

Pohlmann, Tim

Working Paper

Innovationspotenziale und -verwertungsstrategien an deutschen Hochschulen

Discussion Papers on Strategy and Innovation, No. 10-01

Provided in Cooperation with:

Department of Technology and Innovation Management (TIM), Philipps-University Marburg

Suggested Citation: Pohlmann, Tim (2010) : Innovationspotenziale und -verwertungsstrategien an deutschen Hochschulen, Discussion Papers on Strategy and Innovation, No. 10-01, Philipps-University Marburg, Department of Technology and Innovation Management, Marburg

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/77065>

Standard-Nutzungsbedingungen:

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

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

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

Terms of use:

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

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

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



Philipps-University Marburg
Department of Technology and Innovation Management

Discussion Papers on Strategy and Innovation

Discussion Papers on Strategy and Innovation 10-01

Tim Pohlmann

Innovationspotenziale und
-verwertungsstrategien an
deutschen Hochschulen

Abstract

Universitäten versuchen vermehrt exzellente Forschung nicht nur zu betreiben, sondern diese auch zu verwerten. Forschungsergebnisse und Erfindungen sollen durch einen bestmöglichen Wissens- und Technologietransfer in Industrie und Wirtschaft, die Wissenschaft fördern und finanzielle Rückflüsse erzeugen. Der Weg von einer universitären Erfindung zu einer nutzbaren Innovation ist kompliziert und führt nicht immer zum Erfolg. Es ist kritisch zu hinterfragen, ob Forschungsergebnisse aus Hochschulen immer optimal im Sinne der Universitäten genutzt werden.

Im Rahmen des Innovationsprozesses ist eine Vielzahl von Akteuren an der Entstehung von nutzbaren Erfindungen beteiligt. Die folgende Analyse konzentriert sich auf die Untersuchung von hessischen Universitäten. Die Heterogenität der Wissenschaftsbereiche ist sehr groß, was eine differenzierte Analyse der verschiedenen universitären Disziplinen voraussetzt. Dabei werden die Fachbereiche hessischer Universitäten in ihren strukturellen, personellen, finanziellen und inhaltlichen Unterschieden sowie hinsichtlich der Entstehung von Innovationen untersucht und bewertet. In einer empirischen Datenanalyse werden mit Hilfe der DEA-Methode Innovationspotenziale ausgewählter hessischer Fachbereiche berechnet. Grundlage der Berechnungen sind die ausgewählten Innovationsindikatoren ‚Drittmiteleinnahmen‘, ‚Anzahl von Veröffentlichungen‘ und ‚Erfindungsmeldungen‘, gemessen an den Mitarbeiterzahlen der Universitäten in Darmstadt, Frankfurt, Gießen, Kassel und Marburg.

In einer empirischen Befragung wurden zudem die Forschungsziele und Verwertungsziele hessischer Wissenschaftler ausgewertet und analysiert. Im Speziellen wurden die Teilnehmer außerdem über Anreize und Hindernisse zu patentieren, sowie über die Patentanmeldung und Patentrelevanz in den jeweiligen Fachbereichen befragt.

Schlüsselwörter:

Innovationspotenzial, Innovationsindikatoren, Innovationsverwertung, Hochschulforschung, Hochschulpatente, Patentverwertung, Forschungsziele, Wissenschaft, Universitäten, Fachbereiche, DEA-Methode, Hessen.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	iii
Abkürzungsverzeichnis	iv
1. Einleitung	1
2. Innovationsindikatoren von Hochschulen	2
2.1 Drittmittel als Innovationsindikator	2
2.2 Anzahl der Wissenschaftler als Innovationsindikator	3
2.3 Veröffentlichungen als Innovationsindikator	4
2.4 Patente als Innovationsindikator	4
2.5 Einschränkungen von Leistungsindikatoren	5
3. Empirische Analyse der Innovationspotenziale der hessischen Hochschulen	5
3.1 Grundlagen der DEA-Methodik	5
3.2 Datenbasis der Erhebung	6
3.3 Anwendung der DEA-Methode	8
3.4 Analyse der Innovationspotenziale anhand der DEA-Methode	10
3.4.1 Innovationspotenziale an der TU Darmstadt	10
3.4.2 Innovationspotenziale an der Universität Frankfurt	12
3.4.3 Innovationspotenziale an der Universität Marburg	13
3.4.4 Innovationspotenziale an der Universität Gießen	13
3.4.5 Innovationspotenziale an der Universität Kassel	14
3.4.6 Einschränkungen der Ergebnisse	15
3.5 Vergleichende Analyse zwischen hessischen Universitäten	16
3.5.1 Vergleich der hessischen Physik-Fachbereiche	16
3.5.2 Vergleich der hessischen Biologie-Fachbereiche	17
3.5.3 Stabilität der Datenbasis	18
3.6 Anwendungsbereich der DEA-Ergebnisse	19
4. Erhebung der Forschungsziele hessischer Wissenschaftler	21
4.1 Methodik der Befragung	21
4.2 Auswertung der Befragung	22
4.2.1 Forschungsorientierung hessischer Wissenschaftler	22
4.2.2 Forschungsziele und Verwertungsorientierung hessischer Wissenschaftler	27
4.2.3 Patente als Verwertungsform von Forschungsergebnissen	29
4.2.4 Anreize und Hindernisse zu patentieren	32
4.2.5 Patentaktivitäten hessischer Uni-Fachbereiche	36
4.3 Fazit und Anwendbarkeit der Ergebnisse	40
5. Schlussfolgerungen, Handlungsempfehlungen und Ausblick	41
Literaturverzeichnis	43
Anhang	I

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Innovationsindikatoren und Datenquellen	7
Abb. 2:	Output-Effizienz ausgewählter Fachbereiche der TU Darmstadt	9
Abb. 3:	Output-Effizienz ausgewählter Fachbereiche der TU Darmstadt	10
Abb. 4:	Effizienz-Score ausgewählter Fachbereiche der TU Darmstadt	11
Abb. 5:	Effizienz-Score ausgewählter Fachbereiche der Universität Frankfurt	12
Abb. 6:	Effizienz-Score ausgewählter Fachbereiche der Universität Marburg	13
Abb. 7:	Effizienz-Score ausgewählter Fachbereiche der Universität Gießen	14
Abb. 8:	Output-Effizienz ausgewählter Fachbereiche der Universität Kassel	15
Abb. 9:	Effizienz-Score der Physik Fachbereiche in Hessen	17
Abb. 10:	Effizienz-Score der Biologie Fachbereiche in Hessen	18
Abb. 11:	Rücklauf der Umfrage aufgeteilt nach Universität, Beschäftigungsstatus und Fachbereich	22
Abb. 12:	Wie bewerten Sie Ihre Forschungstätigkeiten hinsichtlich einer Marktorientierung?	23
Abb. 13:	Durchschnittliche Forschungsleistungen von Professoren pro Fachbereich in 2008 (n=106)	24
Abb. 14:	Durchschnittliche Anzahl der Mitarbeiter pro Arbeitsgruppe der befragten Professoren, aufgeteilt nach Fachbereichen in 2008 (n=106)	26
Abb. 15:	Durchschnittliche Höhe der Drittmittelleinnahmen in € pro Arbeitsgruppe der befragten Professoren, aufgeteilt nach Fachbereichen in 2008 (n=106)	27
Abb. 16:	Welche Ziele verfolgen Sie mit Ihren Erfindungen und Innovationen? (n= 388)	28
Abb. 17:	Verwertungsziele hessischer Wissenschaftler pro Fachbereich (n= 388)	29
Abb. 18:	Ist es prinzipiell möglich, Erfindungen aus Ihrem Arbeitsbereich durch gewerbliche Schutzrechte zu sichern? (n= 388)	31
Abb. 19:	Welche der folgenden Auswahlmöglichkeiten sehen Sie als wichtigsten Anreiz zu patentieren? (n= 284)	33
Abb. 20:	Welche der folgenden Auswahlmöglichkeiten sehen Sie als größtes Hindernis, eine Erfindung zu patentieren? (n= 284)	34
Abb. 21:	Wichtigstes Hindernis und wichtigster Anreiz zu patentieren, pro Fachbereich (n= 284)	35
Abb. 22:	Sind aus Ihrer Forschungstätigkeit je Patente hervorgegangen? (n= 388)	36
Abb. 23:	Wer war eingetragener Patentanmelder Ihrer Erfindungen? (n= 105)	37
Abb. 24:	Kategorie des eingetragenen Patentanmelders von universitären Erfindungen nach Fachbereich (n= 105)	38
Abb. 25:	Welchen Anmelder zum Patent schätzen Sie hinsichtlich eines Wissens- und Technologietransfers am effektivsten ein? (n= 105)	39

Abkürzungsverzeichnis

ArbNErfG	Arbeitnehmererfindungsgesetz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
CCR	Charnes Cooper Rhodes
CHE	Centrum für Hochschulentwicklung
DEA	Data Envelopment Analysis
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DPMA	Deutsches Patent- und Markenamt
DMU	Decision Making Unit
DRITT	Drittmittelleinnahmen
EFI	Expertenkommission für Forschung und Innovation
ERF	Erfindungsmeldungen
F&E	Forschung und Entwicklung
HIPO	Hessische Intellectual Property Offensive
IDW	Institut der deutschen Wirtschaft
ITAS	Institut für Technologieabschätzung und Systemanalyse
PVA	Patent- und Verwertungsagentur
SCI	Science Citation Index
VER	Veröffentlichungen
WTT	Wissens- und Technologietransfer

1. Einleitung

Die Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder zur Förderung von Wissenschaft und Forschung an deutschen Hochschulen hat eine markante Veränderung in der Universitätslandschaft in Deutschland öffentlich gemacht: Universitäten und Hochschulen sowie deren Fachbereiche stehen verstärkt im Wettbewerb miteinander, nicht nur um befähigte und motivierte Studierende oder exzellente Lehrende wie Forschende, sondern auch um finanzielle Mittel. Für alle Beteiligten bzw. Stakeholder der Wissenschaftsförderung und nicht zuletzt für die Hochschulen selbst, d. h. für die Hochschulleitungen und Dekanate, ist die Transparenz der Forschungsleistungen der Universitäten von zunehmender Bedeutung. Besonders der Mitteleinsatz muss hinsichtlich einer nachhaltigen Wettbewerbsfähigkeit in der Forschungslandschaft effizient gestaltet werden. In Deutschland scheint die Bewertung von Forschungstätigkeiten noch in einem Anfangsstadium. In Anbetracht des zunehmenden Wettbewerbs wächst jedoch der Bedarf, die Forschungs- und Innovationspotenziale der Hochschulen genauer zu analysieren.¹ Die Orientierung an Forschungsergebnissen, d. h. an sogenannten Output-Größen, steuert die Mittelvergabe und soll die Exzellenz und Qualität der Forschung kontrollieren. In Hochschulen wird oft der sogenannte Peer Review herangezogen, um qualitative Erhebungen durchzuführen. Da diese Form der Evaluation besonders an großen Hochschulen sehr aufwendig ist, kommt es vermehrt zur Analyse von quantitativen Leistungsindikatoren. Es ist jedoch kritisch zu hinterfragen, in wie weit wissenschaftliche Performance anhand rein quantitativer Werte messbar ist.²

Im vorliegenden Beitrag wird mit Hilfe ausgewählter Indikatoren die Forschungsleistung verschiedener Wissenschaftsdisziplinen berechnet. Ziel ist es, Ineffizienzen oder, positiv formuliert, Entwicklungspotenziale an Universitäten differenziert nach einzelnen Fachdisziplinen zu identifizieren. Die anschließende Auswertung der Befragung hessischer Wissenschaftler legt Motivationen und Gründe für bestimmte Muster im Entstehen von Forschungsergebnissen offen. In diesem Zusammenhang wird auch analysiert, ob sich die persönlichen Forschungsziele von Wissenschaftlern in verschiedenen Fachdisziplinen markant voneinander unterscheiden und in welcher Form strukturelle, finanzielle sowie inhaltliche Unterschiede die Forschungsergebnisse beeinflussen.

¹ Vgl. Jansen et. al. (2007), S. 126.

² Vgl. Schmoch (2009), S.27.

2. Innovationsindikatoren von Hochschulen

Das Augenmerk der folgenden Analyse ist auf das Innovationspotenzial der hessischen Universitäten in Darmstadt, Frankfurt, Gießen, Kassel und Marburg gerichtet. Hierzu werden die Forschungs- bzw. Innovationsindikatoren Drittmittel, Anzahl der Wissenschaftler, Publikationen, Erfindungsmeldungen, Patentmeldungen sowie Patentverwertungsabschlüsse betrachtet. Jeder Indikator wird zunächst auf theoretischer Grundlage auf seine Aussagekraft als Leistungsindikator hin untersucht. Anschließend werden die Indikatoren empirisch „befüllt“. Dazu werden aus verschiedenen Datenbanken aktuelle Werte erfasst und in Zusammenhang gesetzt. Hierzu werden die Indikatoren in Input- und Output-Faktoren aufgeteilt, um eine anschließende Produktivitätsmessung durchführen zu können. Die Darstellung und Berechnung der Effizienz von Input- und Output-Faktoren wird mit der so genannten Data Envelopment Analysis (DEA) Methode durchgeführt.

Forschungsergebnisse bzw. Innovationen infolge universitärer Forschung entstehen durch das Zusammenwirken verschiedener Faktoren. Die Bestimmung des Innovationspotenzials stellt aufgrund der Komplexität des Systems und der Vielfältigkeit der Wissenschaftsdisziplinen eine große Herausforderung dar. Da sich nicht alle Einflussgrößen im Forschungs- und Innovationsprozess betrachten und errechnen lassen, werden an dieser Stelle ausgewählte Indikatoren verwendet. Diese geben indirekt Auskunft über die nicht direkt messbaren Informationen und stehen in direkter Beziehung zu der darzustellenden Dimension.³ Die Wahl der Indikatoren ist in diesem Kontext keineswegs „trivial“. Diese müssen hinsichtlich der Ziele der Messung genau analysiert und ausgewählt werden.⁴ Hierbei sollten besonders die Unterschiede der wissenschaftlichen Disziplinen und der damit verbundenen Mehrdimensionalität der Forschungsverwertungsziele beachtet werden.⁵

2.1 Drittmittel als Innovationsindikator

Die Akquisition von Drittmitteln ist wichtige Voraussetzung für die Exzellenz der Forschung. In Hochschulen hat sich in den letzten Jahren gezeigt, dass bei großen und innovativen Forschungsvorhaben die Grundmittelfinanzierung nicht mehr ausreicht.⁶ Fördermittel sind ein knappes Gut. Gelder werden oft in Abhängigkeit von Forschungsleistungen verteilt. Zudem ist die Erfassung der Drittmiteleinahmen relativ leicht und eindeutig zu bestimmen und wird auch von vielen Wissenschaftlern schon als Performanceindikator akzeptiert. Es liegt nahe,

³ Vgl. Blind/Frietsch (2006), S. 4-5; Tang/Le (2007), S. 501.

⁴ Vgl. Kleinknecht/Montfort/Brouwer (2002), S. 119.

⁵ Vgl. Jansen et. al. (2007), S. 127.

⁶ Vgl. Schmoch (2003b), S. 382.

dass es einen Zusammenhang zwischen Forschungsleistung und Drittmittelwerbung gibt.⁷ Erste Rankings über die öffentlich finanzierten Fördergelder wurden in den Jahren 1997, 2000, 2003 und 2006 von der DFG durchgeführt.⁸ Auch die leistungsorientierte Budgetierung an Hochschulen bezieht sich vermehrt auf die Höhe der Drittmittelinnahmen.⁹ Zwar dienen Drittmittel als finanzielle Ressourcen für künftig zu erbringende Forschungsleistungen, die Mittelvergabe orientiert sich jedoch in der Praxis zumeist an vorangegangenen Forschungsleistungen. Drittmittel, obwohl auf den ersten Blick ein Inputindikator, können somit auch als direkter Output-Indikator für die Forschungsleistung gelten. Über die Vergabe von öffentlichen Mitteln entscheiden oft international anerkannte Gutachter. Diese bewerten hauptsächlich die Forschungsqualität und das Innovationspotenzial.¹⁰

2.2 Anzahl der Wissenschaftler als Innovationsindikator

Eine der größten Herausforderungen am Forschungs- und Innovationsstandort Deutschland ist es, genügend Nachwuchs an gut ausgebildeten Fachkräften zu erzeugen. Besonders in den für das Innovationspotenzial besonders relevanten Fachbereichen der Natur- und Ingenieurwissenschaften fehlt es an Absolventen.¹¹ Insbesondere in Bereichen der Spitzenforschung fehlt es an Nachwuchs. Der Anteil der Hochqualifizierten an den gesamten Beschäftigten ist im europäischen Vergleich seit den neunziger Jahren gesunken.¹² Von besonderer Bedeutung als Innovationsindikator ist in diesem Kontext deshalb die Anzahl der Wissenschaftler an Hochschulen.¹³

Die Anzahl der Wissenschaftler wird für die folgenden Analysen als Input-Faktor gewählt, der die Output-Faktoren im Verhältnis am besten relativieren kann.¹⁴ Somit ist es beispielsweise möglich, Drittmittel, Veröffentlichungen oder Patente pro Mitarbeiter zu berechnen. Eine komparative Analyse kann auf dieser Ebene für ein Bewertungssystem genutzt werden.¹⁵

⁷ Vgl. Schmoch/Schubert (2008), S. 41.

⁸ Vgl. Jansen et. al. (2007), S. 26.; Kleinknecht/Montfort/Brouwer (2002), S. 110.

⁹ Vgl. Jäger (2006), S. 36.; Brüggemann/Bauer (2008), S. 4.

¹⁰ Vgl. Brüggemann/Bauer (2008), S. 4.; Jansen et al. (2008), S. 130.

¹¹ Vgl. BDI (2008), S. 12.; Leszczensky et. al. (2009), S. 2.

¹² Vgl. Leszczensky et. al. (2009), S. 1.

¹³ Vgl. Leszczensky et. al. (2009), S. 6 ff.; Sächsischer Innovationsbeirat (2009), S. 2.; BDI (2008), S. 12.; Wissenschaftsrat (2004), S. 4.

¹⁴ Vgl. Welsch (2005), S. 144.

¹⁵ Vgl. Brüggemann/Bauer (2008), S. 4.

2.3 Veröffentlichungen als Innovationsindikator

Wissenschaftliche „Leistung“ zu messen ist aufgrund der unterschiedlichen Disziplinen und ihrer Eigenheiten sehr schwierig. Publikationen geben jedoch ein aussagekräftiges Bild über die Forschung, da dort aktuelle Forschungsergebnisse präsentiert und beschrieben werden. Wissenschaftler versuchen durch Publikationen ihre Reputation in der Forschungslandschaft zu steigern. Veröffentlichungen sind die gängigste Methode zur Verwertung wissenschaftlicher Forschung und können so den Output gut dokumentieren.¹⁶ Bibliometrische Indikatoren, wie Zahl der Veröffentlichungen und ihre Zitate, werden oft als Maßgröße für die Forschungs- bzw. Innovationsleistung herangezogen. Mittels internationaler Publikationsdatenbanken lassen sich zudem länderübergreifende Analysen durchführen. Hierfür hat sich der Science Citation Index (SCI) als internationaler Standard etabliert.¹⁷ Bewerber für wissenschaftliche Stellen werden meist anhand von internationalen Veröffentlichungen, gemessen am SCI-Index, beurteilt. Auch die Drittmittelverteilung bezieht sich vermehrt auf Veröffentlichungen, die in Datenbanken eingetragen sind.¹⁸ Eine Veröffentlichung ist meist der Nachweis für die Existenz neuer Forschungsergebnisse. Veröffentlichungen dienen im Folgenden als weiterer Innovationsindikator.

2.4 Patente als Innovationsindikator

Zur objektiven Darstellung wirtschaftlichen Wachstums, technologischer Entwicklung sowie der Marktentwicklung werden oftmals Patente als Betrachtungsobjekt herangezogen. Patentierung verläuft nach einem standardisierten und transparenten Verfahren, welches unter Aufsicht von Gutachtern und Fachleuten anhand von einheitlichen Kriterien vollzogen wird. In internationalen Patentdatenbanken geben Patentschriften detailliert Auskunft über die technologischen Neuerungen. Somit spiegeln Patente per Definition Innovationen wieder, die einem standardisierten Bewertungsmaßstab unterliegen. Der Abruf von Patentzahlen ist über zentrale internetbasierte Datenbanken frei zugänglich. Analysen können demnach mit wenig Aufwand durchgeführt werden und sind für jeden einsehbar und transparent.¹⁹

Ein Problem, Patente als Innovationsindikator zu verwenden, ist aber darin zu sehen, dass die Neigung zu patentieren zwischen den verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen stark variiert. Unterschiedliche Patentzahlen, bspw. gemessen an der Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter, können auf der einen Seite Ineffizienzen aufdecken, auf der

¹⁶ Vgl. BMBF (2007b), S. 94 f.

¹⁷ Vgl. EFI (2009), S. 105.

¹⁸ Vgl. BMBF (2007b), S. 94 f.; Schmoch (2009), S. 28; Universitätsbibliothek Marburg (interne Informationen).

¹⁹ Vgl. Kleinknecht/Montfort/Brouwer (2002), S. 112.

anderen Seite aber auch nur durch unterschiedliche Patentierungsneigungen in den einzelnen wissenschaftlichen Disziplinen begründet sein. Die Trennung dieser Effekte ist schwer und die Identifikation von Ineffizienzen nur dann möglich, wenn die zu vergleichenden Disziplinen homogene Strukturen aufweisen.²⁰ Problematisch erscheint, dass viele Disziplinen Forschungsergebnisse produzieren, die grundsätzlich nicht patentierbar sind (z. B. die meisten Geisteswissenschaften). Nicht patentrelevante Bereiche können somit auch nicht bewertet werden.²¹ Patente als Innovationsindikator spiegeln jedoch für viele Bereiche der Natur- und Ingenieurwissenschaften ein gewisses Maß an Innovationsfähigkeit wider und werden im Folgenden als Indikator verwendet.²²

2.5 Einschränkungen von Leistungsindikatoren

Abschließend ist festzuhalten, dass die Innovationsindikatoren zwar ein gewisses Maß an Aussagekraft haben, dieses jedoch nicht überinterpretiert werden darf. Die einseitige Orientierung an bestimmten Leistungsindikatoren kann auch negative Folgen haben. Leistungsindikatoren werden häufig für die Verteilung universitärer Fördergelder vergeben. So hat bspw. die ausschließliche Orientierung an Veröffentlichungen bei der Mittelvergabe in australischen Universitäten zu erhöhten Publikationszahlen geführt. Studien haben jedoch ergeben, dass die Forschungsqualität gesunken ist. Einen ähnlichen Effekt gab es im britischen Hochschulsystem, wo die ausschließliche Leistungsmessung anhand von Publikationen zu einer Vernachlässigung von Infrastrukturleistungen führte. Die daraus entstandenen Ungleichgewichte mussten durch Förderprogramme kompensiert werden. Der Mitteleinsatz war nicht effizient.²³ Die Output-Steuerung sollte sich daher auf mehrere Dimensionen beziehen, um Anreize zu generieren, die eine einseitige Entwicklung verhindern. Die Signalwirkung von offiziellen Leistungsindikatoren sollte immer mit berücksichtigt werden.

3. Empirische Analyse der Innovationspotenziale der hessischen Hochschulen

3.1 Grundlagen der DEA-Methodik

Die Ergebnisse aus den Datenerhebungen zur Hochschulperformance in Hessen werden auf Grundlage der Data Envelopment Analysis (DEA) berechnet. Besonders im amerikanischen

²⁰ Vgl. Brouwer/Kleinknecht (1999), S. 615.

²¹ Vgl. Kleinknecht/Montfort/Brouwer (2002), S. 112.

²² Vgl. EFI (2009), S. 99.; Welsch (2005), S. 148.

²³ Vgl. Schmoch (2009), S. 29-30.

Raum hat dieser Analyseansatz bereits ein weites Anwendungsspektrum. In der Bewertung von Hochschulleistungen hat sich die DEA-Methodik als ein erfolgreich erprobtes und angewandtes Instrument zur Effizienzmessung entwickelt.²⁴ DEA ist ein Benchmarkingansatz, der auf eine Produktivitätsmessung zielt. Ineffizienzen können eindeutig bestimmten Disziplinen oder Bereichen zugeordnet werden. Diese werden nach der DEA-Methode als DMUs (Decision Making Units) bezeichnet. Input- und Output-Relationen sind hinsichtlich einer Effizienzsteigerung konkret für die jeweiligen DMUs zu beschreiben.²⁵

Die Effizienzanalyse bezieht sich auf einen umhüllenden Datenbereich („Data Envelopment“). Dieser Datenbereich wird von einer Produktionsfunktion beschrieben, die sich auf die effizienteste Input-Output-Relation bezieht. Des Weiteren verwendet die Analyse die Annahmen des CCR-Modell, welches nach seinen Erfindern Charnes, Cooper und Rhodes benannt ist. Das Modell beruht auf der Annahme, dass die Skalenerträge konstant verlaufen, es also einen linearen Zusammenhang zwischen den Output- und Input-Faktoren gibt.²⁶ Die Eignung des Modells für die Anwendung in Hochschulen beruht auf dem Ansatz von Gutierrez (2005). Gutierrez hat Effizienzen im Hochschulbereich bei konstanten und variablen Skalenerträgen untersucht. Offensichtlich ist das CCR-Modell mit konstanten Skalenerträgen für die Effizienzmessung an Hochschulen geeignet.²⁷

3.2 Datenbasis der Erhebung

Die Datenbasis der Analyse ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt. Der Indikator ‚patentrelevante Wissenschaftler‘ beruht zunächst auf den Beschäftigtenzahlen des Bundesamtes für Statistik für die hessischen Universitäten aus dem Jahr 2008. Das Statistische Bundesamt hat in diesem Kontext nur fest angestellte Wissenschaftler erfasst. Der ausführende Projektträger Jülich des Ministeriums für Wirtschaft und Technologie Berlin (BMWi) hat für die Mittelvergabe im Rahmen der Initiative SIGNO Hochschulen die Patentrelevanz der Wissenschaftler identifiziert. In Rücksprache mit den örtlichen Transferstellen der Hochschulen wurden dazu bestimmte Fachbereiche als patentrelevant eingestuft.²⁸ Die Zahlen über die Drittmiteleinahmen werden ebenfalls vom Bundesamt für Statistik bereitgestellt. Die Zahlen stammen aus dem Jahr 2007, beziehen sich jedoch auf die akquirierten Drittmiteleinahmen. Da Fördermittel oft über einen längeren Zeitraum vergeben werden, können die Zahlen von 2007 auch auf die

²⁴ Vgl. Luptacik (2003), S. 60.

²⁵ Vgl. Cooper/Seinford/Tone (1999), S. 2.

²⁶ Vgl. Brüggemann/Bauer (2008), S. 1.

²⁷ Vgl. Gutierrez (2005), S. 77ff.

²⁸ Siehe Anhang 1.

nachfolgenden Jahre projiziert und damit mit den aktuelleren Zahlen der anderen Indikatoren aus dem Jahr 2008 in Zusammenhang gestellt werden (siehe Anhang). Die Daten über Veröffentlichungen stammen aus einer eigens durchgeführten SCI Analyse. Die erhobenen Daten wurden durch mehrere Abfrageschleifen den Universitäten, Fachbereichen und Fachgebieten zugeordnet. Eine Gewichtung der Veröffentlichungen anhand von Impactfaktoren wie Zitatquoten wurde nicht durchgeführt (siehe Anhang). Weitere Zahlen über Veröffentlichungen stammen aus universitätsinternen Datenbanken über Veröffentlichungen. Ausreichend gepflegt und somit aktuell und verwendbar war jedoch lediglich die Publikationsdatenbank der TU Darmstadt. Die Veröffentlichungen aus den medizinischen Fachbereichen wurden ebenfalls von universitätsinternen Datenbanken erhoben, da die Publikationen Leistungsindikator für die Mittelvergabe sind. Es handelt sich dabei um die digitalen Datenbanken SCI und PubMed²⁹. Aufgrund der unterschiedlichen Quellen konnten die Analysen und Vergleiche z. T. nur innerhalb der Universitäten oder Fachgebiete durchgeführt werden, um eine einheitliche Datenbasis zu gewährleisten (siehe Anhang).

Abb. 1: Innovationsindikatoren und Datenquellen

Indikator:	Quelle (Jahr):
Patentrelevante Wissenschaftler	Bundesamt für Statistik, Einteilung: Projektträger Jülich (2008)
Drittmittel	Bundesamt für Statistik (2007)
Veröffentlichungen	SCI Datenbank Analyse, Universitätsinterne Bibliographie der TU Darmstadt (2008)
Erfindungsmeldungen	CHE (Centrum für Hochschulentwicklung) Ranking (2007), Jahresbericht HIPO (2008)
Patentmeldung	Jahresbericht'08 der hessischen PVAs & HIPO
Verwertungsmeldung	Jahresbericht HIPO (2008)

Die Daten über Erfindungsmeldungen, Patentanmeldungen sowie Verwertungsabschlüsse stammen aus den Jahresberichten der hessischen Intellectual Property Offensive (HIPO). Da nicht alle Erfindungen und Patente den einzelnen Fachbereichen zugeordnet sind, wurden weitere Informationen von den PVAs sowie eine Analyse des Centrums für Hochschulentwicklung (CHE-Ranking) herangezogen. Im Folgenden wurden für die vergleichende Analyse die Erfindungsmeldungen als Output-Faktor gewählt. Zum einen weisen Erfindungsmeldungen im Gegensatz zu Patentanmeldungen oder Verwertungsmeldungen keinen Zeitverzug auf und können daher besser mit Veröffentlichungen oder Drittmittelleinnahmen verglichen wer-

²⁹ PubMed ist eine textbasierte Metadatenbank, welche Artikel aus medizinischen Fachzeitschriften dokumentiert. Die Datenbank enthält Nachweise (Zitate) zu über 15 Mio. Artikeln aus ca. 5200 Fachzeitschriften.

den. Zum anderen fehlt an manchen Universitäten eine eindeutige Zuordnung der Patentanmeldungen oder Verwertungserfolge auf die jeweiligen Fachbereiche (siehe Anhang).

3.3 Anwendung der DEA-Methode

Die DEA-Methodik unterscheidet zwei Betrachtungsperspektiven. Das outputorientierte Modell gibt Aufschluss über die Forschungsleistungen der Universitäten oder Fachbereiche. Ziel hierbei ist es, mit gegebenem Input einen möglichst großen Output zu generieren. Das inputorientierte Modell zielt dagegen auf den effizienteren Einsatz von Input-Faktoren ab. Es hat sich jedoch für aussagekräftige Analysen im Hochschulbereich bewährt, die outputorientierte Methode zu verwenden. Diese soll im Folgenden näher erläutert und betrachtet werden.³⁰

Die DEA-Methode eignet sich besonders für graphische Darstellungen von Input-Output-Relationen der Decision Making Units (DMUs). In der Betrachtung des Innovationspotenzials von hessischen Hochschulen sollen für jede Universität die Effizienzen relevanter Fachbereiche analysiert und in vergleichende Zusammenhänge gebracht werden. Die Fachbereiche sind daher die nach der DEA-Methodik zu betrachtenden DMUs. Ein anschauliches Bild ergibt die Gegenüberstellung von zwei Output-Werten gewichtet nach einem Input-Wert. Somit können nicht nur Effizienzen, sondern auch die Output-Orientierung der verschiedenen Disziplinen veranschaulicht werden. Ein Vorteil der DEA-Anwendung ist die Möglichkeit des Vergleichs zweier Outputs, die unterschiedliche Werte aufweisen.³¹ Weiterhin kann eine Gewichtung der Outputs an einem einheitlichen Input durchgeführt werden. Jeder Output-Wert der DMUs wird somit im Folgenden anhand des Inputwertes der Mitarbeiterzahlen gewichtet.³²

Die DEA-Anwendung erfolgt in zwei Schritten. Zunächst wird die sogenannte umhüllende „Best-Practice-Produktionsfunktion“ beschrieben. Diese ergibt sich aus den effizientesten Fachgebieten (DMUs), die den umhüllenden Effizienz-Rand bestimmen. Die weniger effizienten Fachgebiete befinden sich innerhalb der umhüllenden Funktion. In Abb. 2 ist der Fachbereich Elektrotechnik der einzig effiziente, da er nicht nur die meisten Erfindungsmeldungen, sondern auch die meisten Veröffentlichungen pro Mitarbeiter aufweisen kann. Im zweiten Schritt der Analyse wird die Distanz der ineffizienten Fachgebiete zum umhüllenden Effizienz-Rand berechnet. Dies kann durch eine radiale Projektion einer Geraden geschehen, die die Position des Fachbereichs schneidet und bis zum umhüllenden Rand reicht. Der Abstand von der Position des Fachbereichs bis zum Effizienzrand kann durch Vektorenberechnungen ermittelt werden. Des weiteren berechnet man die Strecke entlang der Gera-

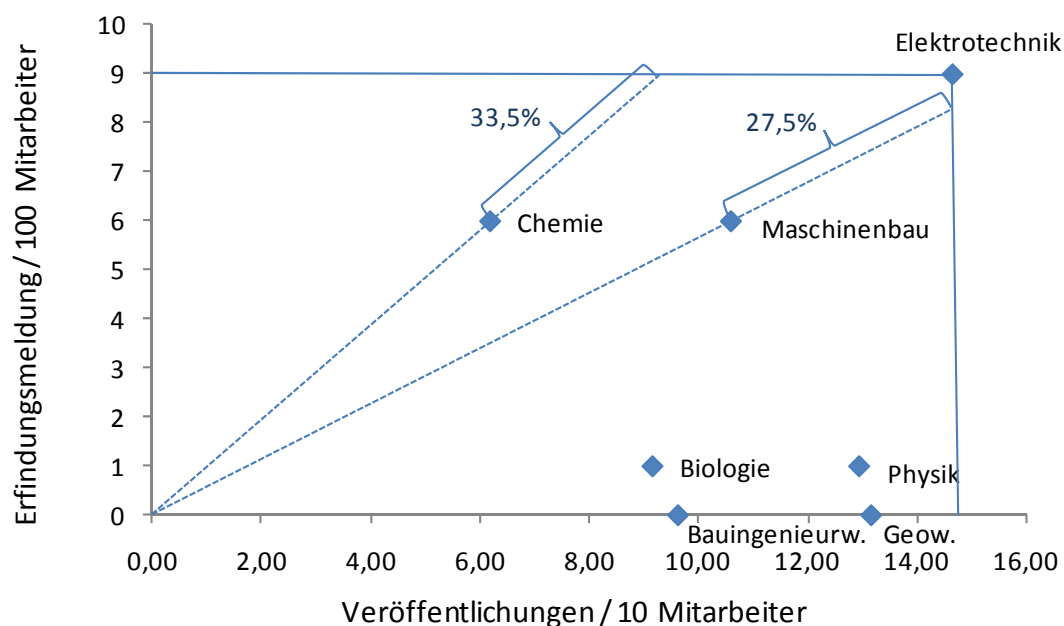
³⁰ Vgl. Brüggemann/Bauer (2008), S. 1.

³¹ Vgl. Cooper/Seinford/Tone (1999), S. 8 f.

³² Vgl. Luptacik (2003), S. 60 f.

den vom Null Punkt bis zur umhüllenden Produktionsfunktion und setzt diese in Relation. Als Ergebnis erhält man den sogenannten Effizienz-Score. Dieser wird in Prozent dargestellt und berechnet den Grad der Effizienz. In Abb. 2 ist die Effizienz-Score-Berechnung beispielhaft an den Fachbereichen Chemie und Maschinenbau der TU Darmstadt dargestellt. Man geht hier von der Annahme aus, dass eine Effizienzsteigerung unter homogenen Strukturen entlang der projizierten Geraden bis zum Effizienz-Rand verlaufen würde. Dem Bereich Chemie fehlen somit 33,5 % und dem Bereich Maschinenbau 27,5 %, um 100 % effizient zu sein.

Abb. 2: Output-Effizienz ausgewählter Fachbereiche der TU Darmstadt



Es stellt sich nun die Frage, in wie weit die Orientierung der einzelnen Fachbereiche Aufschluss über eine Output-Steigerung geben kann. Der Einfluss von Maßnahmen einer Effizienzsteigerung auf die dargestellten Output-Faktoren kann in einer Graphik veranschaulicht und berechnet werden. Mit Hilfe der DEA-Methode lässt sich die Wirkung von Fördermaßnahmen bestimmen, was für die entsprechenden Entscheidungsträger eine bessere Steuerung der Forschungsleistungen zulässt. Durch die Möglichkeit, die Faktoren beliebig zu kombinieren, kann man die Positionierung der DMU je nach Änderung der Output-Größen neu bestimmen und berechnen.³³ Weiterhin kann das Innovationspotenzial, in Abb. 2 gemessen an Erfindungsmeldungen und Veröffentlichungen, abgelesen werden. Mit Ausnahme des Fachbereichs Elektrotechnik ließe sich die Effizienz aller anderen Fachbereiche steigern. Diese haben demnach ungenutzte Potenziale, die es zu fördern gilt. Die Förderung der Potenziale kann in ihrer Intensität aufgrund der Effizienz-Berechnungen beschrieben werden. Die Ergebnisse einer DEA-Anwendung lassen somit einen effizienten Mitteleinsatz zu.

³³ Vgl. Luptacik (2003), S. 72.

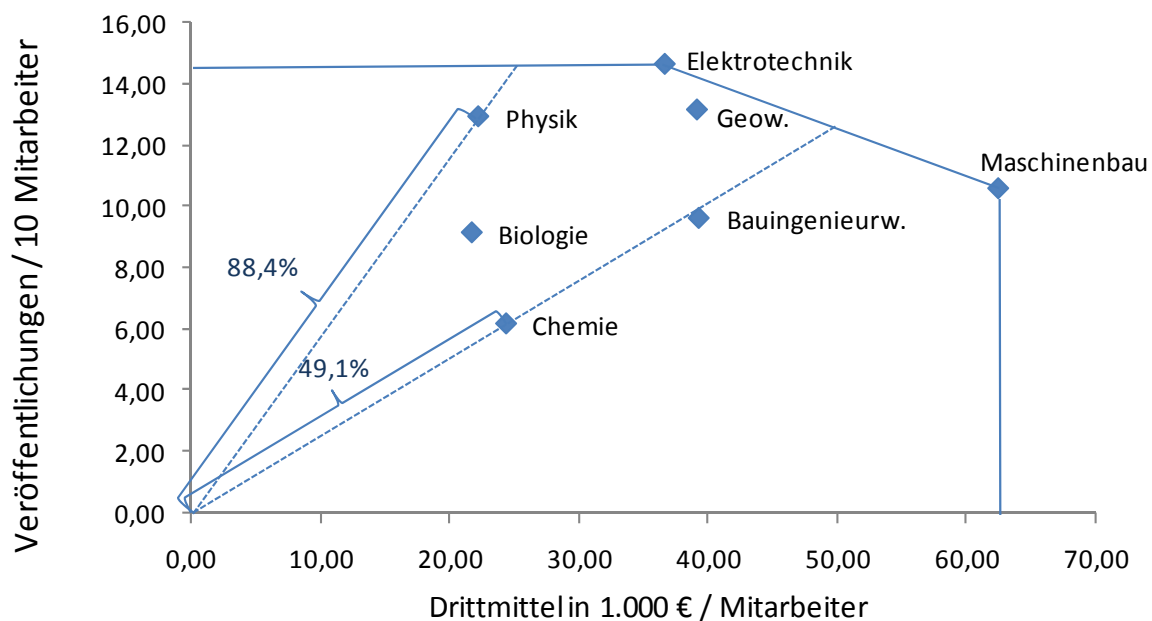
Abb. 2 ist in ihrer Aussagekraft auf zwei Output-Faktoren beschränkt. Andere Outputs und abweichende Ziele der Forschung kann das Modell nicht darstellen. Der Betrachtungsrahmen beschränkt sich auf inneruniversitäre Fachbereiche, was jedoch auch hinsichtlich der inneruniversitären Mittelvergabe Sinn macht. Im Weiteren werden Innovationspotenziale anderer Universitäten und Fachbereiche nach der DEA-Methode dargestellt und berechnet.

3.4 Analyse der Innovationspotenziale anhand der DEA-Methode

3.4.1 Innovationspotenziale an der TU Darmstadt

Für einen Vergleich unterschiedlicher Output-Relationen sind die zuvor betrachteten Fachbereiche aus Darmstadt nun nach den Output-Werten Drittmittel und Veröffentlichungen berechnet. Die Anwendung der DEA-Methode in Abb. 3 veranschaulicht, wie sich die Positionen der Fachbereiche aufgrund einer anderen Output-Relation verändert haben. Die Produktionsfunktion des effizienten Randes wird nun von den Fachbereichen Elektrotechnik und Maschinenbau beschrieben. Letzterer ist in dieser Darstellung zu 100 % effizient, da er die höchsten Werte bei den Drittmittelleinnahmen aufweisen kann. In Abb. 3 ist der Effizienzscore der verschiedenen Disziplinen dargestellt. Graphisch ist dies an den Fachbereichen Physik mit 88,4 % und Chemie mit 49,1 % veranschaulicht.

Abb. 3: Output-Effizienz ausgewählter Fachbereiche der TU Darmstadt

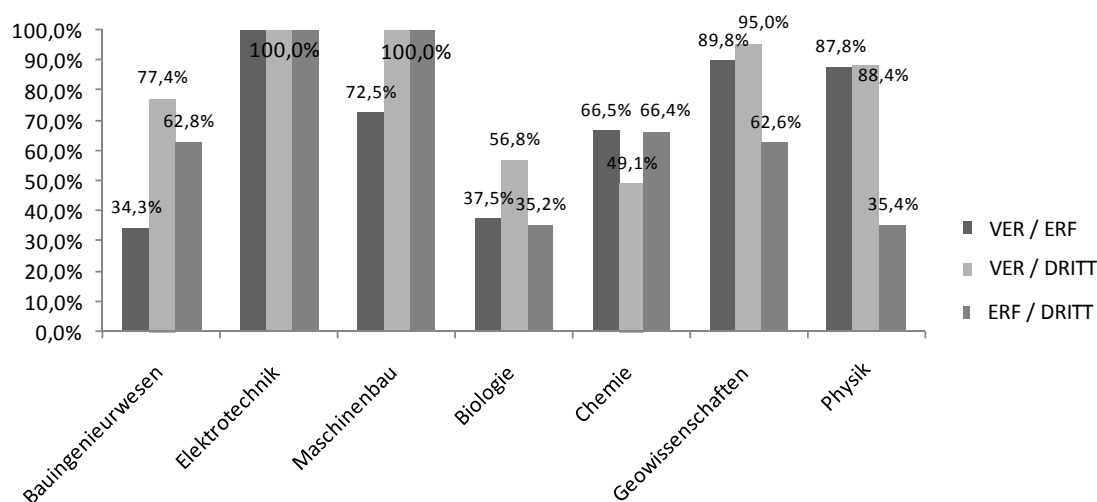


In Abb. 4 sind die Effizienzwerte aller betrachteten Fachbereiche in einer Darstellung dargestellt. Dabei wurden alle drei Werte der Output-Faktor-Kombinationen Veröffentlichungen und Erfindungsmeldungen (VER/ERF), Veröffentlichungen und Drittmittelleinnahmen

(VER/DRITT) sowie Erfindungsmeldungen und Drittmittelannahmen (ERF/DRITT) für jeden Fachbereich berechnet. Abb. 2 und Abb. 3 visualisieren die Berechnungen für die Output-Kombinationen von Veröffentlichungen zu Drittmittelannahmen bzw. zu Erfindungsmeldungen. Die Berechnung der Kombination von Erfindungsmeldungen zu Drittmittelannahmen ist zwar nicht dargestellt, wurde jedoch auf Basis der gleichen DEA-Methode durchgeführt.

In Abb. 4 kann somit die Effizienz der Output-Faktor-Kombinationen für jede Disziplin nebeneinander gestellt und verglichen werden. Hinsichtlich einer Effizienzsteigerung kann diese nun nicht nur anhand zweier Output-Größen beschrieben werden, sondern auf Grundlage der Kombination von drei Outputs. Das Potenzial jedes Fachbereichs variiert je nach Output-Einsatz und kann demnach differenzierter betrachtet werden. Diese Gegenüberstellung erlaubt somit eine konkrete Identifikation ineffizienter Outputs.

Abb. 4: Effizienz-Score ausgewählter Fachbereiche der TU Darmstadt

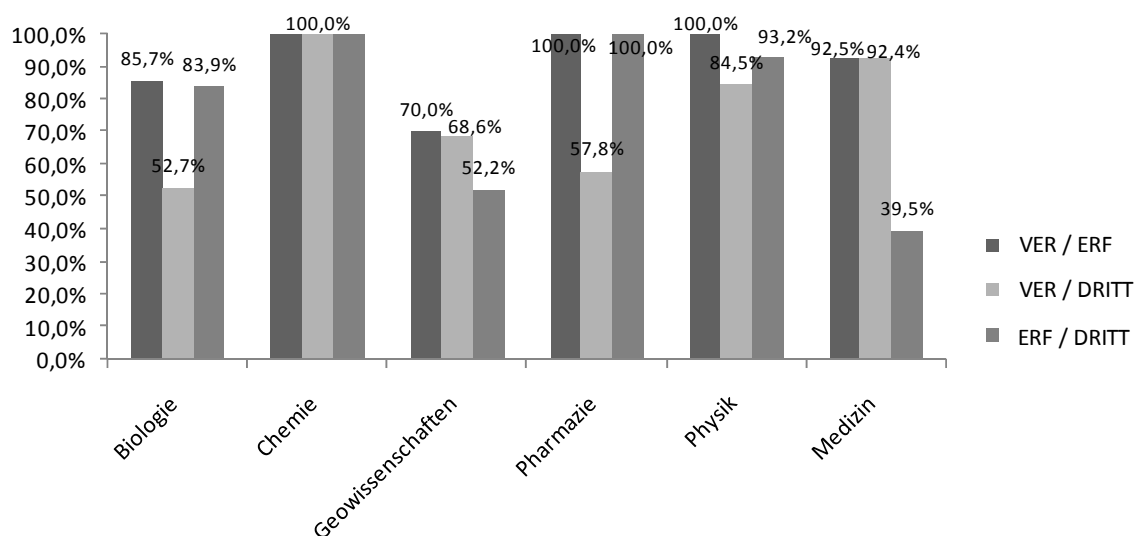


Der Fachbereich Maschinenbau ist bspw. nur in der Faktor-Kombination Veröffentlichungen und Erfindungsmeldungen nicht maximal effizient. Eine Erhöhung dieser beiden Output-Größen wäre demnach effizienzsteigernd. Der Fachbereich Bauingenieurwesen weist ganz unterschiedliche Effizienzen auf. So würde eine Effizienzsteigerung für die Output-Faktoren Veröffentlichungen und Erfindungsmeldungen jedoch am effektivsten sein. Eindeutig ist der Fachbereich Biologie in jeder Faktor-Kombination im Vergleich zu den anderen ineffizient. Hier scheinen die Potenziale, mehr zu veröffentlichen, mehr zu erfinden oder mehr Drittmittel einzuwerben, sehr hoch zu sein. Der Fachbereich Physik hat sehr gute Werte bei den Veröffentlichungen, was bei der Kombination mit Drittmittelannahmen eine Effizienz von 88,4 % und mit Erfindungsmeldungen von 87,8 % ergibt. Eindeutig müssen jedoch die Erfindungsmeldungen und die Drittmittelannahmen bei einer Effizienz von gerade mal 35,4 % gesteigert werden. Der Fachbereich Elektrotechnik ist auch nach der Analyse von drei Output-Indikatoren innerhalb der TU Darmstadt zu 100 % effizient.

3.4.2 Innovationspotenziale an der Universität Frankfurt

Im Folgenden wird für die Berechnung der Innovationspotenziale an den jeweiligen Universitäten die graphische Darstellung der DEA-Methode nicht mehr gezeigt. Die Ergebnisse beruhen jedoch auf jeweils drei Abbildungen der Output-Relationen pro Universität. Die Berechnungen der Effizienz-Werte werden analog, wie es für die TU Darmstadt dargestellt wurde, ermittelt. In Abb. 5 sind alle Effizienz-Werte der betrachteten Fachbereiche aufgelistet.

Abb. 5: Effizienz-Score ausgewählter Fachbereiche der Universität Frankfurt



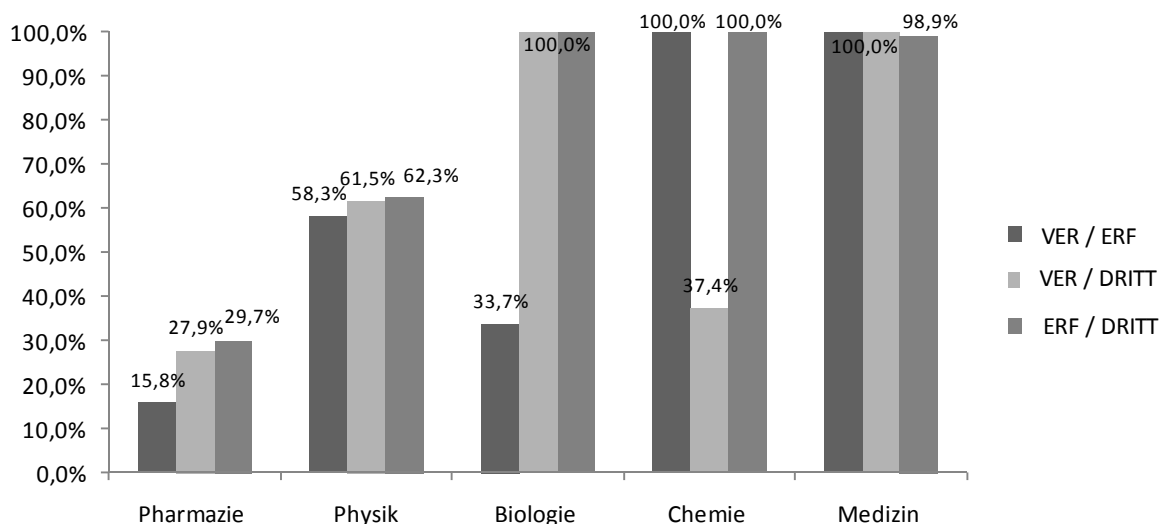
Es zeigt sich, dass der Fachbereich Chemie nach allen Output-Kriterien zu 100 % effizient ist. Auch die Pharmazeuten sind in zwei Output-Kombinationen maximal effizient, haben jedoch Potenzial zur Verbesserung bei Veröffentlichungen und Drittmitteleinnahmen, die mit 57,8 % einige Defizite aufweisen. Bei dem Fachbereich Biologie zeigen sich die höchsten Ineffizienzen bei den Veröffentlichungen und Drittmitteleinnahmen. Jedoch auch die Erfindungsmeldungen zeigen Potenziale zur Verbesserung auf. Der Fachbereich Physik ist in der Output-Kombination Veröffentlichungen und Erfindungen zu 100 % effizient, auch wenn er in beiden Indikatoren nie den Höchstwert aufweisen kann. Für eine Effizienzsteigerung würde nur die Erhöhung der Drittmitteleinnahmen ausreichen. Aufgrund hoher Werte bei den Veröffentlichungen kann der Fachbereich Medizin in zwei Output-Kombinationen Effizienzen von über 90 % aufweisen. Die Indikatoren Drittmitteleinnahmen und Erfindungsmeldungen zeigen, dass diese in ihrer Effizienz gesteigert werden können. Mit einem Effizienz-Score von gerade mal 39,5 % sind die Potenziale zur Verbesserung hoch. Der Fachbereich Geowissenschaften kann in allen Output-Kombinationen nur niedrige Effizienz-Werte aufweisen. Im Vergleich zu den anderen Fachbereichen sind besonders die Kombination von Veröffentlichungen und Erfindungsmeldungen niedrig, auch wenn diese den höchsten Effizienz-Score für die Geowissenschaftler liefern. Die Erfindungsmeldungen

sind im direkten Vergleich zu den anderen am niedrigsten und bergen somit die höchste Potenziale zur Effizienzsteigerung.

3.4.3 Innovationspotenziale an der Universität Marburg

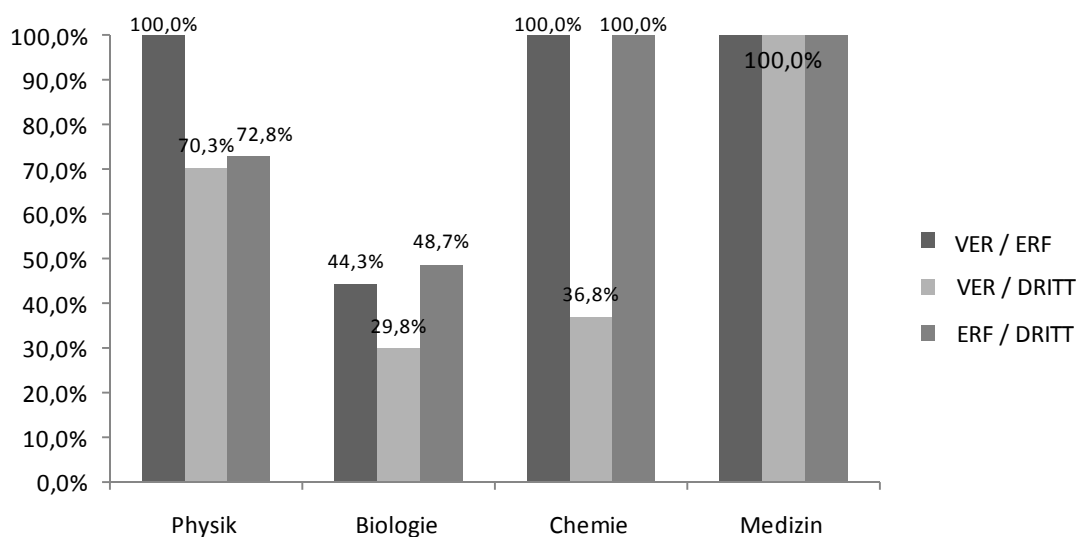
Die Ergebnisse der Berechnung von Innovationspotenzialen anhand der DEA-Methode an der Universität Marburg sind in Abb. 6 dargestellt. Die Gegenüberstellung der Output-Kombinationen zeigt, dass der Fachbereich Medizin aufgrund der hohen Anzahl an Veröffentlichungen pro Mitarbeiter in zwei Output-Kombinationen zu 100 % effizient ist. Der Fachbereich Chemie hat die meisten Erfindungsmeldungen pro Mitarbeiter und weist in zwei Faktorkombinationen eine Effizienz von 100 % auf. Der niedrige Effizienz-Score von 37,4 % in der anderen Output-Kombination zeigt jedoch, dass die Drittmiteinnahmen sowie die Zahl der Veröffentlichungen Potenziale zur Verbesserung haben. Die Biologen haben die höchsten Drittmiteinnahmen und sind daher in zwei Output-Kombinationen zu 100 % effizient. Der Marburger Fachbereich Physik scheint in allen Indikatoren Potenziale für eine Verbesserung aufzuweisen, wobei die Anzahl der Veröffentlichungen und die Drittmiteinnahmen besonders ineffizient sind. Die Pharmazeuten erreichen, ähnlich wie die Physiker, in keiner Faktorkombination eine Effizienz von 100 %. Die Output-Faktoren Erfindungsmeldungen und Drittmiteinnahmen sind sogar nur zu 15,8 % effizient und haben Steigerungspotenzial.

Abb. 6: Effizienz-Score ausgewählter Fachbereiche der Universität Marburg



3.4.4 Innovationspotenziale an der Universität Gießen

Die Effizienz-Werte der drei Faktor-Kombinationen für die ausgewählten Fachbereiche der Universität Gießen sind in Abb. 7 dargestellt.

Abb. 7: Effizienz-Score ausgewählter Fachbereiche der Universität Gießen

Der Fachbereich Medizin ist bei den Innovationsindikatoren Veröffentlichungen und Drittmitteleinnahmen führend und somit in allen Kombinationen zu 100 % effizient. Die Chemiker können sehr hohe Werte bei den Erfindungsmeldungen aufweisen und sind daher bei zwei Output-Relationen maximal effizient. Die Biologen erreichen in keiner Output-Kombination einen Effizienz-Wert, der über 50 % liegt. Es besteht somit Bedarf, alle Output-Werte zu steigern. Die Physiker sollten besonders die Drittmitteleinnahmen steigern, bei der Kombination Erfindungen und Veröffentlichungen gibt es jedoch eine 100 % Effizienz.

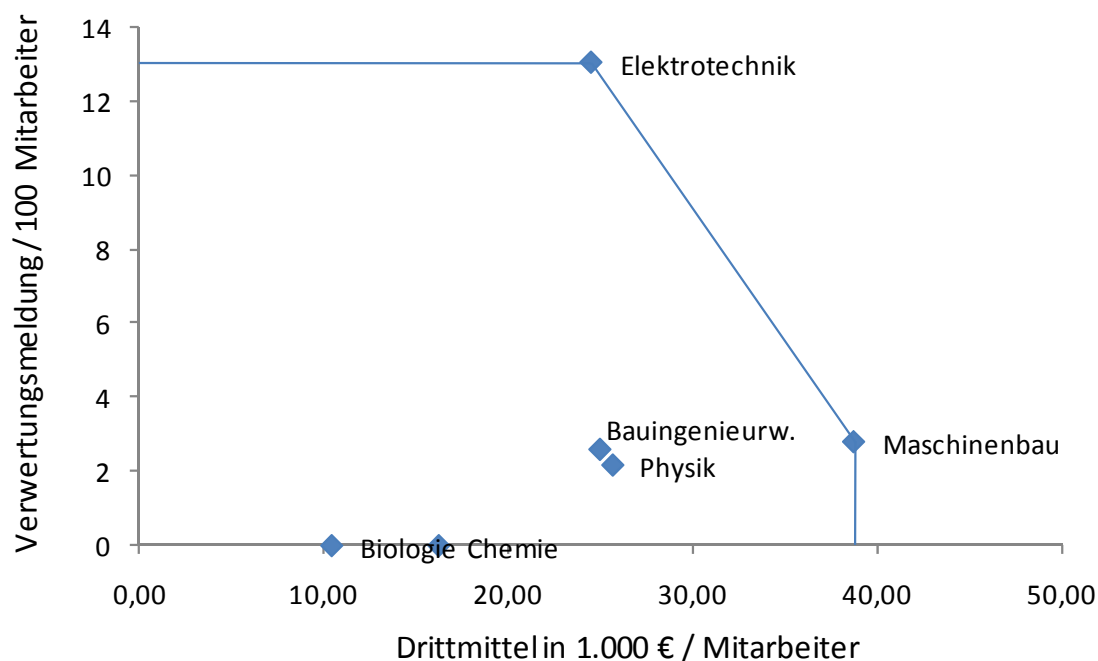
3.4.5 Innovationspotenziale an der Universität Kassel

Die Effizienz-Berechnungen der Fachbereiche an der Universität Kassel beschränken sich, aufgrund fehlender Daten über Veröffentlichungen, auf Drittmitteleinnahmen und Verwertungsmeldungen. Letzterer Indikator kann im Gegensatz zu den Erfindungsmeldungen sogar den konkreten Innovationserfolg widerspiegeln. In Abb. 8 sind die Fachbereiche aus Kassel auf Basis der DEA-Anwendung dargestellt.

Die Maschinenbauer sind aufgrund sehr hoher Drittmitteleinnahmen und die Elektrotechniker aufgrund hoher Verwertungsabschlüsse die effizientesten. Sie beschreiben daher den Effizienzrand, der Berechnungsgrundlage für die Ermittlung der Effizienzen der anderen Fachbereiche ist. Demnach kann der Fachbereich Bauingenieurwesen einen Effizienz-Score von 67,1 % aufweisen und der Fachbereich Physik einen Score von 67,4 %. Eher niedrigere Werte haben die Fachbereiche Chemie mit 41,9 % und Biologie mit 27 %. Geht man davon aus, dass in den letztgenannten Fachbereichen keine Patent-Verwertungsabschlüsse entstehen können, müssen vor allem die Drittmitteleinnahmen gesteigert werden. Der Vergleich

verschiedener Output-Kombinationen für die Fachbereiche der Universität Kassel kann aufgrund mangelnder Datenlage nicht dargestellt werden.

Abb. 8: Output-Effizienz ausgewählter Fachbereiche der Universität Kassel



3.4.6 Einschränkungen der Ergebnisse

Die Ergebnisse des Vergleichs der verschiedenen Fachbereiche innerhalb der Universitäten sind mit Vorsicht zu interpretieren. Die DEA-Methode geht davon aus, dass die Strukturen in allen Fachbereichen homogen sind.³⁴ Somit würde ein Fachbereich Chemie bspw. die gleichen Möglichkeiten haben zu veröffentlichen oder zu erfinden wie der Fachbereich Physik oder Maschinenbau. Diese Annahme ist jedoch aufgrund sehr komplexer und unterschiedlicher Strukturen in den einzelnen Disziplinen nicht unbedingt gegeben und muss jeweils überprüft werden. Die gezielte Auswahl von relevanten Fachbereichen, in denen die drei Output-Faktoren am ehesten ähnliche Neigungen aufzeigen, kann diesen Effekt nicht angemessen bereinigen. Auf der anderen Seite ermöglicht die Betrachtung von zwei Faktoren, dass Fachbereiche, trotz niedriger oder sogar fehlender Werte bei einem Indikator, aufgrund hoher Werte im zweiten Indikator zu 100 % effizient sein können.

³⁴ Vgl. Brüggemann/Bauer (2008), S. 1-2 ; Cooper/Seinford/Tone (1999), S. 8-9.

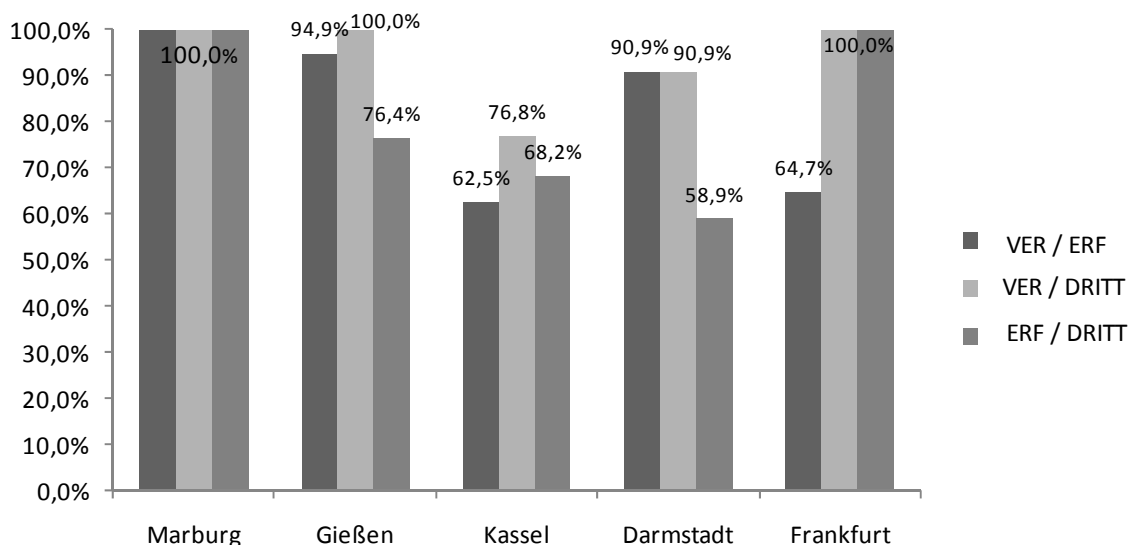
3.5 Vergleichende Analyse zwischen hessischen Universitäten

Die Analyse gleicher Disziplinen aus verschiedenen Universitäten lässt aufgrund homogenerer Interessen und Forschungsziele einen besseren Vergleich der DMUs anhand der ausgewählten Indikatoren zu. Zudem ist es wichtig, dass sich Universitäten nicht nur innerhalb der eigenen Strukturen messen. Gerade bei der Mittelvergabe stehen Universitäten in Konkurrenz zueinander.³⁵ Gelder werden oft auf Landesebene verteilt. Ein Vergleich der fünf hessischen Universitäten kann demnach aussagekräftige Ergebnisse liefern. Einschränkend ist anzumerken, dass die Quellen, in denen die Daten über die Universitäten erhoben wurden, z. T. unterschiedlich sind und ein Vergleich nach allen Output-Faktoren daher nicht möglich war. Desweiteren haben die Universitäten verschiedene Schwerpunkte und Disziplinen. So sind die Universitäten in Darmstadt und Kassel eher technisch ausgelegt. In Gießen, Marburg und Frankfurt gibt es dagegen große medizinische Fachbereiche. Der Vergleich der Universitäten bleibt deshalb auf ausgewählte Fachbereiche beschränkt.

3.5.1 Vergleich der hessischen Physik-Fachbereiche

Die Physik als Disziplin ist an allen Universitäten vorhanden und lässt sich daher gut vergleichen. In Abb. 9 sind die Effizienz-Werte für alle drei Output-Kombinationen der jeweiligen Physik Fachbereiche der Universitäten dargestellt. Die Physiker aus Marburg haben in allen Output-Relationen eine Effizienz von 100 %. Interessant sind diese Werte besonders dann, wenn man sie mit den Zahlen aus Abb. 6 vergleicht. Innerhalb der Universität Marburg kann demnach der Fachbereich Physik nie eine Effizienz von 100 % aufweisen, im Vergleich zu den anderen Physik-Fachbereichen jedoch durchweg. Diese Erkenntnis zeigt, dass der Vergleich von Output-Faktoren innerhalb einer Universität in seiner Aussagekraft beschränkt ist. Aufgrund von Strukturunterschieden wäre es möglich, dass der Marburger Fachbereich Physik, auch innerhalb der Universität, anhand der betrachteten Output-Faktoren seine Effizienz nicht steigern kann. Auch bei den Effizienz-Score Ergebnissen der Frankfurter Physiker ist ein Vergleich der Werte aus Abb. 5 und Abb. 9 interessant. Im inneruniversitären Vergleich sind die Physiker in Frankfurt nur in der Faktorkombination Veröffentlichungen und Erfindungsmeldungen zu 100 % effizient. In genau dieser Kombination kann jedoch im Physik-Vergleich keine optimale Effizienz erbracht werden.

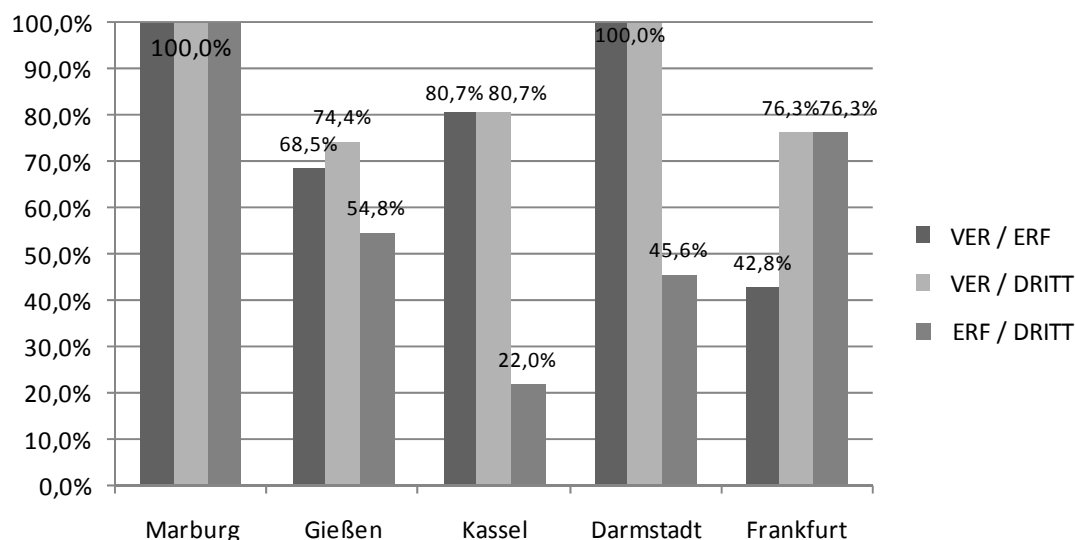
³⁵ Vgl. Schmoch (2003b), S. 382.

Abb. 9: Effizienz-Score der Physik Fachbereiche in Hessen

Auch wenn die unterschiedlichen Ergebnisse widersprüchlich erscheinen, so ist die Betrachtung innerhalb eines bestimmten Rahmens oder einer Institution durchaus sinnvoll. Die Effizienzwerte sind immer nur innerhalb des Betrachtungsrahmens vergleichend zu werten. Somit könnte es bei der Überlegung zu Effizienzsteigerungsmaßnahmen, je nach Ausmaß des betrachteten Rahmens, unterschiedliche Zielvorstellungen geben. Eine Best-Practice Methode ist also für jeden Zusammenhang neu zu beschreiben und anzuwenden.

3.5.2 Vergleich der hessischen Biologie-Fachbereiche

Der Fachbereich Biologie eignet sich ebenfalls für eine vergleichende Analyse zwischen den Universitäten in Hessen. Abb. 10 verdeutlicht, dass die Marburger Biologen nach allen Output-Kombinationen zu 100 % effizient sind. Dies liegt besonders an den Spitzenwerten bei den Drittmitteleinnahmen und Erfindungsmeldungen. Im universitätsinternen Vergleich weisen die Biologen nur in zwei Output-Kombinationen maximale Effizienz auf, da die Veröffentlichungen und Erfindungsmeldungen anderer Marburger Fachbereiche größer waren (Abb. 6). Die Biologen aus Darmstadt können aufgrund einer hohen Anzahl von Veröffentlichungen pro Mitarbeiter in zwei Output-Kombinationen maximale Effizienz aufweisen. Im Vergleich mit den anderen Fachbereichen aus Darmstadt konnte im Gegensatz nie ein höherer Effizienz-Wert erreicht werden (Abb. 4).

Abb. 10: Effizienz-Score der Biologie Fachbereiche in Hessen

3.5.3 Stabilität der Datenbasis

Die DEA-Anwendung kann die Effizienz-Werte der einzelnen Fachbereiche anschaulich widerspiegeln. Diese können jedoch nie als absolute Werte interpretiert werden, da sie nur innerhalb der betrachteten Gruppe gelten. Die Positionierung innerhalb der Betrachtungsgruppe kann zudem aufschlussreiche Hinweise auf Maßnahmen zur Effizienzsteigerung liefern. Geht man von weitestgehend homogenen Strukturen aus, so spiegeln die Ineffizienzen der Fachbereiche auch gleichzeitig das zu nutzende Innovationspotenzial wider.

Die berechneten Effizienzen beschränken sich auf den Input-Faktor Mitarbeiter sowie auf die drei betrachteten Output-Faktoren Veröffentlichungen, Drittmiteinnahmen und Erfindungsmeldungen. Für eine umfangreiche DEA-Analyse sollten weitere Output-Größen herangezogen werden. Diese könnten die Anzahl von Promotionen, die Anzahl von Ausgründungen / Start-Ups, Patentanmeldungen, Verwertungsleistungen oder auch Zahlen über Vorträge, Diskussionspapiere oder andere, bisher nicht betrachtete Veröffentlichungen beinhalten. Eine maximale Vielfältigkeit von Forschungsleistungen würde auch die unterschiedlichen Strukturen der jeweiligen Disziplinen besser berücksichtigen können. Außerdem könnten die Output-Relationen erweitert werden, indem man nicht nur einen Input-Faktor für vergleichende Analysen verwendet. Zudem wäre eine Gewichtung der Output-Faktoren sinnvoll. Diese könnte zum Beispiel von einer Expertenkommission oder einem Beirat der Universität bestimmt werden. Ein solches Modell verfolgt die Wirtschaftsuniversität Wien seit ein paar Jahren. Dort werden Forschungs- und Lehrleistungen anhand der DEA-Methode berechnet. Die Auswahl sowie Gewichtung der zu berechnenden Faktoren werden von einem gewählten

Forschungsbeirat durchgeführt. Anhand der Gewichtung des jeweiligen Outputs können somit auch quantitative oder strategische Forschungsziele verfolgt werden.³⁶

Desweiteren sollten nicht nur aktuelle Werte in der Effizienz-Analyse verwendet werden, sondern auch Berechnungen auf Grundlage vergangener Werte. Zum einen kann die Entwicklung von Effizienz-Werten Aufschluss über Forschungs-Tendenzen geben. Zum anderen könnte aufgrund von historischen Daten die Annahmen über lineare Effizienz Steigerungen realistischer beschrieben werden. Mit Berücksichtigung der zeitlichen Komponente wäre es auch möglich, Innovationsleistungen zu erfassen, die einen Zeitverzug aufweisen. Eine Patentanmeldung oder sogar eine Verwertungsleistung entsteht beispielsweise oft auf Basis von Forschungsprojekten, die mehrere Jahre zurück liegen. Ein genauer Bezug früherer Forschungsleistungen auf aktuelle Patent- oder Verwertungserfolge wäre so möglich.

3.6 Anwendungsbereich der DEA-Ergebnisse

Auch wenn die Ergebnisse aus der DEA-Analyse noch Potenzial zur Erweiterung und Präzisierung aufweisen, haben sie jedoch bereits eine relevante Aussagekraft für bestimmte Entscheidungsträger. Zielgruppen für die Ergebnisse solcher Analysen sind die Leitungsgremien der Universitäten, Dekane der Fachbereiche sowie örtliche Transferstellen und Verwertungsagenturen oder auch Drittmittelvergabestellen auf Landes-, Bundes- und Europaebene.

Leitungsgremien oder Dekanen hessischer Universitäten ist es mit Hilfe der Ergebnisse möglich, die Effizienz-Potenziale der verschiedenen Fachbereiche innerhalb der Universität zu identifizieren. Je nach Zielvorstellung der Universität muss entschieden werden, welche Fachbereiche gefördert werden sollen und welches Wunschergebnis einer Effizienz sinnvoll wäre. Des weitem kann das Modell auch die Forschungs-Orientierung der jeweiligen Fachbereiche aufzeigen. Stimmen diese Orientierungen nicht mit den Forschungszielen der Universitäten oder Fachbereiche überein, so ist es möglich, gezielt einzuschreiten. Durch die Schaffung von Anreizen zur Steigerung eines bestimmten Faktors, oder die bedingte Vergabe von Fördermitteln, kann direkt Einfluss auf die Forschungsrichtung der jeweiligen Disziplinen genommen werden. Die Wirkung dieser Maßnahmen könnte in einem weiteren Schritt ebenfalls anhand einer DEA-Analyse berechnet werden. Die Verwendung der DEA-Ergebnisse als direkte Orientierung einer Vergabe von Fördermitteln zu nutzen, scheint jedoch nicht immer sinnvoll und sollte strategische bewertet werden. Man würde bspw. bei einer ausschließlichen Förderung ineffizienter Fachbereiche keine Anreize für eine eigenständige Effizienzsteigerung schaffen. Die Vergabe der Mittel sollte hingegen nur als Anreiz für gewisse Effizienzsteigerung vergeben werden. Die Ergebnisse aus der Datenanalyse

³⁶ Vgl. Luptacik (2003), S. 72.

lassen jedoch eine differenzierte Förderung zu. Empfehlenswert wäre es, Fachbereiche nach ihren Effizienzwerten unterschiedlich zu fördern. Der Unterschied sollte sich jedoch nicht nur auf die Höhe der Fördergelder, sondern auch auf den Einsatz der Gelder beziehen. Fachbereiche, die etwa Effizienz-Werte unterhalb von 80 % aufweisen, erhalten nur Mittel für „effizienzsteigernde Förderungen“. Diese könnten sich direkt auf die Effizienz-Steigerung bestimmter Output-Faktoren beziehen. Jene Fachbereiche würden beispielsweise Schulungen zu Möglichkeiten der Patentierung und Veröffentlichung bekommen oder bei Anträgen für Drittmittelprojekte Unterstützung erhalten. Fachbereiche, die hingegen höhere Effizienz-Werte aufweisen, würden „innovationssteigernde Förderungen“ erhalten, die für die Finanzierung von Mitarbeitern, Apparaturen, Werkstätten oder Laboren eingesetzt werden können. Somit hätten ineffiziente Fachbereiche große Anreize ihre Effizienz zu steigern und effiziente Fachbereiche große Anreize ihre Effizienz-Werte zu halten.

Die Effizienzwerte der Fachbereiche könnten jedoch auch für universitäre Einrichtungen wie Transferstellen relevant sein. Die Expertenkommission für Forschung und Innovation (EFI) betonte in ihrem 2009 veröffentlichten Gutachten, dass besonders die Transferstellen in ihrer Tätigkeit zur Schaffung von Anreizen zur innovativen Forschung weiter unterstützt werden sollten. Die Aufgaben der Stellen bestehen insbesondere darin, die Zusammenarbeit zwischen Universität und Wirtschaft zu fördern.³⁷ Der Output-Faktor Drittmittelleinnahmen gibt Aufschluss über den Grad der Zusammenarbeit mit der Wirtschaft. Jedoch sind auch Erfindungsmeldungen und Veröffentlichungen Indikatoren für das Potenzial des Know-How-Austausches zwischen Universitäten und Industrie. Transferstellen sollten auf Basis der Ergebnisse Ineffizienzen identifizieren, um mögliche Potenziale zur Output-Steigerung und somit zur Transfersteigerung nutzen zu können.

Auch für externe Interessensgruppen sind die vorliegenden Ergebnisse interessant. Verwertungsagenturen sind in Hessen bspw. den Hochschulen direkt zugeordnet. Die Effizienz von Erfindungsmeldungen zeigt auch indirekt die Leistung der Verwertungsagenturen an. Des Weiteren können auch an dieser Stelle Potenziale identifiziert werden, die eine Erhöhung der Outputs zulassen würden.

Die DEA-Ergebnisse eignen sich ebenfalls als Performanceindikator. Dritte Stellen, die Mittel an Hochschulen vergeben wollen, könnten z. B. berechnen, wie effizient die weitere Finanzierung von Mitarbeitern ist. Mittel würden demnach nicht an ineffiziente, sondern an besonders effiziente Fachbereiche vergeben, da diese den Input effizienter nutzen und höhere Forschungsleistungen erbringen. Je nach Ziel des Forschungsprojektes könnte auch die Orientierung an bestimmten Output-Faktoren mit in die Entscheidung einbezogen werden.

³⁷ Vgl. EFI (2009), S. 43.

4. Erhebung der Forschungsziele hessischer Wissenschaftler

Nachdem die Innovationpotenziale relevanter Fachbereiche an den fünf hessischen Universitäten berechnet wurden, soll die persönliche Befragung nun die Forschungsziele der Wissenschaftler aufzeigen. Die DEA-Methode aus dem vorherigen Kapitel hat anschauliche Ergebnisse über die Effizienz der Forschungsleistung geliefert. Mögliche Gründe für die unterschiedlichen Positionierungen der Disziplinen im direkten Vergleich konnte die Analyse jedoch nicht liefern. Die Befragung soll das Forschungsinteresse der Wissenschaftler darstellen und Gründe für das Entstehen bestimmter Forschungsleistungen aufzeigen.

4.1 Methodik der Befragung

Die Befragung der Wissenschaftler an den hessischen Universitäten erfolgte über einen Online Fragebogen mit 21 Fragen. Der Fragebogen untergliedert sich in drei Themenfelder. Im ersten Teil sollten die Wissenschaftler Angaben über ihre Tätigkeit an der Universität machen. So konnten die Befragten nach Universität, Fachbereich und Beschäftigungsstatus differenziert werden. Das zweite Themenfeld befragte die Teilnehmer nach den Zielen ihrer Forschung und den Formen der Verwertung ihrer Forschungsleistungen. Im letzten Teil wurden Fragen über die Möglichkeiten der Patentierung von Forschungsergebnissen gestellt. Die Fragen hatten vorgefertigte Antwortmöglichkeiten, bei denen Einfach- und Mehrfachnennungen möglich waren oder Antworten in ein Ranking gesetzt werden sollten. Bei den Fragen zur Forschungsleistung konnten auch konkrete Werte eingetragen werden. Zudem konnten die Teilnehmer zu ausgewählten Fragen ihre Antworten kommentieren. Inhaltlich wurde der Fragebogen vor der Versendung mit ausgewählten Wissenschaftlern der Universität Marburg, den Mitarbeitern aus Transferstellen und Verwertungsagenturen sowie mit dem Referat für Patentpolitik des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie abgestimmt.

Da der Fragebogen über ein Online-Formular abrufbar war, konnten die relevanten Wissenschaftler per E-Mail kontaktiert werden. Zielgruppe waren die in Kapitel 3 identifizierten Fachbereiche der Universitäten in Darmstadt, Frankfurt, Gießen, Kassel und Marburg (siehe Anhang). In Zusammenarbeit mit den jeweiligen Transferstellen der Universitäten wurden die E-Mails über Verteiler an die ausgewählten Wissenschaftler verschickt. Zudem wurden die Dekanate angeschrieben und um Unterstützung und Befürwortung der Umfrage gebeten. Aufgrund des unterschiedlichen Umfangs der genutzten Verteiler wurden Wissenschaftler auch direkt angeschrieben. Der Online-Fragebogen war über den per E-Mail mitgeschickten Link erreichbar. Der Fragebogen war über zwei Monate im Sommer/Herbst 2009 „aktiv“. Geht man davon aus, dass alle Wissenschaftler der relevanten Fachbereiche kontaktiert wurden, so ergibt dies eine Grundgesamtheit von 6.373 angeschriebenen Personen. Im Ganzen

beteiligten sich 453 Wissenschaftler an der Befragung, was eine Rücklaufquote von 7,1 % ergibt. Abb. 11 zeigt die Rückläufe aus den einzelnen Fachbereichen.

Abb. 11: Rücklauf der Umfrage aufgeteilt nach Universität, Beschäftigungsstatus und Fachbereich³⁸

Universität / Fachbereich (FB)	Darmstadt		Frankfurt		Gießen		Kassel		Marburg		Gesamt	Quote
	Wiss.- Mit.	Prof.	Wiss.- Mit.	Prof.	Wiss.- Mit.	Prof.	Wiss.- Mit.	Prof.	Wiss.- Mit.	Prof.		
Biologie	5	1	8	2	6	4	2	2	11	10	51	9,1%
Chemie	2	1	2	0	9	4	1	0	17	2	38	6,0%
Medizin	X	X	14	4	12	5	X	X	32	15	82	4,7%
Pharmazie	X	X	3	4	X	X	X	X	8	2	17	9,2%
Physik	0	2	7	1	0	2	4	2	1	1	20	3,5%
Mathematik	8	2	1	0	1	2	1	1	0	2	18	7,7%
Informatik	6	0	1	1	0	1	3	0	2	1	15	4,9%
Elektrotechnik	34	1	X	X	X	X	12	3	X	X	50	15,2%
Maschinenbau	38	2	X	X	X	X	18	5	X	X	63	12,9%
Bauingenieurwesen	22	5	X	X	X	X	6	1	X	X	34	14,1%
Zwischenergebnis											388	
nicht zugeordnet											16	
Sonstige (FB)	6	3	4	1	8	6	11	3	5	2	49	
Gesamt	121	17	40	13	36	24	58	17	76	35	453	7,1%
Quote	8,1%	8,2%	2,2%	5,0%	4,3%	15,5%	9,9%	9,2%	9,5%	24,8%	7,1%	

Da im ersten Teil der Umfrage die Wissenschaftler nach ihrer Universität, Fachbereich und Beschäftigungsstatus befragt wurden, konnten die Rückläufe genau zugeordnet werden. 16 Teilnehmer ließen sich aufgrund mangelnder Angaben nicht einordnen. Unter „Sonstige (FB)“ wurden Teilnehmer zusammengefasst, die entweder keinen Fachbereich angegeben haben oder aus den Bereichen Architektur, Agrarwissenschaften, Geographie, Geowissenschaften, Kunstwissenschaften oder Veterinärmedizin stammen. Diese Fachbereiche hatten einen zu geringen Rücklauf, um in die Analyse aufgenommen zu werden. Die Stichprobe aus in den relevanten Fachbereichen beschränkt sich so auf 388 Antworten. Die Rücklaufquoten je Disziplin wurden auf Grundlage der absoluten Beschäftigungszahlen von Professoren und Wissenschaftlichen Mitarbeitern für die jeweiligen Fachbereiche berechnet (siehe Anhang).

4.2 Auswertung der Befragung

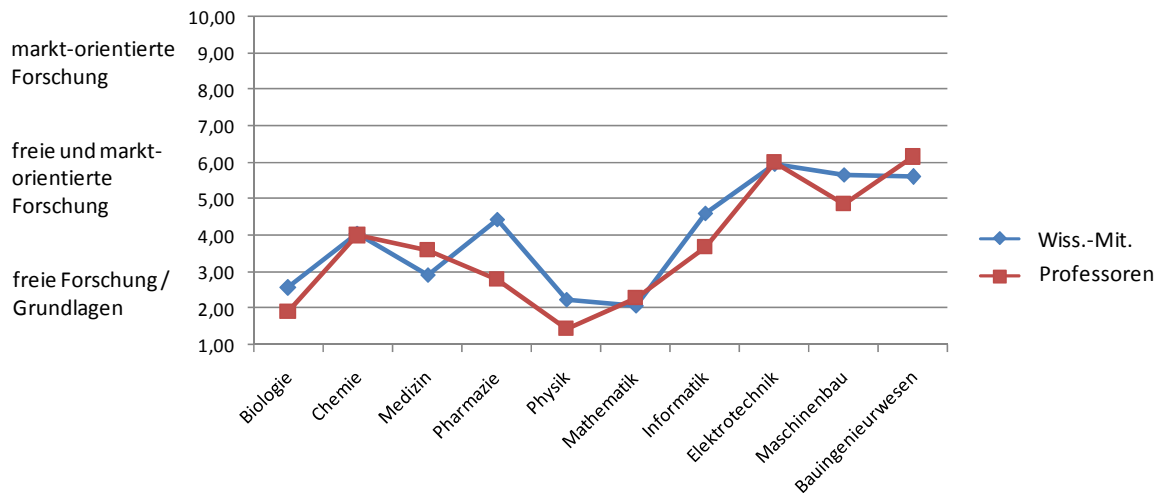
4.2.1 Forschungsorientierung hessischer Wissenschaftler

Um die Effizienz-Werte der Forschungsdisziplinen besser einschätzen und begründen zu können, wurde die grundlegende Forschungsorientierung hessischer Wissenschaftler unter-

³⁸ X = Fachbereich an der Universität nicht vorhanden.

sucht. Die erste Frage zielte auf den Grad der Anwendungsorientierung von Forschung in den einzelnen Fachbereichen ab. Abb. 12 zeigt die unterschiedlichen Forschungsorientierungen der Fachbereiche, aufgeteilt nach Professoren und Wissenschaftlichen Mitarbeitern.

Abb. 12: Wie bewerten Sie Ihre Forschungstätigkeiten hinsichtlich einer Marktorientierung?



Offensichtlich scheint zunächst, dass keiner der untersuchten Fachbereiche seine Forschung als marktorientiert einschätzt. Dieses Ergebnis passt zu der allgemeinen Annahme, dass universitäre Forschung in ihrer grundlegenden Orientierung komplementär zu angewandter Industrieforschung betrieben wird.³⁹ Eindeutige Unterschiede zeigen sich zwischen den naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen. Erstere betreiben eher freie Grundlagenforschung, letztere haben auch anwendungsorientierte Themen. Professoren des Fachbereichs Biologie betreiben Forschung mit einem Anwendungsgrad von 1,9, (Professoren), Physiker erreichen sogar nur einen Wert von 1,4. Auch Chemiker, Mediziner, Pharmazeuten und Mathematiker betreiben eher grundlegende Forschung und haben einen Anwendungsgrad, der nie höher als 4 beträgt (Professoren).

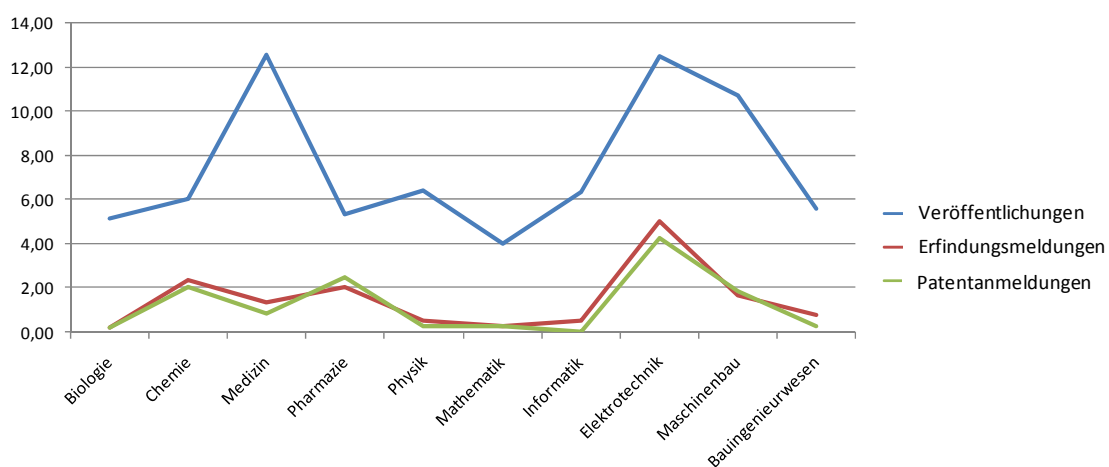
In der Unterscheidung zwischen Professoren und Wissenschaftlichen Mitarbeitern sehen letztere eine tendenziell höhere Anwendungsorientierung ihrer Forschung. Dies könnte an den unterschiedlichen Blickwinkeln liegen. Wissenschaftliche Mitarbeiter haben meist eine zeitlich sowie inhaltlich begrenztere Perspektive als Professoren und könnten daher die Anwendbarkeit der Forschungsergebnisse anders bewerten. Ein weiterer Grund könnte auch die unterschiedliche Auffassung von Forschungszielen sein, welche sich in der jüngeren Generation von Wissenschaftlern mehr an Marktlösungen orientiert. Da einige Wissenschaftliche Mitarbeiter die Professoren von morgen sind, könnte dies auch wegweisend für die zukünftige Entwicklung der Forschung sein. Einzige Ausnahme in den naturwissenschaftlichen

³⁹ Vgl. Schmoch (2003b), S. 379 f.

Disziplinen sind die Mediziner, bei denen die Professoren eine höhere Marktorientierung sehen. Die Professoren der ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen haben einen Anwendungsgrad von 6 bei Elektrotechnik, 4,86 bei Maschinenbau und 6,16 im Bauingenieurwesen. Informatik als Disziplin zwischen den Natur- und Ingenieurwissenschaften hat auch einen in der Höhe mittleren Grad von 3,67 bei den Professoren. Der Anwendungsgrad scheint auch bei diesen Fachbereichen von Wissenschaftlichen Mitarbeitern als höher eingeschätzt zu werden. Eine Ausnahme bildet das Bauingenieurwesen.

Bei der Datenauswertung zu den Ergebnissen der Forschung fanden nur die Antworten der Befragungsteilnehmer Berücksichtigung, die als Beschäftigungsstatus Professoren oder Institutsleiter angegeben haben (n=106). Da die Frage sich auf die Forschungsergebnisse in dem Verantwortungsbereich des Befragten beziehen, haben die Ergebnisse trotzdem Anspruch auf Vollständigkeit. Abb. 13 zeigt die Forschungsergebnisse in Form von Veröffentlichungen, Erfindungsmeldungen und Patentmeldungen je Fachbereich in 2008. Bei den Ingenieurwissenschaften scheint es einen Zusammenhang zwischen Erfindungsmeldungen und Veröffentlichungen zu geben, die Naturwissenschaften zeigen jedoch unterschiedliche Proportionen. Den höchsten Wert bei Veröffentlichungen können die Mediziner aufweisen, die im Schnitt knapp über 12 Publikationen in 2008 pro Verantwortungsbereich eines Professors vorweisen. Demgegenüber steht ein geringer Wert bei Erfindungsmeldungen von 1,31 und Patentmeldungen von 0,83. Grund für diese Werte könnte vor allem der Zusammenhang von Forschungsgeldern und Publikationen sein. Die Mittelvergabe geschieht bei Medizinern auf Basis der Anzahl von Veröffentlichungen. Die Anreize zu Veröffentlichungen sind somit im Gegensatz zu anderen Verwertungszielen als höher einzuschätzen.⁴⁰

Abb. 13: Durchschnittliche Forschungsleistungen von Professoren pro Fachbereich in 2008 (n=106)



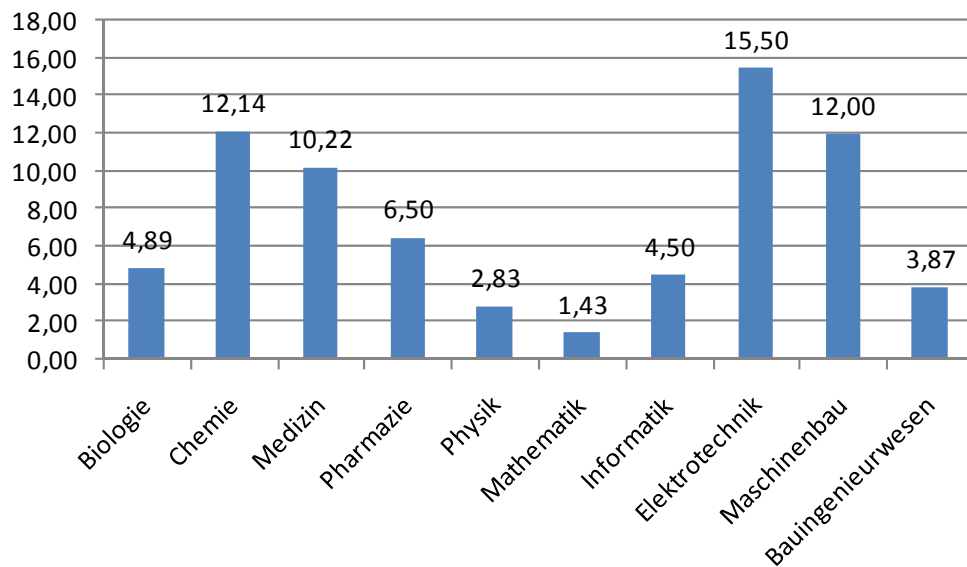
⁴⁰ Vgl. Universitätsbibliothek Marburg (interne Informationen).

Hinsichtlich der Patentrelevanz weisen die Fachbereiche Chemie mit 2, Pharmazie mit 2,5, Elektrotechnik mit 4,25 und Maschinenbau mit 1,82 Patentmeldungen in 2008 pro Verantwortungsbereich eines Professors die höchsten Werte auf. Die beiden letztgenannten weisen zudem hohe Werte bei Veröffentlichungen auf. Die Fachbereiche Biologie, Physik, Mathematik, Informatik und Bauingenieurwesen haben sehr niedrige Werte bei Erfindungsmeldungen und Patentmeldungen in 2008. Die Informatiker weisen gar keine Patentanmeldungen auf.

Ein Vergleich der Forschungsorientierung aus Abb. 12 mit den Forschungsergebnissen aus Abb. 13 zeigt besonders bei den Patent- und Erfindungsmeldungen einen interessanten Zusammenhang. So können die anwendungsorientierten Fachbereiche Maschinenbau und Elektrotechnik mehr Patentmeldungen aufweisen als die eher grundlagenorientierten Fachbereiche Biologie, Physik und Mathematik. Die Zusammenhänge der dargestellten Ergebnisse sind jedoch mit Vorsicht zu betrachten. Wie das Beispiel der Mittelvergabe bei den Medizinern zeigt, ist der Einfluss auf die Forschungsergebnisse nicht nur auf die Anwendungsorientierung zurückzuführen. Auch äußere Einflüsse zur Unterstützung und Förderung von Forschungsergebnissen sind ausschlaggebend; diese können anhand der Umfrageergebnisse jedoch nicht mit in die Betrachtung aufgenommen werden. Patent- und Erfindungsmeldungen sind zwar ein Indikator für die Anwendbarkeit der Forschungsergebnisse, umgekehrt kann man jedoch aufgrund eines hohen Anwendungscharakters nicht zwingend auf die Möglichkeit der Patentierung schließen.

Die betrachteten Fachbereiche weisen nicht nur verschiedene Forschungsorientierungen auf, sondern sind auch durch strukturelle Unterschiede gekennzeichnet. Diese werden im Folgenden, gemessen an der Größe der jeweiligen Forschungs- und Arbeitsgruppen, analysiert. Abb. 14 zeigt die durchschnittliche Anzahl der Mitarbeiter eines Professors. Die ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen Elektrotechnik mit durchschnittlich 15,5 und Maschinenbau mit 12 Mitarbeitern haben die meisten Mitarbeiter je Arbeitsgruppe eines Professors. Bei den naturwissenschaftlichen Fachbereichen weisen die Chemiker mit durchschnittlich 12,14 Mitarbeitern, die Mediziner mit 10,22 und auch die Pharmazeuten mit 6,5 hohe Werte auf. Die Anzahl der Mitarbeiter gibt Aufschluss darüber, wie groß die Forschungsprojekte der jeweiligen Disziplinen sind. Lässt man die interdisziplinäre Forschung außer Acht, so verfolgen Fachbereiche der Mathematik mit im Schnitt 1,43 oder Physik mit 2,83 eher kleine Forschungsprojekte. Diese Annahme würde einen wichtigen strukturellen Unterschied über die Forschungstätigkeiten der jeweiligen Disziplinen aufzeigen. Forschungsergebnisse und die Möglichkeiten des Wissens- und Technologietransfers sollten immer auch im Rahmen der in Abb. 14 aufgezeigten Ergebnisse betrachtet werden.

Abb. 14: Durchschnittliche Anzahl der Mitarbeiter pro Arbeitsgruppe der befragten Professoren, aufgeteilt nach Fachbereichen in 2008 (n=106)



Die Anzahl der Mitarbeiter steht in einem direkten Zusammenhang zu den Drittmiteleinahmen eines Professors. Besonders bei einer großen Anzahl von Mitarbeitern werden diese meist durch die Miteleinahmen finanziert. Abb. 15 zeigt die unterschiedlichen Drittmiteleinahmen aufgeteilt nach den Bezugsinstitutionen Industrie, DFG, Bund, Länder und EU. Die höchsten Drittmiteleinahmen je Professor haben die Mediziner mit Einnahmen von durchschnittlich 766.530 €, vor den Elektrotechnikern mit 748.920 €. Die Zahlen sind zwar absolut betrachtet nicht unbedingt aussagekräftig⁴¹, können aber im Vergleich zu den anderen Fachbereichen interessante Ergebnisse liefern.

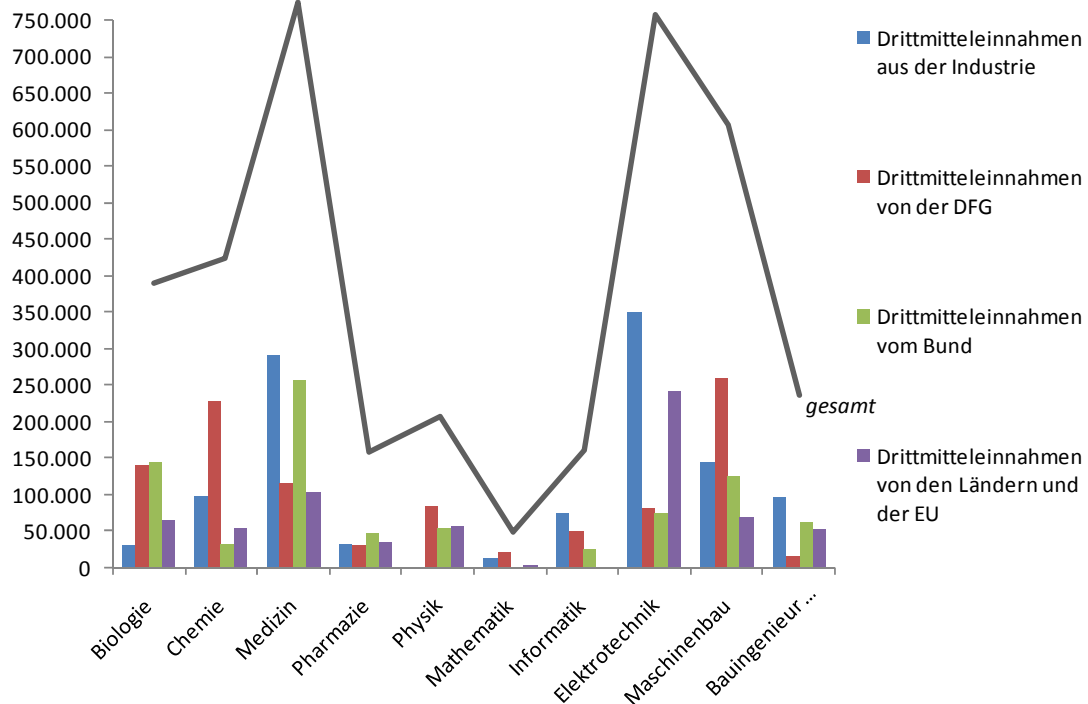
Bis auf den Fachbereich Maschinenbau mit durchschnittlichen Werten von 597.450 € sind die Einnahmen der übrigen Fachbereiche sehr viel niedriger. So scheint ein Zusammenhang zu den Mitarbeiterzahlen nicht abwegig, da die Fachbereiche mit niedrigen Miteleinahmen auch wenige Mitarbeiter haben. Die Wirkung dieses Zusammenhangs müsste jedoch weiter erforscht werden, da festzustellen ist, ob aufgrund von hohen Einnahmen die Mitarbeiterzahlen erhöht wurden, oder ob aufgrund von hohen Mitarbeiterzahlen größere Projekte akquiriert werden konnten. Letzterer Zusammenhang würde einen Anreiz darstellen, möglichst große Forschungsgruppen und Arbeitskreise zu etablieren.

Die jeweiligen Drittmittelbezüge sind sehr unterschiedlich zwischen den Fachbereichen verteilt. Die höchsten Einnahmen aus der Industrie beziehen die Mediziner, Elektrotechniker und Maschinenbauer. Die hohe Anwendungsorientierung könnte zumindest für die ingenieurwissenschaftlichen Fachbereiche die hohen Industriebezüge erklären. Die meisten Ein-

⁴¹ Siehe den Anhang für die absoluten Zahlen über Drittmiteleinahmen.

nahmen von der DFG erhalten die Maschinenbauer, gefolgt von den Chemikern und Biologen. Gelder vom Bund beziehen vor allem die Mediziner und Biologen, Länder und EU finanziert sind besonders die Elektrotechniker.

Abb. 15: Durchschnittliche Höhe der Drittmiteleinahmen in € pro Arbeitsgruppe der befragten Professoren, aufgeteilt nach Fachbereichen in 2008 (n=106)



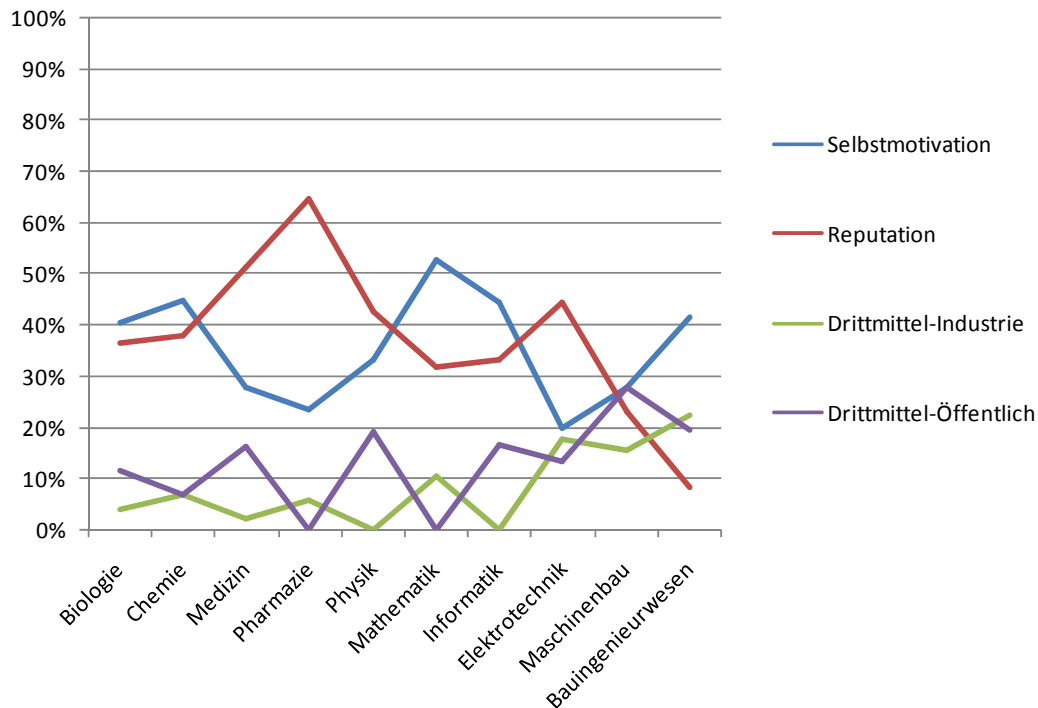
In wie weit die unterschiedlichen Finanzierungsformen die Inhalte und Ergebnisse der Forschung in Hessen beeinflussen, muss im Weiteren analysiert werden. Abb. 13, Abb. 14 und Abb. 15 können jedoch bereits graphisch aufzeigen, dass es eine Verbindung zwischen Veröffentlichungen, Mitarbeiterzahlen und Drittmiteleinahmen gibt. Der naheliegende Zusammenhang, dass man mit mehr Drittmiteleinahmen auch mehr Mitarbeiter einstellt, die in Konsequenz mehr veröffentlichen, muss jedoch nicht die einzige Erklärung sein.

4.2.2 Forschungsziele und Verwertungsorientierung hessischer Wissenschaftler

In der weiteren Untersuchung sollen die persönlichen Forschungsziele der Wissenschaftler, sowie deren Verwertungsorientierungen untersucht werden. Die in Abb. 16 dargestellten Ergebnisse zeigen die persönlichen Forschungsziele der befragten Wissenschaftler nach Fachbereich. Die Antworten von Professoren und Wissenschaftlichen Mitarbeitern weisen keine nennenswerten Abweichungen auf und können zusammen betrachtet werden. Die Analyse

zeigt, dass ingenieurwissenschaftliche Disziplinen vermehrt auch die Akquirierung von Drittmitteln zum Ziel haben, dies bei Naturwissenschaftlern aber eher geringe Wichtigkeit besitzt.

Abb. 16: Welche Ziele verfolgen Sie mit Ihren Erfindungen und Innovationen? (n= 388)



Die in Abb. 16 untersuchte Frage nach den Forschungszielen hat nur sehr wenig Nennungen für die Antwortmöglichkeiten „Private Geldeinnahme“ und „Ausgründungen“ ergeben. Diese sind daher in der Graphik nicht aufgeführt. Das einzig nennenswerte Ergebnis gab es bei den Informatikern, die mit 5,56 % als oberstes Forschungsziel eine Ausgründung angaben.

Die in Kapitel 3 identifizierten Innovationspotenziale der hessischen Universitäten bzw. der betrachteten DMUs können nur durch Schaffung von Anreizen zur Effizienzsteigerung und Verbesserung der Forschungsleistung ausgeschöpft und genutzt werden. Die in Abb. 16 aufgezeigten Ziele der Forschung sind daher ein wichtiges Ergebnis, um solche Anreize für die jeweiligen Fachbereiche gezielt formulieren zu können.

Abb. 12, Abb. 13 und Abb. 16 haben Aufschluss über die Forschungsorientierung und -ergebnisse geliefert, wobei Abb. 14 und Abb. 15 auf strukturelle Unterschiede hinweisen. In Abb. 17 wird konkret nach der Verwertung von Forschungsergebnissen und Innovationen sowie den Aktivitäten nach der Beendigung eines Forschungsprojektes gefragt. Dies wurde mithilfe eines Antwort-Rankings abgefragt, bei dem die Teilnehmer die Antwortmöglichkeiten in eine Reihenfolge setzen mussten. Die in Abb. 17 dargestellten Ergebnisse zeigen ein sehr einheitliches Bild über die Art der Verwertung von Forschungsergebnissen auf, die am häufigsten in Veröffentlichungen und an zweithäufigster Stelle in Kooperationen stattfindet. Auch wenn die erstgenannten Formen der Verwertung in der Reihenfolge über alle Fachbe-

reiche gleich sind, so lässt sich ein eindeutiger Unterschied an den prozentualen Anteilen erkennen. So wird die Verwertung in Veröffentlichungen oft in den naturwissenschaftlichen Disziplinen genannt und erreicht meist Anteile von weit über 60 %. In den ingenieurwissenschaftlichen Fachbereichen liegt der Anteil der Verwertung in Veröffentlichungen zwischen 36 % und 43 %. Die Anteile der Verwertung von Forschungsergebnissen in Kooperationen sind jedoch mit Werten zwischen 30 % und 36 % um einiges höher als bei den Naturwissenschaften. Die am häufigsten genannte sekundäre Form ist die Verwertung in Kooperationen. Am zweithäufigsten werden hier Drittmittelannahmen und Veröffentlichungen genannt. Das Verwertungsziel der Patentierung wird nur von den Chemikern und den Physikern genannt. Die Antwortmöglichkeit der Verwertung durch Ausgründungen wird kaum genannt und findet sich nie in den häufigsten Antworten wieder.

Abb. 17: Verwertungsziele hessischer Wissenschaftler pro Fachbereich (n= 388)

Fachbereich	1. Art der Verwertung	2. Art der Verwertung	Aktionen nach Beendigung des Forschungsprojektes?
Biologie	in Veröffentlichungen (82%) in Kooperationen (7%)	in Kooperationen (62%) von Drittmittelgebern (13%)	Prüfung auf Vermarktung (18%) Labor/Werkstatt Test (15%)
Chemie	in Veröffentlichungen (71%) in Kooperationen (21%)	in Kooperationen (39%) in Patenten (21%)	gewerbliches Schutzrecht (32%) Labor/Werkstatt Test (25%)
Medizin	in Veröffentlichungen (73%) in Kooperationen (13%)	in Kooperationen (46%) in Veröffentlichungen (16%)	Prüfung auf Vermarktung (20%) gewerbliches Schutzrecht (16%)
Pharmazie	in Veröffentlichungen (63%) in Kooperationen (18%)	in Kooperationen (45%) in Veröffentlichungen (18%)	Labor/Werkstatt Test (45%) gewerbliches Schutzrecht (27%)
Physik	in Veröffentlichungen (81%) in Kooperationen (12%)	in Kooperationen (31%) in Patenten (12%)	Labor/Werkstatt Test (31%) gewerbliches Schutzrecht (12%)
Mathematik	in Veröffentlichungen (73%) in Kooperationen (15%)	in Kooperationen (36%) von Drittmittelgebern (26%)	Labor/Werkstatt Test (10%) gewerbliches Schutzrecht (5%)
Informatik	in Veröffentlichungen (82%) in Kooperationen (11%)	in Kooperationen (47%) von Drittmittelgebern (35%)	Labor/Werkstatt Test (29%) Prüfung auf Vermarktung (18%)
Elektrotechnik	in Veröffentlichungen (43%) in Kooperationen (36%)	in Kooperationen (32%) von Drittmittelgebern (29%)	Labor/Werkstatt Test (46%) gewerbliches Schutzrecht (39%)
Maschinenbau	in Veröffentlichungen (36%) in Kooperationen (36%)	in Kooperationen (44%) in Veröffentlichungen (32%)	Labor/Werkstatt Test (40%) gewerbliches Schutzrecht (25%)
Bauingenieurwesen	in Veröffentlichungen (42%) in Kooperationen (30%)	in Kooperationen (36%) in Veröffentlichungen (27%)	Labor/Werkstatt Test (39%) Prüfung auf Vermarktung (18%)

Bei der Frage nach den angestrebten Aktionen nach Beendigung von Forschungsvorhaben konnten die Respondenten Mehrfachnennungen abgeben, diese mussten jedoch nicht in eine Rangordnung gebracht werden. Des Weiteren sollten die Befragten ihre Antwort begründen. Die Antwortmöglichkeit, nach Beendigung der Forschungsarbeit zu veröffentlichen, wurde von 97 % aller Befragten gewählt und ergibt ein eindeutiges Ergebnis über alle Fachbereiche hinweg. Aufgrund mangelnder Unterschiede zwischen den Fachbereichen und der Möglichkeit einer Mehrfachnennung ist dieses Ergebnis nicht in Abb. 17 übernommen

worden. Die Gründe, im Anschluss an ein Forschungsprojekt zu veröffentlichen, sind jedoch unterschiedlich. Zum einen zielen die Veröffentlichungen darauf, die persönliche Reputation und den eigenen Lebenslauf zu verbessern. Viele der Teilnehmer verweisen jedoch auch auf die öffentliche oder internationale Darstellung der Ergebnisse für die Fachöffentlichkeit und den Forschungsdiskurs. Besonders bei der grundlegenden Forschung sehen Wissenschaftler eine Veröffentlichung als die einzige Methode der Verwertung der Ergebnisse. Leistungen in diesen Bereichen bilden sich somit nur in Veröffentlichungen ab. Bei öffentlich finanzierten Forschungsprojekten ist die Veröffentlichung sogar häufig vorgeschrieben. Jüngere Wissenschaftler und Mitarbeiter verwerten ihre Ergebnisse fast in jedem Fall in Veröffentlichungen, da sie diese für die Promotion oder Habilitation benötigen.

Ebenfalls häufige Nennungen gab es beim Test von Forschungsergebnissen in Werkstätten und Laboren. Gerade bei den Ingenieurwissenschaftlern wurde diese Folgeaktion von 39 % bis 46 % der Befragten genannt. Jedoch testeten auch die Pharmazeuten mit 45 % und die Physiker mit 31 % relativ häufig ihre Ergebnisse nach Beendigung der Forschung. Praxistests sehen die Befragten als wichtige Voraussetzung, um eine Innovation überhaupt vermarkten zu können. Oft zeigen universitätsinterne Erfindungen wohl erst im sogenannten „Freilandtest“, ob sie sich vermarkten und schützen lassen. Dabei sind es bei Kooperationen meist die Forschungspartner aus der Industrie, welche diese Tests übernehmen. Es wird zudem gefordert, dass universitätsinterne Test weiter gefördert werden sollten.

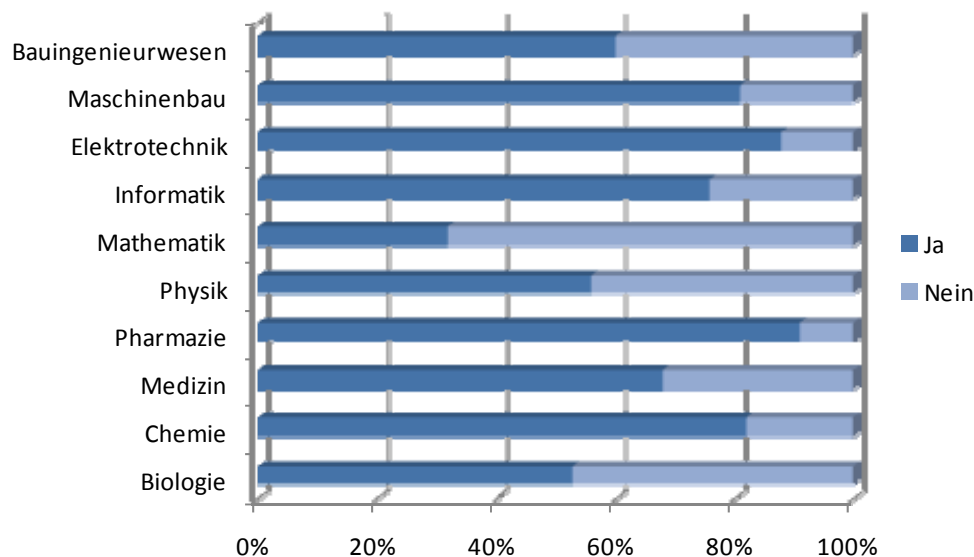
Eine Anmeldung von gewerblichen Schutzrechten wird besonders bei Elektrotechnikern mit 39 %, Chemikern mit 32 % und Pharmazeuten mit 27 % durchgeführt. Der wichtigste Grund für den Schutz ist der Innovationsgrad der Erfindungen, der in der Regel von den örtlichen PVAs geprüft wird. Manche Teilnehmer erwähnen eine Anmeldung durch Industriepartner. Vereinzelt führen die Befragten auch Vermarktungstests durch. So prüfen 20 % der Mediziner ihre Forschungsergebnisse auf eine Vermarktungsmöglichkeit, gefolgt von Biologen, Informatikern und Bauingenieuren mit je 18 %. Rund 7 % aller Befragten geben an, nach Beendigung von Forschungsprojekten keine anderen Aktionen mehr durch zu führen. Gründe dafür sind fehlende Fördermittel oder die Beendigung von Abschlussarbeiten. Weiterhin interessant ist, dass über 50 % der naturwissenschaftlichen Forscher neben Veröffentlichungen keine weiteren Aktionen anstreben. Eine Ausnahme bilden sind die Pharmazeuten, bei denen 73 % der Wissenschaftler die Ergebnisse weiterhin testen oder schützen lassen.

4.2.3 Patente als Verwertungsform von Forschungsergebnissen

Die folgende Analyse untersucht Erfindungsmeldungen sowie Patentanmeldungen aus den jeweiligen Fachbereichen hessischer Universitäten sowie die Anreize und Hindernisse hessischer Wissenschaftler zu patentieren. Mit Hilfe einer Filterfrage nach der prinzipiellen

Möglichkeit, Forschungsergebnisse durch gesetzliche Schutzrechte zu sichern, wurden nur jene Teilnehmer berücksichtigt, welche diese Frage bejahten (n=284). Abb. 18 zeigt die prozentualen Antworten nach Fachbereichen. Auch bei dieser Frage war es den Teilnehmern möglich, ihre Antwort zu kommentieren bzw. zu begründen.

Abb. 18: Ist es prinzipiell möglich, Erfindungen aus Ihrem Arbeitsbereich durch gewerbliche Schutzrechte zu sichern? (n= 388)



Die höchsten Werte hat der Fachbereich Pharmazie, in dem 91 % der Befragten ihre Ergebnisse als schutzrechtsrelevant einschätzen. Dabei gaben die meisten Teilnehmer an, Forschungsergebnisse, wie z. B. chemische Verbindungen, durch Patente schützen zu lassen. Die Anmeldungen beschränken sich jedoch meist auf die nationale Ebene, da internationale Patentanmeldungen als zu teuer eingeschätzt werden. Teilweise wurde auch ein Gebrauchsmusterschutz in Erwägung gezogen. Von den Elektrotechnikern gaben 88 % an, schützenswerte Forschungsergebnisse zu erzeugen. Patente und Gebrauchsmuster waren auch hier die häufigsten Schutzformen, jedoch gibt es auch Wissenschaftler, die die Geheimhaltung als effizienteste Lösung ansehen. In besonders schnelllebigen Bereichen wie der Elektrotechnik scheint die Patentanmeldung zu langwierig und bei Erteilung des Patents die Technologie schon längst überholt. Bei den Chemikern sehen 82 % ihre Forschungsergebnisse als schützenswert an. Fast alle Teilnehmer nennen Patente als Schutzform; jedoch gibt es auch kritische Kommentare, die eine Anmeldung zwar prinzipiell für möglich halten, diese hinsichtlich der Folgekosten bei Vermarktungsanstrengungen als nicht sinnvoll empfinden. Auch bei den Chemikern gibt es Teilnehmer, die aufgrund der Kurzlebigkeit der Technologie Patentanmeldungen als nicht effizient ansehen. Außerdem bräuchten Piraterie-Produkte in der Chemiebranche, nach Aussage der Befragten, eine relativ hohe „Anlaufzeit“. Die Teilnehmer, die ihre Ergebnisse als nicht schützenswert erachten, führen dies vor allem auf die grundlegende Forschung zurück.

Auch die Maschinenbauer weisen mit 81 % Ja-Stimmen einen hohen Wert auf und geben fast ausnahmslos Patente und Gebrauchsmuster als relevante Form des gewerblichen Schutzes an. Nicht schützenswerte Forschungsergebnisse der Maschinenbauer sind oft IT-basierte Lösungen. 76 % der Informatiker geben an, dass es möglich ist, ihre Erfindungen durch Software-Patente oder Lizenzen zu schützen, dies jedoch aufgrund eines hohen Anteils von generischen Komponenten nicht sinnvoll erscheint. Teilnehmer, die die Frage verneinen, geben die fehlende Möglichkeit des Schutzes von Algorithmen an, sowie einen fehlenden technischen Bezug ihrer Ergebnisse.

Nur 68 % der Mediziner bejahen die Frage des prinzipiellen Schutzes ihrer Erfindungen und geben meist Patente als Schutzrecht an. Dieses wurde in vielen Fällen mit Hilfe der örtlichen PVAs angemeldet. Teilnehmer, die keine Möglichkeit des Schutzes sehen, begründen dies mit einem großen Anteil der Grundlagenforschung. Einige geben jedoch auch an, dass viele Stoffe, mit denen in der Medizin geforscht wird, bereits geschützt sind. Bauingenieure geben zu 60 % die Möglichkeit eines Schutzes durch Patente an, jedoch haben viele entweder kein Wissen oder zu wenig Zeit dies durchzuführen. Von den 40 % der Befragten, die keine Schutzmöglichkeit der Erfindungen sehen, geben viele an, dass Forschungsergebnisse einen oft freien und öffentlichen Zugriff haben müssen. Einige Teilnehmer verweisen auch auf die Normierung von Forschungsergebnissen oder die Nutzung von Open-Source Software, die einen gewerblichen Schutz verhindert. Physiker sehen zu 56 % einen Schutz ihrer Erfindungen durch Patente als realistisch, 46 % mahnen jedoch den niedrigen Anwendungsgrad der Forschung an, der daher keinen Schutz zulässt. Nur 53 % der Biologen stimmen einem Schutz von Erfindungen zu und sehen die Möglichkeit einer Patentierung. Dies wird jedoch aufgrund eines niedrigen Anwendungsgrades als nicht sinnvoll eingeschätzt, da die Forschung in fast allen Fällen keine kommerziellen Ziele verfolgt. Grundlagenforschung ist auch diesmal der meistgenannte Grund dafür, warum die Ergebnisse nicht schützbar sind. Der geringe Anteil von 32 % der Mathematiker, die ihre Ergebnisse für schützenswert halten, resultiert laut Angaben der Befragten daher, dass in Deutschland Algorithmen nicht schützbar sind und es nur in seltenen Fällen einen technischer Bezug gibt.

4.2.4 Anreize und Hindernisse zu patentieren

Auch wenn die begründeten Antworten über die Möglichkeiten eines gewerblichen Schutzes bereits wichtige Ergebnisse geliefert haben, wurden in den nächsten Fragen konkret die Anreize und Hindernisse einer Patentierung untersucht. Wie bereits erwähnt, beschränkt sich die Auswertung auf die Teilnehmer, die ihre Forschungsergebnisse als prinzipiell schützenswert einschätzen (n=284). In Abb. 19 sind die Antworten der Teilnehmer über die Anreize zu patentieren prozentual dargestellt.

Die Befragten sehen den Schutz einer Erfindung zu 30,8 % als wichtigsten Grund einer Patentanmeldung. Damit scheint der zentrale Zweck eines Patentes auch für Wissenschaftler der wichtigste Anreiz zu sein.⁴² Wissenschaftler nutzen in der Regel ihre Patente nicht in Produkten und sind somit auch nicht selbst in Produktmärkten aktiv. Es stellt sich also die Frage, warum die Befragten trotzdem einen Schutz ihrer Erfindungen für sehr wichtig halten. Es ist davon auszugehen, dass die Befragten ihre Patente „extern“ verwerten wollen. Dies geschieht in Verbindung mit Forschungspartnern aus der Industrie, deren Produkte einen Schutz vor Imitation benötigen.

Dass Patentanmeldungen zur wissenschaftlichen Anerkennung führen, geben 28,35 % der Teilnehmer an. Die Finanzierung weiterer Forschung durch Verkauf oder Lizenzierung von Patenten sehen 24,06 % als wichtigsten Anreiz. Patente zur Öffnung von Forschungsgebieten nennen 7,51 % der Teilnehmer und als Blockade gegen andere Forscher 2,25 % als zentralen Anreiz zu patentieren. Auch wenn eher wenige Teilnehmer die letzteren Antwortmöglichkeiten gewählt haben, zeigen die Ergebnisse, dass ein strategischer Einsatz von Patenten auch an Universitäten vorkommt. Der finanzielle Rückfluss an den Anmelder scheint für die Wissenschaftler in 7,01 % der Fälle ein Anreiz zu sein, ein Patent anzumelden.

Abb. 19: Welche der folgenden Auswahlmöglichkeiten sehen Sie als wichtigsten Anreiz zu patentieren? (n= 284)

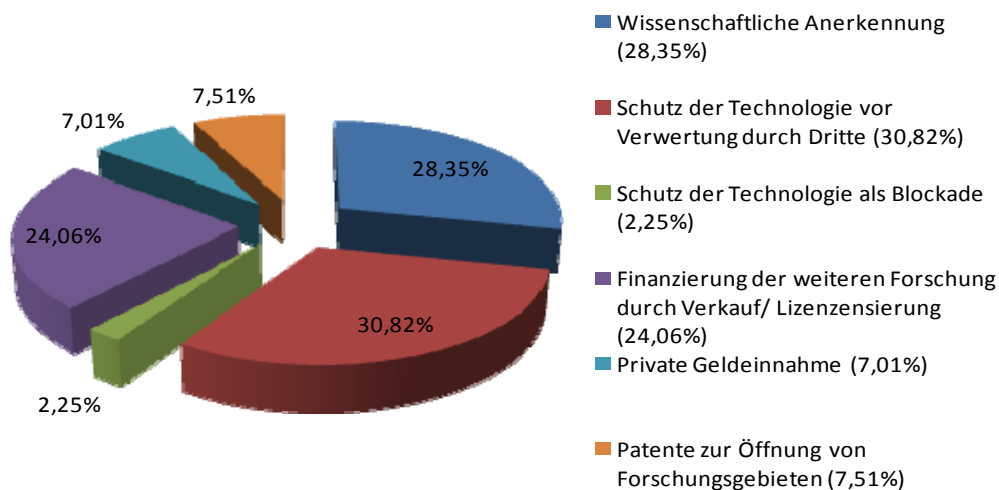


Abb. 20 zeigt Hindernisse, die Wissenschaftler von einer Patentierung abhalten. Dabei ist mit einem Anteil von 41,16 % der Zeit-Kostenaufwand der meistgenannte Grund, warum eine Patentierung nicht durchgeführt wird. In zahlreichen Studien wurde bereits die vielfältige Rolle von Wissenschaftlern an Hochschulen untersucht. Demzufolge nehmen neben den Forschungstätigkeiten auch die Lehre und der Verwaltungsaufwand zunehmend Zeit der

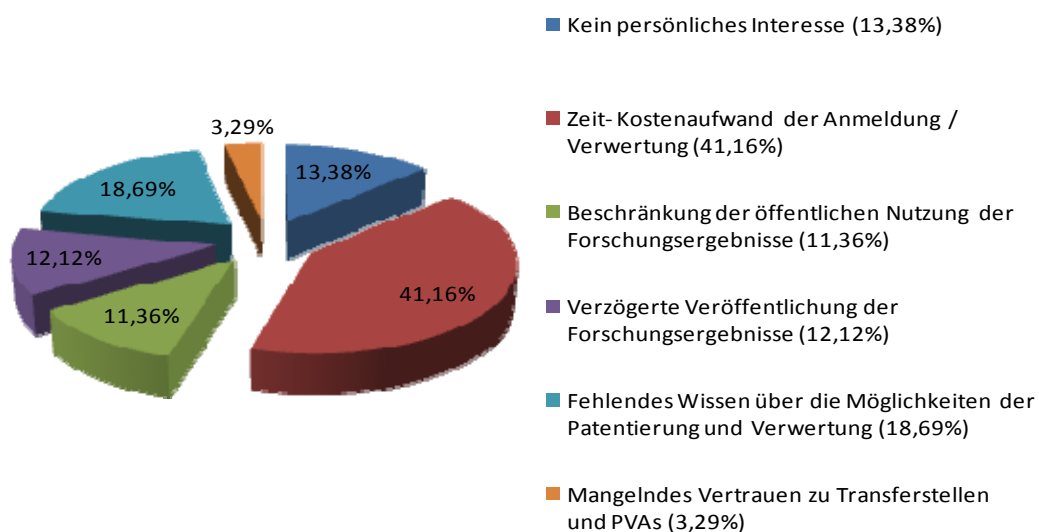
⁴² Vgl. Blind et. al. (2009), S. 42; ITAS (2009), S. 1 f.; Burr et. al. (2005), S. 360.

Wissenschaftler in Anspruch.⁴³ Wenn Hochschulen das Patentieren fördern wollen, sollten sie deshalb zunächst die Wissenschaftler in ihren Tätigkeiten entlasten.

Mit einem Anteil von 18,69 % ist auch das fehlende Wissen über die Möglichkeiten einer Patentierung ein bedeutendes Hindernis. Demzufolge müssen Universitäten, Transferstellen und PVAs noch einige Anstrengungen und Mittel in die Bildung und Aufklärung zu Patenten und Patentierungsprozessen investieren.⁴⁴ In diesem Licht ist auch die von 13,38 % der Teilnehmer gewählte Antwort zu sehen, kein persönliches Interesse an Patenten zu haben.

Die Verzögerung einer Veröffentlichung ist für 12,12 % der Teilnehmer ein Grund, nicht zu patentieren. Dieser Interessenskonflikt wird oft im Kontext der Wiedereinführung der Neuheitsschonfrist diskutiert. Nach dieser Frist soll eine Veröffentlichung des Erfinders, die Neuheitserfordernis der Forschungsergebnisse nicht gefährden.⁴⁵ Einen freien Zugang zu Forschungsergebnissen sehen 11,36 % der Befragten als wichtig an und streben daher keine Patentierung an. Nur ein kleiner Anteil der Teilnehmer (3,29 %) gibt an, den örtlichen PVAs nicht zu vertrauen und deswegen die Anmeldung eines Patents nicht in Erwägung zu ziehen.

Abb. 20: Welchen der folgenden Aspekte sehen Sie als größtes Hindernis, eine Erfindung zu patentieren? (n= 284)



Weitere Analysen der Daten zeigen, dass die Antworten zu Anreizen und Hindernissen zu patentieren zwischen den verschiedenen Disziplinen stark variieren. Eine differenzierte Betrachtung der Antworten scheint daher sinnvoll. Abb. 21 zeigt den prozentualen Anteil des jeweils meistgenannten Hindernisses bzw. Anreizes zu patentieren, aufgeteilt nach Fachbereichen. Der Zeit-Kostenaufwand wird von den ingenieurwissenschaftlichen Fachberei-

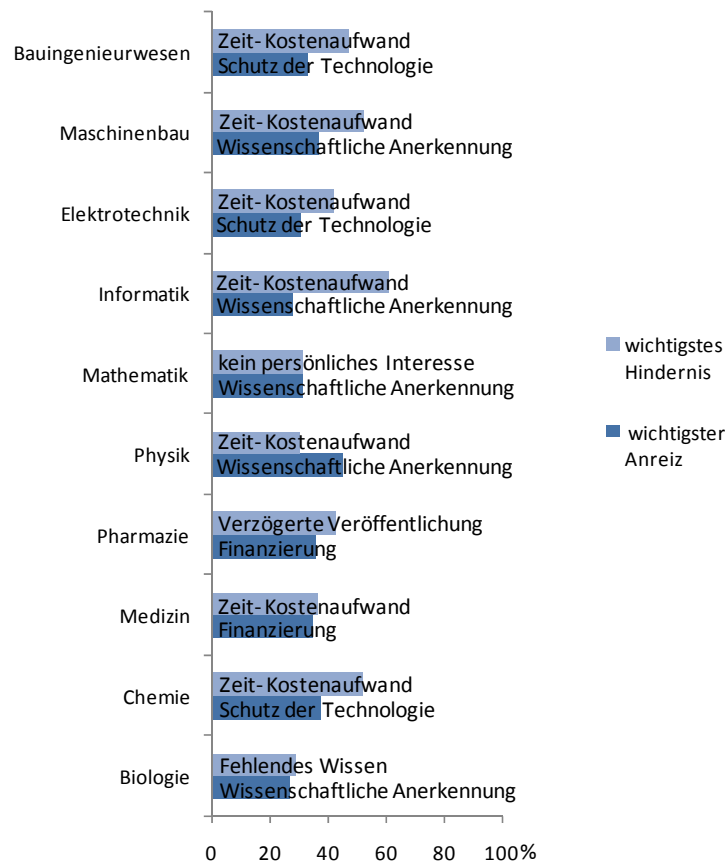
⁴³ Vgl. Metz-Göckel (2008), S. 139.; Vgl. Jansen et. al (2007), S. 125 f.

⁴⁴ Vgl. dazu auch Haase et. al. (2005).

⁴⁵ Vgl. DPMA (2008), S. 13; Hausberg et. al. (2002) S. 25; Hansen (2005b), S. 381; EFI (2009), S.43.

chen sowie den Informatikern, Physikern, Medizinern und Chemikern als wichtigstes Hindernis einer Patentierung gesehen. Bei den Mathematikern ist jedoch das mangelnde persönliche Interesse das wohl größte Problem. Die verzögerten Veröffentlichungen sind besonders für Pharmazeuten das größte Hindernis zu patentieren. Fehlendes Wissen über Patentierungsmöglichkeiten geben die Biologen an.

Abb. 21: Wichtigste Hindernisse und Anreize zu patentieren (nach Fachbereich, n= 284)



Die wissenschaftliche Anerkennung ist für die Fachbereiche Maschinenbau, Informatik, Mathematik, Physik und Biologie der wichtigste Anreiz zu patentieren. Die Bauingenieure, Elektrotechniker und Chemiker sehen den Schutz ihrer Erfindung als den zentralen Anreiz. Die Pharmazeuten und Mediziner patentieren vor allem, weil sie aus den Einnahmen durch Verkauf oder Lizenzierung ihre weitere Forschung finanzieren.

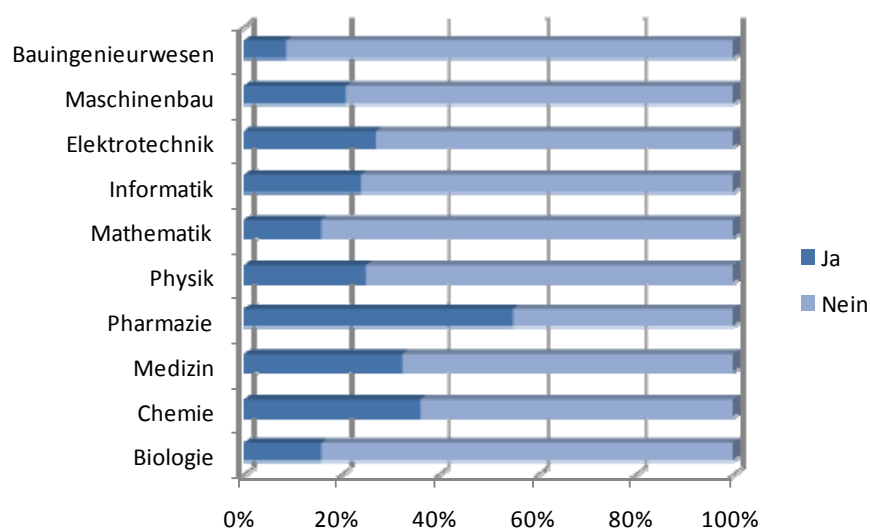
Die verschiedenen Anreize können interessante Aufschlüsse darüber geben, warum Wissenschaftler in einzelnen Disziplinen überhaupt Interesse haben, zu patentieren. Antworten über die wichtigsten Hindernisse können hingegen konkrete Missstände in den jeweiligen Fachbereichen identifizieren. Universitäten, Transferstellen und PVAs können anhand der Antworten die unterschiedlichen Strukturen der Fachbereiche und die daraus resultierenden Interessensunterschiede besser einschätzen. Die differenzierte Auswertung der Daten ermöglicht es daher, gezielte Patentfördermaßnahmen anzustreben.

Weiterhin erscheint ein Vergleich der Forschungsziele aus Abb. 16 und der jeweiligen Anreize und Hindernisse zu patentieren interessant. Betrachtet man z. B. die Fachbereiche Medizin und Pharmazie, dann erscheint zunächst als primäres Ziel der Forschung die Reputationsbildung. Der wichtigste Anreiz für Mediziner und Pharmazeuten zu patentieren ist jedoch die Finanzierung der Forschung und interessanterweise nicht die Reputationssteigerung. Dieser Vergleich zeigt, dass Patente im Bereich der Pharmazie und Medizin die Reputation der Wissenschaftler nicht gravierend verbessern. Würden Universitäten Patenten in diesen Bereichen eine höhere wissenschaftliche Anerkennung zukommen lassen, so ließe sich eventuell auch ein größerer Anteil der Pharmazeuten und Mediziner zu einer Patentierung und damit Reputationssteigerung motivieren. Ähnliche Implikationen können auch für andere Fachbereiche gezogen werden. Universitäten ist es nach den Ergebnissen also möglich, konkrete Anreize zur Patentierung zu schaffen.

4.2.5 Patentaktivitäten hessischer Uni-Fachbereiche

Im Folgenden werden die verschiedenen Patentaktivitäten hinsichtlich Erfindungsmeldungen und Patentanmeldungen analysiert. Auch hier erscheint eine Filterfrage sinnvoll, welche die Wissenschaftler befragt, ob sie je ihre Forschungsergebnisse patentiert haben. Dies wurde von 27,06 % der Teilnehmer bejaht, was eine Grundgesamtheit von $n=105$ ergibt. Abb. 22 zeigt die unterschiedlichen Antworten über die Patentierung von Erfindungen, aufgeteilt nach den jeweiligen Fachbereichen.

Abb. 22: Sind aus ihrer Forschungstätigkeit je Patente hervorgegangen? (n= 388)

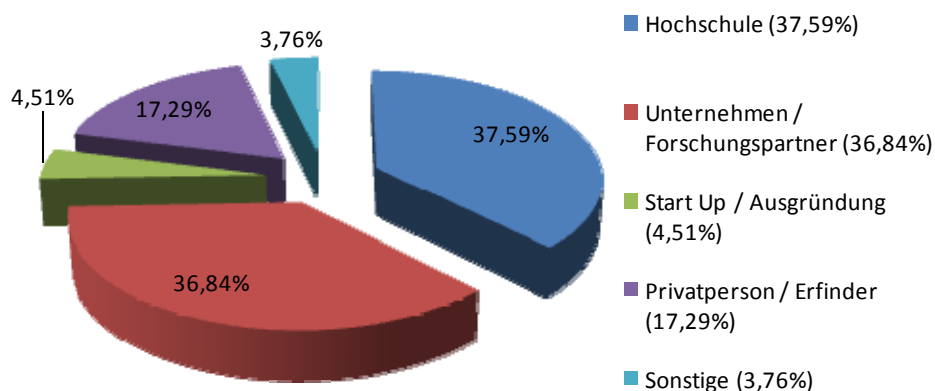


Die Pharmazie ist demnach die einzige Disziplin, in der mit einem Wert von 55 % mehr als die Hälfte der Wissenschaftler ihre Erfindungen bereits patentiert haben. Die naturwissenschaftlichen Fachbereiche Chemie mit 36 % und Medizin mit 32 % sind nach den Ergeb-

nissen patentrelevanter als die ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen Elektrotechnik mit nur 27 % und Maschinenbau mit gerade mal 21 %. Bauingenieurwesen mit nur 9 %, die Biologen mit gerade mal 16 % sowie die Mathematiker mit ebenfalls 16 % patentieren am seltensten. Ungefähr jeder vierte Wissenschaftler aus den Fachbereichen Informatik oder Physik hat seine Erfindungen bereits patentieren lassen. Auch wenn die Antworten interessante Ergebnisse liefern, müsste für eine umfangreiche Analyse der Patentrelevanz verschiedener Fachbereiche auch die absolute Anzahl der Patente berücksichtigt werden.

In der folgenden Frage wurde nach dem Anmelder, sprich dem Träger der Schutzrechte des angemeldeten Patent es gefragt. Auch hier war es den Teilnehmern möglich, ihre Antworten zu begründen. Die in Abb. 23 dargestellte Datenauswertung ergab, dass nur 37,59 % der Erfindungen aus der Hochschulforschung auch von den Hochschulen selbst zum Patent angemeldet werden. Dies geschah dann in Zusammenarbeit mit den örtlichen PVAs.

Abb. 23: Wer ist eingetragener Patentanmelder ihrer Erfindungen? (n= 105)



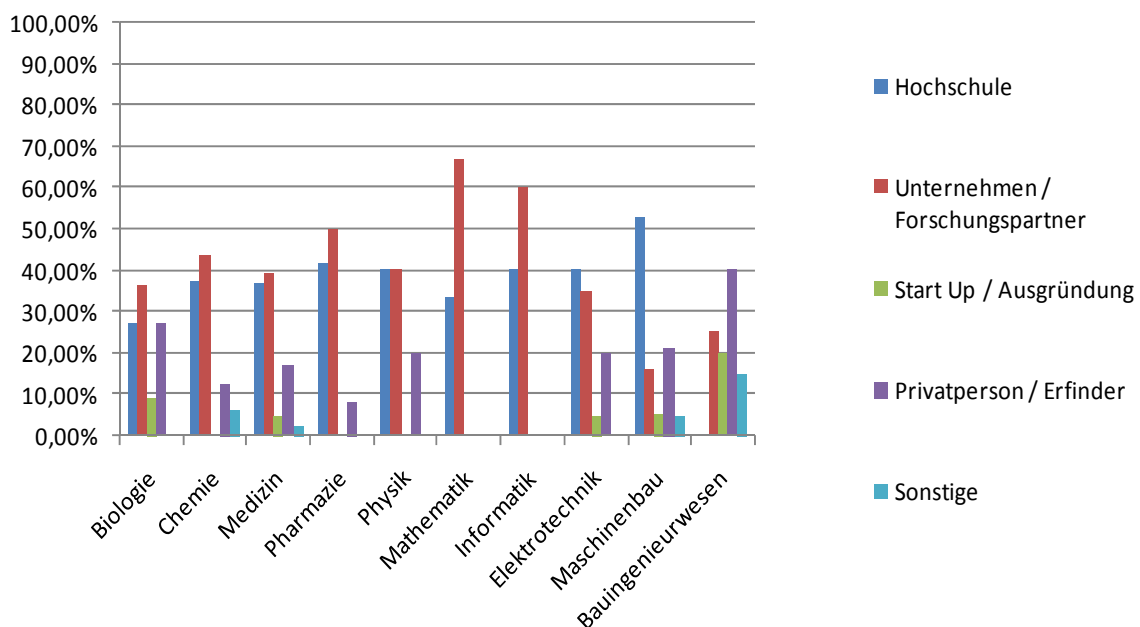
Die Anmeldung der Patente durch Unternehmen wurde von 36,84 % der Befragten angeführt. Nach Angaben der Teilnehmer werden besonders bei Drittmittelverträgen die Unternehmen als alleinige Träger von Schutzrechten jeglicher Erfindungen eingetragen. Als Grund für eine private Anmeldung, die von 17,21 % der Teilnehmer durchgeführt wurde, gaben einige an, entweder vor der Gesetzesänderung⁴⁶ patentiert oder eine Freigabe der Universität erhalten zu haben. Nur 4,51 % der Befragten haben das Patent in einer Ausgründung angemeldet. Kritisch sahen die Teilnehmer besonders, dass nach neuer Rechtslage, das neu gegründete Unternehmen die Patentrechte von der Universität abkaufen muss. Das hohe

⁴⁶ Neufassung des Artikels §42 Abs. 1 ArbNErfG aus dem Jahr 2002. Vgl. Haase et. al. (2005), S. 3; Schmoch (2007b), S. 1; Hoeren (2005), S. 138.

Risiko für die Gründer würde eine solche Möglichkeit daher in vielen Fällen nicht zulassen. Teilnehmer, die eine sonstige Anmeldung angaben, haben dies nicht weiter kommentiert.

Patentanmeldungen aus universitärer Forschung sind zwischen den Disziplinen unterschiedlich und werden deshalb in Abb. 24 differenziert nach Fachbereichen dargestellt. Es zeigt sich, dass in naturwissenschaftlichen Bereichen meist Unternehmen die Patente anmelden, während bei Elektrotechnikern und Maschinenbauern die Hochschulen die höchsten Anmeldezahlen aufweisen. Im Bauingenieurwesen melden Privaterfinder die meisten Patente an. Patentanmeldungen über Ausgründungen gab es mit eher geringen Anteilen bei Biologen, Medizinern, Elektrotechnikern, Maschinenbauern und vor allem bei Bauingenieuren.

Abb. 24: Kategorie des eingetragenen Patentanmelders von universitären Erfindungen nach Fachbereich (n= 105)

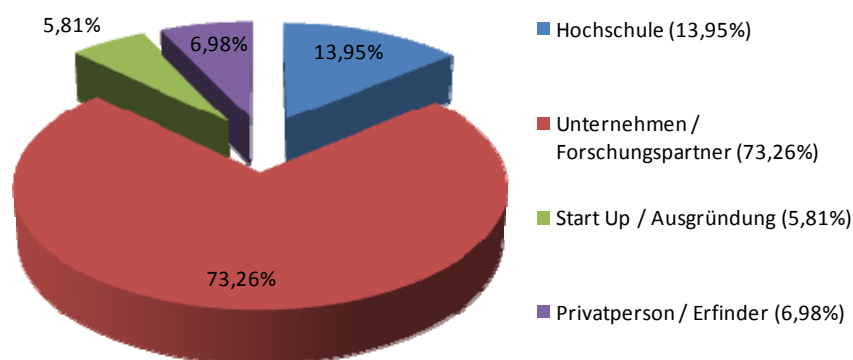


Patente, die Unternehmen als Ergebnis universitärer Forschung anmelden, resultieren aus Kooperationen. Ein Vergleich der Ergebnisse aus Abb. 24 mit den Drittmiteleinahmen aus Abb. 15 scheint demnach sinnvoll. Eine logische Annahme wäre, dass besonders aus industriefinanzierter Forschung mehr Patente von Unternehmen angemeldet werden. Jedoch zeigen die Ergebnisse keinen eindeutigen Zusammenhang. So sind bspw. die Elektrotechniker stark industriefinanziert; dabei wird nur jedes dritte Patent von Unternehmen angemeldet. Es stellt sich somit die Frage, ob die Finanzierungsquelle der Forschung auch den Anmelder bestimmt oder ob es weitere Einflüsse gibt? Der wichtigste Grund für die Anmeldung durch Unternehmen ist die vertragliche Bindung von Erfindungen an den Geldgeber. Es könnte demnach sein, dass es in manchen Disziplinen Patente schon vor dem Beginn eines drittmittelfinanzierten Projektes gab. Auf Basis dieser Patente wurden dann Forschungspartner

gesucht. Bei den Elektrotechnikern wäre nach dieser Annahme ein Patent weniger das Produkt kooperativer Forschung, sondern vielmehr die Voraussetzung.

Ziel der gesetzlichen Änderungen⁴⁷ und politischen Fördermaßnahmen ist es, den Wissens- und Technologietransfer in die Wirtschaft zu unterstützen und zu verbessern. Die in Abb. 25 dargestellten Ergebnisse zeigen die Antworten der Wissenschaftler auf die Frage nach dem effektivsten Anmelder ihrer Erfindungen, hinsichtlich des Wissens- und Technologietransfers.

Abb. 25: Welchen Anmelder zum Patent schätzen Sie hinsichtlich eines Wissens- und Technologietransfers am effektivsten ein? (n= 105)



Von den befragten Wissenschaftlern sehen 73,26 % Unternehmen als die effektivsten Anmelder ihrer Erfindungen. Nur 13,95 % der Befragten gaben an, dass eine Anmeldung über Hochschulen die effektivste Lösung sei. Nur 6,98 % wollen eine private Anmeldung, wie es vor der Gesetzesänderung möglich war. Ein ebenfalls geringer Prozentsatz glaubt, dass es durch Ausgründungen einen effektiven Wissens- und Technologietransfer gibt. Die Ergebnisse aus Abb. 23 und Abb. 25 zeigen, dass es einen großen Unterschied zwischen den von Wissenschaftlern gewünschten Strukturen und den praktizierten Patentanmeldungen gibt. Die Gesetzesänderung steht dieser Diskrepanz jedoch nicht im Wege. Die pflichtige Meldung von Erfindungen, die in Hochschulen entstehen, kann durch anderweitige Vereinbarungen mit Drittmittelgebern entkräftet werden. Es stellt sich nun die berechtigte Frage, ob universitäre Patentförderung jedoch auch auf eine Patentierung von Unternehmen zielen kann. Eine private Anmeldung ist nach neuer Rechtslage nicht mehr möglich. Die Datenauswertung hat zudem ergeben, dass ein Großteil der befragten Wissenschaftler eine solche Lösung als nicht wünschenswert empfindet.

⁴⁷ Neufassung des Artikels §42 Abs. 1 ArbNErfG aus dem Jahr 2002. Vgl. Haase et. al. (2005), S. 3; Schmoch (2007b), S. 1; Hoeren (2005), S. 138.

4.3 Fazit und Anwendbarkeit der Ergebnisse

Die Befragung hessischer Wissenschaftler leistet einen wichtigen Beitrag zur empirischen Forschung über Innovationsverwertungsstrategien und Patentierung an Hochschulen. Die Ergebnisse erläutern interessante Zusammenhänge, die den Innovationsprozess in hessischen Hochschulen transparenter darstellen. Zielgruppe für die Ergebnisse sind zum einen die Leitungsgremien und Wissenschaftler der Universitäten in Hessen. Diese können anhand der Studie Einblicke in die Forschungsleistungen und -orientierungen der verschiedenen Disziplinen im Kontext des Innovationsprozesses gewinnen. Damit bekommen die Wissenschaftler sowie die Leitungsgremien der Universität einen besseren Überblick über das Leistungsspektrum der Fachbereiche ihrer Universität. Mit Hilfe der Ergebnisse lassen sich bessere Entscheidungen über innovationspolitische Problemstellungen treffen.

Transferstellen ist es anhand der Ergebnisse möglich, einen effizienteren Wissens- und Technologietransfer zu gestalten. Somit können aufgrund der differenzierten Ergebnisse für die jeweiligen Disziplinen gezielte Maßnahmen formuliert und durchgeführt werden. Besonders die Datenauswertung über Hochschulpatente kann konkrete Missstände im Erfindungs- und Verwertungsprozess von patentierbaren Ideen aufzeigen. Konkret identifizierte Anreizstrukturen sowie Formen einer effizienten Patentanmeldung sind dabei wichtige Ergebnisse, die den Universitäten bei der optimalen Nutzung ihrer Erfindungen helfen. Patentverwertungsagenturen sollen den Wissenschaftlern besonders beim Umgang mit Hochschulpatenten unterstützend zur Seite stehen. Die Umfrage hat ergeben, dass viele Wissenschaftler von dieser Leistung Gebrauch machen. Die Ergebnisse ermöglichen es den PVAs, die Disziplinen weiter zu unterstützen und zu fördern, die nach den Umfrageergebnissen noch Schwächen bei der Patentierung von Erfindungen haben.

Auch für die Politik auf Länder- oder Bundesebene zeigen die Ergebnisse relevante Informationen und Zusammenhänge auf. Die Umfrage kann die unterschiedlichen Voraussetzungen der jeweiligen Wissenschaftsdisziplinen in Hessen darstellen. Auf Grundlage dieser Informationen über Forschungsorientierungen, Forschungsziele, sowie Verwertungsziele kann die Möglichkeit einer Nutzung von Erfindungen in einem differenzierten Kontext betrachtet werden. Somit können die Ergebnisse wegweisende Implikationen für Maßnahmen zur effizienten Unterstützung und Förderung von Innovationen liefern.

Die verschiedenen Formen der Datenauswertung und Analyse der Umfrageergebnisse zeigen bereits eine Vielzahl von Zusammenhängen auf. In einem anderen Kontext ist es jedoch durchaus möglich, dass die vorliegenden Antworten aus der Umfrage noch weitere Analysen zulassen. Eine Folgeforschung ist demnach nicht ausgeschlossen. Dabei muss einschränkend darauf hin gewiesen werden, dass die Ergebnisse in ihrer Repräsentativität der hessischen Forschungs- und Innovationsaktivitäten begrenzt sind. Zum einen ist davon

auszugehen, dass besonders solche Wissenschaftler an der Umfrage teilgenommen haben, die aufgrund eines größeren Interesses an der Thematik auch aktiver an Forschungsprozessen beteiligt sind. Es ist daher durchaus möglich, dass Wissenschaftler, die grundsätzlich kein Interesse an der Thematik haben und daher auch anders antworten würden, nicht teilgenommen haben. Weiterhin beschränkt sich die Umfrage auf das Bundesland Hessen und ist daher nicht auf die ganze Bundesrepublik übertragbar.

5. Schlussfolgerungen, Handlungsempfehlungen und Ausblick

Insgesamt zeigen die Ergebnisse der theoretischen und empirischen Untersuchung, dass Analysen von Innovationspotenzialen in Hochschulen vielseitige Betrachtungswinkel berücksichtigen müssen. Die empirische Analyse von Innovationsindikatoren an hessischen Hochschulen ist auf die Auswahl von Innovationsindikatoren beschränkt. Trotzdem war es möglich, anhand errechneter Effizienzwerte, Innovationspotenziale für die Fachbereiche der Hochschulen zu bestimmen. Auch der Vergleich ausgewählter Fachbereiche unterschiedlicher Universitäten hat aussagekräftige Ergebnisse geliefert. Die Auswertung von Innovationsindikatoren mit Hilfe der DEA-Analyse kann somit einen wichtigen Beitrag zur Evaluation von Forschungsleistungen innerhalb sowie zwischen den Universitäten leisten. Leitungsgremien der Universitäten und Fachbereiche sowie Wissenschaftler, Transferstellen, PVAs etc. können anhand der Ergebnisse die Forschungsleistungen der hessischen Universitäten bewerten. Die DEA-Analyse hat somit gezeigt, dass sich Forschungs- und Innovationsleistungen messen und vergleichen lassen. Die unterschiedlichen Forschungsleistungen ermöglichen zudem eine differenzierte Forschungsförderung. Somit können nicht nur die Effizienz-Werte einzelner Fachbereiche auf ein gewünschtes Niveau erhöht werden. Es ist anhand der Ergebnisse zudem möglich, konkrete Maßnahmen zur Forschungsförderung abzuleiten. Eine Erweiterung der Datenbasis auf andere Bundesländer könnte daher wichtige Erkenntnisse für die Innovationforschung an deutschen Hochschulen liefern.

Die Berechnung von Innovationspotenzialen wurde ausschließlich anhand von Indikatoren zu messbaren Forschungsergebnissen durchgeführt. Die Prozesse, die zu Forschungsergebnissen führen, sind jedoch sehr komplex und zeigen starke Differenzen zwischen den jeweiligen Disziplinen auf. Die Ergebnisse aus der empirischen Befragung hessischer Wissenschaftler können hingegen das Entstehen von universitären Innovationen aus verschiedenen Betrachtungswinkeln erläutern und damit den Ursprung von Erfindungen an hessischen Universitäten transparenter darstellen. Anhand der Datenauswertung der Befragung ist es möglich, Zusammenhänge zwischen den Innovationindikatoren Drittmittelannahmen, Erfindungs- und Patentmeldungen sowie Veröffentlichungen und Mitarbeiterzahlen zu beschreiben. Demnach wurde aufgezeigt, dass Mitarbeiterzahlen, Drittmittelannahmen und Veröffentlichungen über

alle Disziplinen hinweg einen positiven Zusammenhang aufweisen. Des Weiteren geben die Umfrageergebnisse auch Aufschluss über qualitative Tendenzen. Dabei wurde die Anwendungsorientierung der Forschung untersucht. Es zeigt sich, dass insbesondere ingenieurwissenschaftliche Disziplinen anwendungsorientiertere Forschung betreiben und dies bei den Fachbereichen Maschinenbau und Elektrotechnik auf einen direkten Zusammenhang zu vermehrten Erfindungs- und Patentmeldungen schließen lässt. Weiterhin wurden Forscher nach ihren Forschungszielen befragt. Auch dort gab es eindeutige Zusammenhänge, z. B. bei Fachbereichen, die Selbstmotivation als zentrales Forschungsziel angeben und konsequenterweise weniger Erfindungsmeldungen und Patenmeldungen aufweisen. Das Forschungsziel der Reputation stand dabei in einem direkten Zusammenhang zu der Zahl an Veröffentlichungen. Je anwendungsorientierter die Forschung der Fachbereiche, desto eher war auch die Akquirierung von Drittmitteln Ziel der Forschung. Diese Ziele wurden demnach besonders von ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen verfolgt. Die Analyse über die Verwertung von Erfindungen hat ergeben, dass in naturwissenschaftlichen Fachbereichen in über 50 % der Fälle Forschungsergebnisse ausschließlich in Veröffentlichungen verwertet werden. Ein Schutz, Test oder gar eine Vermarktung der Ergebnisse wurde in den naturwissenschaftlichen Disziplinen und von den Pharmazeuten deutlich häufiger verfolgt.

Die Analyse über das Patentverhalten hessischer Wissenschaftler konnte die unterschiedlichen Hindernisse und Anreize sowie Patentanmeldungen und Erfindungsmeldungen der verschiedenen Disziplinen aufzeigen. Interessant ist, dass Antworten über Anreize und Hindernisse zu patentieren, unterschiedliche Ergebnisse für die einzelnen Fachbereiche ergeben haben. Weiterhin wurde aufgezeigt, dass die Anmeldung von Patenten zwischen den Disziplinen divergiert und dass die befragten Wissenschaftler eindeutig die Unternehmen und nicht die Hochschulen als den effizientesten Anmelder ihrer Erfindungen ansehen.

Versucht man nun die Ergebnisse der Effizienzanalyse aus Kapitel 3 mit den Ergebnissen der empirischen Befragung aus Kapitel 4 zu verbinden, so zeigen sich erkennbare Zusammenhänge, die die berechneten Effizienz-Werte begründen können. So sind die Fachbereiche Elektrotechnik und Maschinenbau in allen Effizienzanalysen bei Drittmiteleinahmen immer zu 100 % effizient. Abb. 16 zeigt, dass die befragten Elektrotechniker und Maschinenbauer im Gegensatz zu anderen Fachbereichen besonders die Akquise von öffentlichen und industriellen Drittmitteln anstreben. Weiterhin zeigen die Ergebnisse in Abb. 17, dass die Fachbereiche Elektrotechnik und Maschinenbau Kooperationen als erstes Verwertungsziel angeben. Auch die hohe Anwendungsorientierung in diesen Fächern (Abb. 12) kann die hohen Effizienzwerte bei Drittmiteleinahmen erklären. Ähnliche Zusammenhänge können auch in anderen Disziplinen identifiziert werden. Die in der Umfrage ermittelten Forschungsziele, Anreize oder Hindernisse der jeweiligen Fachbereiche passen somit zu den verwendeten Daten der DEA-Analyse aus Kapitel 3.

Eine weiterführende Forschung anhand der gesammelten Daten ist durchaus möglich und könnte offene Fragen beantworten. Da sich die Analyse auf die fünf hessischen Universitäten in Darmstadt, Frankfurt, Gießen, Kassel und Marburg beschränkt, wäre eine weitere Analyse über das Bundesland Hessen hinaus, ebenfalls interessant und für eine gezielte Unterstützung hilfreich. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass sich Universitäten ihrer Rolle als wichtige Quelle für Erfindungen und Innovationen bewusst werden müssen. Auch wenn Forschungsinteressen zwischen den Disziplinen verschieden sind, ist es die Aufgabe von universitären Leitungsgremien, Dekanen und Transferstellen Potenziale für mögliche Erfindungen und Innovationen zu identifizieren und bewerten, um sie optimal im Sinne der positiven Entwicklung von Universitäten nutzen zu können.

Literaturverzeichnis

- BDI (2008): Innovationsindikator Deutschland 2008, in: http://www.bdi.eu/download_content/Publikation_Innovationsindikator_Deutschland_2008.pdf, [21.09.2009].
- Blind, K./Frietsch, R. (2006): Integration verschiedener Technologieindikatoren, in: BMBF (Hrsg.): Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 16-2006.
- Blind, K. (2009): Patentverwertungsstrukturen für Hochschulerfindungen im internationalen Vergleich, Karlsruhe 2009.
- BMBF (2007): Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007, Stellungnahme der Bundesregierung, BMBF, Bonn 2007.
- Brouwer, E./Kleinknecht, A. (1999): Innovative output, and a firm's propensity to patent. An exploration of CIS micro data, *Research Policy* 28/1999, S. 615-624.
- Brüggemann, W./Bauer, M. (2008): DEA Anwendung im Hochschulforschungsbereich, Seminar zum Operations Research, Lineare und Ganzzahlige Optimierung, in: http://www.andreasrottler.eu/economics/Data_Envelopment_Analysis.pdf, [21.09.2009].
- Burr, W./Stephan, M./Werkmeister, C. (2005): Unternehmensführung, München 2005.
- Cooper, W.W./Seinford, L.M./Tone, K. (1999): *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver Software*, 1999.
- DPMA (2008): Eine Informationsbroschüre zum Patent-Stand Januar 2008, DPMA München, in: <http://presse.dpma.de/docs/pdf/broschueren/patente.pdf>, [21.09.2009].
- EFI (2009): Gutachten zur Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit, Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin, in: http://www.e-fi.de/fileadmin/Gutachten/EFI_Gutachten2009.pdf, [21.09.2009].
- Gutierrez, M. (2005): Effizienzmessung in Hochschulen – Evaluation von Forschungs- und Lehreinheiten mit Data Envelopment Analysis, Gabler Verlag, Wiesbaden 2005.
- Griliches, Z. (1990): Patent Statistics as an Economic Indicator: A Survey, *Journal of Economic Literature*, Vol. XXVIII, Dezember 1990, S. 1661-1707.
- Haase, H./Lautenschläger, A./Weyand, J./Beibst, G. (2005): Erfindungen, Patente und Verwertung: Eine empirische Untersuchung an Thüringer Hochschulen, R. 7/2005, Arbeitspapiere des COE Centers of Entrepreneurship in der FH Jena, in: http://www.db-thueringen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-7145/2005_Nr07.pdf, [21.09.2009].
- Hansen, G. (2005b): Zugang zu wissenschaftlicher Information – alternative urheberrechtliche Ansätze, Erstveröffentlicht in *GRUR Int.* 2005, 378ff..
- Hausberg, B./Becker C./Ekert S./Glitz, R./Kruß, M./Stahl-Rolf, S. (2001): Zur Einführung der Neuheitsschonfrist im Patentrecht, BMBF, Düsseldorf, in: http://www.bundesforschungsministerin.net/pub/neuheitsschonfrist_im_patentrecht.pdf, [21.09.2009].

- Hoeren, T. (2005): Zur Patentstruktur an Hochschulen – Auf neuen Wegen zum Ziel, *Wissenschaftsrecht (WissR)*, Band 38 – 2005, S. 131-156.
- ITAS (2009): Diskursprojekt „Szenario Workshops: Zukunft der Grünen Gentechnik“, Basisinformation Nr. 16, in: <http://www.itas.fzk.de/deu/lit/2009/boua09d.pdf>, [21.09.2009].
- Jansen, D./Wald, A./Franke, K./Schmoch, U./Schubert, T. (2007): Drittmittel als Performanceindikator der wissenschaftlichen Forschung. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 59 (2007), H. 1, S. 125-149.
- Jaeger, M. (2006): Leistungsbezogene Budgetierung an deutschen Universitäten: Umsetzungsstand und Perspektiven, *Wissenschaftsmanagement*, 3/2006, S.30-36.
- Kleinknecht, A./Monfort, K./Brouwer, E. (2002): The non trivial choice between innovation indicators, *Economics of Innovation and New Technology*, 2002, Vol. 11 (2), S. 109-121.
- Krause, P./Wagner, H./Fisch, R. (2004): Patentverwertung in Wissenschaft und Wirtschaft nach Wegfall des Hochschullehrerprivilegs, Lemmens Verlag, Bonn 2004.
- Leszczensky, M./Frietsch R./Gehrke B./Helmrich R. (2009): Bildung und Qualifikation als Grundlage der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Bericht des Konsortiums „Bildungsindikatoren und technologische Leistungsfähigkeit“, in: http://www.e-fi.de/fileadmin/Studien/StuDIS2009/8_2009_Bericht_Bildung.pdf, [21.09.2009].
- Luptacik, M. (2003): Data Envelopment Analysis als Entscheidungshilfe für die Evaluierung von Forschungseinheiten in der Universität, *Zeitschrift für Betriebswirtschaft (ZfB)*. Heft 3/2003. *ZfB Special Issue*, Band, S.50-74.
- Mann, R. (1990): Strategisches Controlling, in: Mayer, E./Weber, J. (Hrsg.): *Handbuch Controlling*, Stuttgart 1990, S. 91-116.
- Metz-Göckel, S. (2008): Die entfesselte Hochschule und die Chancen der Hochschulforschung, in: Scholkmann A./Roters, B./Ricken, J./Höcker M.(Hrsg.): *Hochschulforschung und Hochschulmanagement*, Waxmann Verlag, Münster 2008, S. 139-171.
- Risch, B. (2004): Hochschulen und Patente: Integration von Verwertungs-Know-how in die Hochschulausbildung – InWert, INSTI-Broschüre Nr. 10, Köln in: http://portal.uni-freiburg.de/zft/objekte/dateien/verwertung_studenten, [21.09.2009].
- Sächsischer Innovationsbeirat (2009): Spitzenkräfte – Kluge Köpfe für sächsische Hochschulen, Positionspapier des sächsischen Innovationsbeirates, TU Chemnitz, in: <http://www.smwk.sachsen.de/download/Positionspapier.pdf>, [21.09.2009].
- Schmoch, U. (2003): *Hochschulforschung und Industrieforschung, Perspektiven der Interaktion*, Campus Verlag, Frankfurt 2003.
- Schmoch, U. (2007): Patentanmeldungen aus deutschen Hochschulen Analysen im Rahmen der jährlichen Berichterstattung zur Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Nr. 10-2007, Fraunhofer ISI, Karlsruhe 2007.
- Schmoch, U./Schubert, T. (2008): Nachhaltigkeit von Anreizen für exzellente Forschung, in: Hornbostel, S./Simon, D./Heise, S. (Hrsg.): *Das Problem, der Diskurs, das Programm und die Folgen, Exzellente Wissenschaft*, iFQ-Working Paper Nr. 4, S. 39-49, Bonn 2008.
- Schmoch, U. (2009): Geeignete Ansätze zur Messung wissenschaftlicher Leistung, *Beiträge zur Hochschulforschung* 31/2009, Nr. 1, S. 26-41.
- Tang, J./Le C. (2007): Multidimensional Innovation and Productivity, *Economics of Innovation and New Technology*, 2007, Vol. 16(7), S. 501-516.
- Wissenschaftsrat (2004): Empfehlungen zu einem Wissenschaftstarifvertrag und zur Beschäftigung wissenschaftlicher Mitarbeiter, in: <http://www.wissenschaftsrat.de/texte/5923-04.pdf>, [21.09.2009].
- Wissenschaftsrat (2006): Stellungnahme zur künftigen Aufgabe der Universitäten im Wissenschaftssystem, in: <http://www.wissenschaftsrat.de/texte/7067-06.pdf>, [21.09.2009].
- Welsch, J. (2005): Innovations- und Technologiepolitik in Hessen, in: Krumbein W./Ziegler (Hrsg.): *Perspektiven der Technologie- und Innovationsförderung in Deutschland*, Marburg 2005, S.138-162.
- Wörner, S./Grupp H. (2003): The Derivation of R&D Return Indicators Within a Real Option Framework, *R&D Management* 33, 3, Blackwell Publishing, Oxford 2003.

Anhang

	Patentrel. Wiss. Gesamt 2008	Drittmittel in 1.000/pro Mitarbeiter	Veröffent- lichungen pro 10 Mitarbeiter	Erfindungs- meldung pro Mitarbeiter (CHE)	Verwertungs- abschlüsse (HIPO)
Pharmazie (Marburg)	104	13,10	2,88	3	/
Physik (Marburg)	73	28,89	14,25	5	/
Biologie (Marburg)	121	47,41	5,79	7	/
Chemie (Marburg)	178	17,57	8,71	35	/
Medizin (Marburg)	336	46,91	29,55	0	/
Geographie (Marburg)	34	30,14	3,82	0	/
Geowissenschaften, ohne Geographie (Marburg)	4	9,04	/	0	/
Informatik (Marburg)	45	13,33	28,13	0	/
Mathematik (Marburg)	27	4,81	12,27	0	/
Agrar-, Forst- und Ernährung (Gießen)	222	24,17	/	0	/
Physik (Gießen)	95	30,29	13,47	4	/
Biologie (Gießen)	121	25,83	5,54	2	/
Chemie (Gießen)	81	20,52	7,04	8	/
Medizin (Gießen)	236	86,72	19,14	0	/
Geographie (Gießen)	18	6,13	6,11	0	/
Informatik (Gießen)	4	0,00	0	0	/
Mathematik (Gießen)	36	2,51	13,85	0	/
Veterenärmedizin (Gießen)	173	14,28	/	0	/
Biologie (Frankfurt)	173	36,17	2,54	2,89	/
Chemie (Frankfurt)	184	68,59	10,71	1,63	/
Geowissenschaften (Frankfurt)	146	28,49	7,35	1,37	/
Informatik (Frankfurt)	46	25,85	20,91	0,00	/
Mathematik (Frankfurt)	77	5,51	27,50	0,00	/
Pharmazie (Frankfurt)	81	39,65	1,48	3,70	/
Physik (Frankfurt)	185	37,61	9,08	3,24	/
Medizin (Frankfurt)	1157	17,85	9,90	1,30	/
Bauingenieurwesen (Kassel)	77	24,97	/	0	2,597402597
Elektrotechnik (Kassel)	92	24,48	/	27	13,04347826
Maschinenbau (Kassel)	107	38,71	/	8	2,803738318
Raumplanung (Kassel)	51	8,79	/	0	0
Biologie (Kassel)	50	10,43	7,40	0	0
Chemie (Kassel)	38	16,23	5,00	0	0
Geographie (Kassel)	3	0,01	0,00	0	0
Informatik (Kassel)	59	55,70	1,02	0	0
Mathematik (Kassel)	47	12,41	9,00	0	0
Physik, Astronomie (Kassel)	46	25,67	8,91	3	2,173913043
Agrar-, Forst- und Ernährung (Kassel)	103	39,16	/	0	0
Bauingenieurwesen (Darmstadt)	164	39,21	9,63	0	/
Elektrotechnik (Darmsatdt)	236	36,57	14,66	9	/
Maschinenbau (Darmstadt)	381	62,42	10,60	6	/
Biologie (Darmstadt)	96	21,62	9,17	1	/
Chemie (Darmstadt)	155	24,28	6,19	6	/
Geowissenschaften (Darmstadt)	145	39,07	13,17	0	/
Informatik (Darmstadt)	153	37,12	12,88	0	/
Mathematik (Darmstadt)	99	12,26	9,49	0	/
Physik, Astronomie (Darmstadt)	166	22,12	12,95	1	/