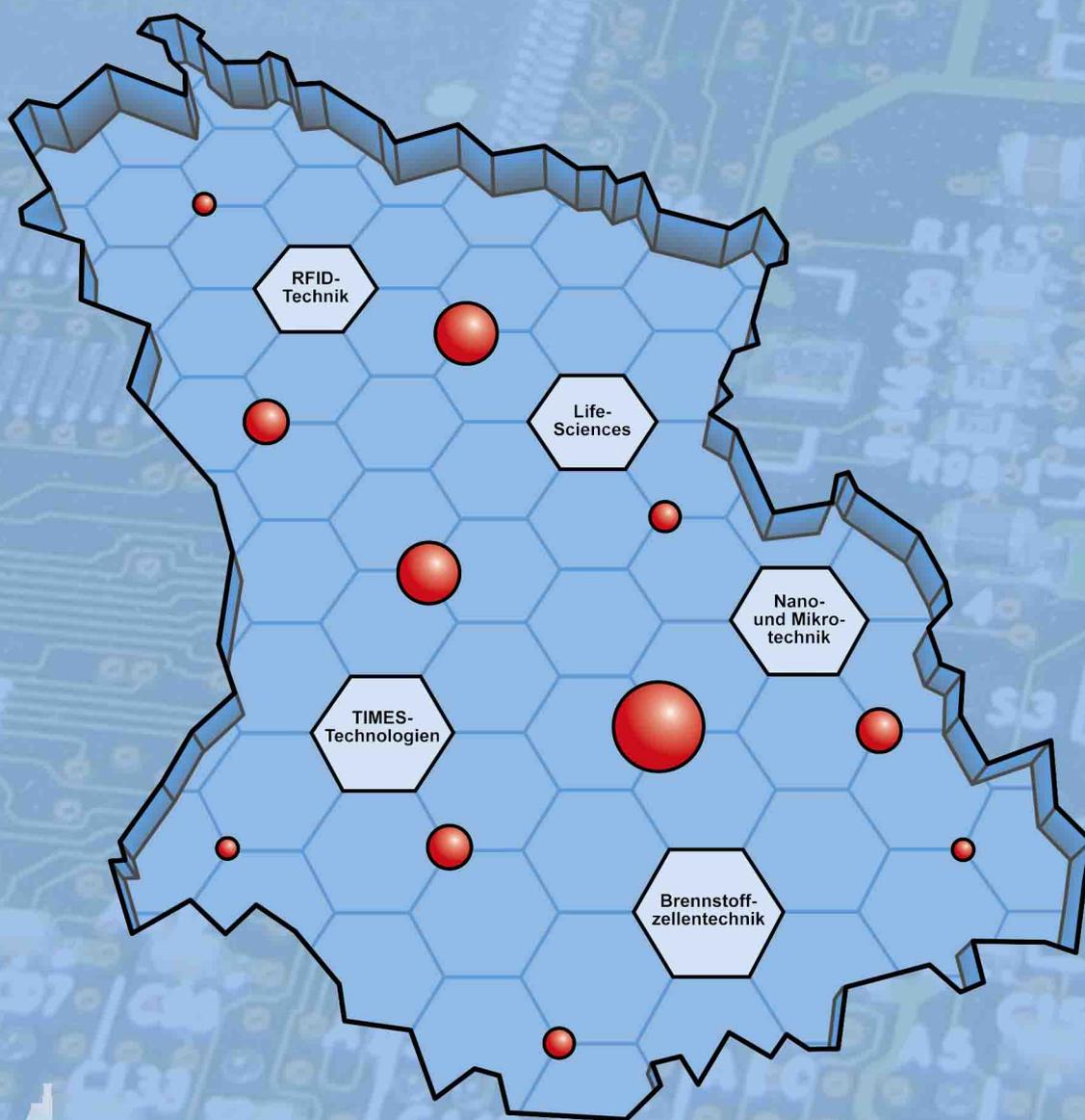


# Datenmosaik

# 2006



## Stärke durch Innovation

Zukunftsfelder der Wirtschaft an Rhein und Ruhr

# Datenmosaik 2006

## Stärke durch Innovation

Zukunftsfelder der Wirtschaft an Rhein und Ruhr

21. Ausgabe, November 2006

Herausgegeben von der Bezirksregierung Düsseldorf  
Cecilienallee 2, 40474 Düsseldorf

Telefon 0211/ 475 – 2367  
Telefax 0211/ 475 - 2300

E-Mail: [christian.bruenig@brd.nrw.de](mailto:christian.bruenig@brd.nrw.de)  
<http://www.brd.nrw.de>

---

**Bisher veröffentlichte *Datenmosaik* der Bezirksregierung Düsseldorf:**

- |                     |   |                  |
|---------------------|---|------------------|
| <b>1. Ausgabe:</b>  | <i>Datenmosaik</i> - Strukturen und Tendenzen im Regierungsbezirk Düsseldorf  | <b>-1995-</b>    |
| <b>2. Ausgabe:</b>  | <i>Datenmosaik</i> - Von der Stadt in das Umland: Der räumliche Strukturwandel im Regierungsbezirk  | <b>-1995-</b>    |
| <b>3. Ausgabe:</b>  | <i>Datenmosaik</i> - Strukturen und Tendenzen im Regierungsbezirk Düsseldorf<br>- Kurzfassung -   | <b>-1996-</b>    |
| <b>4. Ausgabe:</b>  | <i>Datenmosaik</i> - Arbeitsplatzentwicklung im Regierungsbezirk Düsseldorf<br>1993 - 1995  | <b>-1996-</b>    |
| <b>5. Ausgabe:</b>  | <i>Datenmosaik</i> - Gefährden Bürokraten den Produktionsstandort an Rhein und Ruhr?<br>Bilanz der Dauer von Genehmigungsverfahren  | <b>-1997/98-</b> |
| <b>6. Ausgabe:</b>  | <i>Datenmosaik</i> - Strukturen und Tendenzen im Regierungsbezirk Düsseldorf  | <b>-1997-</b>    |
| <b>7. Ausgabe:</b>  | <i>Datenmosaik</i> - Strukturanalyse: Wirtschaft im Regierungsbezirk Düsseldorf   | <b>-1997-</b>    |
| <b>8. Ausgabe:</b>  | <i>Datenmosaik</i> - Job-Maschine Multimedia? Beschäftigungseffekte und Umsatzentwicklung im Regierungsbezirk Düsseldorf  | <b>-1999-</b>    |
| <b>9. Ausgabe:</b>  | <i>Datenmosaik</i> - Job-Maschine Multimedia? Möglichkeiten der Qualifizierung und Förderung im Regierungsbezirk Düsseldorf   | <b>-1999-</b>    |
| <b>10. Ausgabe:</b> | <i>Datenmosaik</i> - Vergleichsdaten der Städte und Gemeinden im Regierungsbezirk Düsseldorf  | <b>-1999-</b>    |
| <b>11. Ausgabe:</b> | <i>Datenmosaik</i> - Bevölkerungsentwicklung im Ruhrgebiet 1987/98 unter Berücksichtigung des angrenzenden Raumes und Beschäftigungswandel zu höherer Qualifikation 1980/98 im Teilraum „Westliches Ruhrgebiet“ (DU,E,MH,OB). - | <b>-2000-</b>    |
| <b>12. Ausgabe:</b> | <i>Datenmosaik</i> - Bevölkerungsentwicklung 1987/1998 im Regierungsbezirk Düsseldorf   | <b>-2000-</b>    |
| <b>13. Ausgabe:</b> | <i>Datenmosaik</i> - Vorausschätzung der Bevölkerung 1999 bis 2015 in den kreisfreien Städten und Kreisen des Regierungsbezirks Düsseldorf  | <b>-2000-</b>    |
| <b>14. Ausgabe:</b> | <i>Datenmosaik</i> - Arbeitsmarktentwicklung im Regierungsbezirk Düsseldorf<br>1995 - 1999/2000   | <b>-2000-</b>    |
| <b>15. Ausgabe:</b> | <i>Datenmosaik</i> – ERP – European Region of Power<br>oder: ein starkes Stück Europa   | <b>-2002-</b>    |
| <b>16. Ausgabe:</b> | <i>Datenmosaik</i> – Bevölkerungsentwicklung in der Rhein-Ruhr-Region   | <b>-2003-</b>    |
| <b>17. Ausgabe:</b> | <i>Datenmosaik</i> - Die regionale Bevölkerungsentwicklung 2002 bis 2020 sowie die Flächen- und Arbeitsmarktentwicklung im „Westlichen Ruhrgebiet“  | <b>-2004-</b>    |
| <b>18. Ausgabe:</b> | <i>Datenmosaik</i> - Vergleichsdaten der Städte und Gemeinden des Regierungsbezirks Düsseldorf  | <b>-2004/05-</b> |
| <b>19. Ausgabe:</b> | <i>Datenmosaik</i> – Die demografische Entwicklung und ihre Folgen<br>Single sucht 100 m <sup>2</sup> Wohnung – oder: Was bedeutet die Entwicklung der privaten Haushalte für die Zukunft der Städte?                           | <b>-2005-</b>    |
| <b>20. Ausgabe:</b> | <i>Datenmosaik</i> – Bevölkerungsvorausberechnung 2005-2025 für die krfr. Städte und Kreise des Regierungsbezirks Düsseldorf  | <b>-2006-</b>    |

---

<b>INHALT</b>	<b>Seite</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>I</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>01</b>
1.1 Wissen als Grundlage für Innovationen und Wachstum	01
1.2 Vorgehensweise der Studie	02
<b>2 Rahmendaten</b>	<b>03</b>
2.1 Region	03
2.2 Bevölkerungsentwicklung	03
2.3 Arbeitslosigkeit	04
2.4 Beschäftigtenentwicklung	05
2.5 Umsatzentwicklung	05
2.6 Investitionen	06
2.7 Bruttowertschöpfung	07
2.8 Innovationsindikatoren: NRW im Vergleich zu den Niederlanden, Bayern, Baden-Württemberg sowie innerhalb Deutschlands	08
2.8.1 Wissen	09
2.8.2 Wissensschaffung	09
2.8.3 Transfer, Finanzierung, Infrastruktur	10
2.8.4 Innovationsübersicht der Länder	10
<b>3 Innovationsstrategien</b>	<b>11</b>
3.1 Gesellschaftliches Klima und Innovationskultur	11
3.2 Förderung menschlichen Wissens	12
3.3 Wissensschaffung	12
3.4 Künftiger Fachkraftmangel an der Basis: das Duale System	16
3.5 Wissenstransfer	18
3.6 Ausbau der Forschungslandschaft	18
3.7 Clusterpolitik	19

---

<b>noch INHALT</b>	<b>Seite</b>	
<b>4</b>	<b>Zukunftsfelder</b>	<b>20</b>
4.1	TIMES-Technologien	22
4.1.1	Telekommunikation und Informationstechnik	22
4.1.2	Medien und Entertainment	25
4.1.3	Sicherheit	25
4.1.4	Beschäftigungsentwicklung in NRW im Bereich TIMES	27
4.1.5	Entwicklung der Umsätze und Unternehmen in NRW	27
4.2	Nano- und Mikrotechnologie	29
4.2.1	Überblick	29
4.2.2	Anwendungsgebiete	35
4.2.3	Cluster und Standorte	37
4.3	Life-Sciences	39
4.3.1	Marktsituation	39
4.3.2	Forschungseinrichtungen, Patente und Netzwerke	41
4.3.3	Trend	43
4.4	Querschnittstechnologie RFID	44
4.4.1	Marktsituation	44
4.4.2	RFID in NRW	46
4.4.3	Trend	48
4.5	Brennstoffzellentechnik	49
4.5.1	Marktsituation	49
4.5.2	Brennstoffzellentechnik in NRW	50
4.5.3	Forschung, Entwicklung, Investitionen	52
<b>Anhang</b>		
	Quellen und weiterführende Links	54

## Abbildungen im Textteil

Seite

<b>Abbildung 1:</b> Von der Industriegesellschaft zur Wissensgesellschaft – Wandel der Erfolgsfaktoren (Quelle: <b>Fraunhofer-ISI</b> , 13. April 2000)	2
<b>Abbildung 2:</b> Absolute Veränderung bei ausgesuchten Altersgruppen <b>Regierungsbezirk Düsseldorf</b> im Vergleich 2005 - 2025	3
<b>Abbildung 3:</b> Erwerbslosenquote junger Erwachsener 2004 (Ergebnis des Mikrozensus) nach höchstem allgemeinbildenden Schulabschluss in <b>NRW</b>	4
<b>Abbildung 4:</b> Entwicklung der sozialversicherungspflichtig beschäftigten Arbeitnehmer (svB) 1987-2005 (jeweils 30.6.) hier: <b>Regierungsbezirk Düsseldorf</b>	5
<b>Abbildung 5:</b> Industrie-Umsatz nach In- und Auslandsumsatz sowie Exportquote <b>im Regierungsbezirk Düsseldorf</b>	6
<b>Abbildung 6:</b> Bruttoanlageninvestitionen 1991 bis 2003 im <b>Regierungsbezirk Düsseldorf</b>	6
<b>Abbildung 7:</b> Bruttowertschöpfung nach Sektoren 1991 bis 2004 für den <b>Regierungsbezirk Düsseldorf</b>	7
<b>Abbildung 8:</b> <b>Wissen</b> (Kumulierter Innovationsindex) <b>ZENIT</b> Innovation Scoreboard 2005	9
<b>Abbildung 9:</b> <b>Wissensschaffung</b> (Kumulierter Innovationsindex) <b>ZENIT</b> Innovation Scoreboard 2005	9
<b>Abbildung 10:</b> <b>Transfer, Finanzierung, Infrastruktur</b> (Kumulierter Innovationsindex) <b>ZENIT</b> Innovation Scoreboard 2005	10
<b>Abbildung 11:</b> <b>Innovationsübersicht der Länder</b> (Kumulierter Innovationsindex) <b>ZENIT</b> Innovation Scoreboard 2005	10
<b>Abbildung 12:</b> Innovationsfähigkeit der Gesellschaft in den Industrienationen	11
<b>Abbildung 13:</b> Bestandene Prüfungen in den Prüfungsjahren 1999 / 2005 <b>Studienbereich Mathematik, Naturwissenschaften</b>	12
<b>Abbildung 14:</b> Die stärksten Innovationsregionen in der Bundesrepublik <b>FuE-Beschäftigte / Patentanmeldungen</b>	13
<b>Abbildung 15:</b> Innovative Leistungsfähigkeit der Regionen <b>Technologische Leistungsfähigkeit und Nutzungsgrad des techn. Potenzials</b>	13
<b>Abbildung 16:</b> Patentanmeldungen 1996 bis 2002 nach <b>Bundesländern</b>	14
<b>Abbildung 17:</b> Entwicklung der Forschungsintensität 1991 bis 2003 nach <b>Bundesländern</b>	15
<b>Abbildung 18:</b> Gemeldete Berufsausbildungsstellen seit Beginn des Berichtsjahres nach Berufsgruppen 1994/1995 im Vergleich zu 2005/2006 in <b>NRW</b>	17
<b>Abbildung 19:</b> Cluster- Akteurgruppen	19

---

**noch Abbildungen im Textteil**

	<b>Seite</b>
<b>Abbildung 20:</b> Forschung und Entwicklung an außeruniversitären Einrichtungen der <b>Region Ruhr</b> im Bereich <b>IT Sciences</b>	23
<b>Abbildung 21:</b> Zentrale Einrichtungen an den Hochschulen der <b>Region Ruhr</b> im Bereich <b>IT Sciences</b>	24
<b>Abbildung 22:</b> Schwerpunkte der Forschung im Bereich <b>IT Sciences</b> an den Hochschulen der <b>Region Ruhr</b>	26
<b>Abbildung 23:</b> Entwicklung von Teilbranchen im Bereich <b>TIMES</b> 2005 gegenüber 1999 im <b>Regierungsbezirk Düsseldorf</b>	28
<b>Abbildung 24:</b> Generelle Entwicklungstendenzen und Bezug zur <b>Nanotechnologie</b> schematische Darstellung	29
<b>Abbildung 25:</b> BMBF-Nano-Map <b>Karte Bundesrepublik Deutschland</b>	30
<b>Abbildung 26:</b> Eine Zusammenstellung der in der Literatur zu findenden Marktabschätzungen	32
<b>Abbildung 27:</b> Beispiele für Anwendungsoptionen und Reifegrad <b>nanotechnologischer</b> <b>Entwicklungen in verschiedenen Wirtschaftsbranchen (VDITZ GmbH)</b>	33
<b>Abbildung 28:</b> <b>Anwendungs- und Produktionsoptionen</b> der Nanotechnologie	34
<b>Abbildung 29:</b> Technologieangebot der deutschen MST- Unternehmen und –institute <b>nach MST- Atlas Deutschland 2005</b>	35
<b>Abbildung 30:</b> Absatzmärkte der deutschen MST- Unternehmen und –institute <b>nach MST- Atlas Deutschland 2005</b>	36
<b>Abbildung 31:</b> Überblick über die MST-Cluster <b>Karte MST- Atlas Deutschland 2005</b>	37
<b>Abbildung 32:</b> Technologien und Märkte im Cluster Ruhrgebiet (ohne Dortmund, mit Düsseldorf) <b>Ruhrgebiet</b>	38
<b>Abbildung 33</b> Eckdaten der deutschen <b>Core- Biotech- Industrie</b> 2002/2003	40
<b>Abbildung 34</b> Überblick über die Brennstoffzellentechnik <b>HFP Strategic Overview, Juli 2005</b>	49

Das *Datenmosaik* wurde erstellt durch das Team Statistik (Dezernat 62)  
und das Team Strukturpolitik (Dezernat 63)  
der Bezirksregierung Düsseldorf

Mit freundlicher Unterstützung des **Landesamtes für Datenverarbeitung und Statistik NRW**,  
der **Regionaldirektion NRW der Bundesagentur für Arbeit** und **Zentrum für Innovation und Technik in NRW**  
(ZENIT) (siehe auch Anhang: Quellen und weitere Links)

- Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

## Zusammenfassung

Im vorliegenden Datenmosaik Nr. 21 werden die Stärken und Herausforderungen wirtschaftlich-technischer Innovationen im Regierungsbezirk Düsseldorf bzw. im Land NRW untersucht.

**Kapitel 1** erläutert die fundamentale Bedeutung von Wissen als Basis von Innovation und Wachstum in der Informationsgesellschaft.

Aus den Rahmendaten (**Kapitel 2**) ergibt sich insbesondere:

- Die demografische Entwicklung lässt den Nachwuchs schwinden, der am Arbeitsmarkt fehlen wird (2.2)
- Bildung schützt vor Arbeitslosigkeit (2.3)
- Die Exporte konnten gesteigert werden, so dass der Exportanteil der NRW-Industrie von 1999 bis heute von ca. 35 auf 42 % stieg (2.5)
- Trotz sinkender Beschäftigung (2.4) konnte die Bruttowertschöpfung in den letzten Jahren deutlich gesteigert werden (2.7).
- Unternehmensnahe Dienstleistungen, die Informationstechnik und das Gesundheitswesen sind die wesentlichen „Jobmaschinen“ (2.7)
- Im **Innovationswettbewerb** innerhalb Deutschlands und der EU steht NRW vor großen **Herausforderungen** im Wettbewerb mit starken Konkurrenzregionen (2.8), insb. in den Bereichen
  - · Lebenslanges Lernen
  - · Erwerbstätige in der Hochtechnologieproduktion
  - · Industrielle Forschungs- und Entwicklungs- (F&E)Aufwendungen.
  - · Patentanmeldungen
  - · Venture-Kapital für Frühphasenfinanzierung
  - · Investitionen im Produzierenden Gewerbe
- Die erfreuliche aktuelle Konjunktorentwicklung ist noch nicht in der Lage, den Beschäftigungsabbau der vergangenen Jahre zu kompensieren.

Das **Kapitel 3** setzt sich auseinander mit Ansätzen zur Innovationsförderung:

- Vorrangig sind massive Anstrengungen in der Bildung gefordert:
  - Schulen, Unternehmen und Eltern sind aufgerufen, mehr kreative junge Leute für Technik und Naturwissenschaften zu begeistern.
  - Anreize, die zur Aufnahme eines Studiums führen
  - Auch die Berufsausbildung im Dualen System muss wieder verstärkt und auf Schlüsselqualifikationen ausgerichtet werden.(3.4)
  - Wegen des Aufholbedarfs des Landes NRW und des aus demografischen Gründen absehbaren Nachwuchsmangels müssen alle Beteiligten einschließlich der Unternehmen ihre Weiterbildungsbemühungen verstärken („Lebenslanges Lernen“)
- Von den Unternehmen in NRW muss ein deutlich verstärkter Ressourceneinsatz in Forschung und Entwicklung erwartet werden. Die Anreizwirkung der öffentlichen Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen auf die der Wirtschaft sollte optimiert werden (3.3).
- Wissenstransfer-Netzwerke müssen weiter ausgebaut werden (3.5)
- Vorhandene Forschungsstandorte sind weiter zu stärken und zu profilieren (3.6)
- Vorhandene räumlich-sektorale Cluster innovativer Akteure sind weiter zu stärken(3.7)

In **Kapitel 4** werden exemplarisch Zukunftsfelder untersucht. In allen Feldern gibt es in NRW viel versprechende Ansätze.

- Die Branchen der Telekommunikation, Informationstechnik, Medien, Entertainment und Sicherheit („**TIMES**“) mit den Standorten vorwiegend in Köln, Dortmund und Ruhrgebiet West mit Düsseldorf(4.1).
- Die Querschnittstechnik **Nano- und Mikrotechnologien** mit Standorten an Rhein und Ruhr (4.2).
- **Life Sciences** als Entwicklungsgrundlage im Gesundheitswesen mit wichtigen Standorten im Rheinland (4.3).
- Die Querschnittstechnik **RFID** (4.4).
- Die Zukunftstechnologie **Brennstoffzelle** im Bereich der Optimierung natürlicher Ressourcen, Umwelt- und Energietechnik (4.4).



# 1 Einleitung

Das Land NRW mit seinem wirtschafts- und bevölkerungsstärksten Regierungsbezirk Düsseldorf gehört zu den wichtigsten Wirtschaftsregionen der Europäischen Region. Eine insgesamt ausgezeichnete technische und Bildungs-Infrastruktur, die Erreichbarkeit, die zentrale Lage in Mitteleuropa sowie der vielfältig verflochtene Arbeitsmarkt sind positive Standortfaktoren.

All diese Faktoren reichen indes nach dem vorher Gesagten nicht aus, um in der globalisierten Wirtschaft dem Konkurrenzkampf der Metropolregionen dauerhaft gewachsen zu sein. In dieser Konkurrenz geht es um intelligente, hochwertige, marktgerechte und innovative Produkte, Erschließung neuer Märkte, Vorhalten und Entwickeln von Know-how u.v.m. Innovationen und Wissen sind Produktionsfaktoren geworden.

## 1.1 Wissen als Grundlage für Innovationen und Wachstum

Die Zunahme des Welthandels, der wesentlich schneller verläuft als das Wachstum der Weltwirtschaft insgesamt, gehört zu den charakteristischen Auswirkungen der Globalisierung der Wirtschaft. Der jüngste Globalisierungsschub hat in Deutschland dazu geführt, dass der Anteil der Summe aus Exporten und Importen am Bruttoinlandsprodukt (BIP) von knapp 40 Prozent im Jahre 1995 auf 63 Prozent im Jahr 2005 gestiegen ist (lt. IW-Trends, Juni 2006).

Insbesondere auf der Importseite ist eine stärkere Handelsverflechtung mit den neuen EU-Staaten sowie China gegeben. Diese Länder dringen zunehmend in die bisherigen Spezialisierungsfelder der Industrienationen bei höherwertigen Gütern vor. Somit stehen Deutschland und die europäischen Staaten stetig vor der Herausforderung, sich neue und höherwertige Produktions- und Exportbereiche zu erschließen. Daher hat der Europäische Rat im Jahr 2005 die neue Lissabonner Partnerschaft für Wachstum und Beschäftigung auf den Weg gebracht und Wissen und Innovation zu einem von drei Hauptaktionsbereichen bestimmt.

Nicht mehr nur die Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital schaffen Wohlstand, sondern Innovationen erzeugen Wohlergehen. Der Rohstoff für Innovationen in unserer Wissensgesellschaft ist Wissen. Wissen ist die wichtigste Ursache wirtschaftlichen Wachstums. Es wird weniger individuell erzeugt und genutzt als vielmehr verteilt und in Gruppen genutzt. Deshalb entstehen leichter organisierte und institutionalisierte Wissensnetzwerke als sogenannte Innovationsarenen, die sowohl von der Wirtschaft als auch von der Wissenschaft untereinander ausgetauscht werden können.

Eine zentrale Bedeutung hat die Produktion von Spitzentechnologien und hochwertigen Technologien sowie von wissensbasierten Dienstleistungen. Ferner wird auf die zunehmende Bedeutung schulischer Aus- und Weiterbildungsprozesse und wissens- und kommunikationsintensiver Dienstleistungen (Wissensarbeit) hingewiesen. Es geht also um Veränderungen im technologischen und wirtschaftlichen Bereich (neue Informations- und Kommunikationstechnologien), im Bereich der Bildungsplanung, Organisation (Wissensmanagement) und Arbeit (Wissensarbeit).

Der Wandel der Erfolgsfaktoren von der Industriegesellschaft zur Wissensgesellschaft wird in der nachstehenden Tabelle aufgezeigt:

Abbildung 1:

**Von der Industriegesellschaft zur Wissensgesellschaft  
Wandel der Erfolgsfaktoren**

Industriezeitalter		Wissenszeitalter
Materielle Güter	<input type="checkbox"/>	Immaterielle Güter
Klassische Arbeitsteilung	<input type="checkbox"/>	Koordination einzelner Arbeitsbereiche
Massenabsatz	<input type="checkbox"/>	Bedarfsgerechte Produktion
Operationale Effizienz	<input type="checkbox"/>	Innovation, Aktualisierung von Wissen
Management, Kontrolle	<input type="checkbox"/>	Gemeinsame Ziele und Perspektiven
Ausbildung	<input type="checkbox"/>	Lebenslanges Lernen

(Quelle: Fraunhofer-ISI, 13. April 2000)

## 1.2 Vorgehensweise der Studie

Wie sind nun NRW und der Regierungsbezirk Düsseldorf in dieser Konkurrenzsituation aufgestellt? Mit welchen Pfunden können wir wuchern, wo liegen also unsere Stärken, die wir gezielt ausbauen sollten? Wo haben wir andererseits Defizite, an deren Abstellung wir arbeiten sollten? Das vorliegende Datenmosaik versucht anhand geeignet erscheinender Indikatoren die Innovationspotentiale und -schwächen zu identifizieren sowie einige Zukunftsfelder exemplarisch zu untersuchen.

Die weitere Untersuchung ist in folgende Teile gegliedert:

In **Kapitel 2** werden wichtige allgemeine ökonomische und soziale **Rahmendaten** dargestellt.

In **Kapitel 3** werden bedeutende **Parameter der Innovation** vorgestellt, mit anderen Regionen verglichen und erste Handlungsempfehlungen entwickelt.

In **Kapitel 4** werden exemplarisch **Zukunftsfelder**, die sich durch hohe Innovationskraft auszeichnen, anhand geeigneter Indikatoren beschrieben. In diesem Rahmen wird auf Schlüsseltechnologien eingegangen, die im globalen Wettbewerb eine Rolle spielen können.

Schließlich werden Hinweise zu **Quellen** und weiterführenden **Informationen** im Anhang dargestellt.

Sofern belastbare Daten für den Regierungsbezirk Düsseldorf erhältlich sind, werden diese zugrunde gelegt, im übrigen ist das Land NRW Datenbasis.

## 2 Rahmendaten

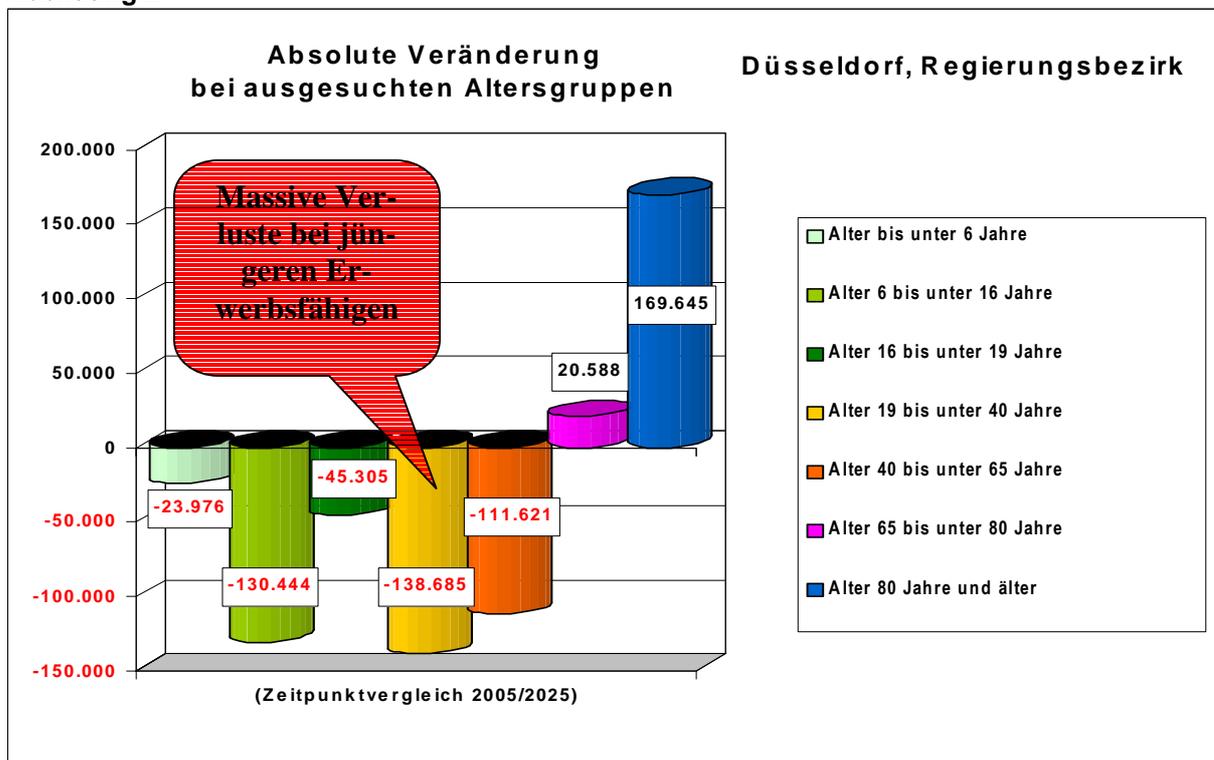
### 2.1 Region

Das Bundesland NRW mit seinen 18 Mio. Einwohnern konkurriert mit europäischen Metropolregionen wie London, Berlin, Mailand oder Paris. Der Regierungsbezirk Düsseldorf ist mit seinen über 5 Mio. Einwohnern (ca. 30% von NRW) der größte Bezirk des Landes und damit ein wirtschaftliches Schwergewicht. Mit einer gut ausgebauten Verkehrs-, Kommunikations-, Kultur- und Bildungsinfrastruktur ist NRW im internationalen Vergleich gut aufgestellt. Die Ernennung der Stadt Essen zur Kulturhauptstadt Europas 2010 stellvertretend für das Ruhrgebiet und der Erfolg der REGIONALE 2006 im Bergischen Städtedreieck illustrieren zudem: es gibt eine Vielfalt von kleinteiligen und lebenswerten Kulturlandschaften auf engem Raum etwa mit den rheinischen Großstädten Düsseldorf und Köln, dem Niederrhein, dem Bergischen Land und dem Ruhrgebiet.

### 2.2 Bevölkerungsentwicklung

Die Bevölkerungsvorausberechnung des LDS bis 2050 für NRW und für den Regierungsbezirk Düsseldorf bis 2025 lässt erhebliche regionale Unterschiede erkennen. Ruhrgebiet und Bergisches Städtedreieck werden teilweise deutlich an Bevölkerung verlieren, die Städte am Rhein sowie im Münsterland und im Raum Bielefeld-Paderborn werden an Bevölkerung gewinnen.

Abbildung 2



Quelle: LDS NRW - Eigene Auswertung Dezernat 62, Bezirksregierung Düsseldorf

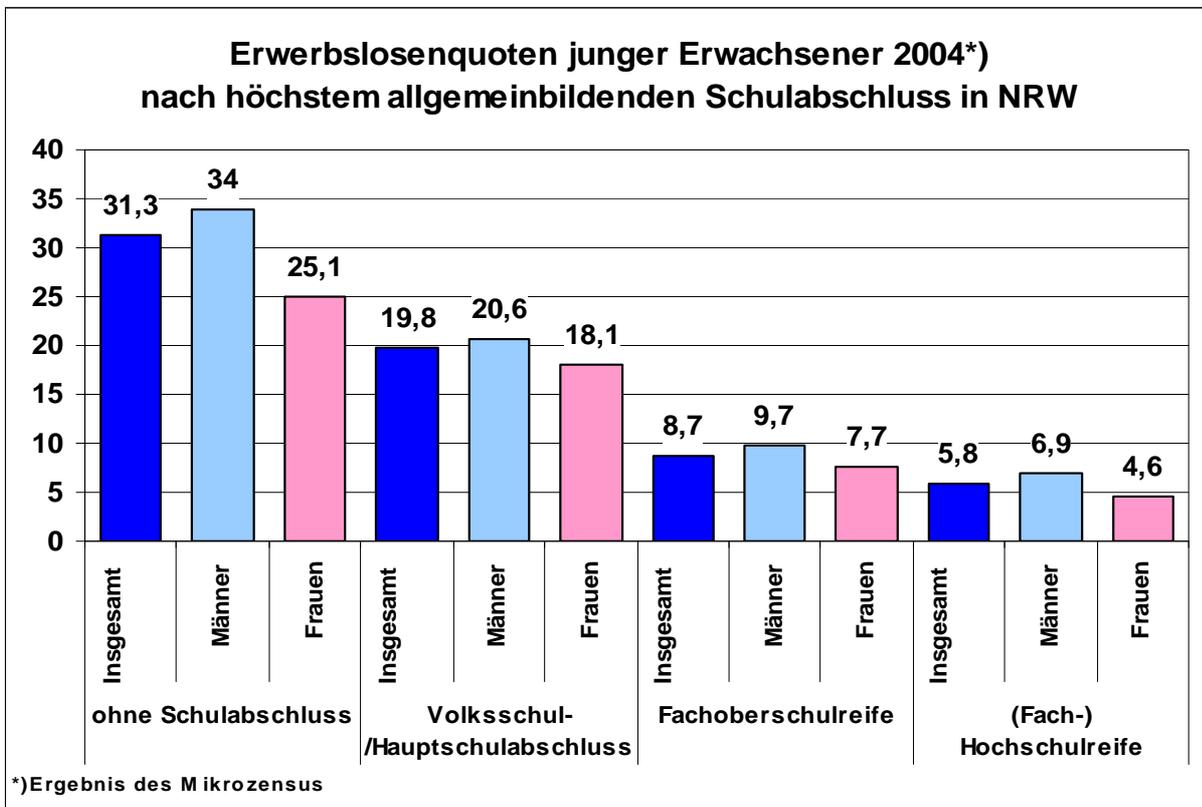
Eine gravierende Umschichtung ist bei der Altersstruktur zu erwarten: das Potenzial der **Menschen im erwerbsfähigen Alter zwischen 19 und 65 Jahren** wird zum Teil massiv schrumpfen. Besonders gravierend werden die Einbußen bei den **jüngeren Erwerbsfähigen im Alter zwischen 19 und 40 Jahren** sein. Allein für den Regierungsbezirk Düsseldorf wird bis 2025 ein **Minus von fast 140.000 Personen** dieser Altersgruppe erwartet. Diese Gruppe gilt meist als die Zielgruppe für die Nachwuchs-Rekrutierung und als Ressource für Innovationen. Hier ist ein Engpass zu erwarten, auf den von allen Beteiligten eine Antwort gefunden werden muss.

### 2.3 Arbeitslosigkeit

Der Regierungsbezirk Düsseldorf hatte Ende Oktober 2006 eine Arbeitslosenquote (*alle zivilen Erwerbspersonen*) von 11,4 %. In NRW sind es zum gleichen Zeitpunkt 10,6 %. Die Arbeitslosigkeit in NRW ist regional unterschiedlich verteilt. Ausgeprägt ist sie vor allem im Ruhrgebiet und Bergischen Städtedreieck, relativ niedrig insb. an der Rheinschiene südlich des Ruhrgebietes, im Südwesten des Landes, im Münsterland und im Raum Bielefeld-Paderborn.

Aus den Arbeitsmarktdaten ergibt sich nach wie vor der Schluss, dass Bildung vor Arbeitslosigkeit schützt: während in NRW von den jungen Erwachsenen ohne Schulabschluss ca. 31% erwerbslos sind, trifft dies nur auf knapp 9 % mit Fachoberschulreife und unter 6 % mit Hochschulreife zu. Besonders ausgeprägt ist die Arbeitslosigkeit bei den hier lebenden Ausländern – sie ist fast doppelt so hoch wie bei der Deutschen Bevölkerung (*Bildungsbericht LDS 2004*)

Abbildung 3



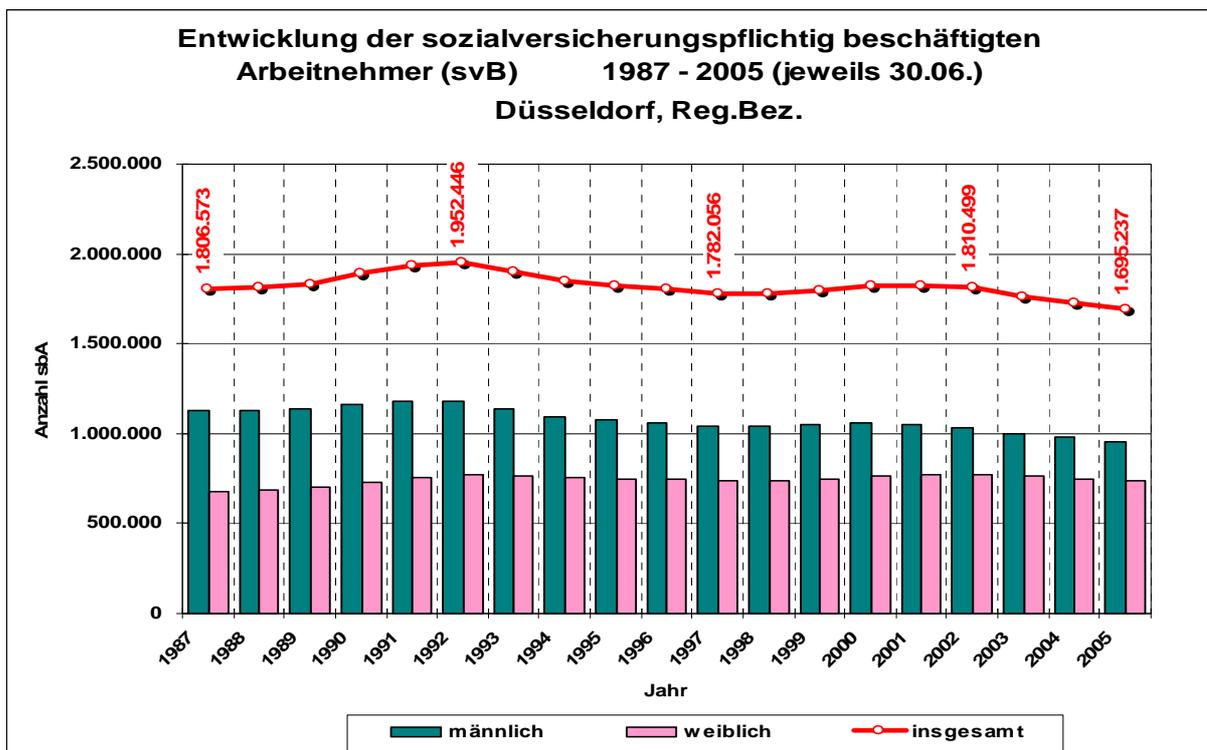
Quelle: LDS NRW - Eigene Auswertung Dezernat 62, Bezirksregierung Düsseldorf

## 2.4 Beschäftigtenentwicklung

Von 1999 bis 2005 ist die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Regierungsbezirk Düsseldorf von ca. 1,8 Mio. auf ca. 1,7 Mio. um etwa 5% gesunken. Dieser Rückgang traf fast ausschließlich die männlichen Beschäftigten mit -8,3%, während die Frauen nur um 0,5% verloren.

Auch regional verteilt sich der Beschäftigungsrückgang unterschiedlich. Er geht hauptsächlich zu Lasten des westlichen Ruhrgebiets (Essen, Mülheim, Oberhausen) mit -7,4% und des Bergischen Städtedreiecks mit -10,9%. Die Arbeitsmarktregionen Niederrhein-Duisburg mit -3,8% sowie Düsseldorf-mittlerer Niederrhein mit -3,1% verlieren deutlich weniger Arbeitsplätze.

Abbildung 4



Quelle: BA NRW - Eigene Auswertung Dezernat 62, Bezirksregierung Düsseldorf

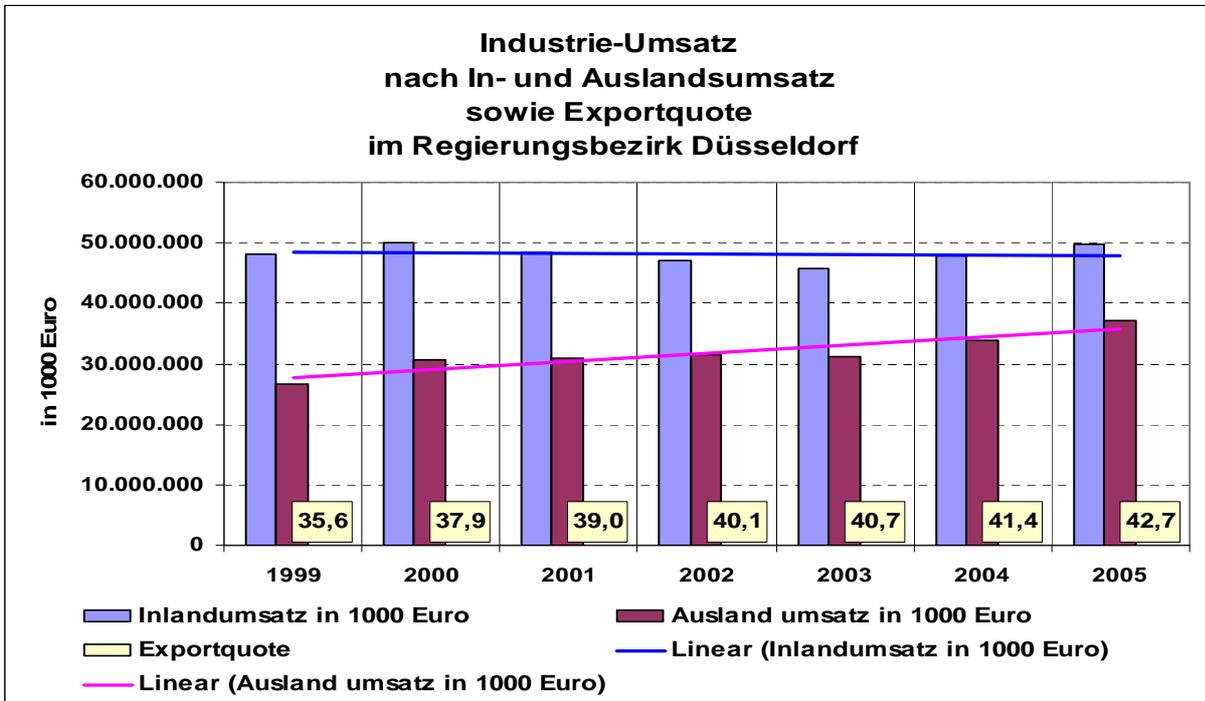
Branchenbezogen betraf der Verlust vor allem das Bau- und das produzierende Gewerbe. Dagegen gewannen die Dienstleistungen in diesem Zeitraum leicht dazu. Besonders das Gesundheits- und Sozialwesen sowie der Bereich Grundstückswesen und unternehmensnahe Dienstleistungen wuchsen hier. Demgegenüber hat der Handel massiv Arbeitsplätze verloren.

## 2.5 Umsatzentwicklung

Im Regierungsbezirk Düsseldorf wuchsen die Außenhandelsumsätze der Industrie stark an von ca. 26 Mrd. € auf etwa 36 Mrd. €, also um etwa ein Drittel. Dagegen stagnierten die Inlandsumsätze seit 1999 bei knapp 50 Mrd. €. Diese Entwicklung illustriert die ausgeprägte Verflechtung gerade des Regierungsbezirkes Düsseldorf wie auch des gesamten Landes NRW mit der Weltwirtschaft. Die Exportquote im Regierungsbezirk Düsseldorf ist entsprechend in dieser Zeit von 35,6 % auf 42,7 % ge-

stiegen. Im Jahr 2006 zeichnet sich ab, dass erstmals auch wieder der Inlandsumsatz wächst.

Abbildung 5

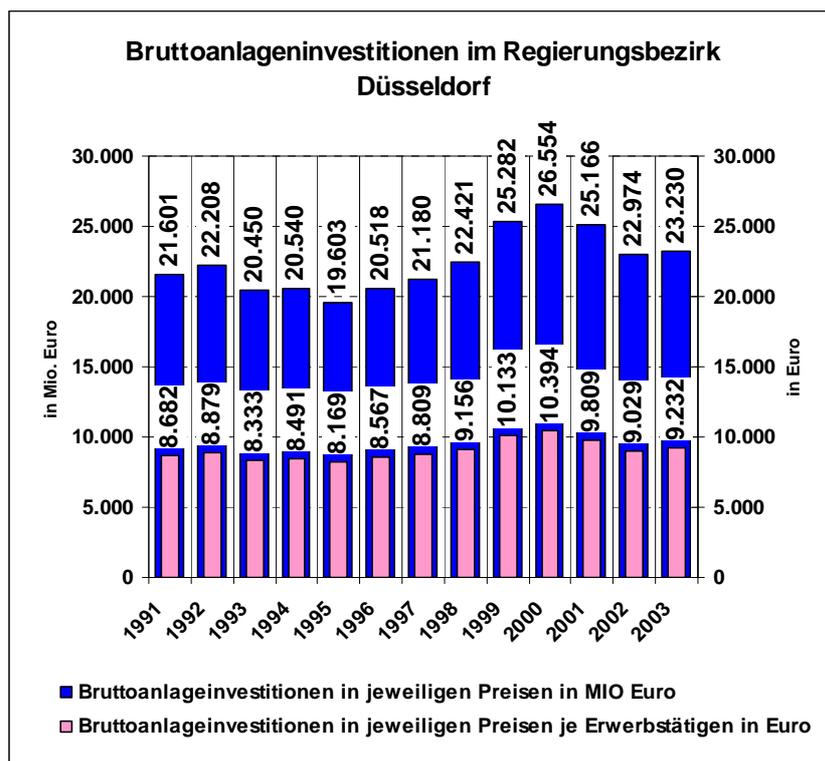


Quelle Abb. 5 und 6: LDS NRW - Eigene Auswertung Dezernat 62, Bezirksregierung Düsseldorf

## 2.6 Investitionen

Abbildung 6

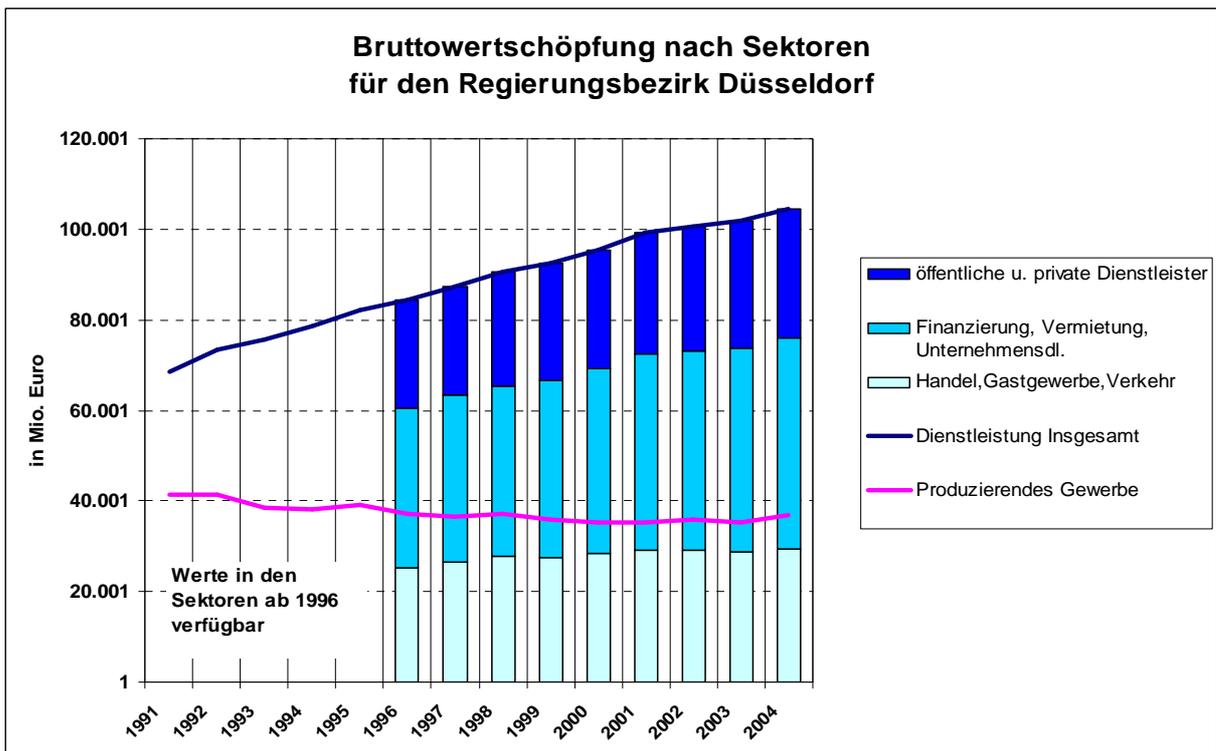
Investitionen sind einer der wichtigsten Indikatoren für die Nachhaltigkeit einer wirtschaftlichen Wachstumsentwicklung. Im Regierungsbezirk Düsseldorf zeigt sich über einen längeren Zeitraum eine Stagnation der Anlageinvestitionen sowohl in der absoluten als auch der relativen Höhe pro Erwerbstätigen. Lediglich 1999-2000 gab es einen Höhepunkt im Zusammenhang mit den Erwartungen in die sogenannte „New Economy“. Aktuell zeichnet sich indes ein erfreulicher Aufwärtstrend ab.



## 2.7 Bruttowertschöpfung

Die Entwicklung der Bruttowertschöpfung zeigt im Zeitvergleich eine stark unterschiedliche Entwicklung der volkswirtschaftlichen Sektoren. Es ist zu erkennen, dass die Dienstleistungen deutlich wachsen konnten, während das produzierende Gewerbe leicht rückläufig war. Wachstumsträger sind insbesondere die Bereiche Finanzierung, Vermietung, Unternehmensdienstleistungen, und in dieser Branche vor allem die unternehmensnahen Dienstleistungen. Auch öffentliche und private Dienstleistungen legten leicht zu, während Handel, Gastgewerbe und Verkehr stagnierten.

Abbildung 7



Quelle: LDS NRW - Eigene Auswertung Dezernat 62, Bezirksregierung Düsseldorf

## 2.8 Innovationsindikatoren

NRW im Vergleich zu den Niederlanden, Bayern, Baden-Württemberg sowie innerhalb Deutschlands.

NRW zählt zu den wirtschaftlich leistungsfähigsten Regionen der EU. Das Land steht gleichwohl in Konkurrenz zu den wachstums- und innovationsstärksten europäischen Metropolregionen und muss und will sich mit diesen messen lassen. In einer umfassenden Studie des Zentrums für Innovation und Technik (**ZENIT**) zeigt NRW im Vergleich zu den Niederlanden und den Bundesländern Baden-Württemberg und Bayern Stärken und Schwächen.

In den folgenden Diagrammen wird NRW jeweils verglichen mit den Ländern der Bundesrepublik Deutschland, den Niederlanden und dem EU-Durchschnitt.

Auch wenn die Einzelindikatoren nicht überbewertet werden sollten, ergibt sich, dass NRW

- insgesamt im Vergleich zur EU und der Bundesrepublik recht gut dasteht,
- bei vielen Indikatoren mithält,
- bei einigen, aber auch insbesondere im Verhältnis zu den Niederlanden, Bayern und Baden-Württemberg zurückbleibt.

Stärken gegenüber dem EU-Durchschnitt liegen vor allem vor bei den Indikatoren

- Beschäftigte in Hochtechnologiebranchen
- Patentanmeldungen beim Europäischen Patentamt
- Drittmittelfinanzierung an den Hochschulen

Auffällig sind die Herausforderungen gegenüber den genannten Wettbewerbern bei den Indikatoren

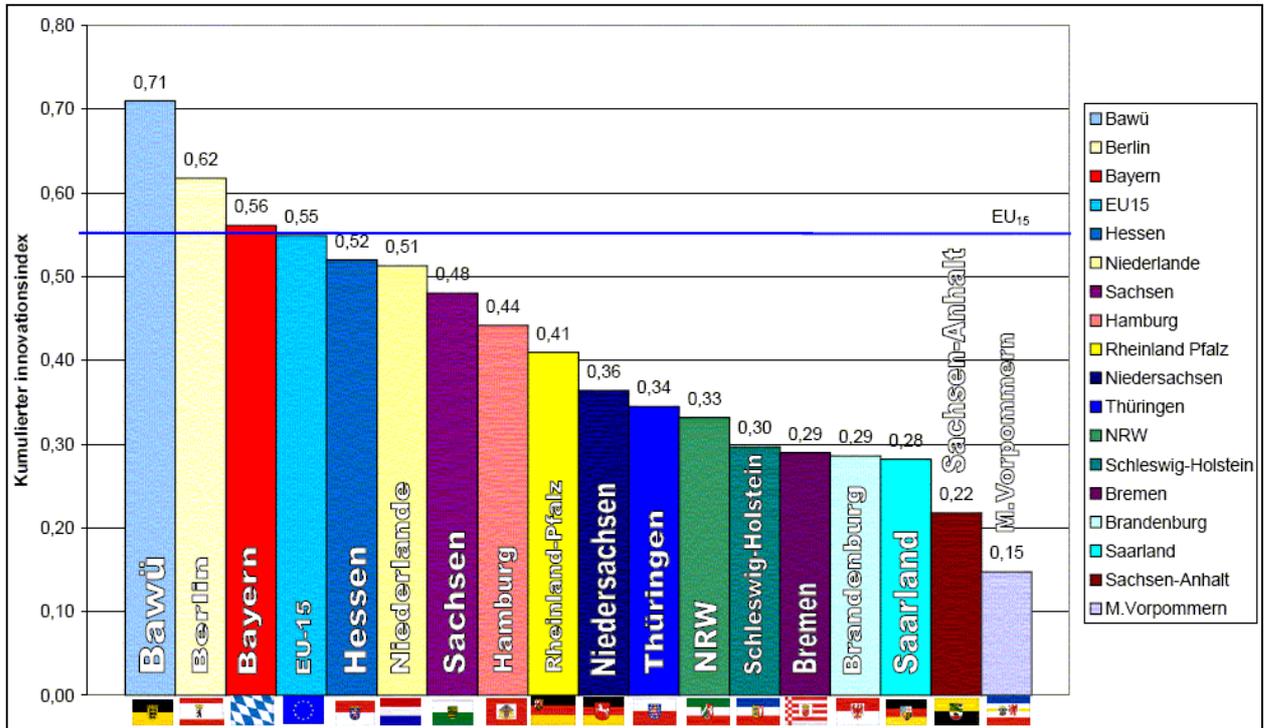
- Lebenslanges Lernen
- Erwerbstätige in der Hochtechnologieproduktion
- Industrielle Forschungs- und Entwicklungs- (F&E)Aufwendungen
- Patentanmeldungen
- Venture-Kapital für Frühphasenfinanzierung
- Investitionen im Produzierenden Gewerbe

Es gibt allerdings kein Handlungsfeld, bei dem NRW gegenüber den Wettbewerbern eindeutige Vorteile aufweist. Bei den Parametern, die einen Rückstand anzeigen, besteht dringender Handlungsbedarf. Da es nicht ausreicht, durchschnittlich zu sein und die Konkurrenzregionen sich ebenfalls weiter entwickeln, entsteht Verbesserungsbedarf auch in allen übrigen Bereichen. Demzufolge muss eine Innovationsstrategie an allen Handlungsfeldern ansetzen.

Durch den Zeitvergleich wird zudem deutlich, dass die Wettbewerbssituation des Landes NRW in der jüngsten Vergangenheit konstant geblieben ist; der Aufholbedarf besteht also weiterhin.

### 2.8.1 Wissen

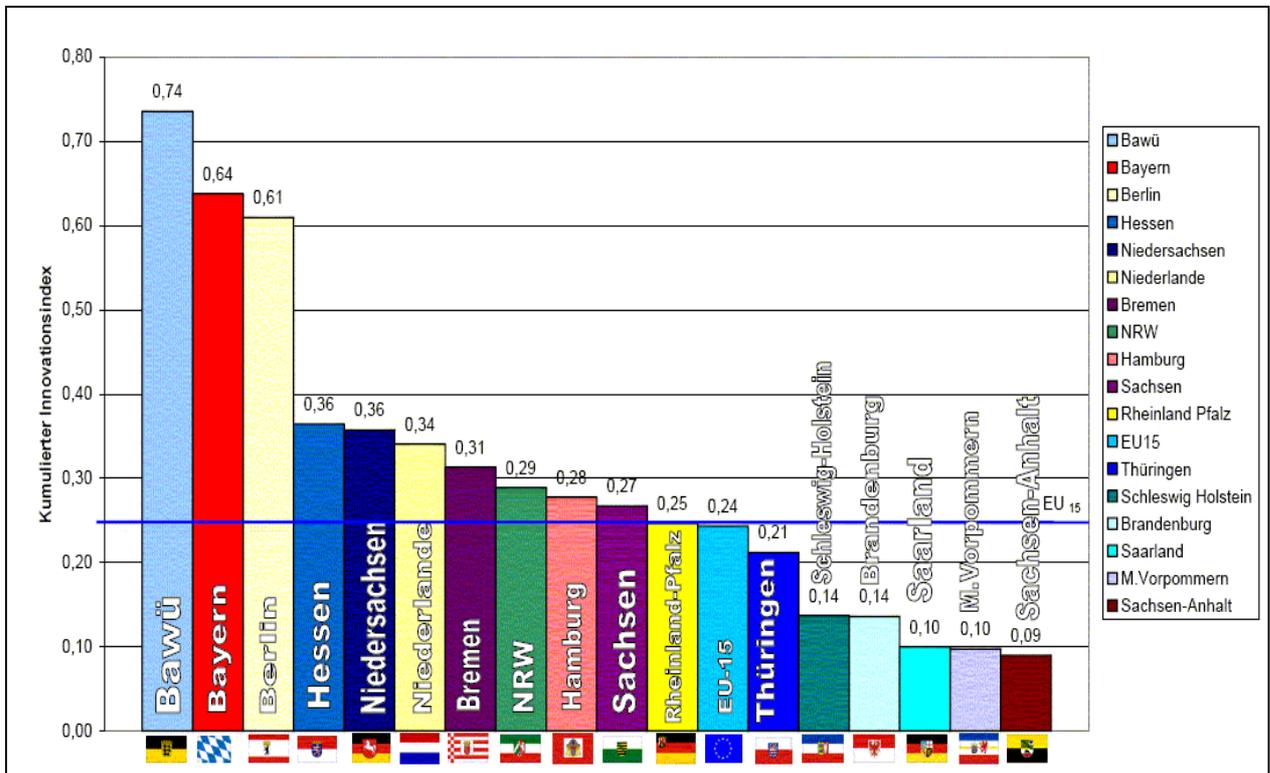
Abbildung 8



(Quelle: ZENIT Innovation Scoreboard 2005)

### 2.8.2 Wissenschaft

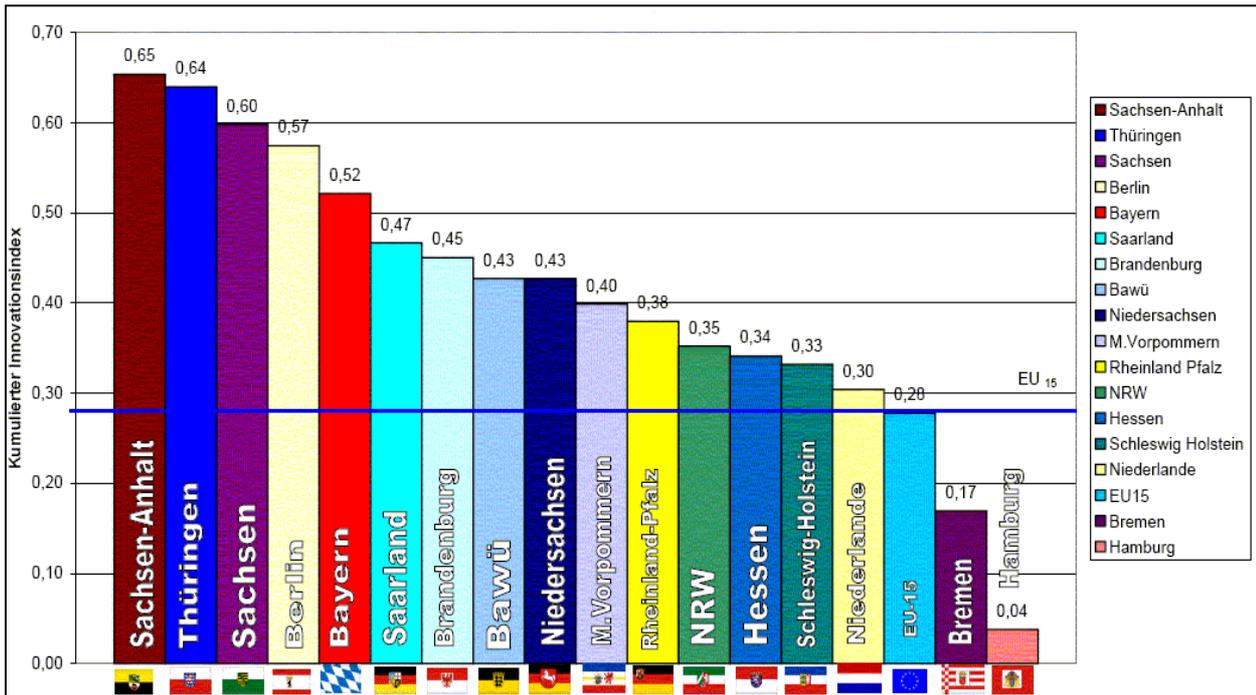
Abbildung 9



(Quelle: ZENIT Innovation Scoreboard 2005)

### 2.8.3 Transfer, Finanzierung, Infrastruktur

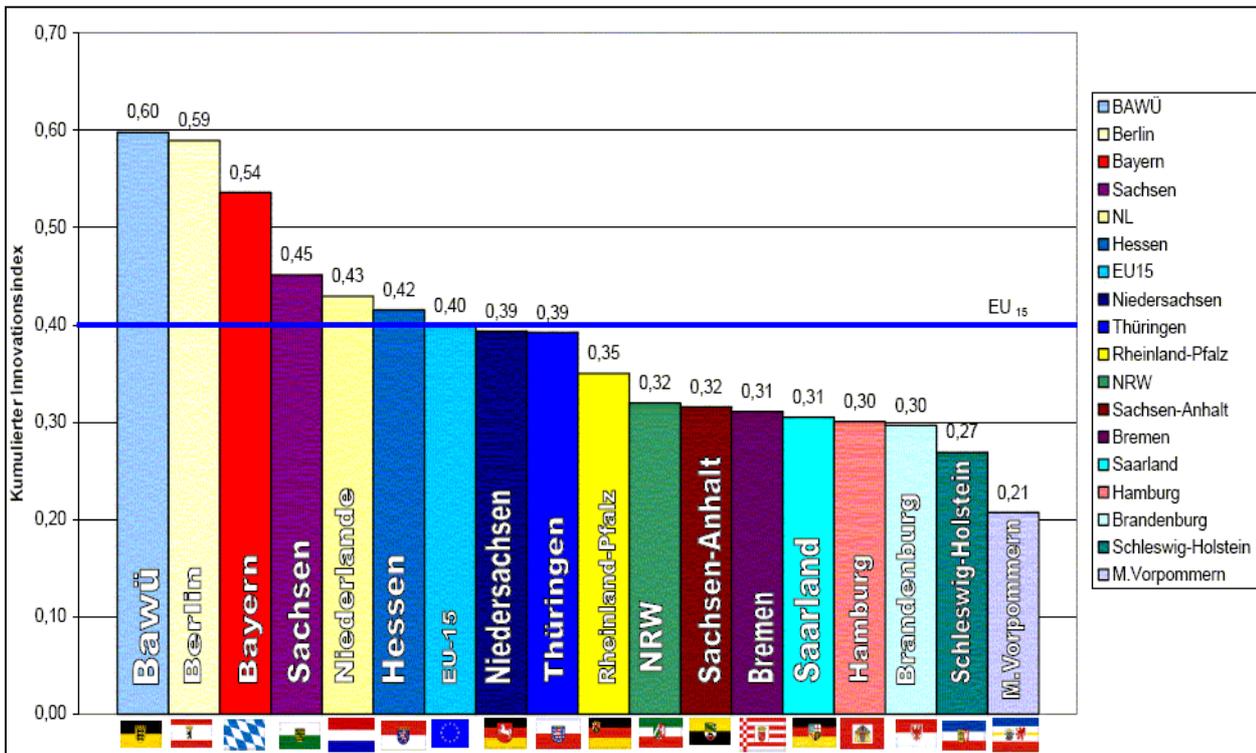
Abbildung 10



(Quelle: ZENIT Innovation Scoreboard 2005)

### 2.8.4 Innovationsübersicht der Länder

Abbildung 11



(Quelle: ZENIT Innovation Scoreboard 2005)

### 3 Innovationsstrategien

#### 3.1 Gesellschaftliches Klima und Innovationskultur

Die Innovationsfähigkeit unserer Gesellschaft ist aufgrund ihrer Einstellungen (*unternehmerisches Risiko, Einstellung zu Technik und Wissenschaft, Offenheit und Toleranz, Arbeitsmotivation*) und ihres Verhaltens (*Unternehmensgründungen, Technisches Wissen und wissenschaftliches Verständnis, Einbindung von Frauen in den Produktionsprozess, soziales Engagement als positiver Treiber von Innovationen*) wenig ausgeprägt (*DIW-Studie, „Innovationsindikator Deutschland“, September 2005*). Im internationalen Vergleich erzielt die Innovationsfähigkeit der Gesellschaft unseres Landes lediglich Rang 10 (*siehe Abb. 12*). Schulen, Unternehmen und Eltern sind gefordert, mehr kreative junge Leute für Technik und Naturwissenschaften zu begeistern. Die Politik muss dafür die Spielräume schaffen.

Abbildung 12

#### Innovationsfähigkeit der Gesellschaft in den Industrienationen

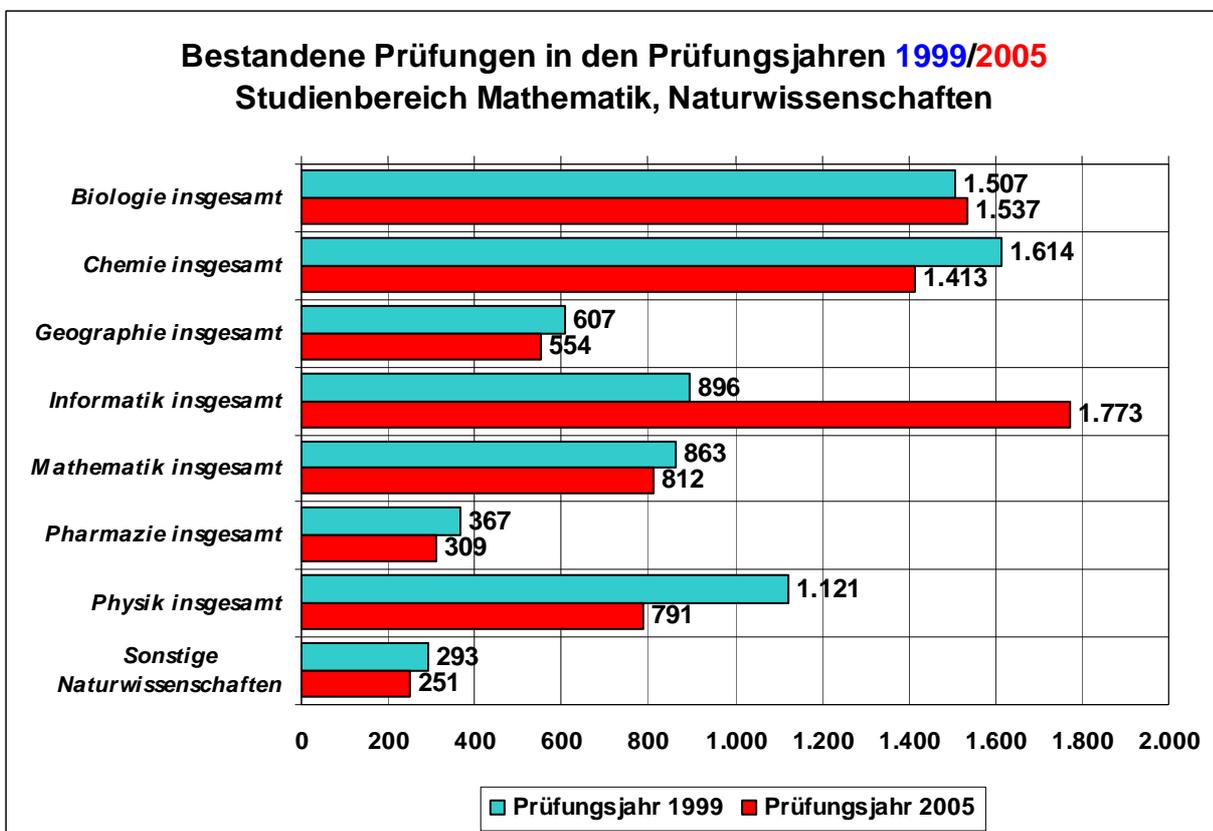
Rang		Punktwert
1	USA	7,00
2	Schweden	5,14
3	Finnland	4,85
4	Niederlande	4,38
5	Dänemark	4,11
6	Großbritannien	4,04
7	Japan	3,75
8	Belgien	3,25
9	Frankreich	3,05
10	Deutschland	2,49
11	Spanien	1,84
12	Italien	1,62
13	Österreich	1,00

Quellen: Originaldaten World Value Survey (WVS), WEF, Eurobarometer, National Science Foundation (NSF); Berechnungen des DIW Berlin

### 3.2 Förderung des menschlichen Wissens

Trotz steigenden Arbeitskräftebedarfs ist in Nordrhein-Westfalen die Entwicklung der Hochschulabsolventenzahlen insbesondere in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächern unerfreulich (siehe **Wissensmanagement 2**, März/April 2006). Die Zahl der Hochschulabsolventen, die Wahl des Studienfachs sowie die Qualität der vermittelten Ausbildung haben maßgebenden Einfluss auf das Innovationsniveau der Zukunft. Wenn der Nachwuchs ausbleibt und außerdem in den nächsten Jahren viele Fachleute aus dem Berufsleben ausscheiden, entsteht künftig eine Lücke, die es zu schließen gilt. Auch die demografische Entwicklung mit dem massiven Rückgang der jüngeren Erwerbsfähigen erzeugt dauerhaften Handlungsbedarf (vgl. Abschnitt 2.2). Hier sind Anreizsysteme gefordert, die zur Aufnahme eines Studiums führen wie optimale Studienbedingungen und –ausstattungen und Änderungen im gymnasialen Lehrsystem, das auf das spätere Studienfach hinweist.

Abbildung 13



Quelle: Amtliche Hochschulstatistik/ Prüfungsstatistik, LDS

### 3.3 Wissensschaffung

In der Region Rhein-Ruhr sind laut **iwd** (13.07.2006) mit ca. 63.700 Beschäftigten die meisten Forscher und Entwickler in Deutschland aktiv. Die Zahl der Patente als Ergebnisse dieser Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen liegt deutlich hinter den Werten für Bayern und Baden-Württemberg. (siehe Abb. 15, Abb. 16 und Abb. 17)

Abbildung 14



(Quelle iwd, 13.07.2006)

Abbildung 15

### Innovative Leistungsfähigkeit der Regionen

Region	Technologische Leistungsfähigkeit			Nutzungsgrad des technologischen Potenzials		
	Wert	Note	Rang	Wert	Note	Rang
München	69,0	1	1	26,0	1	2
Stuttgart	58,2	1	2	6,9	2	16
Darmstadt	49,7	1	3	-4,4	4	71
Mittelfranken	48,0	1	4	4,1	3	25
Mittlerer Ober- rhein	44,6	1	5	3,8	3	27
Rhein-Main	43,8	2	6	26,9	1	1
Köln	41,3	2	7	15,7	1	4
Hamburg	40,0	2	8	15,3	1	5
Düsseldorf	39,9	2	9	15,7	1	3
Regensburg	38,0	2	10	-4,1	4	66
Bochum/Hagen	26,7	3	40	-3,0	4	63
Duisburg/Essen	23,8	3	56	-2,0	4	59
Dortmund	20,0	4	63	-7,9	5	85
Emscher-Lippe	0,4	6	94	-8,5	5	87

(Quelle: Prognos 2002)

Abbildung 16

## Patentanmeldungen nach Bundesländern

Bundesland/Federal German Land	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Baden-Württemberg	9.711	10.156	10.879	11.728	12.486	11.884	12.822
Bayern	9.857	11.132	11.691	12.873	13.301	14.511	14.144
Berlin	1.377	1.313	1.405	1.304	1.265	1.197	1.146
Brandenburg	307	370	444	380	396	384	367
Bremen	137	168	170	166	166	197	150
Hamburg	896	892	893	957	1.222	1.459	1.213
Hessen	4.117	3.8474	4.151	4.240	4.818	4.176	4.133
Mecklenburg-Vorpommern	156	208	215	215	212	179	190
Niedersachsen	2.689	2.877	2.966	3.383	3.529	3.234	2.958
<b>Nordrhein-Westfalen</b>	<b>8.938</b>	<b>9.499</b>	<b>9.657</b>	<b>10.094</b>	<b>10.330</b>	<b>9.880</b>	<b>9.025</b>
Rheinland-Pfalz	1.955	1.924	2.068	2.666	2.504	2.440	2.459
Saarland	214	243	289	296	363	357	340
Sachsen	935	982	1.036	1.017	1.021	902	848
Sachsen-Anhalt	424	444	415	419	466	397	361
Schleswig-Holstein	556	646	656	638	680	661	629
Thüringen	565	617	698	729	762	792	727
<b>Insgesamt/Total</b>	<b>42.834</b>	<b>45.345</b>	<b>47.633</b>	<b>51.105</b>	<b>53.521</b>	<b>52.650</b>	<b>51.513</b>

Quelle: DPMA 2002)

Die Forschungs- und Entwicklungsausgaben liegen in NRW mit 1,8 Prozent des BIP deutlich unter dem Bundesdurchschnitt von 2,6 Prozent und weiter hinter den süddeutschen Ländern (*RWI-Studie "Zu wenig Forschung und Entwicklung", November 2005*). Die im Vergleich der deutschen Bundesländer geringe Forschungsintensität Nordrhein-Westfalens ist weniger auf unterdurchschnittliche Forschungsausgaben der Öffentlichen Hand als auf die relative Forschungsabstinenz der Wirtschaft zurückzuführen. Während die F&E-Ausgaben der Wirtschaft bundesweit bei 1,79 % des BIP liegen (2003), erreichen sie in NRW nur 1,09 %.

Umgekehrt bedeutet dies, dass die staatlichen F&E-Ausgaben bundesweit im Durchschnitt 0,8 % betragen, in NRW 0,7%, in Bayern 0,6%, in Baden-Württemberg 0,9%. Diese Anteile liegen mithin dicht beieinander; die staatlichen Forschungsausgaben in NRW haben demzufolge eine unterdurchschnittliche Anreizwirkung zugunsten von F&E-Ausgaben der Unternehmen.

Die Wirtschaft Nordrhein-Westfalens liegt hinter derjenigen Baden-Württembergs (3,12 %) und Bayerns (2,42 %) zurück (*siehe RWI-Studie*). Anlass zur Sorge sollte vor allem die Tatsache geben, dass NRW in jüngster Zeit im Vergleich zu einigen Bundesländern bzw. zum Bund insgesamt deutlich zurückgefallen ist: Während die F&E-Ausgaben in Deutschland zwischen 1991 und 2003 um 16,7 Mrd. zulegen, waren es in NRW gerade 1,0 Mrd. Das Land hat folglich nur 6% des gesamten Zuwachses auf sich vereinen können – bei einem Bevölkerungsanteil von fast 22%.

Als Ursachen werden in der Studie benannt

1. Besonderheiten der Sektorenstruktur; eine geringere Präsenz forschungsintensiver Industrien in NRW erklärt etwa ein Drittel des Rückstands.
2. Unternehmensstrukturen und -strategien; mehr als ein Drittel der Großunternehmen in NRW sind „Händler“ und „Dienstleister“, für die F&E ohnehin nur in

engen Grenzen in Betracht kommt. Aber auch die meisten Großunternehmen des Verarbeitenden Gewerbes setzten keine starken Akzente im Forschungsbereich.

3. Spezifika der Region; der Strukturwandel von den alten Industrien, insbesondere von Kohle, hin zu den High-Tech-Industrien des 21. Jahrhunderts ist bislang nur zum Teil gelungen.
4. schließlich Institutionen und Politik in einem sehr weit verstandenen Sinne; hier stehen Stärken, beispielsweise beim Ausbau der Hochschullandschaft, Schwächen wie das jahrzehntelange Festhalten an den Steinkohlesubventionen gegenüber. Zwar sind die Einrichtungen der Wirtschaftsförderung stark ausgebaut worden, ihre Erfolge bei der Förderung des Strukturwandels jedoch verhältnismäßig gering.“

Als Region mit schwachem F&E-Aufwand der Unternehmen stellt sich in dieser Untersuchung das Ruhrgebiet heraus. „Die F&E-Ausgaben des Wirtschaftssektors lagen 2001 gerade einmal bei rd. einem Viertel der kumulierten F&E-Ausgaben der drei Ballungsräume des Rheinlandes (Köln-Bonn, Düsseldorf, Aachen). Hätten die Forschungsaufwendungen der privaten Wirtschaft im Ruhrgebiet das mittlere Niveau der drei rheinischen Zentren erreicht, so hätte die F&E-Intensität der NRW-Wirtschaft nicht rd. 1 % des BIP betragen, sondern 1,5 %. Sie hätte damit nur knapp unter dem Wert des Bundes (1,8 %) gelegen.“ (Zu wenig Forschung und Entwicklung? Ursachen und Implikationen der Forschungslücke der nordrhein-westfälischen Wirtschaft Studie für das Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen Kurzfassung, November 2005, **RWI-Projektberichte** November 2005, Kurzfassung, S. 19)

Abbildung 17

#### Entwicklung der Forschungsintensität

	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003	JD-Veränd. 93-03
<b>Baden-Württemberg</b>	3,56	3,87	3,66	3,78	3,85	3,91	3,95	0,19
<b>Bayern</b>	3,27	2,82	2,77	2,73	2,85	3,00	3,02	0,68
<b>Berlin</b>	2,58	3,37	3,12	3,45	3,67	4,22	4,04	1,86
<b>Brandenburg</b>	n.v.	1,35	1,38	1,48	1,59	1,50	1,24	-0,84
<b>Bremen</b>	3,00	2,66	2,95	2,09	2,13	2,16	2,77	0,40
<b>Hamburg</b>	1,66	1,76	1,94	1,96	1,82	1,51	1,87	0,60
<b>Hessen</b>	2,49	2,34	2,27	2,24	2,52	2,46	2,69	1,39
<b>Mecklenburg-Vorpommern</b>	n.v.	1,01	0,95	0,97	1,01	1,20	1,34	2,86
<b>Niedersachsen</b>	1,78	1,68	1,76	1,76	2,30	2,51	2,88	5,55
<b>NRW</b>	<b>2,06</b>	<b>1,82</b>	<b>1,65</b>	<b>1,69</b>	<b>1,77</b>	<b>1,77</b>	<b>1,80</b>	<b>-0,11</b>
<b>Rheinland-Pfalz</b>	2,09	1,87	1,80	2,12	2,22	2,01	1,80	-0,39
<b>Saarland</b>	0,85	0,97	0,90	0,96	0,96	1,02	1,10	1,21
<b>Sachsen</b>	n.v.	1,95	1,96	2,19	2,40	2,52	2,36	1,92
<b>Sachsen-Anhalt</b>	n.v.	1,49	1,35	1,28	1,26	1,28	1,18	-2,29
<b>Schleswig-Holstein</b>	1,27	1,26	1,12	1,09	1,09	1,15	1,12	-1,17
<b>Thüringen</b>	n.v.	1,54	1,60	1,71	1,61	2,07	1,92	2,24
<b>Deutschland</b>	2,52	2,37	2,26	2,29	2,44	2,51	2,56	0,80
<b>Westdeutschland</b>	2,51	2,37	2,28	2,32	2,47	2,51	2,61	0,93
<b>Ostdeutschland</b>	0,96	2,12	1,99	2,12	2,21	2,44	2,29	0,79

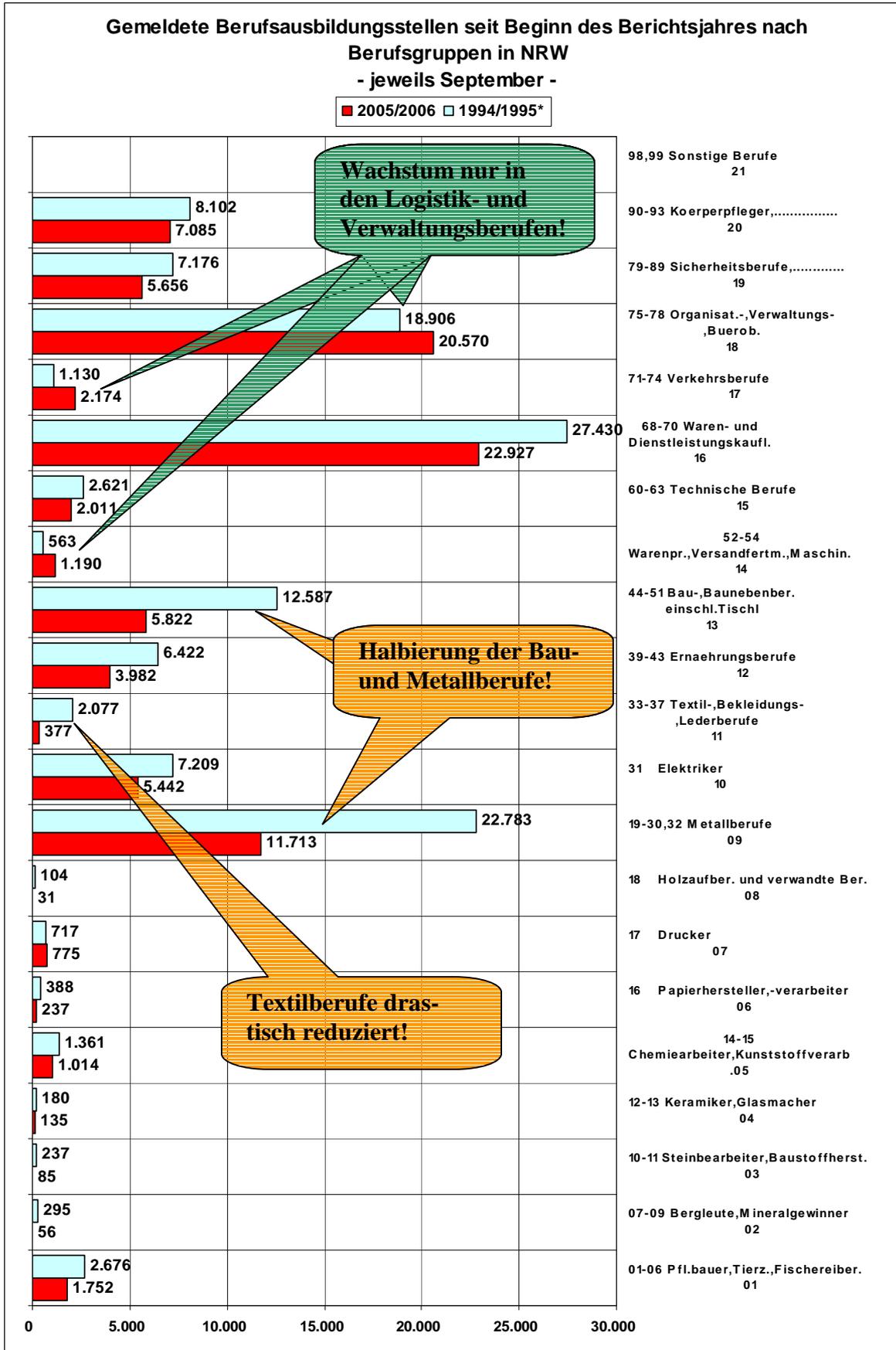
(Quelle: BMBF-Bundesbericht Forschung, RWI 2005)

Der Innovationsminister des Landes NRW hat sich zum Ziel gesetzt, das Land zum Innovationsland Nr. 1 zu machen. Bis spätestens 2015 sollen in NRW mindestens 3 Prozent des BIP in F&E investiert werden. Außerdem soll unser Land die höchste Anzahl der Patente und den höchsten Anteil der Beschäftigten in innovativen Unternehmen aufweisen (*Prof. Dr. Andreas Pinkwart, 17. Januar 2006*).

### **3.4 Künftiger Fachkraftmangel an der Basis: das Duale System**

Innovationen und Erfindungen sind fast durchweg Ergebnis von Teamarbeit. Ingenieure und Facharbeiter müssen z.B. zusammen arbeiten, um Innovationen auch in den Herstellungsprozess einbinden zu können. Ohne eine quantitativ und qualitativ hochwertige Berufsausbildung in der Breite werden Spitzenerfindungen nicht marktfähig gemacht werden können. Hier kommt es maßgebend auf die Leistungen des Dualen Ausbildungsmarkts an. Die Leistungen der Berufsausbildung im Dualen System sind im Regierungsbezirk Düsseldorf von 1994/1995 bis 2005/2006 deutlich zurückgegangen von ca. 122.000 auf 93.000. Auch was die Ausbildungsintensität in einzelnen Berufsfeldern betrifft, muss gegengesteuert werden, wie sich aus dem folgenden Diagramm ergibt.

Abbildung 18



Quelle: BA Regionaldirektion NRW, Auswertungen durch Dezernat 62, Bezirksregierung Düsseldorf

### 3.5 Wissenstransfer

Die Beschleunigung der Umsetzung von neuestem Wissen in neue Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen erfordert eine intensive Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft. Ein durch Personalreduktion oder Outsourcing rückläufiges Expertenwissen in den Unternehmen sowie die Verschiebung von unternehmensbezogener zu berufsorientierter Loyalität bergen das Risiko des Verlustes von Wissen. Deshalb sind angepasste Instrumente des Wissensmanagement wie neue Informations- und Kommunikationstechnologien und zum anderen organisatorische Instrumente - Netzwerke - erforderlich, die die Ausweitung und strategische Steuerung der Wissensbasis eines Unternehmens umfassen.

In der Wissenschaft werden zwei Arten von Netzwerken unterschieden:

- Technologietransfer-Netzwerke zur Minderung der Forschungs- und Entwicklungskosten und zur schnelleren Anpassung an technologische Entwicklungen.
- Wissenstransfer-Netzwerke (knowledge networks) zur Beantwortung von Fragen, die sich auf schnell ändernde Faktoren wie Konsumentenbedarf, Lebensstile und die Zunahme der weltweiten Konkurrenz beziehen.

Wissenstransfer-Netzwerke sind ein entscheidendes immaterielles Wirtschaftsgut geworden (*siehe Abb. 1*), wo nicht mehr die herkömmliche Arbeitsproduktivität, sondern die Produktivität der Beziehungen im Vordergrund steht. Bedingungen sind allerdings, dass die optimale Übertragung von Informationen zwischen den Partnern, der gleichberechtigte Anteil an Kommunikation und Ressourcen sowie gemeinsame Aktivitäten gewährleistet sind. Alle am Netzwerk Beteiligten sind dazu aufgefordert, ihre Informations- und Wissensbestände zu teilen.

### 3.6 Ausbau der Forschungslandschaft

„Der Ausbau der Hochschullandschaft in NRW wird vom **RWI** zu Recht in der Kategorie „Stärken“ gebucht. Es stimmt: NRW verfügt inzwischen über die dichteste Hochschullandschaft Europas - aber leider noch nicht die beste. Wir setzen daher auf Profilschärfung, Nachhaltigkeit und Exzellenz.“ (*Innovationsminister Andreas Pinkwart, Sprechzettel zur Pressekonferenz „Forschungslücke der NRW-Wirtschaft? Analyse, Ursachen, Perspektiven“, 17.01.2006*). Hier gilt es, ein gutes institutionelles und infrastrukturelles Umfeld für die Forschungstätigkeit der privaten Wirtschaft zu installieren, um innovative Unternehmen zu eigenen Forschungstätigkeiten zu ermutigen. Die Durchlässigkeit von Hochschulforschung in die Industrieforschung und umgekehrt muss gewährleistet sein. Die Hochschulen und die Wirtschaft müssen verstärkt gemeinsame Vorhaben durchführen.

Neben den Hochschulen sind auch die außeruniversitären Forschungseinrichtungen wichtige Standortfaktoren. Diese Einrichtungen, die anwendungsorientiert ausgerichtet sind, bieten insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen die Möglichkeit, Entwicklungstätigkeiten durchzuführen. Für die Akzeptanz spielt die räumliche Nähe eine besondere Rolle. Neben dem Ausbau der Hochschullandschaft ist daher die außeruniversitäre Forschungsinfrastruktur bedarfsgerecht weiterzuentwickeln. Das

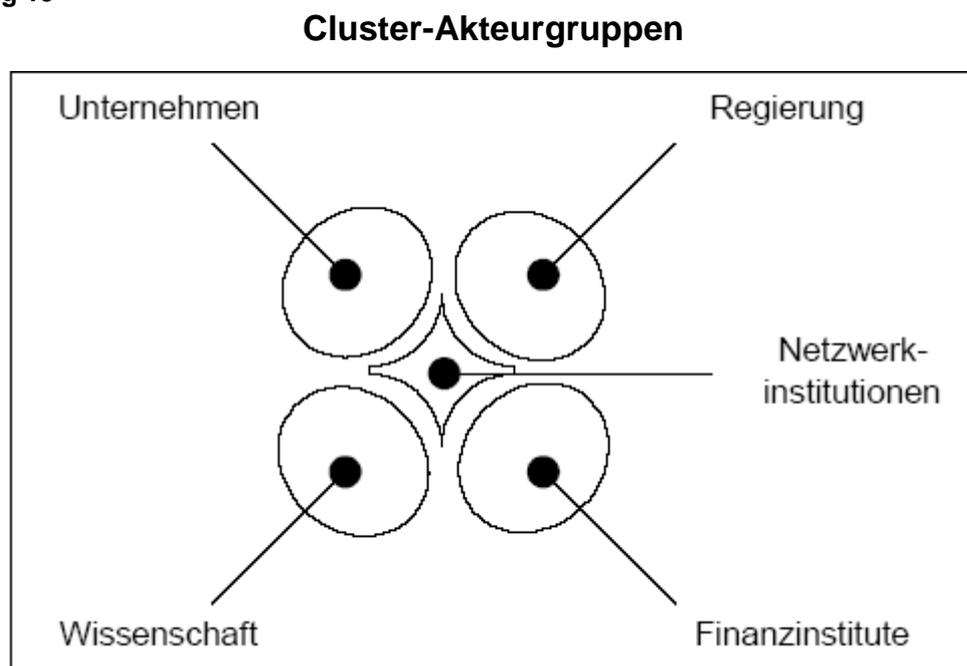
gilt besonders für die Forschungspotenziale in den regionalen Zukunftsfeldern und die Förderung von Kompetenzzentren und Wissens- und Innovationsnetzwerken.

### 3.7 Clusterpolitik

Ein zentrales Handlungsfeld der regionalen Innovationsoffensive sollte zum Ziel haben, vorhandene und neue Kompetenzcluster in Zukunftsfeldern zu stärken und zu entwickeln. Innovative Produkte und Dienstleistungen lassen sich immer weniger in den engen Grenzen einer Branche realisieren. Wirtschaftliche Erfolge erzielen die Unternehmen, die Innovationen aus anderen Bereichen adaptieren, Entwicklungspartnerschaften zu vor- und nachgelagerten Bereichen eingehen, eine kundenorientierte Gestaltung ihrer Produkte und Dienstleistungen in die Entwicklung einbeziehen und die Zusammenarbeit mit Experten suchen.

Ein derartiges vielfältiges Beziehungsgeflecht lässt sich in einem Kompetenzcluster (siehe Abb. 8) zusammenfassen. In erfolgreichen Kompetenzclustern arbeiten forschende, entwickelnde und vermarktende Einrichtungen in Netzwerkstrukturen intensiv zusammen. Eine enge räumliche Nähe ist förderlich. Eine Konzentration schafft darüber hinaus Anreize für die Ansiedlung weiterer Unternehmen und wissenschaftlicher Einrichtungen.

Abbildung 19



Derartige Cluster im Regierungsbezirk sind wie beschrieben, die Zukunftsfelder: TIMES, Nano- und Mikrotechnologie, Life-Sciences, RFID und Brennstoffzellentechnik.

## 4 Zukunftsfelder

Für die folgende Darstellung wurden Zukunftsfelder ausgewählt, bei denen NRW und der Regierungsbezirk Düsseldorf über außerordentlich hohe Innovationspotenziale und damit Marktchancen verfügen. Diese Felder werden teils in Form eines Überblicks, teils durch exemplarische Untersuchung einer Querschnitts- bzw. Schlüsseltechnologie untersucht.

Folgende Zukunftsfelder werden dargestellt

- Über die **TIMES-Technologien** mit ihren Bereichen Telekommunikation, Informationstechnik, Multimedia, Entertainment, Sicherheit wird wegen ihrer großen wirtschaftlichen Bedeutung und ihrer fortdauernden Erneuerungspotenziale eine Übersicht gegeben (4.1).
- Die **Nano- und Mikrotechnologie** wird als fundamentale Querschnittstechnik ausführlich dargestellt(4.2).
- **Life Sciences** mit Biotechnologie, Gesundheitswirtschaft, Pharmazie. Dieser Bereich wird wegen der besonders hohen Wachstums- und Innovationspotenziale beschrieben (4.3).
- Auch Technologien wie Chemie, Verkehr-Transporttechnik-Logistik, Maschinen-, Anlagen- und Fahrzeugbau, Werkstoffe und Anwendungen enthalten eine Fülle von Zukunftsfeldern. Nur beispielhaft seien erwähnt im Bereich der Logistik die Felder Telematik, Lagerhaltungs- und Distributionssysteme, etwa mit dem integrierten Verkehrsinformationssystem „Ruhrpilot“ ([www.ruhrpilot.de](http://www.ruhrpilot.de)), das maßgeblich von der Universität Duisburg entwickelt wurde.  
Hier wird die **RFID- Querschnittstechnologie** dargestellt, die in der Lage ist, insb. in Handel und Logistik erhebliche Wachstums- und Marktchancen zu erschließen (4.4).
- Dem Zukunftsfeld Ressourcenoptimierung mit den Feldern Bergbau-, Förder-technik, Energietechnik, Umwelttechnik und Klimaschutz wird erhebliche Bedeutung beigemessen. Es handelt sich zudem um ein Handlungsfeld, in dem NRW seit geraumer Zeit große Erfolge erzielt und seine Unternehmen eine führende Rolle im Weltmarkt spielen. Die Bedeutung dieser Zukunftsfelder wird durch zwei Schlaglichter unterstrichen:
  - allein Indien plant den Zubau von ca. 100.000 Megawatt Kraftwerkskapazität mit einem Investitionsvolumen von ca. 150 Mrd. Dollar bis 2012. Ziel ist u.a. die Versorgung weiterer 140.000 Dörfer. Dabei werden die dezentrale Erzeugung aus erneuerbaren Energien sowie z.B. Clean-Coal-Technologien eine große Rolle spielen (*Rede des indischen Energieministers Sushil Kumar auf dem Symposium „New Energy Markets – Focus on India“ am 06.11.2006 im Wissenschaftspark Gelsenkirchen.* <http://www.wipage.de/01b92e930b0a88d08/01b92e93100dc8809/53602198700c89d01.html>) - eine gewaltige Chance für das Energietechnik- Exportland NRW

- Im Arbeitsprogramm 2007 der EU-Kommission ist einer der Handlungsschwerpunkt die Entwicklung einer europäischen Energiepolitik mit den Zielen: „Sichere, wettbewerbsfähige und nachhaltige Energie“ ([http://ec.europa.eu/atwork/programmes/docs/clwp2007\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/atwork/programmes/docs/clwp2007_de.pdf))

Als bislang noch weit in die Zukunft reichende Technologie wird hier die **Brennstoffzellen- Technik** untersucht (4.5).

## 4.1 TIMES- Technologien

**TIMES** bündelt die Teilbereiche der Medienwirtschaft:

**T**elekommunikation, **I**nformationstechnik, **M**ultimedia, **E**ntertainment und **S**icherheit.

### 4.1.1 Telekommunikation und Informationstechnik

Die Informationswirtschaft mit ihren Bereichen Informationstechnik und Telekommunikation geriet im Jahr 2001 mit der Krise der New Economy in einen bedeutenden Abschwung. Seitdem hat sie sich Jahr für Jahr erholt. Für das Jahr 2006 ist ein gutes, wenn nicht sogar das beste Jahr für die Informationswirtschaft seit den Boomjahren bis 2000/2001 zu erwarten. Die **TNS Infratest Forschung GmbH** und das **Institute for Information Economics (IIE)** berichten in ihren Fakten- und Trendberichten zum Monitoring Informationswirtschaft. Danach ist die deutsche Informations- und Kommunikationstechnikindustrie (IKT-Industrie) der stärkste Motor für Wirtschaftswachstum und Beschäftigung in Deutschland.

Die Informationswirtschaft hat in Relation zu anderen Branchen an Bedeutung gewonnen und ist der größte deutsche Industriezweig geworden. Deutschland ist 2005 der drittgrößte Ländermarkt in der weltweiten IKT-Branche nach den USA (28 %) und Japan (14,7 %) mit einem Weltmarktanteil von 6,8 % (132 Mrd. €).

Der Wachstumsmotor der IKT-Branche ist gegenwärtig die Informationstechnik. In 2005 konnte dieser Bereich um 3,1 % zulegen, während der Bereich Telekommunikation um 2 % anstieg. Hauptwachstumstreiber im IKT-Markt 2006 sind insbesondere Softwareunternehmen und IT-Dienstleister wie bereits im Jahr 2005.

Zu den ausbaufähigen zukunftssträchtigen Chancenbereichen gehören u.a.:

- die Versorgung mit neuen breitbandigen Technologien (DSL, Kabel), insbesondere in der Bevölkerung;
- der Ausbau mobiler Zugangswege zum Internet;
- der verstärkte IKT-Einsatz, z. B. Triple Play (Bündelung der Dienste Fernsehen, Telefonie und Internet), VoIP (Telefonieren über Computernetzwerke, die nach Internet-Standards aufgebaut sind) und weitere Anwenderbranchen (z. B. E-Health, E-Government);
- die weitere Entwicklung des Internets und die Fortführung der Maßnahmen zur Stärkung des Vertrauens in die Internet-/IT-Sicherheit;
- die verbesserte Internet-Verbreitung (in der Bevölkerung, privaten Haushalten und kleinen und mittleren Unternehmen).

Die Informationstechnik- und Telekommunikationswirtschaft ist in NRW sehr dynamisch gewachsen und seit Jahren eine wichtige Größe in der regionalen Wirtschaftsstruktur. Im europäischen Raum ist NRW einer der größten Märkte für Informations- und Kommunikationstechnik sowie Telekommunikationsdienstleistungen.

Nach den Ausführungen im **IAT-Gutachten** („Strategische Handlungsfelder in Nordrhein-Westfalen“) kann bei einer Betrachtung des Kernbereiches der Telekommunikationsinfrastruktur und -dienstleister eine geographische Achse von Bonn über Köln bis Düsseldorf nach Essen und Dortmund als der zentrale Standort in Deutschland angesehen werden. Die wichtigsten Mobilfunk-Anbieter und Festnetzbetreiber haben ihren Sitz entlang dieser Achse.

**Abbildung 20**  
**Forschung und Entwicklung an außeruniversitären Einrichtungen der Region Ruhr**  
**im Bereich IT Sciences**

Einrichtung	Forschungsfeld
Fraunhofer-Institut für Materialfluss & Logistik (IML), Dortmund	eLogistik Informationslogistik
Fraunhofer-Institut für mikroelektronische Schaltungen & Systeme (IMS), Duisburg	Assistenzsysteme; Embedded Systems Hard-/Software; Mobile Systeme
Fraunhofer-Institut für Software & Systemtechnik (ISST), Dortmund	Continuous Software Engineering; eLearning; Informationslogistik
Informatik Centrum Dortmund e.V. (ICD)	Embedded Systems; Multimediale Systeme; Software-technik
Institut für betriebliche Informations- & Expertensysteme an der FH Dortmund e.V. (IBIES)	Betriebliche Informationssysteme; Unternehmensplanungs- & Steuerungssoftware; Informationsmanagementsysteme
Institut für mobile Satellitentechnik (IMST), Kamp-Lintfort	Mobile Kommunikationssysteme
MMB – Institut für Medien- & Kompetenzforschung, Essen	Mediengestütztes Lernen

(Quelle: *Wissenschaftsatlas Projekt Ruhr, 2006*)

Die größten Standorte auf dem Gebiet Telekommunikation und Software in NRW sind Dortmund und Köln.

- In **Köln** sind zahlreiche Internet- und Kommunikationsunternehmen sowie Telekommunikationsanbieter mit rund 28.000 Spezialisten tätig.
- In **Dortmund** hält die **Deutsche Telekom** ein flächendeckendes digitales Netz bereit, das alle Anforderungen an fortschrittliche Telekommunikationstechnik erfüllt. Die **DOKOM, Gesellschaft für Telekommunikation mbH**, die als regionaler Anbieter vielfältiger Mehrwertdienste tätig ist, ist ebenfalls vor Ort. Das bundesweit einzige Kompetenzzentrum für Geodaten, **die CeGi Center for Geoinformation GmbH**, ist ebenso in Dortmund ansässig wie **Versatel Deutschland**, ein Anbieter von Sprach-, Daten- und Internetservices auf Basis von Breitbandtechnologien. Über 37.000 Menschen sind in Dortmund in den Branchen E-/M-Commerce, IT, Software, Biotechnologie, Mikrosystemtechnik und Logistik beschäftigt. Bis zum Jahr 2010 möchte die Stadt im Rahmen des dortmund-project 67 Mio. € aufwenden, um unternehmerische Initiativen anzustoßen.
- Auch in **Essen** haben sich viele Anbieter im IT-Bereich angesiedelt, deren Produktions- und Dienstleistungsangebot die gesamte E-Businessbranche umfasst. Das **Essener Technologie- und Entwicklungs-Centrum (ETEC)** fördert größtenteils technologieorientierte kleine und mittelständische Unternehmen aus Wachstumsbranchen, die hier Innovationen und neue Technologien in marktreife Produkte und Dienstleistungen umsetzen. Im Kompetenzzentrum für Kommunikation und Informationstechnologie „**ComIn**“ wird die Bereitstellung von spezifischen Flächen für IKT-Unternehmen mit der Qualifizierung von Fachkräften verbunden. **IBM** ist mit einem seiner drei NRW-Standorte in Essen vertreten.
- Rund um die Universitäten **Aachen** und **Paderborn** siedeln sich zunehmend mehr Software-Firmen an.

- Rund um **Düsseldorf** sind u.a. vertreten: **Cisco** (Düsseldorf), **Epson** (Meerbusch), **Hewlett-Packard** (Ratingen und zwei weitere Standorte in NRW), **Novell** (Düsseldorf), **Oracle** (Düsseldorf), **Sun Microsystems** (Ratingen) und **Xerox** (Neuss).

Der Unternehmerverein networker NRW e.V. ist nach eigenen Angaben mit über 300 Unternehmen der größte IT-Verband in NRW und gehört inzwischen zu den drei größten IT-Verbänden dieser Art in Deutschland. Zu den Aufgaben gehören insbesondere die Förderung und Stärkung der Wirtschafts- und Wissenschaftsentwicklung in der Informations- und Kommunikationswirtschaft in NRW.

Die Öffnung des Telekommunikationsmarktes für den Wettbewerb hat zu einer rasanten Entwicklung geführt. Vor allem die Märkte für Sprachtelefonien, Mobilfunkdienstleistungen und Internetzugangsdienste sind hier tätig geworden. Auf der Informationsplattform der Landesregierung über den Medienstandort NRW ([www.media.nrw.de](http://www.media.nrw.de)) wird in der Einführung zu IT und Telekommunikation beschrieben, dass NRW das führende deutsche Telekommunikationszentrum ist. Zu Beginn des Jahres 2005 hatten 19,8 % aller deutschen Anbieter von Telekommunikationsdiensten ihren Sitz in NRW (457 von 2.304 Unternehmen bundesweit). In NRW sind mehr als 12.700 Unternehmen aus dem Bereich Telekommunikation angesiedelt, die ca. 100.000 Mitarbeiter beschäftigen.

Die **Deutsche Telekom AG** sowie die drei größten Mobilfunkanbieter **T-Mobile**, **Vodafone** und **E-Plus** haben ebenso ihren Sitz in NRW wie die Mobilfunkgerätehersteller **Nokia** und **Ericsson**. Der Firmensitz von **Vodafone**, **E-Plus Mobilfunk GmbH & Co. KG** und **Ericsson** befindet sich in Düsseldorf; **Nokia** ist mit einer Niederlassung in der Landeshauptstadt vertreten.

Abbildung 21

**Zentrale Einrichtungen an den Hochschulen der Region Ruhr im Bereich IT Sciences**

Hochschule	Art der Einrichtung	Forschungsthema
FH Dortmund	Zentrale wissenschaftliche Einrichtung	Kommunikationstechnik
Folkwang Hochschule Essen	Zentrale wissenschaftliche Einrichtung	Softwareentwicklung
Ruhr-Universität Bochum	Zentrale wissenschaftliche Einrichtung	IT-Sicherheit
Universität Dortmund	DFG-Forschergruppe Graduiertenkolleg Sonderforschungsbereich Zentrale wissenschaftliche Einrichtung (Forschungsband)	Simulationsgestützte Offline-Prozessplanung & -optimierung IT Sicherheit, insbesondere Verschlüsselungstechnologien Komplexitätsreduktion in multivariaten Datenstrukturen; Modellierung großer Logistiknetze; Computational Intelligence Modellbildung/Simulation
Universität Duisburg-Essen	Graduiertenkolleg	IT-Sicherheit

(Quelle: Wissenschaftsatlas Projekt Ruhr, 2006)

### 4.1.2 Medien und Entertainment

Bei einem bundesweiten Vergleich haben die meisten Multimedia- und Onlinefirmen ihren Sitz in NRW. Der **Bundesverband Digitale Wirtschaft (BVDW) e.V.** in Düsseldorf, die mitgliederstärkste Interessenvertretung der deutschen digitalen Wirtschaft mit ca. 1.000 Mitgliedern, vertritt diese Firmen. NRW hat den Ruf eines attraktiven Produktionsstandortes für bewegte Bilder und ist zu einem der führenden Film- und Fernsehstandorte in Deutschland geworden. Es werden neben Unterhaltungs- und Nachrichtenformaten fürs Fernsehen viele weltweit vertriebene Softwaretitel aus der Videospielebranche produziert. Ein Drittel der in Deutschland produzierten TV-Minuten stammt aus NRW,

- **Köln** ist die Fernsehstadt Nr. 1. Im Mediapark in Köln haben 250 Medien- und Dienstleistungsunternehmen mit 5.000 Beschäftigten ihren Standort gefunden. Hier ist die **EMI Music Germany GmbH & Co. KG** ansässig, die seit über 70 Jahren eines der führenden Tonträgerunternehmen in Deutschland und mit dem Standort in Köln seit fast 50 Jahren ein wichtiger Wirtschaftsfaktor für NRW ist. Aus NRW strahlen der **WDR** (eine der größten öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten Europas), die **Deutsche Welle**, **Phoenix** sowie die privaten Sender **N-TV**, **RTL**, **Super RTL**, **VOX**, **Terra Nova** und **Center TV** ihre Programme aus.
- In **Düsseldorf** sind der Sender QVC und die Deutsche Fernsehnachrichtagentur **DFA** zu Hause. Die **Filmstiftung NRW** mit ihrem Sitz in Düsseldorf forciert die Entwicklung der Region zu einem attraktiven Medienland. Sie unterstützt als finanzstärkste Länderfilmförderung Deutschlands u.a. Produzenten, Regisseure und Autoren der Region. Im Medienhafen mit seinen mehr als 290 Unternehmen sind ca. 5.000 der über 14.000 Beschäftigten in der Düsseldorfer Medienbranche tätig.

### 4.1.3 Sicherheit

Die Sicherung der IT-Infrastrukturen in Unternehmen und Privathaushalten gegen Angriffe und Missbrauch ist nach den Fakten- und Trendberichten zum Monitoring Informationswirtschaft von höchster Bedeutung. Die IT-Sicherheit gehört zu einer der wachstumsstärksten Teilbranchen der Informationswirtschaft. IT-Sicherheit ist als Querschnittsaufgabe dort einzusetzen, wo IKT-Technologien genutzt werden.

Die Initiative „secure-it.nrw“ sensibilisiert insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen für die IT-Sicherheit bei elektronischen Geschäftsprozessen. Wirtschaftlicher Erfolg hängt zunehmend davon ab, wie gut der Schutz betriebsinterner Datenbestände und betriebsexterner Kommunikation vor Datenverlust und Datenmissbrauch gelingt. Das Europäische Kompetenzzentrum für IT-Sicherheit **EUROBITS** an der Ruhr-Universität Bochum fasst zwei führende Forschungsinstitute und drei hochspezialisierte Firmen der IT-Sicherheit in einem europaweit einmaligen Zusammenschluss zwischen Forschung und Industrie zusammen. Mit diesem Zusammenschluss soll die universitäre Forschung und Lehre sowie die außeruniversitäre Ausbildung und Forschung auf dem Gebiet der IT-Sicherheit gefördert und vorangebracht werden.

Durch klar definierte und verlässliche Standards kann das Vertrauen in die Sicherheit der Netze gefördert werden. Sicherheitsprobleme werden mit der weiteren Verbreitung des Internets zunehmen und Investitionen in Schutzmaßnahmen erfordern.

Abbildung 22

### Schwerpunkte der Forschung im Bereich IT Sciences an den Hochschulen der Region Ruhr

Hochschule	Fachbereich/Fakultät	Forschungsfeld
FH Bochum	FB Bauingenieurwesen FB Elektrotechnik & Informatik FB Mechatronik & Maschinenbau	Virtuelle Realitäten im Bauwesen IT Automotive Angewandte Informatik; Rechnernetze; Wireless Technology
FH Dortmund	FB Informatik  FB Informations- & Elektrotechnik	IT im Gesundheitswesen (E-Health, Elektronische Patientenakte); Medizinische Bild- & Signalverarbeitung; Mobil Computing; Web-Engineering E-Business; Betriebliches Informationsmanagement; Kommunikationstechnik; Signalverarbeitung; Qualitätssicherungssysteme
FOM – Fachhochschule für Ökonomie & Management	FB Wirtschaftsinformatik	IT Engineering; Warenwirtschaftssysteme; IT-Machbarkeitsstudien; E-Businessanwendungen
Technische Fachhochschule Georg Agricola zu Bochum	FB Elektro- & Informationstechnik FB Maschinen- & Verfahrenstechnik	Embedded Systems  Elektronische Lehrmittel; Informationstechnische Systeme; Modellierung & Simulation heterogener Systeme
Ruhr-Universität Bochum	Fakultät für Bauingenieurwesen  Fakultät für Elektro- & Informationstechnik Fakultät für Mathematik Fakultät für Wirtschaftswissenschaft	Modellierung & Simulation im Bauwesen; Software-Agenten; Vernetzte kooperative Planungsprozesse IT-Sicherheit; Computernetze; Kommunikationssicherheit; Netz- & Datensicherheit IT-Sicherheit Elektronischer Geschäftsverkehr; IT-Sicherheit
Universität Dortmund	FB Bio- & Chemieingenieurwesen Fakultät für Elektrotechnik & Informationstechnik FB Informatik  Fakultät Maschinenbau  Wirtschafts- & Sozialwissenschaftliche Fakultät	Anlagensteuerungstechnik  Embedded Systems; Modellbildung & Simulation; Rechner- & Netzstrukturen; Signalverarbeitung Analyse & Modellierung komplexer Systeme; Computational Intelligence; Embedded Systems; IT-Sicherheit; Künstliche Intelligenz; Bio-Informatik Informationssysteme in der Logistik; Intermodale Verkehre; Mobile Systeme; Transportkettengestaltung Datenmodellierung; Operations Research
Universität Duisburg-Essen	Mercator School of Management, FB Betriebswirtschaft FB Gesellschaftswissenschaften Fakultät Ingenieurwissenschaften  FB Kunst & Design  FB Wirtschaftswissenschaften	Agentensysteme; Business Intelligence; Kooperative Lernsysteme Computerszenarien als Trainingstools Bildverarbeitung & wissenschaftliches Rechnen; Informationslogistik; Intelligente Systeme; Software Engineering Kommunikationsdesign; Informations- & Kommunikationssysteme Angewandte Informatik; Systems Engineering; Wirtschaftsinformatik
Hochschule Niederrhein, Krefeld	FB Elektrotechnik und Informatik	Lehrgebiet „Verteilte Systeme und Datennetze“ Auswahl an Forschungs- und Arbeitsschwerpunkten: Netzwerkbetriebssysteme Sichere Kommunikation in Datennetzen Objektorientierte Software in verteilten Systemen Lehrgebiet „Kommunikations- und Nachrichtentechnik“ (z.B. Nachrichtenübertragung und Mobile Kommunikation) Lehrgebiet „Technische Informatik“ (z.B. Systemsoftware, Betriebssoftware, Rechnerhardware)

(Quelle: Wissenschaftsatlas Projekt Ruhr, 2006 und eigene Recherche)

#### 4.1.4 Beschäftigungsentwicklung in NRW im Bereich TIMES

Nordrhein-Westfalen gehört seit Jahren zu den führenden Medienstandorten in Deutschland und Europa. Von 5.579.226 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Jahr 2005 waren 323.648 Beschäftigte (5,8 %) in der Medien- und Kommunikationsbranche tätig. Während die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in allen Wirtschaftsbereichen zwischen 1999 und 2005 abgenommen hat, erhöhte sich diese im Medien- und Kommunikationsbereich in NRW um 11,2 %.

- Die meisten in dieser Branche Beschäftigten arbeiten in NRW im Bereich Werbung und Kommunikation (25 %).
- Weitere beschäftigungsintensive Bereiche in der Medien- und Kommunikationsbranche sind die IT- und Datenverarbeitung mit 24 %,
- Medienhardware mit 13 % der Sozialversicherungspflichtigen. Der Bereich Medienhardware weist seit einigen Jahren rückläufige Beschäftigungszahlen auf.
- Die Entwicklung der IT-/Datenverarbeitungs-Branche verläuft sehr positiv. Sie zählt mit einem überdurchschnittlichen Wachstum der Beschäftigtenzahlen von 80 % in den Jahren 1999 bis 2005 zu den Branchen mit der höchsten Beschäftigungsentwicklung in NRW.
- Der Bereich Printmedien nimmt mit einem Beschäftigtenanteil von 20 % einen hohen Stellenwert in der Medien- und Kommunikationsbranche in NRW ein. In diesem Bereich ist seit einigen Jahren ein stetiger Rückgang, der dem bundesweiten Trend entspricht, festzustellen.
- In NRW arbeiten 8 % der Sozialversicherungspflichtigen des Medien- und Kommunikationsbereiches im Bereich audiovisuelle Medien. Hier ist ebenso seit dem Jahr 2000 ein Rückgang der Beschäftigten in NRW wie in fast ganz Deutschland festzustellen.
- Bei einem deutschlandweiten Vergleich zeigt NRW eine Stärke in der Film- und Fernsehbranche. Fast ein Viertel der deutschlandweit in den AV-Medien Beschäftigten sind hier tätig.
- NRW ist außerdem ein bedeutender Standort für Telekommunikation. Im Jahr 2005 waren 21 % aller bundesweit in diesem Bereich Beschäftigten in NRW tätig. Die Anzahl dieser Arbeitsplätze in NRW ist von 2004 bis 2005 um 33 % gestiegen.

Zu den hier genannten Beschäftigten kommen branchentypisch viele Freiberufler und Selbständige hinzu, die auch im folgenden Diagramm nicht berücksichtigt sind.

*(Quelle: media.nrw – Informationsplattform der Landesregierung über den Medienstandort NRW)*

#### 4.1.5 Entwicklung der Umsätze und Unternehmen in NRW

Im Jahr 2004 erwirtschafteten 57.331 Unternehmen der Medien- und Kommunikationswirtschaft in NRW einen Umsatz von 113 Mrd. Euro. Den bei weitem größten Umsatzanteil von 47% in der Medien- und Kommunikationsbranche in NRW erwirtschafteten im Jahr 2004 60 Unternehmen der Telekommunikationsbranche mit einem Umsatz von 53 Mrd. Euro. Im Einzelnen:

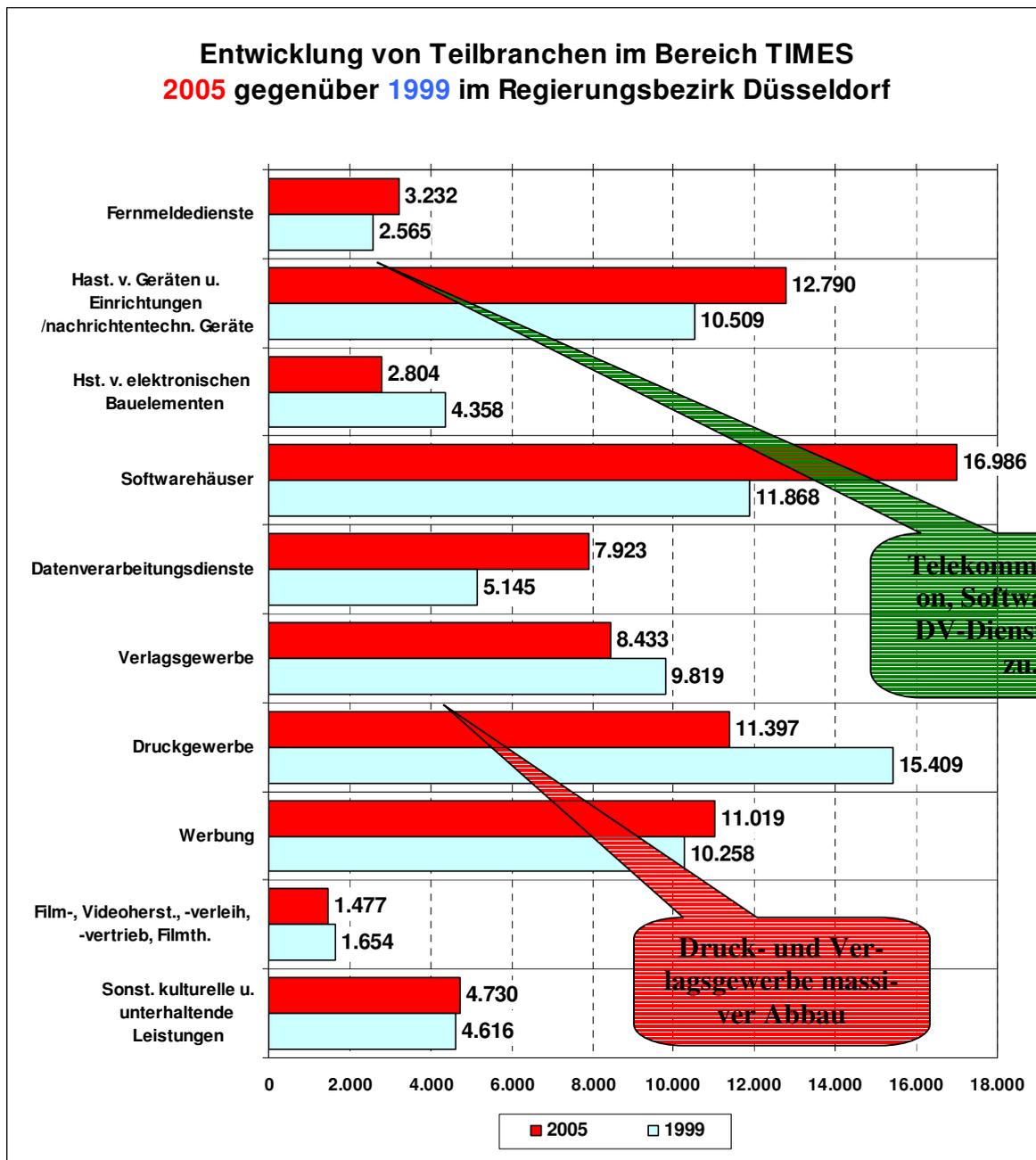
- Werbung/Marktkommunikation (Umsatzanteil 14 %, 25.278 Unternehmen),
- Printmedien (Umsatzanteil 13 %, 5.263 Unternehmen)
- Medienhardware (Umsatzanteil 13 %, 2.599 Unternehmen)
- IT/Datenverarbeitung (8 % Umsatzanteil, 12.720 Unternehmen)

- AV-Medien (4 % Umsatzanteil, 3.487 Unternehmen)
- Content (7.491 Unternehmen) und Musik (433 Unternehmen) mit jeweils 0,8 % des Gesamtumsatzes.

(Quelle: *media.nrw* – Informationsplattform der Landesregierung über den Medienstandort NRW)

Das folgende Diagramm zeigt die Beschäftigungsentwicklung wichtiger Segmente der TIMES-Branchen im Vergleich 2005 zu 1999. Dem massiven Beschäftigungsabbau im Druck- und Verlagswesen steht ein deutlicher Zugewinn in den Bereichen Softwarehäuser, Datenverarbeitungsdienste, Telekommunikation gegenüber.

**Abbildung 23**  
**Entwicklung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten im Bereich TIMES**  
**2005 gegenüber 1999 im Regierungsbezirk Düsseldorf**



Quelle: BA NRW - Eigene Auswertung Dezernate 62 / 63, Bezirksregierung Düsseldorf

## 4.2 Nano- und Mikrotechnologie

### 4.2.1 Überblick

Nanotechnologie ist ein Oberbegriff für ein heterogenes Feld von physikalischen, chemischen und biologischen Technologien, die sich mit Strukturen und Prozessen auf der Nanometerskala befassen. Gemeinsam ist ihnen, dass sie in einem Grenzbe-  
reich operieren, in dem das Verhalten von Materie nicht mehr allein durch die Gesetze der klassischen Physik beschrieben werden kann, sondern in dem quantenphysikalische Effekte ins Spiel kommen. Im nanoskaligen Bereich beobachtet man charakteristische, für neue Anwendungen nutzbare Eigenschaften von Stoffen und Werkstoffen, die bei makroskopischen Stücken des gleichen Materials nicht auftreten.

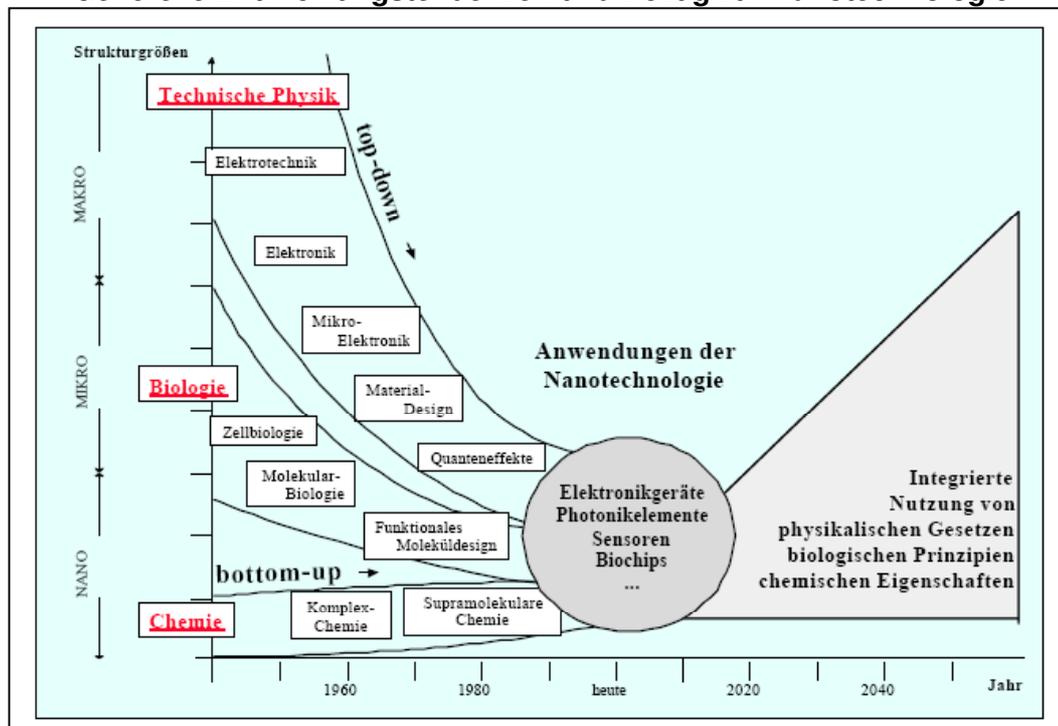
Das Prinzip der Nanotechnologie ist einfach: Statt Materie immer weiter zu zerkleinern (Mikrotechnologie), um an die kleinsten Einheiten heranzukommen, setzt man bei den kleinsten Materiebausteinen an.

Die Nanotechnologie stellt somit weniger eine Basistechnologie im klassischen Sinne mit eindeutig abgrenzbarer Definition dar, sondern beschreibt vielmehr eine neue interdisziplinäre Herangehensweise für weitere Fortschritte in einer Vielzahl von Technologien. Mit dieser neuen Herangehensweise schafft die Nanotechnologie besondere Eigenschaftsänderungen.

Aufgrund der Integration verschiedenster Technologien hat sich die Nanotechnologie im wesentlichen aus drei Richtungen kommend entwickelt, die sich auf der Nanoebene treffen

Abbildung 24

#### Generelle Entwicklungstendenzen und Bezug zur Nanotechnologie



Quelle: BMBF, VDI-TZ, Innovations- und Technikanalyse;  
"Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt"

Ökonomische Ziele der Kosten- und Preissenkungen einerseits und ökologische Ziele andererseits, drängen die Technik zu extremen Einsparungen bei Gewicht, Volumen, Rohstoff- und Energieverbrauch, Abfallmengen bei höherer Geschwindigkeit.



Wesentliche grundlegende Erkenntnisse zu neuen Ansätzen nanotechnologischer Forschung werden durch Arbeiten von MPG-Instituten geliefert. F&E -Ergebnisse stammen auch aus Tätigkeiten des Instituts für Kohlenforschung (Mülheim).

Da in fast allen Teilbereichen der Nanotechnologie bereits heute industrielle Nachfrage besteht, werden in zahlreichen Fraunhofer-Instituten Nanotechnologie-Vorhaben mit konkreten Anwendungszielen gemeinsam mit der Industrie bearbeitet. Erkenntnisse an der Schnittstelle von der Mikrotechnik zur Nanotechnologie werden am **Institut für Produktionstechnologie (IPT, Aachen)** erarbeitet.

Zu den Akteuren im Bereich der Nanotechnologie in Deutschland gehören auch einige hundert Industrieunternehmen. Für NRW sind beispielhaft **Henkel, 3M** und **De-gussa** mit dem "Projekthaus Nano" der 100%-Tochterfirma **Creavis** ( dies wurde mit Unterstützung von Universitäten für die Erforschung nanotechnologischer Verfahren und Produkte bis zur Anwendungsreife „inhouse“ initiiert ).

Die **primäre** ökonomische Bedeutung der Nanotechnologie ist durch ihre Eigenschaft als Schlüssel-, bzw. Querschnittstechnologie **nur schwer abgrenzbar** und in ihrer engen Definition deshalb relativ gering. So gehen konservative Schätzungen davon aus, dass heute in Deutschland in ca. 500 Unternehmen zwischen 50.000 und 100.00 Arbeitsplätze direkt oder indirekt von der Nanotechnologie abhängen.

Im internationalen Vergleich rangiert Deutschland hinter den USA bei der Nano-Forschung auf Platz zwei. In der Umsetzung marktfähiger Produkte auf Platz drei noch hinter Japan. Innerhalb der EU gilt Deutschland bei den Nanoinnovationen als Wachstumslokomotive. Nach Expertenmeinung weltweit eindeutig führend ist Deutschland bei der Entwicklung von Nanotechnologeanwendungen im Gesundheitswesen, obwohl die Zahl der Patentanmeldungen hinter den USA liegt.

Dies ist ein Ergebnis der Studie „Nanotechnologie pro Gesundheit“ der Aachener **Gesellschaft für Innovation und Technologietransfer mbH, dem Aachener Kompetenzzentrum Medizintechnik (AGIT)**. Hier werden neue Märkte in der Diagnostik und Analytik gesehen - beispielsweise bei neuen Kontrastmitteln oder chip-basierten Analyseinstrumenten - und zur Medikamentierung, bei der kleinste Mengen von Medikamenten mit Hilfe beschichteter Nanopartikel eingebracht werden. Dabei wird die Nutzung der Nanotechnologie im Bereich Gesundheit/Medizin von den Experten insgesamt als "relativ risikoarm" gesehen. Folgeprobleme werden am ehesten im Bereich steigender Kosten der Gesundheitsversorgung gesehen.

Insgesamt ist das Datenmaterial zur wirtschaftlichen Bedeutung der Nanotechnologie nicht nur in Deutschland, sondern auch in anderen Ländern noch sehr lückenhaft.

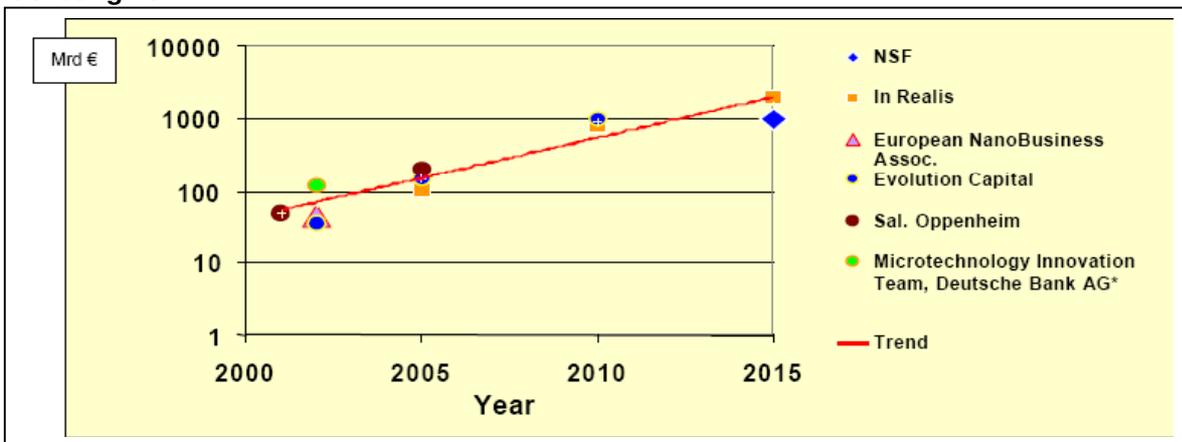
Der Einfluss nanotechnologischer Erkenntnisse auf marktgängige Produkte besteht schon seit Jahren in den Bereichen Elektronikherstellung, Datenspeicherung, funktionelle Schichten oder Präzisionsoptiken. In jüngster Zeit sind nano-technologische Erkenntnisse zunehmend auch in die Felder Biologie, Chemie, Pharmazie und Medizin eingeflossen, und dieser Trend wird voraussichtlich weiter anhalten.

Deutliche Einflüsse nanotechnologischer Erkenntnisse sind auf „Milliardenmärkte“ (Lead-Markets) wie z.B. die Pharmakaherstellung, die medizinischen Diagnostik, die Analytik oder auf chemische und biologische Katalysatoroberflächen festzustellen.

Bis 2015 wird nach Einschätzung der Experten in allen Industriezweigen mit nanotechnologischen Komponenten bzw. Verfahren gearbeitet werden.

Eine Zusammenstellung, der in der Literatur zu findenden Marktabschätzungen ist in der nachfolgenden Abbildung zu erkennen.

Abbildung 26



(Quelle: BMBF, VDI-TZ, Innovations- und Technikanalyse; "Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt")

Heute ist die Herstellung typischer „Nano-Produkte“ noch stark in der Grundlagenforschung beheimatet, deren Umsetzung erst in einigen Jahren, teilweise sogar erst in Jahrzehnten erwartet wird

Der Fokus der F&E-Aktivitäten der Nanotechnologie in den High-Tech Nationen liegt zur Zeit eher in der Verbesserung von Produkten in bereits etablierten Märkten bzw. Anwendungsfeldern um deren Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen.

Da Nano-/Mikro-Produkte zumeist am Anfang der Wertschöpfungskette eingesetzt werden, kann ihr Einsatz sehr deutliche Umsatzsteigerungen – die den Faktor 10 bis 50 erreichen können – erzeugen („Leverage-Effekt“). Zudem können nicht selten verschiedene Branchen von der gleichen technologischen Neuerung profitieren. An der Spitze der Nanotechnologiefirmen und –anwendungen stehen der Bereich Chemie, gefolgt von Life Sciences und IuK.

Der Querschnittscharakter der Nanotechnologie lässt, in Abhängigkeit des Differenzierungsgrades der Märkte, vielfältige Schnittstellen zwischen technologischen Angeboten und Anwendungsbereichen zu.

**Dem wissensorientierten Dienstleistungssegment, der „Systemtechnik“ (System-Integrationstechnik) kommt eine entscheidende strategische Bedeutung zu.**

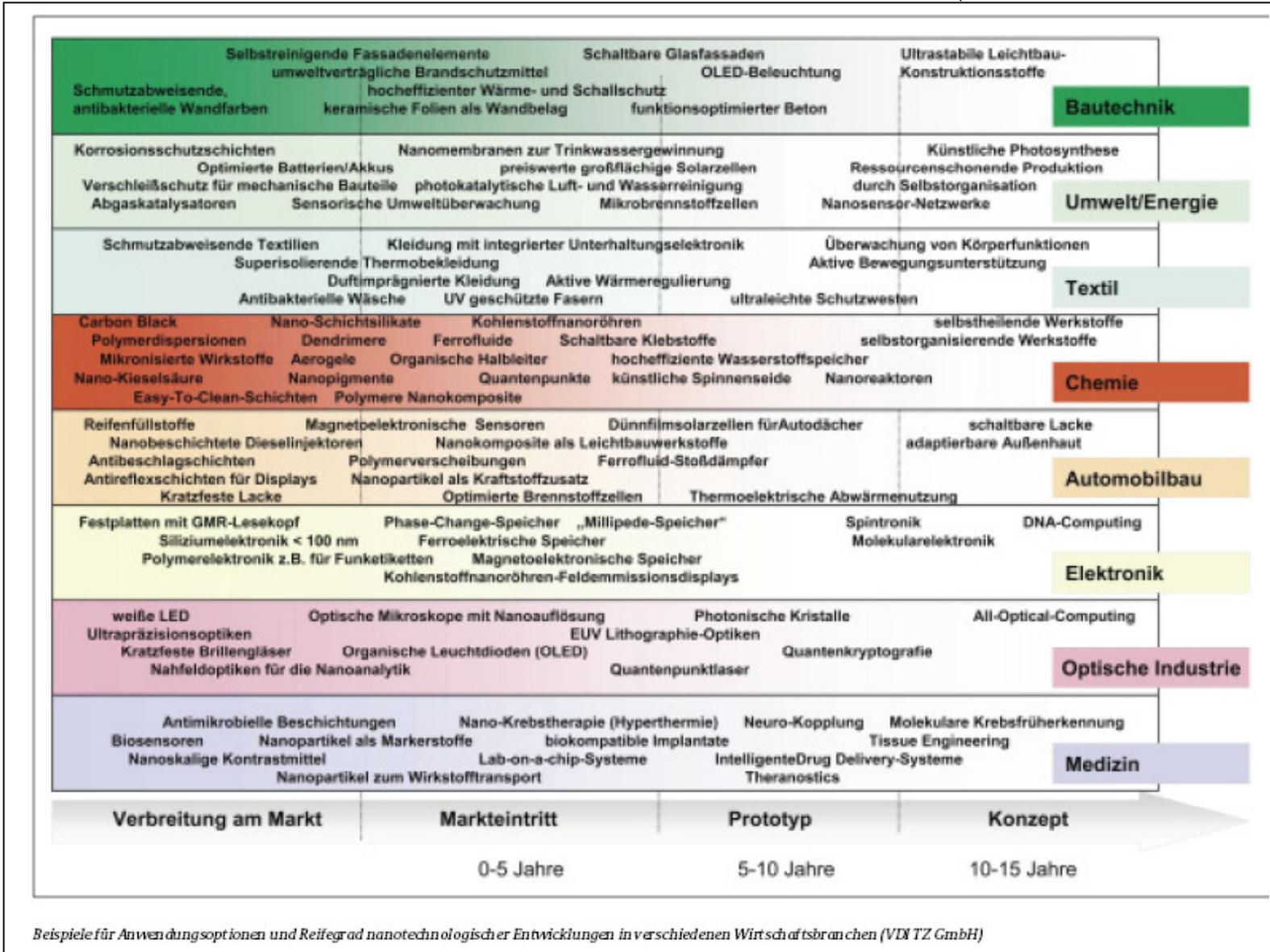
Die originäre Leistung dieser sich dynamisch entwickelnden Querschnittstechnologie ist die **Systemintegration**.

Es gilt die verschiedenen Disziplinen und Einzeltechnologien im Mikro/Nanomaßstab zu verknüpfen um sie in den unterschiedlichsten Anwendungsfeldern einsetzen zu können. Sie verschaffen den alleine noch nicht marktfähigen Nano-/ Mikrotechnologien den Marktzugang. (Beispiele siehe nachstehendes Tableau)

Diesem Brückenschlag zwischen Makro-, Mikro- und Nanowelt und der Anwendung entsprechender Mikrosysteme wird in den kommenden Jahren immer größeres Gewicht zukommen.

Abbildung 27

(Quelle: BMBF Nano-Initiative 2010)



Beispiele für Anwendungsoptionen und Reifegrad nanotechnologischer Entwicklungen in verschiedenen Wirtschaftsbranchen (VDI TZ GmbH)

Als Schlüsseltechnologie eröffnet die Systemtechnik zudem auch neu entstehenden Technologiefeldern wie der Biotechnologie, Optik, Femtonik, OLED, Haptik, Sensorik u.s.w. – den Weg in die wirtschaftliche Nutzung.

Abbildung 28

Anwendungs- und Produktoptionen der Nanotechnologie		
Medizin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schonende und hochselektive Krebstherapien</li> <li>• langzeitdosierbare Wirkstoffdepots, z. B. gegen Diabetes und Neurodermitis</li> <li>• spezifisch wirkende Pharmaka mit geringerer Nebenwirkung</li> <li>• präventivmedizinische Diagnosesysteme für die Heimanwendung</li> </ul>	
Optik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• energiesparende Beleuchtungssysteme mit einstellbarer Farbwahl</li> <li>• abhörsichere Datenübertragungssysteme</li> <li>• leistungsstarke Bauelemente für die Unterhaltungselektronik</li> </ul>	
Energie-technik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• preiswerte Solarzellen und leistungssteigernde Photovoltaikkomponenten</li> <li>• effiziente Akkumulatoren mit beliebiger Formbarkeit</li> <li>• Superisolationssysteme für Fenster- und Gebäudekomponenten</li> <li>• Thermoelektrika zur Energierückgewinnung</li> <li>• Wasserstoffspeicher und Brennstoffzellen für neue Antriebsformen</li> </ul>	
Umwelt-technik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• korrosionsbeständige Komponenten für alltägliche Produkte</li> <li>• energieeffiziente Aufbereitungssysteme für die Trinkwasserherstellung</li> <li>• stabile Leichtbauelemente für Gebäude, Maschinen, Autos und Flugzeuge</li> <li>• Ersatz toxischer Substanzen durch Nanomaterialien</li> </ul>	
Verbraucher-produkte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selbstreinigende Oberflächen für Küchengeräte und Wohnmobiliar</li> <li>• multifunktionale Textilien (schmutzabweisend, duftspendend, designvariabel)</li> <li>• Lebensmittelverpackungen mit sensorischer Frischeanzeige</li> <li>• hochwirksame Sonnenschutzmittel und andere kosmetische Artikel</li> </ul>	
IKT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• miniaturisierte Datenspeicher mit der Kapazität der deutschen Bibliothek</li> <li>• Laptops mit der Leistungsfähigkeit heutiger Rechenzentren</li> <li>• großflächige, aufrollbare Flachdisplays auf Basis organischer Leuchtdioden</li> </ul>	

Quelle: BMBF Nano-Initiative 2010

Da der Übergang von der Mikro- zur Nanotechnologie fließend ist, gibt es keine eindeutigen und handhabbaren Definitionen zur Abgrenzung der Technologien auf Produkt und Unternehmensebene. Aufgrund der bestehenden großen Schnittmengen der technologischen Anwendungsbereiche und der engen Verknüpfungen und Interdependenzen liegen eine gemeinsame ökonomische Betrachtung dieser Technologien nahe.

Diesem pragmatischen Ansatz folgen die Autoren des „MST-Atlas Deutschland 2005“.

## 4.2.2 Anwendungsgebiete

Mit derzeit 97 Industrieunternehmen und 46 Instituten, vielen KMU und einigen Großunternehmen ist das **IVAM-Netzwerk** (*Interessengemeinschaft zur Verbreitung von Anwendungen der Mikrostrukturtechniken*) das bedeutendste Netzwerk dieser Technologien in Deutschland. Im Jahre 2005 erstellte die IVAM-NRW den „MST-Atlas 2005, eine detaillierte Bestandsaufnahme der **mittelständischen** Unternehmen und die regionale Verteilung der Mikro-Nanocluster in Deutschland.

Damit hat Deutschland eine ausgeprägte Mikrotechnik-Landschaft, auch im weltweiten Vergleich. Festgestellt wird, dass es nur in den USA mehr Hersteller mikrotechnischer Komponenten, Lieferanten von Anlagen für mikrotechnische Fertigung und Anbieter technischer Dienstleistungen basierend auf Mikrotechnik gibt. Deutschland hält demnach einen Anteil am Weltmarkt für Mikrosysteme von 8,4% (2005). Im internationalen Vergleich sehen sich die deutschen Unternehmen insbesondere in der Elektrotechnik, Produktionstechnik und Medizintechnik vorne:

Aufgrund der überraschend hohen **Exportorientierung** der Unternehmen ist dies um so bedeutender. Ein viertel der MST-Unternehmen erwirtschaften mehr als 75% des Umsatzes im Ausland. Bei rd. 28% der Unternehmen beträgt der Exportanteil zwischen 50% und 75%

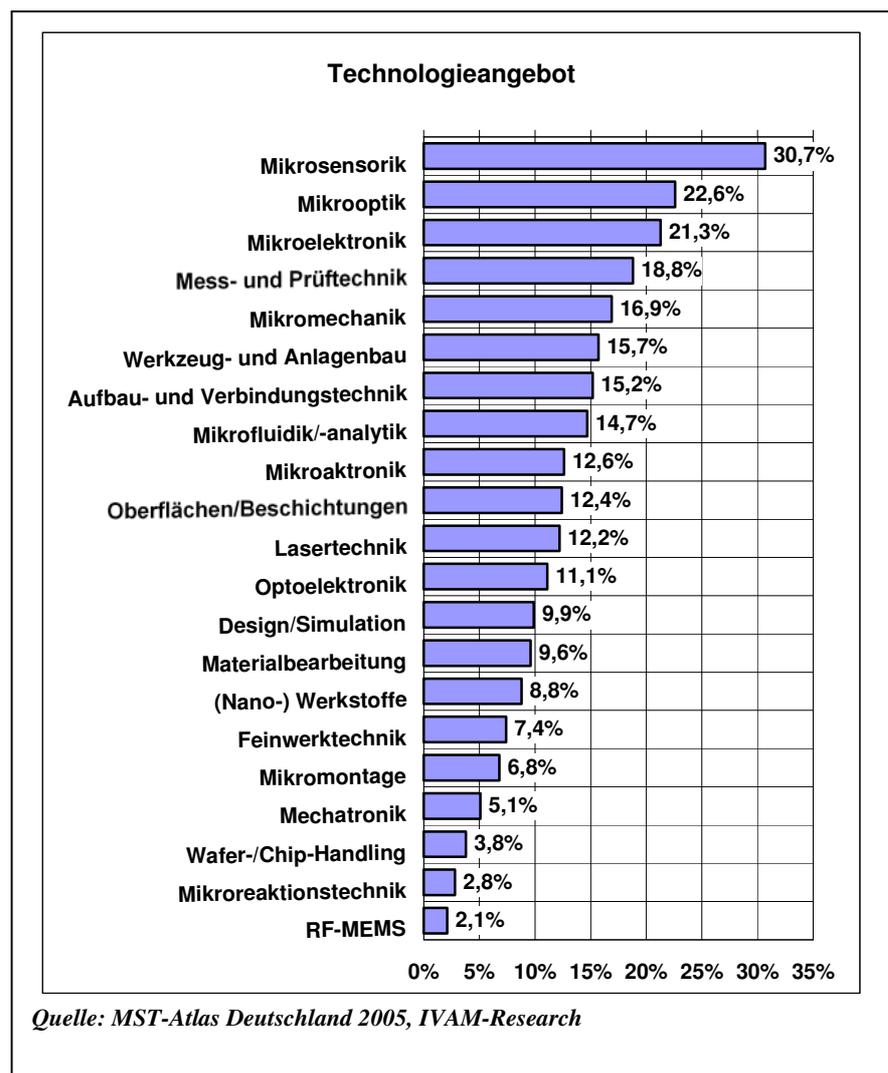
Abbildung 29

Die wichtigsten Exportregionen sind die USA (25,2%), Schweiz (11,9%), Japan (9,6%) und Frankreich (9,6%).

Es wurde festgestellt, dass mehr als 20% aller Anlagen für Mikrotechnologie weltweit aus Deutschland kommen, zitieren die Autoren.

Das **Technologieangebot** erweist sich im MST-Atlas als sehr differenziert:

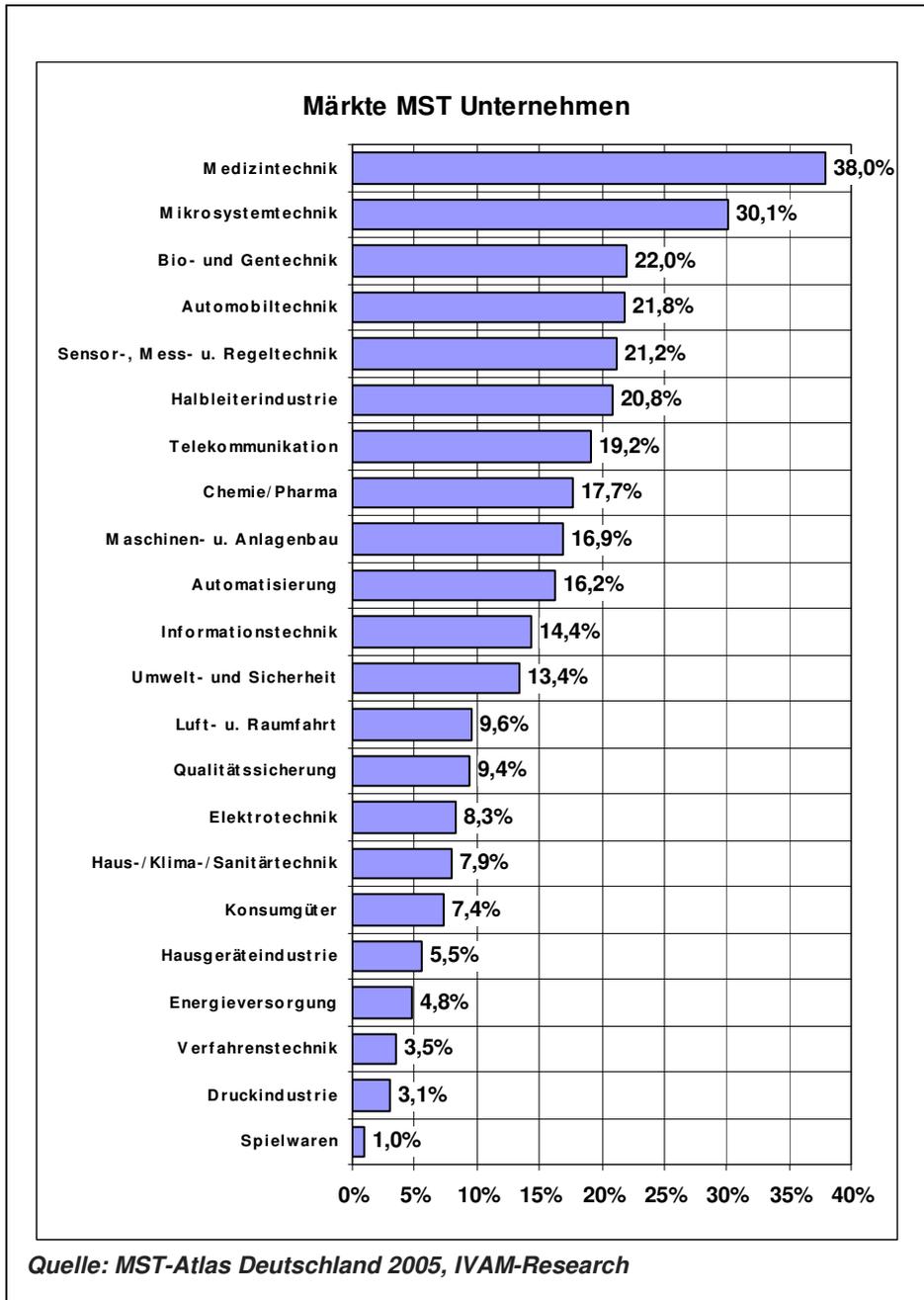
So entwickeln und vertreiben 30,7% der deutschen MST-Unternehmen und -institute Mikrosensoren.



Ausgesprochen stark im internationalen Vergleich ist Deutschland auch bei der Aufbau- und Verbindungstechnik (15,2%), die oft als Dienstleistung angeboten wird.

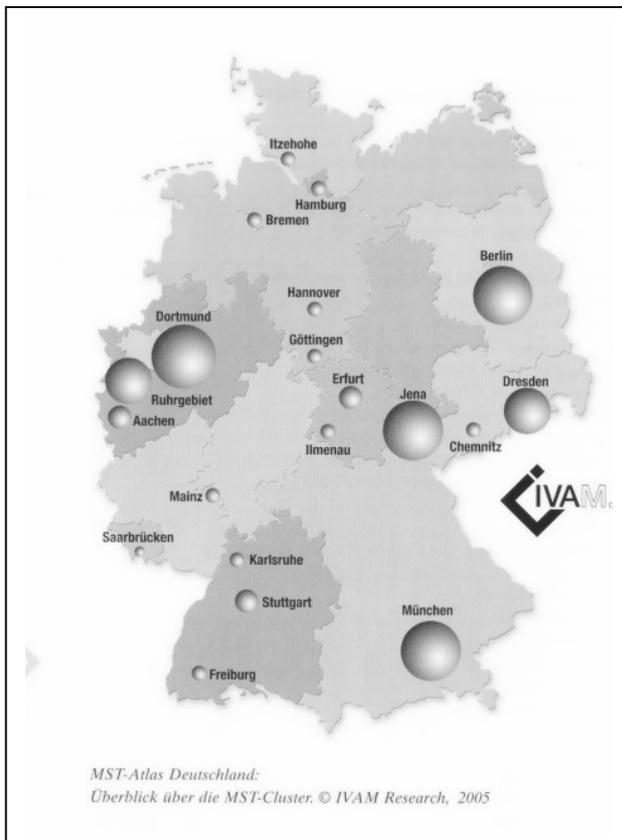
38% aller MST-Unternehmen und –institute in Deutschland beliefern die Medizintechnik. Wichtige **Absatzmärkte** sind zudem die Mikrosystemtechnik und Bio- und Gentechnik. Auch die Automobiltechnik wird als ein wichtiger Technologietreiber beschrieben. Demnach verrichten heute mehr als hundert Mikrosensoren im modernen Auto ihren Dienst.

Abbildung 30



## 4.2.3 Cluster und Standorte

Abbildung 31



Da der Übergang von Mikro- und Nanotechniken fließend ist, wurden die Bereiche hier zusammen erfasst.

Der MST-Atlas kartiert rd. 500 mittelständische Unternehmen in 20 Clustern. Die stärksten Cluster nach Anzahl der Firmen sind Dortmund, Jena, München, Berlin, das Ruhrgebiet (incl. Düsseldorf, ohne Dortmund) und Dresden.

Den regionalen Schwerpunkt bildet NRW mit einem bundesweiten Unternehmensanteil von mehr als 20%. In Bayern sind knapp 17%, in Thüringen und Baden-Württemberg sind jeweils rd. 14% der Unternehmen ansässig.

(Quelle: MST-Atlas Deutschland 2005; IVAM-Research)

Das jeweilige Technologieangebot, bzw. die jeweiligen Marktpräferenzen in den **NRW-Clustern** wird folgendermaßen dargestellt:

### Dortmund

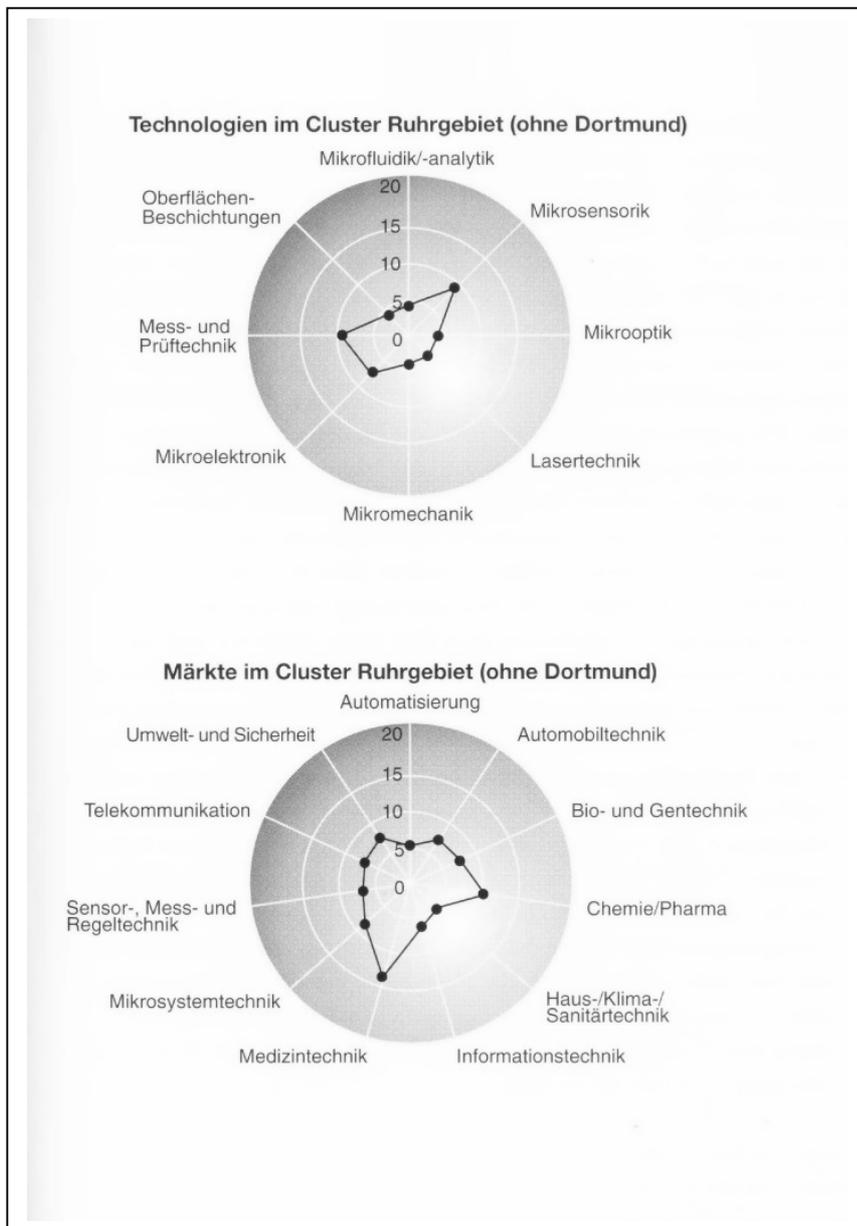
Die Dortmunder Unternehmen sind besonders stark in der Mikrosensorik, Mikroelektronik und Mikrooptik und repräsentieren bezüglich der technologischen Ausrichtung den Durchschnitt der Firmen in Deutschland.

Der wichtigste Absatzmarkt für die Dortmunder Unternehmen ist die Medizintechnik.

### Ruhrgebiet (ohne Dortmund, mit Düsseldorf)

Zum Cluster Ruhrgebiet zählen unter anderem die Städte Düsseldorf, Essen, Bochum und Duisburg, die zum Teil eigene Mini-Cluster bilden.

Abbildung 32



(MST-Atlas, Deutschland 2005, IVAM-Research)

Ein solches, sehr agiles Mini-Cluster hat sich im Umfeld der Universität Duisburg-Essen etabliert.

Diesen Prozess um die Technologiesparten, Nanotechnologie, RFID, Brennstoffzellentechnik und Biotechnologie rund um das Städtedreieck Duisburg, Essen, Düsseldorf hat die Bezirksregierung Düsseldorf unterstützt. Neben den Märkten „Medizintechnik“ und der „Chemie“ zählt die „Mikrosystemtechnik“ in diesem Cluster zu den wichtigen Märkten

## 4.3 Life – Sciences

### 4.3.1 Marktsituation

Life Sciences (deutsch = Lebenswissenschaften) gilt als eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Eine eindeutige Definition des Begriffs gibt es nicht. Nach einer Definition finden sich unter dem Begriff „Life Sciences“ alle Bereiche wieder, die sich mit Biologie, Medizin, Chemie, Pharmazie und Ernährungswissenschaften zum Wohle des Menschen beschäftigen. Nach einer anderen Definition werden unter dem Oberbegriff „Life Sciences“ Medizin, Medizintechnik und Biotechnologie zusammengefasst.

Mit der Biotechnologie bildet das Rheinland einen Schwerpunkt in Deutschland. Dies ist das Ergebnis eines Wettbewerbs des Bundesforschungsministeriums, bei dem das Rheinland Mitte der 90er Jahre als eine von drei Biotech-Regionen (neben München und Heidelberg) das Rennen machte. Darüber hinaus findet in Düsseldorf die weltgrößte Medizinmesse MEDICA statt mit über 4200 Ausstellern aus 65 Nationen im Jahr 2006.

### Unternehmen

Seit Mitte der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts hat sich Nordrhein-Westfalen zu einem der führenden Standorte der Life Science-Branche in Europa entwickelt. Von über 450 Unternehmen aus Biotechnologie, Pharma und Medizintechnik haben sich ca. 33% im Regierungsbezirk Düsseldorf angesiedelt. Exemplarisch sollen nachfolgend einige skizziert werden:

- Eines der Vorzeigebeispiele in der Region ist wohl die **Qiagen GmbH** mit Stammsitz in Hilden. Das Anfang der 80er Jahre aus der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf heraus gegründete Unternehmen ist heute Weltmarktführer in einem für die Gentechnik grundlegenden Bereich, der physikalischen Biologie. Qiagen ist das umsatz- und gewinnstärkste Biotech-Unternehmen in Deutschland. Überdurchschnittliche Wachstumszahlen sollen den Ausbau der Belegschaft am Stammsitz in Hilden von derzeit 750 auf 1250 Mitarbeiter in den nächsten Jahren ermöglichen.
- Die **Henkel-Gruppe** aus Düsseldorf ist in den Geschäftsfeldern Wasch- und Reinigungsmittel, Kosmetik/Körperpflege, Klebstoffe, Dichtstoffe und Oberflächentechnik und Bioscience tätig. Im Geschäftsfeld Bioscience liegen die Schwerpunkte in den Bereichen Enzymtechnologie, Hygiene und Dermatologie. Im Geschäftsjahr 2004 erzielte die **Henkel-Gruppe** einen Umsatz von 10,592 Mrd. Euro. Mehr als 50.000 Mitarbeiter sind weltweit für die **Henkel-Gruppe** tätig.
- Das biopharmazeutische Unternehmen **Neuraxo Biotec** aus Erkrath hat sich auf die Behandlung von Verletzungen des zentralen Nervensystems spezialisiert. Eine patentgeschützte Schlüsseltechnologie ist die weltweit erste und einzige Therapieform, die eine Regeneration verletzter Nerven in ihren natürlichen Nervenbahnen eindeutig fördert und damit die Wiederherstellung der Sensorik und Motorik in den verletzten Regionen ermöglicht. Die Palette von **Neuraxo** umfasst noch weitere neuartige Medikamente für die neurotherapeutische Anwendung.
- Die **Human Genome Sciences Europe GmbH** in Düsseldorf ist eine Tochtergesellschaft der amerikanischen **Human Genome Sciences Inc.** mit Sitz in Rockville (Maryland, USA). **HGS** erforscht und entwickelt Arzneimittel z. B. zur Behandlung von verschiedenen Krebsarten und immunologischen Erkrankungen.

gen wie rheumatoide Arthritis und Lupus Erythematosus, sowie der Hepatitis C.

- Die **Octapharma GmbH** in Langenfeld ist Marktführer bei intravenösen Immunglobulinen und hat zudem einen bedeutenden Marktanteil in den Bereichen Faktorenpräparate.
- Im Focus der Düsseldorfer **Orthogen AG** liegt die Entwicklung und Produktion von Therapeutika auf Basis der molekularen Medizin. Den Schwerpunkt bildet die molekulare Orthopädie: spezielle Arthrosetherapie und die weltweit erste Gentherapiestudie bei Rheumatoider Arthritis und Tissue Engineering (Herstellung von autologen Knorpeltransplantaten).

Zu den rund 450 weiteren Kern-Unternehmen kommen noch viele Unternehmen mit Life Science-Geschäftsfeldern und nochmals mehr als doppelt so viele Zulieferer und Dienstleister im Life Science-Umfeld. Insgesamt erwirtschaften nach Angaben des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie NRW über 2.000 Unternehmen mit rund 500.000 Beschäftigten rund 19 Milliarden Euro.

### Umsatz, Beschäftigte

Verlässliche Zahlen über Umsätze und Beschäftigte zu bekommen ist schwierig. Je nach Abgrenzung der Bereiche Life Sciences, Biotechnologie, Pharma und Medizintechnik schwanken die veröffentlichten Zahlen erheblich.

Betrachtet man beispielsweise die Biotechnologie-Branche für sich alleine, spielt Nordrhein-Westfalen eine gewichtige Rolle innerhalb Deutschlands. 350 Unternehmen am deutschen Markt mit 10.100 Beschäftigten macht der **Ernst & Young Report** von 2005 aus. Insgesamt schätzt **Ernst & Young** den Umsatz im deutschen Core-Biotech-Markt im Jahr 2004 auf 1,03 Milliarden Euro. Der weltweite Umsatz wird mit rund 44 Milliarden Euro beziffert.

Abbildung 33

### Eckdaten der deutschen Core-Biotech-Industrie

Jahr	2002		2003		Gesamtindustrie 2004	Börsennotierte Unternehmen 2004
<b>Allgemeine Kennzahlen</b>						
Anzahl der Unternehmen	360	- 3 %	350	- 1 %	346	12
Anzahl der Beschäftigten	13.400	- 14 %	11.535	- 12 %	10.089	3.141
In FuE	7.308	- 16 %	6.120	- 12 %	5.380	1.391
<b>Finanzdaten (in Mio. €)</b>						
Umsatz	1.014	- 5 %	960	- 7 %	1.030	500
FuE-Ausgaben	1.090	- 11 %	966	- 10 %	869	138
Verlust	- 661	- 17 %	- 549	- 11 %	- 486	- 169

Quelle: Ernst & Young 2005

Als Core-Biotech-Unternehmen werden Firmen bezeichnet, die vorwiegend moderne Methoden der Biotechnologie entwickeln oder nutzen. Die Tabelle beinhaltet daher keine Unternehmen, die sich zum Beispiel mit klassischen Methoden der Biotechnologie beschäftigen oder in der Medizintechnik tätig sind.

## 4.3.2 Forschungseinrichtungen, Patente und Netzwerke

### Forschung

Die Basis für den Erfolg Nordrhein-Westfalens im Bereich Life Sciences bildet eine effiziente wissenschaftliche Infrastruktur aus rund

- 100 Technologiezentren, Technologieparks und Technologietransferstellen,
- 27 Forschungsinstituten,
- 14 Fraunhofer-Instituten,
- 11 Max-Planck-Instituten,
- dem Forschungszentrum Jülich sowie
- über 50 Hochschulen.
- Hier sei exemplarisch das **Deutsche Diabetes-Zentrum DDZ** an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf genannt, an dem jährlich über 3.500 Diabetiker aus Nordrhein-Westfalen, aber auch aus der gesamten Bundesrepublik sowie aus anderen europäischen Ländern betreut werden.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung investiert in den nächsten fünf Jahren in die Förderung von kleinen und mittleren Unternehmen in der Biotechnologie-Branche rund 200 Millionen Euro. Jeder Euro, der in die Förderung der Life Sciences fließt, zahlt sich im Schnitt mit 5 Euro aus, die an Drittmitteln dazukommen.

### Herausforderungen für NRW

NRW steht im Forschungsbereich vor einer zunehmenden Herausforderung gegenüber anderen Bundesländern.

Vor allem Großunternehmen im Ruhrgebiet investieren zu wenig in Forschung und Entwicklung. Dies ist das Ergebnis einer Studie des **Rheinischen Instituts für Wirtschaftsforschung (RWI)**. Dabei zeigt sich das Land zweigeteilt:

- So haben Unternehmen in **Ballungsräumen mit Universitäten** wie Köln, Bonn, Düsseldorf, Aachen und Dortmund erhebliche Summen in die Forschung investiert (1,7% des BIP).
- An der **Ruhr** investierte die Wirtschaft aber nur 0,5 Prozent. Mit der Zahl der Patentanmeldungen liegt Nordrhein-Westfalen um 20 Prozent unter dem Bundesdurchschnitt.

Um dem entgegen zu wirken, wurde bereits im Jahre 2001 die **PROvendis GmbH** mit Sitz in Mülheim an der Ruhr als 100-prozentige Tochtergesellschaft der **ZENIT GmbH**, einer Unternehmensberatung mit Beteiligung des Landes NRW, gegründet. **PROvendis** ist die offizielle Patentvermarktungsagentur der Hochschulen in Nordrhein-Westfalen. Sie hat eigens zur intensiven Betreuung der Erfinder aus den lebenswissenschaftlichen Fakultäten und Fachbereichen von 24 Hochschulen des Landes NRW ein Life Science Team zusammengestellt. Die Leistungen für Beratung, Recherche, Patentanmeldungen, Markterschließung, etc. sind für Hochschul-Erfinder kostenfrei.

## Erfolge im Regierungsbezirk Düsseldorf

Es gibt aber auch positive Beispiele für erfolgreiche Forschung im Regierungsbezirk Düsseldorf.

- So waren zwei deutsche Erfinder unter den Preisträgern des "European Inventor of the Year 2006", einer Auszeichnung, die gemeinsam von der Europäischen Kommission und dem Europäischen Patentamt (EPA) erstmals am 3. Mai dieses Jahres in Brüssel verliehen wurde. Berücksichtigt wurden Erfindungen aus allen Bereichen der Technik, die zwischen 1991 und 2000 vom EPA mit einem europäischen Patent geschützt wurden. In diesem Zeitraum hatte das EPA mehr als 380 000 Patente erteilt. Die Preise wurden in sechs Kategorien verliehen: In der Kategorie "Industrie" wurden Zbigniew Janowicz und Cornelius Hollenberg der **Rhein Biotech** aus Düsseldorf ausgezeichnet. Sie entwickelten ein Verfahren zur Herstellung von Fremdproteinen in Hensenula-Hefestämmen, das bei der Produktion von Hepatitis-B Impfstoffen eine Schlüsselrolle spielt. Die neue Technologie gilt heute als Standard und ermöglicht weltweit die Eindämmung von Hepatitis-B. Über 450 Millionen Einheiten des Impfstoffs wurden mittlerweile in 90 Staaten verkauft.
- Ein anderes Beispiel ist das deutsch-amerikanische Unternehmen **Coley**. Es konnte im Sommer 2005 über 120 Millionen USD an der NASDAQ Erlösen, um die Erforschung von Produkten gegen Krebs, Asthma/Allergien und Infektionskrankheiten voranzutreiben. Die europäische **Coley**-Niederlassung am Standort Langenfeld ist für die gesamte chemische Entwicklung und die Wirkstofftestung innerhalb der **Coley-Gruppe** verantwortlich.

Auch die juristische Seite ist im Rheinland gut vertreten. Das Landgericht Düsseldorf ist im Hinblick auf Patent-Angelegenheiten gegenwärtig das führende Gericht innerhalb der Europäischen Union. Etwa die Hälfte aller Patentverfahren wird in der Landeshauptstadt abgewickelt – mehr als 600 im letzten Jahr.

## Netzwerke

- Wichtigster Koordinator für NRW im Netzwerk für die Lebenswissenschaften ist die **Life Science Agency GmbH (LSA)**. Sie betreut und berät Life Science-Unternehmen bei Firmengründungen, Forschungsprojekten und Internationalisierungsplänen. Die **LSA** ist eine Non-Profit-Organisation, deren Gesellschafter die drei Vereine **Bio-Gen-Tec-NRW**, **Health Care NRW** und **MeTNet NRW** sind. Sie unterstützt Unternehmen aus Biotechnologie, Medizintechnik und Pharmazie zum Beispiel bei der Beantragung von öffentlichen Fördermitteln und koordiniert den Wissenstransfer zwischen Wirtschaft und Wissenschaft.
- Im Rheinland verbindet **BioRiver e.V.** – u.a. initiiert von der Bezirksregierung Düsseldorf - die Unternehmen zwischen Köln, Bonn, Düsseldorf, Leverkusen, Aachen und Jülich. 79 Institutionen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung sind hier organisiert. Die Städte Aachen, Bonn, Köln und Düsseldorf sind die geographischen Knotenpunkte von **BioRiver** und bilden dabei regionale Netzwerke zusammen mit ihren jeweils benachbarten Städten und Kreisen. BioRiver hat seinen Sitz im Life Science Center Düsseldorf, einem modernen Technologie- und Gründerzentrum in unmittelbarer Nähe zur Universität und den Universitätskliniken.
- Für Düsseldorf wiederum ist das **LifeScienceNet Düsseldorf** das entscheidende Netzwerk als Anlaufstelle für Biotechnologie und Life Sciences in der Region –ebenso wie das Kompetenznetzwerk Stammzellenforschung NRW, das einzige dieser Art in Deutschland. Es handelt sich hierbei um eine Initiati-

ve des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen. Ein wichtiges Ziel ist die Aufklärung über ethische und rechtliche Aspekte und Fragestellungen der Stammzellforschung als Voraussetzung für eine angemessene Akzeptanz in der Öffentlichkeit.

- Um die industrielle Biotechnologie in Nordrhein-Westfalen zu unterstützen, wurde im August dieses Jahres vereinbart, in NRW ein thematisch ausgerichtetes, **überregionales Cluster** zu bilden. 50 Unternehmer (darunter **Degussa**, **Bayer** und **Henkel**), Wissenschaftler sowie Vertreter der Regionen und Industrie- und Handelskammern sind an diesem Projekt beteiligt.

### 4.3.3 Trend

Nordrhein-Westfalen setzt in seiner Innovationsstrategie einen Schwerpunkt auf Biotechnologie. Das Kabinett hat am 01. November diese Jahres beschlossen, die biotechnologische Innovationsoffensive BIO.NRW zu starten.

Hiermit und dem damit verbundenen umfangreichen Maßnahmenbündel will Nordrhein-Westfalen Entwicklungen auf dem Gebiet der Biotechnologie in Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft vorantreiben, den Transfer unterstützen, Innovationshemmnisse abbauen und den internationalen Markt stärker erreichen.

Dazu investiert Nordrhein-Westfalen in den kommenden Jahren in Grundlagenforschung, baut Innovationsplattformen aus, verstärkt die Nachwuchsförderung, unterstützt Unternehmensgründungen, verbessert die Rahmenbedingungen für Biowissenschaften und richtet den Biotechnologie-Standort NRW stärker international aus. Als Querschnittstechnologie trägt die Biotechnologie nachhaltig zur positiven Entwicklung des gesamten Bereichs der Lebenswissenschaften bei - ein Bereich, der wie kaum ein anderer als Innovationstreiber und Job-Motor der Zukunft gilt.

## 4.4 Querschnittstechnologie RFID (Radio Frequency Identification)

### 4.4.1 Marktsituation

#### Technik

Mit RFID wird die automatische, berührungslose Identifikation von Objekten, Tieren und Personen mittels eines angebrachten oder implementierten Transponders bezeichnet. Dieser besteht aus einem Mikrochip, welcher die Daten enthält, sowie einer Sende- und Empfangsantenne. Die Transponder unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Energieversorgung (passive und aktive Transponder) und der verwendeten Frequenzbereiche. Transponder können sehr flach, flexibel und selbstklebend sein, oder die Außenmaße eines Buches annehmen.

Passive Transponder benötigen keine eigene Stromversorgung, sondern bekommen die Energie induktiv mittels „Radiowellen“ drahtlos geliefert. Dadurch übertragen sie die auf dem Mikrochip enthaltenen Daten zu einem Empfänger bzw. Lesegerät. Hierzu stehen z.B. im UHF Bereich 10 freie Kanäle mit einer Leistung von 0,5 Watt zur Verfügung. Die Daten eines passiven Transponders werden meist bis zu einer Entfernung von etwa 1m ausgelesen, bei aktiven Transpondern sind aber auch größere Entfernungen technisch realisierbar.

Hierfür bedarf es dann nicht eines Sichtkontaktes, wie ihn ein Scanner zum Auslesen eines Strichcodes benötigt. Je nach Ausführung bieten Transponder die zusätzliche Möglichkeit, gespeicherte Daten nachträglich zu modifizieren.

#### Anwendungsgebiete

Forciert durch technischen Fortschritt und die damit verbundenen Leistungssteigerungen, insbesondere im Bereich Soft- und Hardware sowie durch neue kostengünstigere Produktionsverfahren für Prozessoren, beeinflusst RFID mittlerweile zahlreiche Anwendungsgebiete und schafft darüber hinaus die Grundlage für neue Anwendungen in der Zukunft. Der Einsatzbereich reicht von der Automobilindustrie bis zur Zutrittskontrolle. Damit ist die RFID-Technologie eine typische Querschnittstechnologie und kommt in branchenübergreifenden Bereichen zur Anwendung.

#### Effizienzpotentiale

In der Prozesssteuerung und Lagerhaltung locken die RFID-Projekte mit enormen Effizienzpotenzialen. Beispielsweise errechnet Siemens für ein mittelgroßes Distributionszentrum ein jährliches Einsparvolumen von bis zu € 500.000 durch effizienteres Bepacken der Warenpaletten. Der Einzelhandel würde aufgrund des optimierten Bestellwesens mit RFID seine Kunden nur noch sehr selten vor ausverkauften Regalen stehen sehen. Bei der hier erzielbaren Effizienzsteigerung entfielen bei einer Ersparnis- und Ertrags-Analyse rund 45% auf den Posten vermiedene Out-of-Stock, 36% auf vermiedene Diebstähle und 18% auf effizienter organisierte Unternehmensprozesse.

#### Wachstum

**Soreon Research** sieht das europäische Marktvolumen von derzeit € 965 Mio. (Stand 2005) auf geschätzte € 2,57 Mrd. im Jahre 2008 anwachsen und es soll nach Schätzungen von Deutsche Bank Research im Jahre 2010 bei etwa € 4,0 Mrd. liegen. Dies entspricht einem Wachstum von 47%. Entscheidend vorangetrieben wurde dieses Wachstum bisher durch die Projekte großer Handelskonzerne wie **Metro** in Deutschland, **Tesco** in Großbritannien und **Carrefour** in Frankreich. Doch der Anteil

dieser drei großen Länder am gesamten Investitionsvolumen in der EU-15 geht zugunsten kleinerer Länder zurück. Stemmten Deutschland, Großbritannien und Frankreich im Jahre 2004 zusammen noch fast 90% des gesamten Investitionsvolumen, werden es 2006 nur noch 60% sein.

Diese Gewichtsverschiebung zeigt, dass die RFID-Technologie schnell reift und diffundiert. Dabei liegt der Löwenanteil nach Einschätzung der Experten nicht nur im Bereich der Transponder. Es sind vor allem Softwarekosten und Installationservices, die knapp zwei Drittel der Investitionen bedingen. Die jährlichen Wachstumsraten liegen bis 2010 im Bereich der RFID-Software bei ca. 60%, gefolgt von 50% im RFID-Servicebereich. Diese Umsätze werden auch in Zukunft das gesamte Marktvolumen bestimmen.

Deutschland ist mit 24% Marktanteil und € 229 Mio. Umsatz führender RFID-Markt in Europa und wird diesen bis 2008 voraussichtlich auf € 588 Mio. Marktvolumen ausbauen.

### **Preisentwicklung**

Der Erfolg von RFID im Massenmarkt hängt zentral von der Entwicklung der Transponder-Preise ab. Im Moment schränkt der Preis des Transponders das Einsatzfeld der RFID-Systeme auf tatsächlich hochwertige Güter ein. Abhängig von der Auflage kostet ein passiver Transponder derzeit zwischen € 0,05 (bei einer Auflage von über 1 Mio. Stück) und € 10,00 (bei einer Auflage unter 1.000 Stück). Sollte der technische Fortschritt weiterhin im immensen Preisverfall der IT-Hardware münden, wird die RFID-Technologie bis zum Jahre 2010 für den Massenmarkt attraktiv sein.

### **Standardisierung**

Erfolgsentscheidend ist neben den Transponderkosten auch die noch offene Frage eines einheitlichen Standards der RFID-Systeme. Hier leistet die von der Privatwirtschaft getragene **Initiative EPCglobal** weltweit wichtige Arbeit. Im Fokus der europäischen, amerikanischen und asiatischen **EPCglobal**-Vertreter stehen neben dem Datenformat der Software auch die Funkleistung und die Frequenzbereiche der Transponder. Dieser Blickwinkel liegt nahe, da das Geschäftspotenzial des RFID-Systems direkt von der Funkleistung und dem Frequenzbereich abhängt. Seit 2004 dürfen die RFID-Chips auch in der EU im besonders geeigneten UHF-Bereich funken. Allerdings müssen die RFID-Systeme hier mit einer vergleichsweise niedrigen Funkleistung von 0,5 Watt auskommen (USA: 2,0 Watt). Diese regulatorische Einschränkung der Funkleistung in Europa geht auf die Ängste der Verbraucher vor Elektrosmog ein, nimmt allerdings eine kürzere Funkreichweite und damit zwangsläufig auch eine deutliche Begrenzung des Geschäftspotenzials der RFID-Systeme in Kauf.

### **Implementierung**

Neben der Kosten- und Standardisierungsproblematik hinaus konzentriert sich die Wissenschaft auf den Aspekt der Implementierung von RFID-Systemen in bestehende Unternehmensstrukturen. Hier bietet NRW mit seiner bundesweit einmaligen Unternehmensgrößenstruktur, in der die wichtigsten Branchen in nahezu allen Betriebsgrößen präsent sind, ein einmaliges Kooperationsfeld von Wissenschaft und Wirtschaft.

## Katalysatoren

Nach noch ausstehenden Fortentwicklungen, insbesondere im Bereich der Software für die Bearbeitung der für diese Technologie typischen großen Datensätze, wird den RFID-Systemen bei der Steuerung der Prozesse innerhalb der gesamten Wertschöpfungskette schnell eine entscheidende Bedeutung zukommen. Diese Steigerung geht insbesondere auf den breiten Einsatz im Einzelhandel zurück. Außerdem treiben sie Zulieferer dazu, diese Innovation einzusetzen. Das kommerzielle **amerikanische Marktforschungsinstitut VDC** rechnet für 2008 im Einzelhandel der gesamten EU-15 mit gut 2,5 Mio. Funketiketten – knapp 25% davon werden allein in Deutschland eingesetzt.

### 4.4.2 RFID in NRW

In Nordrhein-Westfalen bilden die Düsseldorfer **MetroGroup** und das **Dortmunder Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML** eine strategische Partnerschaft zum Thema RFID. Sie sind sowohl im Länderbereich, als auch bundesweit die Katalysatoren des RFID-Marktes. Das **Fraunhofer IML** erscheint als wissenschaftlicher Inkubator und Vorreiter in der angewandten Forschung.

Die RFID-Technologie ist in Nordrhein Westfalen mittlerweile in ganz verschiedene Wirtschaftsbereiche eingezogen. Einige wenige RFID-Projekte sollen hier skizziert werden.

- Im Kölner Neptunbad dient der Funkchip den Kunden als Mitgliedsausweis, Spindschlüssel, Zugangskarte und Bezahlssystem.
- Dem Geschäftsbereich Teppich des Wuppertaler Traditionsherstellers **Vorwerk** ist es gemeinsam mit der **Infineon Technologies AG** gelungen, einen textilen Bodenbelag als einzigartiges elektronisches Leitsystem auf der Basis von RFID Technologie zu entwickeln. Dieser "Smart Carpet" ermöglicht es Robotern mit RFID Leseinheit, automatisch und intelligent über den Boden zu navigieren. Solche Roboter können zum Beispiel als automatisch gesteuerte Transporteinheit oder als selbst fahrende Reinigungsautomaten eingesetzt werden
- Die Eintrittskarten der Fußballvereine 1. FC Köln, FC Schalke 04 und Borussia Dortmund sind mit Funkchips ausgestattet. So auch die **FIFA**-Tickets für die Fußball-WM Deutschland 2006. Die Organisatoren dämmten über diese Maßnahme Diebstahl, Fälschungen und den Handel von Tickets auf dem Schwarzmarkt ein.
- Seit 2003 testet der **Metro-Konzern** in Rheinberg im Future Store den Einsatz von Zukunftstechnologien. Der Einzelhandelskonzern vermeldet, dass sich nun der Schwund von Artikeln um 18 Prozent reduziert hat.
- Zusammen mit **Gerry Weber** testet **Kaufhof** in Neuss im Innovation Center die „intelligente“ Umkleidekabine. Der Funkchip steuert produktspezifische Informationen an, die dann auf dem Bildschirm der Kabine ausgestrahlt werden.
- Durch RFID-Einsatz verhindern die **Kölner Ford-Werke** Falschverladungen und damit verbundene Verspätungen und Zusatzkosten in der Auslieferung.

- **Die TOI TOI & DIXI GmbH** in Heiligenhaus, Marktführer auf dem Gebiet mobiler Sanitärsysteme, erfasst und protokolliert sämtliche Arbeitsvorgänge mit Hilfe der RFID-Technologie. Per Saldo wurden die Investitionskosten schon nach 12 Monaten eingespart.
- Der **Gebäudedienstleister Schulten** aus Remscheid setzt die RFID-Technologie in Wischmopps ein. Der Weg eines Wischmopps kann so entlang der Logistikkette genau dokumentiert werden. Die Abläufe lassen sich besser planen und es findet eine zusätzliche Qualitätskontrolle statt.
- Als erste Bibliothek in Europa optimierte die **Stadtbibliothek Siegburg** ihre EDV mit Hilfe der RFID-Technik, um den Kundenservice zu verbessern und Arbeitsabläufe zu beschleunigen.
- Als erste Hochschulbibliothek in Nordrhein-Westfalen hat die **Bücherei der FH Düsseldorf** die RFID-Technik eingeführt und beendet so die Zeiten, in denen sich in den Mittagspausen oder nach Seminarschluss lange Warteschlangen an der Ausleihe der Bibliothek bildeten.
- Das **Landgericht Detmold** identifiziert mittels RFID sämtliche Akten und eröffnet damit völlig neue Dimensionen in der Büroorganisation.

Einen ebenso bedeutenden Stellenwert hat das Thema RFID in der Forschungslandschaft Nordrhein-Westfalens. Zahlreiche Institute der Informations- und Kommunikationstechnik, der Systemintegration und der Nanotechnologie können auf einschlägige Arbeiten verweisen. An vorderster Stelle sind hierbei die Fraunhofer Institute des Landes zu nennen.

### **Das „Internet der Dinge“**

Die Integration von RFID-Datenströmen in betriebswirtschaftliche Systeme wie Warenmanagement oder Supply-Chain-Management wird den Dienstleistungssektor ebenfalls bereichern. Die zukünftige elektronische Kennzeichnung von Gütern aller Art führt zu solch umfangreichen Datenmengen, dass ein zentral organisiertes Steuerungssystem ungeeignet erscheint. Hier bietet RFID die Grundlage für autonome Objekte und selbstorganisierende Systeme in intelligenten Umgebungen.

RFID verbindet die physische Welt der Produkte mit der virtuellen Welt der digitalen Daten. Prof. Dr. Michael ten Hompel vom **Fraunhofer Institut und Inhaber des Lehrstuhls für Förder- und Lagerwesen an der Universität Dortmund**, hat hier sinngemäß den Begriff des „Internet der Dinge“ geprägt.

### **NRW im nationalen Vergleich**

Der Schwerpunkt des Einsatzgebietes der RFID-Technologie liegt sowohl in Nordrhein-Westfalen, als auch im gesamten Bundesgebiet, im Bereich Logistik, Lagerhaltung und Prozesssteuerung. Betrachtet man die Konzentration der relevanten RFID-Pilotanwendungen und die Intensität der Forschungsprojekte in den einzelnen Bundesländer, kann Nordrhein-Westfalen hier eine herausragende Stellung attestiert werden.

Hier kann die **Metro AG in Düsseldorf** mit ihrem Projekt „Future-Store“ in Rheinberg und dem „RFID Innovation Center“ in Neuss als „Leader“ im Bereich der Anwendungspraxis gesehen werden. Mit an diesen Standorten engagieren sich mehr als 60 Unternehmen aus der Konsumgüterindustrie, der Informationstechnologie und der Dienstleistungsbranche als Kooperationspartner.

Im Bereich der Forschung ist Dortmund mit dem **Fraunhofer-Institut (IML)**, sowie dem Fachgebiet Logistik (Flog) an der Universität Dortmund führend.

### **4.4.3 Trend**

Einer flächendeckenden Nutzung der RFID-Technologie stehen derzeit die relativ hohen Stückkosten der Transponder und die noch ungeklärte Problematik der Standardisierung gegenüber. Auf längere Sicht wird RFID die Produktsicherheit revolutionieren, weil jedes Produkt auf den unterschiedlichsten Stufen seiner Wertschöpfungskette verfolgt werden kann. Deutsche Technologieanbieter verfügen weltweit über eine Spitzenposition und können diese noch ausbauen.

RFID-Prozesse laufen elektronisch ab und sind für den Verbraucher nicht sichtbar, bzw. schwer nachvollziehbar. Gleichzeitig liegt der Nutzen der Technologie für den Verbraucher in vielen Fällen nur indirekt vor. Dieser nicht-offensichtliche Nutzen gepaart mit der Nicht-Sichtbarkeit mündet in Fragen hinsichtlich der informatorischen Selbstbestimmtheit des Verbrauchers.

Die Themen Privatsphäre und Datenschutz rücken damit in den Mittelpunkt der RFID-Diskussion. Hier sollte von Seiten der Wirtschaft und Politik ergebnisoffene Aufklärungsarbeit geleistet werden. Über eine Bestandaufnahme der Pro- und Contra-Argumente könnten am Ende dann Empfehlungen stehen, welche RFID-Lösung für welche Anwendungsfälle geeignet sind und wo sie eventuell besser nicht eingesetzt werden sollte.

## 4.5 Brennstoffzellentechnik

### 4.5.1 Marktsituation

#### Technik

Das Prinzip ist nicht neu. Bereits 1839 entdeckte der Engländer William R. Grove das Funktionsprinzip der Brennstoffzelle, doch erst Mitte des 20. Jahrhunderts wurde das Verfahren als alternative Antriebsmöglichkeit für die Luft- und Raumfahrttechnik wieder entdeckt. Die ersten Brennstoffzellen fanden ihre Verwendung in den Apollo-Raketen der **NASA**.

Man unterscheidet grundsätzlich sechs verschiedene Typen von Brennstoffzellen (AFC, DMFC, PAFC, PEM, MCFC, SOFC). Das Grundprinzip der Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff gilt für alle Brennstoffzellen gleichermaßen.

#### Anwendungsgebiete

Trotz der steigenden Energiepreise der letzten Jahre ist der Einsatz von Brennstoffzellen für den Hausgebrauch immer noch zu kostspielig und störungsanfällig. Bislang ist der Einsatz daher überwiegend auf Nischenanwendungen beschränkt. Weltweit herrscht aber Einigkeit, dass mit Hilfe der Grundlagenforschung in diesen Bereichen neue Lösungen gefunden werden müssen. Marktbeobachter rechnen damit, dass sich die Einsatzgebiete der Brennstoffzelle drastisch ausweiten werden, sobald die Preise weiter gesenkt werden können. Experten der Europäischen Union gehen davon aus, dass frühe Märkte, darunter solche für Spezialfahrzeuge (etwa Gabelstapler) und tragbare Geräte, bis 2010, ortsfeste Anwendungen die breite Marktetablierung etwa bis 2015 und Verkehrsanwendungen den Massenmarkt um 2020 erreicht haben. Einen Überblick gibt die nachfolgende Tabelle:

Abbildung 34

	Tragbare Brennstoffzellen Für kleine elektr. Geräte	Tragbare Generatoren und frühe Märkte	Ortsfeste Brennstoffzellen Kraft-Wärme-Kopplung	Straßenverkehr
EU: verkaufte Wasserstoff/Brennstoffzellen-Geräte pro Jahr, Projektion 2020	Ca. 250 Millionen	Ca. 100.000 (ca. 1 GW <sub>e</sub> )	100.000 bis 200.000 (2 ... 4 GW <sub>e</sub> )	0,4 ... 1,8 Millionen
EU: Kumulierte Verkäufe, Projektion 2020	-	Ca. 600.000 (ca. 6 GW <sub>e</sub> )	400.000 bis 800.000 (8 ... 16 GW <sub>e</sub> )	1 ... 5 Millionen
EU: für 2020 erwarteter Marktstatus	<b>Eingeführt</b>	<b>Eingeführt</b>	<b>Wachstum</b>	<b>Eintritt in den Massenmarkt</b>
Durchschnittliche Leistung eines Brennstoffzellensystems	15 W	10 kW	< 100 kW (Klein-KWK) > 100 kW (Industrielle KWK)	80 kW
Kostenziel Brennstoffzellensystem	1 ... 2 €/W	500 €/kW	2000 €/kW (Klein-KWK) 1000 ... 1500 € kW (Industrielle KWK)	< 100 €/kW (bei 150.000 Einheiten pro Jahr)

Quelle: HFP Strategic Overview, July 2005

Ebenso wichtig für eine erfolgreiche Markteinführung der Brennstoffzellentechnik ist die Ausbildung und Fortbildung im Handwerk. Hierbei ist derzeit die Qualifizierung

der Fachkräfte im Elektro- und Sanitär-Heizung-Keramik-Handwerk von besonderer Bedeutung. Spätestens seit der Installation der ersten Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen müssen sich die Handwerker vor Ort mit dieser neuen Technik auseinandersetzen.

Die Brennstoffzellentechnik gilt als eine wichtige Option für die zukünftige Energieversorgung. Brennstoffzellen arbeiten abgasfrei, geräuscharm und erreichen einen hohen Wirkungsgrad. Sie sind vielseitig einsetzbar überall dort, wo Energie umgesetzt wird. Die Palette der Anwendungsmöglichkeiten reicht von:

- Stationären Anwendungen (Blockheizkraftwerke, Hausenergieversorgung, Infosysteme, unterbrechungsfreie Stromversorgung), über die
- mobilen Anwendungen (Antriebe von Schiffen, LKW und PKW sowie deren Bordstromversorgung) bis zu
- portablen Anwendungen (tragbare Stromversorgung von Laptops, Camcordern oder Mobiltelefonen).

#### 4.5.2 Brennstoffzellentechnik in NRW

##### Anzahl der Unternehmen, Beschäftigte, Umsatz

In ca. 2.600 überwiegend mittelständischen Firmen arbeiten in Nordrhein-Westfalen etwa 15.000 Beschäftigte an der Entwicklung und dem Einsatz von Photovoltaik, Windenergie-Anlagen oder Brennstoffzellen. Nach Schätzungen des Internationalen Wirtschaftsforums Regenerative Energien (IWR) wurde dadurch im Jahre 2004 ein Umsatz von rund 3,5 Milliarden Euro erwirtschaftet.

##### Marktführer

- Zu den führenden Unternehmen im Bereich der mobilen Brennstoffzellentechnik gehört in NRW die Firma **Hydrogenics Enkat** aus Gelsenkirchen. Sie lieferte z. B. die mit Brennstoffzellen betriebenen Busse für den Shuttle zwischen den Spielorten in NRW während der Fußball-Weltmeisterschaft 2006. **Hydrogenics Enkat** verfügt derzeit über 270 Beschäftigte. Schwerpunkt des Unternehmens ist die Entwicklung kompletter Energiemodule und elektrischer Hybridsysteme sowie von Brennstoffzellenprüfsystemen.
- Ein weiteres führendes Unternehmen ist die ebenfalls in Gelsenkirchen ansässige **Masterflex AG** mit rund 650 Beschäftigten. Sie betreibt u. a. seit Mai 2006 zusammen mit der Stadt Herten den ersten Fahrradverleih, der Fahrräder mit Brennstoffzellenantrieb anbietet. Das Unternehmen hat seinen Schwerpunkt im Bereich portabler wasserstoffbasierter Brennstoffzellensysteme.
- Ein wichtiger Standort der Brennstoffzellentechnik befindet sich außerdem in Herten. Neben der **IdaTech Fuell Cells GmbH**, einer Tochter des US-amerikanischen Brennstoffzellenherstellers **IdaTech LLC**, hat dort auch die bayerische **Proton Motor Fuel Cell GmbH** im Jahre 2005 einen Standort eröffnet. **IdaTech** ist ein Entwickler und Hersteller integrierter Brennstoffzellensysteme, **Proton** ein Entwickler und Hersteller mobiler und stationärer Brennstoffzellensysteme.
- Zu den führenden Unternehmen im Regierungsbezirk Düsseldorf gehören die Firmen **Vaillant** aus Remscheid sowie **Dynetek Europe** aus Ratingen. Gemeinsam mit dem amerikanischen Entwicklungspartner **Plug Power** entwickelt und produziert **Vaillant** Brennstoffzellen-Heizgeräte für europäische

Mehrfamilienhäuser und kleinere Gewerbeobjekte. Pilotanlagen stehen z. B. in Essen (Wohngebäude), Gelsenkirchen (Wohngebäude) oder Düsseldorf (**Brauerei Füschen**). **Dynetek** ist einer der weltweit führenden Anbieter für leichte Speicherbehälter für komprimierte Gase. Für den Bereich der Zulieferer ist die **Air Liquide GmbH** aus Düsseldorf zu nennen. Sie ist der zweitgrößte Anbieter für technische und medizinische Gase in Deutschland.

- Als eines der ersten Unternehmen in Deutschland betreibt die **RWE Fuel Cells GmbH** mit Sitz in Essen verschiedene Brennstoffzellen, so z. B. gemeinsam mit der Fernwärmeversorgung Niederrhein GmbH und der **DaimlerChrysler AG** seit Ende 2003 in Dinslaken und seit 2004 in Krefeld und Moers. Außerdem betreibt das Unternehmen seit 2002 eine Brennstoffzelle in der Landesvertretung NRW in Berlin zur dezentralen Versorgung des Gebäudes mit Strom, Wärme und Kälte. In der weiteren Entwicklung konzentriert sich **RWE** ausschließlich auf stationäre Brennstoffzellen für Gewerbe, Industrie und private Haushalte.
- Seit dem 18. Oktober sind in Düsseldorf zwei Brennstoffzellenbusse im Einsatz. Der erste fährt für die **Messe AG** als Zubringer auf dem Messegelände, der zweite wird von der Rheinbahn im Linienbetrieb im linksrheinischen Düsseldorf eingesetzt. Das Land Nordrhein-Westfalen unterstützt das Projekt mit einer Investitionsförderung von rund 710.000 Euro.

### 4.5.3 Forschung, Entwicklung, Investitionen

#### NRW

Nordrhein-Westfalen ist ein Schwergewicht im Bereich der Brennstoffzellentechnik in Deutschland. Dies gilt sowohl für den Bereich von Wissenschaft und Forschung, als auch für den Bereich der Entwicklung von praxistauglichen Anwendungen. Die durch das Land initiierten Aktivitäten haben die Attraktivität von NRW als Standort für Brennstoffzellentechnik national und international deutlich gesteigert.

Die starke Stellung Nordrhein-Westfalens in Deutschland ist auch ein Resultat der Projektförderung durch das Land. So wurden seit dem Jahr 2000 vom Land (REN-Programm) und der Europäischen Union (Europäischer Fonds für regionale Entwicklung – EFRE) rund 60 Mio. Euro an Fördermitteln aufgewendet. Damit wurden 60 Brennstoffzellenprojekte mit einem Gesamtvolumen von knapp 110 Millionen Euro unterstützt.

#### Weitere Akteure

Neben Nordrhein-Westfalen sind in der Bundesrepublik besonders auch Baden-Württemberg, Bayern und Sachsen-Anhalt im Bereich der Brennstoffzellentechnik aktiv. International gehören die USA, Kanada und Japan zu den führenden Nationen bei der Erforschung und Entwicklung von Brennstoffzellensystemen. Dabei fördern alleine die USA und Japan die Forschung und Entwicklung von Brennstoffzellen jährlich mit ca. 250 Millionen Euro. Dies ist das Doppelte der momentanen Aufwendungen der gesamten Europäischen Union in diesem Bereich.

Der Bund hat im letzten Jahr Forschungsprojekte für die Entwicklung stationärer Brennstoffzellen-Anwendungen mit rund 30 Millionen Euro gefördert.

Laut einer im Jahre 2003 veröffentlichten britischen Studie hielten deutsche Firmen 400 der weltweit rund 5.000 Patente im Bereich Brennstoffzellen. Neuere Zahlen deuten darauf hin, dass sich inzwischen die USA, Japan und teilweise auch Kanada in einigen Bereichen einen technologischen Vorsprung gegenüber Deutschland erarbeiten. Die Bundesregierung will rund 500 Millionen Euro in den kommenden 10 Jahren für die Förderung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zur Verfügung stellen.

#### Netzwerke in NRW

Das "**Kompetenz-Netzwerk Brennstoffzelle NRW**" (<http://www.brennstoffzelle-nrw.de>) wurde im April 2000 im Rahmen der Landesinitiative Zukunftsenergien NRW gegründet und ist damit das erste Netzwerk dieser Art in Deutschland gewesen. Es wurde im Frühjahr 2004 mit der Wasserstoff-Initiative H2NRW zum Kompetenz-Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW vereint.

Derzeit arbeiten mehr als 300 Mitglieder aus Wissenschaft und Wirtschaft an zukunftsfähigen Lösungen für die Energieversorgung im Netzwerk zusammen. Aus dem Regierungsbezirk Düsseldorf sind über 90 Mitglieder im Netzwerk engagiert. Neben den bereits oben erwähnten Unternehmen, unter anderem auch **Krohne Messtechnik** aus Duisburg, **3M Deutschland** aus Neuss oder **Balcke-Dürr** aus Ratingen.

Zum 1. Januar 2007 werden die Landesinitiative Zukunftsenergien NRW und die Energieagentur NRW zur neuen **EnergieAgentur.NRW** zusammengeführt. Ziel ist die Nutzung von Synergieeffekten und die Bündelung von Kräften zur Stärkung der strategischen Kompetenzen im Bereich Energie in Nordrhein-Westfalen.

### **Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Institute**

Im Regierungsbezirk Düsseldorf beschäftigen sich folgende Universitäten und Forschungseinrichtungen mit den unterschiedlichsten Bereichen der Brennstoffzellentechnik und der dazugehörigen Technologien:

- Universität Duisburg-Essen
  - Institut für Energie- und Umweltverfahrenstechnik  
Die Inhaberin des Lehrstuhls, Prof. Dr. Angelika Heinzl, ist zugleich Geschäftsführerin des Zentrums für Brennstoffzellentechnik
  - Institut für Produkt Engineering
  - Fachgebiet Elektrische Anlagen und Netze
  - Fachgebiet Abfallwirtschaft und Abfalltechnik
  - Fachgebiet Technik der Energieversorgung und Energieanlagen (TEE)
- Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
  - Arbeitsgemeinschaft Elektrochemischer Forschungsinstitutionen e.V. (AGEF)
- Bergische Universität Wuppertal
  - Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgung
- Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) in Duisburg
- Zentrum für Brennstoffzellentechnik gGmbH (ZBT) in Duisburg
- Max-Planck-Institut für Bioanorganische Chemie in Mülheim an der Ruhr
- Max-Planck-Institut für Kohlenforschung in Mülheim an der Ruhr
- Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT) in Oberhausen

### **Technologietransfer**

Mit der Förderung des Technologietransfers und der Netzwerkbildung zwischen Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (nicht nur für den Bereich der Brennstoffzellentechnik) befassen sich folgende Einrichtungen im Regierungsbezirk:

- Wissenschaftszentrum NRW in Düsseldorf
- VDI Technologiezentrum in Düsseldorf
- Haus der Technik e. V. in Essen
- Institut für Galvano- und Oberflächentechnik GmbH in Solingen
- Energieagentur NRW in Wuppertal
- Institut für Klima, Umwelt und Energie GmbH in Wuppertal
- Transferstellen der Universitäten Duisburg-Essen und Düsseldorf.

Mit der Aus- und Fortbildung für die Bereiche Industrie und Handwerk, Bildung und Politik sowie Forschung und Entwicklung befasst sich in Nordrhein-Westfalen das Weiterbildungs- und Demonstrationszentrum Brennstoffzelle (WBZU) in Jülich. Es bietet Seminare, Workshops und Tagungen an und stellt auf seiner Internetseite Lehrmaterialien zum Herunterladen bereit.

## Quellen und weiterführende Informationen:

### 2: Rahmendaten

- Ströker, Kerstin: Vorausberechnung der Bevölkerung in den kreisfreien Städten und Kreisen Nordrhein-Westfalens 2005 bis 2025/2050, Statistische Analysen und Studien des **LDS NRW**, Düsseldorf, Heft 31, April 2006  
[http://www.lds.nrw.de/statistik/datenangebot/analysen/stat\\_studien/2006/band\\_31/z089\\_200655.pdf](http://www.lds.nrw.de/statistik/datenangebot/analysen/stat_studien/2006/band_31/z089_200655.pdf)
- **ZENIT**, Zentrum für Innovation und Technik in NRW, Innovations-Scoreboard 2005, Mülheim 2006

### 3. Innovationsstrategien

- **Bundesministerium für Bildung und Forschung**, Bundesbericht Forschung 2004, Berlin 2004  
<http://www.bmbf.de/pub/bufo2004.pdf>
- Werwatz, Axel pp: Innovationsindikator 2005, hrsgg. Vom **DIW**, Berlin. September 2005  
<http://www.telekom-stiftung.de/5-innovation/1-innovationsindikator-deutschland/img/diw-studie.pdf>
- **Fraunhofer-ISI**, 13. April 2000  
Kurzfassung unter <http://www.isi.fraunhofer.de/pr/2000de/pri052000.htm>
- Regionalmarketing als Element des Public Marketings, **Institut Wirtschaft & Tourismus**, Hochschule Wallis, Juli 2006  
[http://www.chgemeinden.ch/de/PDF-artikel/PDF-Artikel-2006/08\\_06-Public\\_Marketing.pdf](http://www.chgemeinden.ch/de/PDF-artikel/PDF-Artikel-2006/08_06-Public_Marketing.pdf)
- **IWD**-Informationsdienst der deutschen Wirtschaft Köln, IW-Trend, Juni 2006
- Patentatlas 2002, Deutsches Patent- und Markenamt München 2002  
Kurzfassung unter <http://www.berlinews.de/archiv-2002/1888.shtml>
- **Prognos** Zukunftsatlas 2006  
[http://www.prognos.com/zukunftsatlas/pdf\\_06/Auf%20einen%20Blick\\_neu.pdf](http://www.prognos.com/zukunftsatlas/pdf_06/Auf%20einen%20Blick_neu.pdf)
- **RWI**-Studie, „Zu wenig Forschung und Entwicklung“, in: RWI News, 1/2006  
[http://www.rwi-sen.de/pls/portal30/docs/FOLDER/PUBLIKATIONEN/RWINEWS/RWINEWS\\_DAT/NEWS\\_06-01\\_LD\\_D.PDF](http://www.rwi-sen.de/pls/portal30/docs/FOLDER/PUBLIKATIONEN/RWINEWS/RWINEWS_DAT/NEWS_06-01_LD_D.PDF)
- Wissensmanagement , Heft 2/2006, März/April 2006  
Kurzfassung unter <http://www.wissensmanagement.net/print/archiv/2006/editorial2-06.shtml>

### 4. Ausgewählte Zukunftsfelder

#### 4.1 TIMES-Technologien

##### Telekommunikation und Informationstechnik:

- **TNS Infratest Forschung GmbH, Institute for Information Economics (IIE)**, Monitoring Informationswirtschaft, 9. Faktenbericht 2006, 6. Trendbericht 2006, Management Summary, München, April 2006

- **TNS Infratest Forschung GmbH**, Monitoring Informationswirtschaft, 9. Faktenbericht 2006, München, April 2006
- **TNS Infratest Forschung GmbH**, Institute for Information Economics (IIE), Monitoring Informationswirtschaft, 6. Trendbericht und Trendbarometer 2006, Hattingen, April 2006
- Einführung: IT & Telekommunikation:  
[www.media.nrw.de/medienland\\_nrw/medienland.php](http://www.media.nrw.de/medienland_nrw/medienland.php)
- **Institut Arbeit und Technik**, Strategische Handlungsfelder in Nordrhein-Westfalen, Gelsenkirchen, September 2004
- Im Blickpunkt: Medienland NRW:  
[www.media.nrw.de/imblickpunkt/themen/medienland/index.php](http://www.media.nrw.de/imblickpunkt/themen/medienland/index.php)
- **Universität Dortmund**, Wissenschaftsatlas Projekt Ruhr, 2006  
[www.networker-nrw.de](http://www.networker-nrw.de)

#### Medien und Entertainment:

- Im Blickpunkt: Medienland NRW:  
[www.media.nrw.de/imblickpunkt/themen/medienland/index.php](http://www.media.nrw.de/imblickpunkt/themen/medienland/index.php)

#### Sicherheit:

- **TNS Infratest Forschung GmbH, Institute for Information Economics (IIE)**, Monitoring Informationswirtschaft, 9. Faktenbericht 2006, 6. Trendbericht 2006, Management Summary, München, April 2006
- **TNS Infratest Forschung GmbH**, Monitoring Informationswirtschaft, 9. Faktenbericht 2006, München, April 2006
- **TNS Infratest Forschung GmbH, Institute for Information Economics (IIE)**, Monitoring Informationswirtschaft, 6. Trendbericht und Trendbarometer 2006, Hattingen, April 2006
- Im Blickpunkt: Medienland NRW:  
[www.media.nrw.de/imblickpunkt/themen/medienland/index.php](http://www.media.nrw.de/imblickpunkt/themen/medienland/index.php)
- Initiative IT-Sicherheit: Einführung:  
[www.media.nrw.de/initiativen/it-sicherheit.php](http://www.media.nrw.de/initiativen/it-sicherheit.php)
- **Universität Dortmund**, Wissenschaftsatlas Projekt Ruhr, 2006  
[www.hs-niederrhein.de](http://www.hs-niederrhein.de)

#### Beschäftigungsentwicklung in NRW im Bereich TIMES:

- Medienstandort NRW:  
[http://www.media.nrw.de/medienland\\_nrw/factsandfigures.php](http://www.media.nrw.de/medienland_nrw/factsandfigures.php)

#### 4.2 Nano- und Mikrotechnologie

- Factor Y „Magazin für nachhaltiges Wirtschaften“ /04/2005
- **IVAM** Mikrostrukturatlas  
<http://www.ivam.de/>
- **BMBF**-Nanotechnologieinitiative 2010  
[http://www.bmbf.de/pub/nano\\_initiative\\_aktionsplan\\_2010.pdf](http://www.bmbf.de/pub/nano_initiative_aktionsplan_2010.pdf)
- **BMBF**: Nanotech erobert Märkte  
[http://www.bmbf.de/pub/nanotechnologie\\_erobert\\_maerkte.pdf](http://www.bmbf.de/pub/nanotechnologie_erobert_maerkte.pdf)
- **BMBF**-Rahmenprogramm Mikrosysteme 2004-2009  
<http://www.bmbf.de/pub/mikrosysteme.pdf>
- **MIFT-NRW** Mikro-Nano NRW2006  
<http://www.innovation.nrw.de/>

- Europäische Strategie für Nanotechnologie  
<http://cordis.europa.eu/nmp/home.html>

### 4.3 Life Sciences

- Deutscher Biotechnologie-Report 2005, **Ernst & Young**, Mai 2005
- Die HighTech-Strategie für Deutschland, **Bundesministerium für Bildung und Forschung**, 2006
- Wissenschaftsatlas Ruhr, **Institut Arbeit und Technik**, 2006
- **Bio River** - Life Science im Rheinland  
<http://www.bioriver.de>
- **LSA Life Science Agency GmbH**  
<http://www.liscia.de>
- **Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie**  
<http://www.miwft.nrw.de>
- **Fraunhofer-Verbund Life Sciences**  
<http://www.lifesciences.fraunhofer.de/>

### 4.4 Querschnittstechnologie RFID

#### Marktsituation

- <http://www.breitband-nrw.de>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/RFID>
- [http://www.dbresearch.com/PROD/DBR\\_INTERNET\\_EN-PROD/PROD000000000195905.pdf](http://www.dbresearch.com/PROD/DBR_INTERNET_EN-PROD/PROD000000000195905.pdf)
- <http://www.ftk.de/>
- <http://www.soreon.de/site1/index.php/german/content/search?SearchText=RFID>
- <http://www.fraunhofer.de>
- [http://www.future-store.org/servlet/PB/menu/1007117\\_I1\\_yno/index.html](http://www.future-store.org/servlet/PB/menu/1007117_I1_yno/index.html)
- <http://www.flog.mb.uni-dortmund.de/>

#### RFID in NRW

- <http://www.tecchannel.de/technologie/trends/434740/index4.html>
- <http://www.breitband-nrw.de/download/050407/Neptunbad.pdf>
- <http://www.vorwerk-teppich.de/rfid.html>
- <http://www.heise.de/newsticker/meldung/43645>
- <http://www.future-store.org/servlet/PB/menu/1007054/index.html>
- [http://www.rfidatlas.de/index.php?option=com\\_content&task=view&id=172&Itemid=121](http://www.rfidatlas.de/index.php?option=com_content&task=view&id=172&Itemid=121)
- <http://www.zdnet.de/enterprise/tech/auto/0,39026506,39146738,00.htm>
- <http://www.rfid-support-center.de/index.php?mySID=3057a7777a257d524ee1459b174553d5&myELEMENT=RFID-Einsatz%20zur%20mobilen%20Datenerfassung%20und%20Servicedokumentation>
- <http://www.media.nrw.de/initiativen/rfid.php?kurznachrichtenId=5086>
- [http://www.siegburg.de/cms124/kultur\\_freizeit/stadtbibliothek/](http://www.siegburg.de/cms124/kultur_freizeit/stadtbibliothek/)

- <http://log.netbib.de/archives/2005/06/13/fh-dusseldorf-hat-auf-rfid-umgestellt/>
- <http://www.info-rfid.de/technologie/281.html>

#### Das „Internet der Dinge“

- <http://www.fraunhofer.de/fhg/research/index/Internet.jsp>

#### Weitere Links zum Thema RFID:

- <http://rfid-informationen.de/>
- <http://www.bsi.bund.de/fachthem/rfid/studie.htm>
- <http://www.eicar.org/rfid/infomaterial/RFID-Leitfaden-100406.pdf>
- <http://www.info-rfid.de/>
- kritisch: <http://www.foebud.org/rfid>

### 4.5 Ressourcenoptimierung, hier: Brennstoffzellen-Technik

#### Brennstoffzellen

- Strategischer Überblick, Europäische Technologieplattform Wasserstoff und Brennstoffzellen, November 2005
- **IBZ-Info**, Initiative Brennstoffzellen, April und September 2006
- Aktuelle Technologieprognosen im Internationalen Vergleich, **VDI Technologiezentrum**, Juni 2006
- HZwei - Das Magazin für Wasserstoff und Brennstoffzellen, **Hydrogeit Verlag**, April 2006
- Kompetenz-Netzwerk Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW"  
<http://www.brennstoffzelle-nrw.de>
- Initiative Brennstoffzelle  
<http://www.initiative-brennstoffzelle.de>
- **Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie**  
<http://www.miwft.nrw.de>
- Fuel Cell Today  
<http://www.fuelcelltoday.com>

#### Weitere Infos zur Ressourcenoptimierung in NRW:

- Übersicht über Energie- Innovationen NRW:  
<http://www.energieland.nrw.de/>
- Angebote des **Wissenschaftsparkes Gelsenkirchen**  
<http://www.wipage.de/53602197950e9c804/50329293b20d09901/index.html>
- Energieregion Ruhrgebiet:  
<http://www.ruhrenergy.de/>
- Aktivitäten der Firma **Vaillant** in erneuerbaren Energien und effizienter Energieverwendung  
<http://www.vaillant.de/Privatkunden/Zukunftsenergien/>
- Arbeitsprogramm der **EU-Kommission** 2007 mit Schwerpunkt Energie  
[http://ec.europa.eu/atwork/programmes/docs/clwp2007\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/atwork/programmes/docs/clwp2007_de.pdf)
- **Kompetenz-Netzwerk Kraftwerkstechnik NRW**  
<http://www.kraftwerkstechnik.nrw.de/>