

**WISSENS- UND  
TECHNOLOGIE-  
TRANSFER UND  
WISSENSBASIERTE  
WIRTSCHAFTS-  
ENTWICKLUNG –  
EIN WEG ZUR  
FÖRDERUNG DES  
WIRTSCHAFTLICHEN  
AUFHOLPROZESSES  
IN OSTDEUTSCH-  
LAND?**

**FRANZ BARJAK\***

Kollege der Abteilung Regional- und Kommunalforschung am IWH von 1995 bis 2001

## PRODUKTIVITÄTSLÜCKE ZWISCHEN OST- UND WESTDEUTSCHLAND

Der wirtschaftliche Transformations- und Aufholprozess in Ostdeutschland seit 1990 hat sich gemäß verschiedenen Analysen und Publikationen nicht zuletzt des Leibniz-Instituts für Wirtschaftsforschung Halle in einer deutlichen Steigerung der Arbeitsproduktivität niedergeschlagen: Während in Ostdeutschland 1991 nur rund 45% des Bruttoinlandsprodukts Westdeutschlands pro Erwerbstätigen erwirtschaftet wurden, so stieg dieser Wert bis 2018 auf 83%.<sup>1</sup> Die Erklärungen für diese noch immer bestehende ostdeutsche „Produktivitätslücke“ sind multifaktoriell und werden etwa in fehlenden Headquarterfunktionen, der Betriebsstruktur mit wenigen Großbetrieben, der auf Arbeitsplätze fokussierten Investitionsförderung, siedlungsstrukturellen Unterschieden, einem zunehmenden Fachkräftemangel und nicht zuletzt niedrigeren Preisen für in Ostdeutschland produzierte Güter und Dienstleistungen gesucht.<sup>2</sup> Folglich braucht es auch in vielen Wirtschafts- und Lebensbereichen und auf allen Ebenen Strategien und Maßnahmen. Während eine Angleichung der Unternehmensstrukturen hinsichtlich Branchen, Größenstrukturen oder Funktionen, wie etwa der Durchführung von Forschung und Entwicklung (FuE) in Ostdeutschland, sowohl mittels Unternehmensverlagerungen<sup>3</sup> als auch Neugründungen von Unternehmen<sup>4</sup> als Maßnahmen mit langfristiger Wirkung betrachtet werden, wurde und wird große Hoffnung in den öffentlichen Bildungs- und Forschungssektor und seinen Beitrag zu einer wissens- und technologiegestützten Entwicklung gesetzt.

Rosenfeld und Heimpold postulierten bereits vor bald 20 Jahren: „Die erkennbaren Vorzüge der ostdeutschen öffentlichen FuE könnten in Zukunft noch stärker für den wirtschaftlichen Aufbau in den neuen Ländern genutzt werden.“<sup>5</sup> Auf der Basis einer Analyse verschiedener Indikatoren stellten sie fest, dass Ostdeutschland im Wissenschaftsbereich bei einer Reihe von Faktoren eine bessere oder mindestens vergleichbar gute Ausstattung zu der Westdeutschlands aufwies.<sup>6</sup> Dazu gehörten etwa der Bestand an außeruniversitären FuE-Einrichtungen, die Betreuungsrelation zwischen wissenschaftlichem Personal und Studierenden oder die Personalausstattung in der Fächergruppe Ingenieurwissenschaften.

---

\* Franz Barjak: Fachhochschule Nordwestschweiz.

1 Vgl. Gropp, Heimpold (2019); Müller, Neuschäffer (2019).

2 Vgl. ebenda.

3 Vgl. Gropp, Heimpold, a. a. O.

4 Vgl. Fritsch et al. (2007).

5 Vgl. Rosenfeld, Heimpold (2001), 393.

6 Vgl. ebenda.

Grundsätzlich schien also mit einem gut ausgebauten öffentlichen Bildungs- und Forschungssektor bereits vor einigen Jahren eine der Voraussetzungen für eine wissens- und technologiegestützte Entwicklung Ostdeutschlands gegeben. Dies wirft die Frage auf, ob die Wissenschaft überhaupt in der Lage ist, diese in sie gesetzten Erwartungen zu erfüllen, auf welchen Wegen bzw. mittels welcher Mechanismen sie dies leisten kann und welche zusätzlichen Voraussetzungen dafür gegeben sein müssen. Die nachfolgenden Abschnitte widmen sich der Frage, ob und wie die Wissenschaft ein Initiator und Katalysator in wirtschaftlichen Aufholprozessen sein kann.

## WISSENS- UND TECHNOLOGIE- TRANSFER (WTT) UND WISSENS- BASIERTE REGIONALENTWICKLUNG

### WISSENSCHAFT ALS TREIBER VON WIRTSCHAFTSWACHSTUM

Es gibt eine Fülle von Argumenten, mit denen der Beitrag der Wissenschaft und der Organisationen, die Wissenschaft durchführen, also insbesondere von Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen, zu wirtschaftlichem Wachstum begründet wird:<sup>7</sup>

- Die Wissenschaft erhöht allgemein den Wissensbestand einer Gesellschaft und damit ihre Fähigkeiten zur Lösung neu auftretender Probleme.
- Neues wissenschaftliches Wissen ist eine Quelle für Ideen zu neuen technologischen Möglichkeiten und hilft bei der Filterung von aussichtsreichen Entwicklungspfaden.
- Die Wissenschaft entwickelt Forschungsinstrumente, Werkzeuge, Techniken und Methoden, die (potenziell) auch für die industrielle Fertigung oder Dienstleistungen nützlich sind.
- In der Lehre wird der aktuelle Stand des Wissens an Studierende vermittelt und mittels qualifizierter Absolventen den Unternehmen zugeführt.
- Wissenschaftler und Absolventen gründen selbst neue Unternehmen, um neues Wissen und Erfindungen kommerziell zu verwerten.

---

7 Vgl. Pavitt (1991), Salter, Martin (2001).

- **Die Wissenschaft unterhält eine Wissensbasis zu den sozialen und Umweltauswirkungen von Technologien und kann damit zur Regulierung und Eindämmung unerwünschter Effekte beitragen.**

Übersichtsbeiträge listen eine Vielzahl von Studien, die diese Argumente empirisch untermauern.<sup>8</sup> Diese im Detail wiederzugeben würde den Rahmen dieses Aufsatzes bei Weitem sprengen. Eine wichtige Frage aus wachstumspolitischer Sicht ist in diesem Kontext, ob die positiven Auswirkungen der Wissenschaft räumlich beschränkt sind oder nicht. Zu den bereits von Robert K. Merton in den 1930er bis 1940er Jahren aufgestellten Werten der Wissenschaft gehören neben dem Universalismus, der Uneigennützigkeit, Originalität und Skepsis auch der Kommunismus,<sup>9</sup> später abgeändert in „Kommunalismus“: Wissenschaftler publizieren ihre Forschungsergebnisse und neues Wissen, weil erst die Publikation ihre Urhebererschaft belegt und ihnen dadurch Anerkennung zuteilwird, welche ihre wissenschaftliche Karriere voranbringt.<sup>10</sup> Grundsätzlich würde man also annehmen, dass das in einer wissenschaftlichen Abhandlung oder akademischen Patentschrift kodifizierte Wissen durch die Publikation geographisch unbegrenzt verfügbar ist und genutzt wird.

Dass dem nicht so ist, sondern dass vielmehr die Wissensnutzung mit der räumlichen Distanz zum akademischen Wissensproduzenten abnimmt, wurde vielfach in Studien belegt.<sup>11</sup> Weiterhin erscheint es auch als erwiesen, dass die Wissenschaft mittels ihrer Forschung und Lehre zur regionalen Wirtschaftsentwicklung beiträgt.<sup>12</sup> Neuere, umfangreiche Analysen mit internationalen Datensätzen belegen nicht nur einen Zusammenhang zwischen Wissenschaft und Innovationstätigkeit, sondern auch mit der wirtschaftlichen Entwicklung. So ermitteln Valero und Van Reenen einen 4%-Zuwachs des Bruttoinlandsprodukts (BIP) pro Einwohner, wenn sich die Anzahl der Universitäten in einer Region verdoppelt.<sup>13</sup> Darüber hinaus wirken sich auch Universitäten in Nachbarregionen positiv auf das Wachstum aus, wobei der Effekt mit zunehmender Distanz abnimmt. Ursächlich wird dieser Wachstumsbeitrag der Hochschulen auf drei Mechanismen zurückgeführt:<sup>14</sup>

---

8 Vgl. Drucker, Goldstein (2007); Salter, Martin (2001); Beck et al. (2018).

9 Vgl. Merton (1996).

10 Vgl. Dasgupta, David (1994).

11 Jaffe (1989); Acs et al. (1992); Andersson et al. (2009); Anselin et al. (1997); Anselin et al. (2000).

12 Vgl. Drucker, Goldstein, a. a. O.

13 Vgl. Valero, van Reenen (2019).

14 Ebenda.

- 1** Universitätsabsolventen erhöhen den Bestand an qualifizierten Arbeitskräften in einer Region.
- 2** Wissenschaftler führen selbst Innovationen ein und Absolventen arbeiten in FuE sowie Innovationen und steigern so die Innovationsrate der regionalen Wirtschaft.
- 3** Universitäten tragen zur Entwicklung wirtschaftlicher und demokratischer Institutionen bei, die wiederum wichtig für Wirtschaftswachstum sind.

Grundsätzlich gibt es also überzeugende empirische Belege und Argumente, dass die Wissenschaft zur wirtschaftlichen Entwicklung von Regionen beitragen kann. Das beantwortet allerdings nicht die Frage, unter welchen Bedingungen dies geschehen kann und ob diese Bedingungen in Ostdeutschland gegeben sind, zumal die Literatur auch nahelegt, dass es gerade wirtschaftlich peripheren Regionen aus vielen Gründen schwerfällt, von der regionalen Wissenschaft zu profitieren.<sup>15</sup>

## BEDINGUNGEN FÜR EINEN WACHSTUMSBEITRAG DER WISSENSCHAFT

Die Wissenschaft leistet ihren Beitrag zur regionalen Entwicklung mittels einer Vielzahl von Mechanismen, die auf verschiedenen Ebenen, insbesondere der individuellen Ebene, der Ebene der Organisationseinheiten (wie Lehrstühle, Institute oder Fakultäten) und der Ebene der Wissenschaftsorganisation angesiedelt sind (vgl. Abbildung 1).

Die Charakteristika jeder dieser Ebenen beeinflussen, ob überhaupt und wenn ja, welche Mechanismen eingesetzt werden, um neues wissenschaftliches Wissen zu kommerzialisieren oder allgemein einer wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nutzung im weitesten Sinne zuzuführen. Außerdem beeinflusst der Kontext, wie effektiv und effizient sich der Austausch zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft gestaltet. In der Literatur werden als wichtige Einflussfaktoren aufgeführt:<sup>16</sup>

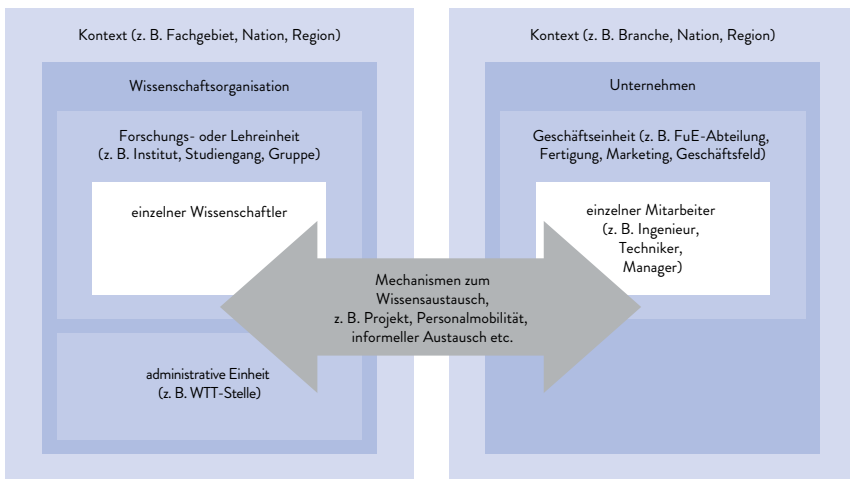
---

<sup>15</sup> Vgl. Bonaccorsi (2017).

<sup>16</sup> Fritsch et al., a. a. O., Perkmann et al. (2013), Phan, Siegel (2006).

- **Wissenschaftsseitige Faktoren:** Exzellenz der Forschung, Reputation, kritische Größe, Motivation und Anreize für die Wissenschaftler, Transferkultur
- **Wirtschaftsseitige Faktoren:** Unternehmensstruktur, Forschungsnähe, Höhe der absorptiven Kapazitäten, technologische Übereinstimmung,
- **Kontextfaktoren:** rechtlicher Rahmen (z. B. bezüglich geistigen Eigentums), politische Fördermaßnahmen, funktionierende intermediäre Organisationen.

Es ist nicht möglich, diese Faktoren im vorliegenden Aufsatz erschöpfend empirisch aufzuarbeiten und zu diskutieren. In Deutschland ist die Datelage zum Wissens- und Technologietransfer (WTT) der Hochschulen und Forschungseinrichtungen insbesondere im Hinblick auf forschungsbasierte Mechanismen (z. B. Forschungsrahmenverträge, Gemeinschaftsforschung mit Unternehmen, Auftragsforschung für Unternehmen) und die Technologiekommerzialisierung (z. B. mittels Patenten/Lizenzen und akademischen Spinoffs) nicht gut. Auf der Basis von Sekundärdaten, insbesondere der Hochschulstatistik des Statistischen Bundesamtes und dem Datenanhang zum Bundesbericht Forschung und Innovation 2018 können aber einige



### ABBILDUNG 1

MULTIEBENEN-PHÄNOMEN WISSENS- UND TECHNOLOGIETRANSFER (WTT)

Quelle: Barjak et al. (2020).

Hinweise gegeben werden, die eine grobe Beurteilung der ostdeutschen Bundesländer hinsichtlich der aktuellen Voraussetzungen für eine wissenschaftsbasierte regionale Entwicklung gestatten.

## VORAUSSETZUNGEN OSTDEUTSCHLANDS FÜR EINEN WISSENSBASIERTEN REGIONALEN AUFHOLPROZESS

Im folgenden Abschnitt werden die internen Voraussetzungen im Wissenschaftssektor (Ausstattung mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen, Wissensoutput) und die externen Voraussetzungen (wirtschaftliches Umfeld) für wissenschaftsbasiertes Wachstum zwischen Ost- und Westdeutschland verglichen.

### AUSSTATTUNG OSTDEUTSCHLANDS MIT HOCHSCHULEN UND FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN

Die Standorte der wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen geben einen ersten Hinweis darauf, wie gut ein Bundesland mit wissenschaftlichen Einrichtungen ausgestattet ist, auch wenn die reine Anzahl natürlich keine Aussagen über die Größe, den wissenschaftlichen Output oder die Qualität zulässt. Wissenschaftliche Einrichtungen nehmen tertiäre Bildungs- und/oder Forschungsaufgaben wahr, die eine typische Zentrumsfunktion darstellen. Deswegen überrascht es nicht weiter, dass die Stadtstaaten Berlin, Hamburg und Bremen im Vergleich der Bundesländer den höchsten Bestand und einen Ausstattungsvorsprung gegenüber den Flächenländern aufweisen (vgl. Tabelle 1). Beim Ost-West-Vergleich fällt auf, dass die Unterschiede im Hochschulbereich gering sind und dass es bei der außeruniversitären Forschung und den Bundeseinrichtungen mit FuE-Aufgaben in den ostdeutschen Ländern fast durchgängig mehr Standorte pro 100 000 Einwohner gibt als in Westdeutschland. Lediglich bei den Landeseinrichtungen mit FuE-Aufgaben weist Westdeutschland einen höheren Bestand auf. Insgesamt gibt es in den ostdeutschen Bundesländern aber deutlich mehr Forschungsstandorte pro Einwohner als in Westdeutschland.

Auch bei den regionalisierten FuE-Ausgaben des Bundes und der Länder, die mehrheitlich an wissenschaftliche Einrichtungen gehen, stechen insbesondere bei den Bundesausgaben wieder die Stadtstaaten hervor (vgl. Abbildung 2). Während die Ausgaben der Länder in Ost und West relativ ähnlich sind, sind bei den Bundesausgaben einzelne ostdeutsche Flächenländer im Vorteil: Sachsen liegt mit 238 Euro pro Einwohner an erster Stelle und Mecklenburg-Vorpommern mit 202 Euro pro Einwohner nach Bayern an dritter Stelle der Flächenländer.

	Hochschulen			außer-universitäre Forschung <sup>a</sup>	Bundes- und Landes-einrichtungen mit FuE-Aufgaben		Summe
	Univer-sitäten	FH und Verwaltungs-HS	Kunst- und Musik-HS		Bundesein-richtungen	Landesein-richtungen	
Baden-Württemberg	0,16	0,70	0,14	0,47	0,06	0,24	<b>1,77</b>
Bayern	0,14	0,39	0,06	0,67	0,12	0,21	<b>1,60</b>
Bremen	0,29	0,88	0,15	1,76	0,15	1,03	<b>4,25</b>
Hamburg	0,33	0,93	0,11	1,14	0,54	0,44	<b>3,49</b>
Hessen	0,18	0,56	0,05	0,43	0,13	0,27	<b>1,61</b>
Niedersachsen	0,14	0,44	0,03	0,55	0,23	0,20	<b>1,58</b>
Nordrhein-Westfalen	0,12	0,58	0,08	0,35	0,11	0,09	<b>1,33</b>
Rheinland-Pfalz	0,25	0,49	0,00	0,34	0,07	0,34	<b>1,50</b>
Saarland	0,71	0,30	0,20	0,91	0,10	0,30	<b>2,52</b>
Schleswig-Holstein	0,10	0,45	0,07	0,52	0,28	0,14	<b>1,56</b>
<b>Westdeutschland</b>	<b>0,16</b>	<b>0,54</b>	<b>0,07</b>	<b>0,52</b>	<b>0,14</b>	<b>0,21</b>	<b>1,64</b>
Berlin	0,28	0,88	0,17	1,35	0,72	0,17	<b>3,55</b>
Brandenburg	0,28	0,36	0,04	1,20	0,28	0,12	<b>2,27</b>
Mecklenburg-Vorpommern	0,12	0,62	0,06	1,12	0,31	0,00	<b>2,24</b>
Sachsen	0,17	0,49	0,15	1,27	0,25	0,20	<b>2,52</b>
Sachsen-Anhalt	0,14	0,41	0,09	0,90	0,23	0,14	<b>1,90</b>
Thüringen	0,19	0,47	0,05	0,75	0,05	0,19	<b>1,68</b>
<b>Ostdeutschland</b>	<b>0,20</b>	<b>0,56</b>	<b>0,11</b>	<b>1,14</b>	<b>0,33</b>	<b>0,15</b>	<b>2,49</b>
<b>Deutschland insgesamt</b>	<b>0,17</b>	<b>0,54</b>	<b>0,08</b>	<b>0,64</b>	<b>0,17</b>	<b>0,20</b>	<b>1,80</b>

**TABELLE 1**

STANDORTE DER HOCHSCHULEN UND FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN (HAUPT- UND NEBENSTÄNDE) PRO 100 000 EINWOHNER

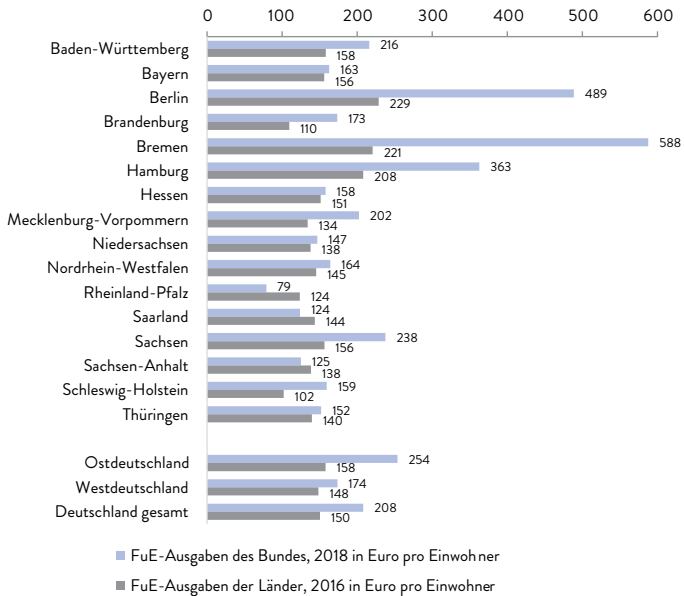
Anmerkung: <sup>a</sup> Standorte der Fraunhofer- und Max-Planck Gesellschaften, der Helmholtz- und Leibniz-Gemeinschaften sowie der wissenschaftlichen Akademien.

Quellen: Berechnungen des Autors auf Basis von: Bundesministerium für Bildung und Forschung, Forschungs- und Innovationspolitik der Länder, Länderband Bundesbericht Forschung und Innovation 2018; Statistisches Bundesamt: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>, Zugriff am 25.02.2020.

In Ostdeutschland werden insgesamt pro Einwohner fast eineinhalbmal so viele Bundesmittel für FuE ausgegeben wie in Westdeutschland.

Ergänzend zur Statistik der öffentlichen FuE-Ausgaben schließt die Hochschulstatistik des Statistischen Bundesamtes auch die Ausgaben für tertiäre Bildung ein, die mit ihren Absolventen einen wichtigen Wissensträger für private Unternehmen produziert. Zwar ist Ostdeutschland bei den Universitäten leicht im Vorteil und bei den Fachhochschulen (FH) im Nachteil, die Daten weisen jedoch





## ABBILDUNG 2

### REGIONALE AUFTEILUNG DER FUE-AUSGABEN DES BUNDES UND DER LÄNDER PRO EINWOHNER

in Euro

Anmerkung: Ohne Zahlungen an Organisationen im Ausland. Ausgaben umfassen auch nicht ausgegliederte Zahlungen an Gesellschaften und Unternehmen der Wirtschaft, z. B. ca. 15% des Totals der Bundesausgaben 2018.

Quellen: Berechnungen des Autors auf Basis von: Bundesministerium für Bildung und Forschung: Datenportal, <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/1.2.1>, Zugriff am 26.02.2020; Statistisches Bundesamt, <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>, Zugriff am 25.02.2020.

generell in Ost und West eine große Varianz auf (vgl. Tabelle 2). Hamburg hat 2017 mit 958 Euro von allen Ländern die höchsten und Brandenburg mit 169 Euro die niedrigsten Universitätsausgaben pro Einwohner. Abgesehen davon liegen die Ausgaben aber in Berlin (891 Euro), Mecklenburg-Vorpommern (625 Euro), Sachsen (615 Euro) über dem Bundesdurchschnitt und in Thüringen (550 Euro) und Sachsen-Anhalt (542 Euro) darunter. Im FH-Bereich sind in allen ostdeutschen Ländern mit Ausnahme Berlins die Ausgaben pro Einwohner geringer als im Bundesdurchschnitt.

Wir fokussieren die Betrachtung noch auf die Fächer Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT), denen einerseits eine besondere

	nach Hochschulart		nach Fächergruppe		insgesamt
	Universitäten, PH, theologische Hochschulen, Kunsthochschulen	Fachhochschulen (inklusive Verwaltungs-FH)	MINT <sup>a</sup>	andere Fächer- gruppen und zentrale Einrichtungen	
Baden-Württemberg	626	104	146	585	<b>731</b>
Bayern	553	78	125	506	<b>631</b>
Bremen	556	128	265	419	<b>684</b>
Hamburg	958	113	197	874	<b>1 072</b>
Hessen	554	96	118	532	<b>650</b>
Niedersachsen	476	66	105	436	<b>542</b>
Nordrhein-Westfalen	567	95	124	539	<b>663</b>
Rheinland-Pfalz	405	83	96	392	<b>488</b>
Saarland	793	64	89	767	<b>857</b>
Schleswig-Holstein	556	49	56	548	<b>605</b>
<b>Westdeutschland</b>	<b>566</b>	<b>88</b>	<b>123</b>	<b>530</b>	<b>653</b>
Berlin	891	92	156	827	<b>983</b>
Brandenburg	169	65	65	169	<b>235</b>
Mecklenburg- Vorpommern	625	63	96	592	<b>688</b>
Sachsen	615	68	190	492	<b>682</b>
Sachsen-Anhalt	542	75	80	537	<b>617</b>
Thüringen	550	58	110	498	<b>608</b>
<b>Ostdeutschland</b>	<b>590</b>	<b>72</b>	<b>128</b>	<b>534</b>	<b>662</b>
<b>Deutschland insgesamt</b>	<b>570</b>	<b>85</b>	<b>124</b>	<b>531</b>	<b>655</b>

**TABELLE 2****AUSGABEN DER HOCHSCHULEN NACH BUNDESLÄNDERN, 2017**

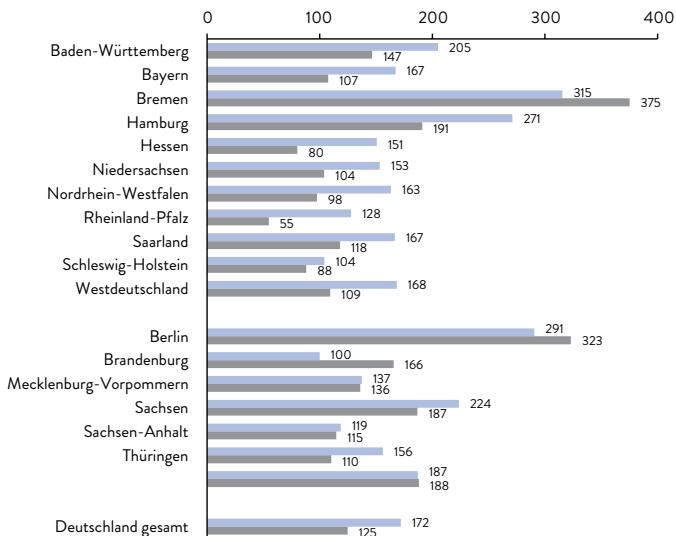
in Euro pro Einwohner

Anmerkung: <sup>a</sup> Fächergruppen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik.Quelle: Berechnungen des Autors auf Basis von: Statistisches Bundesamt, <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>, Zugriff am 25.02.2020.

Relevanz für Unternehmen und die Technologieentwicklung zugeschrieben wird und wegen deren Knappheit andererseits das besondere Augenmerk der Politik gilt.<sup>17</sup> In den MINT-Fächern weist Sachsen mit 190 Euro pro Einwohner von den Flächenländern die mit Abstand höchsten Hochschulausgaben auf (alle Hochschultypen zusammengefasst) und hat damit sogar deutlich höhere Ausgaben als

---

17 Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung (2018a).



- regionale Aufteilung des FuE-Personals der Hochschulen, 2016
- regionale Aufteilung des FuE-Personals der wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der Hochschulen, 2016

### ABBILDUNG 3

#### REGIONALE AUFTeilUNG DES FUE-PERSONALS DER HOCHSCHULEN UND DER WISSENSCHAFTLICHEN EINRICHTUNGEN AUSSERHALB DER HOCHSCHULEN, 2016

Vollzeitäquivalente pro 100 000 Einwohner

Quelle: Berechnungen des Autors auf Basis von: Bundesministerium für Bildung und Forschung, Datenportal, <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/Tabelle-1.7.7.html>, <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/Tabelle-1.7.10.html>, Zugriff am 26.02.2020; Statistisches Bundesamt, <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>, Zugriff am 25.02.2020.

Berlin mit 156 Euro. Die anderen vier ostdeutschen Länder liegen hier allerdings unter dem Bundesdurchschnitt von 124 Euro, was in der Summe ergibt, dass Ost- und Westdeutschland bei diesem Indikator praktisch gleichauf sind.

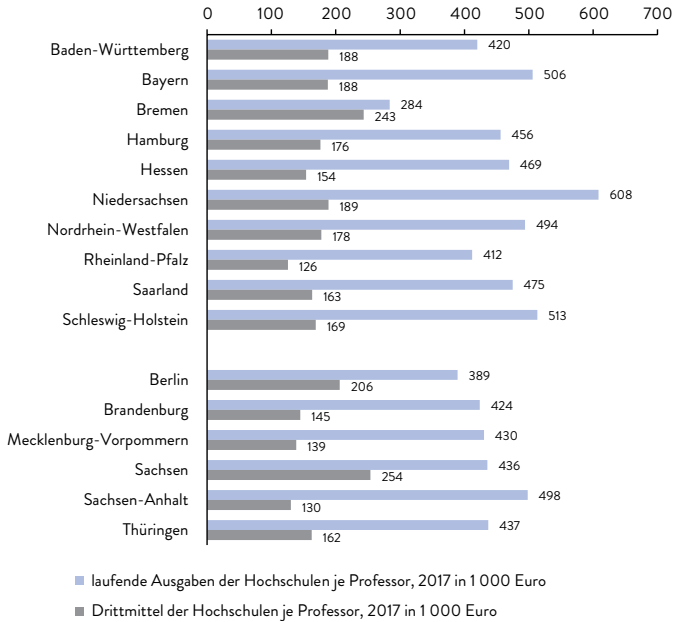
Neben Ausgabenzahlen lässt sich die Ausstattung auch in Personen messen. In Abbildung 3 ist das FuE-Personal der Hochschulen und der wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der Hochschulen im Jahr 2016 in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) dargestellt. In beiden Datenreihen weist Ostdeutschland 2016 einen höheren Bestand an FuE-Personal auf als Westdeutschland, wobei allerdings zwei Präzisierungen wichtig sind:

- Die Ost-West-Unterschiede beim Hochschulpersonal fallen zwar zugunsten Ostdeutschlands aus – 187 VZÄ FuE-Personal gegenüber 168 VZÄ im Westen –, sind aber mit circa 10% gering. Innerhalb Ostdeutschlands haben nur Berlin und Sachsen mehr Hochschul-FuE-Personal pro 100 000 Einwohner als Deutschland insgesamt. In den anderen ostdeutschen Ländern liegen die Werte unter dem Bundesdurchschnitt.
- Die Ost-West-Unterschiede beim Personal der wissenschaftlichen Einrichtungen sind deutlicher (188 VZÄ Ost gegenüber 109 VZÄ West, entspricht rund 70%), und hier liegen vier der sechs ostdeutschen Länder über dem Bundesdurchschnitt. Lediglich Thüringen und Sachsen-Anhalt bleiben circa 10% darunter.

Die bis hier dargestellten Wissenschaftsdaten bezogen auf die Einwohnerzahl sagen etwas zum Umfang und der Bedeutung der Wissenschaft in einem Bundesland aus, so gut wie dies Ausgaben und Personaldaten ohne einen tieferen Vergleich der Strukturen leisten können.<sup>18</sup> Wechselt man die Bezugsgröße und nimmt die Anzahl der Professoren anstelle der gesamten Einwohner als Nenner, dann verändert sich die Perspektive. Abbildung 4 gibt damit Aufschluss darüber, wie gut Professoren im Mittel mit (finanziellen) Ressourcen ausgestattet sind. Gerade die Qualität der Forschung und Ausbildung hängt auch von dieser Relation ab, und je grösser sie ist, umso eher dürfte es auch gelingen, im internationalen Wettbewerb talentierte Wissenschaftler zu rekrutieren. Interessanterweise verändert sich hier das Muster deutlich: Während bei den vorangehenden Indikatoren Ostdeutschland jeweils leicht über dem Bundesdurchschnitt liegt und Berlin, Sachsen und punktuell Mecklenburg-Vorpommern gut und die anderen ostdeutschen Länder eher schlecht abschneiden, so ist dies nun umgekehrt. Gesamtdeutsche und nach Ost und West aggregierte Daten sind nicht publiziert, aber hinsichtlich der laufenden Ausgaben pro Professor weisen die Länder Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Bayern die höchsten Ausgaben auf. Sachsen-Anhalt folgt als erstes ostdeutsches Land auf Rang vier, Thüringen und Sachsen auf den Rängen neun und zehn. Bei den Drittmitteln je Professor ist dagegen wiederum Sachsen mit 254 000 Euro je Professor (2017) an der Spitze, gefolgt von Bremen mit 243 000 Euro und Berlin mit 206 000 Euro. Dies kann freilich sowohl daraus resultieren, dass die Forschung in einem Land für Drittmittelgeber attraktiv ist, als auch aus einem hohen Druck zur Drittmittelakquise, z. B. weil die Grundfinanzierung der Professuren niedrig ist – die Bremer Zahlen mit hohen Drittmitteln, aber niedrigen laufenden Ausgaben legen diese Erklärung etwa nahe.

---

18 Ausgaben für FuE und tertiäre Bildung unterscheiden sich zwischen den wissenschaftlichen Fachgebieten und Hochschultypen, etwa aufgrund unterschiedlicher Nutzungen von Infrastruktur, Geräten und Verbrauchsmaterial. Ein nicht quantifizierbarer Teil der Ausgabenunterschiede dürfte durch solche Unterschiede zwischen den Ländern zu erklären sein.



#### ABBILDUNG 4

LAUFENDE AUSGABEN UND DRITTMITTEL DER HOCHSCHULEN JE PROFESSOR, 2017  
in 1 000 Euro

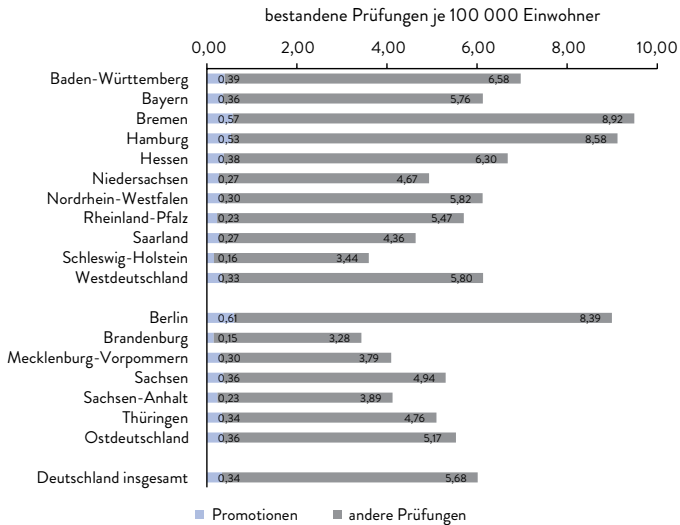
Anmerkung: In Vollzeitäquivalenten ohne drittmittelfinanzierte und nebenberufliche Professoren.

Quelle: Berechnungen des Autors auf Basis von: Statistisches Bundesamt, <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>, Zugriff am 25.02.2020.

## WISSENSOUTPUT DER HOCHSCHULEN

Während, wie oben bereits angemerkt, die Datenlage keine Analysen zu forschungs-basierten Mechanismen der Zusammenarbeit der Wissenschaft mit der Wirtschaft und zur Technologiekommerzialisierung zulässt, gibt die Hochschulstatistik des Statistischen Bundesamtes zumindest Auskunft über die Prüfungen an Hochschulen pro Bundesland (vgl. Abbildung 5). Dies gestattet Rückschlüsse auf die Absolventen und damit auf die Mobilität impliziten und personalisierten Wissens zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft. Diese Betrachtung der Outputseite ist allerdings insofern unvollständig, als dass sie nicht umfasst, in welchem Bundesland die Absolventen im Anschluss Arbeit suchen und finden

und inwiefern dieses Wissen dann tatsächlich vor Ort bleibt.<sup>19</sup> Auch bei den bestandenen Prüfungen pro 100 000 Einwohner ist die Quote wiederum in Bremen, Hamburg und Berlin mit Abstand am höchsten. Daneben weisen nur Baden-Württemberg, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Bayern Quoten über dem Bundesdurchschnitt auf, sowohl bei Promotionen als auch anderen Prüfungen. Als bestes ostdeutsches Bundesland liegt Sachsen bei den Promotionen leicht über dem Bundesdurchschnitt, bei den anderen Abschlüssen circa 13% darunter.



### ABBILDUNG 5

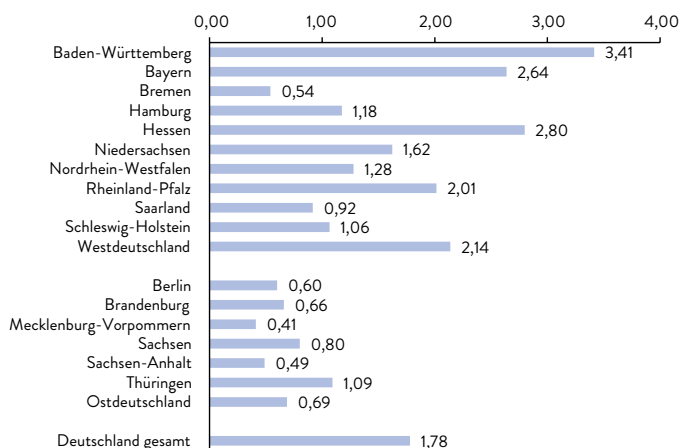
#### BESTANDENE PROMOTIONEN UND ANDERE PRÜFUNGEN AN HOCHSCHULEN, 2018

Quelle: Berechnungen des Autors auf Basis von: Statistisches Bundesamt, <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>, Zugriff am 25.02.2020.

19 So zeigen etwa Abel und Deitz für die USA, dass einerseits Universitätsabsolventen mobil sind, andererseits aber durchaus ein Zusammenhang zwischen der Existenz einer Hochschule und dem Angebot und der Nachfrage nach qualifizierten Arbeitskräften in Ballungsräumen besteht, vgl. Abel, Deitz (2011).

## EXTERNE BEDINGUNGEN IM UMFELD DER WISSENSCHAFT

Anknüpfend an das vorangehende Argument der Absorption der qualifizierten Absolventen durch den ostdeutschen Arbeitsmarkt wird als letzter Aspekt dieser Analyse betrachtet, ob die ostdeutschen Unternehmen in der Lage erscheinen, das in der Wissenschaft generierte Wissen zu absorbieren.



### ABBILDUNG 6

FUE-PERSONAL IN DER WIRTSCHAFT 2017 IN RELATION ZUM FUE-PERSONAL IN DER WISSENSCHAFT 2016

in VZÄ

Quelle: Berechnungen des Autors auf Basis von: Bundesministerium für Bildung und Forschung: Datenportal, <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/Tabelle-1.7.5.html>; <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/Tabelle-1.7.7.html>; <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/Tabelle-1.7.10.html>; Zugriff am 26.02.2020; Statistisches Bundesamt, <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>, Zugriff am 25.02.2020.

In Abbildung 6 wird das regionale FuE-Personal in der Wirtschaft dem regionalen FuE-Personal in der Wissenschaft gegenübergestellt. Der Quotient gibt also Hinweise darauf, wie hoch die Chance ist, dass Wissenschaftler auch FuE-Partner in Unternehmen im gleichen Bundesland finden. Auch wenn dabei die Fachgebietszugehörigkeit nicht berücksichtigt wird, die vielfach eine Grundvoraussetzung ist, um zusammenarbeiten zu können, gestatten die Daten doch einen groben Einblick in die absorptive Kapazität der regionalen Wirtschaft. Der gesamtdeutsche Quotient von 1,78 VZÄ FuE-Personal in der Wirtschaft pro VZÄ in der Wissenschaft wird in keinem ostdeutschen Bundesland erreicht. Ostdeutschland

insgesamt erreicht mit 0,69 VZÄ weniger als ein Drittel des westdeutschen Wertes von 2,14 VZÄ. Von den sechs ostdeutschen Ländern findet sich nur in Thüringen mehr FuE-Personal in der Wirtschaft als in der Wissenschaft, in Westdeutschland trifft dies für alle Länder mit Ausnahme Bremens und des Saarlands zu.

## ZUSAMMENFASSUNG

Zusammengefasst zeigen die Daten eine Reihe von Unterschieden in verschiedenen Dimensionen:

- 1** Stadtstaaten weisen bei der Ausstattung mit wissenschaftlichen Einrichtungen bessere Werte als die Flächenländer aus, was dadurch zu erklären ist, dass die Einrichtungen in den städtischen Zentren angesiedelt sind. Berlin befindet sich dabei in der Regel auf dem Niveau der westdeutschen Stadtstaaten Hamburg und Bremen.
- 2** Die ostdeutschen Flächenländer weisen grundsätzlich keinen Ausstattungs-rückstand auf, sondern sind bei vielen Indikatoren (Standorte, Personal, Ausgaben) sogar leicht im Vorteil. Allerdings begründet sich dieser Vorteil häufig in sehr positiven Werten für Sachsen, das teilweise sogar deutlich bessere Werte aufweist als die besten westdeutschen Flächenländer. In den anderen ostdeutschen Flächenländern, insbesondere in Brandenburg, Thüringen und Sachsen-Anhalt, ist die Ausstattung mit öffentlicher Forschung und tertiärer Bildung teilweise deutlich schlechter.
- 3** Nimmt man die Drittmittel als ein Maß, wie attraktiv die Forschung in einem Bundesland für Sponsoren und Auftraggeber von außerhalb ist, dann erscheinen Sachsen und Berlin im Vergleich der Länder als sehr attraktiv, willens und in der Lage, überdurchschnittlich viele Drittmittel einzuwerben.
- 4** Der Wissensoutput der wissenschaftlichen Einrichtungen wurde auf der Basis der bestandenen Prüfungen abgeschätzt. Mit Ausnahme Berlins fällt dieser in Ostdeutschland geringer aus als im Westen.
- 5** Die Wirtschaft in Ostdeutschland bleibt bei den eigenen Forschungsaktivitäten deutlich hinter Westdeutschland zurück und weist damit eine niedrigere absorptive Kapazität für wissenschaftliches Wissen auf.



## FAZIT UND REGIONALPOLITISCHE HANDLUNGSOPTIONEN

Fritsch et al. haben darauf hingewiesen, dass neben der Qualität und Komplementarität der Forschung und Lehre die Einbindung der Wissenschaft in regionale Innovationsnetzwerke zentral ist, um regionales wissenschaftsbasiertes Wachstum zu fördern.<sup>20</sup> Die Bedingungen auf der Unternehmensseite und die absorptive Kapazität der Unternehmen für FuE sind Voraussetzungen dafür, dass Hochschulen mehr als „Kathedralen in der Wüste“ sind. Die vorliegende Analyse hat deutlich gemacht, dass unter den ostdeutschen Bundesländern Sachsen und Berlin hervorragend mit wissenschaftlichen Ressourcen ausgestattet sind. Allerdings werden diese Ressourcen nur sehr beschränkt regional angenommen. Die ostdeutsche Wirtschaft verfügt nur über wenige Forschungsstätten und einen niedrigen Bestand an FuE-Personal in der Wirtschaft, was die Möglichkeiten zur Zusammenarbeit mit der Wissenschaft begrenzt. Auch ist das Interesse der Studierenden an einer tertiären Ausbildung an ostdeutschen Hochschulen geringer als an westdeutschen Hochschulen, wie die selbst in Sachsen unterdurchschnittlichen Absolventenzahlen illustrieren. Wie kann die regionale Wirtschafts- und Innovationspolitik dazu beitragen, dies zu ändern und wissenschaftsbasierte Regionalentwicklung zu fördern?

*Erstens* sind Existenzgründungen und akademische Start-ups ein wichtiger, aber eher langfristiger Weg zur Steigerung der Wissensintensität der Wirtschaft. Die Erfahrungen mit der Förderung aus dem EXIST-Gründerstipendium, dem bundesweit bedeutendsten Programm zur Förderung akademischer Start-ups, deuten außerdem darauf hin, dass ostdeutsche Regionen dabei ungünstiger abschneiden als viele westdeutsche Regionen: So waren die Gründungsquoten in diesem Förderprogramm in Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen und Sachsen-Anhalt deutschlandweit am niedrigsten, und ostdeutschen Ländern gelingt es – mit Ausnahme Brandenburgs – seltener, Neugründungen aus anderen Bundesländern anzusiedeln.<sup>21</sup> Insofern ist es für die Schaffung junger wissenschaftsbasierter Unternehmen essenziell, dass die Anstrengungen zur Steigerung der Anzahl und der Erfolgsquote akademischer Start-ups in Ostdeutschland gesteigert werden.

*Zweitens* verfügen alle ostdeutschen Bundesländer über vielfältige Programme, die Forschung, Entwicklung und Innovationen in Unternehmen unterstützen.<sup>22</sup> Wichtig ist dabei, dass auch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) und

---

20 Vgl. Fritsch et al. (2007), 214.

21 Vgl. Kulicke (2018).

22 Vgl. Bundesministerium für Forschung und Bildung (2018b).

Unternehmen ohne eigene FuE an Kooperationen mit der Wissenschaft herangeführt werden. Dazu braucht es vor allen Dingen niederschwellige Angebote wie z. B.:

- populärwissenschaftliche Fachveranstaltungen, welche sich explizit an Praktiker in Wirtschaft und Gesellschaft richten,
- Unternehmenspraktika für Studierende und Doktoranden bzw. Hochschulpraktika für Techniker und Ingenieure,
- studentische Projekt- und Abschlussarbeiten für/mit Unternehmen,
- Innovationsschecks, mit denen KMU kurzfristig und unbürokratisch im kleinen Rahmen wissenschaftliche Expertise beziehen können,
- kostenlose Innovationsberatungen, in denen Probleme und Schwächen analysiert und eine Beteiligung der Wissenschaft an der Problemlösung abgeklärt werden kann.

*Drittens* kann die gute wissenschaftliche Ausstattung auch zu einem wichtigen Argument bei der Ansiedlung von Unternehmen und Forschungsstätten werden. Verschiedene Analysen legen nahe, dass die Qualität der lokalen Wissenschaft, also exzellente Forscher oder angesehene Forschungsinstitute, sich positiv auf die Standortwahl von Unternehmen auswirkt, insbesondere in wissensintensiven Branchen.<sup>23</sup> Hochschulen und Wissenschaftsministerien können dies bei der Stellenbesetzung berücksichtigen und auf „Exzellenzkerne“ setzen, deren Größe und Qualität geeignet ist, eine solche Anziehungskraft zu entfalten.

*Viertens* ist ein Vorteil eines zweigeteilten tertiären Bildungssektors mit forschungsintensiven Universitäten und lehrintensiven FH, dass bereits vom System her unterschiedliche Schwerpunkte und Aktivitätsprofile vorgesehen sind. Dadurch lassen sich in den FHs ein regionaler Fokus und regional orientierte Themensetzung leichter erreichen und Konflikte zwischen wissenschaftlicher

---

23 Vgl. Mariani (2002); Zucker et. al. (1998).

Exzellenz und Anwendungsorientierung besser vermeiden.<sup>24</sup> Zwar verfügt Ostdeutschland über eine zu Westdeutschland vergleichbare Anzahl von FH-Standorten, aber die deutlich geringeren Ausgaben (pro Einwohner, vgl. Tabelle 2) legen nahe, dass die Ausstattung noch verbessert werden kann. Dies käme noch stärker als bei Universitäten der regionalen Wirtschaft zugute, wie auch Studien in anderen Ländern gezeigt haben.<sup>25</sup>

*Fünftens* zeigen sich zwischen den ostdeutschen Ländern deutliche Unterschiede, aus denen ohne Zweifel die Schlussfolgerung gezogen werden muss, dass jedes Bundesland eine eigene Strategie braucht, wie die regionale wissenschaftsbasierte Entwicklung unterstützt werden kann. Sachsen und Berlin erscheinen aufgrund der hervorragenden Ausstattung mit Universitäten und Wissenschaftseinrichtungen etwa am ehesten für eine Exzellenzstrategie prädestiniert. Brandenburg könnte sich als Standort für junge Unternehmen aus Berliner Hochschulen profilieren, der die Vorteile von Zentrumsnähe und „Green-Field“-Standorten verbindet. Für Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen und die Berlin-fernen Räume Brandenburgs böte sich dagegen eher eine Strategie an, die auf einen starken FH-Sektor und eine niederschwellige Zusammenarbeit mit Wirtschaft und Gesellschaft setzt – dies alles natürlich unter dem Vorbehalt, dass genauere regionale Analysen eine unabdingbare Voraussetzung jeder politischen Strategie sein müssen.

---

## LITERATURVERZEICHNIS

Abel, J. R.; Deitz, R.: Do Colleges and Universities Increase their Region's Human Capital?, in: *Journal of Economic Geography*, 12 (3), 2011, 667–691.

Acs, Z. J.; Audretsch, D. B.; Feldman, M. P.: Real Effects of Academic Research: Comment, in: *American Economic Review*, 82 (1), 1992, 363–367.

Andersson, R.; Quigley, J. M.; Wilhelmsson, M.: Urbanization, Productivity, and Innovation: Evidence from Investment in Higher Education, in: *Journal of Urban Economics*, 66 (1), 2009, 2–15.

Anselin, L.; Varga, A.; Acs, Z. J.: Local Geographic Spillovers Between University Research and High Technology Innovations, in: *Journal of Urban Economics*, 42, 1997, 422–448.

Anselin, L.; Varga, A.; Acs, Z. J.: Geographic Spillovers and University Research: A Spatial Econometric Perspective, in: *Growth and Change*, 31 (4), 2000, 501–515.

- 
- 24 Analysen zu den sieben 1997 gegründeten Schweizer FHs zeigen eine hohe Motivation und geringe Barrieren zur Zusammenarbeit mit regionalen Organisationen und eine Praxisausrichtung in allen vier Leistungsbereichen (Lehre, FuE, Weiterbildung und Beratung/Services), vgl. Lepori, Müller (2016).
- 25 Vgl. Andersson et al., a. a. O.; Lepori, Müller., a. a. O.

- Barjak, F.; Heimsch, F.; Maidl, E.: Wissens- und Technologietransfer der Wissenschaftsorganisationen in der Schweiz. SBFI: Bern, 2020, 10, [https://www.sbfi.admin.ch/dam/sbfi/de/dokumente/webshop/2020/f-i-studie-5.pdf.download.pdf/studie\\_5\\_langversion.pdf](https://www.sbfi.admin.ch/dam/sbfi/de/dokumente/webshop/2020/f-i-studie-5.pdf.download.pdf/studie_5_langversion.pdf), Zugriff am 26.02.2020.
- Beck, M.; Junge, M.; Kaiser, U.: Public Funding and Corporate Innovation, ETH Zürich: Research Collection, 2018, <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000227682>, Zugriff am 30.06.2019.
- Bonaccorsi, A.: Addressing the Disenchantment: Universities and Regional Development in Peripheral Regions, in: *Journal of Economic Policy Reform*, 20 (4), 2017, 293–320.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2018a): Bundesbericht Forschung und Innovation 2018. Forschungs- und innovationspolitische Ziele und Maßnahmen, [https://www.bmbf.de/upload\\_filestore/pub/BuFi\\_2018\\_Hauptband.pdf](https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/BuFi_2018_Hauptband.pdf), Zugriff am 24.02.2020.
- Bundesministerium für Forschung und Bildung (2018b): Forschungs- und Innovationspolitik der Länder – Länderband Bundesbericht Forschung und Innovation 2018, [https://www.bmbf.de/upload\\_filestore/pub/BuFi\\_2018\\_Laenderband.pdf](https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/BuFi_2018_Laenderband.pdf), Zugriff am 02.03.2020.
- Dasgupta, P.; David, P. A.: Toward a New Economics of Science, in: *Research Policy*, 23, 1994, 487–521.
- Drucker, J., Goldstein, H.: Assessing the Regional Economic Development Impacts of Universities: A Review of Current Approaches, in: *International Regional Science Review*, 30 (1), 2007, 20–46.
- Fritsch, M.; Henning, T.; Slavtchev, V.; Steigenberger, N.: Hochschulen, Innovation, Region: Wissenstransfer im räumlichen Kontext. Edition Sigma, Berlin 2007.
- Gropp, R. E.; Heimpold, G.: East Germany Three Decades after the Wall Came down: What Has Been Achieved and What Should Economic Policy Do?, in: *Wirtschaftsdienst*, 99 (7), 2019, 471–476.
- Jaffe, A. B.: Real Effects of Academic Research, in: *American Economic Review*, 79 (5), 1989, 957–970.
- Kulicke, M.: EXIST-Gründungskultur – Die Gründerhochschule. Abschlussevaluation, Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe, 2018, [https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccp/2018/Abschlussevaluation\\_EXIST\\_2019.pdf](https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccp/2018/Abschlussevaluation_EXIST_2019.pdf), Zugriff am 03.03.2020.
- Lepori, B.; Müller, C.: Fachhochschulen als Akteure im schweizerischen Forschungs- und Innovationssystem, Bern, 2016, [https://www.sbfi.admin.ch/dam/sbfi/de/dokumente/webshop/2016/studie-4.pdf.download.pdf/F\\_I\\_Bericht\\_Studie\\_4\\_FH\\_Langversion.pdf](https://www.sbfi.admin.ch/dam/sbfi/de/dokumente/webshop/2016/studie-4.pdf.download.pdf/F_I_Bericht_Studie_4_FH_Langversion.pdf), Zugriff 04.03.2020.
- Mariani, M.: Next to Production or to Technological Clusters? The Economics and Management of R&D Location, in: *Journal of Management and Governance*, 6 (2), 2002, 131–152.
- Merton, R. K.: *The Normative Structure of Science*. Cheltenham, Brookfield, Edward Elgar, 1996.
- Müller, S.; Neuschäffer, G.: Ostdeutscher Produktivitätsrückstand und Betriebsgröße, in: *IWH, Wirtschaft im Wandel*, Jg. 25 (3), 2019, 53–56.
- Pavitt, K.: What Makes Basic Research Economically Useful?, in: *Research Policy*, 20, 1991, 109–120.
- Perkmann, M.; Tartari, V.; McKelvey, M.; Autio, E.; Broström, A.; D'Este, P. et al.: Academic Engagement and Commercialisation: A Review of the Literature on University-Industry Relations, in: *Research Policy*, 42 (2), 2013, 423–442.

*Phan, P. H.; Siegel, D. S.*: The Effectiveness of University Technology Transfer, in: *Foundations and Trends in Entrepreneurship*, 2 (2), 2006, 77–144.

*Rosenfeld, M. T. W.; Heimpold, G.*: Öffentliche Forschung in Ostdeutschland: Ein Hoffnungsträger für den wirtschaftlichen Aufschwung?, in: *IWH, Wirtschaft im Wandel*, Jg. 7 (15), 2001, 393–404.

*Salter, A.; Martin, B.*: The Economic Benefits of Publicly Funded Basic Research: A Critical Review, in: *Research Policy*, 30 (3), 2001, 509–532.

*Valero, A.; van Reenen, J.*: The Economic Impact of Universities: Evidence from Across the Globe, in: *Economics of Education Review*, 68, 2019, 53–67.

*Zucker, L. G.; Darby, M. R.; Brewer, M. B.*: Intellectual Human Capital and the Birth of U.S. Biotechnology Enterprises, in: *American Economic Review*, 88 (1), 1998, 291–316.

