausgewählter nichtnuklearer Energietechniken.,(Bearb.: M. Sachse, S. Semke u.a.), Jülich.
- Fritsch, M. and P. Mueller (2006), *The Effect of New Business Formation on Regional Development: The Case for Germany*. Jena: Max Planck Institute for Economics.
- Fujita, M., Krugman, P. and a. J. Venables (1999), *The Spatial Economy. Cities, Regions, and International Trade*. Cambridge, MA, London, England. The MIT Press.
- G.I.B. NRW – Gesellschaft für innovative Beschäftigungsförderung Nordrhein-Westfalen (2004), Wachstumsmarkt „Neue Materialien“. Internet: [http://www.gib.nrw.de/de/download/data/kf\\_NeueMat\\_0404.pdf](http://www.gib.nrw.de/de/download/data/kf_NeueMat_0404.pdf), Abruf am 08.08.2007.
- Gaisser, S., M. Nusser and T. Reiß (2005), Stärkung des Pharma-Innovationsstandort Deutschland, Studie im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- Gehrke, B. et al. (2002), Dritter Bericht zur Umweltwirtschaft in Niedersachsen. Umwelt und Wirtschaft, Forschungsberichte des NIW 30, Hannover.
- Glaeser, E. (2003), The New Economics of Urban and Regional Growth, in: G. Clark, M. Feldman and M. Gertler (Eds.), *The Oxford Handbook of Economic Geography*. Oxford: Oxford University Press, 83-98.
- Glaser, E. L. (2004), Review of Richard Florida's The Rise of the Creative Class. Internet: [http://www.economics.harvard.edu/faculty/glaeser/files/Review\\_Florida.pdf](http://www.economics.harvard.edu/faculty/glaeser/files/Review_Florida.pdf), Abruf am 28.11.2007.
- Göktepe, D. and H. Etzkowitz (2005), *Towards an Assisted Linear Model of Innovation. An Exploratory Study of the Technology Transfer Offices in the USA*. Internet: [http://www.triplehelix5.com/pdf/A183\\_THC5.pdf](http://www.triplehelix5.com/pdf/A183_THC5.pdf), Abruf vom 27.10.2007.
- Griliches, Z. (1992), The Search for R&D Spillovers, *Scandinavian Journal of Economics Supplement* 94, 29–47.
- Grupp, H. and H. Legler (2000), Hochtechnologie 2000 – Neudefinition der Hochtechnologie für die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Karlsruhe, Hannover: ISI und NIW.

- Hafkesbrink, J., M. Halstrick-Schwenk and K. Löbbe (1998), Abschätzung der innovativen Wirkungen umweltpolitischer Instrumente in den Stoffströmen Elektroaltgeräte/Elektronikschrott. *Untersuchungen des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung* 26. Essen: RWL.
- Hambrecht, J. (2005), Weiße Biotechnologie - Eine Herausforderung für die chemische Industrie? Vortrag auf dem Kongress: „Weiße Biotechnologie - Erfolgsstrategie für eine nachhaltige Chemieindustrie“, 21. Februar 2005 in Berlin.
- Harhoff D. (1999), Firm Formation and Regional Spillovers – Evidence from Germany. *Economics of Innovation and New Technology* 8: 27–55.
- Hartmann, U. (2006), *Faszination Nanotechnologie*. München: Spektrum, Elsevier.
- Havemann, F. (1999), Bibliometrische Analyse biotechnologischer Forschung in der Region Berlin-Brandenburg 1980 bis 1998. In: Greif, S. und M. Wölfling (Hrsg.), *Wissenschaft und Innovation Wissenschaftsforschung, Jahrbuch 1999*. Berlin, 193-210.
- Howard, J. (2005), The Emerging Business of Knowledge Transfer, From Diffusion to Engagement in the Delivery of Economic Outcomes from Publicly Funded Research, Sidney. Internet: [http://www.triplehelix5.com/pdf/A419\\_THC5.pdf](http://www.triplehelix5.com/pdf/A419_THC5.pdf), Abruf vom 27.10.2007.
- HU Berlin - Humboldt Universität zu Berlin (2007), Wissenschaftsfreundliche Regelung zur Verteilung von Erlösen aus Vermarktung von Know-how oder Patenten. Internet: [http://forschung.hu-berlin.de/patente/pl\\_erloes.html](http://forschung.hu-berlin.de/patente/pl_erloes.html), Abruf am 11.11.2007.
- IAB - Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung (2007), Engpässe, aber noch kein allgemeiner Ingenieurmangel. IAB Kurzbericht. IAB, Nürnberg.
- IAT - Institut für Arbeit und Technik (2004), notiert in NRW Strategische Handlungsfelder in NRW. Bearb. D. Rehfeld u.a.; (Hrsg.) Ministerium für Wirtschaft und Arbeit des Landes Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.
- Iking, B., R. Noetzel, W. Pfeifenroth und H. Rath (2006), Cluster und Clusterpolitik für Nordrhein-Westfalen, Cluster-Kompetenz der ZENIT GmbH. Mülheim an der Ruhr: ZENIT.
- iku (2005), Synthetische Nanopartikel. Dortmund. Internet: <http://www.dialog-nanopartikel.de/Synthetische%20Nanopartikel%20-%20Sachstandsbericht.pdf> (Abruf vom 29. Oktober 2007).
- Institut für Umformtechnik und Leichtbau, Universität Dortmund (Hrsg.) (2007), Untersuchung zur Aktualisierung der Forschungsfelder für das Rahmenkonzept: Forschung für die Produktion von morgen. Dortmund.
- IPPC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2007), Climate Change 2007 – the IPCC forth Assessment Report (AR4), 16. November 2007. Internet: <http://www.ipcc.ch/press/index.html>, Abruf am 26.11.2007.
- ISI - Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (Hrsg.) (2007), Potenziale der industriellen, weißen Biotechnologie, Studie für das BMBF. ISI, Karlsruhe. Internet: [http://www.isi.fraunhofer.de/t/projekte/potenzialanalyse\\_weisse\\_bt.pdf](http://www.isi.fraunhofer.de/t/projekte/potenzialanalyse_weisse_bt.pdf), Abruf am 1.10.2007.
- IW – Institut der Deutschen Wirtschaft (2006), Produktivität und Lohnstückkosten im internationalen Vergleich. *IW-Trends – Vierteljahresschrift zur empirischen*

- Wirtschaftsforschung aus dem Institut der deutschen Wirtschaft zu Köln* 33 (3): 73-86.
- IWR - Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (2005), Zur Lage der Regenerativen Energiewirtschaft in Nordrhein-Westfalen 2004 (Bearb.: N. Allnoch, R. Schlusemann). IWR, Münster. <http://www.iwr.de>.
- IWR - Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (2006), Zur Lage der Regenerativen Energiewirtschaft in Nordrhein-Westfalen 2005 (Bearb.: N. Allnoch, R. Schlusemann), Münster, <http://www.iwr.de>.
- IWR - Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (2007), Zur Lage der Regenerativen Energiewirtschaft in Nordrhein-Westfalen 2006 (Bearb.: N. Allnoch, R. Schlusemann), Münster, <http://www.iwr.de>.
- Jaffe, A. B. (1993), Technological Opportunity and Spillovers of R & D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value. *American Economic Review* 76 (5): 984-1001.
- Jaffe, A.B., Trajtenberg, M. and Henderson, R. (1993), Geographic Localization of Knowledge, *Quarterly Journal of Economics*, vol. 108(3), 573-598.
- Johnstone, N. et al. (2007), *Renewable Energy Policies and Technological Innovation: Empirical Evidence Based on Patent Counts*. Paris.: OECD.
- Jonas, M., M. Berner und T. Bromberg (2002), Clusterbildung oder zufällige Zusammenballung? Aspekte regionaler Entwicklungsprozesse am Beispiel der Mikrosystemtechnik im Raum Dortmund. *Arbeit* 11 (4). Stuttgart: Lucius & Lucius: 353-358.
- Kahane, B. et al. (2006), *Dynamics of "Nano"Science: a Remake of the IT or Bio "waves"?* Paris: OECD.
- Kahin, B. and D. Foray (eds.) (2006), *Advancing Knowledge and the Knowledge Economy*. Cambridge, MA, London, England The MIT Press.
- Karl, H., A. Möller, B. Janson and R. Wink (2005), *Regional Innovation Policies in Germany*. Bochum.
- Kenney, M. and W.R. Goe (2004), The role of social embeddedness in professional entrepreneurship: a comparison of electrical engineering and computer science at UC Berkeley and Stanford, *Research Policy* 33: 691-707.
- Kim, S. (1995), Expansion of markets and the geographic distribution of economic activity: the trends in U.S. regional manufacturing structure, 1860-1987, *Quarterly Journal of Economics* 110 (4): 881-908.
- Kinkel, S. und O. Som (2007), „Strukturen und Treiber des Innovationserfolgs im deutschen Maschinenbau“, Fraunhofer Institut System- und Innovationsforschung, PI-Mitteilung Nr. 41, Karlsruhe.
- Klepper, S. (2004), Agglomeration trough spinoffs: How Detroit became the capital of the U.S. automobile industry, mimeo.
- Klepper, S. and S. Sleeper (2005), Entry by Spinoffs, *Management Science* 51(8), 1291-1306.
- Kögl, B., F. Moser und H. Pointer (1981), *Grundlagen der Verfahrenstechnik*. Wien: Springer.

- Kretschmer, Th. und J. Kohlhoff (Hrsg.) (1994), *Neue Werkstoffe – Überblick und Trends*. Berlin u.a.: Springer.
- Landesregierung (2007c), NRW-EI Strukturfondsprogramm 2007-2013: Wettbewerb der Regionen um die besten Ideen. MWME, Düsseldorf, Internet: [http://www.ziel2-nrw.de/docs/Website/2007/Programmziele\\_und\\_inhalte/index.html](http://www.ziel2-nrw.de/docs/Website/2007/Programmziele_und_inhalte/index.html), Abruf vom 7.12.2007.
- Landesregierung NRW (2007a), Landesregierung beschließt neue Clusterstrategie – Wachstumspotenziale sollen gezielt gefördert werden. Pressemeldung. Düsseldorf, 8. März 2007.
- Landesregierung NRW (2007b), NRW-Cluster in Leitmärkten. MWME, Düsseldorf, Internet.
- Lanjouw, J. and M. Schankerman (2004), Patent Quality and Research Productivity: Measuring Innovation with Multiple Indicators. *Economic Journal* 114: 441-465.
- Lay, G. und E. Schirrmeister (2001), Sackgasse Hochautomatisierung? Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung der Fraunhofer-Gesellschaft, Karlsruhe - PI-Mitteilung 22.
- Lee, S. Y., R. Florida and Z. Acs (2004), Creativity and Entrepreneurship: A Regional Analysis of New Firm Formation, *Regional Studies* 38 (8): 879-891.
- Legler H. u.a.(2002), Deutschlands Position auf den internationalen Märkten für Umweltschutz – methodische Ansätze und empirische Befunde. In: J. Horbach (Hrsg.), *Der Umweltschutz und seine Bedeutung für den Arbeitsmarkt*. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft, 166-184.
- Legler, H. u.a. (2003), Innovationsindikatoren zur Umweltwirtschaft. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr.2, Hannover.
- Legler, H. und O. Krawczyk (2006a), Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im internationalen Vergleich, Studien zum deutschen Innovationssystem 1-2006. Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung, Hannover.
- Legler, H. und O. Krawczyk (2006b), Bilanz der forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweige Deutschlands, Studien zum deutschen Innovationssystem 3-2006. Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung, Hannover.
- Legler, H. und R. Frietsch (2006), Neuabgrenzung der Wissenswirtschaft - forschungsintensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen (NIW/ISI-Listen 2006). Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 22-2007. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Hannover.
- Legler, H. und R. Frietsch (2007), Neuabgrenzung der Wissenswirtschaft – forschungsintensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen (NIW/ISI-Listen 2006). Studien zum deutschen Innovationssystem 22-2007. NIW – Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung, ISI – Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, Hannover, Karlsruhe.
- Legler, H., O. Krawczyk, R. Walz, W. Eichhammer und R. Frietsch (2006), Wirtschaftsfaktor Umweltschutz: Leistungsfähigkeit der deutschen Umwelt- und Klimaschutzwirtschaft im internationalen Vergleich. Texte des Umweltbundesamtes 16/06. Berlin.
- Lerner, J. (2002), When Bureaucrats Meet Entrepreneurs: The Design of the Effective Public Venture Capital Programmes. *The Economic Journal* 112 (Iss. 477): F73-F84.

- Licht, G. et al. (2007), vgl. BMBF (2007).
- Liyanage, S., R. Wink and M. Nordberg (2007), *Managing Path-Breaking Innovations*. Westport, Conn.: Praeger.
- Löbbe K., M. Halstrick-Schwenk, J. Horbach, und J. Walter (1994), Die umwelt-technische Industrie in der Bundesrepublik Deutschland. *Untersuchungen des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung 12*. Essen: RWI.
- Lublinski, A.E. (2002), Geographical Business Clusters, Concepts for Cluster-Identification with An Application to an Alleged Aeronautic Cluster in Northern Germany, Dissertation, Hamburg, <http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=965586456> [2.11.2007].
- Lublinski, A.E. (2003), Does geographic proximity matter? Evidence from clustered and non-clustered aeronautics firms in Germany, *Regional Studies* 37(5), 453-467.
- Lucas, R.E. (1988), On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics* 22(1): 3-42.
- Marshall (1920), *Principles of Economics*, London: Macmillan and Co., Ltd.
- McKinsey (2006), 2010 Industrial Biotechnology Will Account for 10 Percent of Sales within the Chemical Industry. Internet: [www.bio-economy.net/Docs/McKinsey.doc](http://www.bio-economy.net/Docs/McKinsey.doc), Abruf am 21.11.2007.
- MIWFT - Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie (2006), Minister Pinkwart und Degussa-Vorstand Oberholz: Konsortium „Weiße Biotechnologie NRW“ gegründet, Pressemitteilung vom 21.9.2007, Düsseldorf.
- MIWFT - Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie (2007), Ziel- und Leistungsvereinbarungen 2007-2010, Hochschulen in Nordrhein-Westfalen, *MIWFT 9/2007*. Düsseldorf.
- MIWFT - Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie NRW (2007), Konzept Energieforschung NRW, Düsseldorf.
- Mowery, D. and B. Sampat (2006), The Bayh-Dole Act of 1980 and University-Industry Technology Transfer: A Policy Model for Other Governments? In: Kahin, B. and D. Foray (eds.), 169-189.
- Muller, E. and A. Zenker (2001), Business services as actors of knowledge transformation: the role of KIBS in regional and national innovation systems, *Research Policy* 30: 1501-1516.
- Nerlinger, E. (1998), Standorte und Entwicklung junger innovativer Unternehmen: Empirische Ergebnisse für West-Deutschland. *ZEW Wirtschaftsanalysen 27*. Baden-Baden: Nomos.
- Nitschmann, J. (2007), Schulter-schluß mit Benelux. NRW strebt enge Partnerschaft mit Nachbarstaaten an. WDR.de. Internet: [http://www.wdr.de/themen/politik/nrw04/nrw\\_benelux/index.jhtml](http://www.wdr.de/themen/politik/nrw04/nrw_benelux/index.jhtml).
- NIW (Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung), ISI (Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung) (Hrsg.) (2006), Wirtschaftsfaktor Umweltschutz: Leistungsfähigkeit der deutschen Umwelt- und Klimaschutzwirtschaft im internationalen Vergleich (Bearb.: H. Legler, O. Krawczyk, R. Walz, W. Eichhammer, R. Frietsch). Texte des Umweltbundesamtes 16/06, Berlin.



- Nordhause-Janzen, J. und D. Rehfeld (1995), *Umweltschutz „Made in NRW“*. Eine empirische Untersuchung der Umweltwirtschaft in Nordrhein-Westfalen, hrsg. vom Institut Arbeit und Technik, Wissenschaftszentrum Nordrhein-Westfalen. München: Rainer Hampp Verlag.
- Noyons, E.C.M., R.K. Buter, A.F.J. van Raan, U. Schmoch, T. Heinze, S. Hinze and R. Rangnow (2003), *Mapping Excellence in Science and Technology across Europe. Nanoscience and Nanotechnology*, Report of a project to the European Commission, Centre for Science and Technology Studies (CWTS) of the Leiden University, Netherlands, and ISI Karlsruhe.
- NRW.Invest GmbH (Hrsg.) (2006), *Branchenkompetenzen in NRW – Zukunftsatlas 2006*. Studie der Prognos AG für die NRW.INVEST GmbH. Düsseldorf.
- NZZ – Neue Züricher Zeitung (2006), *Grosse Erwartungen*. NZZ vom 06. November 2006: 24.
- OECD (1994), *The Measurement of Scientific and Technological Activities Using Patent Data as Science and Technology Indicators*, Patent Manual 1994. Internet: <http://www.oecd.org/dataoecd/33/62/2095942.pdf>, Abruf am 31.07.2007.
- OECD (1999), *The Environmental Goods and Services Industry. Manual for Data Collection and Analysis*. Paris: OECD.
- OECD (2005), *A Framework for Biotechnology Statistics*. Internet: <http://www.oecd.org/dataoecd/5/48/34935605.pdf>.
- OECD (2007), *Compendium of Patent Statistics*. Paris: OECD.
- Oerter, V. (2004), *Die PPP-Initiative in NRW: Eine Zwischenbilanz von Dr. Volker Oerter*, Ministerialdirigent, Finanzministerium des Landes Nordrhein-Westfalen, vorgetragen auf der Tagung „Öffentliche Private Partnerschaften in Großbritannien und Deutschland – Eine Zwischenbilanz“ in der Britischen Botschaft a, 2. Dezember 2004 in Berlin. Internet: [http://www.ppp.nrw.de/presentation/vortraege/02\\_botschaft.pdf](http://www.ppp.nrw.de/presentation/vortraege/02_botschaft.pdf), Abruf am 11.12.07.
- Ollig, W. 2001, *Strategiekonzepte für Biotechnologieunternehmen - Gründung, Entwicklungspfade, Geschäftsmodelle*. Wiesbaden.
- O'Shea, R., T. J. Allen, C. O'Gorman and F. Roche (2005), *Universities and Technology Transfer: A Review of Academic Entrepreneurship Literature*. *Irish Journal of Management* 26 (2): 11-29.
- Oxford Intelligence (2007), *Investment Strategies & European Benchmarking in Life Sciences, Pharmaceuticals, Medical Devices and Equipment*, The MedTech Report, Oxford.
- PatVal-EU (2005), *The Value of the European Patents: Evidence from a Survey of European Inventors*. Final Report of the PatVal-EU Project, DG Science & Technology, European Commission, Contract N. HPV2-CT-2001-00013, Brussels.
- Phan, P. H. and D. S. Siegel (2006), *The Effectiveness of University Technology Transfer: Lessons Learned from Quantitative and Qualitative Research in the U.S. and the U.K.* *Rensselaer Working Papers in Economics*, No. 0609. Troy, NY.
- Pinkwart, A. (2002): *Campus Companies zur Förderung innovativer Gründungen aus der Hochschule*, *Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis* 4: 339-354.



- Polt, W. et al. (2001), *Benchmarking Industry-Science Relations – The Role of Framework Conditions*. Mannheim and Wien.
- Porter, M. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*. New York, Free Press. (dt.: *Nationale Wettbewerbsvorteile*. Frankfurt, Ueberreuter 1999).
- Porter, M. (2003), *Locations, Clusters, and Company Strategy*. In: Clark, G.L., M.P. Feldman and M.S. Gertler (eds.), 253-274.
- Porter, M. E. (1995), *Wettbewerbsstrategie (Competitive Strategy). Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten*. 8. Aufl. Frankfurt a. M.: Campus Verlag.
- Porter, M.E. (1986), *Wettbewerbsvorteile (Competitive Advantage). Spitzenleistungen erreichen und behaupten*. Frankfurt am, Main: Campus.
- PPP Task Force (o.J.), Pilotprojekte. Internet: <http://www.ppp.nrw.de/pilotprojekte/index.php>, Abruf am 11.12.2007.
- Projektgruppe Gemeinschaftsdiagnose (2007), *Aufschwung legt Pause ein. Gemeinschaftsdiagnose Herbst 2007*. RWI, Essen.
- Provinz Limburg (2007), *Ansprache des Kommissars der Königin der Provinz Limburg L.J.P.M. Frissen anlässlich des Unternehmertags der UVG in Bocholt am 14. Juni 2007*. Internet: [http://www.limburg.nl/upload/pdf/SpeechCdk\\_20070614\\_Unternehmertag.UVGBocholt.pdf](http://www.limburg.nl/upload/pdf/SpeechCdk_20070614_Unternehmertag.UVGBocholt.pdf).
- Rehfeld, D., S. Gärtner, D. Grote Westrick, J. Muth und F. Öz (2004), *Strategische Handlungsfelder in Nordrhein-Westfalen*, Herausgegeben vom Ministerium für Wirtschaft und Arbeit des Landes Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf: WAZ-Druck.
- Robinson, D.K.R., A. Rip and V. Managematin (2007), *Technological Agglomeration and the Emergence of Clusters and Networks in Nanotechnology*. *Research Policy* 36 (6): 871–879.
- Romer, P. M. (1990), *Endogenous Technological Change*. *Journal of Political Economy* 98 5, Iss. 2): 71-102.
- Rothgang, M., W. Dürig, V. Eckl, D. Engel, R. Graskamp, C. Grenzmann, B. Kreuels, B. Lageman, U. Neumann, C. M. Schmidt, J. Stiebale und L. Trettin (2007), *Forschungsstrategien der Unternehmen, Studie für das Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen*. RWI : Projektberichte. RWI, Essen.
- RWE (2007), *Geschäftsbericht 2006*, [http://www.rwe.com/generator.aspx/konzern/verantwortung/dialog/berichte-und\\_broschueren/downloads/property=Data/id=455562/geschaeftsbericht-2006-download.pdf](http://www.rwe.com/generator.aspx/konzern/verantwortung/dialog/berichte-und_broschueren/downloads/property=Data/id=455562/geschaeftsbericht-2006-download.pdf) [Abruf am 2.1.2008].
- RWI – Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (2007a), *Haushaltungsgesetz 2008 und Finanzplanung des Landes Nordrhein-Westfalen 2007-2011. Gesetz über die Feststellung des Haushaltsplans des Landes Nordrhein-Westfalen für das Haushaltsjahr 2008, Gesetzentwurf der Landesregierung – Drucksache 14/4600 –. Stellungnahme zur Anhörung des Haushalts- und Finanzausschusses des Landtags Nordrhein-Westfalen*. RWI: Projektberichte. RWI. Essen.
- RWI – Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (2007b), *Wider den Staatsbankrott. Streichung des kreditverfassungsrechtlichen Ausnahmetatbestandes der „Störung des gesamtwirtschaftlichen Gleichgewichts“*. Stellungnah-

- me zur Anhörung des Haushalts- und Finanzausschusses des Landtags Nordrhein-Westfalen am 10. Mai 2007. RWI: Projektberichte. RWI. Essen.
- RWI Essen und SV-Stifterverband (2007), Forschungsstrategien der Unternehmen, Studie für das Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen, Essen.
- RWI Essen, Stifterverband 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. RWI. Essen.
- RWI und SV-Stifterverband (2006), Innovationsbericht 2006. Zur Leistungsfähigkeit des Landes Nordrhein-Westfalen in Wissenschaft, Forschung und Technologie. RWI: Projektberichte. RWI, Essen.
- Saxenian, A. (1996), *Regional Advantage. Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge, MA, London, England: Harvard University Press.
- Schering AG (2005), Schering streicht 680 Stellen, Pressemitteilung vom 28.2.2005. Internet: <http://www.wdr.de/themen/wirtschaft/wirtschaftsbranche/schering/050228.jhtml>, Abruf vom 2.11.2007.
- Schmidt, Ch.M. (2007), *Policy Evaluation and Economic Policy Advice. Advances in Statistical Analysis – AStA*, erscheint demnächst.
- Schmiedl, D. (2006), Patentatlas Deutschland, Regionaldaten der Erfindungstätigkeit, Deutsches Patent- und Markenamt, München 2006. Internet: <http://www.biotechnologie.de/bio/generator/Redaktion/PDF/de/Studien/patentatlas-2006.property=pdf.pdf>, Abruf vom 23.10.2007.
- Schmoch, U. (2003), *Hochschulforschung und Industrieforschung. Perspektiven der Interaktion*. Frankfurt/New York: Campus .
- Schumann, K. (2005), *Kooperationen zwischen technologieorientierten Gründungsunternehmen und Forschungseinrichtungen. Erfolgskonzept, empirische Untersuchung und Gestaltungshinweise*. München und Mering: Rainer Hampp Verlag.
- Siegel, D. S., D. Waldman and A. Link (2003), Assessing the Impact of Organizational Practices on the Relative Productivity of University Transfer Offices: An Exploratory Study. *Research Policy* 32 (1): 27–48.
- StaBuA - Statistisches Bundesamt (2003), Klassifikation der Wirtschaftszweige. Mit Erläuterungen. Wiesbaden.
- StaBuA – Statistisches Bundesamt (2005), Unternehmen der Biotechnologie in Deutschland – Ergebnisse der Wiederholungsbefragung 2004. Wiesbaden.
- Stahlecker, T. and A. Koch (2004), *On the Significance of Economic Structures and Regional Innovation Systems for the Foundation Knowledge Intensive Business Services*. Karlsruhe: ISI.
- Staiß, F., M. Kratzat, J. Nitsch, U. Lehr, D. Edler, C. Lutz (2006), *Erneuerbare Energien: Arbeitsplatzeffekte – Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt*, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Juni 2006.
- Stam, E. (2006), *Why Butterflies don't Leave: Locational Behaviour of Entrepreneurial Firms*. Jena: Max-Planck Institute for Economics.

- Steiner, M. and C. Hartmann (2006), Organizational Learning in Clusters: a Case Study on Material and Immaterial Dimensions of Cooperation. *Regional Studies* 40 (5): 493–506.
- Sternberg, R. and T. Litzenberger (2004), Regional Clusters in Germany – their Geography and their Relevance for Entrepreneurial Activities. *European Planning Studies* 12 (6): 767–791.
- Sternberg, R. und J. Wagner (2004), Start-up Activities, Individual Characteristics, and the Regional Milieu: Lessons for Entrepreneurship Support Policies from German Micro Data. *The Annals of Regional Science* 38 (4): 219-240.
- Stuart, T. and O. Sorenson (2003), The geography of opportunity: spatial heterogeneity in founding rates and the performance of biotechnology firms, *Research Policy* 31, 229-253.
- SVR – Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Lage (2007), *Staatsverschuldung wirksam begrenzen. Expertise im Auftrag des Bundesministers für Wirtschaft und Technologie, März 2007*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. Internet: <http://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/download/publikationen/fipo.pdf>.
- Tamasy, C. (2005), *Determinanten des regionalen Gründungsgeschehens*. Wirtschaftsgeographie, Band 27. Münster: LIT.
- Tauchmann, H., J. Hafkesbrink, P. Nisipeanu, M. Tomzik, A. Bäumer, A. Brauer, H. Clausen, D. Drouet, D. Engel, K. Körkemeyer, M. Rothgang, M. Schroll (2006), *Innovationen für eine nachhaltige Wasserwirtschaft. Einflussfaktoren und Handlungsbedarf*. Heidelberg: Physica.
- Thurby and Thursby (2002) Thursby, J. G., Jensen, R., & Thursby, M. C. (2001). Objectives, characteristics and outcomes of university licensing: A survey of major U.S. universities. *Journal of Technology Transfer* 26(1/2), 59-72.
- Trettin, L., D. Engel, M. Roitburd und G. Werkle (2007), Gründungsberatung durch Wirtschaftskammern und Kommunen: Angebote für ältere Gründer und regionale Kooperationen. *RWI: Materialien* 34. RWI, Essen.
- TSB Innovationsagentur Berlin GmbH (2006), *Medizintechnik in Berlin Unternehmen und regionalwirtschaftliche Bedeutung*. Internet: [http://www.tsbmedici.de/inhalt/display/willkommen/Technologie-Report\\_Medizintechnik\\_in\\_Berlin.pdf](http://www.tsbmedici.de/inhalt/display/willkommen/Technologie-Report_Medizintechnik_in_Berlin.pdf), Abruf am 26.10.2007.
- U.S. Congress (1980), Public Law 96-517, 96th Congress. An Act to amend the patent and trademark laws. Dec 12, 1980. [Bayh-Dole Act] U.S. Congress, Washington, D.C.
- U.S. Department of Commerce (2004), *Manufacturing in America. A Comprehensive Strategy to Address the Challenges to U.S. Manufacturers*. U.S. Department of Commerce, Washington, D.C.
- Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg.) (2006), *Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2005*. Stuttgart.
- Unger, J. M. (2006), *Entrepreneurial Success – The Role of Human Capital and Learning*, Inaugural-Dissertation, Universität Gießen Fachbereich 06. Gießen.
- VDI (2007), *VDI-Handbuch Betriebstechnik Teil 2 – Fertigungsverfahren*. Internet: <http://www.vdi.de/vdi/vrp/richtliniendetails/?ID=1026124>, Abruf am 10.8.07.

- VDI-Technologiezentrum (VDI-TZ), Zentrum für Innovation und Technik in NRW (ZENIT) und Interessensgemeinschaft Neue Materialien in NRW (NeMa) (2004), Werkstoffland NRW. Clusterbildung im Bereich Werkstoffe in Nordrhein-Westfalen. Projekt im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf: VDI-Tz und ZENIT.
- VDI-TZ ZTC (2004), Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt. Innovations- und Technikanalyse. Studie der ZTC Zukünftige Technologien Consulting des VDI Technologiezentrums im Auftrag des BMBF. Düsseldorf: VDI-TZ ZTC.
- VDMA (2007), *Maschinenbau in Zahl und Bild 2007*, Frankfurt.
- VFA - Verband Forschender Arzneimittelhersteller e.V (2006), Arzneimittelmarkt weltweit, Statistics 2006. Internet: <http://www.vfa.de/de/presse/statcharts/arzneimittel-markt/>, Abruf am 23.8.2007.
- Weber, A. (1909), Über den Standort der Industrien, Tübingen.
- Werkle, G. (2007), Der Einfluss von Gründungsintermediären auf das Gründungs geschehen: Empirische Evidenz. Diplomarbeit, Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Wirtschaftswissenschaft. Bochum.
- Wildemann, H., C. Ann, M. Broy, W. Günthner und U. Lindemann (2007), Plagiate - Handlungsspielräume der produzierenden Industrie gegen Produktpiraterie, Reihe: Forschungsbericht, TU München.
- Yin, R.K. (1994), *Case Study Research: Design and Methods*, 2<sup>nd</sup> ed.. Thousand Oaks, CA: Sage
- Zenit GmbH, Prognos AG (2005), Umweltwirtschaft in NRW (noch nicht veröffentlicht).
- ZEW (2007), Innovationsreport Maschinenbau., ZEW, Mannheim.
- Zimmermann, K. (2007), Technologieklassifikationen und -indikatoren. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien. Download unter: <http://archiv.tu-chemnitz.de/pub/2007/01444/data/Zimmermann.doc>. Abruf vom 3.12.2007.
- Aghion, P. and P. Howitt (1992), A Model of Growth through Creative Destruction, *Econometrica* 60 (2): 323-351.
- ZTC (Hrsg.) (2004), Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt – Innovations- und Technikanalyse, Studie des VDI Technologiezentrums im Auftrag des BMBF. *Zukünftige Technologien*, Nr. 53. Düsseldorf: VDI-TZ.
- Zucker L, Darby MR, and Brewer MB (1998) Intellectual Human Capital and the Birth of U. S. Biotechnology Enterprises, *American Economic Review* 88: 290-336.
- Zucker L, Darby MR, and Brewer MB (1998), Intellectual Human Capital and the Birth of U. S. Biotechnology Enterprises. *American Economic Review* 88 (1): 290-306.
- Zucker, L. G., M. R. Darby and J. Armstrong (2002), Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture, and Firm Performance in Biotechnology, *Management Science* 48 (1): 138-153.
- Zucker, L.G. et al. (2007), Minerva Unbound: Knowledge Stocks, Knowledge Flows, and New Knowledge Production. *Research Policy* 36 (6): 850–863.

Zucker, L.G., M. R. Darby and J. Armstrong (2002), Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture and Firm Performance in Biotechnology. *Management Science* 48 (1): 138–153.

## **Anhang**



## Abgrenzung der Zukunftsfelder

Übersicht A.0.1

### Abgrenzung der Technologiefelder in den Klassifikationsgrundlagen

	Unternehmenskonzept	Klassif. d. Wirtschaftszw.	Güterverzeichnis	Patentklassifikation	Leistungsplansystematik
Biotechnologie	Ja	Nein	Sehr eingeschränkt möglich <sup>1</sup>	Ja	Ja
Nano-/MikroTech und Neue Werkstoffe	Ja <sup>1</sup>	Bedingt möglich <sup>1</sup>	Bedingt möglich <sup>1</sup>	Ja	Ja
Medizintechnik		Ja	Ja	Ja	Ja
Produktionstechnik		Ja	Ja	Ja	Ja
Energieforsch.	Ja <sup>1</sup>	Nein	Ja	Ja	Ja
Umwelttechnik	Ja <sup>1</sup>	Nein	Bedingt möglich <sup>1</sup>	Ja	Ja

Quelle: Eigene Zusammenstellung. – <sup>1</sup>Die Auswertungen geben keine Auskunft über die aktuelle wirtschaftliche Bedeutung des Technologiefelds. Es ist allenfalls möglich, dass **Potenzial für zukünftige Anwendungen** einzuschätzen. In diesem Sinne sind die Aussagen für die entsprechenden Indikatoren qualitativ völlig verschieden von den Aussagen für Technologiefelder, in denen eine Bestimmung der aktuellen wirtschaftlichen Bedeutung gelingen kann.

## Abgrenzung der Zukunftsfelder in der Klassifikation der Wirtschaftszweige

Übersicht A.0.2

### Wirtschaftszweigabgrenzung der Technologiefelder nach Klassifikation der Wirtschaftszweige 2003 des Statistischen Bundesamtes

WZ-Nr.	Beschreibung
<b>Medizinprodukte-Industrie</b>	
33.10.1 <sup>a</sup>	Herstellung v. elektromedizinischen Geräten u. Instrumenten
33.10.2 <sup>a</sup>	Herstellung v. medizintechnischen Geräten
33.10.3 <sup>a</sup>	Herstellung v. orthopädischen Vorrichtungen
33.10.4	Zahntechnische Laboratorien
33.40.1	Herstellung v. augenoptischen Erzeugnissen
35.43.0	Herstellung v. Behindertenfahrzeugen
<b>Produktionstechnik – Maschinen</b>	
29.42 <sup>b</sup>	Herstellung v. Werkzeugmaschinen für die Metallbearbeitung
29.43 <sup>b</sup>	Herstellung v. Werkzeugmaschinen a.n.g.
29.51	Herstellung v. Maschinen für die Metallherzeugung, von Walzwerkeinrichtungen und Gießmaschinen
29.52	Herstellung v. Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen
29.53	Herstellung v. Maschinen für die Nahrungs- und Genussmittelerzeugung u. d. Tabakverarbeitung
29.54	Herstellung v. Maschinen für die Textil- und Bekleidungsherstellung und die Lederverarbeitung
29.55	Herstellung v. Maschinen für die Papierherzeugung und -verarbeitung
29.56	Herstellung v. Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige a.n.g.
<b>Produktionstechnik – Steuerung (zugleich auch Umwelttechnik-MSRT)</b>	
33.20	Herstellung v. Mess-, Kontroll-, Navigations- u. ä. Instrumenten und Vorrichtungen
33.30	Herstellung v. industriellen Prozesssteuerungseinrichtungen

<sup>a</sup>Nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige 1993 umfasst der Wirtschaftszweigdreisteller die Unterklassen 29.40.1-29.40.7.



noch Tabelle 2.4

<b>WZ-Nr.</b>	<b>Beschreibung</b>
<b>Kreislaufwirtschaft</b>	
37.1	Recycling von nichtmetallischen Altmaterialien und Reststoffen
37.2	Recycling von metallischen Altmaterialien und Reststoffen
51.57	Großhandel mit Altmaterialien- und Reststoffen
90.01	Abwasserbeseitigung
90.02	Abfallbeseitigung

### *Abgrenzung der Zukunftsfelder im Güterverzeichnis*

Übersicht A.0.3

#### **Produkte in den Werkstoffgruppen nach dem Güterverzeichnis der Produktionsstatistik (GP 2002)**

##### **Potenzialorientierter Ansatz**

##### **Textile Werkstoffe (enge Abgrenzung)**

- 171 Textile Spinnstoffe und Garne
- 172 Gewebe (natürliches und synthetisches)

##### **Textile Werkstoffe (weite Abgrenzung)**

- 17 Textilien (Spinnstoffe und Garne, Gewebe, Textilveredlung, konfektionierte Textilwaren (z.B. Decken), andere Textilerzeugnisse (ohne Maschenware), Gewirke und Gestricke, Strumpfwaren/Pullover, Strickjacken)
- 18 Bekleidung (Arbeits- und Berufsbekleidung, Oberbekleidung, Bekleidungsveredlung )

##### **Metallische Werkstoffe**

- 27 Metalle und Halbzeuge (Roheisen, Stahl, NE-Metalle, Leicht- und Schwermetallgießereierzeugnisse)

##### **Chemische Werkstoffe**

- 241 Chemische Grundstoffe (Anorganische Industriegase, Farbstoffe/Pigmente, sonstige anorganische und organische Grundstoffe und Chemikalien)

Quelle: Eigene Abgrenzung.

## Übersicht A.0.4

**Produkte der Produktionstechnik nach dem Güterverzeichnis der Produktionsstatistik (GP 2002)**

<b>GP-Nr.</b>	<b>Produkt</b>
<b>Produktionstechnik – Maschinen</b>	
2921 12 300	Direktreduktions-, Gießöfen für die Eisen- und Metallindustrie; Glüh-, Industrie-, Kupol-, Laboratoriums-, Laboröfen; Röstöfen für Erze; Schmelzöfen für Metalle; Schmiede-, Sinteröfen, Industrieöfen; Wärmöfen für die Eisen- und Metallindustrie; nichtelektrisch
2921 13	Industrieöfen, elektrisch
2924 21	Aufrichte-, Füll- und Verschleißmaschinen, Verpackungsmaschinen
2924 31 5	Industriezentrifugen; Zentrifugen, mit rotierender Trommel, Dekanter, für die Klärung von Flüssigkeiten
2942	Maschinen, für die Metallbearbeitung
2943	Werkzeugmaschinen, nicht für die Metallbearbeitung, zum Bearbeiten von Steinen, Holz und anderen harten Stoffen
2951 1	Maschinen, für die Metallerzeugung; Metallerzeugungsmaschinen; Bergwerksmaschinen
2953 15 3	Backöfen; Biskuitherstellungsofen; Industriebacköfen; Öfen; Industriebacköfen (nicht-elektrisch, gewerblich)
2954	Textilmaschinen
2955 11	Maschinen, für das Papiergewerbe; Papierverarbeitungsmaschinen
2956 23	Gießmaschinen, für Kautschuk oder Kunststoffe
2956 23	Kautschuk- und Kunststoffherstellungsanlagen, ohne Trocknungsanlagen
2956 25	Transportroboter für Halbleiterfertigung, elektrisch, fahrerlos
3320 70 90	Instrumente, Apparate und Geräte zum Regeln
<b>Produktionstechnik – Hilfsmittel</b>	
2914 24	Getriebe, für Maschinen; Wechselgetriebe für Maschinen
2914 25 000	Andrückrollen, für Spindel-Riemenantrieb von Rotorspindeln
2914 26	Gelenk-, Klauen-, Schalt-, Wellenkupplungen für Maschinen
2914 33 5	Zahnräder, für Maschinen; Kettenräder für Maschinen
2921 14	Abgasumwälzanlagen, Teile für Brenner und automatische Feuerungen; Brennerteile, für automatische Feuerungen, Industrie- und Laboratoriumsofen; Brennwagen für Tunnelöfen, Teile für Industrieöfen; Industrieofenteile; Winderhitzer, Teile für Industrieöfen
2924 32	Kalander
2924 53 130	Walzen für die Kautschuk-, Kunststoff-, Nahrungsmittel-, Papier- und Textilindustrie
2924 53 150	Lagergehäuse, für Kalanderwalzwerkzeuge, für die Herstellung von Kunststoffen; Teile für Kalander und Walzwerke
2924 70 20	Verpackungsmaschinenteile
2955 12	Teile für Maschinen und Apparate für das Papiergewerbe
2956 24	Formen, für Kautschuk oder Kunststoffe; für Metalle oder Hartmetallpulver, Metallcarbid; für Metallgießereien; Gießformen; Mehrkomponenten-Spritzgießwerkzeuge, für Spritzgießmaschinen; Formen, für Stoffe aller Art
2956 26 300	Walzen, für Maschinen, zum Warmarbeiten von Glas
2956 26 501	Schnecken für Kautschuk- und Kunststoffbe- und -verarbeitungsmaschinen
2956 26 503	Zylinder für Kautschuk- und Kunststoffbe- und -verarbeitungsmaschinen
2956 26 509	Kautschukbe- und -verarbeitungsmaschinenteile, ohne Schnecken und Zylinder; Kopfhalter, Säulen, Spindelgehäuse, Streckenständer, Traversen, Wippen, Teile für Maschinen zum Be- und Verarbeiten von Kautschuk und Kunststoffen; Teile für Recyclingmaschinen, zum Zerkleinern von Kunststoffen, ohne Schnecken und Zylinder;
2956 26 703	Baummaschinenteile, Teile für Maschinen für Straßen-, Hoch- oder Tiefbau
2956 26 705	Mischscheiben, Teile für Salbenmischgeräte;
2956 26 707	Industrieroboterteile; Transportteile, f. d. Montagelinie zur Hst. von CDs

Quelle: Eigene Abgrenzung.

## Übersicht A.0.5

**Zuordnung der Medizinprodukte nach dem Güterverzeichnis der Produktionsstatistik (GP 2002) zu den Wirtschaftszweigen (WZ)**

<b>WZ-Nr.</b>	<b>Wirtschaftszweig GP-Nr.</b>	<b>Produkt</b>
<b>im Textilgewerbe</b>		
17.54.2	Sonstiges Textilgewerbe, anderweitig nicht genannt	
	1754 31 300	Watte aus Spinnstoffen und Waren daraus; Scherstaub, Knoten und Noppen aus Spinnstoffen – für medizinischen Bedarf
<b>in der Chemischen Industrie</b>		
24.42.0	Herstellung von pharmazeutischen Spezialitäten und sonstigen pharmazeutischen Erzeugnissen	
	2442 23 200	Reagenzien zum Bestimmen der Blutgruppen oder Blutfaktoren
	2442 23 400	Röntgenkontrastmittel; diagnostische Reagenzien zur Verwendung am Patienten
	2442 23 600	Zahnzement und andere Zahnfüllstoffe; Zement zum Wiederherstellen von Knochen
	2442 23 700	Zubereitung in Form von Gelen, die in Human- oder Veterinärmedizin als Gleitmittel für Körperteile bei chirurgischen Operationen, medizinischen Untersuchungen oder als Kontaktmittel zwischen Körper und medizinischen Geräten eingesetzt werden
	2442 24 101	Rollenpflaster (ohne Wundkissen)
	2442 24 103	Pflasterstrips und Wundverbände mit Wundkissen
	2442 24 105	Pflaster mit medikamentösen Wirkstoffen
	2442 24 301	Gewebebinden mit medikamentösen Stoffen getränkt oder überzogen
	2442 24 302	Gewebebinden nicht mit medikamentösen Stoffen getränkt oder überzogen
	2442 24 305	Verbandmaterial aus Mull, Zellstoff, Watte, Vliesstoff
	2442 24 306	Verbandmaterial aus anderen Stoffen, z.B. Hydrogelwundauflagen, Alginate Schaumstoff und Folienverbände
	2442 24 308	Haemostatische Verbandstoffe
	2442 24 309	Andere Waren, mit medikamentösen Stoffen getränkt oder überzogen i.A.E. zu medizinischen, chirurgischen, zahnärztlichen oder tierärztlichen Zwecken (ohne Heftpflaster u.a. Waren mit Klebeschicht)
	2442 24 500	Steriles Catgut, ähnliches steriles Nahtmaterial und sterile Klebstoffe für organische Gewebe für chirurgische Zwecke; sterile Laminariastifte und -tampons; sterile resorbierbare blutstillende Einlagen zu chirurgischen oder zahnärztlichen Zwecken
	2442 24 700	Taschen und andere Behältnisse mit Apothekenausstattung für Erste Hilfe
24.66.0	Herstellung von sonstigen chemischen Erzeugnissen, anderweitig nicht genannt	
	2455 42 100	Zusammengesetzte Diagnostik- oder Laborreagenzien (ohne andere pharmazeutische Erzeugnisse für medizinische oder chirurgische Zwecke)
	2466 42 390	Zubereitetes Dentalwachs oder Zahnabdruckmassen in Zusammenstellung i.A.E. oder in Tafeln, Stäben oder ähnl. Formen; andere Zubereitungen für zahnärztliche Zwecke auf der Grundlage von Gips
<b>in der Gummi-Industrie</b>		
25.13.0	Herstellung von sonstigen Gummiwaren	
	2513 60 300	Handschuhe für chirurgische Zwecke aus vulkanisiertem Weichkautschuk
	2513 71 500	Präservative
	2513 71 900	Andere Waren zu hygienischen oder medizinischen Zwecken aus Weichkautschuk, auch in Verbindung mit Hartkautschukteilen
<b>Hersteller von Medizin, mess-, steuerungs-, regelungstechnischen und optischen Erzeugnissen und Uhren</b>		
33.10.1*	Herstellung von elektromedizinischen Geräten u. Instrumenten	
	3310 11 150	Röntgenapparate und -geräte (einschl. Schirmbildfotografie- oder Strahlentherapiegeräten) für medizinische, chirurgische, zahnärztliche oder tierärztliche Zwecke, auch Computertomographen
	3310 11 350	Apparate und Geräte, die Alpha-, Beta- oder Gammastrahlen verwenden (einschl. Schirmbildfotografie- oder Strahlentherapiegeräten) für medizinische, chirurgische, zahnärztliche oder tierärztliche Zwecke

noch Übersicht A.0.5

WZ-Nr.	Wirtschaftszweig GP-Nr.	Produkt
	3310 11 500	Röntgenröhren
	3310 11 705	Teile und Zubehör für Röntgen- und andere radioaktive Strahlungsapparate und -geräte u.ä.
	3310 11 709	Andere Teile und Zubehör für Röntgen- und andere radioaktive Strahlungsapparate und -geräte (z.B. Untersuchungs- und Behandlungstische, -sessel u. dgl. für Röntgenapparate u.ä.)
	3310 12 101	Elektrokardiographen (Apparate und Geräte)
	3310 12 109	Zubehör für Elektrokardiographen (z.B. Klebeelektroden)
	3310 12 300	Andere Elektrodiagnoseapparate und -geräte (z.B. Kernspinttomographen, Magnetresonanzgeräte), Teile und Zubehör
	3310 12 500	Ultraviolett- oder Infrarotbestrahlungsgeräte, Teile und Zubehör
	3310 13 300	Dentalbohrmaschinen, auch mit Sockel und eingebauten anderen zahnärztlichen Ausrüstungen
	3310 14 000	Sterilisierungsapparate für medizinische oder chirurgische Zwecke oder für Laboratorien
	3310 14 333	Elektronische Blutdruckmessgeräte
	3310 15 553	Ultraschalltherapiegeräte (ohne Nierensteinertrümmerer)
	3310 15 559	Andere Apparate und Geräte, für Diathermie
	3310 15 730	Lithotripsie-Geräte mit Ultraschall
	3310 15 793	Andere Apparate und Geräte, für medizinische und chirurgische Zwecke (ohne Lithotripsie-Geräte), elektromedizinisch und -chirurgisch arbeitend
	3310 16 533	Elektrische Vibrations-Massagegeräte
	3310 18 330	Schwerhörigergeräte
	3310 18 390	Teile und Zubehör für Schwerhörigergeräte
	3310 18 500	Herzschrittmacher (ohne Teile und Zubehör)
33.10.2*	Herstellung von medizintechnischen Geräten	
	3310 13 505	Zahnärztliche Zangen, Modellier- und Polierinstrumente u.ä. Dentalinstrumente
	3310 13 509	Andere zahnärztliche Instrumente, Apparate und Geräte, a.n.g.
	3310 15 110	Spritzen, auch mit Nadeln
	3310 15 130	Hohladeln aus Metall
	3310 15 150	Operationsnähadeln
	3310 15 170	Katheter, Kanülen u. dgl.
	3310 15 200	Andere augenärztliche Instrumente, Apparate und Geräte
	3310 15 339	Andere Blutdruckmessgeräte
	3310 15 350	Endoskope
	3310 15 530	Künstliche Nieren
	3310 15 630	Transfusionsgeräte (einschl. Infusionsgeräten)
	3310 15 650	Apparate und Geräte für Anästhesie
	3310 15 795	Chirurgische Scheren, Zangen, Nadelhalter u.ä. chirurgische Instrumente
	3310 15 799	Andere Apparate und Geräte für medizinische und chirurgische Zwecke, a.n.g.
	3310 16 535	Andere Apparate und Geräte für Mechanotherapie und Psychotechnik
	3310 16 550	Apparate und Geräte für Ozon-, Sauerstoff- oder Aerosoltherapie, Beatmungsapparate zur Wiederbelebung und andere Apparate und Geräte für Atmungstherapie
	3310 16 900	Andere Atmungsapparate und -geräte und Gasmasken (ohne Schutzmasken, ohne mechanische Teile und ohne auswechselbares Filterelement)
	3310 20 300	Dental-, Friseurstühle u.ä. Stühle und Teile dafür
	3310 20 500	Andere Möbel für die Medizin oder Chirurgie und Teile dafür
	3310 91 000	Installation von medizinischen Geräten und orthopädischen Vorrichtungen

## noch Übersicht A.0.5

WZ-Nr.	Wirtschaftszweig GP-Nr.	Produkt
	3310 92 000	Reparatur und Instandhaltung von medizinischen Geräten und orthopädischen Vorrichtungen (einschl. Waren der Zahnprothetik)
33.10.3*	Herstellung von orthopädischen Vorrichtungen	
	3310 17 350	Künstliche Gelenke
	3310 17 390	Andere Apparate und Vorrichtungen für orthopädische Zwecke oder zum Behandeln von Knochenbrüchen
	3310 17 900	Andere Prothesen und andere Waren der Prothetik
	3310 18 900	Andere Vorrichtungen zum Beheben von Funktionsschäden oder Gebrechen, Teile dafür (einschl. Teilen und Zubehör für Herzschrittmacher)
33.10.4	Zahntechnische Laboratorien	
	3310 17 530	Künstliche Zähne aus Kunststoffen
	3310 17 550	Künstliche Zähne aus anderen Stoffen
	3310 17 590	Andere Waren der Zahnprothetik
33.40.1	Herstellung von augenoptischen Erzeugnissen	
	3340 11 300	Kontaktlinsen
	3340 11 550	Einstärkengläser (unifokal), mit Korrektionswirkung, beiden Flächen fertig bearbeitet
	3340 11 590	Mehrstärkengläser und Progressivgläser (Gleitsichtgläser), mit Korrektionswirkung, beide Flächen fertig bearbeitet
	3340 11 700	Andere Brillengläser aus Glas oder anderen Stoffen, mit Korrektionswirkung, eine Fläche fertig bearbeitet
<b>im Fahrzeugbau</b>		
35.43	H.v. Behindertenfahrzeugen	
	3543 11 300	Rollstühle u.a. Fahrzeuge für Kranke und Körperbehinderte – ohne Vorrichtung zur mechanischen Fortbewegung
	3543 11 900	Rollstühle u.a. Fahrzeuge für Kranke und Körperbehinderte – mit Motor oder anderer Vorrichtung zur mechanischen Fortbewegung
	3543 12 000	Teile und Zubehör für Rollstühle u.a. Fahrzeuge für Kranke und Körperbehinderte
	3543 90 000	Reparatur und Instandhaltung von Behindertenfahrzeugen

Übernommen aus BMBF (2005), S. 1-7, 1-8 und 1-9. – \* Bei den Gütern der Wirtschaftszweige 33.10.1, 33.10.2 und 33.10.3 handelt es sich um Produkte der Medizintechnik-Industrie nach Abgrenzung des RWI Essen. Diese Produkte bilden eine echte Teilmenge der Produkte der Medizinprodukte-Industrie.

Übersicht A.0.6

**Produkte der Energietechnik nach dem Güterverzeichnis der Produktionsstatistik (GP 2002)  
Potenzialorientierter Ansatz**

GP 2002-Nr.	Beschreibung
-------------	--------------

**Abgrenzung 1: ISI-Liste für Klimaschutzgüter auf der Grundlage des Güterverzeichnisses für Produktionsstatistiken**

**Güter zur rationellen Energieverwendung**

Messgeräte zur Überwachung des Energieverbrauchs

3320 45 300	Instr., Appa. u.a. z. Mess. od. Prüfen v. elek. Größen
3320 45 550	Elekt. Instr., Appa. u.a. z. Mess., Prüf. elek. Größen
3320 43 100	Vielfachmessger. z. Messen od. Prüfen v. Spanng. u.a.
3320 43 300	And. elek. Instrum., Appa. u. Ger. z. Messen v. Spanng.

Elektrotechnische Erzeugnisse zur rationellen Energienutzung

2913 13 130	Temperaturregelventile
3320 70 150	Elektronische Thermostate
3320 70 190	Anderer Thermostate
2913 12 530	Thermostatvent., Armat. f. Heizkörper v. Zentralhgz.
3210 52 700	Gefasste oder montierte piezoelektrische Kristalle
3110 50 150	Anderer Vorschaltgeräte für Entladungslampen
3150 15 590	And. Entladungslampen, a.n.g., z.B. Verbundlampen
3150 15 100	Glühkathoden-Leuchtstofflampen m. zwei Lampensock.
3150 15 530	Quecksilberdampflampen (ohne Ultraviolettlampen)
3150 15 560	Natriumdampflampen (ohne Ultraviolettlampen)

Erzeugnisse zum Wärmeaustausch

2830 12 300	Hilfsapparat. f. Zentralheizungskessel, Dampfkessel
2923 11 3xx	Wärmetauscher

Erzeugnisse zur Wärmeisolation

2612 13 300	Mehrschichten-Isolierverglasungen (m <sup>2</sup> )
2430 22 530	Glaserkitt, Harzzement und andere Kitte
2614 12 100	Matten aus Glasfasern (ohne Gewebe)
2612 12 700	And. Mehrschichten-Sicherheitsglas (Verbundgl.) (m <sup>2</sup> )
2682 16 100	Hütten-, Steinwolle u.ä. mineralische Wollen
2682 16 200	Gebläh. Vermiculit, gebläh. Ton, Schaumslagge u.ä.
2682 16 300	Mischungen und Waren aus mineralischen Stoffen
2682 16 900	And. Waren a. Steinen o.a. mineral. Stoffen, a.n.g.
2521 41 200	And. Tafeln, Platten, u.a., Zellkunst. a. PS
2682 16 800	Waren aus Torf
2052 14 000	Waren aus Presskork, anderweitig nicht genannt
2682 11 700	Dichtungsmaterial a. zusammengepress. Asbestfasern
2682 11 720	And. Waren a. Asbest, Misch. a.d. Grundl. v. Asbest
2682 11 680	Bearb. Asbestfasern, Misch. a.d. Grundl. v. Asbest
2682 11 930	Bremsbeläge, -klötze, nicht montiert
2682 11 950	Reibungsbeläge für Kupplungen u. dgl.
2812 10 538	And. Türen, Tor- und Türschwellen, aus Aluminium
3663 77 700	Vakuum-Isolierflaschen u.a. Vakuum-Isolierbehälter
2626 13 005	Schamotte-mörtel und -massen
2614 12 990	Anderer Waren aus textilen Glasfasern

**Güter zur rationellen Energieumwandlung**

Gasturbinen

2911 23 000	And. Gasturbinen o. Turbostrahltriebwerke etc. (kW)
2911 33 000	Hydrozylinder, linear arbeitend

BHKW

3110 32 330	Stromerzeugungsaggregate, Leistung 7,5 kVA <
3110 32 350	Stromerzeugungsaggregate, Leistung > 7,5 kVA
3110 32 xxx	Stromerzeugungsaggregate, angetrieben durch Kolbenverbrennungsmotor mit Fremdzündung

**Güter zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen**

Wasserkraft

2911 22 000	Wasserturbinen und -räder (kW)
2911 32 000	Hydrosysteme (m. Hydrozylindern), linear arbeitend
2912 12 370	Betonpumpen
2912 41 300	Teile für Druckluftmotoren, Wasser- u. Dampfkraftmaschinen

## noch Übersicht A.0.6

<b>GP 2002-Nr.</b>	<b>Beschreibung</b>
Solarzellen	
3210 52 370	Andere lichtempfindliche Halbleiterbauelemente. (z.B. Solarzellen)
Solkollektoren	
2972 14 009	Nichtelektr. Durchlauferhitzer u.a., m. sonstige Beheiz.
Wärmepumpen	
2923 13 750	Absorptionswärmepumpen
Windkraft	
3110 32 501	Windgetriebene Stromerzeugungsaggregate

Quelle: Zusammenstellung des ISI, zitiert aus Legler et al. (2006, S. 103f.)

**Abgrenzung 2: Energietechnikaffiner Maschinenbau**

2911 22	Wasserturbinen und -räder
2911 23	Gasturbinen (ohne Turbo-Strahltrieb- und Turbo-Propellertriebwerke)
2911 32 000	Teile und Regler für Wasserturbinen und -räder
2911 33 000	Teile für Gasturbinen (ohne solche für Turbo-Strahltrieb- und Turbo-Propellertriebwerke)
2923 1	Wärmeaustauscher; Klimageräte und Tiefkühlgeräte; Apparate zum Filtrieren
2923 11	Wärmeaustauscher; Apparate und Vorrichtungen für die Verflüssigung von Luft oder anderen Gasen
2923 12	Klimageräte
2923 13	Kühl-, Tiefkühl- und Gefriermöbel und andere Einrichtungen, Maschinen, Apparate und Geräte zur Kälteerzeugung; Wärmepumpen
2923 14	Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Gasen, a.n.g.
2923 3	Teile für Klimageräte, Kühl- und Gefrierschränke, Wärmepumpen, Wärmeaustauscher u.ä.
2924 1	Generatorgas-, Wassergaserzeuger; Acetylenentwickler; Destillier- und Rektifizierapparate; Apparate zum Filtrieren oder Reinigen von Flüssigkeiten; Öl-, Kraftstoff- und Luftansaugfilter für Kolbenverbrennungsmotoren
2924 4	Maschinen und Apparate für die Behandlung von Stoffen durch Temperaturänderung, a.n.g.

Quelle: Eigene Abgrenzung.

Übersicht A.0.7

**Produkte der Umwelttechnik nach dem Güterverzeichnis der Produktionsstatistik (GP 2002)**

**Potenzialorientierter Ansatz**

**Sekundärrohstoffe**

2741 6	Abfälle und Schrott von Edelmetallen
2742 32	Abfälle und Schrott, aus Aluminium
2743 32	Abfälle und Schrott, aus Blei, Zink oder Zinn
2744 32	Abfälle und Schrott aus Kupfer
2745 42	Abfälle und Schrott, aus Nickel
371	Metallische Sekundärrohstoffe
372	Nichtmetallische Sekundärrohstoffe

**Maschinenbau einschließlich Rohrleitungsbau**

272	Rohre
2912	Pumpen und Kompressoren
2913 1	Armaturen u.ä. Apparate für Rohr- und Schlauchleitungen, Dampfkessel, Sammelbehälter usw.
2913 2	Teile für Armaturen u.ä. Apparate für Rohr- und Schlauchleitungen, Dampfkessel, Sammelbehälter usw.
2914	Lager, Getriebe, Zahnräder und Antriebselemente
2922	Hebezeuge und Fördermittel
294	Werkzeugmaschinen
295	Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige/Verwendungszwecke Maschinen zum Sortieren, Sieben, Mischen und zur ähnlichen Bearbeitung von Erden, Steinen, Erzen u.a. mineralischen Stoffen; Maschinen zum Herstellen von Gießformen aus Sand
2952 4	

Quelle: Eigene Abgrenzung.

*Abgrenzung der Zukunftsfelder in der Patentdatenbank*

Übersicht A.0.8

**Abgrenzung der Biotechnologie in Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe)**

Patentklasse	Beschreibung
A01H 1/00	Verfahren zum Modifizieren von Genotypen
A01H 4/00	Pflanzenreproduktion durch Gewebekulturverfahren
A61K 38/00	Medizinische Präparate die Peptide enthalten
A61K 39/00	Medizinische Präparate die Antigene oder Antikörper enthalten
A61K 48/00	Medizinische Zubereitungen, die genetisches Material enthalten, das in Zellen des lebenden Körpers eingeführt wird, um genetisch bedingte Krankheiten zu behandeln; Gentherapie
C02F 3/34	Biologische Behandlung von Wasser, kommunalem oder industriellem Abwasser: durch die verwendeten Mikroorganismen gekennzeichnet
C07G 11/00	Antibiotika
C07G 13/00	Vitamine
C07G 15/00	Hormone
C07K 4/00	Peptide mit bis zu 20 Aminosäuren in undefinierter oder nur teilweise definierter Sequenz; Derivate davon
C07K 14/00	Peptide mit mehr als 20 Aminosäuren; Gastrine; Somatostatine; Melanotropine; Derivate davon
C07K 16/00	Immunglobuline, z.B. monoclonale oder polyclonale Antikörper
C07K 17/00	Trägergebundene oder immobilisierte Peptide; deren Herstellung
C07K 19/00	Hybridpeptide
C12M	Vorrichtungen für Enzymologie oder Mikrobiologie
C12N	Mikroorganismen oder Enzyme; Zusammensetzungen aus Mikroorganismen oder Enzymen



## noch Übersicht A.0.8

<b>Patentklasse</b>	<b>Beschreibung</b>
C12P	Gärungsverfahren oder Verfahren unter Verwendung von Enzymen zur gezielten Synthese von chemischen Verbindungen oder Zusammensetzungen oder zur Trennung optischer Isomere aus einer racemischen Mischung
C12Q	ess- oder Untersuchungsverfahren unter Einbeziehung von Enzymen oder Mikroorganismen; Zusammensetzungen oder Testpapiere hierfür; Verfahren zum Herstellen derartiger Zusammensetzungen; Steuern in Abhängigkeit von den Verfahrensbedingungen bei mikrobiologischen oder enzymologischen Verfahren
C12S	Verfahren zur Freisetzung, Trennung [Abtrennung] oder Reinigung einer bereits bestehenden Verbindung oder Zusammensetzung, bei denen Enzyme oder Mikroorganismen verwendet werden oder erfahren zur Behandlung von Textilien oder zur Reinigung von festen Materialoberflächen
G01N 27/327	Untersuchen oder Analysieren von Stoffen durch Anwendung elektrischer, elektrochemischer oder magnetischer Mittel: Elektroden zum Nachweis biochemischer Verbindungen
G01N 33/53*	Untersuchen oder Analysieren von Stoffen durch spezifische Methoden, soweit sie nicht von den vorstehenden Gruppen umfasst sind: Immunoassay; biospezifische Bindungsverfahren; Stoffe hierfür
G01N 33/54*	Untersuchen oder Analysieren von Stoffen durch spezifische Methoden, soweit sie nicht von den vorstehenden Gruppen umfasst sind: eines doppelten oder zweiten Antikörpers; mit sterischer Hinderung oder Signalmodifikation, z.B. Fluoreszenzlösung; unter Verwendung eines unlöslichen Trägers zur Immobilisierung des immunochemischen Testmaterials; mit organischem Träger; synthetischem Harz; als in Wasser suspendierbare Teilchen; das Antigen oder der Antikörper sind an den Träger über ein Brückenglied gebunden; Kohlenhydraten, z.B. Dextran; das Antigen oder der Antikörper sind in den Träger eingeschlossen
G01N 33/55*	Untersuchen oder Analysieren von Stoffen durch spezifische Methoden, soweit sie nicht von den vorstehenden Gruppen umfasst sind: mit anorganischem Träger; Glas oder Siliciumdioxid; Metall oder mit Metall überzogen; mit biologischen Zellen oder Zellfragmenten, z.B. Bakterien, Hefezellen, als Träger; roten Blutzellen; fixierten oder stabilisierten roten Blutzellen; unter Anwendung einer kinetischen Messmethode, d.h. Messung des zeitlichen Verlaufs der Antigen-Antikörper-Reaktion; durch Diffusion oder Wanderung der Antigene oder Antikörper; durch ein Gel, z.B. Ouchterlony-Technik
G01N 33/57*	Untersuchen oder Analysieren von Stoffen durch spezifische Methoden, soweit sie nicht von den vorstehenden Gruppen umfasst sind: bei venerischen Erkrankungen, z.B. Syphilis, Gonorrhoe, Herpes; zum Nachweis von Enzymen und Isoenzymen; zum Nachweis von Krebs; zum Nachweis von Hepatitis; unter Verwendung monoklonaler Antikörper; Verwendung von Limulus-Lysat
G01N 33/68	Untersuchen oder Analysieren von Stoffen durch spezifische Methoden, soweit sie nicht von den vorstehenden Gruppen umfasst sind: unter Einbeziehung von Proteinen, Peptiden oder Aminosäuren
G01N 33/74	Untersuchen oder Analysieren von Stoffen durch spezifische Methoden, soweit sie nicht von den vorstehenden Gruppen umfasst sind: unter Einbeziehung von Hormonen
G01N 33/76	Untersuchen oder Analysieren von Stoffen durch spezifische Methoden, soweit sie nicht von den vorstehenden Gruppen umfasst sind: Menschliches Choriongonadotropin
G01N 33/78	Untersuchen oder Analysieren von Stoffen durch spezifische Methoden, soweit sie nicht von den vorstehenden Gruppen umfasst sind: Schilddrüsenhormonen
G01N 33/88	Untersuchen oder Analysieren von Stoffen durch spezifische Methoden, soweit sie nicht von den vorstehenden Gruppen umfasst sind: unter Einbeziehung von Prostaglandinen
G01N 33/92	Untersuchen oder Analysieren von Stoffen durch spezifische Methoden, soweit sie nicht von den vorstehenden Gruppen umfasst sind: unter Einbeziehung von Lipiden, z.B. Cholesterin

Quelle: OECD (2005), S.32.. -\*Diese Patent-Klassen beinhalten auch Untergruppen. Zum Beispiel, zusätzlich zur Patentklasse G01N 33/53 sind die Klassen G01N 33/531 und G01N 33/532 angesprochen.

## Übersicht A.0.9

**Abgrenzung der Nanotechnologie in Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe)**


---

 IPC Keyword in title
 

---

**IPC codes (Erste Abgrenzung)**

B81 Mikrostrukturtechnik

B82 Nanotechnik

**Wortkombinationen in den 15 am häufigsten vorkommenden Patentklassen (1999–2001) (Zweite Abgrenzung)**

H01L	Semiconductor Device Manufacturing Method; Semiconductor Memory Device Using Magneto Resistive Effect Element; Semiconductor Memory Device Including Memory Cell Portion
A61K	Pharmaceutical Compositions Comprising Drug; Compositions Containing Inclusion Complexes; Cosmetic Element Compound Semiconductor; Strained Quantum Well Type Semiconductor Laser Device
H01S	Circular Polarization Spin Semiconductor Laser Using Magnetic Semiconductor; Semiconductor Laser Using Five-Element Compound Semiconductor; Strained Quantum Well Type Laser Device
G01N	Scanning Type Probe Microscope Probe; Delay Time Modulation Femtosecond Time-Resolved Scanning Probe Microscope Apparatus; Probe Manufacturing Method
G11B	Optical Recording Method Using Optical Recording Medium; Near-Field Optical Recording Apparatus Assistively Heating Recording Medium; Recording Magnetic Recording Information
H01J	Electron Beam Lithography Method; Charged Particle Beam Exposure Device Incorporation Beam Splitting; Electron Emitting Device Based Flat Panel Display Apparatus
C01B	Carbon Nanowall Producing Method; Producing Carbon Nanotubes Using; Carbon Nanotubes Using Metal Catalyst Layer
G02B	Optical Photonic Crystal Condensing Device; Optical Element Using One-Dimensional Photonic Crystal; Single Mode Photonic Crystal Optical Fiber
G02F	Optical Device Comprising Optical Modulator; Full Optical Type Optical Element; Optical Wavelength-Division-Multiplexed Cross-Connect Incorporating Optically Controlled Optical Switch
H01F	Magnetic Material Manufacturing Method; Magnetic Alloy Thin Film; Magnetic Engraving Method
G03F	Extreme Ultraviolet Soft X-Ray Projection Lithographic Method System; Nano Imprint Lithography Method Using; Device Manufacturing Method Using
B01J	Probe Array Producing Method; Production Method Thereof; Spotting Method Using
C09C	Hydrophobic Inorganic Fine Particles Production Process; Pigment Particles Comprising Particles; Aqueous Dispersion Comprising Inorganic Pigment-Cationic Resin Composite Fine Particles
G11C	Semiconductor Memory Device Using Magneto Resistive Element; Semiconductor Memory Device Using Resonant-Tunneling Transistor; Electrochemical Molecular Memory Device
C12Q	Molecular Detection Method Using; Nucleic Acids Using Electronic Detection; Preparing Peptide Nucleic Acid Probe Using Polymeric Photoacid Generator

---

**Abgrenzung der Nanotechnologie (Dritte und präferierte Abgrenzung)**

Y01N\* Nanotechnologie

Quelle: OECD (2007), esp@cenet (2007). \* Hinter dem Synonym Y01N stehen verschiedene Patentklassen der Europäischen Patentklassifikation ECLA. Die ECLA enthält circa 134 000 Patentklassen und ist somit detaillierter als die IPC. Sie ist auf dem Achtteller jedoch identisch mit der IPC.

---

## Übersicht A.0.10

**Abgrenzung der Medizintechnik in Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe)**

<b>Patentklasse</b>	<b>Beschreibung</b>
A61B	Diagnostik; Chirurgie; Identifizierung
A61C	Zahnheilkunde; Mund- oder Zahnpflege
A61D	Tierärztliche Instrumente, Geräte, Werkzeuge oder Verfahren
A61F	Filter in Blutgefäße implantierbar; Prothesen; Vorrichtungen, die die Durchgängigkeit in rohrförmigen Körperteilen schaffen oder deren Zusammenfallen verhindern, z.B. Gefäßstützen; Vorrichtungen für Orthopädie, Krankenpflege oder Empfängnisverhütung; Umschläge; Behandlung oder Schutz von Augen oder Ohren; Bandagen, Verbände oder absorbierende Kissen; Ausrüstung für erste Hilfe
A61G	Transport, persönliche Beförderungsmittel, oder Lagerung besonders ausgebildet für Kranke oder Behinderte; Operationstische oder -stühle; zahnärztliche Stühle; Bestattungsvorrichtungen
A61H	Geräte für die physikalische Therapie, z.B. Vorrichtungen zum Lokalisieren oder Anregen spezieller Reflexpunkte am Körper; künstliche Beatmung; Massage; Badeeinrichtungen für besondere therapeutische oder hygienische Zwecke oder für bestimmte Körperteile
A61J	Behälter, besonders ausgebildet für medizinische oder pharmazeutische Zwecke; Vorrichtungen oder Verfahren, besonders geeignet, um pharmazeutische Erzeugnisse in bestimmte äußere oder zur Verabreichung geeignete Formen zu bringen; Vorrichtungen zur oralen Verabreichung von Nahrungs- oder Arzneimitteln; Schnuller für Säuglinge; Spucknapfe oder -flaschen
A61L	Verfahren oder Vorrichtungen zum Sterilisieren von Stoffen oder Gegenständen allgemein; Desinfizieren, Sterilisieren oder Desodorieren von Luft; chemische Gesichtspunkte von Bandagen, Verbänden, absorbierenden Kissen oder chirurgischen Materialien; Materialien für Bandagen, Verbände, absorbierende Kissen oder chirurgische Artikel
A61M	Vorrichtungen zum Einführen oder Aufbringen von Substanzen in oder auf den Körper; Vorrichtungen zum Übertragen von Körperflüssigkeiten oder zum Entziehen derselben aus dem Körper; Vorrichtungen zum Hervorrufen oder zum Beenden von Schlaf oder Betäubung
A61N	Elektrotherapie; Magnetotherapie; Strahlentherapie; Ultraschalltherapie

Quelle: OECD (1994).

## Übersicht A.0.11

**Abgrenzung von Werkstoffen in Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe)**

<b>Patentklasse</b>	<b>Beschreibung</b>
<b>Glas/Keramik</b>	
C03	Glas; Mineral- oder Schlackenwolle
C04	Zemente; Beton; Kunststein; keramische Massen; feuerfeste Massen
<b>Metalle</b>	
C21	Eisenhüttenwesen
C22	Metallhüttenwesen; Eisen- oder Nichteisenlegierungen; Behandlung von Legierungen oder von Nichteisenmetallen
C23	Beschichten metallischer Werkstoffe; Beschichten von Werkstoffen mit metallischen Stoffen; Chemische Oberflächenbehandlung; Diffusionsbehandlung von metallischen Werkstoffen; Beschichten allgemein durch Vakuumbedampfen, Aufstäuben, Ionenimplantation oder chemisches Abscheiden aus der Dampfphase; Inhibieren von Korrosion metallischer Werkstoffe oder von Verkrustung allgemein
C25	Elektrolytische oder electrophoretische Verfahren; Vorrichtungen dafür
C30	Züchten von Kristallen
<b>Organische makromolekulare Verbindungen</b>	
C08	Organische makromolekulare Verbindungen; deren Herstellung oder chemische Verarbeitung; Massen auf deren Grundlage
<b>Textile Werkstoffe</b>	
D01	Natürliche oder künstliche Fäden oder Fasern; Spinnen
D02	Garne; mechanische Veredelung von Garnen oder Seilen; Schären oder Bäumen

Eigene Abgrenzung.

## Übersicht A.0.12

Abgrenzung der Produktionstechnik in Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe)

<b>Patentklasse</b>	<b>Beschreibung</b>
<b>Werkzeugmaschinen (Maschinen der Produktionstechnik im engeren Sinne)</b>	
B23	Werkzeugmaschinen; Metallbearbeitung, soweit nicht anderweitig vorgesehen
<b>Sonstige Maschinen</b>	
B24B	Maschinen, Einrichtungen oder Verfahren zum Schleifen oder Polieren
B27B 3	Gattersägen; andere besonders zum Längssägen von Baumstämmen bestimmte, mit hin- und hergehenden Sägeblättern arbeitende Sägemaschinen
B27C	Hobel-, Bohr-, Fräs-, Dreh- oder Universalmaschinen
B27G	Zusatzmaschinen oder -geräte; Werkzeuge; Schutzvorrichtungen, z.B. für Sägen
A22C 18/00	Anlagen, Fabriken oder dgl. Für die Fleischverarbeitung
A23G 3/02	Geräte, die in besonderer Weise für die Herstellung oder Behandlung von Konfekt oder Zuckerwaren ausgebildet sind
A23G 4/02	Gerät, besonders ausgebildet für die Herstellung oder Behandlung von Kaugummi
A23G 7/02	Geräte zum Kühlen oder Trocknen
A23N	Maschinen oder Vorrichtungen zum Behandeln geernteter Früchte, Gemüse oder Blumen-zwiebeln in großen Mengen, soweit nicht anderweitig vorgesehen; Schalen von Gemüse oder Früchten in Großen Mengen; Vorrichtungen
A24C	Maschinen für die Herstellung von Zigarren oder Zigaretten
A41H	Geräte oder Verfahren zum Herstellen von Kleidung, z.B. von Damenkleidung, für die Maßschneiderei, soweit nicht anderweitig vorgesehen
A43D	Maschinen, Werkzeuge, Geräte oder Verfahren für die Herstellung oder Reparatur von Schuhwerk
C12L	Pich- oder Entpichmaschinen; Kellereigeräte
D04C 3	Flecht- oder Klöppelmaschinen
D04C 5	Bobinetmaschinen
G04D	Geräte oder Werkzeuge, die besonders für die Herstellung oder das Instandhalten von Groß- oder Kleinuhren bestimmt sind
<b>Produktionstechnik-Verfahren zum Formen von Metallen</b>	
B21	Mechanische Metallbearbeitung ohne wesentliches Zerspanen des Werkstoffs; Stanzen von Metall
B22	Gießerei; Pulvermetallurgie
<b>Produktionstechnik – Kunststoffverarbeitung</b>	
B29	Verarbeiten von Kunststoffen; Verarbeiten von Stoffen in plastischem Zustand allgemein
<b>Produktionstechnik-Verfahren zum Formen und Bearbeiten von Lebensmitteln</b>	
A22C	Verarbeiten von Fleisch, Geflügel oder Fischen
A23L 1/00	Lebensmittel: ihre Zubereitung oder Behandlung
A23P	Formen oder Bearbeiten von Lebensmitteln, soweit nicht vollständig von einer einzelnen anderen Unterklasse umfasst
A24B	Herstellung oder Aufbereitung von Rauch- oder Kautabak; Tabak; Schnupftabak
C12C	Bierbrauen
C12G	Wein; Andere alkoholische Getränke; deren Bereitung
C12H	Pasteurisieren, Sterilisieren, Haltbarmachen, Reinigen, Klären, Altern von alkoholischen Getränken oder Entfernen von Alkohol daraus
C12J	Essig; seine Bereitung
C13	Zuckerindustrie
<b>Produktionstechnik-Verfahren zum Formen und Bearbeiten anderer Güter</b>	
B04	Mit Zentrifugalkräften arbeitende Apparate oder Maschinen zum Durchführen physikalischer oder chemischer Verfahren
B05	Versprühen oder Zerstäuben allgemein; Aufbringen von Flüssigkeiten oder von anderen fließfähigen Stoffen auf Oberflächen allgemein
B06	Erzeugen oder Übertragen mechanischer Schwingungen allgemein

## noch Übersicht A.0.12

<b>Patentklasse</b>	<b>Beschreibung</b>
B24C	Abschleifendes oder ähnliches Abstrahlen mit teilchenförmigem Werkstoff Herstellen geformter Gegenstände aus dem Material unter Verwendung von Pressen; besonders ausgebildete Pressen dafür
B28B 3/00	Geräte oder Verfahren zum Behandeln oder Bearbeiten von geformten Gegenständen
B28B 11/00	Allgemeine Anordnung oder Ausstattung von Anlagen
B28B 15/00	Einzelheiten oder Zubehörteile der Vorrichtungen zum Formgeben des Materials; in Verbindung mit solcher Formgebung getroffene Hilfsmaßnahmen
B28B 17/00	Maschinen oder Verfahren zum Auftragen des Materials auf Oberflächen, um darauf eine dauerhafte Schicht zu bilden
B28B 19/00	Verfahren oder Maschinen besonders ausgebildet zum Herstellen rohrförmiger Gegen- stände
B28B 21/00	Einrichtungen besonders ausgebildet zum Herstellen von geformten Gegenständen mit vollständig oder teilweise in das zu formende Material eingebetteten Teilen
B28B 23/00	Häute; Felle; Pelze; Leder
C14	Spinnen oder Zwirnen
D01H	
<b>Produktionstechnik – Steuerung</b>	
F15C	Strömungsmittelbetriebene Schaltungselemente, besonders für Rechen- oder Steuerzwecke
G01M	Prüfen der statischen oder dynamischen Massenverteilung rotierender Teile von Maschi- nen oder Konstruktionen; Prüfen von Konstruktionsteilen oder Apparaten, soweit nicht anderweitig vorgesehen
G05B	Steuer- oder Regelsysteme allgemein; funktionelle Elemente solcher Systeme; Überwa- chungs- oder Prüfanordnungen für solche Systeme oder Elemente
G05D	Systeme zum Steuern oder Regeln nichtelektrischer veränderlicher Größen
G05F	Systeme zum Regeln elektrischer oder magnetischer Veränderlicher
G05G	Steuer- oder Regelvorrichtungen oder Steuer- oder Regelsysteme gekennzeichnet aus- schließlich durch mechanische Einzelheiten

Quelle: Eigene Abgrenzung.

## Übersicht A.0.13

**Abgrenzung der Erneuerbaren Energien in Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe)**

<b>WIND</b>	<b>Class</b>	<b>Sub-Classes</b>
Wind motors with rotation axis substantially in wind direction	F03D	1/00-06
Wind motors with rotation axis substantially at right angle to wind direction	F03D	3/00-06
Other wind motors	F03D	5/00-06
Controlling wind motors	F03D	7/00-06
Adaptations of wind motors for special use	F03D	9/00-02
Details, component parts, or accessories not provided for in, or of interest apart from the other groups of this subclass	F03D	11/00-04
Electric propulsion with power supply from force a nature, e.g. sun, wind	B60L	8/00
Effecting propulsion by wind motors driving water-engaging propulsive elements	B63H	13/00
<b>SOLAR</b>		
Devices for producing mechanical power from solar energy	F03G	6/00-08
Use of solar heat, e.g. solar heat collectors	F24J	2/00-54
Machine plant or systems using particular sources of energy - sun	F25B	27/00B
Drying solid materials or objects by processes involving the application of heat by radiation – e.g. sun	F26B	3/28
Semiconductor devices sensitive to infra-red radiation – including a panel or array of photoelectric cell, e.g. solar cell	H01L	31/042
Generators in which light radiation is directly converted into electrical energy	H02N	6/00
Aspects of roofing for the collection of energy – i.e. solar panels	E04D	13/18
Electric propulsion with power supply from force of nature, e.g. sun, wind	B60L	8/00
<b>GEOTHERMAL</b>		
Other production or sue of heat, not derived from combustion – using natural or geothermal heat	F24J	3/00-08
Devices for producing mechanical power from geothermal energy	F03G	4/00-06
Electric motors using thermal effects	H02N	10/00
<b>WAVE/TIDE</b>		
Adaptations of machines or engines for special use – characterized by using wave or tide energy	F03B	13/12-24
Mechanical-power producing mechanisms – ocean thermal energy conversion	F03G	7/05
Mechanical-power producing mechanism – using pressure differentials or thermal differences	F03G	7/04
Water wheels	F03B	7/00
<b>BIOMASS</b>		
Solid fuels based on materials of non-mineral origin – animal or vegetable	C10L	5/42-44
Engines operating on gaseous fuels from solid fuel – e.g. wood	F02B	43/08
Liquid carbonaceous fuels – organic compounds	C10L	1/14
Anion exchange – use of materials, cellulose or wood	B01J	41/16
<b>WASTE</b>		
Solid fuels based on materials of non-material origin – refuse or waste	C10L	5/46-48
Machine plant or systems using particular sources of energy – waste	F25B	27/02
Hot gas or combustion – Profiting from waste heat of exhaust gases	F02G	5/00-04
Incineration of waste – recuperation of heat	F23G	5/46
Plants or engines characterized by use of industrial or other waste gases	F012K	25/14
Prod. of combustible gases – combined with waste heat boilers	C10J	3/86
Incinerators or other apparatus consuming waste – field organic waste	F23G	7/10
Manufacturing of fuel cells – combined with treatment of residues	H01M	8/06

Source: Johnstone et al. (2007).

## Übersicht A.0.14

**Abgrenzung der Energieumwandlung- und Energieeffizienz in den Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe)**

Brennstoffzelle	
H01M 4/86	Elektroden Inerte Elektroden mit katalytischer Wirksamkeit, z.B. für Brennstoffelemente
H01M 4/88	Elektroden . . Herstellungsverfahren
H01M 4/90	Elektroden . . . Wahl des katalytischen Materials
H01M 4/92	Elektroden . . . Metalle der Platingruppe
H01M 4/94	Nichtporöse Diffusionselektroden, z.B. Palladium-Membranen, Ionenaustauschermembranen
H01M 4/96	Elektroden auf der Basis von Kohlenstoff
H01M 4/98	Elektroden vom Raney-Typ
H01M 8/00	Brennstoffelemente; Herstellung derselben
H01M 12/00	Hybridzellen; Herstellung derselben
Wasserstofftechnologie	
C01B 3/00	Wasserstoff; Gasgemische, die Wasserstoff enthalten; Abtrennen von Wasserstoff aus Gemischen, die diesen enthalten ; Reinigung von Wasserstoff
Energiersparlampen	
HO1J 61/00	Elektrische Entladungsröhren oder Entladungslampen
HO5B 41/00	Schaltungsanordnungen oder Geräte zum Zünden oder für den Betrieb von Entladungslampen
Pre Combustion	
FO2B 19/00	Brennkraftmaschinen mit Vorkammern
FO2B 23/00	Brennkraftmaschinen mit besonders ausgebildetem Brennraum zum Verbessern der Wirkungsweise
FO2D 41/00	Elektrische Steuerung oder Regelung der Zufuhr eines brennbaren Gemisches oder seiner Bestandteile
FO2M	Zuführen von Brennstoff-Luft-Gemischen oder deren Bestandteilen bei Brennkraftmaschinen allgemein
Post Combustion	
FO1N 3/00	Auspuffvorrichtungen oder Schalldämpfer mit Einrichtungen zum Reinigen, Entgiften oder dgl. des Auspuffgases
FO2D 41/00	Elektrische Steuerung oder Regelung der Zufuhr eines brennbaren Gemisches oder seiner Bestandteile
FO2K 3/10	Strahltriebwerke mit einer Gasturbine zum Verdichter- oder Mantelstromgebläseantrieb. . mittels Nachbrennern
Blockheizkraftwerk	
F02G 5/00	Ausnutzung der Abwärme von Brennkraftmaschinen, soweit nicht anderweitig vorgesehen
F01K 27/00	Anlagen zur Umwandlung von Wärme- oder Strömungsenergie in mechanische Energie, soweit nicht anderweitig vorgesehen
F01K 27/02	Anlagen für die Ausnutzung ihrer Verlustwärme, außer Auspuffwärme, z.B. Reibungswärme der Maschinen
F24D 10/00	Fernheizungssysteme
Gas- und Dampfkraftwerke	
F01K 23/00	Anlagen mit mindestens zwei durch unterschiedliche Arbeitsfluide angetriebenen Maschinen zur Energieabgabe
Dampfturbine	
F01D	Strömungsmaschinen [Kraft- und Arbeitsmaschinen oder Kraftmaschinen], z.B. Dampfturbinen
Gasturbine	
F02C	Gasturbinenanlagen; Lufteinlässe für Strahltriebwerke; Steuern oder Regeln der Brennstoffzufuhr in Luft ansaugenden Strahltriebwerken
F23R	Erzeugen von Verbrennungsprodukten hohen Druckes oder hoher Geschwindigkeit, z.B. Gasturbinenbrennkammern
Stirlingmotor	
F02G 1/00	Mit Heißgas betriebene Kraftmaschinenanlagen mit Verdrängerwirkung
Kältetechnik	
F25B	Kältemaschinen, Kälteanlagen oder Kälteverfahren; kombinierte Heizungs- und Kältesysteme; Wärmepumpensysteme

noch Übersicht A.0.14

Brennstoffzelle	
Fahrzeug mit Hybridantrieb/Elektroantrieb	
B60K 1/00	Anordnung oder Einbau von elektrischen Antriebseinheiten komplett
B60K 6/00	Anordnung oder Einbau mehrerer unterschiedlicher Antriebsmaschinen zum wechselweisen oder gleichzeitigen Antrieb, z.B. Hybrid- Antriebssysteme mit Elektromotor und Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung komplett
B60K 9/04*	Anordnung oder Einbau von Antriebseinheiten (hier Schwungradmotoren), soweit nicht in einer der vorhergehenden Untergruppen vorgesehen
B60K 17/00	Anordnung oder Einbau von Kraft- bzw. Drehmomentübertragungen in Fahrzeugen komplett
B60K 41/00*	Gemeinsame Steuerung oder Regelung von Antriebsaggregaten; gemeinsame Steuerung oder Regelung von zumindest zwei Unteraggregaten davon
B60L 3/00	Elektrische Vorrichtungen an elektrisch angetriebenen Fahrzeugen für Sicherheitszwecke; Überwachung von verschiedenen Betriebszuständen, z.B. Geschwindigkeit, Verzögerung, Stromverbrauch
B60L 8/00	Elektrischer Antrieb mit Energiezufuhr von Naturkräften, z.B. Sonne, Wind
B60L 11/00	Elektrischer Antrieb mit auf dem Fahrzeug bereitgestellter Energie
B60W 20/00	Steuerungs- oder Regelungssysteme besonders ausgebildet für Hybrid-Fahrzeuge
Wärmepumpe	
B60H 1/00	Heizungs-, Kühlungs- oder Belüftungsvorrichtungen
D06F 58/20	Allgemeine Einzelheiten von Haushaltswäschetrocknern
F24D 3/18	Warmwasser-Zentralheizungssysteme . Verwenden von Wärmepumpen
F24D 11/02	Zentralheizungssysteme mit Wärmespeicherung in Speichermassen . Verwenden von Wärmepumpen
F24F	Klimatisierung; Luftbefeuchtung; Belüftung; Verwendung von Luftströmen zum Abschirmen
F24J 3/00	Sonstiges Erzeugen oder Verwenden von nicht aus einer Verbrennung herrührenden Wärme
Verbrennungsverfahren	
F23C	Verbrennungsverfahren oder -vorrichtungen für fließfähige Brennstoffe
F23N	Regelung oder Steuerung der Verbrennung

Eigene Zusammenstellung. - \*IPC 4. Ausgabe, \*\* IPC 5. Ausgabe.

Übersicht A.0.15

**Abgrenzung der Photovoltaik in den Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe)**

CO1B 33/00	Silicium; dessen Verbindungen
C30B 11/00	Erzeugen von Einkristallen durch Kühlen mit oder ohne Temperaturgradient, z.B. Bridgman- Stockbarger-Methode
C30B 15/00	Erzeugen von Einkristallen durch Ziehen aus einer Schmelze, z.B. Czochralsky-Verfahren
E04D 13/18	Energiesammelvorrichtungen in Verbindung mit der Dacheindeckung, z.B. Sonnenkollektortafeln
F21L 4/00	Leuchten mit eingebauten elektrischen Batterien oder Zellen
F21S 9/03	Leuchten mit eingebauter Stromversorgung; Systeme mit solchen Leuchten... wiederaufladbar durch Solarzellen
H01L 31/00	Halbleiterbauelemente
H01L 21/00	Verfahren oder Geräte, besonders ausgebildet für die Herstellung oder Behandlung von Halbleiter- oder Festkörperbauelementen oder Teilen davon
H01L 25/00	Baugruppen, die aus einer Mehrzahl von einzelnen Halbleiter- oder anderen Festkörperbauelementen bestehen
H01L 27/00	Bauelemente, die aus einer Mehrzahl von in oder auf einem gemeinsamen Substrat ausgebildeten Halbleiter- oder anderen Festkörperschaltungselementen bestehen [integrierte Schaltungen
H02N 6/0	Generatoren, in denen Lichtstrahlung direkt in elektrische Energie umgewandelt wird
H02J 7/35	Schaltungsanordnungen oder Systeme für die Abgabe oder Verteilung elektrischer Leistung; Systeme zum Speichern elektrischer Energie. . mit lichtempfindlichen Zellen

Eigene Zusammenstellung.



## Übersicht A.0.16

**Abgrenzung Wasserversorgung/Abwasser in den Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe)**

Patentklasse	Beschreibung
E03B	Anlagen oder Verfahren zum Gewinnen, Sammeln oder Verteilen von Wasser
E03C	Hausinstallationen für Frisch- oder Abwasser (weder mit einer Hauptwasserversorgung noch mit einer Abwasserleitung verbunden A47K; Vorrichtungen der im Erdboden verlegten Art E03B , E03F); Ausgüsse
E03D	Wasserklosetts oder Urinale mit Spülvorrichtungen; Spülventile dafür
E03F	Abwasserkanäle; Abwassergruben
C02F	Behandlung von kommunalem oder industriellem Abwasser oder Schlamm
B01D 21/00	Trennen fester Schwebeteilchen von Flüssigkeiten durch Sedimentation
B01D 43/00	Abscheidung fester Teilchen aus Flüssigkeiten oder von Flüssigkeiten aus Feststoffen anders als durch Sedimentation oder Filtration
B01D 13/00*	Trennverfahren, bei denen halbdurchlässige Membranen verwendet werden, z. B. Dialyse, Osmose, umgekehrte Osmose, Ultrafiltration; speziell hierfür angepasste Vorrichtungen
B01D 63/02**	Hohlfasermodule für Trennprozesse unter Verwendung semipermeabler Membranen
B01D 63/08**	Plattenmodule für Trennprozesse unter Verwendung semipermeabler Membranen
B01D 65/00**	Zubehör oder Hilfsmaßnahmen für Trennverfahren allgemein oder Geräte, die semi-permeable Membranen enthalten

Eigene Zusammenstellung. – \*IPC 4. Ausgabe, – \*\* IPC 5. Ausgabe.

## Übersicht A.0.17

**Abgrenzung Abfallbeseitigung in den Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe)**

A61L 11/00	Verfahren, die in besonderer Weise zur Desinfektion von Müll ausgebildet sind
B09	Beseitigung von festem Abfall; Wiedergewinnung von verseuchtem Boden
B63B 17/06	Abfallentleerung von Schiffen
B65F 1/00	Müllbehälter
B65F 3/00	Fahrzeuge, speziell geeignet zum Sammeln von Müll
B65F 5/00	Sammeln oder Entfernen von Müll auf andere Weise als durch Behälter oder Fahrzeuge
B65F 7/00	Mit Müllbehältern oder Müllfahrzeugen kombinierte Reinigungs- oder Desinfektionsvorrichtungen
B65F 9/00	Umladen von Müll zwischen Fahrzeugen oder Containern mit Zwischenspeichern oder -pressen
E04F 17/10	Müllabführungsanlagen in Bauwerken
F23G	Einäscherungsöfen; Abfallverbrennung
F23J	Beseitigung oder Behandlung von Verbrennungsprodukten oder Verbrennungsrückständen; Rauchgaszüge

Eigene Zusammenstellung.

## Übersicht A.0.18

**Abgrenzung Abfallbeseitigung in den Patentstatistiken (IPC 7. Ausgabe)**

Patentklasse	Beschreibung
A23J 1/16	Gewinnung von Eiweißstoffen aus Abwässern von Stärkefabriken oder aus ähnlichen Abfallstoffen
A23K 1/06	Futtermittel aus Brennerei- oder Brauereiabfällen
A23K 1/08	Futtermittel aus Abfallprodukten von Molkereien
A23K 1/10	Futtermittel aus Küchenabfällen
A43B 1/12	Schuhwerk aus Gummiabfällen
A61L 11/00	Desinfektions- oder Sterilisationsverfahren speziell für Müll

A62D	3/00	Verfahren zum Unschädlichmachen chemischer Schadstoffe durch chemische Veränderung
B02C	18/00	Zerkleinern durch Messer oder andere Schneid- oder Reibelemente, die den Stoff in Bruchstücke zerhacken, in besonderer Weise für Küchenabfälle, Abfall oder Abwässer ausgebildet
B03B	7/00	Kombination von Nassverfahren oder -vorrichtungen mit anderen Verfahren oder Vorrichtungen, z.B. zur Aufbereitung von Mineralien oder Müll
B03B	9/06	Allgemeine Anordnung von Aufbereitungsanlagen z.B. Fließschemen, besonders ausgebildet für Müll
B05B	15/04	Einstellen des Sprühbereichs von Sprühanlagen, z.B. durch Abdecken, durch Begrenzungsschirme; Mittel zum Sammeln oder für das Wiederverwenden von überschüssigem Gut
B08B	15/00	Verhindern des Entweichens von Schmutz oder Rauch aus dem Raum, in dem sie erzeugt werden; Sammeln oder Entfernen von Schmutz oder Rauch aus diesem Raum
B22F	8/00	Herstellen von Werkstücken aus Pulver, das aus Schrott oder Metallabfällen gewonnen wird
B23D	25/14	Schermaschinen oder Schneideinrichtungen für laufenden Profilverkstoff, der sich in einer anderen als der Schnittrichtung bewegt, ohne Schnittgenauigkeit, z.B. zum Zerschneiden von Schrott
B24B	55/12	Einrichtungen zum Rückgewinnen von Werkstoffabfällen beim Schleifen oder Polieren [7]
B27B	33/20	Sägeblätter oder -werkzeuge zum Besäumen von zusätzlichen Einrichtungen zum Zerkleinern des Abfalls
B29B	17/00	Wiedergewinnung von Kunststoffen oder anderen Bestandteilen aus Kunststoff enthaltendem Altmaterial
B30B	9/32	Schrottpressen oder Pressen für alte Autos
B62D	67/00	Systematische Demontage von Fahrzeugen zur Rückgewinnung verwendbarer Bestandteile, z.B. zur Wiederverwendung (Recycling) [7]
C03C	1/00	Rohstoffe, die für die Herstellung von Gläsern, Glasuren oder Emails allgemein verwendbar sind [5]
C04B	7/24	Hydraulische Zemente aus Ölschiefer, Rückständen oder Abfallstoffen außer Schlacke
C04B	11/26	Calciumsulfat-Bindemittel ausgehend von Phosphorgips oder von Abfällen, z.B. Abfälle aus der Abgasreinigung
C04B	18/04	Abfälle oder Müll, die als Füllstoffe für Mörtel, Beton, Kunststein oder dgl. verwendet werden
C04B	33/132	Abfälle oder Müll, die als Mischungsbestandteile für Tonwaren verwendet werden [8]
C05F		Düngemittel aus Abfall oder Müll [7]
C08B	16/00	Regenerieren von Cellulose [7]
C08J	9/33	Agglomerieren von Schaumfragmenten, z.B. Abfallschaum [7]
C08J	11/00	Rückgewinnung von Abfallstoffen von makromolekularen Stoffen
C08L	17/00	Massen auf Basis von regeneriertem Kautschuk
C09K	11/01	Rückgewinnung von lumineszierendem Materialien [7]
C10B	53/00	Zersetzende Destillation, besonders angepasst an bestimmte feste Rohstoffe oder in bestimmter Form vorliegende feste Rohstoffe
C10B	57/00	Sonstige vorstehend nicht umfasste Verfahren; Merkmale trockener Destillationsverfahren allgemein
C10G	1/10	Herstellen von flüssigen Kohlenwasserstoffmischungen aus Gummi oder Gummiabfall
C10G	73/23	Regenerieren gebrauchter Lösungsmittel [7]
C10L	5/46	Feste Brennstoffe im wesentlichen auf Abwasser, Haus- oder Stadtabfall basierend

## noch Übersicht A.0.18

Patentklasse		Beschreibung
C10L	5/48	Feste Brennstoffe im wesentlichen auf industriellen Rückständen und Abfallstoffen basierend
C10M	175/02	Aufarbeiten von gebrauchten Schmiermitteln auf Mineralölbasis
C11B	13/00	Wiedergewinnung von Fetten, fetten Ölen oder Fettsäuren aus Abfallstoffen
C11D	19/00	Gewinnung von Glycerin aus der Seifenlauge
C12F	3/00	Gewinnung von Nebenprodukten
C12F	3/08	Gewinnung von Alkohol aus Pressrückständen oder anderem Abfallmaterial
C12P	7/08	Biochemische Gewinnung von Ethanol aus Abfall
C22B	7/00	Verarbeiten von Rohmaterialien außer Erzen, z.B. Schrott, zur Erzeugung von Nichteisenmetallen oder deren Verbindungen
C22B	19/28	Gewinnung von Zink oder Zinkoxid aus Muffelöfenrückständen
C22B	19/30	Gewinnung von Zink oder Zinkoxid aus metallischen Rückständen oder Abfällen
C22B	25/06	Gewinnung von Zinn aus Abfällen
C25D	13/24	Regenerieren von Bädern, die beim elektrophoretischen Beschichten verwendet werden [7]
C25D	21/16	Regenerieren von Bädern, die beim elektrolytischen Beschichten verwendet werden [7]
D01B		Mechanische Behandlung von natürlichen faserigen oder fadenförmigen Stoffen zur Gewinnung von Fasern oder Fäden, z.B. zum Verspinnen
D01C	5/00	Carbonisieren von Lumpen zur Rückgewinnung tierischer Fasern
D01F	13/00	Rückgewinnung von Ausgangsstoffen, Abfallstoffen oder Lösungsmitteln bei der Herstellung künstlicher Fäden oder dgl.
D01G	11/00	Zerkleinern faserhaltigen Gutes zur Rückgewinnung der Fasern zum Zwecke der Wiederverwendung
D01H	11/00	Anordnungen zum Eindämmen oder Entfernen von Staub, Faserflug oder dgl.
D06L	1/10	Regenerieren gebrauchter chemischer Bäder, verwendet zum Trockenreinigen oder Waschen von Fasern, Geweben oder dgl.
D21B	1/08	Trockenbehandlung von Altpapier oder Lumpen zur Papierherstellung oder zur Gewinnung von Cellulose bzw. Zellstoff
D21B	1/32	Zermahlen von Altpapier
D21C	5/02	Verfahren zur Gewinnung von Cellulose durch Aufarbeiten von Altpapier
D21C	11/14	Wiedergewinnung von Zellstoffablauge durch Nassverbrennung
D21F	1/66	Wiederverwendung des Faserbrei-Abwassers in der Nasspartie von Maschinen zur fortlaufenden Herstellung von Papierbahnen [Papiermaschinen]
D21H	17/01	Abfallprodukte, die dem Faserbrei zugefügt oder in Papierimprägnierungsmaterial verwendet werden [5]
G03C	11/24	Entfernen von Emulsionen von fotografischen Abfallmaterial
G03G	21/10	Sammeln oder Rückgewinnung von Entwicklerabfall aus der Elektrografie, Elektrofotografie, Magnetografie
H01B	15/00	Apparate oder Verfahren für die Rückgewinnung von Material aus elektrischen Kabeln
H01J	9/52	Stoffliche Rückgewinnung von Materialien aus Entladungsröhren oder -lampen [7]
H01M	6/52	Wiedergewinnen von brauchbaren Teilen aus verbrauchten Elementen oder Batterien
H01M	10/54	Wiedergewinnen von brauchbaren Teilen aus verbrauchten Akkumulatoren [3]

Eigene Zusammenstellung.

*Abgrenzung der Zukunftsfelder in der Profi-Datenbank*

Übersicht A.0.19

**Abgrenzung der Technologiefelder in der Profi-Datenbank**

<b>Code</b>	<b>Technologiefeld</b>
<b>Biotechnologie</b>	
K	Biotechnologie
I19080	Molekulare Bioinformatik
<b>Neue Werkstoffe</b>	
I2 80	Neue Technologiefelder (z.B. Quantenstrukturen, Molekularelektronik)
L1 20	Werkstoffforschung und -technologie – Ressourceneffiziente Werkstoffe
L1 21	Werkstoffforschung und -technologie – Leichtbau
L1 22	Werkstoffforschung und -technologie – Elektromagnetische Werkstoffe
L1 23	Werkstoffforschung und -technologie – Intelligente Werkstoffe
L1 24	Werkstoffforschung und -technologie – Bionische Werkstoffe
L1 25	Werkstoffforschung und -technologie – Schichten und Grenzflächen
L1 26	Werkstoffforschung und -technologie – Virtuelle Werkstoffentwicklung
L1 27	Werkstoffforschung und -technologie – Werkstoffe im Grenzbereich
L1 28	Werkstoffforschung und -technologie – Organische Elektronik
L1 31	Chemische Technologien – Werkstoffe für Lebenswissenschaften
L1 41 20	WING-Zentren
L1 90	Übrige Aktivitäten und Querschnittaktivitäten Material- und Werkstoffforschung
L1 99	Altvorhaben
L2 11	Optische Technologien
L2 40	Supraleitungs- und Tieftemperaturtechnik
L2 60	Weitere physikalische Technologien, neue Methoden und Querschnittaktivitäten
<b>Nanotechnologie</b>	
I2 10	Verfahren und Geräte für die Silizium-Mikro- und Nanoelektronik
K01010	Nanobiotechnologie
L1 10	Nanotechnologie – Branchenspezifische Maßnahmen
L1 11	Nanotechnologie – Prozesstechnologie
L1 13	Nanotechnologie – Interdisziplinäre Technologien
L1 40 10	KMU incl. NanoChance
L2 41 10	Nano-Zentren
L2 50	Nanotechnologie (im Rahmen der physikalischen und chemischen verfahren)
<b>Mikrotechnologie</b>	
I2 20	Neuartige mikroelektronische Bauelemente für neue Systeme
I2 50	Optoelektronik; Photonik
I3	Anwendung der Mikrosystemtechnik
L1 30	Chemische Technologien – Stoffe und Reaktionen
L2 20	Oberflächen- und Mikrostrukturtechnik
<b>Medizintechnik</b>	
G0 30 10	Medizintechnik
<b>Produktionstechnik</b>	
I4 10	Fertigungstechnik (ohne Technologietransfer) - Projektförderung
I4 20	Fertigungstechnik - indirekt-spezifische Förderung
I4 30	Fertigungstechnik - Standardisierung
I4 50	Technologietransfer und -folgenabschätzung Fertigungstechnik
I4 70	Qualitätssicherung - Projektförderung
I4 80	Forschung für die Produktion - Projekte
I4 81	Forschung für die Produktion - Querschnittsaufgaben
I4 90	Rahmenkonzept Produktion 2000: Verbundprojekte
I4 91	Rahmenkonzept Produktion 2000: Entwicklungsbegleitende Standardisierungsforschung
I4 92	Rahmenkonzept Produktion 2000: Technologietransfer, -gestaltung, Qualifiz., Analysen

## noch Übersicht A.0.19

<b>Code</b>	<b>Technologiefeld</b>
<b>Energieforschung</b>	
E1 ohne E1	Kohle und andere fossile Energieträger (ohne Erkundung, Gewinnung und Aufbereitung
I2	anderer fossiler Energieträger).
E2	Erneuerbare Energien und rationelle Energieverwendung
<b>Umwelttechnik</b>	
F1 20	Konzepte für eine nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen
F1 30	Umweltbezogene Infrastrukturentwicklung
F1 90	Übrige und Querschnittsaktivitäten
F2 30	Schlüsselinnovationen für den Systemwandel
F2 50	Bionik
F2 80	Integrierter Umweltschutz in Branchen
N040	Umwelt- und Ressourcenschonung

Eigene Abgrenzung der Technologiefelder nach Leistungsplansystematik des Bundes (LPSY2007.pdf). –  
 †Förderaktivität wurde auch der Nano-/Mikrotechnologie/Neue Werkstoffe zugeordnet. . – \*Die Teilaktivitäten „Projektstabskosten“ (Code XX XX 90), „Projektbegleiter“ (Code XX XX 91), „Beratungsgremien“ (Code XX XX 92), „Programmevaluation“ (Code XX XX 95) wurden jeweils nicht berücksichtigt.

## Übersicht A.0.20

**ISI/NIW-Hochtechnologieliste 2006 in der Abgrenzung der WZ2003 (Wirtschaftsklassen)*****Spitzentechnologie***

2330	H. u. Verarb. V. Spalt- u. Brutstoffen
2420	H. v. Schädlingsbekämpfung- u. Pflanzenschutz m. usw.
2441	H. v. pharmazeut. Grundstoffen
2442	H. v. pharmazeut. Spezialitäten u. Erzeugnissen
2960	H. v. Waffen u. Munition
3002	H. v. DV-Geräten u. -einrichtungen
3210	H. v. elektronischen Bauelementen
3220	H. v. Geräten u. Einricht. d. Telekommunikationstechnik
3230	H. v. Rundfunkgeräten, phono- u. videotechn. Geräten
3310	H. v. med. Geräten u. orthopädischen Erzeugnissen
3320	H. v. Mess-, Kontroll-, Navig.- u. ä. Instr. u. Vorr.
3330	H. v. industriellen Prozesssteuerungseinrichtungen
3530	Luft- u. Raumfahrzeugbau

***gehobene Gebrauchstechnologie***

2413	H. v. sonst. Anorganischen Grundstoffen u. Chemik.
2414	H. v. sonst. Organischen Grundstoffen u. Chemik.
2416	H. v. Kunststoffen in Primärformen
2417	H. v. synthetischem Kautschuk in Primärformen
2451	H. v. Seifen, Wasch-, Reinigungs- u. Poliermitteln
2461	H. v. pyrotechnischen Erzeugnissen
2463	H. v. etherischen Ölen
2464	H. v. fotochemischen Erzeugnissen
2466	H. v. sonst. Chemischen Erzeugnissen, a.n.g.
2511	H. v. Bereifungen
2513	H. v. sonst. Gummiwaren
2615	H., Veredlg. u. Bearb. v. sonst. Glas, techn. Glasw.
2911	H. v. Verbrennungsmot. u. Turb. (o. Straßenfahrz. u.ä.)
2912	H. v. Pumpen u. Kompressoren
2913	H. v. Armaturen
2914	H. v. Lagern, Getrieben, Zahnrädern, Antriebselem.
2924	H. v. sonst. Nicht wirtschaftszweigspez. Masch., a.n.g.
2931	H. v. land- u. forstw. Zugmaschinen
2932	H. v. sonst. Land- u. forstw. Maschinen
2941	H. v. handgef. kraftbetriebenen Werkzeugen
2942	H. v. Werkzeugmaschinen f. d. Metallbearbeit.
2943	H. v. Werkzeugmaschinen, a.n.g.
2952	H. v. Bergwerks-, Bau- u. Baustoffmaschinen
2953	H. v. Masch. f. Ernährungsgewerbe u. Tabakverarb.
2954	H. v. Masch. f. d. Textil-, Bekleidungs- u. Ledergewerbe
2955	H. v. Masch. f. d. Papiergewerbe
2956	H. v. Masch. f. best. Wirtschaftszweige, a.n.g.
3001	H. v. Büromaschinen
3110	H. v. Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren
3120	H. v. Elektrizitätsvertlg.- u. -schalteinrichtungen
3140	H. v. Akkumulatoren u. Batterien
3150	H. v. elektrischen Lampen u. Leuchten
3161	H. v. elektr. Ausrüstg. f. Motoren u. Fahrzeuge, a.n.g.
3162	H. v. sonst. Elektr. Ausrüstg., a.n.g.
3340	H. v. optischen u. fotografischen Geräten
3410	H. v. Kraftwagen u. Kraftwagenmotoren
3430	H. v. Teilen u.ä. f. Kraftwagen u. deren Motoren
3520	Bahnindustrie

Quelle: Legler und Frietsch (2006).

Übersicht A.0.21

**ISI/NIW-Hochtechnologieliste 2006 in der Abgrenzung der WZ2003****(Wirtschaftszweigdreisteller)*****Spitzentechnologie***

- 
- |     |   |
|-----|---|
| 233 | H. u. Verarb. V. Spalt- u. Brutstoffen                  |
| 242 | H. v. Schädlingsbekämpfung- u. Pflanzenschutz- usw.     |
| 244 | H. v. pharmazeut. Grundstoffen                          |
| 296 | H. v. Waffen u. Munition                                |
| 300 | H. v. Büromaschinen, DV-Geräten u. -einr.               |
| 321 | H. v. elektronischen Bauelementen                       |
| 322 | H. v. Geräten u. Einricht. d. Telekommunikationstechnik |
| 323 | H. v. Rundfunkgeräten, phono- u. videotechn. Geräten    |
| 331 | H. v. med. Geräten u. orthopädischen Erzeugnissen       |
| 332 | H. v. Mess-, Kontroll-, Navig.- u. ä. Instr. u. Vorr.   |
| 333 | H. v. industriellen Prozesssteuerungseinrichtungen      |
| 353 | Luft- u. Raumfahrzeugbau                                |

***gehobene Gebrauchstechnologie***

- |     |   |
|-----|---|
| 241 | H. v. chemischen Grundstoffen   |
| 246 | H. v. sonstigen chemischen Erzeugnissen   |
| 251 | H. v. Gummiwaren  |
| 291 | H. v. Maschinen f. d. Erz. u. Nutzung v. mech. Energie (o. Motoren f. Luft- u. Straßenfahrz.) |
| 293 | H. v. land- u. forstwirtschaftlichen Maschinen  |
| 294 | H. v. Werkzeugmaschinen   |
| 295 | H. v. Maschinen für sonst. Bestimmte Wirtschaftszweige  |
| 311 | H. v. Elektromotoren, Generatoren u. Transformatoren  |
| 312 | H. v. Elektrizitätsverteilungs- u. -schalteinrichtungen                                       |
| 314 | H. v. Akkumulatoren u. Batterien  |
| 315 | H. v. elektrischen Lampen u. Leuchten   |
| 316 | H. v. elektrischen Ausrüstungen, a.n.g.   |
| 334 | H. v. optischen u. fotografischen Geräten   |
| 341 | H. v. Kraftwagen u. Kraftwagenmotoren   |
| 343 | H. v. Teilen u.ä. f. Kraftwagen u. deren Motoren  |
| 352 | Bahnindustrie   |
- 

Quelle: Legler und Frietsch (2006).

## Übersicht A.0.22

**Wissensintensive Wirtschaftszweige WZ.2003 (dreistellige Gruppen) - Gliederungsempfehlung****Wissensintensives Verarbeitendes Gewerbe**

---

*Schwerpunkt Chemie*

- 232 Mineralölverarbeitung
- 233 H. u. V. v. Spalt- u. Brutstoffen
- 241 H. v. chemischen Grundstoffen
- 242 H. v. Schädlingsbekämpfung-, Pflanzenschutz- u. Desinfektionsmitteln
- 244 H. v. pharmazeutischen Erzeugnissen
- 245 H. v. Seifen, Wasch-, Reinigungs- u. Körperpflegem. sowie v. Duftstoffen
- 246 H. v. sonstigen chemischen Erzeugnissen
- 247 H. v. Chemiefasern

*Schwerpunkt Maschinenbau*

- 283 H. v. Dampfkesseln (ohne Zentralheizungskessel)
- 291 H. v. Maschinen für die Erzeugung u. Nutzung v. mechanischer Energie (ohne Motoren für Luft- u. Straßenfahrzeuge)
- 292 H. v. sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen
- 294 H. v. Werkzeugmaschinen
- 295 H. v. Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige
- 296 H. v. Waffen u. Munition

*Schwerpunkt Elektronik, IuK*

- 300 H. v. Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten u. -einrichtungen
- 321 H. v. elektronischen Bauelementen
- 322 H. v. Geräten u. Einrichtungen der Telekommunikationstechnik
- 323 H. v. Rundfunkgeräten sowie phono- u. videotechnischen Geräten
- 331 H. v. medizinischen Geräten u. orthopädischen Erzeugnissen
- 332 H. v. Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten u. Vorrichtungen
- 333 H. v. industriellen Prozesssteuerungseinrichtungen
- 334 H. v. optischen u. fotografischen Geräten

*Schwerpunkt Elektrotechnik*

- 311 H. v. Elektromotoren, Generatoren u. Transformatoren
- 312 H. v. Elektrizitätsverteilungs- u. -schalteinrichtungen
- 314 H. v. Akkumulatoren u. Batterien
- 315 H. v. elektrischen Lampen u. Leuchten
- 316 H. v. elektrischen Ausrüstungen, anderweitig nicht genannt

*Schwerpunkt Fahrzeugbau*

- 341 H. v. Kraftwagen u. Kraftwagenmotoren
- 343 H. v. Teilen u. Zubehör für Kraftwagen u. Kraftwagenmotoren
- 351 Schiff- u. Bootsbau
- 352 Bahnindustrie
- 353 Luft- u. Raumfahrzeugbau

**Wissensintensives übriges Produzierendes Gewerbe***Schwerpunkt Bergbau*

- 111 Gewinnung v. Erdöl u. Erdgas
- 112 Erbringung v. Dienstleistungen bei der Gewinnung v. Erdöl u. Erdgas
- 143 Gewinnung v. Mineralien für die H. v. chemischen Erzeugnissen

*Schwerpunkt netzabhängige Versorgung*

- 401 Elektrizitätsversorgung
- 402 Gasversorgung
- 403 Wärmeversorgung
- 410 Wasserversorgung

**Wissensintensive Gewerbliche Dienstleistungen***Schwerpunkt Logistik*

- 603 Transport in Rohrfernleitungen
- 611 See- u. Küstenschifffahrt



noch Übersicht A.0.22

---

**Wissensintensive Gewerbliche Dienstleistungen**

*Schwerpunkt Logistik*

- 622 Gelegenheitsflugverkehr
- 623 Raumtransport

*Schwerpunkt Kommunikation*

- 643 Fernmeldedienste
- 721 Hardwareberatung
- 722 Softwarehäuser
- 723 Datenverarbeitungsdienste
- 724 Datenbanken
- 725 Instandh. u. Reparatur v. Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten u. -einrichtungen
- 726 Sonstige mit der Datenverarbeitung verbundene Tätigkeiten
- 221 Verlagsgewerbe

*Schwerpunkt Finanzen u. Vermögen*

- 651 Zentralbanken u. Kreditinstitute
- 652 Sonstige Finanzierungsinstitutionen
- 660 Versicherungsgewerbe
- 671 Mit dem Kreditgewerbe verbundene Tätigkeiten
- 701 Erschließung, Kauf u. Verkauf v. Grundstücken, Gebäuden u. Wohnungen

*Schwerpunkt technische Forschung u. Beratung*

- 731 Forschung u. Entwicklung im Bereich Natur-, Ingenieur-, Agrarwissenschaften u. Medizin
- 742 Architektur- u. Ingenieurbüros
- 743 Technische, physikalische u. chemische Untersuchung

*Schwerpunkt nicht-technische Forschung u. Beratung*

- 732 Forschung u. Entw. im Bereich Rechts-, Wirtschafts- u. Sozialwissensch. sowie im Bereich Sprach-, Kultur- u. Kunstwissenschaften
- 741 Rechts-, Steuer- u. Unternehmensberatung, Wirtschaftsprüfung, Buchführung, Markt- u. Meinungsforschung, Managementtätigkeiten v. Holdinggesellschaften
- 744 Werbung

*Schwerpunkt Gesundheit*

- 523 Apotheken; Facheinzelhandel mit medizinischen, orthopädischen u. kosmetischen Artikeln (in Verkaufsräumen)
- 851 Gesundheitswesen
- 852 Veterinärwesen

*Schwerpunkt Medien*

- 921 Film- u. VideofilmH., -verleih u. -vertrieb; Kinos
  - 922 Rundfunkveranstalter, H. v. Hörfunk- u. Fernsehprogrammen
  - 923 Erbringung v. sonstigen kulturellen u. unterhaltenden Leistungen
  - 924 Korrespondenz- u. Nachrichtenbüros, selbstständige Journalistinnen u. Journalisten
  - 925 Bibliotheken, Archive, Museen, botanische u. zoologische Gärten
- 

Quelle: Legler und Frietsch (2006).

---

**Anhang zu Kapitel 4**

Übersicht A.0.23

**Abgrenzung der Regionen Rheinland, Ruhrgebiet und Westfalen auf der Ebene der Kreise**

Gebiet		
Rheinland	Ruhrgebiet	Westfalen
Kreisname		
Aachen, Kreis	Bochum, Stadt	Bielefeld, Stadt
Aachen, Stadt	Bottrop, Stadt	Borken, Kreis
Bonn, Stadt	Dortmund, Stadt	Coesfeld, Kreis
Düren, Kreis	Duisburg, Stadt	Gütersloh, Kreis
Düsseldorf, Stadt	Ennepe-Ruhr-Kreis	Herford, Kreis
Erftkreis	Essen, Stadt	Hochsauerlandkreis
Euskirchen, Kreis	Gelsenkirchen, Stadt	Höxter, Kreis
Heinsberg, Kreis	Hagen, Stadt	Lippe, Kreis
Kleve, Kreis	Hamm, Stadt	Märkischer Kreis
Köln, Stadt	Herne, Stadt	Minden-Lübbecke, Kreis
Krefeld, Stadt	Mülheim an der Ruhr, Stadt	Münster, Stadt
Leverkusen, Stadt	Oberhausen, Stadt	Olpe, Kreis
Mettmann, Kreis	Recklinghausen, Kreis	Paderborn, Kreis
Mönchengladbach, Stadt	Unna, Kreis	Siegen-Wittgenstein, Kreis
Neuss, Kreis	Wesel, Kreis	Soest, Kreis
Oberbergischer Kreis		Steinfurt, Kreis
Remscheid, Stadt		Warendorf, Kreis
Rheinisch-Bergischer Kreis		
Rhein-Sieg-Kreis		
Solingen, Stadt		
Viersen, Kreis		
Wuppertal, Stadt		

Quelle: Eigene Abgrenzung.

## Übersicht A.0.24

**Abgrenzung der BioRegionen**

KKZ	Kreisname	Name der BioRegion
4011	Bremen	bio nord
4012	Bremerhaven	bio nord
3403	Oldenburg	bio nord
3405	Wilhelmshaven	bio nord
5711	Bielefeld	Bio OWL
5762	Höxter	Bio OWL
5766	Lippe	Bio OWL
5515	Münster	bioanalytik-muenster
13051	Bad-Doberan	BioCon Valley
13001	Greifswald	BioCon Valley
13003	Rostock	BioCon Valley
5911	Bochum	BioIndustry Ruhrgebiet
5512	Bottrop	BioIndustry Ruhrgebiet
5913	Dortmund	BioIndustry Ruhrgebiet
5112	Duisburg	BioIndustry Ruhrgebiet
5113	Essen	BioIndustry Ruhrgebiet
5513	Gelsenkirchen	BioIndustry Ruhrgebiet
5914	Hagen	BioIndustry Ruhrgebiet
5915	Hamm	BioIndustry Ruhrgebiet
5916	Herne	BioIndustry Ruhrgebiet
5117	Mülheim	BioIndustry Ruhrgebiet
5119	Oberhausen	BioIndustry Ruhrgebiet
5978	Unna	BioIndustry Ruhrgebiet
6534	Marburg-Biedenkopf	Bioinitiative Marburg
8335	Konstanz	BioLago
9178	Freising	BioM
9162	München	BioM
9184	München (Landkreis)	BioM
9188	Starnberg	BioM
9462	Bayreuth	BioMedTec Franken
9472	Bayreuth (Landkreis)	BioMedTec Franken
9562	Erlangen	BioMedTec Franken
9572	Erlangen-Höchststadt	BioMedTec Franken
9563	Fürth	BioMedTec Franken
9573	Fürth (Landkreis)	BioMedTec Franken
9564	Nürnberg	BioMedTec Franken
9574	Nürnberger Land	BioMedTec Franken
9663	Würzburg	BioMedTec Franken
9679	Würzburg (Landkreis)	BioMedTec Franken
9362	Regensburg	BioPark Regensburg
8311	Freiburg im Breisgau	BioRegio Freiburg
16053	Jena	BioRegio Jena
8116	Esslingen	BioRegio Stern
8415	Reutlingen	BioRegio Stern
8111	Stuttgart	BioRegio Stern
8416	Tübingen	BioRegio Stern
3101	Braunschweig	BioRegioN
3152	Göttingen	BioRegioN
3201	Hannover	BioRegioN
3241	Region Hannover	BioRegioN
2000	Hamburg	BioRegion Hamburg
3353	Harburg	BioRegion Hamburg

## noch Übersicht A.0.24

KKZ	Kreisname	Name der BioRegion
6431	Bergstraße	BioRegion RND
6411	Darmstadt	BioRegion RND
6432	Darmstadt-Dieburg	BioRegion RND
6433	Groß-Gerau	BioRegion RND
8221	Heidelberg	BioRegion RND
7314	Ludwigshafen am Rhein	BioRegion RND
8222	Mannheim	BioRegion RND
8226	Rhein-Neckar-Kreis	BioRegion RND
8421	Ulm	BioRegion Ulm
5313	Aachen	BioRiver
5354	Aachen (Landkreis)	BioRiver
5314	Bonn	BioRiver
5358	Düren	BioRiver
5111	Düsseldorf	BioRiver
5362	Erftkreis	BioRiver
5315	Köln	BioRiver
5316	Leverkusen	BioRiver
5162	Neuss	BioRiver
5374	Oberbergischer Kreis	BioRiver
5378	Rheinisch-Bergischer Kreis	BioRiver
5382	Rhein-Sieg-Kreis	BioRiver
5124	Wuppertal	BioRiver
5158	Mettmann	BioRiver
14263	Dresden	biosaxony
14365	Leipzig	biosaxony
11000	Berlin	BioTOP
12051	Brandenburg an der Havel	BioTOP
12065	Oberhavel	BioTOP
12054	Potsdam	BioTOP
12069	Potsdam-Mittelmark	BioTOP
12072	Teltow-Fläming	BioTOP
15154	Bitterfeld	BMD
15202	Halle (Saale)	BMD
15303	Magdeburg	BMD
15260	Merseburg-Querfurt	BMD
15265	Saalkreis	BMD
6412	Frankfurt am Main	Frankfurt Bio Tech Alliance
6434	Hochtaunuskreis	Frankfurt Bio Tech Alliance
6436	Main-Taunus-Kreis	Frankfurt Bio Tech Alliance
6438	Offenbach (Landkreis)	Frankfurt Bio Tech Alliance
6413	Offenbach am Main	Frankfurt Bio Tech Alliance
1002	Kiel	Life Science Nord
1003	Lübeck	Life Science Nord
1062	Storman	Life Science Nord
7312	Kaiserslautern	NanoBioNet
7335	Kaiserslautern (Landkreis)	NanoBioNet
7315	Mainz	NanoBioNet
10041	Stadtverband Saarbrücken	NanoBioNet

Quelle: In Anlehnung an Engel und Heneric (2005).

## RWI – Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen in NRW

## Innovationsbericht 2007: Befragung öffentlicher Forschungseinrichtungen in NRW

## A Allgemeine Kenngrößen

(1) Beziehen sich Ihre Angaben auf die im Adressfeld des Anschreibens genannte Einrichtung/Arbeitsgruppe? Ja  nein

Wenn nein, für welche Einrichtung(en)/Arbeitsgruppe(n) antworten Sie:

(2) Wie hoch war die Zahl der in Ihrer Einrichtung beschäftigten Mitarbeiter zum Jahresende in den vergangenen drei Jahren (2004-2006)?

	2004	2005	2006
2.1 Insgesamt .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2.2 Technische/Nichtwissenschaftliche Mitarbeiter .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2.3 wissenschaftliche Mitarbeiter .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2.4 davon promoviert/habilitationiert .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2.5 davon Doktoranden .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

(3) Wie viele der in Ihrer Einrichtung beschäftigten wissenschaftlichen Mitarbeiter waren in den vergangenen drei Jahren (2004-2006) über Drittmittel finanziert?

	2004	2005	2006
3.1 Drittmittelfinanzierte Stellen für wissenschaftliche Mitarbeiter .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3.2 davon Vollzeitstellen .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3.3 davon Teilzeitstellen .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

(4) Welchen Stellenwert hatten folgende Finanzierungsquellen für Ihre Einrichtung in den letzten drei Jahren (2004-2006)?

Bitte schätzen Sie die Anteile in % am Gesamtbudget Ihrer Einrichtung.

4.1 öffentliche Grundmittel .....	<input type="text"/>	%
4.2 DFG und Stiftungsmittel (z.B. VW, Thyssen) .....	<input type="text"/>	%
4.3 Drittmittel aus öffentlich geförderten Vorhaben mit Teilfinanzierung der Wirtschaft (ohne 4.2) .....	<input type="text"/>	%
4.4 Drittmittel aus öffentlich geförderten Vorhaben ohne Teilfinanzierung der Wirtschaft (ohne 4.2) .....	<input type="text"/>	%
4.5 Auftragsforschung für die Wirtschaft (ohne 4.2 und 4.3) .....	<input type="text"/>	%
4.6 Lizenzlöse .....	<input type="text"/>	%
Summe .....	100	%

Bitte den ausgefüllten Fragebogen möglichst umgehend zurückfaxen an Faxnummer: 0201-8149-438

(5) Bitte nennen Sie die drei aktuell wichtigsten Forschungsthemen/ -felder Ihrer Einrichtung.

5.1

5.2

5.3

(6) Welchen Stellenwert, gemessen am geleisteten Arbeitsaufwand, haben Forschungsarbeiten Ihrer Einrichtung in den folgenden Technologiefeldern heute und gegenüber 2004? (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile den aktuellen Stellenwert und dessen Veränderung gegenüber 2004 an.)

	Arbeitsaufwand (aktuell)				Arbeitsaufwand (Veränderung gegenüber 2004)		
	hoch	mittel	gering	keine	Bedeutung gewonnen	gleich	Bedeutung verloren
6.1 Biotechnologie <sup>1</sup> .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2 Nanotechnologie, Mikrotechnologie, Neue Werkstoffe <sup>2</sup> .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3 Medizintechnik <sup>3</sup> .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.4 Produktionstechnik <sup>4</sup> .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.5 Energieforschung <sup>5</sup> .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.6 Umwelttechnologie <sup>6</sup> .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.7 Sonstiges (bitte nennen): <input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8 Sonstiges (bitte nennen): <input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> DNA/RNA, Proteins and other molecules, Cell and tissue culture and engineering, Process biotechnology techniques, Bioinformatics, Nanobiotechnology (OECD definition).

<sup>2</sup> Entwicklung von Werkstoffen, die neue Eigenschaften aufweisen oder die zu neuen Eigenschaften bei den entstehenden Endprodukten führen (Neue Werkstoffe). Verfahrensweisen zur Herstellung von Strukturen in einer Dimension kleiner als 100 Nanometer (Nanotechnologie) bzw. größer als 100 Nanometer aber kleiner als 1 Mikrometer (Mikrotechnologie). Anwendungsbeispiele: „Lotuseffekt“, Quantencomputer, integrierte Schaltkreise.

<sup>3</sup> Technologien zur Herstellung von elektromedizinischen Geräten und Instrumenten, medizintechnischen, augenoptischen Geräten, orthopädischen Vorrichtungen, Behindertenfahrzeugen; Technologien zahn technischer Laboratorien.

<sup>4</sup> Innovative Verfahren und Technologien im Bereich des Maschinenbaus und der Fertigungstechnik, welche die Effizienz, Flexibilität und/oder Geschwindigkeit des Produktionsprozesses erhöhen (z.B. Lasertechnologie, Messtechnik, Simulationstechnik).

<sup>5</sup> Kraftwerks-, CO<sub>2</sub>-Abscheide- und Energiespeichertechnologien, erneuerbare Energien (z.B. Windkraft, Solarthermie, Photovoltaik, Geothermie, Biomasse, Wasserstoff- und Brennstoffzelle), Elektro- und Hybridantriebe.

<sup>6</sup> Anlagen, Verfahren, Komponenten in den Umweltbereichen Kreislaufwirtschaft/Recycling, Wasser/Abwasser, Luft, Lärm bzw. nach technologischer Ausrichtung „end-of-pipe“ oder integrierter Umweltschutz, ohne Dienstleistungen wie z.B. Planung/Projektmanagement, die davon unabhängig erbracht werden.

<sup>7</sup> z.B. „Optische Technologien“, „Simulationen/Modellbildung“.

(7) Welche der folgenden staatlichen Förderungen hat Ihre Einrichtung in den vergangenen drei Jahren (2004-2006) in Anspruch genommen?

(Zutreffendes bitte ankreuzen, Mehrfachnennung möglich)

7.1 Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF).....

7.2 Kompetenznetze Deutschland.....

7.3 Direkte Projektförderung durch Bundesministerien, z.B. BMWi, BMBF (ohne 7.1 und 7.2).....

7.4 Technologie- und Innovationsprogramm (TIIP) NRW.....

7.5 Förderprogramme der EU (bitte nennen):.....

7.6 Sonstige staatliche Förderprogramme (bitte nennen):

Bitte den ausgefüllten Fragebogen möglichst umgehend zurückfaxen an Faxnummer: 0201-8149-438

(8) Wie verteilen sich die Forschungsaktivitäten Ihrer Einrichtung in den vergangenen drei Jahren (2004-2006) auf die folgenden Bereiche.

Bitte schätzen Sie die Anteile in Prozent

8.1 Grundlagenforschung.....	<input type="text"/>	%
8.2 Anwendungsorientierte Forschung.....	<input type="text"/>	%
8.3 Entwicklung.....	<input type="text"/>	%
8.4 Summe:.....	<input type="text" value="100"/>	%

**B Kooperationen & Technologietransfer**

(1) Wieviele Forschungsprojekte hat Ihre Einrichtung in den vergangenen drei Jahren (2004-2006) bearbeitet (laufende und abgeschlossene Vorhaben)?

(2) Wie häufig arbeiteten Sie in den vergangenen drei Jahren (2004-2006) in den Forschungsprojekten Ihrer Einrichtung mit externen Partnern zusammen?

	sehr häufig	häufig	gelegentlich	selten	nie
2.1 Projekte werden ohne Partner bearbeitet.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2 Andere Abteilungen/ Institute <u>derselben</u> übergeordneten Einrichtung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3 Abteilungen/Institute <u>anderer</u> Hochschulen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4 Abteilungen/Institute <u>anderer</u> außeruniversitärer Forschungseinrichtungen (z.B. Fraunhofer).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5 Unternehmen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6 darunter Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(3) Nennen Sie die Anzahl der externen Partner, mit denen Ihre Einrichtung in den vergangenen drei Jahren (2004-2006) gemeinsam oder in deren Auftrag Forschungsprojekte bearbeitet haben.

Externer Partner \ Standort des Partners	NRW	andere Bundesländer	Ausland
3.1 Abteilungen/Institute <u>anderer</u> Hochschulen.....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3.2 Abteilungen/Institute <u>anderer</u> außeruniversitärer Forschungseinrichtungen.....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3.3 Unternehmen.....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3.4 darunter Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten.....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

(4) Wer waren in den vergangenen drei Jahren (2004-2006) Ihre fünf wichtigsten externen Partner aus der Wirtschaft und Wissenschaft in Verbundvorhaben bzw. Auftraggeber in Auftragsforschungsprojekten?

	Wirtschaft		Ortsname / PLZ des Sitzes des Partners	Name des Partners
	ja	nein		
4.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

(5) Wie viele externe Partner waren in den Forschungsprojekten der letzten drei Jahre (2004-2006) mit Beteiligung Ihrer Einrichtung engagiert? Bitte nennen Sie die Anzahl der Projekte mit der angegebenen Zahl an Partnern.

Zahl der Projektpartner	kein Partner	1	2	3-5	>5	alle Projekte
Anzahl der Projekte	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Bitte den ausgefüllten Fragebogen möglichst umgehend zurückfaxen an Faxnummer: 0201-8149-438

**(6) Welche Bedeutung hatten folgende Hemmnisfaktoren bei der Durchführung von Forschungsprojekten Ihrer Einrichtung mit externen Partnern in den letzten drei Jahren (2004-2006)?**

	sehr wichtig	wichtig	weniger wichtig	unwichtig	trifft nicht zu
6.1 Hohe Lehrbelastung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2 Hohe Belastung durch administrative Selbstverwaltung / Gremienarbeit.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3 Fehlende finanzielle Mittel.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.4 Mangel an Fachpersonal.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.5 Mangel an technischer Ausstattung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.6 Genehmigungsverfahren.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.7 Fehlende Unterstützung bei der Verwaltung von Projekten.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8 Fehlende Unterstützung bei der Verwertung von Forschungsergebnissen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.9 Fehlen geeigneter Kooperationspartner.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.10 Sonstiges, bitte angeben: .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**(7) Wie bedeutsam waren folgende Motive für die Durchführung von Forschungsvorhaben mit externen Partnern in den vergangenen drei Jahren (2004-2006) für Ihre Einrichtung?**

	sehr wichtig	wichtig	weniger wichtig	unwichtig	trifft nicht zu
7.1 gute Erfahrungen mit Kooperationen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.2 Rückvernetzung mit ehemaligen Mitarbeitern.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.3 Partizipation am originären Wissen vom Kooperationspartner.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.4 Zugang zu neuen Technologien.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.5 Zugang zu technischer Infrastruktur (z.B. Labors).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.6 Zugang zu Finanzmitteln des Kooperationspartners.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.7 Zugang zu Drittmitteln.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.8 Sonstiges (bitte nennen): .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**(8) Wie viele Mitarbeiter Ihrer Einrichtung waren im Zeitraum 2004-2006 als Gesellschafter oder im Aufsichtsrat einer Unternehmung oder im wissenschaftlichen Beirat einer FuE-Einrichtung tätig?**

8.1 Anzahl der als Gesellschafter einer Unternehmung tätigen Mitarbeiter.....	<input type="text"/>
8.2 Anzahl der als im Aufsichtsrat einer Unternehmung tätigen Mitarbeiter.....	<input type="text"/>
8.3 Anzahl der im wissenschaftlichen Beirat einer FuE-Einrichtung tätigen Mitarbeiter.....	<input type="text"/>

**(9) Wie viele Mitarbeiter verbrachten in den vergangenen drei Jahren (2004-2006) einen Forschungsaufenthalt von mindestens einer Woche bei einem externen Partner?**

Forschungsaufenthalte von Mitarbeitern, davon  im Ausland

**(10) Wie viele Gastwissenschaftler verbrachten in den letzten drei Jahren (2004-2006) einen Forschungsaufenthalt von mindestens einer Woche an Ihrem Institut?**

Gastwissenschaftler, davon  aus dem Ausland



Bitte den ausgefüllten Fragebogen möglichst umgehend zurückfaxen an Faxnummer: 0201-8149-438

### C Forschungsergebnisse

(1) Bitte nennen Sie die Anzahl der folgenden, im Zeitraum der letzten drei Jahre (2004-2006) an Ihrer Einrichtung erfolgreich abgeschlossenen, wissenschaftlichen Arbeiten.

Diplom-/Masterarbeiten	Dissertationen	Habilitationen
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

(2) Bitte nennen Sie die Anzahl der Publikationen, die in den vergangenen drei Jahren (2004-2006) unter Beteiligung eines Ihrer Mitarbeiter entstanden sind.

in referierten Fachzeitschriften	In nichtreferierten Fachzeitschriften	In Sammelbänden/ Handbüchern	in Tagungsbänden	Monographien
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

(3) Wie viele Patente meldete Ihre Einrichtung in den vergangenen drei Jahren (2004-2006) bei den genannten Stellen an?

	Deutsches Patent- und Markenamt	Europäisches Patentamt	Sonstige (bitte nennen):
Anzahl Patentanmeldungen, .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

(4) War es Ihrer Einrichtung in den vergangenen drei Jahren (2004-2006) vertraglich untersagt, Patente für neues Wissen anzumelden, welches im Rahmen von Forschungsprojekten mit Beteiligung von Unternehmen generiert wurde?

Immer	sehr häufig	häufig	gelegentlich	nie
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(5) Vermarktete Ihre Einrichtung in den letzten drei Jahren (2004-2006) aktiv Forschungsergebnisse in die Wirtschaft? ja  nein

Wenn ja, wer ist dafür verantwortlich?

- 5.1 wir haben einen eigenen Mitarbeiter für die Vermarktung .....
- 5.2 die zuständigen Forscher übernehmen diese Aufgabe mit .....
- 5.3 der Geschäftsführer .....
- 5.4 das macht eine andere Einrichtung für uns .....

(6) Haben Sie in den letzten drei Jahren (2004-2006) folgende Service-Dienste der verschiedenen Einrichtungen in Anspruch genommen? (Zutreffendes bitte ankreuzen, Mehrfachnennungen möglich)

	Interne Beratung (z.B. Technologietransferstelle)	Technologiegründerzentrum (TGZ)	IHK / HWK / RKW <sup>1</sup>	Forschungsvereinigung der AIF <sup>2</sup>	Sonstige (bitte nennen):
Unterstützung bei...					<input type="text"/>
6.1 Innovationstransfer in die Industrie.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2 Einwerbung von Forschungsförderung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3 Existenzgründung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.4 Patentierung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.5 Sonstiges (bitte nennen):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<sup>1</sup>IHK: Industrie- und Handelskammer, HWK: Handwerkskammer, RKW: Rationalisierungskuratorium der deutschen Wirtschaft

<sup>2</sup>AIF: Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen

Bitte den ausgefüllten Fragebogen möglichst umgehend zurückfaxen an Faxnummer: 0201-8149-438

**D Herkunft und Verbleib der Beschäftigten Ihrer Einrichtung**

(1) Bitte nennen Sie die Anzahl der Mitarbeiter, die in den letzten drei Jahren (2004-2006) Ihre Einrichtung mit einem bestimmten Ziel verlassen. Zu welchem Arbeitgeber und in welche Region gingen Ihre Mitarbeiter?

<u>Neue Arbeitgeber</u> / <u>Zielregion</u>	NRW	Öbriges Deutschland	Ausland	Insgesamt
1.1 Ausgründungen .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1.2 Wirtschaft (ohne Ausgründungen) .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1.3 Wissenschaft .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1.4 Öffentlicher Dienst (ohne Wissenschaft) .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1.5 Sonstiges (Elternzeit, Arbeitslosigkeit, unbekannt) .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1.6 <b>Insgesamt</b> .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

(2) Bitte nennen Sie die Anzahl der Mitarbeiter, die in den letzten drei Jahren (2004-2006) von Ihrer Einrichtung eingestellt wurden. Von welchem Arbeitgeber und aus welcher Region kamen die neuen Mitarbeiter?

<u>Vorheriger Arbeitgeber</u> / <u>Herkunftsregion</u>	NRW	Öbriges Deutschland	Ausland	Insgesamt
2.1 Wirtschaft .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2.2 Wissenschaft .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2.3 Öffentlicher Dienst (ohne Wissenschaft) .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2.4 Sonstiges (Elternzeit, Arbeitslosigkeit, unbekannt) .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2.5 <b>Insgesamt</b> .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

**Befragung von Wissensintermediären**

Bitte den ausgefüllten Fragebogen möglichst umgehend

zurückfaxen an:

Fax: 0234 32-14311

Oder zurückschicken an:

Ruhr-Universität Bochum

Lehrstuhl für Wirtschaftspolitik

Prof. Dr. Justus Haucap

Fakultät für Wirtschaftswissenschaft

GC 3-60

Univeritätsstraße 150

44780 Bochum

**Fragebogen zum Innovationsbericht NRW 2007****Ansprechpartner:**

Dipl.-Kfm. Ulrich Helmeshoff

Tel.: 0234/32-22675

Fax: 0234/32-14311

E-Mail: Ulrich.Helmeshoff@rub.de

Anne Baguette

Tel.: 0234/32-22674

Fax: 0234/32-14311

E-Mail: AnneBaguette@web.de

Veit Böckers

Tel.: 0234/32-22674

Fax: 0234/32-14311

E-Mail: Veit.Boeckers@rub.de

Bitte den ausgefüllten Fragebogen möglichst umgehend zurückfaxen an: 0234 32-14311

**Charakteristika der Einrichtung**

1. Wann wurde Ihre Einrichtung gegründet? \_\_\_\_\_
2. In welcher Region ist der Sitz Ihrer Einrichtung?
 

Ruhrgebiet	<input type="checkbox"/>	Ostwestfalen/Sauerland	<input type="checkbox"/>	Bergisches Land/Siegerland	<input type="checkbox"/>
Rheinland	<input type="checkbox"/>	Münsterland	<input type="checkbox"/>		
3. Wie finanziert sich Ihre Einrichtung (in %)?
 

Hochschuletat	ca. _____
Öffentliche Haushalte (Land, Kommune)	ca. _____
Beiträge der Wirtschaft	ca. _____
Sonstiges, und zwar _____	ca. _____
4. Wie viele Mitarbeiter arbeiten zurzeit in Ihrer Einrichtung?
 

	Insgesamt	davon mit Hochschulabschluss
Insgesamt	_____	_____
Vollzeit	_____	_____
Teilzeit	_____	_____
5. Wie viele Mitarbeiter sind zurzeit in Ihrer Einrichtung in leitender Position tätig? \_\_\_\_\_
6. War mindestens einer Ihrer leitenden Mitarbeiter in der Wirtschaft tätig? Ja  Nein
7. Wenn ja, in welchem Funktionsbereich waren die Mitarbeiter Ihrer Einrichtung in der Wirtschaft tätig?
 

Forschung und Entwicklung	<input type="checkbox"/>	Controlling	<input type="checkbox"/>
Produktion	<input type="checkbox"/>	Sonstige, und zwar _____	<input type="checkbox"/>
Vertrieb	<input type="checkbox"/>		

**Geschäftsbereiche/Aktivitäten**

8. Bitte beschreiben Sie in wenigen Worten die Hauptaufgabe Ihrer Einrichtung
 

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Bitte den ausgefüllten Fragebogen möglichst umgehend zurückfaxen an: 0234 32-14311

9. Welchen Stellenwert, gemessen am geleisteten Arbeitsaufwand, haben die Aktivitäten Ihrer Einrichtung in den folgenden Geschäftsfeldern zurzeit und gegenüber 2004?

	Zurzeit				Im Vergleich zu 2004 ist die Bedeutung in etwa .....		
	wichtig	eher wichtig	eher unwichtig	unwichtig	höher	gleich geblieben	geringer
Gründungsberatung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Patentberatung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Patentverfahren (Anmeldung...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lizenzierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vermarktung von Forschungsergebnissen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Veranstaltung von Messen/Kongressen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vermittlung von technischer Infrastruktur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kontaktvermittlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kontaktpflege mit Wissenschaftlern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kontaktpflege mit Wirtschaftsvertretern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Koordination von Forschungsprojekten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Welche Informationskanäle nutzen Sie, um auf die Arbeiten Ihrer Einrichtung aufmerksam zu machen?

	wichtig	eher wichtig	eher unwichtig	unwichtig
Internet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eigener Newsletter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beitrag in Newslettern anderer Einrichtungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beitrag in Fachzeitschriften	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ansprache mittels Anruf, E-Mail	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stand auf Veranstaltungen/Messen etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Broschüren/Prospekte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Handelt es sich bei Ihrer Einrichtung um eine Transferstelle an einer Universität oder Fachhochschule?

Ja     Nein  → weiter mit Frage 15

↓  
weiter mit Frage 11

11. Wie viele Erfindungen wurden in den vergangenen drei Jahren (2004-2006) Ihrer Einrichtung gemeldet bzw. von Ihrer Einrichtung recherchiert?

Insgesamt : \_\_\_\_\_

12. Wie viele dieser Erfindungen wurden zum Patent angemeldet?

Insgesamt: \_\_\_\_\_

Davon durch Ihre Einrichtung: \_\_\_\_\_

Davon durch ein anderes Unternehmen, mit dem ein Vertrag geschlossen wurde: \_\_\_\_\_

Bitte den ausgefüllten Fragebogen möglichst umgehend zurückfaxen an: 0234 32-14311

**13. Welche Möglichkeiten nutzen Sie, um Zugang zu Forschungsergebnissen der Wissenschaftler zu erhalten?**

	Sehr häufig	häufig	gelegentlich	selten	nie
Kontaktaufnahme mit Wissenschaftlern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auswertung der Forschungsberichte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kontaktaufnahme d. Wissenschaftler mit der Transferstelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anderes: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**14. Wie oft werden Sie um die Vermittlung von Kontakten gebeten? Bitte geben Sie die durchschnittliche Anzahl der Anfragen pro Monat an:**

Anfragen der Wissenschaftler nach Partnern in der Wirtschaft ca. \_\_\_\_\_

Anfragen aus der Wirtschaft nach Partnern in der Wissenschaft ca. \_\_\_\_\_

Sonstiges: \_\_\_\_\_ ca. \_\_\_\_\_

**Angaben zu Ihren Kunden**

**15. Wie wichtig sind die folgenden Technologiefelder, für welche die Unternehmen in den vergangenen drei Jahren (2004-2006) Serviceleistungen bei Ihrer Einrichtung nachgefragt haben?**

(Auf einer Skala von 0 bis 10, mit 0 = unwichtig und 10 = sehr wichtig)

	Nachfrage der Unternehmen
Biotechnologie	_____
Nano-, Mikrotechnologie/Neue Werkstoffe	_____
Medizintechnik	_____
Produktionstechnik	_____
Energieforschung	_____
I+K –Technologie	_____
Umweltechnologie	_____
_____	_____
_____	_____

**16. In welchen Branchen sind Ihre Partnerunternehmen angesiedelt? (Bitte nennen Sie die drei wichtigsten Branchen.)**

1. \_\_\_\_\_ Anzahl: \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_ Anzahl: \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_ Anzahl: \_\_\_\_\_

Bitte den ausgefüllten Fragebogen möglichst umgehend zurückfaxen an: 0234 32-14311

17. Nennen Sie bitte die Anzahl jener Unternehmen nach Standorten, welche Serviceleistungen bei Ihrer Einrichtung in den vergangenen drei Jahren (2004-2006) nachgefragt haben.

Insgesamt	ca. _____	Anzahl geordnet nach den drei für Sie wichtigsten anderen Bundesländern	
<i>NRW insgesamt</i>	ca. _____	Bundesland	Anzahl
Ruhrgebiet	ca. _____	1. _____	ca. _____
Rheinland	ca. _____	2. _____	ca. _____
Ostwestfalen/Sauerland	ca. _____	3. _____	ca. _____
Münsterland	ca. _____		
Bergisches Land/Siegerland	ca. _____		

18. Schätzen Sie bitte die Anzahl der Partnerunternehmen, geordnet nach ihrer Größe.

Großunternehmen	_____
Mittelständische Unternehmen	_____
Kleinunternehmen, Einzelpersonen	_____

Zusammenarbeit mit anderen Intermediären
--

19. In welchen Tätigkeitsbereichen arbeiten Sie mit folgenden Einrichtungen zusammen?

	Technologie-trans-ferstellen an Universitäten/ Fachhochschulen	Technologie-zentren	Transferstellen von Fraunhofer- und Max-Planck-Instituten	Handwerks-kammern	IHK
1. Gründungsberatung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Patentberatung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Patentverfahren Anmeldung, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Lizenzierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Vermarktung von Forschungsergebnissen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Veranstaltung von Messen/Kongressen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Vermittlung von techn. Infrastruktur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Kontaktvermittlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Koordination von Forschungsprojekten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

20. Haben Sie gemeinsame Dienstleistungsangebote mit einem oder mehreren der oben genannten Partner?

ja  nein

21. Wenn ja, geben Sie bitte die Nummern der Tätigkeitsbereiche an

\_\_\_\_\_

Bitte den ausgefüllten Fragebogen möglichst umgehend zurückfaxen an: 0234 32-14311

22. Nennen Sie bitte mit Ortsangabe die drei für Ihre Arbeit wichtigsten Intermediäre/Transferstellen, mit denen Sie konkret zusammenarbeiten (z.B. IHK Bochum).

1. \_\_\_\_\_  
 2. \_\_\_\_\_  
 3. \_\_\_\_\_

23. Wenn Sie Anfragen aus der Wissenschaft oder Wirtschaft erhalten, vermitteln Sie diese ggf. an andere Intermediäre weiter?

nie     selten     gelegentlich     häufig     sehr häufig     k.A.

**Vergleiche von Institutionen und Barrieren für einen reibungslosen Technologietransfer**

Wir bitten Sie um Ihre Einschätzung der Wissenstransfereinrichtungen in NRW.

24. Entsprechen die institutionellen Lösungen dem Bedarf (Skala von 1 – 5, mit 1 = gar nicht und 5 = sehr gut)....

Was sollte verbessert werden? (Zutreffendes bitte ankreuzen)

...der Wissenschaftler?	_____	Rechtliche Konstruktion	<input type="checkbox"/>
...der Unternehmen?	_____	Finanzielle Ausstattung	<input type="checkbox"/>
		Personelle Ausstattung	<input type="checkbox"/>

25. Welche der folgenden Punkte sehen Sie als Hindernisse beim Technologietransfer.

(Angaben auf einer Skala von 1 = sehr großes Problem bis 5 = kein Problem)

Mangelnder Zugang zu verwertbarem Wissen der Wissenschaftler	_____
Anreize für Wissenschaftler zur Zusammenarbeit mit Intermediären zu gering	_____
Bürokratische Hürden	_____
Zu geringer Ressourceneinsatz für den Technologietransfer von Seiten der Hochschulen und Institute	_____
Zu hohe finanzielle Erwartungen von Wissenschaftlern	_____
Vorbehalte auf Seiten der Wissenschaftler	_____
Abschätzung der Marktchancen von Forschungsergebnissen ist schwierig	_____
Sonstiges : _____	_____

26. Haben Sie konkrete Verbesserungsvorschläge für den Technologietransfer?

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



**Interviewleitfaden zu „Best practice“**

## **Innovationsbericht 2007**

# **Interviewleitfaden „Best Practice Wissenstransfer“**

**Essen, September 2007**

Ruhr-Forschungsinstitut für Innovations- und Strukturpolitik RUFIS e.V.,  
Universitätsstraße 150 . D-44801 Bochum

**Ansprechpartner:**

Prof. Dr. Rüdiger Wink (Tel. +49 (0)341 / 3076-6634, email: [wink@wiwi.htwk-leipzig.de](mailto:wink@wiwi.htwk-leipzig.de))

**Interview-Leitfaden**

1. Voraussetzungen erfolgreichen Wissenstransfers
  - a. Welche Faktoren sehen Sie als entscheidend an, um erfolgreich Wissenstransfer zu betreiben?
  - b. Wodurch zeichnet sich der Ansatz des Wissenstransfers in Ihrer Region aus? Welche Faktoren werden besonders gefördert? Wie hat sich das Angebot im Zeitverlauf verändert?
2. Inanspruchnahme des bestehenden Angebotes
  - a. Gibt es quantitative Angaben zur Inanspruchnahme des Transferangebotes in Ihrer Region?
  - b. Gibt es quantitative Angaben zur Zahl der eingebundenen Akteure in den Wissenstransfer in Ihrer Region?
  - c. Welche Erfolgskriterien sind für die Bewertung des Wissenstransfers in Ihrer Region besonders wichtig?
  - d. Gibt es Feedback-Veranstaltungen und Konferenzen zum Wissenstransfer in Ihrer Region? Welche Erfahrungen mit Feedback liegen vor?
3. Räumliche Ausrichtung
  - a. Inwieweit unterscheiden sich Wissenstransfermaßnahmen, die sich auf die Region und auf großräumigen Transfer beziehen?
  - b. Welche Bedeutung wird dem internationalen Wissenstransfer beigemessen?
  - c. Welche Barrieren werden bei der räumliche Ausdehnung des Transfers beobachtet?
4. Handlungs- und Verbesserungsbedarf
  - a. Welche Veränderungen in der öffentlichen Förderung des Wissenstransfers (EU, Nation, Region) würden Sie sich wünschen?
  - b. Welche Veränderungen innerhalb Ihrer Region wären wünschenswert? Von welchen Akteuren gehen bislang besondere Barrieren aus?

**Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung!**

**Interviews: Liste der Gesprächspartner**

Tabelle A.0.1

**Interviews im Untersuchungszeitraum in Europa**

Nr.	Zeit	Interviewpartner	Anschrift
1	27.09.2007	Dipl.-Ing. Jörg Osterloh	Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen Steinbachstr. 19, 52074 Aachen
2	17.10.2007	Holger Haas	Wirtschaftsförderung Region Stuttgart Friedrichstr. 10, 70174 Stuttgart
3	17.10.2007	Prof. Dipl.-Wirtsch. Ing. Arno Voegele	Steinbeis Zentrum Produktion und Management Kienestr. 37, 70174 Stuttgart
4	18.10.2007	Dr. rer. nat. Kai Pinnow	ETAS GmbH Borsigstr. 14, 70469 Stuttgart
5	5.10.2007	Helma Kliesch	IHK im Mittleren Ruhrgebiet zu Bochum Ostring 30-32, 44787 Bochum
6	28.09.2007	Thomas Wendland	IHK Aachen Theaterstr. 6-10, 52062 Aachen
7	21.09.2007	Pascal Conche	Minatec Centre House of Micro and Nanotech- nologies Parvis Louis Néel, 38054 Greno- ble Cedex 9
8	19.09.2007	Bruno Nicoulaud	Ministère de L'Economie, Des Finances et De L'Emploi Le Bervil, DGE 5-12, rue Villiot, 75572 Paris CEDEX 12
9	20.09.2007	Prof. Vincent Mangematin	UMR GAEL Université de Grenoble, BP 47, 38040 Greno- ble, CEDEX 9
10	12.10.2007	Dr. Hartmut Heydrich	Kompetenzinitiative Medizin- Pharma-Gesundheit IZMP, Henkestr. 91, 91052 Er- langen
11	19.10.2007	Dipl.-Ing. Christiane Jonietz	Ruhr Universität Bochum, Insti- tut für Hochfrequenztechnik, IC 6/133, 44780 Bochum
12	24.10.2007	Anne Lane	University College London Busi- ness, The Network Building, 97 Tottenham Court Road, London W1T 4TP
13	24.10.2007	Dominique Kleyn	Imperial College London, Busi- ness Development Medicine and Life Science, South Kensington Campus, London, SW7 2AZ