

Brökel, Tom; Mewes, Lars:

Der Beitrag von Hochschulen zur Einbindung von Regionen in politisch induzierte Wissensnetzwerke

URN: urn:nbn:de:0156-0938077



CC-Lizenz: BY-ND 3.0 Deutschland

S. 233 bis 259

Aus:

Postlep, Rolf-Dieter; Blume, Lorenz; Hülz, Martina (Hrsg.) (2020):
Hochschulen und ihr Beitrag für eine nachhaltige Regionalentwicklung.
Hannover. = Forschungsberichte der ARL 11

Tom Brökel, Lars Mewes

DER BEITRAG VON HOCHSCHULEN ZUR EINBINDUNG VON REGIONEN IN POLITISCH INDUZIERTEN WISSENSNETZWERKEN

Gliederung

- 1 Einleitung
- 2 Hochschulen und Wissensnetzwerke
 - 2.1 Hochschulen in der Regionalforschung
 - 2.2 Hochschulen in geförderten Wissensnetzwerken
- 3 Empirische Daten und empirischer Ansatz
 - 3.1 Verwendete Daten
 - 3.2 Methoden der Datenauswertung
- 4 Empirische Resultate
 - 4.1 Zentrale Regionen
 - 4.2 Beitrag von Hochschulen zur Netzwerkeinbettung
 - 4.3 Eigenschaften von Regionen mit großem Beitrag von Hochschulen zur Netzwerkeinbettung
- 5 Schlussbetrachtung
- Literatur

Kurzfassung

Universitäten leisten aus verschiedenen Gründen einen wichtigen Beitrag zur Regionalentwicklung. Neben ihrer Rolle als Ausbildungsort für hochqualifiziertes Personal und als Erzeuger von neuem Wissen sind Universitäten auch ein wichtiger Akteur in regionalen und überregionalen Wissensnetzwerken. Für Unternehmen stellen sie einen wichtigen Kooperationspartner dar, durch den neues, tendenziell grundlagenorientiertes Wissen in die private Wirtschaft fließt. Die Diffusion von Wissen in Netzwerke wird durch die öffentliche Forschungsförderung von Verbundprojekten aktiv unterstützt. Die Einbettung innerhalb solcher Netzwerke bestimmt dabei, in welchem Ausmaß Akteure zur Wissensdiffusion beitragen und von ihr profitieren. Inwieweit Universitäten die Einbindung von Regionen im Netzwerk beeinflussen, ist jedoch bisher weitestgehend unbekannt. In der vorliegenden Studie wird daher die Bedeutung von Universitäten für die regionale Einbindung in überregionale Wissensnetzwerke analysiert. Hierfür wird die Position von 399 Landkreisen und kreisfreien Städten in geförderten Forschungsnetzwerken zwischen 2010 und 2014 untersucht. Mithilfe einer Netzwerkanalyse wird identifiziert, inwieweit Universitäten die strukturelle Position von Regionen in überregionalen Wissensnetzwerken beeinflussen. Die Ergebnisse zeigen, dass Universitäten maßgeblichen Einfluss auf die strukturelle Position im Netzwerk haben, dass dieser jedoch zwischen Regionen sehr stark variiert und zudem abhängig von der jeweiligen Größe der Universität ist.

Schlüsselwörter

Regionale Wissensnetzwerke – Wissensdiffusion – Innovationen – Regionalentwicklung – Verbundprojekte

The contribution of universities to the integration of regions into politically-induced knowledge networks**Abstract**

Universities play an important role for regional development for various reasons. First, highly-skilled individuals required in the private sector as critical production factors are trained at universities. Second, universities generate new knowledge, which is fundamental for economic growth. Third, knowledge diffuses in networks and universities are an essential actor in intra-regional and inter-regional knowledge networks. More precisely, collaborations between universities and industry facilitates knowledge diffusion into private organizations. University-industry collaboration, however, is likely to fall short of a social optimum. That is the reason why collaborative projects in research and development (R&D) are subject to federal innovation policy. The embeddedness in knowledge networks influences how actors contribute to and benefit from knowledge diffusion within these networks. The role of universities for the embeddedness of regions in inter-regional knowledge networks, however, is largely unknown. In this contribution we analyze the importance of universities for the embeddedness in inter-regional knowledge networks, which have been subsidized by the German federal government between 2010 and 2014. We estimate the influence of universities on the structural position of 399 regions in inter-regional networks by relying on methods from network science. The results indicate that universities have a significant influence on the embeddedness of regions in knowledge networks. The influence, however, varies between regions and is dependent on the size of the university.

Keywords

Regional knowledge networks – knowledge diffusion – innovation – regional development – joint R&D projects

1 Einleitung

Die Bedeutung von Hochschulen für die Regionalentwicklung wurde bereits umfangreich untersucht (Blume/Fromm 2000; Fromhold-Eisebith 1992). Es ist unbestritten, dass sie wichtige Akteure in regionalen Innovationsprozessen sind und maßgeblich die Innovationsaktivität von Unternehmen in ihrer Region fördern können (Beise/Stahl 1999; Fritsch/Slavtchev 2007; Jaffe 1989). Neben der Bereitstellung von Humankapital, innovationsrelevanter Infrastruktur und als Inkubator von Unternehmen spielen sie eine wichtige Rolle für die Struktur regionaler Wissensnetzwerke und insbesondere für die Anbindung regionaler Innovationssysteme an regionsübergreifende Wissensnetzwerke (Graf/Krüger 2009; Graf/Henning 2009). Häufig ist es diese Anbindung, die über den langfristigen Erfolg von Regionen entscheidet, da die Anbindung des raumwirtschaftlichen Systems essenziell für den Zugang zu komplementären und

nichtredundantem Wissen ist und die Innovationsmöglichkeiten regionaler Unternehmen bedeutend erweitern kann (Bathelt/Malmberg/Maskell 2004). In diesem Sinne spielen Hochschulen auch eine entscheidende Rolle für die nachhaltige Regionalentwicklung (vgl. auch Schiller/Kanning/Pflitsch et al. in diesem Band). Durch ihre interregionalen und internationalen Kontakte können sie nicht nur Wissenszugänge bieten, die für die Umsetzung des regionalen Strukturwandels hin zu nachhaltigeren Wirtschaftssystemen nötig sind. Sie können auch helfen, Kontakte zu potenziellen Unterstützern von außerhalb der Region aufzubauen. Vor diesem Hintergrund möchte die vorliegende Studie den Beitrag, den Hochschulen zur Einbindung raumwirtschaftlicher Systeme in überregionale Wissensnetzwerke leisten, genauer quantifizieren. Damit soll verdeutlicht werden, wie wichtig Hochschulen generell in vielen Regionen in dieser Funktion sind, aber auch wie wichtig sie für die Transformation zu nachhaltigen Wirtschaftsstrukturen sind. So sind Anregungen und Kompetenzen zur Umsetzung von nachhaltigen Lösungen häufig nicht in ausreißendem Maße lokal vorhanden. Damit ist der Zugang zu regionsexternen Akteuren in vielen Fällen eine entscheidende Voraussetzung für die regionale Transformation oder er fungiert als Katalysator.

Die vorliegende Studie konzentriert sich auf überregionale Netzwerke, die durch die Politik im Rahmen der Forschungsförderung initiiert bzw. durch diese unterstützt werden. Durch die Teilnahme an geförderten Verbundprojekten partizipieren Organisationen in interaktiven, kollektiven Lernprozessen, in denen nicht nur Wissen kreiert, sondern auch geteilt und somit verbreitet wird. Mit anderen Worten, FuE-Verbundprojekte binden Organisationen in interorganisationale und interregionale Wissensnetzwerke ein (Scherngell/Barber 2009; Balland 2011). Die kooperative FuE-Förderung unterstützt FuE-Aktivitäten daher nicht ausschließlich monetär. Vielmehr wird auch die (überregionale) Wissensdiffusion längerfristig beeinflusst. Ein Aspekt, der in der etablierten Evaluation der FuE-Projektförderung bisher häufig vernachlässigt wurde (Broekel 2015). Das beinhaltet auch die Wissensdiffusion von nachhaltigkeitsorientiertem Wissen.

Ein Großteil dieser Förderung kommt Hochschulen zugute (Broekel/Graf 2012) und somit hängt die Einbindung von regionalen Raumwirtschaftssystemen in diese Netzwerke auch von der Präsenz und der Rührigkeit ihrer Hochschule ab. Doch wie hoch ist der Beitrag, den Hochschulen diesbezüglich tatsächlich leisten? Wie wichtig sind sie generell als „Gatekeeper“ (Graf 2011) und damit als Schlüsselakteur für den Zugang zu nachhaltigkeitsbezogenem und anderem Wissen von außerhalb der Region? Dieses versucht der Beitrag zu beantworten. Damit trägt er nicht nur zur wachsenden Forschung über öffentlich geförderte Wissensnetzwerke bei (Balland 2011; Scherngell/Barber 2009; Breschi/Cusmano 2004; Broekel/Brachert/Duschl et al. 2017), sondern erweitert die Perspektive früherer Studien, die der Rolle von Universitäten bisher wenig Aufmerksamkeit gewidmet haben (für eine Ausnahme siehe Strotebeck 2014). Gleichzeitig erweitert der Beitrag das Verständnis für die Bedeutung von Hochschulen für die nachhaltigkeitsorientierte, weil wissensbasierte Regionalentwicklung.

In der vorliegenden Studie wird für 399 Kreise in Deutschland (NUTS-3-Regionen) die Einbindung in die Netzwerke evaluiert, die durch die Verbundförderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) zwischen 2010 und 2014 entstanden sind. Mithilfe der Methoden der Sozialen Netzwerkanalyse wird dabei insbesondere

der Frage nachgegangen, wie sich die strukturelle Position (Zentralität) einer Region (im Folgenden als Synonym für regionales Raumwirtschaftssystem verwendet) durch die Beteiligung ihrer Hochschulen an der Verbundprojektförderung des BMBF verbessert. Damit lässt sich der Beitrag bestimmen, den Hochschulen zum Zugang zu regionsexternem Wissen leisten. Ergänzt wird dieses um die Ermittlung von Eigenschaften von Regionen, in denen dieser Beitrag besonders hoch ausfällt.

Die Studie zeigt, dass der Beitrag von Hochschulen zur Einbindung von Regionen in Wissensnetzwerke, die aus der Förderung von Verbundprojekten entstehen, durchaus relevant ist. Die Einbindungsgüte von Regionen würde im Schnitt um 20 % sinken, wenn Hochschulen sich nicht an subventionierten Verbundprojekten beteiligen würden. Die Varianz, mit der sich der Zugang zu dem Wissen in diesen Netzwerken für andere regionale Organisationen verschlechtern würde, ist dabei aber erheblich. So gibt es sehr viele Regionen, in denen die Hochschulen die Einbindungsgüte kaum beeinflussen, und eine signifikante Anzahl von Regionen, in denen sie dafür maßgeblich sind. Erwartungsgemäß erhöhen große Hochschulen in Regionen die Einbindung in überregionale Netzwerke. Allerdings bezieht sich dieser Einfluss primär auf die direkte Einbindung, das heißt die Anzahl der Regionen, mit denen kooperiert wird. Die globale Einbindung, das heißt der Zugang zu den Wissensflüssen im Gesamtnetzwerk, wird durch die Größe der Hochschulen nicht beeinflusst. Dieses gelingt eher Hochschulen in großen Regionen, das heißt Hochschulen, die über ein entsprechendes Renommee und Prestige sowie die nötige Kapazität verfügen, strategisch neue Kontakte in entfernteren Regionen zu etablieren.

Die Studie ist wie folgt aufgebaut; Im nachfolgenden Kapitel werden die theoretischen Grundlagen der Analyse vorgestellt sowie die Forschungsfrage hergeleitet. Kapitel 3 präsentiert die verwendeten Daten und den empirischen Ansatz. Die empirischen Ergebnisse der Studie sind Inhalt von Kapitel 4. Kapitel 5 schließt die Untersuchung mit einer kurzen Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse.

2 Hochschulen und Wissensnetzwerke

2.1 Hochschulen in der Regionalforschung

Hochschulen, als ein wichtiger öffentlicher FuE-Akteur, setzen sich in Deutschland primär aus Universitäten und Fachhochschulen zusammen (Beise/Stahl 1999). Ihre wesentlichen Aufgaben bestehen darin, neues Wissen zu erzeugen und Humankapital auszubilden. Davon profitiert häufig die Region, in der sie ansässig sind. So bleibt beispielsweise ein Großteil der Hochschulabsolventen in der Region, in der sie ihren Abschluss gemacht haben; die Hochschule fördert damit die Humankapitalbasis der Region (Legler/Licht/Egeln 2001; Mohr 2002). Auch bieten Hochschulen Unterstützung für Business-Stiftungen, Berater, Einsatz von Laborgeräten und sind eine wichtige Quelle für Ausgründungen (*spin-offs*) (Nerlinger 1998; ISI 2000).

Gemeinsam mit außeruniversitären Forschungsorganisationen stehen Hochschulen weiterhin für etwa ein Drittel der gesamten FuE-Kapazitäten in Deutschland (ISI, 2000). Das durch sie generierte Wissen kann in Form von Spillovern lokalen Firmen

zugutekommen. So diffundiert das Wissen beispielsweise durch verschiedene Mechanismen, wie Kooperation, Masterarbeiten, Praktika, Mitarbeiterbewegungen und formale Kontakte zwischen Mitarbeitern an Hochschulen und Unternehmen, von den Hochschulen in die regionale Wirtschaft. Hochschulen stellen in diesem Zusammenhang häufig zentrale Knoten in formalen und informellen regionalen Netzwerken dar, die den Fluss von Wissen und Informationen erleichtern (Dybe/Kujath 2000).

Allerdings wird darauf hingewiesen, dass neben der regionalen Wissensbasis, die über Wissenskanäle wie Arbeitnehmermobilität oder informelle Interaktionen erschlossen werden kann, der Zugang zu regionsexternem Wissen häufig ebenso essenziell ist. Bathelt/Malmberg/Maskell (2004) haben diese Dualität als „*local buzz*“ und „*global pipelines*“ bezeichnet, was die Relevanz von externen Faktoren für den Innovationserfolg von Organisationen verdeutlicht. Das Etablieren von regionsübergreifenden Wissenszugängen ist jedoch nicht einfach, da die geographische Distanz das Identifizieren von geeigneten Kontakten, die Organisation von Treffen und den Aufbau von Vertrauen behindert (Feldman 1994). Auch ist die Suche nach Interaktionspartnern zugunsten regionaler Wissensquellen verzerrt (Broekel/Binder 2007). Aus diesem Grund ist der überregionale Austausch von Wissen häufig unterentwickelt, was entsprechend negative Effekte auf die Innovationsfreudigkeit und die allgemeine technologische Entwicklung hat.

Durch ihre Vielzahl an Kooperationen und Interaktionen mit Partnern außerhalb der Region haben aber gerade Hochschulen Zugang zu einer größeren Wissensvielfalt als viele lokale Firmen, denen die entsprechende absorptive Kapazität und die nötigen Ressourcen für Kooperationen fehlen (Beise/Stahl 1999; Petruzzelli 2011). Damit leisten Hochschulen einen entscheidenden Beitrag zur wissensbasierten Regionalentwicklung, denn sie können über ihre Forschung und regionsexternen Kontakte die regionale Wissensbasis entscheidend erweitern (Mewes/Broekel 2017).

Hochschulen spielen häufig die Rolle von sogenannten „regionalen Gatekeepern“ (Morrison 2008; Graf 2011). „Gatekeeper“ stellen über ihre Netzwerkeinbindung einen indirekten Zugang zu Wissen für andere Organisationen bereit, die ihrerseits, aus verschiedenen Gründen, keinen Zugang zu diesem Netzwerk haben. Sie üben somit eine Brückenfunktion aus und verbinden (Teil-)Netzwerke, die ohne ihre Existenz nicht oder nur schwach verbunden wären. In der wirtschaftsgeographischen Forschung stehen insbesondere die Identifikation und Untersuchung von Organisationen im Mittelpunkt, die simultan über regionsexterne und regionale Kontakte verfügen (Morrison 2008). Diese Organisationen haben damit die Möglichkeit, das Wissen aus regionsübergreifenden Netzwerken (*global pipelines*) in regionale Diffusionskanäle zu transferieren. Da gerade internationale Kontakte nicht leicht zu etablieren sind und mit signifikanten Kosten verbunden sein können, sind es vor allem große Unternehmen, große Hochschulen und große außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, denen diese Rolle zukommt. Davon profitieren primär kleinere und mittlere Unternehmen (KMU), die nur wenige oder keine internationalen Kontakte haben, aber enge Beziehungen zu diesen großen regionalen Organisationen unterhalten (Graf/Krüger 2009; Graf/Henning 2009). Insbesondere für Regionen mit ausgeprägter KMU-Landschaft kann somit die Existenz einer solchen Gatekeeper-Organisation von entscheidender Bedeutung sein.

Damit stellt sich die Frage, wie stark Hochschulen dazu beitragen, dass ihre Regionen in solche überregionalen Wissensnetzwerke eingebunden sind. Insbesondere wenn sie als Gatekeeper-Organisationen fungieren, hängt der Zugang der regionalen Wirtschaft zu regionsexternem Wissen und damit letztlich ihr Innovationspotenzial stark von Hochschulen ab. Doch die Frage ist, wie hoch ist dieser Beitrag?

2.2 Hochschulen in geförderten Wissensnetzwerken

Organisationen generell und Hochschulen im Besonderen sind in eine Vielzahl von verschiedenen Wissensnetzwerken eingebunden. Im Folgenden stehen allerdings Wissensnetzwerke im Vordergrund, die aus der projektbasierten Forschungsförderung entstehen.

Die Politik unterstützt die Innovationsaktivitäten von Organisationen auf vielfältige Weise (für eine Diskussion siehe Broekel 2016). Ein wichtiger werdendes Instrument, um private Investitionen in FuE zu steigern, stellt die direkte Subvention von FuE-Projekten dar, die sogenannte Projektförderung. In Deutschland entfallen darauf inzwischen fast 7 Mrd. Euro, wovon etwa die Hälfte vom BMBF stammt (BMBF 2014).

Durch die Projektförderung erhofft die öffentliche Hand, private FuE-Anreize zu stimulieren und sie auf ein gesellschaftlich akzeptables Niveau zu heben, da die Subventionierung die FuE-Kosten der Unternehmen senkt. Das soll diese dazu anhalten, mehr zu forschen oder aber in riskantere und damit potenziell ertragreichere Forschungsvorhaben zu investieren. Dieses wird als *Additionalitäts*-Hypothese bezeichnet (Luukkonen 2000). Allerdings kann es auch zu Mitnahmeeffekten kommen. Mitnahmeeffekte bedeuten, dass eine Organisation die Forschung auch ohne Subventionen im gleichen Umfang durchgeführt hätte, sie sich aber einen Teil der dafür nötigen Investitionen durch die Förderung erspart. Dies entspricht der *Substitutions*-Hypothese (David/Hall/Toole 2000; Zúñiga-Vicente/Alonso-Borrego/Forcadell et al. 2014). Daneben kann dieses Instrument genutzt werden, um die inhaltliche Ausrichtung privater Forschungsaktivität zu beeinflussen. Ob der Effekt der Förderung positiv ist und zu mehr Innovationen führt oder von Mitnahmeeffekten dominiert wird, ist in der Forschung noch umstritten. Die Mehrheit der Studien in diesem Bereich legt aber eher einen positiven Effekt nahe (Zúñiga-Vicente/Alonso-Borrego/Forcadell et al. 2014).

Um die vielen Vorteile von Kooperationen auszunutzen (Hagedoorn/van Kranenburg/Osborn 2003; Hagedoorn 2002), wurde das Instrument der Projektförderung in den letzten Jahren allerdings so verändert, dass zunehmend Verbundprojekte gefördert werden. Das lässt sich z. B. an der Zunahme der Förderung von Verbundprojekten als Teil der generellen Förderung von Forschungsprojekten durch das BMBF darstellen. Abbildung 1 zeigt die Veränderung des Anteils der Verbundprojekte an den insgesamt geförderten Projekten des BMBF über die Zeit. Ab Mitte der 1980er Jahre nimmt dieser Anteil auf ein aktuelles Niveau von über 30 % stetig zu. In den EU-Forschungsrahmenprogrammen (EU-FRP) werden sogar ausschließlich Verbundvorhaben gefördert.

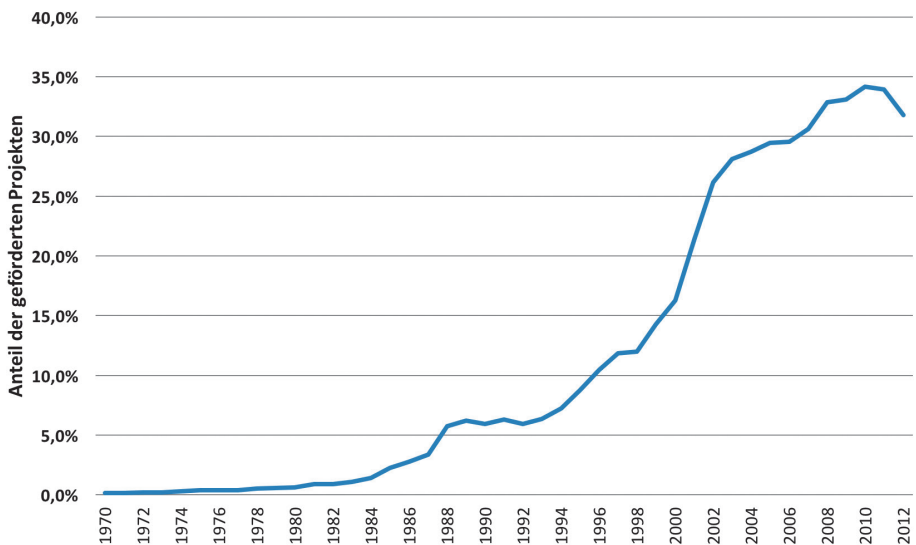


Abb. 1: Anteil der Verbundprojektförderung an der Projektförderung des BMBF / Quelle: Eigene Berechnungen

Diese subventionierten Verbundvorhaben sind insbesondere für interregionale Kooperationen relevant, da die Förderung von interorganisationalen Kooperationen die nötigen Impulse und Ressourcen geben kann, Kontakte jenseits der eigenen Region zu suchen, die in ihrer Etablierung und Erhaltung deutlich aufwendiger sind als regionale Kontakte.

Dieses gilt nicht zuletzt auch für Hochschulen. In zunehmendem Maße erfolgt die Finanzierung der Hochschulforschung über projektbasierte (Verbund-)Forschungsförderung. Motiviert wird dies durch die Hoffnung auf eine effizientere Allokation der Mittel, da die Projektförderung im Regelfall in Form von wettbewerblichen Verfahren vergeben wird (Aschhoff 2008). Entsprechend sollen die Mittel primär den Akteuren zugutekommen, die mit guten Projektanträgen und ausgewiesenen „track-records“ eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit für erfolgreiche Forschung besitzen. Weiterhin ermöglicht die projektbasierte Forschungsförderung, bestimmte politisch gewollte Forschungsbereiche selektiv zu fördern, da die Ausschreibung der Projekte themenspezifisch erfolgt (Aschhoff 2008; Broekel 2016). Um die Wissensdiffusion zwischen der privaten und der öffentlichen Forschung zu stimulieren, sind Kooperationen zwischen Hochschulen und Unternehmen im Rahmen dieser Projektförderung ausdrücklich erwünscht und finden auch relativ häufig statt (siehe Broekel/Graf 2012).

Durch die Teilnahme an geförderten FuE-Verbundprojekten werden Organisationen in überregionale Wissensnetzwerke eingebunden und erhalten Zugang zu dem Wissen, das in ihnen diffundiert (Broekel/Graf 2012; Scherngell/Barber 2009). Wie Broekel/Graf (2012) sowie Roesler/Broekel (2017) zeigen, sind Hochschulen zentrale Akteure

in Wissensnetzwerken, die aus der Verbundprojektförderung hervorgehen. Die Relevanz dieser geförderten Wissensnetzwerke für die Innovationsaktivität von Unternehmen und Regionen zeigen u. a. die Studien von Broekel, Brachert und Duschl et al. (2017), Broekel (2015) und Fornahl, Broekel und Boschma (2011). Die Transformation von regionalen Raumwirtschaftssystemen zu stärker nachhaltigen Wirtschaftsstrukturen kann nur durch Innovation erfolgen, die entweder regionale Akteure selber hervorbringen oder die sie von anderen übernehmen. Für beides ist Wissen entscheidend, das oftmals nicht in Gänze lokal vorhanden ist. Zugänge zu überregionalen Wissensnetzwerken sind daher essenziell, um diese Transformation erfolgreich zu meistern. Allerdings fehlen vielen kleinen und mittleren Firmen die nötigen Ressourcen, Fähigkeiten und Erfahrungen, um diese zu etablieren und auszunutzen (Bell/Giuliani 2007). Sie sind daher oftmals auf indirekte Zugänge über regionale Hochschulen und andere Akteure mit entsprechenden Kapazitäten angewiesen (Graf 2011). Trotz zunehmender Forschung in diesem Bereich gibt es bisher kaum Studien, die den Beitrag von Hochschulen zur Einbettung von Regionen in überregionale Wissensnetzwerke und damit ihre Wichtigkeit als regionale Gatekeeper quantifizieren. Anders ausgedrückt, es ist bisher nicht untersucht worden, wie stark der Zugang einer Region zu nachhaltigkeitsbezogenem und anderem Wissen in überregionalen Wissensnetzwerken von der Präsenz und Aktivität von Hochschulen abhängig ist. Dies gilt insbesondere für die zunehmend wichtiger werdenden Wissensnetzwerke, die aus der projektbasierten Verbundförderung der öffentlichen Hand hervorgehen. Der vorliegende Beitrag möchte diese Lücke in der Literatur schließen.

3 Empirische Daten und empirischer Ansatz

3.1 Verwendete Daten

Die Projektförderung erfolgt im Regelfall im Rahmen von Förder- bzw. Fachprogrammen. Dazu veröffentlichen die entsprechenden Ressorts eine Förderrichtlinie bzw. Programmausschreibung. Organisationen können sich dann um eine zeitlich befristete projektspezifische Förderung im Rahmen dieser Programme bewerben. Dieses Prinzip gilt sowohl für die EU-FRP als auch für die Projektförderung durch die Bundesregierung.

Die erste Datengrundlage bildete die PROFI-Datenbank (Projektförder-Informationssystem) des BMBF, welche den Großteil der nationalen Forschungsförderung in Deutschland enthält. Diese ist über einen Webauftritt frei zugänglich und listet über 204.000 Fördertatbestände für FuE-Projekte seit 1965 auf. Die Daten beinhalten Informationen zur geförderten Organisation, zu ihrer sektoralen Zugehörigkeit¹, ihrem Ort, dem Förderzeitraum mit Beginn und Abschluss, der Höhe der Zuwendung, einer technologischen Kategorisierung², eine Unterscheidung in Zuwendungsempfänger und ausführende Stelle und ob es sich um ein Einzelprojekt oder Verbundprojekt handelt. Eine ausführliche Beschreibung der Daten findet sich in Broekel und Graf (2012).

¹ 2-stellige Wirtschaftszweignummern.

² Dies bezieht sich auf die sogenannte Leistungsplansystematik.

Die Auswertungen konzentrieren sich auf den Zeitraum 2010 bis 2014, was bedeutet, dass alle Projekte berücksichtigt werden, die in diesem Zeitraum mindestens einen Tag gefördert wurden. Die Anzahl der individuellen Zuwendungen beläuft sich auf insgesamt 59.058, die primär durch das BMBF und das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) unterstützt wurden. Davon werden in der vorliegenden Studie allerdings nur 43.327 Zuwendungen berücksichtigt, da nur für diese zu diesem Zeitpunkt Informationen zum Ort der ausführenden Stelle und zum Organisationstyp vorliegen. Eine stichpunktartige Durchsicht der nicht berücksichtigten Fälle lässt keine systematische Verzerrung erkennen, so dass mit den vorhandenen Daten repräsentativ gearbeitet werden kann.

7.854 Zuwendungsempfänger profitierten von der Förderung, die sich wiederum auf 21.362 „Ausführende Stellen“ unterteilen lassen. Insgesamt wurden 24.822 Projekte in diesem Zeitraum gefördert. In Anlehnung an Broekel und Graf (2012) werden die Zuwendungsempfänger nicht als relevante Akteure angesehen, da besonders große Unternehmen häufig in unterschiedlichen Regionen aktiv sind und diese Betriebsstätten im Regelfall in Bezug auf die FuE-Projektförderung weitestgehend eigenständig agieren. Diesen Autoren folgend, werden individuelle Akteure aus der Kombination des Namens des Zuwendungsempfängers, z. B. Siemens AG, und dem Kreisschlüssel der aufgeführten „Ausführenden Stelle“ (z. B. Aachen: 5.334), definiert. Entsprechend wird zwischen 8.684 individuellen Akteuren unterschieden. Dabei wird die zugegebenermaßen sehr vereinfachende Annahme getroffen, dass diese Akteure Wissen, das sie über eine Kooperation erwerben, zumindest potenziell im Rahmen einer anderen Kooperation weitergeben (können). Im konkreten Fall bedeutet dieses, dass Erkenntnisse und Kontakte, die z. B. das geographische Institut einer Hochschule im Rahmen einer Kooperation erwirbt, gleichmäßig allen anderen Instituten der Hochschule zur Verfügung steht. Dieses ist natürlich unrealistisch, allerdings erlauben die verfügbaren Daten momentan keine feingliedrige Aufschlüsselung der Akteure (insbesondere Hochschulen, große Firmen), so dass die Ergebnisse der Studie unter Vorbehalt dieser Annahme zu bewerten sind.

Das Balkendiagramm in Abbildung 2 stellt die absolute Anzahl von Fördertatbeständen im untersuchten Zeitraum als Verteilung über die beteiligten Organisationstypen (Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, Unternehmen, Sonstige) dar.

Beim Vergleich der absoluten Zahlen ist festzustellen, dass auf die Hochschulen die größte Zahl der Fördertatbestände entfällt. Das ist umso bemerkenswerter, da es deutlich weniger geförderte Hochschulen als Unternehmen gibt. Das unterstreicht die Wichtigkeit von Hochschulen für dieses Förderinstrument.

Interregionale Kooperationen bestehen zwischen Organisationen in verschiedenen NUTS-3-Regionen. Insgesamt dominieren interregionale Kooperationen mit einem Anteil von fast 92 % an allen geförderten interorganisationalen Kooperationen.

Um zu ermitteln, in welchen Regionen Universitäten einen besonders großen Einfluss auf den Einbindungsgrad haben, werden folgende regionale Eigenschaften auf ihren Erklärungsgehalt hin untersucht. Zur Approximation der Größe der regionalen Hoch-

schulen wird die Anzahl der Studierenden (STUDIERENDE), ihr Gesamtbudget (BUDGET) sowie ihr Drittmittelaufkommen (DRITTMITTEL) berücksichtigt. Als nicht hochschulspezifische Eigenschaften werden weiterhin die Größe der Region mit der Zahl der Einwohner (EINWOHNER) und ihr ökonomischer Wohlstand durch das Bruttoinlandsprodukt je Beschäftigten (BIP) approximiert. Die Daten stammen vom Statistischen Bundesamt und vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und wurden als Mittelwerte der Jahre 2010 und 2011 berechnet, um jährliche Schwankungen auszugleichen.

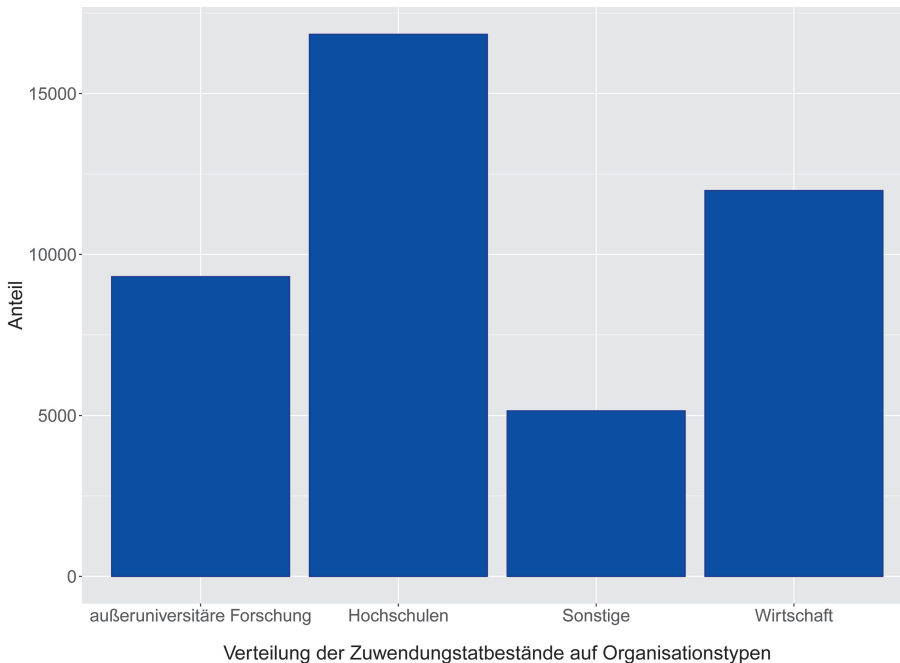


Abb. 2: Verteilung der Projektförderung (Einzel- und Verbundprojekte) auf Organisationstypen in 2014 /
Quelle: BMBF 2017; eigene Darstellung und Berechnung

3.2 Methoden der Datenauswertung

Im Kern basieren Wissensnetzwerke darauf, dass nicht nur direkte Beziehungen zwischen Organisationen relevant sind, sondern auch indirekte Beziehungen eine wichtige Rolle spielen (siehe auch Broekel 2016). Zwei Organisationen A und B können beispielsweise voneinander lernen, (ohne jemals kooperiert zu haben), wenn sie individuell mit einer dritten Organisation C kooperieren. Diese dritte Organisation ‚überbrückt‘ somit die ‚Lücke‘ zwischen den beiden nichtverbundenen Organisationen. Über diese Verbindung kann Wissen zwischen den Unternehmen fließen. Wissensnetzwerke stellen die Gesamtheit aller bilateralen Interaktionen (Links) innerhalb einer Gruppe von Organisationen (Knoten) dar, die dem Austausch von Wissen dienen. Im Kontext des vorliegenden Beitrages stehen dabei Kooperationen innerhalb geförderter FuE-Verbundprojekte im Vordergrund.

Die Konzeptualisierung von geförderten Kooperationen als konstituierende Teile von Wissensnetzwerken eröffnet eine neue Perspektive der Analyse (Netzwerkanalyse) von Verbundförderprogrammen. Unter der Annahme, dass Wissen nicht nur über direkte Interaktionen (Kooperationen), sondern auch mittels indirekter Beziehungen im Netzwerk diffundiert, spielt die strukturelle Position (Einbindungen in das gesamte Beziehungsgeflecht), die ein Knoten im gesamten Netzwerk einnimmt, eine wichtige Rolle.³ Die prominenteste Möglichkeit, diese Einbindung zu beschreiben, ist die Netzwerk-Zentralität. Zentralität beschreibt den Umfang der direkten (und indirekten) Beziehungen eines Netzwerkknotens. Im Kontext von Wissensnetzwerken stellt sie ein Maß dafür dar, inwieweit ein Knoten Zugang zum Wissen anderer Knoten im Netzwerk hat. Je zentraler ein Knoten in einem Wissensnetzwerk ist, desto eher lernt er das Wissen, das im Netzwerk diffundiert, das also zwischen den beteiligten Organisationen ausgetauscht wird.

Studien belegen, dass die Position (Zentralität) in Wissensnetzwerken eine wichtige Erklärung für ihren Innovationserfolg ist (Maggioni/Uberti/Nosvelli 2014). So zeigen beispielsweise Boschma und ter Wal (2007) anhand einer Untersuchung eines Wissensnetzwerkes in einer süditalienischen Region, dass Firmen, die eine zentrale Position im Netzwerk innehaben, innovativer sind als Firmen, die eher in der Peripherie des Netzwerkes verortet sind. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Powell, Koput und Smith-Doer et al. (1999) und Powell, Koput und Smith-Doer et al. (1996).

In der Forschung zu Wissensnetzwerken werden nicht nur Organisationen als Knoten konzipiert, sondern häufig auch Regionen bzw. regionale Raumwirtschaftssysteme (Scherngell/ Barber 2009; Scherngell/Barber 2011; Broekel/Hartog 2013). Dieser Ansatz bietet sich für den vorliegenden Beitrag ebenfalls an, da hierüber die Intensität der Einbettung einer Region in überregionale Wissensnetzwerke modelliert werden kann. Entsprechend wird das der Untersuchung zugrunde liegende Wissensnetzwerk als interregionales Wissensnetzwerk konzipiert, in dem 399 Landkreise und kreisfreie Städte (NUTS-3-Regionen) die Netzwerkknoten darstellen. Sie sind verlinkt, wenn mindestens zwei ihrer Organisationen an einem gemeinsamen Verbundprojekt partizipieren, das in der beschriebenen Datenbank enthalten ist. Die gemeinsame Partizipation an einem geförderten FuE-Verbundprojekt ermöglicht es den beteiligten Organisationen, Wissen gemeinsam zu generieren und auszutauschen. So sind zum Beispiel die Teilnehmerinnen und Teilnehmer an BMBF geförderten Verbundprojekten vertraglich verpflichtet, relevantes Wissen sowie Forschungsergebnisse im Rahmen des Verbundprojektes zu teilen (Broekel/Graf 2012; BMBF 2008). Es ist allerdings davon auszugehen, dass häufig im Zuge der Kooperation darüber hinausgegangen wird und es auch zum Austausch von Wissen kommt, das in anderen (kooperativen) Projekten erworben wurde. In diesem Fall spielen auch indirekte Beziehungen für die Wissensdiffusion im Netzwerk eine Rolle, da diese es ermöglichen, Wissen zu erwerben, das der eigene Kooperationspartner von einem anderen Akteur im Rahmen eines weiteren Projektes erworben hat.

3 Es wird vereinfachend davon ausgegangen, dass alle Akteure eines Raumwirtschaftssystems gleichmäßig Zugang zum Wissen haben, dass Hochschulen über lokale Interaktionen in das regionale Wissensnetzwerk „einspeisen“.

Natürlich stellt die Einbindungsintensität in die hier berücksichtigten Wissensnetzwerke nur einen Ausschnitt der tatsächlichen Eingebundenheit regionaler Akteure in überregionale Netzwerke dar. Nichtgeförderte Kooperationen, Arbeitnehmermobilität, der Austausch von kodifiziertem Wissen seien hier nur als drei Beispiele alternativer Wissenszugänge und Diffusionsmodi genannt (für eine ausführliche Diskussion sei auf Broekel 2016 verwiesen). Ihre Berücksichtigung geht allerdings über den Rahmen der vorliegenden Studie hinaus.

Zur Bewertung der Intensität des Zugangs von Knoten in einem Netzwerk zum Wissen, das im Netzwerk diffundiert, wird auf Methoden der Sozialen Netzwerkanalyse zurückgegriffen. Die Soziale Netzwerkanalyse ist in den letzten Jahren ein wichtiges Werkzeug in den verschiedensten Disziplinen geworden (siehe z. B. ter Wal/Boschma 2008). Im vorliegenden Beitrag wird dabei auf die Berechnung der sogenannten „Zentralitäten“ zurückgegriffen, die quantitative Maße für die Güte der Einbindung in Netzwerke repräsentieren.⁴

Die erste Zentralität, die im Beitrag genutzt wird, ist die sogenannte „Degree“-Zentralität. Dieses Maß entspricht der Anzahl der direkten Links eines Knotens. Im Kontext des Beitrags zeigt es an, in wie vielen Regionen die Projektpartner eines betrachteten regionalen Raumsystems ansässig sind.⁵ Dieses Maß stellt somit die direkte und lokale Einbindung einer Region dar. Systeme mit vielen Partnern in verschiedenen Regionen sind stärker ins Netzwerk eingebunden und haben damit einen besseren direkten Zugang zum Wissen in anderen Regionen sowie insgesamt eine robustere Netzwerkeinbindung. Letzteres bedeutet, dass wenn Kooperationspartner aus dem Netzwerk ausscheiden (z. B. indem ihre Organisationen bei der Projekteinwerbung nicht erfolgreich waren), die betrachtete Region immer noch stark in das Netzwerk eingebunden bleibt, da sie noch über (viele) Links zu anderen Partnern in anderen Regionen verfügt.

In Wissensnetzwerken wird die Anzahl an Knoten, die das Wissen weitergeben müssen, damit es von einem Ursprungs- zu einem Zielknoten diffundiert, als Entfernung bzw. Weg bezeichnet. Ein langer „Weg“ ist tendenziell mit hohen Diffusionswiderständen bzw. großen Wissensverlusten verbunden, denn jeder Zwischenschritt bedeutet, dass ein Knoten willens und fähig ist, das Wissen (oder entsprechend auch nur Teile davon) aufzunehmen und an seine Links weiterzuleiten. Da sich Knoten diesbezüglich unterscheiden, ist die Wahrscheinlichkeit am größten, dass das Wissen über den kürzesten Weg diffundiert, das heißt über den Weg mit den wenigsten Zwischenschritten.

Diese kürzesten Wege sind die Basis für das zweite hier verwendete Zentralitätsmaß: die „Betweenness“-Zentralität. Wenn man davon ausgeht, dass jeder Knoten im Netzwerk potenziell Wissen in das Netzwerk einspeist, was die anderen Knoten (oder zumindest ein Teil von ihnen) noch nicht haben, ist es entsprechend vorteilhaft, wenn ein Knoten auf möglichst vielen kürzesten Wegen zwischen den Knoten im Netzwerk liegt. In diesem Fall ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass er schnell und mit relativ

4 Für eine ausführliche Einführung in die Soziale Netzwerkanalyse sei auf Wasserman und Faust (1994) verwiesen.

5 Das entspricht der Definition der ungewichteten Degree-Zentralität.

wenigen Zwischenschritten mit diesem Wissen in Berührung kommt. Auf je mehr kürzesten Wegen ein Knoten liegt, wird er im Schnitt früher von dem auf diesen Wegen diffundierenden Wissen erfahren und dieses wird (noch) relativ vollständig sein. Die sogenannte Betweenness-Zentralität entspricht genau dieser Anzahl. Sie stellt ein Maß dafür dar, wie gut ein Knoten in die globale Struktur des Netzwerkes eingebunden ist und wie wahrscheinlich es damit wird, dass er relativ früh mit dem relativ vollständigen Wissen im Netzwerk in Kontakt kommt.

Es soll allerdings auch darauf hingewiesen werden, dass mit solchen zentralen Positionen (hohe Degree- und Betweenness-Zentralität) auch ein gewisses Risiko einhergeht. So besteht im Kontext der Wissensnetzwerke die Gefahr, dass sich das eigene Wissen sehr schnell im Netzwerk (ungewollt) ausbreitet und somit wettbewerbsrelevante Wissensvorsprünge verloren gehen (siehe für eine ausführlichere Diskussion Broekel 2016). Allerdings scheinen die Vorteile zu überwiegen (Boschma/ter Wal 2007; Powell/Koput/Smith-Doer et al. 1999).

Im Folgenden wird die ungewichtete Version der Degree-Zentralität verwendet. Sie entspricht der Anzahl der Regionen, zu denen Organisationen einer bestimmten Region Kontakt haben. Bei der Betweenness-Zentralität ist die Verwendung der gewichteten Version sinnvoll, da sie stärker die Güte des Zugangs zur netzwerkinternen Wissensdiffusion beschreibt. In diesem Fall werden die Links im Netzwerk mit der Anzahl der gemeinsamen Projekte zwischen zwei Regionen gewichtet. Mehr gemeinsame Projekte bedeuten hierbei eine engere Beziehung und mehr Kanäle für die interregionale Wissensdiffusion. Für eine bessere Vergleichbarkeit wird zusätzlich die normalisierte Betweenness-Zentralität verwendet, diese ist der Quotient aus der tatsächlich beobachteten Betweenness-Zentralität und ihrem Maximum.

Um den Einfluss zu ermitteln, den Hochschulen auf die Einbettung ihrer Regionen haben, wird die regionale Degree- und Betweenness-Zentralität einmal unter Berücksichtigung der Links, die aus der Beteiligung ihrer Hochschule an geförderten Projekten hervorgehen, berechnet (Degree und Betweenness) und einmal ohne diese Beteiligung (Degree_{-Hoch} und Betweenness_{-Hoch}) („leave-one out centrality“). Das heißt, für die Berechnung der zweiten Zentralitätswerte werden alle Projektbeteiligungen von Hochschulen aus dieser Region ignoriert. Die Projektbeteiligungen der Hochschulen in anderen Regionen werden weiterhin berücksichtigt, um die generelle Struktur des Netzwerkes so wenig wie möglich zu verändern. Die Differenzen zwischen den Zentralitäten mit und ohne Berücksichtigung der Hochschulen (DEGREE_{DIFF} und BETWEENNESS_{DIFF}) stellt den Beitrag dieser zur Netzwerkeinbindung der Regionen dar. Diese Differenzen werden in einem ersten Schritt analytisch interpretiert. In einem zweiten Schritt wird ihre interregionale Varianz mittels einer Regressionsanalyse untersucht.

Das zu Beginn verwendete lineare Regressionsmodell wird auf räumlich autokorrelierte Residuen getestet, die z. B. durch Stadt-Land-Unterschiede entstehen können. Der entsprechende Test bleibt insignifikant.⁶ Da die abhängige Variable auf Netzwerkbe-

6 Der Moran's I Autokorrelationskoeffizient unter Verwendung einer räumlichen Gewichtungsmatrix, basierend auf direkten Nachbarn, beträgt: 0.001 (p-Wert: 0.48).

ziehungen zwischen Regionen aufbaut, kann es allerdings zu sogenannter Netzwerk-Autokorrelation kommen (Leenders 2002; Broekel/Graf 2012). Um dieses zu überprüfen, wird bei der Berechnung des Autokorrelationskoeffizienten nach Moran, die räumliche Gewichtungsmatrix durch die invertierten Werte der Netzwerkentfernungen ersetzt. Das Ergebnis deutet auf das Vorliegen von Netzwerk-Autokorrelation hin, da der Test einen kleinen, aber signifikanten Wert ausweist.⁷ Aus diesem Grund verwenden wir ein modifiziertes „räumliches“ Regressionsmodell, bei dem im Regressionsfehler diese Netzwerkabhängigkeiten berücksichtigt werden („*spatial simultaneous autoregressive error model*“) (Anselin/Bera 1988; Anselin 1988). Netzwerkabhängigkeiten werden dabei über die invertierten Netzwerkentfernungen von Regionen (Kreisen) modelliert.⁸ Die Netzwerk-Autokorrelation ist allerdings so schwach, dass der Lambda-Wert in den Regressionsmodellen insignifikant bleibt. Weiterhin werden alle Variablen logarithmiert, was die Modellgüte verbessert und die Interpretation als Elastizitäten ermöglicht.

4 Empirische Resultate

4.1 Zentrale Regionen

Insgesamt wurden in 335 NUTS-3-Regionen Projekte des BMBF und BMWi im Zeitraum zwischen 2010 und 2014 gefördert. Abbildung 3 verdeutlicht, dass jedoch eine Vielzahl von Kreisen lediglich einstellige Beteiligungszahlen aufweisen.

Die Netzwerk-Zentralität (Betweenness und Degree) gibt Aufschluss darüber, welchen Zugang Regionen zu Wissen haben. Regionen mit einer hohen Degree-Zentralität besitzen viele Verbindungen zu anderen Regionen und sind somit gut direkt ins Netzwerk eingebunden. Diese „lokale“ Zentralität gibt an, wie stark eine Region auf Wissen in anderen (direkt verbundenen) Regionen zugreifen kann. Im Gegensatz dazu ist die Betweenness-Zentralität ein Maß für die „globale“ Einbettung. Je höher die Betweenness-Zentralität einer Region, umso eher besteht Zugang zu dem Wissen, das im gesamten Netzwerk diffundiert, da diese Region besonders häufig auf den kürzesten Pfaden anderer Regionen liegt. Entsprechend kann die Region potenziell von gut ausgeprägten (indirekten) Verbindungen zu anderen Regionen profitieren. Tabelle 1 und Tabelle 2 listen die zehn Regionen mit den höchsten Degree- bzw. Betweenness-Zentralitäten auf. In der ersten Spalte wird die Anzahl der Organisationen in der Region angegeben. In den vier nachfolgenden Spalten (Firmen, Hochschulen, Institute, Sonstige) werden die Anteile der entsprechenden Akteurarten an diesen aufgeführt, in der Spalte „Projektbeteiligungen“, die Häufigkeit der Beteiligungen an geförderten Projekten (Einzel- und Verbundprojekte) und in der letzten Spalte der Zentralitätswert der betrachteten Region.

⁷ Der Moran's I Autokorrelationskoeffizient unter Verwendung der invertierten Netzwerkentfernungsmatrix beträgt: 0.03 (p-Wert <0.001).

⁸ Es soll allerdings darauf hingewiesen werden, dass die hier präsentierten Regressionsmodelle nur eine geringe Verbesserung gegenüber den einfachen OLS-Regressionsmodellen darstellen (die Verbesserung des AIC ist weniger als 1 %).

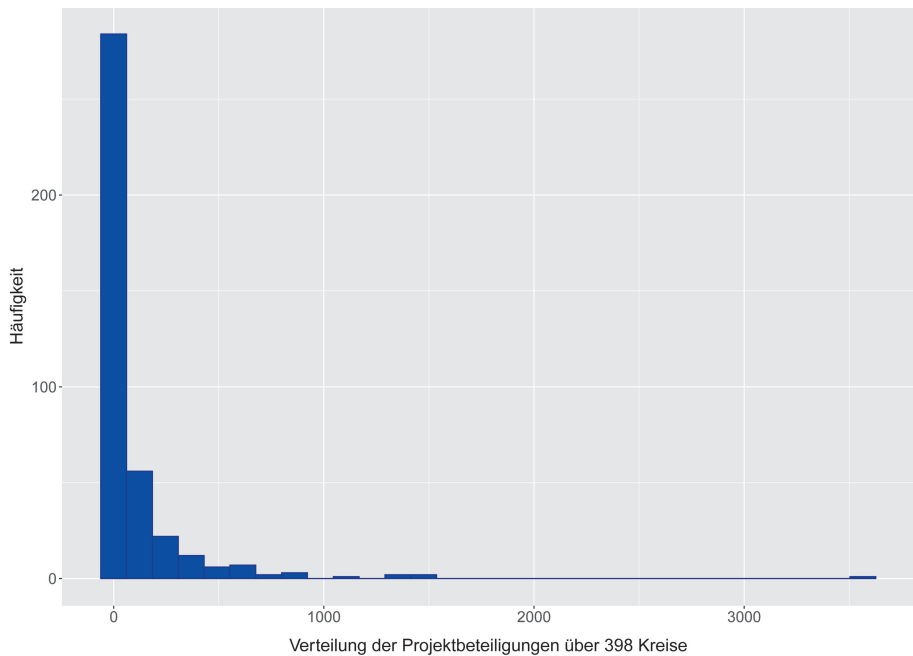


Abb. 3: Verteilung der Projektbeteiligungen über 399 Kreise / Quelle: BMBF 2017; eigene Darstellung und Berechnung

Die Netzwerk-Zentralität (Betweenness und Degree) gibt Aufschluss darüber, welchen Zugang Regionen zu Wissen haben. Regionen mit einer hohen Degree-Zentralität besitzen viele Verbindungen zu anderen Regionen und sind somit gut direkt ins Netzwerk eingebunden. Diese „lokale“ Zentralität gibt an, wie stark eine Region auf Wissen in anderen (direkt verbundenen) Regionen zugreifen kann. Im Gegensatz dazu ist die Betweenness-Zentralität ein Maß für die „globale“ Einbettung. Je höher die Betweenness-Zentralität einer Region, umso eher besteht Zugang zu dem Wissen, das im gesamten Netzwerk diffundiert, da diese Region besonders häufig auf den kürzesten Pfaden anderer Regionen liegt. Entsprechend kann die Region potenziell von gut ausgeprägten (indirekten) Verbindungen zu anderen Regionen profitieren. Tabelle 1 und Tabelle 2 listen die zehn Regionen mit den höchsten Degree- bzw. Betweenness-Zentralitäten auf. In der ersten Spalte wird die Anzahl der Organisationen in der Region angegeben. In den vier nachfolgenden Spalten (Firmen, Hochschulen, Institute, Sonstige) werden die Anteile der entsprechenden Akteurarten an diesen aufgeführt, in der Spalte „Projektbeteiligungen“, die Häufigkeit der Beteiligungen an geförderten Projekten (Einzel- und Verbundprojekte) und in der letzten Spalte der Zentralitätswert der betrachteten Region.

Region	Organisationen	Firmen	Hochschulen	Institute	Sonstige	Projektbeteiligungen	Degree
Berlin	543	0,62	0,03	0,22	0,13	3.566	281
Stuttgart	136	0,68	0,03	0,18	0,11	1.447	262
Aachen	132	0,8	0,05	0,11	0,05	1.296	255
Dresden	146	0,69	0,06	0,18	0,06	1.445	252
München	192	0,67	0,04	0,23	0,06	1.330	233
Hamburg	204	0,72	0,07	0,14	0,07	1.147	220
Hannover	133	0,5	0,03	0,2	0,26	835	213
LK München	115	0,7	0,03	0,18	0,09	884	211
Braunschweig	48	0,65	0,04	0,23	0,08	588	194
Bremen	92	0,63	0,07	0,21	0,1	747	193

Tab. 1: Die 10 zentralsten Regionen (Degree-Zentralität) / Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Tabelle 1 zeigt deutlich, dass besonders große Regionen und solche mit einer starken Forschungslandschaft über viele Verbindungen zu anderen Regionen verfügen (Degree-Zentralität). Berlin, Stuttgart, München, Hamburg, Hannover und Aachen fallen in diese Kategorie. Interessant ist die gute Platzierung von Dresden. Die ansässigen Akteure kooperieren auffallend häufig über die regionalen Grenzen hinweg. Ein anderer interessanter Fall ist Braunschweig. Obwohl es hier nur relativ wenige Organisationen gibt, die sich an der Projektförderung beteiligen, kooperieren diese Akteure mit einer großen Zahl an anderen Regionen.

Die Liste der Top-10 der Regionen mit der höchsten Betweenness-Zentralität (Tab. 2) verdeutlicht, dass Berlin zwar viele Kooperationen zu anderen Regionen unterhält (Degree-Zentralität), aber insgesamt nicht dominant zentral im Netzwerk verortet ist. Die Region liegt erst auf Platz 13 der zentralsten Regionen (Betweenness-Zentralität). Im Gegensatz dazu hat Dortmund hier den Platz 7 inne, obwohl die Stadt nur Platz 20 bei der Degree-Zentralität einnimmt. Das bedeutet, dass die Organisationen dieser Region relativ wenige Links in andere Regionen besitzen, diese aber dennoch dafür sorgen, dass die Region auf relativ vielen kürzesten Pfaden im Netzwerk liegt. Man könnte dieses als eine Art „Effizienz“ bewerten, da Kooperationsbeziehungen grundsätzlich mit Kosten verbunden sind. Entsprechend wenden Organisationen in Dortmund vergleichsweise weniger Kooperationsressourcen als Berlin auf und sind dennoch global zentraler (im Sinne der Betweenness-Zentralität) ins Netzwerk eingebunden.

Region	Organisationen	Firmen	Hochschulen	Institute	Sonstige	Projektbeteiligungen	Betweenness
Aachen	132	0,8	0,05	0,11	0,05	1.296	1.883
Dresden	146	0,69	0,06	0,18	0,06	1.445	1.736
Stuttgart	136	0,68	0,03	0,18	0,11	1.447	1.536
München	192	0,67	0,04	0,23	0,06	1.330	1.470
Hannover	133	0,5	0,03	0,2	0,26	835	1.373
Ludwigsburg	80	0,72	0,02	0,09	0,16	334	1.326
Dortmund	85	0,64	0,02	0,26	0,08	313	1.292
Bremen	92	0,63	0,07	0,21	0,1	747	1.278
Karlsruhe	61	0,72	0,03	0,07	0,18	193	1.271
LK München	115	0,7	0,03	0,18	0,09	884	1.183

Tab. 2: Die 10 zentralsten Regionen (Betweenness-Zentralität) / Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

In beiden Tabellen sind die Regionen Aachen, Dresden, München, Stuttgart und Hannover hoch platziert. Dies sind eindeutig die zentralsten Regionen in Deutschland in Bezug auf das Netzwerk der geförderten FuE-Kooperationen. Natürlich hängt das auch damit zusammen, dass in diesen Regionen viele Organisationen gefördert werden und entsprechend auch hohe Anzahlen an Projektbeteiligungen beobachtet werden können. Diese Beziehung zeigt sich in der Korrelation der Degree-Zentralität mit der Anzahl der geförderten Organisationen in Höhe von $0,84^{***}$. Bei der Betweenness-Zentralität liegt dieser Wert bei $0,82^{***}$. Je mehr sich regionale Organisationen in subventionierten Projekten engagieren, desto besser ist auch die strukturelle Position ihrer Region im Netzwerk.

Die Anzahl der geförderten Organisationen ist dabei nicht nur durch die Größe einer Region bestimmt. Entsprechend der Einwohnerzahl müsste beispielsweise Hamburg auf Platz 2 und nicht auf dem sechsten Platz der Tabelle zur Degree-Zentralität liegen und Dresden auf Platz 12. Karlsruhe, Aachen und Ludwigsburg sind gemessen nach Einwohnern nicht einmal unter den Top-20 in Deutschland. Köln fehlt in dieser Liste, obwohl es die drittgrößte Stadt Deutschlands ist.

Die beiden Tabellen enthalten weiterhin Informationen zum Anteil an den geförderten Organisationen, der auf die vier verschiedenen Typen von Organisationen entfällt (Wirtschaft, Hochschulen, außeruniversitäre Forschungsinstitute, Sonstiges). Hier

zeigt sich eine recht hohe Varianz. So ist in München und Berlin der Anteil der außeruniversitären Forschungsinstitute besonders hoch. Die Städte profitieren unter anderem von der massiven Ansiedelung von Instituten der Max-Planck- und Fraunhofer-Gesellschaft sowie der Leibniz-Gemeinschaft. In den kleinen Städten Aachen, Karlsruhe und Ludwigsburg sind es dagegen insbesondere private Firmen, die sich stark in kooperativen Forschungsverbünden engagieren und die sehr guten Netzwerkpositionen ihrer Regionen begründen.

4.2 Beitrag von Hochschulen zur Netzwerkeinbettung

In den Tabellen 1 und 2 ist deutlich zu erkennen, dass Hochschulen nur einen kleinen Anteil an den tatsächlich geförderten Organisationen haben (zwischen 0 % und 7 %). Damit stellt sich die Frage, ob sie die Einbindung in diese geförderten Netzwerke maßgeblich beeinflussen.

Um den Einfluss von Hochschulen zu überprüfen, wird das Netzwerk für jede einzelne Region noch einmal neu berechnet und zwar so, dass alle Beteiligungen ihrer Hochschulen (so vorhanden) unberücksichtigt bleiben (nicht aber in allen anderen Regionen). Für diese regionsspezifischen Netzwerke werden wieder die Degree- und Betweenness-Zentralitäten berechnet ($\text{Degree}_{\text{-Hoch}}$ und $\text{Betweenness}_{\text{-Hoch}}$) und anschließend die prozentuale Veränderung dieser Zentralitäten zu den Werten mit ihrer Berücksichtigung ermittelt.

Durch dieses Verfahren verringern sich sowohl die Anzahl der Projektbeteiligung, als auch die Degree- und Betweenness-Zentralität. Die Projektbeteiligung sinkt im Schnitt um 13 %, die Degree-Zentralität um 7,5 % und die Betweenness-Zentralität ebenfalls um 7,5 %. Dabei sind auch Regionen berücksichtigt, die über keine Hochschule verfügen. Wenn sich nur auf die Regionen mit Hochschulen beschränkt wird, dann ist die prozentuale Abnahme für die Projektbeteiligung 36 %, für die Degree-Zentralität 20,9 % und für die Betweenness-Zentralität 20,5 %. Die Projektbeteiligung geht deutlich stärker zurück als die Zentralitäten. Das lässt darauf schließen, dass viele Links, die aus der Projektbeteiligung von Hochschulen resultieren, relativ redundant sind bzw. Links von anderen regionalen Organisationen in die gleichen Zielregionen führen. Nichtsdestotrotz sinken die Zentralitäten zum Teil erheblich. So verringert sich die Betweenness-Zentralität für die Regionen Passau und Emden um 100 % sowie in Ahrweiler um über 94 %. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen die Verteilungen der Zentralitätsabnahmen. Die Abbildungen verdeutlichen, dass extreme Abnahmen eher die Ausnahme sind (aber durchaus vorkommen). Es ist anzumerken, dass es im Falle der Betweenness-Zentralität in einigen Fällen zu einer Zunahme der Zentralität einer Region kommen kann, wenn die Verbindungen ihrer Hochschulen ausgeschlossen werden. Dies liegt daran, dass durch den Ausschluss einer Hochschule nicht nur die Eingebundenheit ihrer eigenen Region, sondern auch die Eingebundenheit anderer, direkt und indirekt mit ihr verbundener Regionen beeinflusst wird. Dieses ist aber eher die Ausnahme.

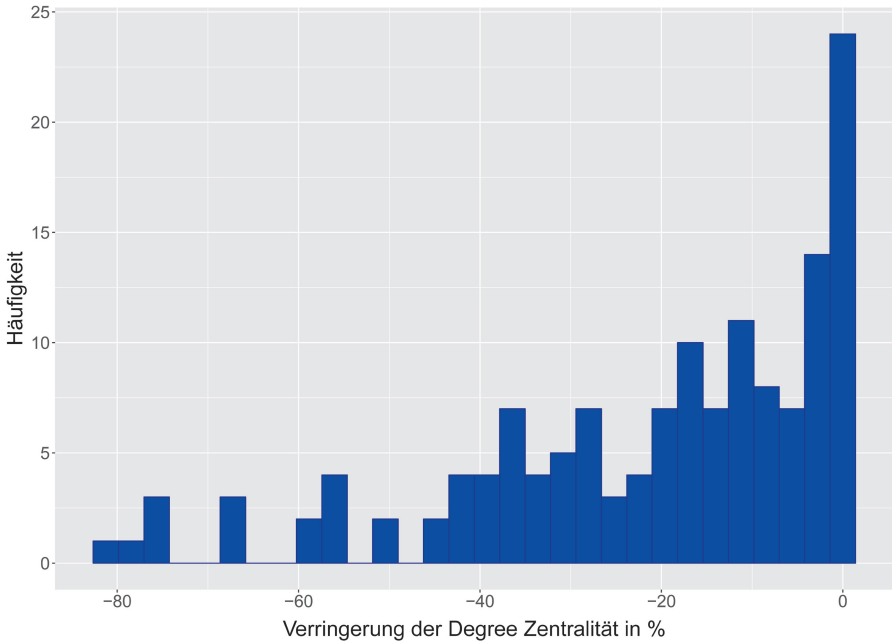


Abb. 4: Verringerung der regionalen Degree-Zentralitäten bei Nicht-Berücksichtigung der Hochschulen /
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

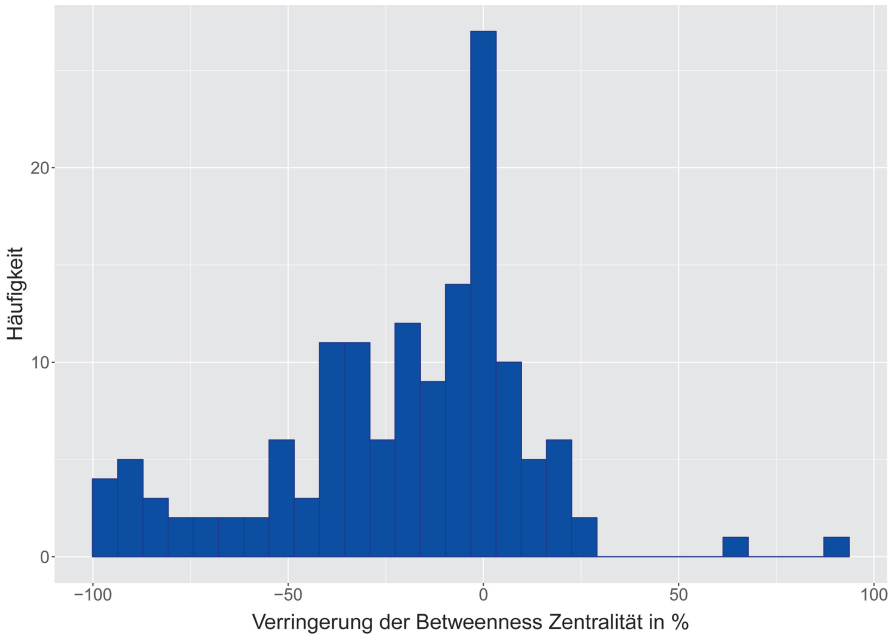


Abb. 5: Verringerung der Betweenness-Zentralität durch Nicht-Berücksichtigung der Hochschulen /
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Tabelle 3 stellt die Veränderung der Netzwerkeinbindung für die zehn zentralsten Regionen (Degree-Zentralität) in Deutschland vor. Die Abnahme der Projektbeteiligungen ist in diesen Regionen fast überall stärker als im Durchschnitt der Regionen mit Hochschulen (-36 %). Im Gegensatz dazu ist aber die Veränderung der Degree-Zentralität, von Aachen und Hannover abgesehen, unterdurchschnittlich. Die Abnahme der Betweenness-Zentralität ist bei sechs der zehn Regionen überdurchschnittlich. In diesen Regionen sind die Hochschulen für überdurchschnittlich viele Projektbeteiligungen verantwortlich. Bei allen Regionen handelt sich um Regionen mit den Spitzenuniversitäten in Deutschland. Diese sind als Projektpartner gerne gesehen, da sie die nötige Reputation und Erfahrung mitbringen, erfolgreiche Projektanträge zu schreiben. Entsprechend entfallen viele Projektbeteiligungen auf sie. Allerdings sind die Regionen, mit denen ihre Hochschulen kooperieren, auch Partner in anderen Verbundprojekten, zum Beispiel in Projekten mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen. So sind viele Verbindungen der Hochschulen redundant zu den Verbindungen, die andere Akteure unterhalten. Das zeigt sich vor allem darin, dass die Degree-Zentralitäten tendenziell unterdurchschnittlich sinken, wenn die Hochschulen unberücksichtigt bleiben. Es sei aber angemerkt, dass Hochschulen eventuell die Beteiligung anderer regionaler Akteure in Verbundprojekten stimulieren und somit indirekt auch für deren Kooperationsbeziehungen verantwortlich sind. Dieses sollte in zukünftiger Forschung genauer untersucht werden. Der Einfluss der Hochschulen auf die Between-

Region	Projektbeteiligungen ohne Hochschule	Degree ohne Hochschulen	Betweenness ohne Hochschulen	Veränderung Betweenness	Veränderung Degree	Veränderung Projektbeteiligungen
Berlin	2004	251	782	-24,27	-10,676	-44
Stuttgart	770	220	1.319	-14,156	-16,031	-47
Aachen	493	202	1.271	-32,502	-20,784	-62
Dresden	672	213	1.258	-27,506	-15,476	-53
München	642	203	1.014	-30,972	-12,876	-52
Hamburg	525	191	1.066	-7,905	-13,182	-54
Hannover	325	156	1.450	5,642	-26,761	-61
LK München	525	181	1.279	8,134	-14,218	-41
Braunschweig	285	157	908	-20,905	-19,072	-52
Bremen	365	156	1.017	-20,385	-19,171	-51

Tab. 3: Veränderung der Netzwerkeinbindung der zehn (Degree-)zentralsten Regionen / Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

ness-Zentralität der Top-10-Regionen in Deutschland ist uneinheitlich. In einigen Regionen (Aachen, München, Dresden) tragen sie durch ihre prominente Rolle in der deutschen Forschungslandschaft erheblich zu dieser Netzwerkeinbindung ihrer Regionen bei. In anderen Regionen (Stuttgart, Hamburg, Hannover) fällt ihr Beitrag eher schwächer aus.

4.3 **Eigenschaften von Regionen mit großem Beitrag von Hochschulen zur Netzwerkeinbettung**

Was charakterisiert Regionen, in denen Hochschulen einen erheblichen Beitrag zur Einbettung in überregionale Wissensnetzwerke leisten? Mittels multivariater Regressionsmodelle wird dieses nachfolgend untersucht. Um eine faire Untersuchung zu gewährleisten, werden die Modelle nicht auf alle verfügbaren empirischen Beobachtungen angewendet, da es für Regionen ausgeschlossen ist, dass sich ihre Einbindung in interregionale Wissensnetzwerke durch den Ausschluss ihrer Hochschulen ändert, wenn sie über gar keine Hochschulen verfügen oder keiner ihrer Akteure subventionierte Projekte eingeworben hat. Entsprechend werden in der Untersuchung nur die 199 Kreise berücksichtigt, die über Hochschulen verfügen und mindestens eine Projektbeteiligung aufweisen.

Variable	Koeffizient	Std. Fehler	z-Wert	p-Wert
Konstante	55.100	35.482	1.55	0.1204
Log (Degree)	-0.0523	0.1673	-0.31	0.7545
Log (PROJEKTBETEILIGUNGEN)	0.9200	0.1464	6.28	0.0000
Log (STUDIERENDE)	0.1302	0.0447	2.91	0.0034
Log (EINWOHNER)	-0.3988	0.1461	-2.73	0.0063
Log (BIP)	-0.4016	0.2643	-1.52	0.1287
OST	-0.2305	0.1989	-1.16	0.2466
Lambda	-0.0047, p-Wert: 0.624			
Modellgüte	AIC: 594.93			
Beobachtungen	199			

Tab. 4: Erklärung des Beitrages von Hochschulen zur regionalen DEGREE-Zentralität (DEGREE.DIFF) /
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Variable	Koeffizient	Std. Fehler	z-Wert	p-Wert
Konstante	-26.228	15.319	-1.71	0.0869
Log (BETWEENNESS)	0.0938	0.0359	2.62	0.0089
Log (PROJEKTBETEILIGUNGEN)	-0.1403	0.0545	-2.57	0.0100
Log (STUDIERENDE)	-0.0406	0.0268	-1.51	0.1832
Log (BUDGET)	0.0194	0.0238	0.81	0.4166
Log (EINWOHNER)	0.1696	0.0630	2.69	0.0071
Log (BIP)	0.0679	0.1140	0.60	0.5514
OST	0.0713	0.0855	0.83	0.4038
Lambda	-0.0077, p-Wert: 0.486			
Modellgüte	AIC: 258.67			

Tab. 5: Erklärung des Beitrages von Hochschulen zur regionalen Betweenness-Zentralität (Betweenness.DIFF) / Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Tabelle 4 und Tabelle 5 präsentieren die Ergebnisse der Regressionsanalysen die den Beitrag von Hochschulen zur Degree-Zentralität (Tab. 4) und für ihren Beitrag zur Betweenness-Zentralität (Tab. 5) erklären. Um für etwaige Größeneffekte zwischen der Veränderung der Zentralitäten und ihrer absoluten Höhe zu kontrollieren, werden in den Modellen die beiden Zentralitäten selbst noch einmal berücksichtigt (DEGREE, BETWEENNESS). Der signifikant positive Koeffizient von BETWEENNESS in Tabelle 5 unterstreicht die Relevanz solcher Effekte: die prozentuale Veränderung der Betweenness-Zentralitäten hat eine signifikante positive Beziehung mit ihrer absoluten Größe.

Die drei Variablen, die zur Approximation der Größe von Hochschulen dienen (STUDIERENDE, BUDGET, DRITTMITTEL), sind stark korreliert, was zu Multikorrelationsproblemen führt. Aus diesem Grund wird nur eine von ihnen, STUDIERENDE, im Modell berücksichtigt.⁹ Der signifikante positive Koeffizient im Modell zur Degree-Zentralität (Tab. 4) bestätigt die Erwartung: Große Hochschulen leisten über mehr Projekteinwerbungen einen größeren Beitrag zur direkten Netzwerkeinbindung von Regionen als kleine Hochschulen. Im Gegensatz dazu ist kein Zusammenhang mit der globalen Einbindung festzustellen.

Die Kontrollvariable PROJEKTBETEILIGUNG wird in beiden Modellen signifikant. Allerdings mit einem unterschiedlichen Vorzeichen. In Bezug auf die Degree-Zentralität gilt: Je mehr Projekte in einer Region gefördert werden, desto höher ist tendenziell auch der Beitrag der Hochschulen zu dieser Netzwerkeinbindung. Das kann direkt auf die Projekteinwerbungen der Hochschulen zurückgeführt werden. Je stärker sie sich hier engagieren, umso mehr Projekte gibt es, die neue Beziehungen zu anderen Regi-

⁹ Die Verwendung der Variablen BUDGET und DRITTMITTEL führt zu keiner signifikanten Veränderung im ermittelten Modell.

onen initiieren. Dabei ist aber auch zu beachten, dass gerade erfolgreiche Hochschulen attraktivere Projektpartner darstellen und tendenziell auch stärker von anderen Akteuren als Projektpartner eingeladen werden.

Im Gegensatz dazu wird der Koeffizient der Variablen signifikant negativ im Modell der Veränderung der Betweenness-Zentralität (Tab. 5). Das bedeutet, dass der Beitrag von Hochschulen zur Betweenness-Zentralität tendenziell geringer ist, wenn andere regionale Akteure viele Projekte einwerben. Diese Projekte und die durch sie entstehenden interregionalen Kooperationen etablieren Beziehungen, die denen ihrer regionalen Hochschulen ähneln. Anders ausgedrückt, obwohl Hochschulen die regionale Beteiligung an Verbundprojekten und damit auch die Anzahl der Wissensaustauschbeziehungen zu anderen Regionen erhöhen, können andere regionale Akteure durch verstärkte Projekteinwerbungen eine ähnliche Einbindung der Region in die globale Netzwerkstruktur erreichen.

Ost-West-Unterschiede sind in beiden Modellen nicht signifikant ausgeprägt. Der Koeffizient der Variablen OST bleibt insignifikant, was bedeutet, dass in beiden Teilen Deutschlands keine gravierenden Unterschiede darin bestehen, wie Hochschulen die Einbindung von Regionen in überregionale Netzwerke beeinflussen.

Die Variable EINWOHNER, welche die Größe einer Region approximiert, hat eine ambivalente Beziehung zum Beitrag von Hochschulen zur Netzwerkeinbindung. In Regionen mit vielen Einwohnern tendiert der Beitrag von Hochschulen dahin, eher geringer zu sein, was die Anzahl der interregionalen Kooperationsbeziehungen anbelangt (DEGREE.DIFF). Gegeben, dass in diesen Regionen auch tendenziell mehr Akteure (keine Hochschulen) vorhanden sind, die sich in solchen Interaktionen engagieren können, fällt der Beitrag von Hochschulen relativ weniger ins Gewicht. Entsprechend wird ein negativer Koeffizient der Variable EINWOHNER in diesem Modell (Tab. 4) beobachtet. Interessanterweise gilt die umgekehrte Beziehung für den Hochschulbeitrag zur globalen Einbettung (BETWEENNESS.DIFF). Hier wird der Koeffizient von EINWOHNER positiv signifikant. Besonders in großen Regionen beeinflussen Hochschulen die strategische Einbindung positiv. Genauer gesagt verbessern Hochschulen den Zugang von regionalen Akteuren zu Regionen im Netzwerk, die ansonsten nur indirekt über lange (Netzwerk-)Wege erreichbar gewesen wären.

Das Bruttoinlandsprodukt je Erwerbstätigem (BIP) wird in keinem Modell signifikant. Das indiziert, dass Hochschulen in weniger und mehr wohlhabenden Regionen in etwa den gleichen Beitrag zur Wissensnetzwerkeinbindung leisten. Vermutlich hängt es damit zusammen, dass in diesen Regionen die prominenten Hochschulen angesiedelt sind, die von Akteuren außerhalb der Region als besonders interessant und strategisch wertvoll angesehen werden. Gleichzeitig verfügen diese Hochschulen über die nötige Kapazität und die Erfahrung, um neue Verbindungen zu etablieren, welche die globale Einbettung der Region aufwerten. Solche Institutionen agieren häufig als sogenannte „Gatekeeper“ (Graf 2011) und eröffnen Beziehungen zu neuen Partnern, die nicht in der unmittelbaren (geographischen und technologischen) Nähe der Region zu finden sind und somit neue Möglichkeiten des Wissensaustausches und Kooperationen schaffen (Broekel/Mueller 2018).

Zusammengefasst lässt sich feststellen, dass die Modelle signifikante und systematische Unterschiede zwischen Regionen hinsichtlich des Beitrages von Hochschulen zur Einbindung in überregionale Wissensnetzwerke, die aus subventionierten FuE-Verbundprojekten entstanden sind, bestätigen.

5 Schlussbetrachtung

Projektbasierte Verbundprojekte betten Organisationen in interorganisationale (geförderte) Wissensnetzwerke ein. Dadurch haben sie Zugang zu Wissen, das in diesen Netzwerken diffundiert. Die positive Wirkung dieser Wissensnetzwerke auf die Innovativität von Firmen und Regionen ist in mehreren Studien empirisch nachgewiesen worden (Maggioni/Uberti/Nosvelli 2014; Broekel/Brachert/Duschl et al. 2017; Broekel 2015).

Im vorliegenden Beitrag wurde argumentiert, dass gerade Hochschulen einen entscheidenden Beitrag leisten können, regionale Raumwirtschaftssysteme in diese überregionalen Wissensnetzwerke einzubinden. Dieses ist umso wichtiger, da oftmals Wissen und Anreize für nachhaltigkeitsorientiertes Wirtschaften nicht in ausreichendem Maße lokal vorhanden ist. Hier spielen Hochschulen eine tragende Rolle, da sie attraktive Kooperationspartner darstellen, die über die nötigen Ressourcen und Fähigkeiten verfügen, überregionale Wissenszugänge zu etablieren. Allerdings wurde bisher kaum untersucht, wie hoch ihr Beitrag tatsächlich ist und in welchen Regionen er besonders signifikant ausfällt. Die vorliegende Studie wendet sich dieser Forschungslücke zu, mit einer empirischen Studie am Beispiel der interregionalen Wissensnetzwerke, die sich aus der Verbundprojektförderung des BMBF und BMWi in den Jahren 2010-2014 in Deutschland ergeben.

Die Ergebnisse zeigen, dass Hochschulen einen nennenswerten Beitrag zur Einbindung von regionalen Raumwirtschaftssystemen in geförderte Wissensnetzwerk leisten. In einigen Fällen sind sie sogar fast alleinig für den Zugang verantwortlich. Im Durchschnitt liegt ihr Beitrag zur Einbindung in diese Wissensnetzwerke bei ca. 20 %. Das heißt, der Zugang zum Wissen, das in diesen Netzwerken diffundiert, würde sich ohne die Hochschule(n) deutlich verschlechtern.

Die Höhe des Beitrages variiert systematisch zwischen Regionen und wird von einigen Faktoren beeinflusst. Beispielsweise ist der Beitrag in großen Regionen generell geringer, aber im Falle großer Hochschulen höher. Weiterhin können gerade renommierte Hochschulen in den städtischen Zentren den Zugang ihrer regionalen Raumwirtschaftssysteme zu überregionalen Wissensflüssen, den „*global pipelines of knowledge*“ (Bathelt/Malmberg/Maskell 2004), verbessern. Hierin zeigt sich die häufig beschworene Wirkung von Hochschulen als „Gatekeeper“ (Graf, 2011) und wichtige Akteure der überregionalen Wissensdiffusion (Jaffe/Trajtenberg 1996). Dieses betrifft natürlich auch nachhaltigkeitsbezogenes Wissen, womit die Bedeutung von Hochschulen für die Transformation von Regionen zu nachhaltigeren Wirtschaftsstrukturen auch über ihre Rolle als Gatekeeper zu entsprechendem Wissen verdeutlicht wird.

Die vorliegende Studie hat eine Reihe von Schwächen, welche die Richtung für zukünftige Forschung vorgeben. Die Studie ignoriert beispielsweise die Varianz der Einbindung in Bezug auf verschiedene Technologien und Sektoren. Es wurde nur die generelle Einbindung dargestellt, die Ergebnisse fallen aber mit Sicherheit sehr unterschiedlich aus, wenn nur einzelne Technologien oder Industrien betrachtet werden.

Die empirische Analyse konzentriert sich weiterhin ausschließlich auf geförderte Kooperationen und die Wissensnetzwerke, die sich hieraus ergeben. Natürlich sind diese nicht die einzigen Kooperationen (wenn auch ein zunehmender Anteil), in denen Hochschulen involviert sind. Zukünftige Studien könnten hier mit einer anderen Datenbasis, z. B. Patent- oder Publikationsdaten, komplementäre Erkenntnisse gewinnen und evaluieren, ob die Rolle, die Hochschulen für die Wissensnetzwerkeinbindung von Regionen spielen, für geförderte Wissensnetzwerke deutlich von der in nicht geförderten Wissensnetzwerken abweicht.

Literatur

- Anselin, L. (1988): *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Norwell.
- Anselin, L.; Bera, A. (1988): Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics. In: Ullah, A.; Giles, D. E. (Hrsg.): *Handbook of Applied Economic Statistics*. New York, 237-289.
- Aschhoff, B. (2008): Who gets the money? The dynamics of R&D project subsidies in Germany. Mannheim. = ZEW – Berichte, Discussion Paper 08-018.
- Balland, P.-A. (2011): Proximity and the evolution of collaborative networks: Evidence from R&D projects within the GNSS industry. In: *Regional Studies*, 46 (6), 741-756.
- Bathelt, H.; Malmberg, A.; Maskell, P. (2004): Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation. In: *Progress in Human Geography* 28 (1), 31-56.
- Beise, M.; Stahl, H. (1999): Public research and industrial innovations in Germany. In: *Research Policy* 28 (4), 397-422.
- Bell, M.; Giuliani, E. (2007): Catching up in the global wine industry: innovation systems, cluster knowledge networks and firm-level capabilities in Italy and Chile. In: *International Journal of Technology & Globalization* 3 (2/3), 5.
- Blume, L.; Fromm, O. (2000): Wissenstransfer zwischen Universitäten und regionaler Wirtschaft: Eine empirische Untersuchung am Beispiel der Universität Gesamthochschule Kassel. In: *Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung* 69 (1/2000), 109-123.
- BMBF (2008): Merkblatt für Antragsteller/Zuwendungsempfänger zur Zusammenarbeit der Partner von Verbundprojekten. Bonn. = BMBF-Vordruck 0110/10.08.
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014): *Bundesbericht Forschung und Innovation 2014*. Berlin.
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2017): *Förderkatalog*, Bundesministerium für Bildung und Forschung.
<https://foerderportal.bund.de/foekat/> (25.12.2017).
- Boschma, R. A.; ter Wal, A. L. J. (2007): Knowledge networks and innovative performance in an industrial district: The case of a footwear district in the south of Italy. In: *Industry and Innovation* 14 (2), 177-199.
- Breschi, S.; Cusmano, L. (2004): Unveiling the texture of a European Research Area: Emergence of oligarchic networks under EU Framework Programmes. In: *International Journal of Technology Management* 27 (8), 747-772.
- Broekel, T. (2015): Do cooperative R&D subsidies stimulate regional innovation efficiency? Evidence from Germany. In: *Regional Studies* 49 (7), 1087-1110.
- Broekel, T. (2016): *Wissens- und Innovationsgeographie in der Wirtschaftsförderung – Grundlagen für die Praxis*. Wiesbaden.
- Broekel, T.; Binder, M. (2007): The regional dimension of knowledge transfers – A behavioral approach. In: *Industry and Innovation* 14 (2), 151-175.

- Broekel, T.; Brachert, M.; Duschl, M.; Brenner, T. (2017): Joint R&D Subsidies, Related Variety and Regional Innovation. In: *International Regional Science Review* 40 (3), 297-326.
- Broekel, T.; Graf, H. (2012): Public research intensity and the structure of German R&D networks: a comparison of 10 technologies. In: *Economics of Innovation and New Technology* 21 (4), 345-372.
- Broekel, T.; Hartog, M. (2013): Determinants of cross-regional R&D collaboration networks: an application of exponential random graph models. In: Scherngell, T. (Hrsg.): *The Geography of Networks and R&D collaborations*. Advances in Spatial Science. Basel, 49-70.
- Broekel, T.; Mueller, W. (2018): Critical links in knowledge networks – What about proximities and gatekeeper organisations? In: *Industry and Innovation* 25 (10), 919-939.
- David, P. A.; Hall, B. H.; Toole, A. A. (2000): Is Public R&D a Complement or a Substitute for Private R&D? A Review of Econometric Evidence. In: *Research Policy* 29 (4-5), 497-529.
- Dybe, G.; Kujath, H. J. (2000): *Hoffnungsträger Wirtschaftscluster*, Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung. Berlin.
- Feldman, M. (1994): *The Geography of Innovation*. Dordrecht. = *Economics of Science, Technology and Innovation* 2.
- Fornahl, D.; Broekel, T.; Boschma, R. A. (2011): What drives patent performance of German biotech firms? The impact of R&D subsidies, knowledge networks and their location. In: *Papers in Regional Science* 90 (2), 395-418.
- Fritsch, M.; Slavtchev, V. (2007): Universities and innovation in space. In: *Industry and Innovation* 14 (2), 201-218.
- Fromhold-Eisebith, M. (1992): *Wissenschaft und Forschung als regionalwirtschaftliches Potential? Das Beispiel von Rheinisch-Westfälischer Technischer Hochschule und Region Aachen*. Aachen.
- Graf, H. (2011): Gatekeepers in regional networks of innovators. In: *Cambridge Journal of Economics* 35 (1), 173-198.
- Graf, H.; Henning, T. (2009): Public research in regional networks of innovators: A comparative study of four East German regions. In: *Regional Studies* 43 (10), 1349-1368.
- Graf, H.; Krüger, J. (2009): The Performance of Gatekeepers in Innovator Networks. In: *Industry and Innovation* 18 (1), 69-88.
- Hagedoorn, J. (2002): Inter-firm R&D partnerships: An overview of major trends and patterns since 1960. In: *Research Policy* 31, 477-492.
- Hagedoorn, J.; van Kranenburg, H.; Osborn, R. (2003): Joint patenting amongst companies – exploring the effects of inter-firm R&D partnering and experience. In: *Managerial and Decision Economics* 24 (2-3), 71-84.
- ISI – Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (2000): *Endbericht an das BMBF. Regionale Verteilung der Innovations- und Technologiepotentiale in Deutschland und Europa*. München.
- Jaffe, A. B. (1989): Real effects of academic research. In: *American Economic Review* 79 (5), 957-970.
- Jaffe, A. B.; Trajtenberg, M. (1996): *Flows of Knowledge from Universities and Federal Laboratories: Modeling the Flow of Patent Citations over Time and Across Institutional and Geographic Boundaries*. Cambridge. = *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America Working Paper* 5712.
- Leenders, R. T. A. J. (2002): Modeling social influence through network correlation: constructing the weight matrix. In: *Social Networks* 24, 21-47.
- Legler, H.; Licht, G.; Egel, J. (2001): *Zur Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands: Zusammenfassender Endbericht 2000*. Mannheim. = *ZEW Gutachten/Forschungsberichte*.
- Luukkonen, T. (2000): Additionality of EU Framework Programmes. In: *Research Policy* 29 (6), 711-724.
- Maggioni, M. A.; Uberti, T. E.; Nosvelli, M. (2014): Does intentional mean hierarchical? Knowledge flows and innovative performance of European regions. In: *The Annals of Regional Science* 53 (2), 453-485.
- Mewes, L.; Broekel, T. (2017): Unrelated and Related Variety im Kontext öffentlicher F&E: empirische Evidenz aus deutschen Arbeitsmarktregionen. In: *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie* 61 (1), 23-37.
- Mohr, H. (2002): Räumliche Mobilität von Hochschulabsolventen. In: Bellmann, L.; Velling, J. (Hrsg.): *Arbeitsmärkte für Hochqualifizierte*. Nürnberg, 249-281.
- Morrison, A. (2008): Gatekeepers of Knowledge within Industrial Districts: Who They Are, How They Interact. In: *Regional Studies* 42 (6), 817-835.
- Nerlinger, E. (1998): *Standorte und Entwicklungen junger innovativer Unternehmen*. Baden-Baden.
- Petrucelli, A. M. (2011): The impact of technological relatedness, priorities, and geographical distance on university-industry collaborations: A joint-patent analysis. In: *Technovation* 31 (7), 309-319.
- Powell, W. W.; Koput, K. W.; Smith-Doer, L.; Smith-Doerr, W. (1996): Interorganizational collaboration and the locus of innovation: networks of learning in biotechnology. In: *Administrative Science Quarterly* 41 (1), 116-145.

- Powell, W. W.; Koput, K. W.; Smith-Doer, L.; Own-Smith, J. (1999): Network position and firm performance: organizational returns to collaboration in the biotechnology industry. In: Andrews, S. B.; Knoke, D. (Hrsg.): *Research in the Sociology of Organizations*. Greenwich, 129-159.
- Roesler, C. and Broekel, T. (2017): The role of universities in a network of subsidized R&D collaboration: The case of the biotechnology-industry in Germany. In: *Review of Regional Research* 37(2), 135-160.
- Scherngell, T.; Barber, M. J. (2009): Spatial interaction modeling of cross-region R&D collaboration. Empirical Evidence from the 5th EU Framework Programme. In: *Papers in Regional Science* 88 (3), 531-546.
- Scherngell, T.; Barber, M. J. (2011): Distinct spatial characteristics of industrial and public research collaborations: evidence from the fifth EU Framework Programme. In: *The Annals of Regional Science* 46 (2), 247-266.
- Schiller, D.; Kanning, H.; Pflitsch, G.; Radinger-Peer, V.; Freytag, T. (2019): Hochschulen als Agenten des Wandels für eine nachhaltige Regionalentwicklung? Hochschulen und nachhaltige Regionalentwicklung aus der Transition-Perspektive. In: Postlep, R.-D.; Blume, L.; Hülz, M. (Hrsg.): *Hochschulen und ihr Beitrag für eine nachhaltige Regionalentwicklung*. Hannover, 119-176. = *Forschungsberichte der ARL* 11.
- Strotebeck, F. (2014): Running with the pack? The role of Universities of applied science in a German research network. In: *Jahrbuch für Regionalwissenschaft* 34 (2), 139-156.
- Ter Wal, A. L. J.; Boschma, R. (2008): Applying social network analysis in economic geography: framing some key analytic issues. In: *The Annals of Regional Science* 43 (3), 739-756.
- Wasserman, S.; Faust, K. (1994): *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge.
- Zúñiga-Vicente, J. A.; Alonso-Borrego, C.; Forcadell, F. J.; Galán, J. (2014): Assessing the effect of public subsidies on firm R&D investment: a survey. In: *Journal of Economic Surveys* 28 (1), 36-67.

Autoren

Tom Brökel (*1978), *Associate Prof. Dr. habil.*, arbeitet an der *Business School der Universität Stavanger*. Seine Forschungsschwerpunkte beinhalten die *Innovationsgeographie, Wissensnetzwerke, Analyse der FuE-Politik, Methoden und die Analyse sozialer Netzwerke, erneuerbare Energien und Tourismus*.

Lars Mewes (*1988) ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am *Institut für Wirtschafts- und Kulturgeographie der Leibniz-Universität Hannover*. In seiner Forschung beschäftigt er sich mit der *wirtschaftlichen Entwicklung von Regionen und Innovationsgeographie*.