

# Regionale Innovationssysteme im Vergleich

Von Michael Arnold, Anselm Mattes und Philipp Sandner

Technologischer und organisatorischer Fortschritt sind die wesentlichen Treiber von Wirtschaftswachstum. Für die Umsetzung von Innovationen sind sogenannte Innovationssysteme von entscheidender Bedeutung. Darunter wird die Gesamtheit an Organisationen und Institutionen, die an der Erschaffung, Verbreitung und Anwendung wissenschaftlichen oder technologischen Wissens beteiligt sind sowie deren Verknüpfungen verstanden. Innovationssysteme haben eine starke regionale Komponente, insbesondere was den Wissenstransfer und die Kooperation verschiedener Akteure betrifft. Diese Studie skizziert am Beispiel der Region Darmstadt und einiger Vergleichsregionen, wie regionale Innovationssysteme anhand verschiedener Indikatoren analysiert werden können. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Region Darmstadt hinsichtlich der Innovationsleistung deutlich über dem deutschen Durchschnitt liegt und bei einigen Indikatoren sogar führende Regionen wie Stuttgart und München übertrifft. Allerdings schlägt sich dies nicht in vollem Umfang in der ökonomischen Leistungsfähigkeit nieder.

Ein regionales Innovationssystem ist geprägt durch ein komplexes Geflecht von Beziehungen und Wechselwirkungen innerhalb und zwischen den zentralen Akteursgruppen in der Region: Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen interagieren dabei untereinander und innerhalb diverser Netzwerke (Abbildung 1).<sup>1</sup>

Um zu illustrieren, wie ein regionales Innovationssystem anhand von Indikatoren beschrieben und gegenüber anderen Regionen eingeordnet werden kann, wird in dieser Studie die Region Darmstadt mit den Regionen Dresden, Karlsruhe, München und Stuttgart verglichen.<sup>2</sup> Die gewählten Regionen sind wichtige Forschungs- und Industriestandorte in Deutschland, die über ausgeprägte industrielle Strukturen und technisch orientierte Hochschulen verfügen, so dass ein sinnvoller Vergleich durchgeführt werden kann (Tabelle 1).<sup>3</sup>

Als Ausgangspunkt und Strukturgeber für die Analyse dient eine vereinfachte Darstellung des Innovationsprozesses: Ausgehend von Forschung und Entwicklung in Hochschulen, Forschungsinstituten und Unternehmen wird Wissen auf unterschiedlichen Wegen (zum Beispiel durch Forschungsk Kooperationen, Mitarbeiterbewegungen und Patente) zwischen den Einrichtungen transferiert, um zuletzt in Unternehmen in konkrete Innova-

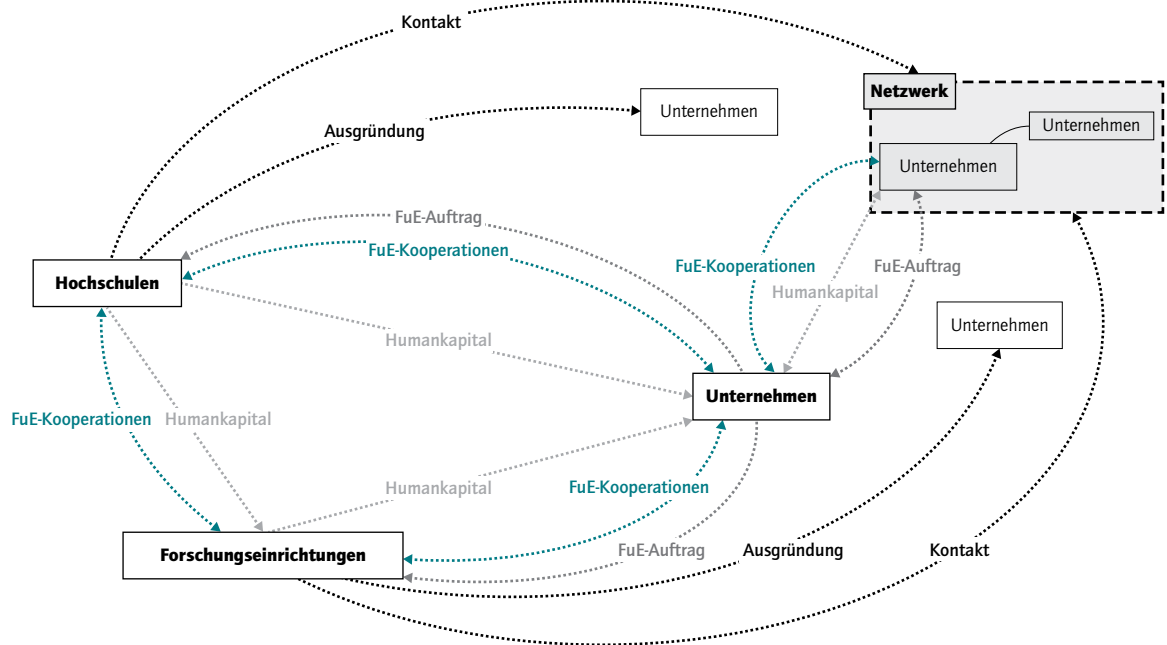
**1** Vgl. Cooke, P. (2002): Regional Innovation Systems: General Findings and Some New Evidence from Biotechnology Clusters. *Journal of Technology Transfer*, 27, 133-145; Asheim, B., Coenen, L., Svensson-Henning, M. (2003): Nordic SMEs and regional innovation systems. *Nordisk Industrifond*, Oslo; Isaksen, A. (2003): Knowledge-intensive industries, clustering, and regional development. *The software industry in Norway. Urban Studies*; sowie für eine Übersicht Koschatzky, K. (2012): Fraunhofer ISI's systemic research perspective in the context of innovation systems. In: Fraunhofer ISI (Hrsg.): *Innovation System Revisited – Experiences from 40 Years of Fraunhofer ISI Research*.

**2** Dieser Beitrag basiert auf einer Studie der DIW ECON GmbH, dem Beratungsunternehmen des DIW Berlin, im Auftrag der IHK Region Darmstadt Rhein Main Neckar. DIW ECON (2013): *Innovationsstandort Darmstadt Rhein Main Neckar: Forschung und Entwicklung als Wachstumsfaktoren*.

**3** Die Regionen bestehen aus den folgenden Raumordnungsregionen: Starkenburg (Darmstadt), Oberes Elbtal/Osterzgebirge und Oberlausitz/Niederschlesien (Dresden), Mittlerer Oberrhein (Karlsruhe) sowie München und Stuttgart.

Abbildung 1

**Kooperationsbeziehungen in einem regionalen Innovationssystem**



Quelle: Darstellung der DIW ECON.

© DIW Berlin 2014

Hochschulen, Forschungsinstitute und Unternehmen kooperieren auf vielfältige Weise. Viele dieser Kooperationsbeziehungen sind nur schwer durch Indikatoren zu erfassen.

Tabelle 1

**Kennziffern zu den Untersuchungsregionen für das Jahr 2011**

	Einwohner	Erwerbstätige		Fläche	Bevölkerungs- dichte
	In Millionen	darunter: im Verarbeitenden Gewerbe in Prozent		In km <sup>2</sup>	Einwohner pro km <sup>2</sup>
Region Darmstadt	1,05	0,48	18,6	2 577	408
Region Dresden	1,62	0,77	16,2	7 931	205
Region Karlsruhe	1,01	0,57	20,4	2 137	472
Region München	2,71	1,66	11,6	5 501	492
Region Stuttgart	2,69	1,48	24,2	3 654	735
<b>Deutschland</b>	<b>81,78</b>	<b>41,16</b>	<b>17,4</b>	<b>357 121</b>	<b>229</b>

Quellen: Statistische Ämter des Bundes und der Länder; Berechnungen der DIW ECON.

© DIW Berlin 2014

Die Regionen München und Stuttgart haben mit jeweils etwa 2,7 Millionen Einwohnern unter den betrachteten Regionen die größte Bevölkerung, die Region Darmstadt ist mit gut einer Million Einwohner deutlich kleiner.

tionen umgesetzt zu werden. Auf diese Weise wird in der Folge regionale (und überregionale) wirtschaftliche Aktivität angeregt und Wachstum generiert. Auch wenn Innovationsprozesse in der Realität keineswegs linear ablaufen, kann anhand dieser schematischen Betrachtung mit Hilfe von Indikatoren ein regionales Innovationssystem

tem abgebildet und charakterisiert werden. Die in diesem Beitrag gewählten Indikatoren basieren einerseits auf Daten der statistischen Ämter des Bundes und der Länder sowie der Bundesagentur für Arbeit und andererseits auf Daten der öffentlich zugänglichen Patentregister. Diese gewährleisten eine hohe Datenqualität und sind ohne kostspielige Primärerhebungen verfügbar.

**Forschung und Entwicklung als wichtige Inputfaktoren für Innovationen**

Impulsgeber eines Innovationssystems sind Organisationen, in denen Forschung und Entwicklung (FuE)<sup>4</sup> betrieben wird. Sie schaffen zum Beispiel durch Grundlagenforschung an Universitäten die Basis für Erfindungen, die dann zum Teil in Unternehmen als Innovationen in Produkte umgesetzt werden können. Die relevanten Akteure für FuE in einer entwickelten Forschungslandschaft sind vor allem Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Unternehmen. Die Aufgabe der Hochschulen in einer Region ist es, im Innovationsprozess durch Grundlagenforschung Wissen zu ge-

<sup>4</sup> Vgl. dazu OECD (2002): Frascati Manual 2002: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development. The Measurement of Scientific and Technological Activities.

Tabelle 2

**Ausgewählte Indikatoren zu Forschung und Entwicklung in der Region Darmstadt und den Vergleichsregionen**

	Hochschulen 2010			Wirtschaft 2009	
	Studierendenquote <sup>1</sup>	FuE-Personal	FuE-Aufwendungen	FuE-Beschäftigte	FuE-Aufwendungen
	In Prozent	Je 1 000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte	In Prozent des regionalen Bruttoinlandsprodukts	Je 1 000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte	In Prozent des regionalen Bruttoinlandsprodukts
Region Darmstadt	4,1	6,3	0,8	45,1	6,5
Region Dresden	2,8	6,6	0,9	10,5	1,8
Region Karlsruhe	3,4	6,9	0,7	12,4	1,5
Region München	3,8	6,9	0,7	32,1	4,1
Region Stuttgart	2,4	3,1	0,3	36,9	7,0
Deutschland	2,7	4,4	0,5	12,2	1,9

<sup>1</sup> Studierende bezogen auf die Zahl der Einwohner.

Quellen: INKAR; Statistische Ämter des Bundes und der Länder; Eurostat; Stifterverband; Berechnungen der DIW ECON.

© DIW Berlin 2014

Die Region Darmstadt ist im regionalen Vergleich überdurchschnittlich forschungsstark.

nerieren, spezialisierte Mitarbeiter auszubilden und damit eine Basis für angewandte Forschung zu schaffen. Sie werden ergänzt durch spezialisierte *außeruniversitäre Forschungseinrichtungen* (unter anderem Max-Planck-Institute und die Fraunhofer-Gesellschaft), die ebenfalls durch ihre Forschungsaktivitäten zur Schaffung neuen Wissens beitragen und im Wissenstransfer auch eine gewichtige Rolle spielen. Dabei kooperieren sie häufig mit Hochschulen und Unternehmen. Während größere *Unternehmen* interne Forschung in eigenen Forschungsabteilungen betreiben, beauftragen andere, vornehmlich kleinere Unternehmen oftmals Forschungseinrichtungen oder spezialisierte Unternehmen mit FuE-Projekten. Sowohl interne als auch externe Forschungsaktivitäten zielen in der Regel auf die Einführung innovativer Produkte oder Prozesse, die die Wettbewerbsposition der Unternehmen stärken.

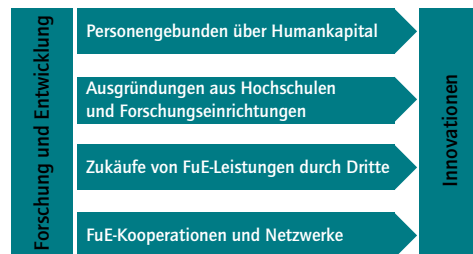
Der Vergleich zwischen den Regionen zeigt, dass die Region Darmstadt überdurchschnittlich forschungsstark ist (Tabelle 2). Dies wird insbesondere mit Blick auf FuE in den Unternehmen deutlich. Der Anteil der FuE-Beschäftigten ist in der Region am höchsten, und die FuE-Aufwendungen in Prozent des Bruttoinlandsprodukts liegen nur wenig unter dem Wert der führenden Industrieregion Stuttgart. Auch hinsichtlich der FuE in Hochschulen ist die Region Darmstadt im oberen Bereich angesiedelt.

**Kooperation und Wissenstransfer sind zentral für den Innovationserfolg**

Wie gut ein regionales Innovationssystem funktioniert, hängt neben den Forschungsaktivitäten der einzelnen Akteure wesentlich von ihrer Zusammenarbeit in der

Abbildung 2

**Wissenstransferkanäle**



Quelle: Darstellung der DIW ECON.

© DIW Berlin 2014

Wissenstransfer und FuE-Kooperationen können viele verschiedene Formen annehmen.

Region ab. Entscheidend ist dabei, dass neues Wissen zu Unternehmen gelangt, die es in innovative Produkte und Prozesse umsetzen können.<sup>5</sup> Die Transferbeziehungen lassen sich je nach Grad der Differenzierung in vier Kanäle gliedern (Abbildung 2).<sup>6</sup>

<sup>5</sup> Vgl. Cooke, P. (2002), a. a. O.

<sup>6</sup> Ponds, R., van Oort, F., Frenken, K. (2010): Innovations, spillovers and university-industry collaboration: an extended knowledge production function approach. *Journal of Economic Geography*, 10, 231-255; DIW Berlin (2012): Volkswirtschaftliche Bedeutung der Technologie- und Innovationsförderung im Mittelstand: Endbericht. Forschungsprojekt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Politikberatung kompakt Nr. 67, Berlin. DIW Berlin (2012): Mittelstandsförderung: Wissenstransfer stärkt Innovationen. DIW Wochenbericht Nr. 49/2012.

Tabelle 3

**Ausgewählte Indikatoren zum Wissenstransfer**

	Absolventen WS 2010/2011		Promotionen WS 2010/2011		Drittmittel aus der Wirtschaft 2009	
	Anzahl	MINT <sup>1</sup> -Absolventen in Prozent	Anzahl	MINT <sup>1</sup> -Promotionen in Prozent	In Millio- nen Euro	Anteil an allen Drittmitteln in Prozent
TU Darmstadt	2 666	63	334	83	30,4	30
TU Dresden	5 511	28	688	41	28,7	18
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	2 932	47	418	83	23,6	21
TU München	5 134	52	911	59	76,0	33
Universität Stuttgart	2 252	55	360	76	28,0	25

<sup>1</sup> Graduierte in den Fachbereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik.

Quellen: Statistisches Bundesamt; TU9; DFG; Berechnungen der DIW ECON.

© DIW Berlin 2014

Die TU Darmstadt hat einen ausgeprägten MINT-Schwerpunkt und verfügt über einen hohen Anteil an Drittmitteln aus der Wirtschaft.

**Wissenstransfer durch Personen und Ausgründungen**

Wissen ist oftmals nicht vollständig kodifizierbar und damit direkt an Personen gebunden. Daher ist eine gute Bildungsinfrastruktur mitentscheidend für die Innovationsstärke einer Region. Die zentrale Quelle für Humankapital im wissensintensiven Sektor stellen dabei die Hochschulen dar. Zwar verlässt ein Teil der Hochschulabgänger die Region, allerdings findet ein großer Teil der Absolventen in Unternehmen oder auch an den Hochschulen in der Region eine berufliche Tätigkeit.<sup>7</sup> Die Ausbildungsinhalte der Hochschulen sind oft auf die Struktur der regionalen Wirtschaft abgestimmt. In Darmstadt verbleibt schätzungsweise die Hälfte der Hochschulabsolventen in der Region und trägt dort zur wirtschaftlichen Entwicklung bei.<sup>8</sup>

Bezüglich der absoluten Absolventenzahlen und den abgeschlossenen Promotionen bewegt sich die TU Darmstadt auf Höhe des Karlsruher Instituts für Technologie und der Universität Stuttgart (Tabelle 3). Dabei schließen drei von fünf Absolventen ihr Studium in den Fachbereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) ab, die für industriegeprägte Regionen von besonderer Bedeutung sind. Bei

den Promotionen fallen sogar rund 80 Prozent in diesen Bereich.

Auch Ausgründungen aus Hochschulen und Forschungsinstituten tragen zur Stärkung des wirtschaftlichen Umfelds bei.<sup>9</sup> Wenn Forschungsergebnisse in Hochschulen und Forschungseinrichtungen für die wirtschaftliche Verwertung geeignet sind, gründen Studierende, Absolventen und Mitarbeiter der Hochschulen und Forschungseinrichtungen oftmals ihr eigenes Unternehmen. Viele Hochschulen erfassen Ausgründungen und Unternehmensbeteiligungen, diese Daten sind jedoch lückenhaft und regional nicht vergleichbar.<sup>10</sup>

**Wissenstransfer durch Auftragsforschung und Kooperation**

Oft strengen Unternehmen Forschungsk Kooperationen mit Hochschulen und Forschungsinstituten an, um an neues Wissen zu gelangen.<sup>11</sup> Labor-, Forschungs- und Ingenieurdienstleistungen werden von Hochschulen, von anderen Forschungseinrichtungen (zum Beispiel der Fraunhofer-Gesellschaft) aber auch von Unternehmen angeboten. Neben konkreten Projekten im Rahmen von Auftragsforschung besteht darüber hinaus

<sup>7</sup> Nach einer Befragung verlässt etwa ein Drittel der erwerbstätigen Hochschulabsolventen im ersten Jahr nach ihrem Abschluss das Bundesland, in dem der Abschluss erworben wurde. In einem Zehnjahreszeitraum liegt der Anteil der verbleibenden Absolventen im Mittel noch bei knapp 60 Prozent, vgl. Fabian, G., Briedis, K. (2009): Aufgestiegen und Erfolgreich. Ergebnisse der dritten HIS-Absolventenbefragung des Jahrgangs 1997 zehn Jahre nach Examen. HIS: Forum Hochschule 2/2009, Hannover.

<sup>8</sup> Vgl. DIW ECON (2012): Wirtschaftsfaktor TU Darmstadt. Die ökonomische Bedeutung der TU Darmstadt. Studie im Auftrag der TU Darmstadt.

<sup>9</sup> Vgl. Fritsch, M., Henning, T., Slavtchev, V., Stiegenberger, N. (2008): Hochschulen als regionaler Innovationsmotor? Innovationstransfer aus Hochschulen und seine Bedeutung für die regionale Entwicklung. Arbeitspapier 158, Hans Böckler Stiftung, Düsseldorf; DIW Berlin (2012): Kooperationen – Triebkraft der Innovationsfähigkeit von Spin-offs aus Forschungseinrichtungen. DIW Wochenbericht Nr. 49/2012.

<sup>10</sup> Für die Region Darmstadt vgl. ausführlich DIW ECON (2012), a. a. O.

<sup>11</sup> Vgl. Stifterverband (2012): FuE-Datenreport 2012. Analysen und Vergleiche. Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2009/2010. Essen; DIW Berlin (2012), a. a. O.

für Unternehmen die Möglichkeit, Lizenzen an Forschungsergebnissen Dritter zu erwerben. Die entsprechenden Daten werden jedoch in der Regel nicht veröffentlicht.

Netzwerke spielen in Innovationssystemen ebenso eine bedeutende Rolle. Innerhalb einer Region kommen neben formellen Netzwerken auch informelle Netzwerke stark zum Tragen.<sup>12</sup> Dort tauschen sich Hochschulen, Forschungsinstitute und Unternehmen (meist einer spezifischen Branche) aus, nutzen Weiterbildungsprogramme und finden mögliche Kooperationspartner. Unternehmen, die an Innovationsnetzwerken teilnehmen, sind im Durchschnitt innovativer.<sup>13</sup>

Kooperationen zwischen Unternehmen und Hochschulen bestehen auf vielfältige Art und Weise. Sie reichen von strategischen Kooperationen und Allianzen über gemeinsame Forschungseinrichtungen bis hin zu Stiftungsprofessuren. Ebenso vielfältig können die Ergebnisse solcher Kooperationen sein; die Möglichkeiten reichen hier von informeller gegenseitiger Hilfestellung über eine vertiefte strategische Zusammenarbeit bis hin zu gemeinsamen Patentanmeldungen und Joint Ventures. Die Intensität der Forschungsk Kooperation zwischen Unternehmen und Hochschulen kann beispielsweise über den Anteil der universitären Drittmittel illustriert werden, der durch die Privatwirtschaft bereitgestellt wird. Dieser lässt sich jedoch nicht regional differenzieren.

Im Jahr 2009 stammten rund 30 Millionen Euro und damit etwa ein Drittel der Drittmittel einnahmen der TU Darmstadt aus der Industrie (Tabelle 3). Dieser Anteil liegt über dem deutschen Durchschnitt von 23 Prozent und weist auf eine überdurchschnittliche Kooperation mit der Wirtschaft hin.<sup>14</sup> Im Vergleich zu den anderen Regionen reiht sich die TU Darmstadt in das obere Mittelfeld ein. Vor allem die TU München weist einen besonders hohen Anteil an Drittmitteln aus der Wirtschaft auf.<sup>15</sup>

Eine andere Möglichkeit, die Kooperationsbeziehungen zwischen den verschiedenen Akteuren in der Region Darmstadt zu analysieren, bieten gemeinsame Patentanmeldungen von Hochschulen, Forschungsinstituten und Unternehmen (Kasten). Universitäten und

<sup>12</sup> Vgl. Ponds R., van Oort, F., Frenken, K. (2010), a. a. O.

<sup>13</sup> DIW Berlin (2012), a. a. O.

<sup>14</sup> Vgl. DFG (2012): Förderatlas 2012. Kennzahlen zur öffentlich finanzierten Forschung in Deutschland. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn.

<sup>15</sup> Die Region Darmstadt verfügt auch darüber hinaus über eine vielfältige Vernetzung von Hochschulen und Unternehmen sowie zwischen Unternehmen, auf die zahlreiche branchenspezifische Netzwerkorganisationen und unterstützende Clusterstrukturen hinweisen. Diese sind jedoch nicht über quantitative Faktoren zu erfassen, vgl. DIW ECON (2012), a. a. O.

Tabelle 4

**Patentanmeldungen<sup>1</sup> nach Einrichtung und Technologiekategorie 2005 bis 2009**

	Darmstadt	Dresden	Karlsruhe	München	Stuttgart
Universitäten und Hochschulen	123	162	101	453	167
Forschungsinstitute	254	423	396	745	482
Unternehmen					
Chemie	3 076	408	634	2 927	930
Konsumgüter und Bautechnologien	331	86	307	1 073	1 373
Elektrotechnik	1 029	563	1 586	6 099	4 333
Instrumente	1 257	354	874	3 023	2 755
Maschinenbau	1 015	265	1 959	3 577	9 197
Prozesstechnik	931	207	606	1 420	2 232
Sonstige	518	151	338	1 477	764
<b>Anmeldungen gesamt</b>	<b>8 534</b>	<b>2 619</b>	<b>6 801</b>	<b>20 794</b>	<b>22 233</b>

<sup>1</sup> Regionale Zuordnung nach dem Wohnort der Erfinder.

Quelle: Berechnungen der Munich Innovation Group mithilfe der EPO Worldwide Patent Statistical Database (PATSTAT) verfügbar als Lizenz der OECD-EPO Task Force on Patent Statistics.

© DIW Berlin 2014

Die Regionen Stuttgart und München weisen eine besonders hohe Zahl an Patentanmeldungen auf, jedoch mit unterschiedlichen technologischen Schwerpunkten.

Hochschulen in der Region Darmstadt meldeten von 2005 bis 2009 knapp die Hälfte (44 Prozent) ihrer Patente gemeinsam mit Partnern an, bei Forschungsinstituten lag dieser Anteil bei gut einem Drittel. Sowohl für Hochschulen als auch für Forschungsinstitute waren Unternehmen mit einem Anteil von über 70 Prozent die häufigsten Kooperationspartner, wobei der Chemiebereich eine besondere Rolle spielte.

**Innovationsleistung als Zielgröße eines Innovationssystems**

In der Innovationsforschung ist es ein typisches Problem, dass sich die Inputseite von Innovationen deutlich leichter quantifizieren lässt als die Outputseite. So werden Inputindikatoren wie die Zahl der FuE-Beschäftigten oder die Höhe der FuE-Ausgaben vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft detailliert erfasst und für verschiedene regionale Aggregationsebenen zur Verfügung gestellt. Dagegen bietet die amtliche Statistik kaum Indikatoren, die zuverlässig Innovationsoutput messen. Oft wird daher ein pragmatischer Ansatz gewählt, bei dem aus dem Innovationsinput auf einen proportionalen Innovationsoutput geschlossen wird. Inputindikatoren wurden auch in dieser Studie herangezogen. Sie zeichnen für die Region Darmstadt das Bild einer forschungs- und wissensintensiven Region.

Kasten

**Patentanalyse**

Patente sind gewerbliche Schutzrechte und damit Rechte an geistigem Eigentum, die dem Inhaber ein zeitlich befristetes Monopol bei der Verwendung einer Erfindung oder einer Technologie einräumen. Hierdurch kann der Anmelder die Aufwendungen aus dem Forschungs- und Entwicklungsprozess absichern, muss im Gegenzug jedoch die Technologie beschreiben und offenlegen. Die Patentdaten, die in dieser Studie zur Beschreibung von Forschungsk Kooperationen einerseits und zur Messung der Innovationsleistung einer Region andererseits verwendet werden, setzen sich aus Europäischen Patentanmeldungen und Anmeldungen für den weltweiten Patentierungsprozess nach dem PCT-Verfahren der World Intellectual Property Organization (WIPO) zusammen. Zur Analyse dieser Daten wurde die PATSTAT-Datenbank verwendet.<sup>1</sup>

Für die regionale Auswertung von Patentdaten ist eine geographische Verortung der Patentanmeldungen nötig. Dazu wird hier die Adresse des Erfinders genutzt. Die Patentanmeldungen werden den drei Anmeldegruppen Hochschulen, Forschungsinstitute und Unternehmen zugeordnet. Auf Basis

<sup>1</sup> Die Datenbank "EPO Worldwide Patent Statistical Database" (PATSTAT) wird von der OECD und dem Europäischen Patentamt bereitgestellt und beinhaltet alle Patentanmeldungen aller Patentämter. Die geographische Zuordnung zu Landkreisen erfolgte anhand der Datenbank REGPAT, die mit der Datenbank PATSTAT verbunden wurde.

der Arbeiten von Hinze et al.<sup>2</sup> können die Patentanmeldungen der Unternehmen nach folgenden Technologiebereichen differenziert werden, die einer aggregierten Branchendarstellung nachempfunden sind: Prozesstechnik, Instrumente, Maschinenbau, Konsumgüter und Bautechnologien, Chemie und Elektrotechnik. Unter der Kategorie „Sonstige“ werden schließlich Patentanmeldungen von Privatpersonen sowie Anmeldungen von solchen Unternehmen subsumiert, die nicht den obigen Branchen beziehungsweise Technologiebereichen zugeordnet werden können.

Die Forschungsk Kooperationen zwischen verschiedenen Akteuren des Innovationssystems in der Region Darmstadt wurden auf Basis gemeinsamer Patentanmeldungen erfasst. Allerdings werden bei Kooperationen zwischen Hochschulen, Forschungsinstituten und Unternehmen Patente oft nur von Unternehmen angemeldet. Insofern unterschätzen die hier dargestellten Zahlen die tatsächliche Forschungsk Kooperation.

<sup>2</sup> Hinze, S., T. Reiss, U. Schmoch (1997): Statistical Analysis on the Distance Between Fields of Technology. Innovation Systems and European Integration (ISE), Targeted Socio-Economic Research Program, 4th Framework of the European Commission.

## Patente als Innovationsmaß in industriegeprägten Regionen

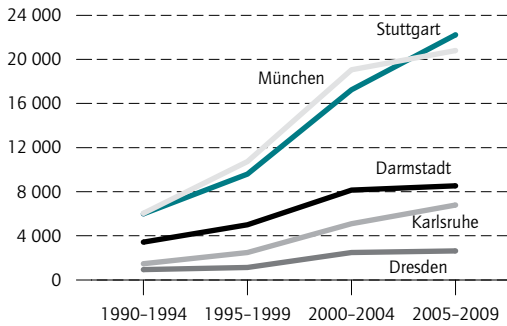
Für industriell geprägte Regionen wie Darmstadt sind Patentanmeldungen eine geeignete Kennzahl zur Messung der Innovationsaktivität. Auch wenn die Zahl der Patentanmeldungen ein objektives und auch auf regionaler Ebene verfügbares Maß für die Innovationskraft einer Region darstellt, kann dieser Indikator den Innovationsoutput einer Region nicht vollständig erfassen. So ergeben sich aus Patentdaten nur Informationen über Innovationen in solchen Technologien, die patentrechtlich geschützt werden können. Bei Erfindungen im Dienstleistungsbereich ist dies beispielsweise grundsätzlich nicht der Fall. Auch Softwareentwicklungen oder Algorithmen unterliegen eher dem Urheberrecht als dem Patentrecht. Zusätzlich muss der Anmelder seine Erfindung auch aktiv schützen wollen: Ein Anmelder kann sich bewusst gegen eine Patentanmeldung entscheiden, wenn er zum Beispiel das Wissen um die Erfindung geheim halten und nicht im Rahmen des Patentierungsprozesses offenlegen möchte.

Eine weitere Quelle für Indikatoren zur Messung regionaler Innovationsleistung stellen Unternehmensbefragungen wie der Community Innovation Surveys (CIS) und das IAB-Betriebspanel dar. Zum Teil spiegeln die Antworten dabei subjektive Einschätzungen wider, dafür werden aber auch solche Innovationen erfasst, die nicht mit einer Patentanmeldung einhergehen. Aus Gründen der Stichprobengröße sowie aus Datenschutzgründen sind solche auf Unternehmensbefragungen basierenden Daten allerdings nicht in der für den vorliegenden Untersuchungsgegenstand notwendigen regionalen Auflösung verfügbar.

Die Patentierungsaktivität ist seit 1990 in allen Vergleichsregionen deutlich gestiegen, in Darmstadt hat die Dynamik allerdings seit 2000 nachgelassen (Abbildung 3). In der Folge werden ausschließlich Patentanmeldungen in der Periode 2005 bis 2009 näher analysiert, da vor allem diese Einfluss auf die wirtschaftliche Entwicklung der kommenden Jahre haben werden.

Abbildung 3

**Patentanmeldungen nach Regionen<sup>1</sup>**



<sup>1</sup> Zuordnung nach der Region der Erfinder.

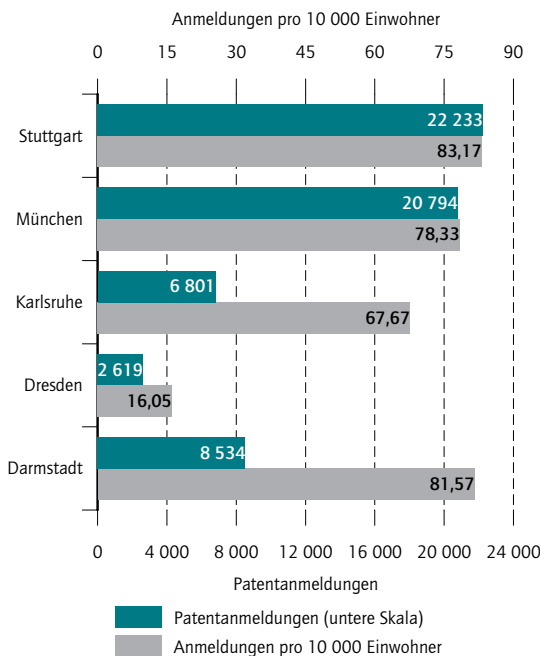
Quelle: Berechnungen der Munich Innovation Group mithilfe der EPO Worldwide Patent Statistical Database (PATSTAT) verfügbar als Lizenz der OECD-EPO Task Force on Patent Statistics.

© DIW Berlin 2014

Die Zahl der Patentanmeldungen ist in allen Regionen gestiegen. Besonders stark war dieser Anstieg in Stuttgart und München.

Abbildung 4

**Patentanmeldungen<sup>1</sup> insgesamt und je 10 000 Einwohner 2005 bis 2009**



<sup>1</sup> Zuordnung nach der Region der Erfinder.

Quelle: Berechnungen der Munich Innovation Group mithilfe der EPO Worldwide Patent Statistical Database (PATSTAT) verfügbar als Lizenz der OECD-EPO Task Force on Patent Statistics.

© DIW Berlin 2014

Die Region Darmstadt weist zwar weniger Patentanmeldungen auf als die Regionen München und Stuttgart, pro Kopf liegen die drei Regionen jedoch auf einem Niveau.

Bei einem Vergleich der absoluten Zahl der Beteiligungen an Patentanmeldungen in dieser Zeitspanne weist die Region Darmstadt mit gut 8 500 Anmeldungen zwar mehr Anmeldungen auf als die Regionen Dresden und Karlsruhe, aber deutlich weniger als München und Stuttgart. Mit 81,57 Anmeldungen pro 10 000 Einwohner weist die Region Darmstadt allerdings nicht weniger Patentanmeldungen auf als Stuttgart und liegt noch vor der Region München (Abbildung 4). Weit abgeschlagen bleibt auch bei dieser Betrachtung die Region Dresden.<sup>16</sup>

Akteure in der Region Darmstadt waren von 2005 bis 2009 an insgesamt 8 534 europäischen oder weltweiten Patentanmeldungen beteiligt, knapp 90 Prozent davon entfielen auf Unternehmen. Universitäten, Hochschulen und Forschungsinstitute, deren Forschungsschwerpunkt stärker im Bereich der Grundlagenforschung liegt, waren dagegen nur an gut vier Prozent der Anmeldungen beteiligt.<sup>17</sup> Ähnlich geringe Anteile dieser Institutionen lassen sich auch für andere Regionen beobachten. Dabei mag auch eine Rolle spielen, dass Unternehmen bei den Patentierungsprozessen häufig wettbewerbsstrategisch vorgehen und versuchen, verschiedene Aspekte einer Erfindung oft gezielt durch mehrere Schutzrechte zu sichern. Mit gut 3 000 Patentanmeldungen ließ der stark in der Region vertretene Chemiebereich, zu dem hier auch die forschungsintensive Pharmabranche gezählt wird, die meisten Erfindungen patentieren. Dies verdeutlicht, dass die Region Darmstadt ein führender Pharma- und Chemiestandort in Deutschland ist.

Dresden und München weisen jeweils einen Schwerpunkt im Bereich Elektrotechnik auf. In München dürfte sich die große Zahl an Patentanmeldungen in diesem Bereich aus der Präsenz von Siemens, aber auch von BMW ergeben, da auch Kraftfahrzeuge zu einem immer größeren Anteil aus elektronischen Bauteilen bestehen. Die Patentanmeldungen in Karlsruhe und Stuttgart hingegen betreffen zu einem wesentlichen Teil den Bereich Maschinenbau.

**Innovationen generieren wirtschaftliches Wachstum**

Die ökonomische Wachstumsliteratur zeigt, dass technologischer Fortschritt in Form von Innovationen ein

<sup>16</sup> Die Region Dresden verfügt zwar über einen stark ausgebauten öffentlichen Forschungssektor, die ostdeutsche Wirtschaftsstruktur unterscheidet sich jedoch deutlich von derjenigen der anderen Vergleichsregionen, so dass aus dem wichtigen Bereich der Unternehmen relativ wenige Patentanmeldungen zu verzeichnen sind.

<sup>17</sup> Der Bereich „Sonstige“, also Patentanmeldungen durch Privatpersonen sowie Unternehmenspatente, die keiner der hier herangezogenen Technologieklassen zugeteilt werden können, stellt rund sechs Prozent der Anmeldungen.

Tabelle 5

**Kennziffern zur wirtschaftlichen Leistung in den Vergleichsregionen**

In Euro

	Bruttoinlandsprodukt je Einwohner			Bruttoinlandsprodukt je Erwerbstätigen			Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigen im Verarbeitenden Gewerbe		
	2000	2011	Wachstumsrate <sup>1</sup> in Prozent	2000	2011	Wachstumsrate <sup>1</sup> in Prozent	2000	2011	Wachstumsrate <sup>1</sup> in Prozent
Region Darmstadt	25 347	30 551	1,7	56 088	66 516	1,6	51 128	79 902	4,1
Region Dresden	16 840	23 020	2,9	37 599	48 699	2,4	37 450	51 737	3,0
Region Karlsruhe	30 513	38 923	2,2	55 725	68 548	1,9	59 153	83 262	3,2
Region München	43 186	49 236	1,2	69 126	80 082	1,3	63 606	113 983	5,4
Region Stuttgart	33 241	40 245	1,8	60 191	72 991	1,8	58 550	89 321	3,9
Deutschland	24 913	31 702	2,2	51 991	62 982	1,8	52 980	73 102	3,0

<sup>1</sup> Die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate.

Quellen: Statistische Ämter des Bundes und der Länder; Berechnungen der DIW ECON.

© DIW Berlin 2014

Die Innovationsstärke der Region Darmstadt schlägt nur eingeschränkt auf die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der Region durch.

wesentlicher Treiber des wirtschaftlichen Wachstums ist.<sup>18</sup> So expandieren junge innovative Unternehmen überdurchschnittlich schnell und schaffen Arbeitsplätze.<sup>19</sup> Sie zahlen zudem relativ hohe Löhne und Gehälter und haben ein geringes Insolvenzrisiko. Ein innovatives Umfeld begünstigt zudem die Gründung neuer Unternehmen. Technologieintensive Start-Ups haben höhere Erfolgchancen und das Potential, zu „Gazellen“, das heißt zu schnell wachsenden Unternehmen zu werden, die eine wesentliche Rolle für den Strukturwandel und ein hohes Wachstum in der Region spielen können.<sup>20</sup>

Vor diesem Hintergrund wäre zu erwarten, dass die forschungs- und innovationsstarke Region Darmstadt auch bei der wirtschaftlichen Leistung und der Produktivität eine relativ günstige Position einnimmt. Das Bruttoinlandsprodukt je Einwohner lag in der Region Darmstadt jedoch im Jahr 2011 bei 30 552 Euro und damit leicht unter dem bundesdeutschen Durchschnitt von 31 702 Euro (Tabelle 5). Auch im regionalen Vergleich zeigt sich, dass die Region Darmstadt ein erstaunlich geringes Bruttoinlandsprodukt je Einwohner erwirtschaftet.

**18** Vgl. Schumpeter, J. (1950): Kapitalismus, Sozialismus und Demokratie; Solow, R.M. (1956): A Contribution to the Theory of Economic Growth. The Quarterly Journal of Economics, 70, No. 1, 65-94; oder auch die Theorien endogenen Wachstums, unter anderem Romer, P.M. (1990): Endogenous Technological Change. The Journal of Political Economy, 98, No. 5, Part 2: The Problem of Development: A Conference of the Institute for the Study of Free Enterprise Systems, 71-102.

**19** Vgl. beispielsweise Almus, M., Nerlinger, E.A. (1999): Wachstumsdeterminanten junger innovativer Unternehmen. Empirische Ergebnisse für Westdeutschland. Jahrbuch für Nationalökonomie und Statistik, Heft 3/4, 257-273; oder Rambøll (2012): Studie über schnell wachsende Jungunternehmen (Gazellen). Endbericht. Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin.

**20** Vgl. Birch, D.L., Haggerty, A., Parsons, W. (1997): Who's Creating Jobs. Cambridge MA; und Dejardin, M., Fritsch, M. (2011): Entrepreneurial dynamics and regional growth. Small Business Economics 36, 377-382. Auf die Bedeutung von Unternehmensgründungen für das Wirtschaftswachstum und den Strukturwandel durch den Prozess der „schöpferischen Zerstörung“ wies schon Schumpeter (1950) hin. Auch im internationalen Wettbewerb spielt die Innovationskraft eine zentrale Rolle. Gestützt durch eine solide empirische Basis zeigt die Außenhandelstheorie, dass produktive, innovative Unternehmen deutlich häufiger exportieren und im Ausland investieren, vgl. Melitz, M.J. (2003): The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity. Econometric Society, 71(6), 1695-1725; Helpman, E., Melitz, M.J., Yeaple, S.R. (2004): Export versus FDI with Heterogeneous Firms. The American Economic Review, 94, No. 1, 300-316; Mattes, A. (2010): Foreign

Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Region Darmstadt einen deutlich negativen Pendlersaldo aufweist. Zum Stichtag 30. Juni 2012 pendelten rund 41 000 Personen mehr in benachbarte Regionen hinaus als von dort in die Region Darmstadt herein.<sup>21</sup> Die Auspendler tragen durch ihre Arbeit zum Bruttoinlandsprodukt anderer Regionen bei.

Für die regionale Betrachtung besser geeignet ist daher das Bruttoinlandsprodukt je Erwerbstätigem. In der Region Darmstadt lag es im Jahr 2011 mit 66 517 Euro um 5,6 Prozent über dem bundesdeutschen Durchschnitt.

Direct Investment: Evidence on Determinants and Effects at the Micro-level. IAW-Forschungsbericht Nr. 70, Tübingen; Wagner, J. (2012): International trade and firm performance: a survey of empirical studies since 2006. Review of World Economics, 148(2), 235-267.

**21** Der Saldo entspricht rund zehn Prozent der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die in der Region wohnen. Gründe für den negativen Pendlersaldo sind zum einen die Nähe zu strukturstarken Nachbarregionen wie der Bankenmetropole Frankfurt am Main oder der Metropolregion Rhein-Neckar und zum anderen die Attraktivität der Region Darmstadt als Wohnort.



Im regionalen Vergleich wird deutlich, dass die Region Darmstadt etwa auf einem Niveau mit Karlsruhe liegt. Für die Regionen München und Stuttgart zeigen sich auch in diesem Vergleich sehr hohe Werte. Bei der Produktivität im verarbeitenden Gewerbe, für das die hier untersuchten Forschungs- und Innovationsaktivitäten eine besondere Rolle spielen, erreichte die Region Darmstadt im Jahr 2000 nur knapp den Bundesdurchschnitt. Danach setzte zwar ein relativ starkes Wachstum ein, so dass die industrielle Produktivität der Region im Jahr 2011 um rund neun Prozent über dem nationalen Durchschnitt lag. Mit Ausnahme von Dresden weisen die Vergleichsregionen aber noch höhere Werte auf.

### Fazit

Das Zusammenwirken regionaler Innovationsakteure hat einen entscheidenden Einfluss auf die Innovationsleistung und das Wachstum von Regionen. In dieser Studie wurde mit besonderem Blick auf die Region Darmstadt gezeigt, wie ein regiona-

les Innovationssystem über verschiedene Indikatoren analysiert und mit Systemen anderer Regionen verglichen werden kann. Vor allem der Input in den Forschungs- und Entwicklungsprozess kann gut beschrieben werden, zum Beispiel durch die Zahl von FuE-Beschäftigten in Hochschulen und Unternehmen. Die Kooperationsintensität im Innovationsprozess und der Wissenstransfers sind jedoch nur teilweise zu erfassen.

Insgesamt ist das Innovationssystem der Region Darmstadt gut aufgestellt: Sowohl hinsichtlich der Inputfaktoren wie FuE-Ausgaben und FuE-Personal als bei der Zahl angemeldeter Patente liegt die Region auf ähnlichem Niveau wie führende Standorte wie Stuttgart und München. Allerdings schlägt sich dies nicht in vollem Umfang in der Wirtschaftskraft der Region nieder. Weiterer Forschungsbedarf besteht deshalb bei der Analyse des Zusammenhangs zwischen der Gestaltung regionaler Innovationssysteme und dem wirtschaftlichem Erfolg von Regionen.

Michael Arnold ist Analyst bei DIW ECON | [marnold@diw-econ.de](mailto:marnold@diw-econ.de)

Anselm Mattes ist Senior Consultant bei DIW ECON | [amattes@diw-econ.de](mailto:amattes@diw-econ.de)

Philipp Sandner ist Gründer und Partner der Munich Innovation Group GmbH | [ps@munich-innovation.com](mailto:ps@munich-innovation.com)

## A COMPARISON OF REGIONAL INNOVATION SYSTEMS

---

**Abstract:** Technological and organizational progress is the major driving force behind economic growth. Innovation systems are a crucial factor in implementing innovations. These include all organizations and institutions, for example, companies, universities, and research institutes, involved in creating, disseminating, and applying scientific or technological knowledge. Innovation systems have a strong regional focus, particularly as far as knowledge transfer and cooperation between various stakeholders are concerned.

Taking the region of Darmstadt and several comparable regions as examples, the present paper outlines how regional innovation systems can be analyzed using various indicators. The findings show that the region of Darmstadt is well above the German average of innovation performance and, according to some indicators, it even surpasses leading regions such as Stuttgart and Munich. However, this is not fully reflected in its economic performance

JEL: R1, O30

**Keywords:** regional innovation system, patent data analysis, innovation indicator, innovation analysis



DIW Berlin – Deutsches Institut  
für Wirtschaftsforschung e.V.  
Mohrenstraße 58, 10117 Berlin  
T +49 30 897 89 -0  
F +49 30 897 89 -200  
[www.diw.de](http://www.diw.de)  
81. Jahrgang

#### Herausgeber

Prof. Dr. Pio Baake  
Prof. Dr. Tomaso Duso  
Dr. Ferdinand Fichtner  
Prof. Marcel Fratzscher, Ph.D.  
Prof. Dr. Peter Haan  
Prof. Dr. Claudia Kemfert  
Prof. Karsten Neuhoff, Ph.D.  
Dr. Kati Schindler  
Prof. Dr. Jürgen Schupp  
Prof. Dr. C. Katharina Spieß  
Prof. Dr. Gert G. Wagner

#### Chefredaktion

Sabine Fiedler  
Dr. Kurt Geppert

#### Redaktion

Renate Bogdanovic  
Sebastian Kollmann  
Dr. Richard Ochmann  
Dr. WolfPeter Schill

#### Lektorat

Dr. Heike Belitz  
Dr. Markus Grabka

#### Textdokumentation

Manfred Schmidt

#### Pressestelle

Renate Bogdanovic  
Tel. +49-30-89789-249  
[presse@diw.de](mailto:presse@diw.de)

#### Vertrieb

DIW Berlin Leserservice  
Postfach 74, 77649 Offenburg  
[leserservice@diw.de](mailto:leserservice@diw.de)  
Tel. 01806 - 14 00 50 25,  
20 Cent pro Anruf  
ISSN 0012-1304

#### Gestaltung

Edenspiekermann

#### Satz

eScriptum GmbH & Co KG, Berlin

#### Druck

USE gGmbH, Berlin

Nachdruck und sonstige Verbreitung –  
auch auszugsweise – nur mit Quellen-  
angabe und unter Zusendung eines  
Belegexemplars an die Serviceabteilung  
Kommunikation des DIW Berlin  
([kundenservice@diw.de](mailto:kundenservice@diw.de)) zulässig.

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier.