

Wirtschaftsfaktor

TU Darmstadt

*Die ökonomische Bedeutung der
TU Darmstadt*

Version: 18. Juni 2012

DIW econ GmbH

Dr. Anselm Mattes

Mohrenstraße 58
10117 Berlin

Tel. +49.30.20 60 972 - 0

Fax +49.30.20 60 972 - 99

amattes@diw-econ.de

www.diw-econ.de

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Regionale und bundesweite Nachfrageeffekte.....	2
2.1 Methodisches Vorgehen	2
2.2 Nachfrageeffekte der TU Darmstadt	5
2.3 Nachfrageeffekte der Studierenden	9
2.4 Nachfrageeffekte der mit der TU Darmstadt vernetzten Institute	11
2.5 Gesamteffekte	13
3. Wachstumseffekte der Lehr- und Forschungsaktivitäten.....	16
3.1 Die Rolle von Universitäten für die Innovations- und Wirtschaftsleistung einer Region	16
3.2 Wissenstransfer	17
3.2.1 Formen des Wissenstransfers.....	17
3.2.2 Aktivitäten der TU Darmstadt im Bereich des Wissenstransfers.....	19
3.3 Wissenstransfer durch gemeinsame Forschung und Patentanmeldungen	23
3.3.1 Messung des Forschungsoutputs mittels Patentdaten	24
3.3.2 Das Patentportfolio der TU Darmstadt	25
3.3.3 Gemeinsame Patentanmeldungen der TU Darmstadt mit externen Forschungspartnern.....	27
3.3.4 Patentfamilien der TU Darmstadt nach Technologieklassen	31
3.3.5 Größe der Patentfamilien	31
3.4 Abschätzung der wirtschaftlichen Wachstumseffekte der Forschungs- und Lehraktivitäten	33
3.4.1 Wachstumseffekte der TU Darmstadt	33
3.4.2 Wachstumseffekte der mit der TU Darmstadt vernetzten Forschungsinstitute..	38
4. Zusammenfassung	40
5. Literatur	42
Anhang.....	47

1. Einleitung

Die Technische Universität Darmstadt (TU Darmstadt) gehört zu den großen und traditionsreichen technischen Universitäten in Deutschland. Mit über 23.000 Studierenden und über 5.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ist die Universität im Vergleich zur Stadt Darmstadt mit etwa 143.000 Einwohnern relativ groß. Die TU Darmstadt bildet den Kern der Wissenschaftsstadt Darmstadt, in der außerdem zwei Fachhochschulen und eine Vielzahl weiterer Institute und Forschungseinrichtungen angesiedelt sind, darunter das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, verschiedene Fraunhofer-Institute und das Europäische Raumflugkontrollzentrum. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von Unternehmen, die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in größerem Umfang betreiben.

Die TU Darmstadt nimmt in zweierlei Hinsicht eine herausragende Stellung für die Region Darmstadt und bundesweit ein: Sie zählt nicht nur zu den führenden Technischen Universitäten in Deutschland, sondern verfügt auch über Kooperationen mit außeruniversitären Forschungsgesellschaften und arbeitet eng mit mittelständischen und großen Unternehmen regional und überregional zusammen. Aufgrund dieser starken Vernetzung ist sowohl ein positiver Effekt auf die wirtschaftliche Dynamik der Region Darmstadt als auch darüber hinaus zu erwarten. Die vorliegende Studie analysiert und quantifiziert diese wirtschaftlichen Effekte. Dabei unterscheidet die Studie zwischen zwei zentralen Wirkungskanälen:

- Zum einen werden die kurzfristigen regionalen und bundesweiten ökonomischen Effekte betrachtet, die durch die Ausgaben der TU Darmstadt für Personal und Sachmittel, ihre Investitionen in Gebäude und Geräte und die Ausgaben der Studierenden bestimmt werden. Weiterhin werden die Ausgaben verschiedener Forschungsinstitute, die eng mit der TU Darmstadt vernetzt sind, gesondert berücksichtigt. Diese Ausgaben schaffen eine regionale und bundesweite Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen und regen damit Wertschöpfung und Beschäftigung an.
- Zum anderen werden die langfristigen Effekte auf das regionale und bundesweite Wirtschaftswachstum abgeschätzt. Diese entstehen vor allem durch die Lehr- und Forschungstätigkeit der TU Darmstadt. Damit erhöht die Hochschule das vorhandene Humankapital und Innovationspotenzial, was einen Anstieg der Produktivität und der Wirtschaftsleistung zur Folge hat. Im Hinblick auf das Innovationspotenzial der TU Darmstadt spielen insbesondere die Patenverflechtungen eine wichtige Rolle.

Für das Jahr 2010 kommt die TU Darmstadt zusammen mit ihren Studierenden auf einen regional wirksamen Wertschöpfungseffekt von etwa 484 Millionen Euro und auf einen Beschäftigungseffekt von etwa 10.000 Erwerbstätigen. Bundesweit werden ein Wertschöpfungseffekt von knapp 700 Millionen Euro und ein Beschäftigungseffekt von etwa 13.000 Erwerbstätigen ausgelöst. Die mit der TU Darmstadt vernetzten Forschungsinstitute lösen regional (bundesweit) einen Bruttowertschöpfungseffekt von etwa 47 Millionen Euro (etwa 64 Millionen Euro) aus und haben einen regionalen (bundesweiten) Beschäftigungseffekt von 874 (1.127) Erwerbstätigen zur Folge. Weiterhin wird der wirtschaftliche Wachstumseffekt, der sich durch die Lehr- und Forschungsaktivitäten der TU Darmstadt und aus den daraus resultierenden Innovationen ergibt, auf rund 212 Millionen Euro in der Region um Darmstadt und auf etwa 402 Millionen Euro bundesweit geschätzt.

Die Studie ist in zwei größere Themenblöcke gegliedert (Abschnitte 2 und 3). In Abschnitt 2 werden die regionalen und bundesweiten Nachfrageeffekte berechnet (kurzfristige Effekte). Dabei werden sowohl die Nachfrageeffekte der TU Darmstadt und ihrer Studierenden als auch die Nachfrageeffekte der mit der TU Darmstadt vernetzten Forschungsinstitute berechnet. In Abschnitt 3 werden die regionalen und bundesweiten ökonomischen Effekte der Lehr- und Forschungsaktivitäten der TU Darmstadt quantifiziert (langfristige Effekte). Hierbei wird insbesondere die Rolle der TU Darmstadt im regionalen Innovationssystem betrachtet und der Schwerpunkt auf die Patentverflechtungen der Universität gelegt.

2. Regionale und bundesweite Nachfrageeffekte

2.1 Methodisches Vorgehen

Die Analyse konzentriert sich zunächst auf die kurzfristigen Nachfrageeffekte der TU Darmstadt und ihrer Studierenden. Dabei wird neben dem bundesweiten Gesamteffekt auch der regionale Anteil für die Stadt Darmstadt und die Region ausgewiesen.¹ Eine etablierte Methode zur Quantifizierung (regional-)wirtschaftlicher Impulse ist die Input-Output- und Multiplikator-Analyse, die auch in der vorliegenden Studie zur Anwendung kommt (siehe Geppert et al. 1997; Franz et al. 2005 und DIW econ 2008a, 2008b, 2008c, 2010).

¹ In diesem Abschnitt werden mit der Region um Darmstadt die Landkreise Darmstadt-Dieburg, Bergstraße, Groß-Gerau und der Odenwaldkreis bezeichnet (dies entspricht der Raumordnungsregion Starkenburg).

Die wichtigste Kennzahl zur Bestimmung regionalwirtschaftlicher Effekte ist die Bruttowertschöpfung als Maß für wirtschaftliche Leistung. Die Bruttowertschöpfung erfasst den Wert aller in einem Jahr erzeugten Güter und Dienstleistungen abzüglich der in der Produktion eingesetzten Vorleistungsprodukte. Sie beschreibt damit den tatsächlich neu geschaffenen Wert und spiegelt gleichzeitig das insgesamt erwirtschaftete (Arbeits- und Kapital-) Einkommen wider (vgl. Statistisches Bundesamt 2011). Weitere Kennzahlen, die in dieser Studie untersucht werden, sind die Beschäftigung (als Zahl der Erwerbstätigen), das Steueraufkommen sowie das Aufkommen an Sozialversicherungsbeiträgen.

Im Rahmen dieser Analyse lassen sich direkte, indirekte und induzierte Effekte der TU Darmstadt unterscheiden. Diese werden nachfolgend am Beispiel der Bruttowertschöpfung erläutert (vgl. Abbildung 1):

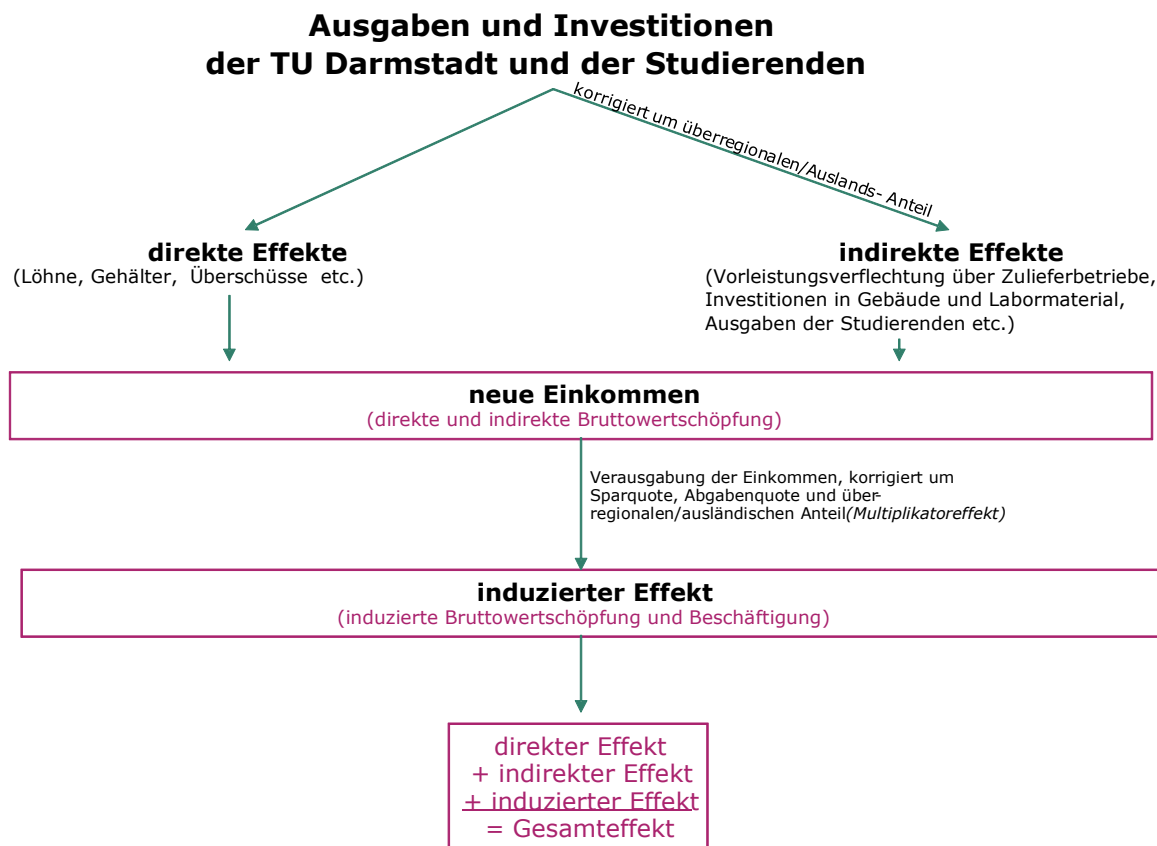
- **Direkter Effekt:** Die durch die TU Darmstadt erwirtschaftete Bruttowertschöpfung umfasst insbesondere die Personalaufwendungen. Die Ausgaben für die Mitarbeiter stellen Arbeitseinkommen der Beschäftigten dar und haben somit einen direkten Effekt auf die regionale Wirtschaft.
- **Indirekter Effekt:** Für die Durchführung ihrer Lehr- und Forschungstätigkeit bezieht die TU Darmstadt Vorleistungen, die von Unternehmen aus Darmstadt und Umgebung oder von weiter außerhalb erbracht werden. Beispiele sind Aufwendungen für Laborbedarf, Ausgaben für Energie, die Instandhaltung und Wartung von Gebäuden oder der Einkauf von Dienstleistungen oder Software. Die Zulieferbetriebe beziehen ihrerseits wiederum Vorleistungen. Dieser Nachfrageimpuls erhöht die regionale und überregionale Wirtschaftsleistung. Da der ursprüngliche Impuls zur Herstellung dieser Dienstleistungen und Güter von der Nachfrage der TU Darmstadt ausgeht, kann die realisierte Bruttowertschöpfung indirekt der TU Darmstadt zugeschrieben werden.
- **Induzierter Effekt:** Direkte und indirekte Bruttowertschöpfung führen zu Einkommen, die von den Mitarbeitern der TU Darmstadt und den Eigentümern und Beschäftigten der Vorleistungsbetriebe erneut (teilweise) verausgabt werden und damit weitere Nachfrageeffekte auslösen. Dieser weitere Impuls induziert zusätzliche Wertschöpfung.²

² Eine formale Herleitung findet sich im Anhang.

Für Deutschland finden sich Angaben zu der Verflechtung von Vorleistungen in Input-Output-Tabellen, die regelmäßig vom Statistischen Bundesamt veröffentlicht werden (vgl. Statistisches Bundesamt 2010). Auf regionaler Ebene werden jedoch keine Input-Output-Tabellen veröffentlicht. Daher wurde im Rahmen dieser Studie die deutsche Input-Output-Tabelle für die Raumordnungsregion Starkenburg angepasst. Dabei ist zu beachten, dass nur ein Teil der jeweiligen Effekte in Darmstadt und Umgebung wirksam wird: Vorleistungsgüter und Dienstleistungen werden nur zu einem bestimmten Anteil von Unternehmen aus Darmstadt und Umgebung bezogen und nicht alle Beschäftigten wohnen in der Region, weshalb die verausgabten Einkommen auch nicht vollständig dort wirksam werden. Um den regionalen Anteil der Vorleistungen zu berücksichtigen, wurden branchenspezifische regionale Vorleistungsquoten für die Region Starkenburg abgeschätzt. Zu diesem Zweck wurde auf Ergebnisse eines Forschungsprojekts des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) sowie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR) zurückgegriffen, die regionale Lieferquoten für alle deutschen Raumordnungsregionen zur Verfügung stellen (vgl. Färber et al. 2007).

Bei der Quantifizierung der kurzfristigen wirtschaftlichen Nachfrageeffekte müssen neben den Nachfrageeffekten der TU Darmstadt auch die Nachfragewirkungen berücksichtigt werden, die auf die Ausgaben der Studierenden der TU Darmstadt zurückzuführen sind. Diese fragen beispielsweise Wohnraum, Lebensmittel, Nahverkehrsleistungen oder Bücher nach und haben damit ebenfalls einen Einfluss auf die regionale und überregionale Wirtschaftsleistung. Zudem werden die Wertschöpfungseffekte der Ausgaben verschiedener, eng mit der TU Darmstadt vernetzter Institute bestimmt.

Abbildung 1: Ökonomische Impulse der TU Darmstadt auf die Bruttowertschöpfung



Quelle: DIW econ.

Auf Grundlage der skizzierten Methodik erfolgt im Folgenden die Berechnung der von der TU Darmstadt sowie den Studierenden ausgehenden wirtschaftlichen Impulse auf die regionale und überregionale Wirtschaft als Summe der direkten, indirekten und induzierten Effekte.

2.2 Nachfrageeffekte der TU Darmstadt

Die Einnahmen der TU Darmstadt betragen im Jahr 2010 rund 414 Millionen Euro. Zu zwei Dritteln (270,5 Millionen Euro) wurden diese Einnahmen aus Haushaltsmitteln des Landes Hessen bereitgestellt. Das übrige Drittel (139 Millionen Euro) wurde über Drittmittel³ erworben (zudem 4 Millionen Euro aus sonstigen Mitteln). Dem stehen in ähnlicher Höhe die Ausgaben von ca. 418 Millionen Euro gegenüber, wobei der größte Posten Personalaufwendungen (227 Millionen Euro) sind, gefolgt von betrieblichen Ausgaben (Gesamt: 121 Millionen Euro) und Investitionen⁴ in langlebige Güter (70 Millionen Euro).⁵

³ Hierunter insbesondere Zuwendungen durch die DFG, die Industrie und den Bund (vgl. TU Darmstadt 2010, S.53).

⁴ Als Näherung für das Investitionsvolumen wurde die Höhe der Abschreibungen angesetzt.

Für die Berechnung der bundesweiten Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte wurde die aktuellste, verfügbare Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes verwendet (Statistisches Bundesamt 2010). Um den indirekten Wertschöpfungseffekt für die Stadt Darmstadt und Umgebung zu quantifizieren, wurde zunächst der Anteil der betrieblichen Ausgaben und Investitionen bestimmt, der von Unternehmen in Darmstadt und Umgebung bezogen wird: Bei den betrieblichen Ausgaben für Vorleistungsgüter und -dienstleistungen wird das Verhältnis von regionalbezogenen Ausgaben zu den gesamten Ausgaben herangezogen. Dieses lag im Jahr 2010 bei 82 Prozent. Bei den Investitionen wird die regionale Lieferquote auf Basis der Durchschnittswerte der regionalisierten Input-Output-Tabelle (vgl. Abschnitt 2.1) herangezogen.⁶

Bei der Berechnung des regionalen, induzierten Effektes muss zudem berücksichtigt werden, dass nicht alle Mitarbeiter von der TU Darmstadt in Darmstadt und der unmittelbaren Umgebung wohnen. Damit werden ihre Einkommen nur zu einem gewissen Anteil in Darmstadt und Umgebung nachfragewirksam. Um die Höhe der regional wirksamen Einkommen abzuschätzen, werden die Konsumausgaben von Mitarbeitern, Auszubildenden und Wissenschaftlichen Hilfskräften mit Wohnsitz in Darmstadt und Umgebung vollständig der Region zugerechnet. Dies betrifft rund 37 Prozent der Mitarbeiter. Weiterhin werden die Konsumausgaben der Mitarbeiter, Auszubildenden und Wissenschaftlichen Hilfskräften mit einem Wohnsitz außerhalb der Region zu einem Viertel hinzugerechnet. Damit werden bei der Berechnung des induzierten Wertschöpfungseffektes in der Region insgesamt rund 56 Prozent der Einkommen der Mitarbeiter, der Auszubildenden und der Wissenschaftlichen Hilfskräfte der TU Darmstadt berücksichtigt.

Entsprechend der skizzierten Methode wurden die wirtschaftlichen Impulse für die Region Darmstadt und für das gesamte Bundesgebiet bezogen auf Bruttowertschöpfung, die Zahl der Beschäftigten, das Steueraufkommen und die Beiträge zu den sozialen Sicherungssystemen berechnet und getrennt nach direkten, indirekten und induzierten Effekten ausgewiesen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

⁵ Der außerordentliche Aufwand in Höhe von 67,6 Millionen Euro wird nicht berücksichtigt, da er im Wesentlichen aus Rückstellungen besteht und damit nicht direkt wertschöpfungsrelevant ist.

⁶ Weiterhin muss beachtet werden, dass die TU Darmstadt nicht vorsteuerabzugsberechtigt ist. Deshalb wurden Nettoausgaben auf Basis von VGR-Angaben zu Produktionsbereich-spezifischen Steuersätzen berechnet.

Tabelle 1: Wirtschaftliche Effekte der Technischen Universität Darmstadt

	Regional	Bundesweit
Bruttowertschöpfung (in Euro)		
- direkter Effekt	234.545.246	234.545.246
- indirekter Effekt	42.572.711	108.529.761
- induzierter Effekt	54.661.294	127.440.816
Summe	331.779.251	470.515.822
Beschäftigungseffekt (Personen)		
- direkter Effekt	5.263	5.263
- indirekter Effekt	863	1.720
- induzierter Effekt	998	2.594
Summe	7.124	9.576
Steueraufkommen (in Euro)		
	<i>Nur Landesanteil</i>	<i>Gesamtes Aufkommen</i>
- direkter Effekt	22.541.568	42.803.806
- indirekter Effekt	3.088.920	15.033.458
- induzierter Effekt	3.948.180	18.861.616
Summe	29.578.669	76.698.880
Sozialversicherungsbeiträge (in Euro)		
- direkter Effekt	49.579.503	88.659.058
- indirekter Effekt	8.735.256	21.860.874
- induzierter Effekt	11.205.829	29.135.060
Summe	69.520.588	139.654.991

Quelle: DIW econ.

Die TU Darmstadt löste in Darmstadt und Umgebung im Jahr 2010 eine Bruttowertschöpfung von 331,8 Millionen Euro aus. Rund 71 Prozent (234,5 Millionen Euro) dieses Effekts resultieren aus direkter Bruttowertschöpfung und sind damit auf die Personalaufwendungen zurückzuführen. Weitere 13 Prozent (42,6 Millionen Euro) der Wertschöpfung werden indirekt, durch den Bezug von Waren und Dienstleistungen aus den Vorleistungsbetrieben geschaffen. Schließlich induzieren direkte und indirekte Bruttowertschöpfung weitere 16 Prozent (54,7 Millionen Euro) des gesamten regionalen Effekts.

Die TU Darmstadt löst aber nicht nur in der unmittelbaren Region wirtschaftliche Effekte aus. Zum einen tätigt die TU Darmstadt auch im überregionalen Zusammenhang Ausgaben, beispielsweise für die Beschaffung von spezialisierten Maschinen, für die es regional kein

gleichwertiges Angebot gibt oder weil Angebote aus anderen Regionen günstiger sind. Der Anteil der Ausgaben, die die TU Darmstadt außerhalb der Region tätigt, lag im Jahr 2010 bei 18 Prozent. Zum anderen führen überregionale wirtschaftliche Verflechtungen dazu, dass auch diejenigen Unternehmen, die Güter und Dienstleistungen an die TU Darmstadt liefern, ihrerseits Vorleistungen von anderen Unternehmen außerhalb der Region in Anspruch nehmen. Zusätzlich muss beachtet werden, dass ein Teil der Einkommen, die innerhalb der Region Darmstadt durch die TU (direkt und indirekt) bezahlt werden, außerhalb der Region ausgegeben werden. Diese Faktoren führen zusammengenommen zu einem bundesweiten (d.h. regionalen und überregionalen) Wertschöpfungseffekt in Höhe von 470,5 Millionen Euro. Davon sind 50 Prozent (234,5 Millionen Euro) direkt auf die TU Darmstadt zurückzuführen, während ein Anteil von 23 Prozent (108,5 Millionen Euro) auf den indirekten und die verbleibenden 27 Prozent (127,4 Millionen Euro) auf den induzierten Effekt entfallen. Die Ergebnisse sind im Einzelnen ebenfalls in Tabelle 1 dargestellt

Analog zur Bruttowertschöpfung können auch die direkten, indirekten und induzierten Beschäftigungseffekte für die Region um Darmstadt und für das gesamte Bundesgebiet berechnet werden. Dabei ergibt sich ein Gesamteffekt von insgesamt fast 10.000 Arbeitsplätzen deutschlandweit, wobei über 7.100 Arbeitsplätze in Darmstadt und Umgebung vorzufinden sind. Davon entfallen drei Viertel (5.263 Mitarbeiter⁷) direkt auf die Universität. In den Vorleistungsbetrieben sind indirekt weitere 863 Personen in der Region beschäftigt und 1.700 Personen bundesweit. Weitere knapp 1.000 Stellen werden in der Umgebung Darmstadts durch induzierte Beschäftigung geschaffen; im gesamten Bundesgebiet sind dies 2.600 Stellen.

Weiterhin wird das von der TU Darmstadt ausgelöste Aufkommen an Lohn-, Körperschaft- und Mehrwertsteuer abgeschätzt. Dabei wird zwischen dem gesamten Steueraufkommen im Bundesgebiet (d.h. Bundes- und Landesanteile) und dem Anteil, der dem Land Hessen und seinen Gemeinden zukommt, unterschieden. Konkret beläuft sich das direkte, indirekte und induzierte Aufkommen bundesweit auf 76,7 Millionen Euro, wobei der in Region erwirtschaftete Anteil, der dem Land Hessen zukommen 29,6 Millionen Euro beträgt.

Abschließend wurde das Aufkommen an Sozialversicherungsbeiträgen ermittelt. Dieses beläuft sich bundesweit auf 139,7 Millionen Euro, wovon 69,5 Millionen Euro in der Region er-

⁷ Auf Basis von Vollzeitäquivalenten wurden Auszubildende und Wissenschaftliche Hilfskräfte mit berücksichtigt.

wirtschaftet werden. Davon sind 71 Prozent regional (63 Prozent bundesweit) auf die Beiträge der Mitarbeiter der TU Darmstadt zurückzuführen. Die Beschäftigten in den Zulieferbetrieben und die durch die Verausgabung der Einkommen induzierten Beschäftigungsverhältnisse tragen mit insgesamt 19,9 Millionen Euro regional (51,0 Millionen Euro bundesweit) zu knapp 30 Prozent des regionalen (43 Prozent des bundesweiten) Aufkommens an Sozialversicherungsbeiträgen bei.

2.3 Nachfrageeffekte der Studierenden

Im Jahr 2010 waren insgesamt 23.141 Studentinnen und Studenten an der TU Darmstadt eingeschrieben. Auch wenn das durchschnittliche Einkommen von Studierenden eher gering ist, lösen sie in ihrer Gesamtheit bedeutende Nachfrageeffekte in Darmstadt und der Region aus. Da die Studierenden einen direkten Bezug zur TU Darmstadt haben, können diese Effekte der TU Darmstadt zugerechnet werden.

Von den insgesamt rund 23.000 Studierenden im Jahr 2010 wohnten rund zwei Drittel in Darmstadt oder Umgebung. Die Konsumausgaben dieser Studierenden werden überwiegend in der Region getätigt. Von den Studierenden mit Wohnsitz außerhalb der Region wird angenommen, dass rund ein Fünftel ihrer Ausgaben einen regionalen Bezug zu Darmstadt und Umgebung aufweist. Die Ausgaben werden entsprechend einer Untersuchung zur wirtschaftlichen und sozialen Lage der Studierenden (BMBF 2010) differenziert. Da das durchschnittlich verfügbare Einkommen der Darmstädter Studierenden über dem des Bundesdurchschnitts liegt, werden die jeweiligen Ausgaben auf Basis von Daten des HIS (2010) hochskaliert. In Tabelle 2 sind die monatlichen Bruttoausgaben in der Region um Darmstadt nach Ausgabenkategorien differenziert dargestellt.

Tabelle 2: Durchschnittliche monatliche Bruttoausgaben von Studierenden der TU Darmstadt in der Region

	Durchschnittliche regionale, monatliche Bruttoausgaben von Studierenden mit Wohnort	
	in der Region	außerhalb der Region
Miete einschließlich Nebenkosten	303 € (37%)	-
<i>davon Miete</i>	197 € (24%)	-
<i>davon Nebenkosten</i>	106 € (13%)	-
Ernährung	172 € (21%)	34 € (23%)
Kleidung	55 € (7%)	11 € (7%)
Lernmittel	36 € (4%)	28 € (19%)
Auto und/oder öffentliche Verkehrsmittel	87 € (11%)	63 € (42%)
<i>davon öffentliche Verkehrsmittel</i>	70 € (9%)	56 € (37%)
<i>davon PKW</i>	17 € (2%)	7 € (5%)
Krankenversicherung	64 € (8%)	-
Telefon, Internet, Rundfunk- und Fernsehgebühren	38 € (5%)	-
Freizeit, Kultur und Sport	68 € (8%)	14 € (9%)
Summe	822 € (100%)	150 € (100%)

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von TU Darmstadt (2010), BMBF (2010), HIS (2010).

Aus der Anzahl der Studierenden und den durchschnittlichen Ausgaben lässt sich für das Jahr 2010 ein gesamter Nachfrageimpuls von 228,2 Millionen Euro und ein regional wirksamer Nachfrageimpuls in Höhe von 144,5 Millionen Euro berechnen, der von den Studierenden der TU Darmstadt ausgelöst wird. In Tabelle 3 werden die daraus abgeleiteten wirtschaftlichen Impulse präsentiert. Hiernach löste die Nachfrage der Studierenden der TU Darmstadt im Jahr 2010 eine regionale Bruttowertschöpfung in Höhe von insgesamt 104,3 Millionen Euro aus. Zusammen mit den Ausgaben, die die Studierenden außerhalb der Region tätigen, lösten sie eine bundesweite Bruttowertschöpfung in Höhe von 227,1 Millionen Euro aus. Der Beschäftigungseffekt kann mit über 3.300 Arbeitsplätzen deutschlandweit und davon fast 2.100 Arbeitsplätzen in der Region quantifiziert werden. Das Steueraufkommen wird auf 29,9 Millionen Euro bundesweit (8,4 Millionen Euro regional) und die Rückflüsse an die Sozialkassen werden auf 36,8 Millionen Euro (regional 19,5 Millionen Euro) geschätzt.

Tabelle 3: Wirtschaftlicher Impuls der Studierenden der TU Darmstadt

	Regional	Bundesweit
Bruttowertschöpfung (in Euro)		
- direkter Effekt	67.403.340	105.061.577
- indirekter Effekt	13.922.875	60.554.587
- induzierter Effekt	22.960.998	61.520.830
Summe	104.287.213	227.136.994
Beschäftigungseffekt (Personen)		
- direkter Effekt	1.221	1.349
- indirekter Effekt	454	1.066
- induzierter Effekt	419	897
Summe	2.094	3.312
Steueraufkommen (in Euro)		
	<i>Nur Landesanteil</i>	<i>Gesamtes Aufkommen</i>
- direkter Effekt	4.634.924	13.535.220
- indirekter Effekt	1.792.001	8.370.159
- induzierter Effekt	1.939.016	8.036.432
Summe	8.365.941	29.941.811
Sozialversicherungsbeiträge (in Euro)		
- direkter Effekt	10.293.851	15.625.759
- indirekter Effekt	4.471.502	11.093.607
- induzierter Effekt	4.726.014	10.075.523
Summe	19.491.366	36.794.889

Quelle: DIW econ.

2.4 Nachfrageeffekte der mit der TU Darmstadt vernetzten Institute

Der Technischen Universität kommt eine zentrale Rolle für den Wissenschaftsstandort Darmstadt zu, der in dieser Form und Größe ohne die TU nicht existierte. Weiterhin ist die TU Darmstadt stark mit zahlreichen regional ansässigen öffentlichen und privaten Forschungsinstituten vernetzt (vgl. Abschnitt 3.2.2 sowie Abschnitt 3.3). Diese Institute schaffen mit ihren Personal- und Sachmittelausgaben ebenfalls eine regionale und überregionale Nachfrage und generieren damit Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte. Von den folgenden Instituten sind Angaben zu Personal- und Sachmittelaufwendungen verfügbar:

- Competence Center for Applied Security Technology
- Deutsches Polen-Institut
- Fraunhofer Institut für Betriebsfestigkeit⁸
- Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD
- Fraunhofer Institut SIT inkl. CASED
- Hessian Telemedia Technology Competence Center
- Institut Wohnen und Umwelt GmbH
- Institute of Paper Science & Technology

Die Berechnung des wirtschaftlichen Impulses wurde auf diese acht Institute beschränkt. Der tatsächliche Effekt aller regional ansässigen Institute mit einer Vernetzung zur TU Darmstadt dürfte deutlich höher ausfallen. Da von Seiten der Institute lediglich Informationen zum Aggregat an Sachmittelaufwendungen vorliegen, wird zur Bestimmung der Nachfragestruktur nach Gütern und Dienstleistungen diejenige der TU Darmstadt übernommen. Bei der Berechnung des induzierten Wertschöpfungseffektes durch die Konsumausgaben der Mitarbeiter der angeschlossenen Institute wurde ebenfalls der regionale Anteil der Mitarbeiter der TU Darmstadt übernommen.

In der Summe lagen die Aufwendungen der betrachteten Institute für Personal und Sachmittel im Jahr 2010 bei 51,1 Millionen Euro. Die Institute unterscheiden sich dabei in ihrer Finanzierungsstruktur von der TU Darmstadt. Im Vergleich fällt vor allem der deutlich höhere Anteil an Drittmitteln auf, der im Durchschnitt bei ca. 50 Prozent liegt.⁹ Die andere Hälfte der Finanzierung machen zu etwa 21 Prozent Landesmittel und zu etwa 28 Prozent Bundesmittel aus.

In Tabelle 4 sind die wirtschaftlichen Effekte der betrachteten Institute dargestellt. Hiernach wird eine Bruttowertschöpfung von bundesweit über 63,6 Millionen Euro geschaffen. In der Region um Darmstadt beträgt der Bruttowertschöpfungseffekt 47,4 Millionen Euro. Der hohe (vor allem direkte) Wertschöpfungseffekt im Verhältnis zu den Gesamtausgaben ist auf den hohen Anteil an Personalaufwendungen zurückzuführen, der rund drei Viertel an den gesamten Ausgaben einnimmt. Der gesamte Beschäftigungseffekt wird bundesweit auf rund 1.100

⁸ Für das Fraunhofer Institut für Betriebsfestigkeit liegt lediglich das Jahresbudget vor, weshalb eine Aufteilung auf Personal- und Sachmittelaufwendungen entsprechend des Durchschnitts der übrigen Institute unterstellt wurde.

⁹ Ohne *Institute of Paper Science & Technology*, da für dieses keine Daten zur Finanzierungsstruktur vorliegen.

Arbeitsplätze geschätzt. In der Region entspricht dies knapp 900 Erwerbstätigen, wobei rund drei Viertel davon direkt an den Instituten beschäftigt sind. Das errechnete Steueraufkommen beträgt bundesweit rund 9,6 Millionen Euro, wobei die regionalen Steuereinnahmen (nur Landesanteil) etwa 3,5 Millionen Euro ausmachen. Die Rückflüsse an die Sozialkassen summieren sich im gesamten Bundesgebiet auf ca. 12,9 Millionen Euro, wovon 6,5 Millionen Euro aus der Region stammen.

Tabelle 4: Wirtschaftliche Impulse der regionalen, mit der TU Darmstadt vernetzten Forschungsinstitute

	Regional	Bundesweit
Bruttowertschöpfung (in Euro)		
- direkter Effekt	36.095.616	36.095.616
- indirekter Effekt	4.391.599	10.286.164
- induzierter Effekt	6.938.824	17.229.270
Summe	47.426.039	63.611.049
Beschäftigungseffekt (Personen)		
- direkter Effekt	659	659
- indirekter Effekt	89	163
- induzierter Effekt	127	305
Summe	874	1.127
Steueraufkommen (in Euro)		
	<i>Nur Landesanteil</i>	<i>Gesamtes Aufkommen</i>
- direkter Effekt	2.607.183	6.587.342
- indirekter Effekt	372.522	1.473.630
- induzierter Effekt	501.191	1.494.646
Summe	3.480.896	9.555.618
Sozialversicherungsbeiträge (in Euro)		
- direkter Effekt	4.138.068	7.399.775
- indirekter Effekt	904.705	2.071.916
- induzierter Effekt	1.422.492	3.428.830
Summe	6.465.266	12.900.521

Quelle: DIW econ.

2.5 Gesamteffekte

Werden die Nachfrageeffekte, die durch die Ausgaben der TU Darmstadt für Sachmittel, Investitionen und Personal ausgelöst werden, und die Nachfrageeffekte, die durch die Ausga-

ben ihrer Studierenden angestoßen werden, zusammengefasst, so sind deutliche regionale und bundesweite wirtschaftliche Effekte erkennbar. Diese sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Die regionalen und bundesweiten Nachfrageeffekte der mit der TU Darmstadt vernetzten Institute werden in einer weiteren Spalte separat ausgewiesen.

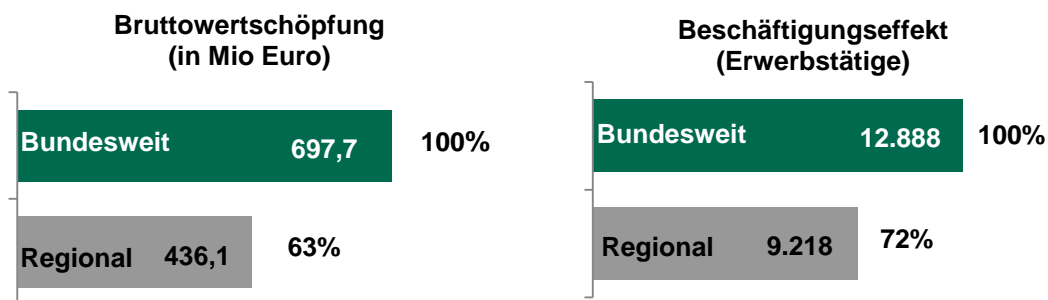
Tabelle 5: Wirtschaftliche (Nachfrage-)Effekte der TU Darmstadt und ihrer Studierenden sowie der vernetzten Institute

	Regionalwirtschaftlicher Impuls der		Bundesweiter wirtschaftlicher Impuls der	
	TU Darmstadt (inkl. Studierender)	angeschlossenen Institute	TU Darmstadt (inkl. Studierender)	angeschlossenen Institute
Bruttowertschöpfung (in Euro)	436.066.464	47.426.039	697.652.817	63.611.049
Beschäftigungseffekt (Personen)	9.218	874	12.888	1.127
Steueraufkommen (in Euro)	37.944.609	3.480.896	106.640.691	9.555.618
Sozialversicherungsbeiträge (in Euro)	92.448.828	9.726.973	176.449.880	12.900.521

Quelle: DIW econ.

Der Gesamteffekt der TU Darmstadt und ihrer Studierenden auf die Bruttowertschöpfung beträgt 697,7 Millionen Euro, wovon 436,1 Millionen Euro auf Darmstadt und Umgebung entfallen (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2: Bundesweit und regional wirksame ökonomische Effekte der TU Darmstadt und ihrer Studierenden

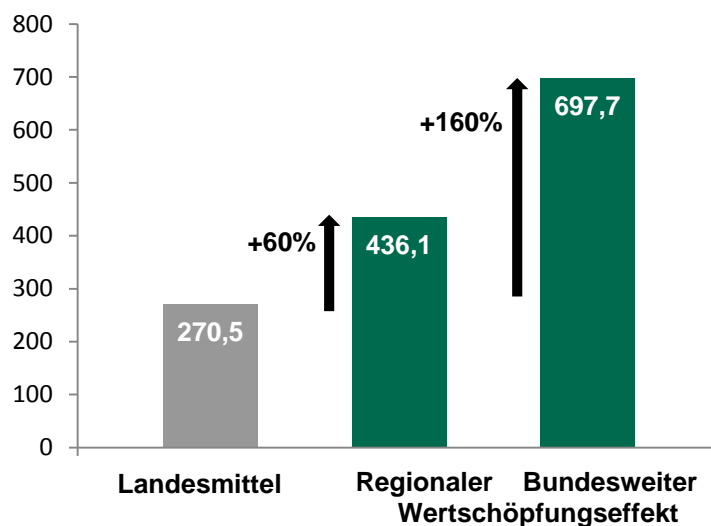


Quelle: DIW econ.

Die Ausgaben der TU Darmstadt stellen damit einen relevanten Wirtschaftsfaktor für die Region dar. Der regionale Wertschöpfungseffekt übersteigt die Landesmittel, die die TU Darmstadt erhält, um mehr als 60 Prozent (siehe Abbildung 3). Die bundesweite Bruttowertschöpfung ist um 160 Prozent größer als die zugewiesenen Landesmittel. Diese hohen Werte können vor allem durch drei Faktoren erklärt werden:

- Die TU Darmstadt wirbt in großem Umfang Drittmittel ein, die zusätzlich zu den Landesmitteln in Personalausgaben, Betriebskosten und Investitionen fließen und damit in der Region positive wirtschaftliche Effekte auslösen.
- Die TU Darmstadt wirkt als Standortfaktor; damit sind ihr unter anderem auch die Ausgaben der Studierenden in der Region zuzurechnen, die ebenfalls positive Wertschöpfungseffekte anstoßen.
- Die TU Darmstadt und ihre Studierenden lösen durch Ausgaben außerhalb der Region zusätzlich überregionale Wertschöpfungseffekte aus.

Abbildung 3: Relation Landesmittel und Wertschöpfungseffekt der TU Darmstadt (in Mio. Euro)



Quelle: DIW econ.

Der bundesweite Beschäftigungseffekt der TU Darmstadt summiert sich auf über 12.800 Erwerbstätige. Davon liegen 9.200 Arbeitsplätze in der Region, womit die TU Darmstadt einen nicht zu vernachlässigenden Faktor für den regionalen Arbeitsmarkt darstellt (siehe Abbildung 2). Hinzu kommen noch von der TU Darmstadt ausgelöste Effekte auf das Aufkommen an Steuern und Sozialversicherungsbeiträgen. Diese belaufen sich auf Steuereinnahmen in Höhe von rund 106,6 Millionen Euro bundesweit (37,9 Millionen Euro regional) und Sozialversicherungsbeiträge von etwa 176,4 Millionen Euro (regional 89,0 Millionen Euro).

Die ökonomischen Effekte der betrachteten Institute, die mit der TU Darmstadt vernetzt sind, sind ebenfalls in Tabelle 5 dargestellt. Hierbei wird ein bundesweiter Effekt der Bruttowertschöpfung von 63,6 Millionen Euro berechnet, von dem rund 47 Millionen Euro in Darmstadt und Umgebung wirksam werden. Diese stehen in der Region hinter knapp 900 Arbeitsplät-

zen und deutschlandweit über 1.100 Arbeitsplätzen. Zusätzlich sorgen sie für einen bundesweiten Steuerertrag von 9,6 Millionen Euro (regional 3,5 Millionen Euro) und ein Aufkommen an Sozialbeiträgen von etwa 12,9 Millionen Euro (regional 9,7 Millionen Euro). Hierbei ist zu beachten, dass aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit nur eine Auswahl von acht Instituten berücksichtigt werden konnte und die tatsächlichen Effekte deutlich größer sein dürften.

3. Wachstumseffekte der Lehr- und Forschungsaktivitäten

Der Hauptzweck der TU Darmstadt liegt in der Forschung und Lehre, welche bedeutsame, aber eher langfristig wirksame Effekte haben. Diese Effekte sind schwerer zu identifizieren als die kurzfristigen Nachfrageeffekte (vgl. Abschnitt 1) und nur näherungsweise zu quantifizieren. Daher wird im folgenden Abschnitt zunächst allgemein auf die Bedeutung von Universitäten für die regionale Innovations- und Wirtschaftsleistung und auf die zentrale Bedeutung des Wissenstransfers eingegangen. Anschließend wird qualitativ dargestellt, wie der Wissenstransfer von der TU Darmstadt in die Region organisiert ist. Diese Analyse wird anschließend durch eine ausführliche Untersuchung der Patentportfolios der TU Darmstadt und den darin erkennbaren Forschungsk Kooperationen mit regionalen und überregionalen Partnern quantitativ ergänzt. Abschließend werden die ökonomischen Wachstumseffekte der TU Darmstadt für die Region und für das Bundesgebiet abgeschätzt.

3.1 Die Rolle von Universitäten für die Innovations- und Wirtschaftsleistung einer Region

Aus ökonomischer Perspektive ist es Konsens, dass langfristiges und nachhaltiges Wirtschaftswachstum vor allem durch technologischen Fortschritt erreicht wird. Innovationen sind dabei als Träger des technologischen Fortschritts der wesentliche Motor wirtschaftlicher Entwicklung. Der Begriff der Innovationen geht dabei über den einer reinen Erfindung (bspw. im Labor einer Universität) hinaus. Innovationen sind neue Produkte oder Verfahren, die sich am Markt durchsetzen und damit eine ökonomische Wirkung erzielen. Innovationen in Bereichen wie erneuerbare Energien, Mobilität, Kommunikation oder im Gesundheitsbereich zielen zudem auf die Lösung vieler ökologischer und sozialer Probleme ab.

Die wirtschaftswissenschaftliche Forschung betont dabei die wichtige Rolle, die *Innovations-systeme* spielen. Ein Innovationssystem wird dabei definiert als die Gesamtheit an Organisationen und Institutionen sowie deren Verknüpfungen für die Erschaffung, Verbreitung und Anwendung wissenschaftlichen oder technologischen Wissens. Das Kennzeichen von Innovationsprozessen ist das hohe Maß an Arbeitsteilung, insbesondere durch die Zusammenarbeit zwischen privaten Unternehmen, Hochschulen und öffentlichen Forschungs- und Ausbildungseinrichtungen. Im Rahmen arbeitsteiliger Innovationsprozesse bestehen die Aufgaben der Hochschulen in der Grundlagenforschung als Voraussetzung für angewandte Forschung, der Akkumulation und Generierung von Wissen, um es regional verfügbar zu machen, sowie der Überführung von Wissen in den Privatsektor (bspw. Fritsch et al. 2008). Universitäten bilden damit das Zentrum regionaler Innovationssysteme.

3.2 Wissenstransfer

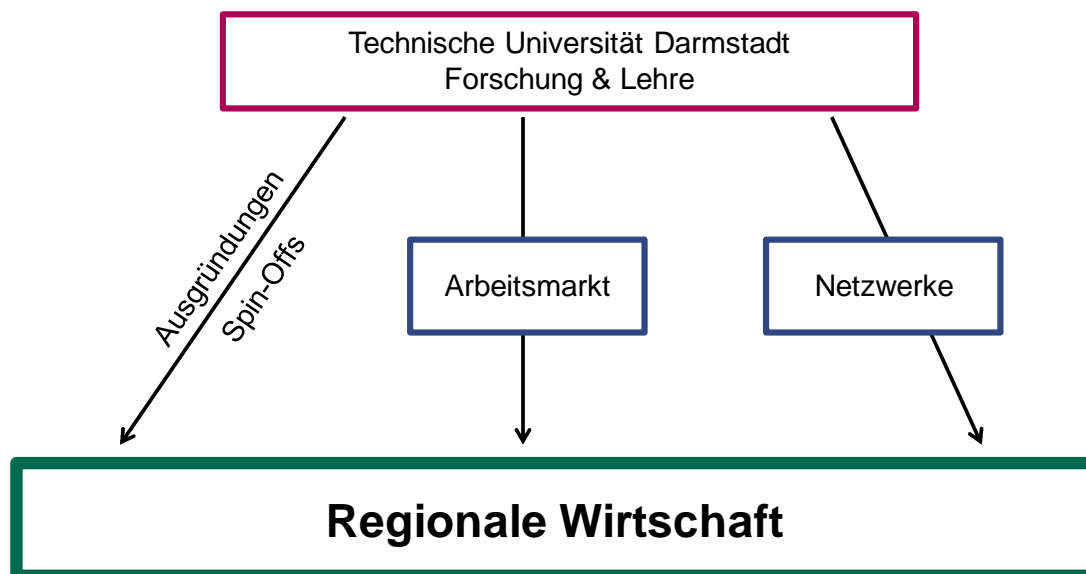
3.2.1 Formen des Wissenstransfers

Mit der Erkenntnis, dass Universitäten innovative Impulsgeber für die regionalökonomische Entwicklung sind, haben Aspekte wie Kooperationen mit Forschungsnetzwerken, der Ausbau von öffentlich-privaten Partnerschaften oder die Patentierung von Innovationen über die Zeit an Bedeutung zugenommen (Thanki 1999; Glasson 2003). Die Aufgabe moderner Universitäten besteht damit nicht nur in der Forschung und Lehre, sondern ebenso in der Verbreitung und Übertragung des wissenschaftlichen Fortschritts in technisch und kommerziell verwertbare Innovationen. Universitäten wird dabei die Funktion eines Knotenpunktes in einem regionalen Innovationsnetzwerk zugesprochen (Fritsch et al. 2008). In der Literatur werden drei Formen des Wissenstransfers unterschieden (vgl. Ponds 2010): Ausgründungen (Spin-Offs), Arbeitskräftemobilität und der Aufbau von Netzwerken.

- Ausgründungen oder sogenannte Spin-offs nehmen eine zentrale Rolle in der Kommerzialisierung wissenschaftlicher Erkenntnisse ein. Diese umfassen die unternehmerische Betätigung ehemaliger Studierender, Absolventinnen und Absolventen oder Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter einer Universität und stellen eine der effektivsten Formen des Wissenstransfers in die Wirtschaft dar. Ausgründungen weisen zumeist einen starken persönlichen Bezug zur Universität auf, so dass von einer starken Transferorientierung ausgegangen werden kann (Knappe 2006). Folglich tendieren sie dazu, sich in unmittelbarer Nähe der Universität anzusiedeln und ein regionales

Netzwerk rund um Universitäten und Forschungseinrichtungen zu etablieren. Ausgründungen wird somit eine besondere Bedeutung für die regionale Entwicklung zugeschrieben.

Abbildung 4: Formen des Wissenstransfers der Technischen Universität Darmstadt auf die regionale Wirtschaft



Quelle: DIW econ.

- Den zweiten wichtigen Mechanismus des Wissenstransfers bildet die Arbeitskräfte-mobilität: Arbeitskräfte, die in ihrer beruflichen Laufbahn mehrfach den Arbeitsplatz wechseln, transferieren ihr Wissen auf mehrere Organisationen (Almeida und Kogut, 1999; Breschi und Lissoni 2003, 2006). Da Arbeitskräftemobilität zumeist ein regionales Phänomen darstellt, sind Wissenstransfers durch Arbeitskräfte ebenfalls oft regional konzentriert. Der TU Darmstadt kommt dabei als Ausbildungsstätte für hochqualifizierte Arbeitskräfte in der Region eine wichtige Rolle zu.
- Drittens ist der informelle Wissensaustausch im regionalen Umfeld einer Universität ein bedeutender Treiber des Transfers (Breschi und Lissoni, 2003, 2006; Singh, 2005). Dieser Austausch findet vorwiegend in sozialen Netzwerken statt, die zu einem wesentlichen Teil ebenfalls regional verankert sind. Zusätzlich zu diesen informellen Netzwerken sind formelle Netzwerke zur Forschungsk Kooperation ein entscheidender Faktor im Transfer von akademischem Wissen in die Wirtschaft. Dieser Mechanismus ist besonders in wissensintensiven Branchen der zentrale Treiber für Innovationen (Powell et al. 1996; Stuart 2000). Der räumlichen Nähe zu einer Universität kommt dabei eine entscheidende Bedeutung zu.

3.2.2 Aktivitäten der TU Darmstadt im Bereich des Wissenstransfers

Die genaue Ausgestaltung und Förderung des Wissenstransfers von der TU Darmstadt zur regionalen Wirtschaft soll im Folgenden näher beleuchtet werden:

Ausgründungen

Ausgründungen stellen eine der wichtigsten Formen des Wissenstransfers dar. Vor diesem Hintergrund ist es ein erklärtes Ziel der TU Darmstadt, ein positives Gründungsklima zu etablieren und die Zahl wissensbasierter Ausgründungen zu erhöhen. Dazu bietet die TU Darmstadt gründungsinteressierten Wissenschaftlern, Studierenden und Absolventen Unterstützung im Ausgründungsprozess an, die hauptsächlich in der im Jahr 2006 gegründeten zentralen Gründerberatungsstelle *UniTechSpin* gebündelt ist. Diese bietet neben individuellen Beratungsangeboten auch Informationsveranstaltungen und Workshops an und organisiert z.B. den TU-Ideenwettbewerb, Gründerdatings und Unternehmengespräche. Um den Wissens- und Technologietransfer darüber hinaus zu fördern, hat die TU Darmstadt die Möglichkeit, sich an universitären Gründungen zu beteiligen oder Kooperationen mit jungen Unternehmen einzugehen. Beispiele für Ausgründungen in der Region Darmstadt sind u.a. die folgenden:

- BioRob (Gründung 2010)
- e-hoch-drei (Gründung 2009)
- ee concept GmbH (Gründung 2006)
- N-Zyme BioTec GmbH (Gründung 1999)

Für das Jahr 2010 weist die TU Darmstadt 48 laufende sowie 6 umgesetzte Gründungen aus. Zudem führte sie seit dem Jahr 2007 insgesamt 161 Erstberatungen für Gründungsprojekte durch (TU Darmstadt 2010).

Patente und Lizenzen

Patente als Ergebnis von Forschungsleistungen bilden oftmals die Grundlage für die wirtschaftliche Verwertung von Erkenntnissen und Technologien und sorgen damit für erfolgreiche Ausgründungen. Die TU Darmstadt verfolgt den Schutz und die Verwertung des hochschulgenerierten Wissens durch eine Patentierungs- und Verwertungsstrategie, die den Wissens- und Technologietransfer in die Wirtschaft gezielt fördert. Die Bereitstellung von Patenten für Gründer ermöglicht der TU Darmstadt eine Förderung von Unternehmensgründungen und erhöht ihre Attraktivität als Kooperationspartner in Forschung und Lehre für die Wirtschaft. Erfindungen und Patente sind darüber hinaus für die TU Darmstadt auch aus wirt-

schaftlicher Sicht von Bedeutung, da über Lizenzvereinbarungen zur Nutzung der Patente zusätzliche finanzielle Einnahmen generiert werden können. Für das Jahr 2010 weist die Patentbilanz der TU Darmstadt insgesamt 72 Erfindungsmeldungen, 81 Patentanmeldungen, 26 erteilte Patente und 7 Gebrauchsmuster aus (TU Darmstadt 2010). In Abschnitt 3.3 werden das Patentportfolio der TU Darmstadt und insbesondere die gemeinsamen Patentanmeldungen der TU Darmstadt mit anderen Forschungsinstitutionen und Unternehmen im Detail untersucht.

Unternehmensbeteiligungen der TU Darmstadt

Neben dem Weg über Ausgründungen können Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung auch durch Unternehmensbeteiligungen in die wirtschaftliche Nutzung überführt werden. Zu diesem Zweck hält die TU Darmstadt direkte gesellschaftsrechtliche Beteiligungen an Unternehmen. Zu diesen Beteiligungen gehören unter anderem:

- TUD-Technologies GmbH (100% TUD-Anteil)
- Innovationsgesellschaft Darmstadt mbH (50% TUD-Anteil)
- Internationales Begegnungs- und Forschungszentrum für Informatik (IBFI) Schloß Dagstuhl gGmbH (7,69% TUD Anteil)
- Institution for Paper Science and Technology GmbH (35% TUD-Anteil)
- Wissenschafts- und Kongresszentrum Darmstadt Verwaltung-GmbH (10% TUD-Anteil)
- Hochschulmarketing (HSM) GmbH (16% TUD-Anteil)
- MANDA GmbH (50% TUD-Anteil)
- ECAD – European center for Aviation Development – ECAD GmbH (14,29% TUD-Anteil)
- Cesah GmbH – Centrum für Satellitennavigation Hessen (10% TUD-Anteil)

Strategische Kooperationen mit Unternehmen

Strategische Kooperationen mit Unternehmen im Bereich der Forschung, Lehre und Weiterbildung gewinnen einen immer höheren Stellenwert. Gerade für eine Technische Universität sind forschungsorientierte Kontakte zu Industrieunternehmen wesentliche Erfolgsfaktoren. Die TU Darmstadt fördert diesen Austausch mit der Wirtschaft intensiv im Rahmen von verschiedenen Kooperationsformen, wie strategische Allianzen, Cooperative Labs und Stiftungsprofessuren.

Strategische Allianzen

Im Rahmen strategischer Allianzen strebt die TU Darmstadt längerfristige wissenschaftliche Kooperationen mit Institutionen aus Wirtschaft und Gesellschaft an. Sie dienen dem systematischen Wissens- und Technologietransfer zwischen Universität und Unternehmen und tragen somit zur Wettbewerbsfähigkeit der Region bei. Dabei basieren die Kooperationen auf einer Win-Win-Situation für die Partner: Unternehmen können im Bereich Forschung und Entwicklung auf das Know-how einer forschungsintensiven Universität zurückgreifen und gleichzeitig qualifizierte Fachkräfte an das Unternehmen binden. Die TU Darmstadt profitiert von der Möglichkeit, das wissenschaftliche Expertenwissen mit sonst nur schwer zugänglichem Praxiswissen zu verknüpfen. Die TU Darmstadt unterhält derzeit drei strategische Allianzen mit den folgenden Partnerunternehmen:

- Deutsche Bahn (Partnerschaft seit 2009 im Bereich der Mobilität)
- Carl Schenck AG (Partnerschaft seit 2003 im Bereich mechatronischer Fragestellungen, vgl. auch Abschnitt 3.3)
- ISRA Vision System AG (Partnerschaft seit 2004 im Bereich der industriellen Bildverarbeitung)

Im Jahr 2010 wurden der TU Darmstadt von der Industrie 29 Millionen Euro für Kooperationsprojekte in der Forschung zur Verfügung gestellt.

Cooperative Labs

Gemeinsam mit Unternehmen unterhält die TU Darmstadt Forschungslabore auf dem Campus der Universität. In diesen Cooperative Labs forschen die Partner gemeinsam interdisziplinär zu breit angelegten Themengebieten, die für beide Seiten von Interesse sind. Derzeit existieren Cooperative Labs mit zwei Unternehmen:

- Merck-Lab: Erforschung neuartiger anorganischer Verbundmaterialien für elektronische Anwendungen
- CEC Darmstadt: Anwendungsorientiertes Forschungszentrum in Kooperation mit SAP Research mit dem Schwerpunkt „Arbeitsumgebungen der Zukunft“

Stiftungsprofessuren

Das Interesse der Wirtschaft an Kooperationen mit der TU Darmstadt zeigt sich darüber hinaus auch in der Finanzierung von Stiftungsprofessuren. Diese Art der Kooperation ist für beide Seiten von großem Nutzen: Der TU Darmstadt ermöglicht es, praxisgerechte Lehre und Forschung anzubieten und der Stifter profitiert vom wirtschaftlichen und kommunikativen

Nutzen der Stiftung. Die TU Darmstadt verfügt im Jahr 2010 über acht Stiftungsprofessuren mit namhaften Unternehmen und Stiftungen (TU Darmstadt 2010), darunter:

- NATURpur Institut für Klima- und Umweltschutz
- Deutsche Bahn Regio
- Stifterkreis Audi, Automotive Lighting, BMW, Daimler, Hella, Koito Manufacturing, Odelo, Opel, Osram, Philips, Valeo Eclairage Signalisation, Zizala Lichtsysteme
- Horst Görtz Stiftung
- VolkswagenStiftung
- Hessen Metall
- Wella AG
- Deutsche Stiftung Friedensforschung/ Berghof-Stiftung für Konfliktforschung

Beteiligung an Netzwerken

Im Sinne des zuvor beschriebenen Wissenstransfers durch formelle Netzwerke unterhält die TU Darmstadt eine Vielzahl von Beteiligungen an Netzwerken vorwiegend in der Region Rhein-Main-Neckar. Die Netzwerke ermöglichen den intensiven Austausch mit Unternehmen und anderen wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen der Region. Zu den Beteiligungen zählen u.a.:

- Automotive Cluster RheinMainNeckar
- Materials Valley e.V.
- Netzwerk Automatisierung RheinMainNeckar
- Mikrosystemtechnik-Netzwerk Rhein-Main e.V.
- It4work – virtuelle Arbeitswelten
- Optence e.V.
- Engineering Region Darmstadt Rhein Main Neckar

Forschungskooperationen mit An-Instituten

An-Institute ermöglichen einen beschleunigten Wissens- und Technologietransfer aus der Forschung in die Wirtschaft durch marktnahe Forschung, die Technologienentwicklung und Innovationen fördert. Somit werden An-Institute einerseits den Innovationsbedürfnissen der Unternehmen gerecht und bilden andererseits eine Brücke zwischen Grundlagenforschung an der Universität und der angewandten Forschung. Derzeit befinden sich im Umfeld der TU Darmstadt 8 Forschungseinrichtungen mit dem Status eines An-Instituts. Diese sind:

- Competence Center for Applied Security Technology (CAST e.V.)

- Ernst Schröder Zentrum für Begriffliche Wissensverarbeitung e.V. (ESZ)
- Hessisches Telemedia Technologie Kompetenz-Center (httc e.V.)
- Institution for Paper Science and Technology (IfP-gGmbH)
- MOLCAD GmbH (Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft auf dem Gebiet Molecular Graphics, Molecular Modeling und Molecular Simulations)
- Zentrum für integrierte Verkehrssicherheit GmbH (ZIV)
- Zentrum für Graphische Datenverarbeitung e.V. (ZGDV)
- Materialforschungsverbund Rhein-Main (MatFoRM)

Effekte der TU Darmstadt auf das regionale Humankapital

Die TU Darmstadt bildet hochqualifizierte Absolventinnen und Absolventen aus, vor allem in technischen und naturwissenschaftlichen Fachrichtungen, die mit ihrem Wissen und ihren Kenntnissen maßgeblich zur regionalen Innovationsleistung beitragen. Das durch die TU Darmstadt bereitgestellte Humankapital bildet somit eine wichtige Determinante der regionalen Wirtschaftsleistung. Dieses erzeugt vor allem dann einen positiven Nutzen für die Region, wenn die Absolventinnen und Absolventen in der Region bleiben oder beispielsweise nach einem Auslandsaufenthalt wieder zurückkehren. Im deutschen Durchschnitt sind zehn Jahre nach dem Studienabschluss 57 Prozent der Absolventen deutscher Universitäten in jenem Bundesland erwerbstätig, in dem sie auch ihren Hochschulabschluss erworben haben (Fabian und Briedis 2009). In den technischen und naturwissenschaftlichen Fachrichtungen ist dieser Anteil im Schnitt etwas geringer, kann aber bezogen auf die fachliche Ausrichtung der TU Darmstadt mit etwa 52 Prozent angegeben werden. Damit kann davon ausgegangen werden, dass die Absolventen der TU Darmstadt ihr erworbenes Humankapital zu einem signifikanten Teil in der Region Darmstadt einbringen und somit den Wissenstransfer in die Wirtschaft fördern.

3.3 Wissenstransfer durch gemeinsame Forschung und Patentanmeldungen

In Abschnitt 3.1 wurde die große Bedeutung von Universitäten für das regionale Innovationssystem ausgeführt. Universitäten treten dabei als Akteure mit einer großen Anzahl an Patentanmeldungen und Kooperationsbeziehungen zu anderen Akteuren auf (Fritsch et al., 2008). In diesem Abschnitt wird die Rolle der TU Darmstadt im regionalen Innovationssystem anhand ihrer Patentverflechtungen näher untersucht. Dabei werden die Patentverflechtungen

der TU Darmstadt in der Region Darmstadt zum einen quantitativ beschrieben und zum anderen graphisch aufbereitet. Im Rahmen der quantitativen Aufbereitung werden unter anderem die folgenden Ergebnisse bereitgestellt:

- die wichtigsten kooperierenden wissenschaftlichen Einrichtungen auf nationaler und internationaler Ebene,
- die wichtigsten Kooperationspartner in der Wirtschaft auf nationaler und internationaler Ebene,
- die jeweils bedeutendsten aus diesen Kooperationen hervorgehenden Patente.

3.3.1 Messung des Forschungsoutputs mittels Patentdaten

Bei Patenten handelt es sich um geistige Eigentumsrechte, die dem Anmelder ein zeitlich befristetes Monopol bei der Verwendung einer Technologie einräumen. Hierdurch kann der Anmelder die Aufwendungen aus dem Forschungs- und Entwicklungsprozess absichern, muss im Gegenzug jedoch die Technologie beschreiben und offen legen (Adams 2006). Weltweit existieren ca. 70 Millionen Patentanmeldungen in den verschiedensten technologischen Bereichen (EPA, OECD 2011).

Hohe formelle Anforderungen und der Einfluss von unabhängigen Patentprüfern auf den Erfolg einer Patentanmeldung bedeuten eine hohe Verlässlichkeit der Patentdaten im technologischen Bereich. Gleichzeitig verfügen sie über einen hohen Informationsgehalt: Es werden die an der Patentierung beteiligten Personen und Organisationen ausgewiesen, Auskunft über Patentanmelder und Erfinder erteilt und andere Patente zitiert, von deren Basis die technologische Weiterentwicklung ausgeht. Gleichzeitig ist die Erlangung eines Patentschutzes langwierig, kostenintensiv (je nach geographischem Schutzbereich) und mit Risiken besetzt, da die Erteilung eines Patents nicht garantiert ist.

Auf der anderen Seite ergeben sich aus Patentdaten nur Informationen über solche Technologien, die patentrechtlich geschützt werden können. So können z.B. Erfindungen im Dienstleistungsbereich grundsätzlich nicht geschützt werden. Auch Software-Erfindungen oder Algorithmen unterliegen eher dem Urheberrecht, nicht dem Patentrecht. Zusätzlich muss der Anmelder seine Erfindung auch aktiv schützen wollen. Beispielsweise kann ein Anmelder sich bewusst gegen eine Patentanmeldung entscheiden, da er z.B. das Wissen um die Erfindung geheim halten und nicht im Rahmen des Patentierungsprozesses offenlegen möchte. Diese Gründe führen dazu, dass Statistiken, die auf Patentinformationen beruhen, entspre-

chend interpretiert werden müssen. Auf der einen Seite bieten Patentinformationen bei richtiger Interpretation einen klaren Mehrwert im Bereich technologischer Erfindungen und Innovationen. Auf der anderen Seite können Patente die Innovationskraft einer Organisation oft nicht in aller Vollständigkeit erfassen.¹⁰

Beziehen sich mehrere Patentanmeldungen auf ein und dieselbe Erfindung, wird von einer Patentfamilie gesprochen. Alle Mitglieder einer Patentfamilie sind zueinander verwandt und lassen sich auf dieselbe Prioritätsanmeldung zurückführen. Hierbei handelt es sich um die Anmeldung des ersten Patents der Familie, die bei einem nationalen oder internationalen Patentamt (Europäisches Patentamt (EPA) bzw. Weltorganisation für geistiges Eigentum (WIPO)) eingereicht wurde (Putnam 1996). Da Patentanmeldungen innerhalb einer Patentfamilie oftmals lediglich nationale Reproduktionen ein und derselben Erfindung darstellen, würde eine Analyse der Erfindungen basierend auf Patentanmeldungen die Anzahl der Erfindungen, die patentiert wurden, überschätzen. Die folgenden Analysen beziehen sich dementsprechend auf Patentfamilien und nicht auf einzelne Patentanmeldungen als geeignete Betrachtungseinheit.

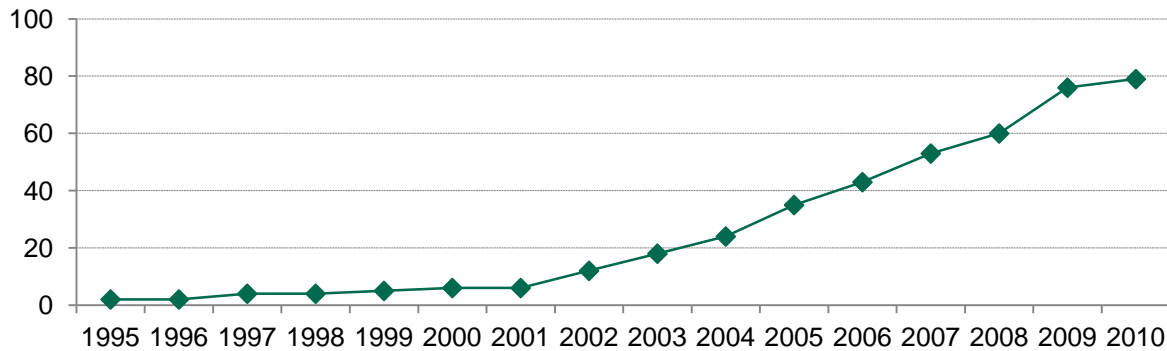
3.3.2 Das Patentportfolio der TU Darmstadt

Die TU Darmstadt verfügt über 79 Patentfamilien, von denen die ersten beiden Anmeldungen bereits in den Jahren 1964 bzw. 1965 erfolgten. Zu betonen ist hier, dass hinter dieser Menge an Patentfamilien deutlich mehr Patentanmeldungen stecken, da eine Patentfamilie mehrere Patente beinhaltet und eine Erfindung oft in mehreren Ländern geschützt werden soll. Daher umfassen die 79 Patentfamilien der TU Darmstadt insgesamt 162 Patentanmeldungen. Eine regelmäßige Patentierungsaktivität lässt sich ab 1997 mit durchschnittlich 5,9 Patentfamilienanmeldungen pro Jahr nachweisen. In die verwendete Datengrundlage können jedoch nur Patente einbezogen werden, deren Offenlegung erfolgt ist und die in die Datenbank des Europäischen Patentamt (EPA) übernommen wurden. Eine Offenlegung findet 18 Monate nach Patentanmeldung statt, so dass Anmeldungen in den zurückliegenden Jahren 2010 und 2011 nicht oder nur teilweise sichtbar sind. Hierdurch lässt sich auch die in Abbildung 5 erkennbare (scheinbare) Abschwächung der Patentierungsaktivität erklären. Da die Erteilung eines Patents weitaus später stattfindet (zwischen 2-5 Jahre nach Patentanmeldung) wurden für diese Statistik Patentfamilien auf Basis von Patentanmeldungen be-

¹⁰ Als Technische Universität lässt sich die Innovationskraft der TU Darmstadt über Patentinformationen jedoch relativ zu anderen Universitäten, die beispielweise einen geisteswissenschaftlichen Schwerpunkt haben, gut abbilden.

trachtet. Die Analyse erteilter Patente würde damit einer großen Verzögerung unterliegen, so dass typischerweise für die Abbildung von Innovationsaktivitäten auf Patentanmeldungen zurückgegriffen wird. Dies betrifft auch alle folgenden Analysen und Statistiken.

Abbildung 5: Patentfamilienanmeldungen (kumuliert)



Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von EPA/OECD (2011).

Tabelle 6 zeigt, dass die Patentanmeldungen der TU Darmstadt in den meisten Fällen als nationale deutsche Anmeldungen erfolgen (79 Anmeldungen). Vielfach sind die Patente der TU Darmstadt nicht auf den Heimatmarkt beschränkt, sondern spielen auch als internationale Patentanmeldungen eine bedeutende Rolle. Ein großer Teil wird am WIPO¹¹ (37 Anmeldungen innerhalb von 79 Patentfamilien) oder am EPA¹² (24 Anmeldungen) eingereicht, im geringeren Maße wird zudem ein Schutz in Ländern wie den USA, Japan und Österreich angestrebt.

¹¹ Dabei handelt es sich um sogenannte PCT-Anmeldungen. Dies sind Patentanmeldungen, aus denen weltweiter Schutz entstehen kann.

¹² Derartige Patentanmeldungen zielen auf einen europäischen Schutzbereich. Zu betonen ist hier, dass dies nicht deckungsgleich mit dem geographischen Territorium der Europäischen Union ist. Stattdessen können sich europäische Patente auch auf die Schweiz und die Türkei erstrecken.

Tabelle 6: Patentanmeldungen der TU Darmstadt bei verschiedenen Anmeldestellen

Anmeldestelle	Gesamt
Deutschland	75
Weltorganisation für geistiges Eigentum (WIPO)	37
Europäisches Patentamt (EPA)	24
USA	7
Japan	5
Österreich	4
Canada	3
Australien	2
Spanien	2
China	1
Dänemark	1
Südkorea	1
Summe	162

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von EPA/OECD (2011).

3.3.3 Gemeinsame Patentanmeldungen der TU Darmstadt mit externen Forschungspartnern

Die direkte Zusammenarbeit von Hochschulen und privaten Unternehmen, beispielsweise im Rahmen von Drittmittelprojekten, stellt einen wichtigen Weg zum Transfer von innovationsrelevantem Wissen dar. In Abschnitt 3.2.2 wurde dargestellt, dass die TU Darmstadt über eine Vielzahl an Ausgründungen, strategischen Kooperationen mit Unternehmen, Beteiligungen an Netzwerken und Forschungsk Kooperationen mit An-Instituten verfügt. Dies zeigt sich auch im Bereich der Patentanmeldungen. Eine Vernetzung der TU Darmstadt mit anderen öffentlichen Forschungseinrichtungen oder privaten Unternehmen liegt vor, wenn ein Patent neben der TU Darmstadt von anderen Personen bzw. Einrichtungen gemeinsam angemeldet wurde. Bei gut 40 Prozent der Patentfamilien, die sich der TU Darmstadt zuordnen lassen, ist ausschließlich die TU Darmstadt als Anmelder des Patents verzeichnet, so dass in diesen Fällen angenommen werden kann, dass keine signifikante Kooperation mit Personen oder Organisationen stattfand. In knapp 60 Prozent aller Patentfamilien ist mindestens ein zweiter Anmelder verzeichnet. In einem Fall sind neben der TU Darmstadt sogar neun weitere Anmelder innerhalb der Patentfamilie zu erkennen.

Tabelle 7: Zahl der Patentfamilien der TU Darmstadt nach der Anzahl der Ko-Anmelder

Zahl an Anmeldern in der Patentfamilie	Zahl an Patentfamilien	In Prozent
1	32	40,5%
2	11	13,9%
3	13	16,5%
4	9	11,4%
5	7	8,9%
6	1	1,3%
7	5	6,3%
10	1	1,3%
Summe	79	100,0%

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von EPA/OECD (2011).

Hierin ist einbezogen, dass vielfach auch der/die Erfinder/-in bzw. ProfessorInnen, in deren Fachbereichen die Patente entstanden sind, als Ko-Anmelder genannt werden. Bei 16 Patentfamilien, das heißt bei etwa 20 Prozent der Patentfamilien der TU Darmstadt, fanden umfangreiche Kooperationen mit externen Forschungseinrichtungen oder privatwirtschaftlichen Unternehmen statt. Beide Gruppen von Kooperationspartnern spielen dabei in etwa eine gleich wichtige Rolle.

Tabelle 8 gibt einen Überblick über die Patentkooperationen der TU Darmstadt mit ihren Partnern. Basierend auf einer Forschungsk Kooperation zwischen der TU Darmstadt und einem Unternehmen oder einer Forschungseinrichtung können einzelne gemeinsame Patentanmeldungen entstehen. Es kann davon ausgegangen werden, dass einer solchen gemeinschaftlich angemeldeten Patentfamilie ein gemeinsames Forschungsprojekt zugrunde liegt, bei dem sich beide Seiten mit entsprechenden Ressourcen beteiligen. Am bedeutendsten sind im Bereich der Forschungseinrichtungen Kooperationen mit der Fraunhofer-Gesellschaft (vier gemeinsame Patentfamilien) und im Bereich der Unternehmen Kooperationen mit Merck (zwei gemeinsame Patentfamilien).

Tabelle 8: Mit der TU Darmstadt kooperierende Patentanmelder

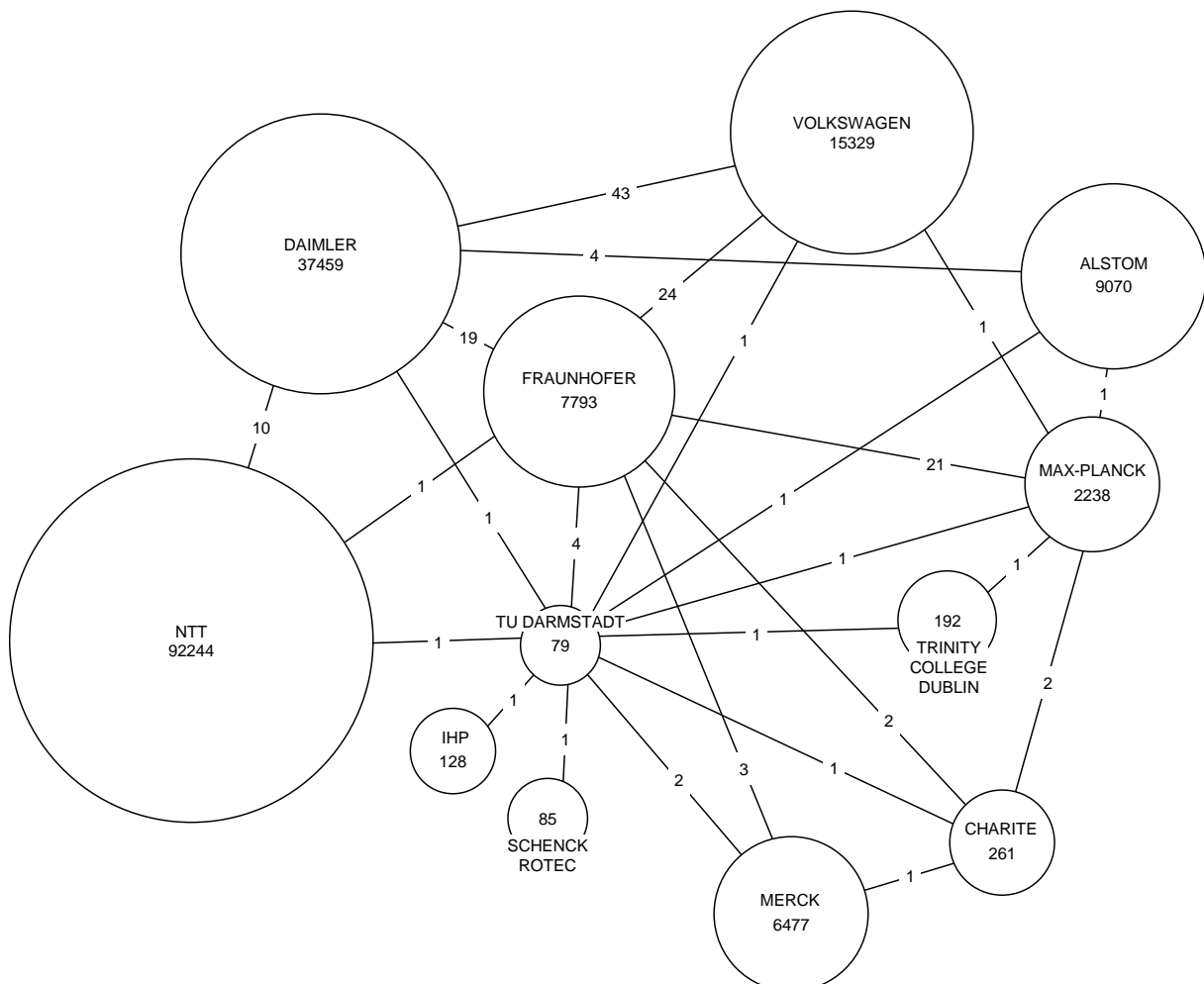
Forschungseinrichtungen		Unternehmen	
Name des Anmelders	Anzahl an Patentfamilien mit TU Darmstadt	Name des Anmelders	Anzahl an Patentfamilien mit TU Darmstadt
Fraunhofer Gesellschaft	4	Merck	2
Charité Universitätsmedizin	1	Alstom	1
Max Planck Gesellschaft	1	Daimler	1
Trinity College Dublin	1	IHP	1
TU München	1	Nippon Telegraph & Telephone (NTT)	1
		Schenck Rotec	1
		Volkswagen	1
Summe	8	Summe	8

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von EPA/OECD (2011).

Bettet man diese Kooperationen in ein Netzwerk ein und betrachtet zudem auch die Größe der Patentportfolios der Kooperationspartner, so wird deutlich, dass die TU Darmstadt mit Organisationen sehr unterschiedlicher Größen kooperiert. Dies gilt sowohl für den Wissenschaftsbereich als auch für die kooperierenden Unternehmen. Naturgemäß haben Unternehmen wie Daimler, Volkswagen, Alstom oder NTT sehr große Patentportfolios, um ihre Technologien zu schützen. Sie entwickeln jedoch einzelne Technologien und Patente in Kooperation mit Universitäten oder Forschungseinrichtungen. Interessant ist hier, dass – wenn gleich Konkurrenten – z.B. Daimler und Volkswagen ebenfalls auf technologischer Ebene kooperieren. Die TU Darmstadt kooperiert ebenfalls mit Forschungsorganisationen wie beispielsweise der Fraunhofer-Gesellschaft oder der Max-Planck-Gesellschaft, der Charité Universitätsmedizin in Berlin oder dem Trinity College in Dublin. Beachtenswert ist hier, dass gerade die Fraunhofer-Gesellschaft und die Max-Planck-Gesellschaft zu den bedeutendsten „Technologieentwicklern“ in Deutschland gehören, die vielfach auf wirtschaftlicher und wissenschaftlicher Ebene kooperieren. Aufgrund ihrer Überregionalität und aufgrund des Anwendungsbezugs ist es daher nicht erstaunlich, dass z.B. die Fraunhofer-Gesellschaft ein sehr großes Patentportfolio aufweist. Das Patentportfolio der TU Darmstadt wirkt demgegenüber signifikant kleiner.

Es gibt nur wenige Analysen, welche die Patentierungsaktivität von deutschen Universitäten im Detail beleuchten. Von Ledebur (2009) ermittelt, dass nur einzelne Universitäten im Besitz von 100 Patentanmeldungen oder mehr sind, wobei hinter dieser Anzahl von Patentanmeldungen naturgemäß weniger Patentfamilien stehen. Geuna und Rossi (2011) zeigen, dass alle deutschen Universitäten in den Jahren 2004 bis 2006 zusammengerechnet für ca. 250 Erfindungen Patentanmeldungen beim EPA eingereicht haben. In diesen Jahren hat sich laut Frietsch et al. (2010) die Anzahl der Patentanmeldungen aller deutschen Universitäten am DPMA zusammengerechnet auf 500 bis 800 pro Jahr eingependelt. Im Lichte dieser Studien ist die Patentierungsaktivität der TU Darmstadt beachtenswert. Im Vergleich mit anderen deutschen bzw. europäischen Universitäten kann davon ausgegangen werden, dass die TU Darmstadt auf den vorderen Plätzen rangiert (Die Welt 2012). Natürlich wären größere universitäre Patentportfolios wie in den USA oder auch in China wünschenswert, jedoch ist derartiges in Europa unüblich (Geuna und Rossi 2011).

Abbildung 6: Das Netzwerk der mit der TU Darmstadt kooperierenden Organisationen



Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von EPA/OECD (2011).

3.3.4 Patentfamilien der TU Darmstadt nach Technologieklassen

Patentanmeldungen werden seitens der Patentämter in technologische Klassen, sogenannte International Patent Classification (IPC)-Klassen, eingeordnet, die zu technologischen Feldern aggregiert werden können (vgl. Hinze 1997). Abhängig vom Umfang und der gewählten Ansprüche ist es hierbei üblich, den Patentanmeldungen mehrere Klassen zuzuordnen. Der Bereich Elektrotechnik ist sowohl derjenige Bereich, dem die meisten Patentfamilien zuzuordnen sind, als auch der Bereich, in dem am meisten Patentfamilien in Kooperation mit Forschungseinrichtungen oder Unternehmen entstanden sind. Bedeutend ist zudem das Feld Instrumente, wobei hier jedoch vergleichsweise wenige Kooperationen aufzufinden sind. Im Bezug auf die prozentuale Menge an Klasseneintragungen ist der Bereich Chemie am bedeutsamsten, da hier fast die Hälfte aller Patentfamilien in Kooperationen entstanden ist.

Tabelle 9: Patentanmeldungen der TU Darmstadt nach Technologiefeldern

Technologiefeld	Name des Anmelders	Anzahl Patentfamilien
Elektrotechnik	TU Darmstadt	30
	Davon in Kooperation entstanden	7
Instrumente	TU Darmstadt	26
	Davon in Kooperation entstanden	3
Chemie	TU Darmstadt	11
	Davon in Kooperation entstanden	5
Prozesstechnik	TU Darmstadt	17
	Davon in Kooperation entstanden	1
Mechanik	TU Darmstadt	17
	Davon in Kooperation entstanden	4
Konsumgüter und Bautechnologien	TU Darmstadt	5
	Davon in Kooperation entstanden	1

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von EPA/OECD (2011).

3.3.5 Größe der Patentfamilien

Die Patente, die aus Kooperationen entstehen, können Patentfamilien verschiedener Größen zur Folge haben. Die Größe der Patentfamilie spiegelt die geographische Abdeckung des Schutzbereichs wider, der für eine Erfindung angestrebt wird. Es kann davon ausgegangen

werden, dass größere Familien als bedeutender angesehen werden, weil die Anmelder die höheren Patentierungskosten einer solch größeren Familie nicht scheuen. Anzumerken ist, dass die Entstehung von Patentfamilien ein Prozess ist, der sich über mehrere Jahre erstrecken kann. Demnach ist die Familienbildung von denjenigen Patenten, die z.B. erst im Jahr 2010 angemeldet wurden, noch nicht abgeschlossen. Diese prozessuale Perspektive ist bei der Interpretation der Familiengrößen zu beachten.

Ein eindeutiges Muster, welche Kooperationen der TU Darmstadt zu größeren oder kleineren Patentfamilien führen, ist nicht zu erkennen. Tendenziell zeigt sich jedoch, dass kleinere Kooperationspartner aus der Wirtschaft eher Patente mit kleineren Patentfamilien anmelden, wohingegen größere Kooperationspartner aus der Wirtschaft eher Patente mit größeren Familien anmelden.

Tabelle 10: Ko-Anmelder der TU Darmstadt nach Größe der Patentfamilien

	Kleine Patentfamilien (1-2 Patentanmeldungen)	Mittlere Patentfamilien (3-4 Patentanmeldungen)	Größere Patentfamilien (>= 5 Patentanmeldungen)
Fraunhofer-Gesellschaft	X	X	X
Merck	X		X
Charité Universitätsmedizin			X
Nippon Telegraph & Telephone			X
TU München			X
Volkswagen			X
Daimler		X	
Alstom	X		
IHP	X		
Max Planck Gesellschaft	X		
Trinity College Dub- lin	X		
Schenck Rotec	X		

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von EPA/OECD (2011).

Insgesamt zeigt sich, dass die TU Darmstadt aktuell 79 Patentfamilien hält. Seit etwa 15 Jahren ist dabei ein deutlicher Aufwärtstrend zu beobachten. Bei etwa 20 Prozent dieser Patentfamilien kooperiert die TU Darmstadt umfangreich mit externen Forschungspartnern. Diese kommen jeweils zur Hälfte aus der Wirtschaft und der Wissenschaft. Das Netzwerk der Patentkooperationen zeigt dabei, dass die TU Darmstadt sowohl mit großen multinationalen Konzernen und internationalen Forschungsinstitutionen zusammenarbeitet als auch mit regionalen Partnern vor Ort forscht.

3.4 Abschätzung der wirtschaftlichen Wachstumseffekte der Forschungs- und Lehraktivitäten

Die wirtschaftlichen Effekte der Lehr- und Forschungstätigkeit der TU Darmstadt über die in den vorangegangenen Abschnitten beschriebenen Formen des Wissenstransfers sollen nun in einem zweiten Schritt quantifiziert werden. Anstelle einer eigenen Grundlagenuntersuchung, die den Rahmen dieser Studie sprengen würde, wird der wirtschaftliche Effekt der TU Darmstadt auf die Region auf Basis aktueller Forschungserkenntnisse aus der Literatur abgeschätzt und mit den Erkenntnissen aus der Analyse der Patentdaten in Abschnitt 3.3 ergänzt. Dabei verlangt die eingeschränkte Verfügbarkeit von Daten eine vereinfachte Modellierung, so dass die Ergebnisse als erste Annäherung verstanden werden sollten.

3.4.1 Wachstumseffekte der TU Darmstadt

Die Analyse basiert auf dem Ansatz, dass neben den beiden klassischen Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital als dritter Faktor das *Wissenskapital* einen signifikanten Einfluss auf die wirtschaftliche Entwicklung in einer Region hat. Zur Quantifizierung des regionalen Effekts des Wissenskapitals auf die Wirtschaft wird eine Produktionsfunktion verwendet. Diese Produktionsfunktion beschreibt formal die Beziehung zwischen Inputfaktoren (Arbeit, Kapital, *Wissenskapital*) und dem wirtschaftlichen Output (Bruttoinlandsprodukt bzw. Bruttowertschöpfung).

Die beiden Komponenten des Wissenskapitals sind die folgenden:

- Beim *Humankapital* handelt sich um Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse, welche die TU Darmstadt ihren Absolventinnen und Absolventen vermittelt.
- Die Kategorie *Forschenskapital* umfasst neues Wissen in Form von publizierten und nicht publizierten Forschungsergebnissen, Erfindungen, Patenten, Lizenzen usw.

Da der Bestand an Wissenskapital nicht direkt beobachtbar ist, wird zur Bestimmung des Wissenskapitalstocks eine in der Literatur häufig angewendete Methode genutzt (vgl. Taurus 2007, Giesecke und Madden 2006, Pfähler 1999, Guellec et al. 2001, Del Barrio-Castro und Garcia-Quevedo 2005): die Höhe des Wissenskapitalstocks wird über die in der Vergangenheit getätigten Investitionen in Forschungs- und Humankapital abgeschätzt. Das bedeutet, dass die Forschungs- und Lehrtätigkeit der TU Darmstadt als Input in den Wissenskapitalstock angesehen wird.

Zu diesem Zweck wird aus den Ausgaben der TU Darmstadt für Forschung und Lehre eine Investitionsreihe gebildet. Die Drittmittel werden vollständig Forschungszwecken zugerechnet. Bei den Landesmitteln fließen ca. 42 Prozent der Ausgaben in Lehre und 58 Prozent in Forschung.¹³ Die jährlichen Investitionen der TU Darmstadt in Forschung und Lehre finden sich in den Spalten 2 und 3 von Tabelle 11.

Bei der Verwendung von klassischen Produktionsfunktionen muss berücksichtigt werden, dass das eingesetzte Kapital aufgrund von Abnutzung einem Verschleiß unterliegt. Diese jährliche Entwertung wird als Abschreibungsrate berücksichtigt. Auch Wissenskapital veraltet und wird im Laufe der Zeit entwertet; daher wird hier ebenfalls eine jährliche Abschreibungsrate unterstellt. Diese wird in der Literatur zwischen 10 Prozent und 30 Prozent angesetzt (vgl. Espost und Pierani 2003, Giesecke und Madden 2006, Taurus 2007, Hall et al. 2010). Für diese Studie wird eine mittlere Abschreibungsrate von 15 Prozent herangezogen. Zur Vereinfachung wird zudem angenommen, dass sich die Abschreibungsrate zwischen Humankapital und Forschungskapital nicht unterscheidet. Das Forschungs- bzw. Humankapital ergibt sich damit aus den aktuellen Ausgaben für Forschung bzw. Lehre und den aufsummierten und abgeschriebenen vergangenen Ausgaben für Forschung bzw. Lehre (vgl. Tabelle 11).

¹³ Die Aufteilung der Ausgaben der TU Darmstadt auf Forschung und Lehre wurde auf Basis durchschnittlicher Werte für deutsche Universitäten (vgl. Dölle et al. 2010) und der fachlichen Ausrichtung der TU Darmstadt, gewichtet mit den Absolventenzahlen in den einzelnen Fächergruppen (TU Darmstadt 2010), abgeschätzt.

Tabelle 11: Ausgaben der TU Darmstadt für Lehre und Forschung sowie Forschungs-, Human- und Wissenskapital

Jahr	Ausgaben für Forschung (in Euro)	Ausgaben für Lehre (in Euro)	Forschungskapital (in Euro)	Humankapital (in Euro)	Wissenskapital (in Euro)
2007	160.084.921	60.705.136	657.490.439	265.472.732	922.963.171
2008	151.161.945	61.195.738	710.028.818	286.847.560	996.876.378
2009	191.685.864	62.007.680	795.210.360	305.828.106	1.101.038.466
2010	219.078.328	62.928.878	895.007.134	322.882.768	1.217.889.902

Quelle: DIW econ basierend auf Angaben der TU Darmstadt.

Der durch die TU Darmstadt bereitgestellte Wissenskapitalstock wird für das Jahr 2010 auf ca. 1,2 Mrd. Euro abgeschätzt. Zu beachten ist, dass zwischen der Generierung von universitärem Wissen und der kommerziellen Verwertung durch Unternehmen eine zeitliche Verzögerung liegt. In der Literatur wird ein Zeitraum von zwischen 1 und 8 Jahren angesetzt (vgl. Del Barrio-Castro und Garcia-Quevedo 2005, Adams et al. 2006 sowie Taurus 2007). Aufgrund der starken Vernetzung der TU Darmstadt mit der regionalen Wirtschaft wird in dieser Studie eine Wirkungsverzögerung von 3 Jahren unterstellt. Dies bedeutet, dass für 2010 das akkumulierte Wissenskapital von 2007 angesetzt wird, welches sich auf ca. 923 Millionen Euro bemisst.

Eine Abschätzung der wirtschaftlichen Auswirkungen des Wissenskapitals der TU Darmstadt erfolgt über die Betrachtung der Grenzproduktivität. Diese gibt an, um wie viel sich der Output erhöht, wenn der Einsatz eines Inputfaktors (Kapital, Arbeit, Wissen) um eine Einheit erhöht wird, wobei die restlichen Inputfaktoren in ihrer Höhe konstant gehalten werden. Basierend auf einschlägigen Forschungsarbeiten (z.B. Giesecke und Madden 2006) wird die Grenzproduktivität des Wissenskapitals mit 0,5 angesetzt.¹⁴ Dies bedeutet, dass sich bei einer Erhöhung des Wissenskapitalstocks um einen Euro die Bruttowertschöpfung um 0,50 Euro erhöht. Damit kann der gesamte Wachstumseffekt des Wissenskapitals der TU Darmstadt unter Berücksichtigung einer zeitlichen Wirkungsverzögerung von 3 Jahren auf etwa 460 Millionen Euro beziffert werden.

¹⁴ Andere Autoren kommen auf ähnliche Werte wie bspw. Pfähler et al. (1999) mit einem Wert von 0,4 für Bremen. Ähnliche Größenordnungen wurden auch für die USA (Clermont et al. 1997) und andere OECD-Staaten (Guellec et al. 2001) ermittelt. Demgegenüber liefert eine vergleichbare Analyse für den Wissenskapitalstock der Forschungseinrichtungen in Rheinland-Pfalz einen deutlich höheren Wert von 1,38 (Spehl et al. 2007).

Im letzten Schritt wird abgeschätzt, welcher Anteil dieses Wertschöpfungseffektes in der Region um Darmstadt und welcher Anteil bundesweit wirksam wird. Für die Wirkungen des Forschungskapitals kann auf die Analysen in Abschnitt 3.3, in denen die gemeinsamen Patentanmeldungen der TU Darmstadt mit Forschungspartnern aus der Wirtschaft untersucht wurden, zurückgegriffen werden. Die TU Darmstadt arbeitet bei knapp der Hälfte (44 Prozent) ihrer gemeinsamen Patentanmeldungen mit regionalen Partnern zusammen. Weitere 41 Prozent der gemeinsamen Patentanmeldungen werden mit überregionalen Partnern aus Deutschland und knapp 15 Prozent mit ausländischen Partnern eingereicht. Auch in der Literatur findet sich eine Vielzahl an Studien, die feststellen, dass sich das Wissen, das in Universitäten generiert wird, vor allem in der Region um die Hochschule verbreitet (vgl. Niebuhr 2000, Peri 2005, Fritsch und Slavtchev 2007, Andersson et al. 2009, Belenzon und Schankerman 2010). Aus ökonomischer Sicht wird dies mit den geringeren Kosten der Kontaktaufnahme und der Informationsgewinnung für Wissensseinrichtungen und Unternehmen in räumlicher Nähe zu Hochschulen begründet (Blume und Fromm 2000). Als Maß für „Wissen“ werden hierbei in der Regel, ebenso wie in Abschnitt 3.3, messbare Indikatoren wie Patente und Zitationen verwendet. Fritsch und Slavtchev (2007) haben mit deutschen Daten festgestellt, dass der Einfluss einer Universität vor allem in einem Radius von 50 km um die Hochschule wirksam wird. Andersson et al. (2009) kommen für Schweden zu dem Ergebnis, dass 50 Prozent des Gesamteffekts innerhalb eines Radius von 30 km um die Universität wirksam werden. Vor diesem Hintergrund ist es plausibel, den Anteil der regionalen und überregionalen Patentkooperationen als Indikator für den räumlichen Anteil des Wissenstransfers anzusetzen.

Die regionale Wirkung des von der TU Darmstadt bereitgestellten Humankapitals wird über den Anteil der Absolventen angenähert, die nach Abschluss ihres Studiums in der Region bleiben. Nach einer Studie des Hochschul-Informations-Systems arbeiten mehr als die Hälfte der Universitätsabsolventen 10 Jahre nach Abschluss ihres Studiums im gleichen Bundesland, in dem auch die Universität angesiedelt ist (Fabian und Briedis 2009). Anhand der fachlichen Ausrichtung der TU Darmstadt kann eine regionale Verbleibsquote von 52 Prozent errechnet werden. Wird analog zum Forschungskapital ein 50 km-Radius um Darmstadt angesetzt, in dem etwa so viele Menschen leben wie in einem durchschnittlichen Bundesland, erscheint es plausibel, dass 52 Prozent der Absolventinnen und Absolventen der TU Darmstadt in dieser Region erwerbstätig sind. Der überregionale Anteil wird über die verbleibenden 48 Prozent der Absolventen abzüglich derjenigen, die im Ausland erwerbstätig sind, bestimmt. Für das Jahr 2005 liegen vom Hochschul-Informations-System Zahlen zu den er-

werbstätigen Hochschulabsolventen im Ausland vor (Fabian und Minks 2007). Unter Berücksichtigung der fachlichen Ausrichtung der TU Darmstadt, erhält man einen Anteil von 6 Prozent der Hochschulabsolventen, die im Ausland erwerbstätig sind¹⁵. Damit ergibt sich ein überregionaler Anteil an erwerbstätigen Absolventen der TU Darmstadt von 42 Prozent.

Tabelle 12 stellt die Abschätzung der räumlichen Aufteilung der Wachstumswirkungen der Lehr- und Forschungsaktivitäten der TU Darmstadt zusammenfassend dar.

Tabelle 12: Räumliche Aufteilung der Wachstumswirkungen der Lehr- und Forschungsaktivitäten der TU Darmstadt

	Humankapital	Forschungskapital	Wissenskapital
Regional	52%	44%	46%
Überregional	42%	41%	41%
Ausland	6%	16%	13%
Summe	100%	100%	100%

Quelle: DIW econ.

Auf Basis dieser geschätzten räumlichen Aufteilung lässt sich somit der Einfluss des Wissenskapitals auf die Wirtschaft in einem Umkreis von 50 km um Darmstadt herum abschätzen: Im Jahr 2010 erhöht das von der TU Darmstadt bereitgestellte Forschungskapital die regionale Wertschöpfung um rund 144 Millionen Euro; das Humankapital trägt zusätzlich 69 Millionen Euro bei (siehe Tabelle 13). Damit ergibt sich ein gesamter regionaler Wachstumseffekt von ca. 212 Millionen Euro, was einem Anteil von etwa 46 Prozent des Gesamteffekts entspricht. Das heißt, knapp die Hälfte des wirtschaftlichen Effekts des Wissenskapitals wird in der Region um Darmstadt wirksam.

Tabelle 13: Wachstumseffekte des von der TU Darmstadt bereitgestellten Wissenskapitals

Wachstumseffekte ausgelöst durch...	Regional	Überregional	Bundesweit
Forschungskapital (in Euro)	143.826.034	133.552.745	277.378.779
Humankapital (in Euro)	68.562.536	56.234.536	124.797.072
Wissenskapital (in Euro)	212.388.570	189.787.281	402.175.851

Quelle: DIW econ basierend auf Angaben der TU Darmstadt.

Im weiteren Bundesgebiet über die Region um Darmstadt hinaus trägt das von der TU Darmstadt bereitgestellte Wissenskapital zu einem Zuwachs der Wertschöpfung von 190 Millio-

¹⁵ Fabian und Minks (2008) ermitteln für Absolventen von Hochschulen im Süden Deutschlands (inkl. Hessen) einen ähnlichen Wert in Höhe von 5 Prozent. Falk und Kratz (2009) beziffern den Anteil bayerischer Hochschulabsolventen, die im Ausland tätig sind, auf 6 Prozent.

nen Euro bei. Dies entspricht 41 Prozent des Gesamteffekts. Der Großteil des Produktivitätswachstums ist auf das Forschungskapital in Höhe von 134 Millionen Euro zurückzuführen, während rund 56 Millionen Euro dem Humankapital zuzurechnen sind. Damit beträgt der durch die TU Darmstadt ausgelöste bundesweite wirtschaftliche Wachstumseffekt rund 402 Millionen Euro (Tabelle 13).

3.4.2 Wachstumseffekte der mit der TU Darmstadt vernetzten Forschungsinstitute

Nicht nur die TU Darmstadt generiert Wissenskapital, sondern auch die mit der TU Darmstadt vernetzten Forschungsinstitute. Durch ihre Forschungsergebnisse tragen sie ebenfalls zur Generierung von Forschungskapital bei und fördern dadurch das regionale und überregionale wirtschaftliche Wachstum. Für diese Analyse liegen entsprechende Zeitreihen zu den Forschungsausgaben für acht mit der TU Darmstadt vernetzte Forschungsinstitute vor. Dazu zählen die in Abschnitt 2.4 bereits erwähnten Forschungsinstitute¹⁶ sowie zusätzlich das Deutsche Kunststoff-Institut und das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung¹⁷. Da die Daten nicht für alle mit der TU Darmstadt vernetzten Forschungsinstitute vorliegen, dürfte der tatsächliche wirtschaftliche Effekt höher ausfallen.

Der durch die Forschungsinstitute angestoßene wirtschaftliche Wachstumseffekt wird analog zu dem der TU Darmstadt berechnet. Dabei werden die gleichen Annahmen bezüglich der Grenzproduktivität, der Abschreibungsrate sowie der zeitlichen und räumlichen Wirkung des Wissenskapitals getroffen. Im Gegensatz zur TU Darmstadt generieren die Forschungsinstitute jedoch ausschließlich Wissenskapital in Form von Forschungskapital.¹⁸

¹⁶ Deutsches Polen-Institut, Fraunhofer Institut für Betriebsfestigkeit, Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD, Hessian Telemedia Technology Competence Center und das Institute of Paper Science & Technology.

¹⁷ Für das Fraunhofer Institut SIT inkl. CASED liegen keine detaillierten Daten zu den Forschungsausgaben vor und wird daher in dieser Analyse nicht berücksichtigt. Bei dem Competence Center for Applied Security Technology steht der Wissenstransfer im Mittelpunkt und es wird keine eigene Forschung betrieben; daher fallen keine Forschungsausgaben an.

¹⁸ Die Forschungsinstitute generieren in begrenztem Maße Humankapital durch die Ausbildung von Doktoranden. Allerdings sind die zu erwartenden wirtschaftlichen Effekte so gering, dass sie in der Analyse nicht berücksichtigt werden.

Tabelle 14: Ausgaben der Forschungsinstitute für Forschung und Wissenskapital

Jahr	Ausgaben für Forschung (in Euro)	Wissenskapital (in Euro)
2007	115.533.825	512.315.023
2008	128.320.127	563.787.896
2009	144.692.525	623.912.237
2010	139.864.429	670.189.830

Quelle: DIW econ basierend auf Angaben der TU Darmstadt.

Mit einer Abschreibungsrate von 15 Prozent wird aus den jährlichen Forschungsausgaben der acht oben aufgeführten Institute der Wissenskapitalstock berechnet. Für das Jahr 2010 ergibt sich daraus ein Wissenskapitalstock der Forschungsinstitute in Höhe von 670 Millionen Euro, was etwa der Hälfte des von der TU Darmstadt generierten Wissenskapitalstocks entspricht (vgl. Abschnitt 3.4.1).¹⁹

Zur Abschätzung der wirtschaftlichen Effekte wird wiederum eine zeitliche Wirkungsverzögerung des Wissenskapitals von 3 Jahren angenommen. Damit wird der Wissenskapitalstock von 2007, 512 Millionen Euro, zur Berechnung des wirtschaftlichen Wachstumseffekts für das Jahr 2010 zu Grunde gelegt. Unter der Annahme einer Grenzproduktivität von 0,5 ergibt sich daraus für die Forschungsinstitute ein gesamter Wertschöpfungseffekt des Wissenskapitals in Höhe von 256 Millionen Euro. Der regionale und überregionale Anteil wird analog zu den Berechnungen der TU Darmstadt mit 44 bzw. 41 Prozent ermittelt. Daraus ergibt sich ein durch die Forschungsinstitute ausgelöster regionaler Wachstumseffekt in Höhe von 112 Millionen Euro und ein überregionaler Wachstumseffekt von 104 Millionen Euro (siehe Tabelle 15).

Tabelle 15: Wirtschaftliche Effekte der TU Darmstadt und vernetzter Forschungsinstitute

Wachstumseffekte ausgelöst durch Wissenskapital der...	Regional	Überregional	Bundesweit
TU Darmstadt (in Euro)	212.388.570	189.787.281	402.175.851
Forschungsinstitute (in Euro)	112.068.911	104.063.989	216.132.900
Gesamt (in Euro)	324.457.481	293.851.270	618.308.751

Quelle: DIW econ basierend auf Angaben der TU Darmstadt.

¹⁹ Das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung trägt mit einem Anteil von etwa zwei Dritteln den Großteil zum gesamten Wissenskapital der regionalen Forschungsinstitute bei, d.h. der Gesamteffekt ist ohne das von der TU Darmstadt unabhängige GSI als entsprechend kleiner einzuschätzen.

Insgesamt lösen die TU Darmstadt und die mit ihr vernetzten Forschungsinstitute einen Bruttowertschöpfungseffekt von über 618 Millionen Euro aus, wobei der Anteil der TU Darmstadt mit 402 Millionen Euro deutlich über dem der anderen Forschungsinstitute liegt.

4. Zusammenfassung

In dieser Studie wurden die ökonomischen Effekte der TU Darmstadt auf die Hochschulregion und bundesweit untersucht. In einem ersten Schritt wurden dabei die regionalen und bundesweiten Nachfrageeffekte berechnet, die durch die Ausgaben der TU Darmstadt für Personal, Sachmittel und Investitionen sowie durch die Konsumausgaben der Studierenden ausgelöst wurden. Zusätzlich wurden die Ausgaben von außeruniversitären Forschungsinstituten berücksichtigt, die eng mit der TU Darmstadt vernetzt sind. Dabei sind sowohl direkte Effekte als auch indirekte, durch Vorleistungsverflechtungen angestoßene Effekte und induzierte Einkommenseffekte mit einbezogen worden.

Im Ergebnis zeigt sich, dass im Jahr 2010 eine regionale (bundesweite) Bruttowertschöpfung in Höhe von etwa 436 (knapp 700) Millionen Euro durch die TU Darmstadt und ihre Studierenden ausgelöst wurde. Dieser Betrag liegt deutlich über den öffentlichen Landesmitteln im Haushalt der TU von rund 270 Millionen Euro, was vor allem auf zwei Faktoren zurückzuführen ist: Zum einen ist die TU Darmstadt erfolgreich bei der Einwerbung von Drittmitteln, zum anderen lösen die Ausgaben der Studierenden beträchtliche regionalökonomische Effekte aus. Die mit der TU Darmstadt vernetzten Forschungsinstitute lösen einen zusätzlichen regionalen (bundesweiten) Bruttowertschöpfungseffekt von rund 47 (64) Millionen Euro aus. Da jedoch nicht für alle relevanten Institute ausreichend Daten vorliegen, dürfte der Gesamteffekt deutlich darüber liegen.

In einem zweiten Schritt wurden die wirtschaftlichen Effekte der Lehr- und Forschungsaktivitäten der TU Darmstadt untersucht. Diese Effekte wirken über die komplexe Beziehung zwischen Forschung, technologischem Fortschritt, Innovationen und Wirtschaftswachstum und sind daher nur annähernd zu beziffern. Die TU Darmstadt hat im regionalen Innovationssystem der Wissenschaftsstadt Darmstadt die Funktion eines Knotenpunkts und stößt damit wichtige Innovationen an. Entscheidend für die regionalökonomische Wirkung der Lehr- und Forschungsaktivitäten ist der erfolgreiche Wissenstransfer zwischen der TU Darmstadt, anwendungsorientierten Forschungsinstitutionen und Unternehmen in der Region. Die TU

Darmstadt fördert den Wissenstransfer über zahlreiche Kanäle, beispielsweise über ihre Absolventinnen und Absolventen, Ausgründungen, Unternehmenskooperationen oder Netzwerke.

Um die Rolle der TU Darmstadt für das Innovationsnetzwerk der Hochschulregion Darmstadt zu ermitteln, wurde in einem letzten Schritt das Patentportfolio der TU Darmstadt untersucht. Hierbei zeigt sich, dass die TU Darmstadt sowohl mit großen internationalen Partnern als auch mit kleineren regionalen Partnern gemeinsame Forschungsprojekte unternimmt und damit den Wissenstransfer unterstützt. Der wirtschaftliche Wachstumseffekt der Forschungs- und Lehrtätigkeit der TU Darmstadt wird in der Region um Darmstadt im Jahr 2010 regional (bundesweit) auf etwa 212 (402) Millionen Euro geschätzt.

5. Literatur

- Adams, J., D., Clemmons, J. R., Stephan, P., E. (2006): How Rapidly Does Science Leak Out? *NBER Working Papers*, 11997.
- Almeida, P., Kogut, B. (1999): Localization of knowledge and the mobility of engineers in regional networks. *Management Science*, No. 45, S. 905–917.
- Andersson, R., Quigley, J., Wilhelmsson, M. (2009): Urbanization, productivity, and innovation: Evidence from investment in higher education. *Journal of Urban Economics*, No. 66, S. 2–15.
- Armstrong, H.; Taylor, J. (2000): *Regional Economics and Policy*. Blackwell Publishers, Oxford.
- Belenzon, S., Schankerman, M. (2010): Spreading the Word: Geography, Policy and University Knowledge Diffusion. Centre for Economic Performance, LSSE, *Discussion Papers dp1005*. London.
- Breschi, S., Lissoni, F. (2003): Mobility and social networks: Localised knowledge spillovers revisited. *CESPRI Working Paper 142*. Bocconi University. Milano.
- Breschi, S., Lissoni, F. (2006): Mobility of inventors and the geography of knowledge spillovers. New evidence on US data. *CESPRI Working Paper 184*. Bocconi University. Milano.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2010): Die wirtschaftliche und soziale Lage der Studierenden in der Bundesrepublik Deutschland 2009 – 19. Sozialerhebung des Deutschen Studentenwerks durchgeführt durch HIS Hochschul-Informationen-System. Bonn, Berlin.
- Del Barrio-Castro, T., Garcia-Quevedo, J., (2005): Effects of university research on the geography of innovation. *Regional Studies, Taylor and Francis Journals*, vol. 39(9), S. 1217-1229.
- DIW econ (2008a): Standort Berlin-Adlershof: kräftige Impulse für die Stadt. *Wochenbericht des DIW Berlin Nr.04/2008*. Berlin.
- DIW econ (2008b): Gesundheitsstandort Berlin-Buch – Was ist der wirtschaftliche Nutzen für Berlin? Studie im Auftrag der BBB Management GmbH Campus Berlin-Buch. Berlin.

- DIW econ (2008c): Wirtschaftsfaktor TU Berlin – Welchen wirtschaftlichen Nutzen bringt die Technische Universität Berlin für Berlin? Studie im Auftrag der Technischen Universität Berlin. Berlin.
- DIW econ (2010): Der Wissens- und Technologiepark Bozen - Die regionalwirtschaftlichen Effekte des geplanten Wissens- und Technologieparks in Bozen. Berlin.
- Die Welt (2012): Die Patentprobleme im Land der Erfinder. (05.03.2012). Abrufbar unter: <http://www.welt.de/wissenschaft/article13903579/Die-Patentprobleme-im-Land-der-Erfinder.html>
- Dölle, F., C. Deuse, P. Jenkner, O. Makowsky, A. Oberschelp, J. Rebenstorf, S. Sanders, G. Winkelmann (2010): Ausstattungs-, Kosten- und Leistungsvergleich, Universitäten 2008. *HIS: Forum Hochschule 2/2010*. Hannover.
- EPA, OECD (2011): *EPO Worldwide Patent Statistical Database (PATSTAT)*. OECD-EPO Task Force on Patent Statistics, October 2001 version.
- Esposti, R., Pierani, P. (2003): Building the Knowledge Stock: Lags, Depreciation and Uncertainty in R&D Investment and Link with Productivity Growth. *Journal of Productivity, Analysis 19*, S. 33-58.
- Fabian, G.; Briedis, K. (2009): Aufgestiegen und erfolgreich. Ergebnisse der dritten HIS-Absolventenbefragung des Jahrgangs 1997 zehn Jahre nach dem Examen. *HIS: Forum Hochschule 2/2009*. Hannover.
- Fabian, G.; Minks, K. (2007): Erwerbsmobilität von Hochschulabsolventen. HIS-Absolventenbefragung 2006/07. Vortrag am IFO Institut Dresden am 12. Dezember 2007.
- Fabian, G.; Minks, K. (2008): Muss i denn zum Städtele hinaus?. *HIS-Magazin*, Nr.3, S.4-5.
- Falk, S. und Kratz, F. (2009): Wer bleibt, wer geht? Die regionale Mobilität bayerischer Hochschulabsolventen. Bayerisches Staatsinstitut für Hochschulforschung und Hochschulplanung (IHF), *IHF Kompakt*.
- Färber, G, H. Dalezios, O. Arndt, P. Steden (2007): Die Formale und Effektive Inzidenz von Bundesmitteln. *Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung sowie des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung*. Speyer.

- Franz, P., Rosenfeld, M. T. W.; Roth, D. (2005): Was bringt die Wissenschaft für die Wirtschaft in einer Region? Regionale Innovations-, Wachstums- und Einkommenseffekte von öffentlichen Hochschulen und Forschungseinrichtungen am Beispiel der Region Halle. *Schriften des Instituts für Wirtschaftsforschung Halle*, Band 18. Halle.
- Frietsch, R., Schmoch, U., Neuhäusler, P., Rothengatter, O. (2010): Patent Applications – Structures, Trends and Recent Developments. *Studien zum Deutschen Innovationssystem* Nr.9 - 2010, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research.
- 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.
- Fritsch, M., Slavtchev, V. (2007): Universities and Innovation in Space, Industry and Innovation, *Industry and Innovation*, Jena. 14:2, S. 201-218.
- Fritsch, M., Slavtchev, V. (2011): Determinants of the Efficiency of Regional Innovation Systems. *Regional Studies*, Vol. 45, S. 905–918.
- Geppert, K.; Seidel, B.; Vesper, D. (1997): Zur regionalwirtschaftlichen Bedeutung der außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Berlin. Stellungnahme im Auftrag der Wissenschaftsgemeinschaft Blaue Liste (WBL) e.V., Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin. Berlin.
- Giesecke, J. A., Madden, J. R. (2006): CGE evaluation of a university's effects on a regional economy: an integrated assessment of expenditure and knowledge impacts. Centre of Policy Studies, *Review of Urban and Regional Development Studies* Vol. 18, No.3, Monarch University. Victoria.
- Glasson, J. (2003): The widening local and regional development impacts of the modern universities - A tale of two cities (and North-South perspectives). *Local Economy*, No. 18, S. 21–37.
- Goldstein, H., Maier, G., Luger, M. (1995): The university as an instrument for economic and business development: U.S. and European comparisons, *Emerging patterns of social demand and university reform: Through a glass darkly*, published by D. Dill und B. Sporn, Pergamon, Oxford. S. 105–33.
- Guellec, D., van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2001): R&D and productivity growth: Panel data analysis of 16 OECD countries. *OECD Economic Studies*, No. 33 2001/II. Paris.

- Hall, B., Mairesse, J. Mohnen, P. (2010). Measuring the Returns to R&D. Maastricht Economic and Social Research and Training Center on Innovation and Technology, *UNU-MERIT Working Paper Series 006*, United Nations University.
- Hinze, S., Reiss, T. and Schmoch, U. (1997): Statistical Analysis on the Distance Between Fields of Technology. *Report for European Commission TSER Project*, Fraunhofer Institute of Systems and Innovation Research (ISI). Karlsruhe.
- Hochschulinformationssystem / HIS (2010): Grundauszählung zur 19. Sozialerhebung - Auszählungsreihe: Hochschule Technische Universität Darmstadt. *Auszählungsreihe: Länder*. Hannover.
- Jaffe, A., Trajtenberg, M., Henderson, R. (1993): Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *The Quarterly Journal of Economics*, No. 108, S. 577–98.
- Knappe, S. (2006): Die Regionalwirksamkeit der Wissenschaftseinrichtungen in Potsdam - Eine empirische Analyse wissenschaftsbedingter Beschäftigungs-, Einkommens- und Informationseffekte. PKS 40, Universitätsverlag Potsdam.
- Geuna, A., Rossi, F. (2011): Changes to university IPR regulations in Europe and the impact on academic patenting, *Research Policy*, 40, S. 1068-1076.
- Niebuhr, A. (2000) Räumliche Wachstumszusammenhänge – Empirische Befunde für Deutschland. Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv (HWWA), *Discussion Paper 84*. Hamburg.
- Peri, G. (2005): Determinants of Knowledge Flows and Their Effect on Innovation. *The Review of Economics and Statistics*, MIT Press, vol. 87(2), S. 308-322.
- Pfähler, W., Bönte, W., Gabriel, C., Kettner, A. (1999): *Wirtschaftsfaktor Bildung und Wissenschaft: Die regionalwirtschaftliche Bedeutung der Hochschulbildungs- und Wissenschaftseinrichtungen in Bremen*. Peter Lang Verlag. Frankfurt am Main.
- Ponds, R., van Oort, F., Frenken, K., (2010): Innovation, spillovers and university-industry collaboration: an extended knowledge production function approach. *Journal of Economic Geography*, Oxford University Press. Oxford. S. 231-255.
- Powell, W., Koput, K., Smith-Doerr, L. (1996): Interorganizational collaboration and the locus of innovation: networks of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, No. 41, S. 116–145.

-
- Putnam, J. (1996): The Value of International Patent Rights. Unpublished Ph.D. Dissertation, Yale University. New Haven.
- Singh, J. (2005): Collaborative networks as determinants of knowledge diffusion patterns. *Management Science*, No. 51, S. 756–770.
- Spehl, H., Feser, H. D., Schulze, P. (2007): Regionalwirtschaftliche Wirkungen der Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Rheinland-Pfalz. Phase II: Effekte wissenschaftlicher Einrichtungen auf Humankapital, Gründungen, Wissens- und Technologietransfer sowie Wachstum und Innovation (Leistungsabgabe). TAURUS-Institut Trier.
- Statistisches Bundesamt (2010): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Input-Output-Rechnung 2007. Fachserie 18, Reihe 2. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2011): Begriffserläuterungen für den Bereich Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Abrufbar (21.12.2011) unter: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen/Begriffserlaeuterungen/Bruttowertschoepfung,templateId=renderPrint.psml>
- Stuart, T. (2000): Interorganisational alliances and the performance of firms: A study of growth and innovation rates in a high-technology industry. *Administrative Science Quarterly*, No. 43, S. 668–698.
- Thanki, R. (1999): How do we know the value of higher education to regional development? *Regional Studies*, No.33, S. 84–89.
- TU Darmstadt (2010): *Fortschrittsbericht TU Darmstadt 2010*. Darmstadt.
- Von Ledebur, S. (2009): University-owned patents in West and East Germany and the abolition of the professors' privilege. *Working Papers on Innovation and Space*, Philipps Universität Marburg.

Anhang

Berechnung des regionalen Multiplikators für Starkenburg

Für die Abschätzung der durch die Verwendung des zusätzlichen Einkommens bedingten Wertschöpfungs- und Nachfrageeffekte, die sich nach Ablauf mehrerer Kreislaufunden in der Wirtschaft von Starkenburg ergeben, wird die Multiplikator-Analyse verwendet. Der Multiplikator m_r bringt zum Ausdruck, um wie viel letztlich der regionale Nachfrageeffekt ΔY_r größer ist als der ursprüngliche Anstoß I :

$$\Delta Y_r = m_r I$$

Die formale Herleitung ist in der Literatur vielfach dokumentiert (Vgl. Armstrong/Taylor 2000). Der Multiplikator lässt sich schreiben als:

$$m = \frac{1}{1 - [(1 - s)(1 - t)(1 - l)]}$$

wobei s die hessische Sparquote, t die Steuerbelastung des Einkommens und l die Importquote bezeichnet.

Die durchschnittliche Sparquote (Anteil des Sparens am verfügbaren Einkommen der privaten Haushalte) für Hessen im Jahr 2010 liegt bei knapp 11,1 Prozent (Genesis Datenbank des Statistischen Bundesamtes). Für die Größe s wird deshalb ein Wert von 0,111 angenommen. Die Steuerbelastung (Sozialbeiträge und Lohnsteuer) wird auf 48 Prozent veranschlagt (vgl. Genesis Datenbank des Statistischen Bundesamtes). Die Importquote bringt zum Ausdruck, zu welchem Teil der Konsum der Haushalte von Starkenburg durch den Bezug von Gütern und Diensten aus anderen Regionen und aus dem Ausland gedeckt wird. Für die Region Starkenburg hat das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung eine Importquote von 48,3 Prozent errechnet. Für l wird deshalb ein Wert von 0,483 unterstellt. Im Ergebnis ergibt sich ein für die Raumordnungsregion Starkenburg spezifischer Multiplikator von 1,31.