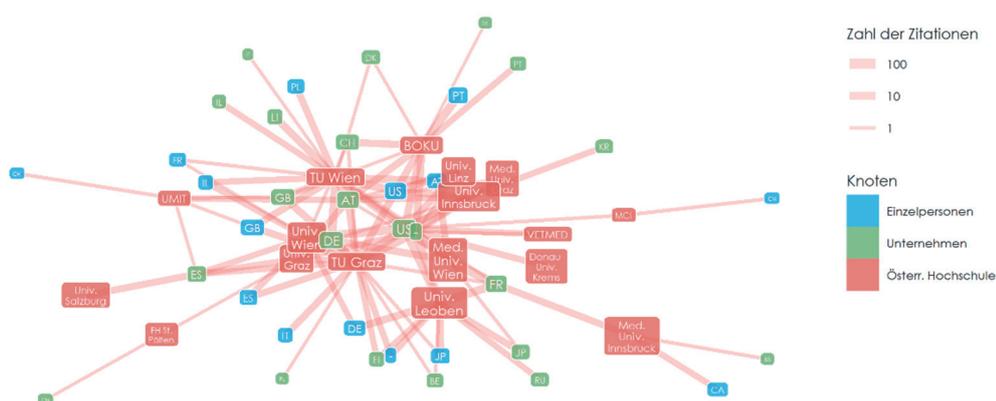


Der Beitrag österreichischer Hochschulen zur erfinderischen Tätigkeit von Unternehmen

Andreas Reinstaller

- Patentdaten können Aufschluss über Kooperationen zwischen Einrichtungen des Hochschulsektors und Unternehmen sowie über die Bedeutung von Hochschulforschung für den Stand der Technik in unternehmerischen Erfindungen geben.
- Die Zahl der Patentanmeldungen des österreichischen Hochschulsektors nahm seit dem Jahr 2000 kräftig zu. Sein Anteil an den gesamten aus Österreich stammenden Anmeldungen beim Europäischen Patentamt etwa erhöhte sich von 1,3% auf 2,9%.
- Gemeinsame Patentanmeldungen von Unternehmen und Hochschulen sind ein Indikator für formelle Forschungszusammenarbeit. Im Zeitraum 2009/2017 waren rund 20% aller Anmeldungen beim Europäischen Patentamt mit der Beteiligung österreichischer Hochschulen gemeinsame Patentanmeldungen (2000/2008: 15,2%).
- Zitationen österreichischer Hochschulpatente in Unternehmenspatenten geben Aufschluss über den Beitrag österreichischer Hochschulforschung zum technischen Fortschritt: Die Wahrnehmung dieses Beitrages im Unternehmenssektor nahm zu, was sich in einem wachsenden und zunehmend dichteren Zitationsnetzwerk niederschlägt.

Das Zitationsnetzwerk für Patentanmeldungen österreichischer Hochschulen beim Europäischen Patentamt im Zeitraum 2008/2017



Das Netzwerk der Zitationen von Patenten österreichischer Universitäten hat sich über die Zeit verdichtet, da die Hochschulen verstärkt ihre "dritte Mission" wahrnehmen und mit den Fachhochschulen neue Akteure Patente anmelden. Patente österreichischer Hochschulen werden am häufigsten von Unternehmen in Österreich, Deutschland und den USA zitiert (Q: PATSTAT, Europäisches Patentamt, WIFO-Berechnungen; Kürzel in den Knoten: Ursprungsländer der Zitationen österreichischer Patentanmeldungen).

"Die Vernetzung von Hochschulen und Unternehmen in erfinderischen Tätigkeiten gewann seit 2000 an Bedeutung. Dies schlägt sich in einer umfangreicheren Kooperationsnätze wie auch in der verstärkten Wahrnehmung des Beitrages österreichischer Hochschulen zur Entwicklung des Standes der Technik in Erfindungen von Unternehmen nieder."

Der Beitrag österreichischer Hochschulen zur erfinderischen Tätigkeit von Unternehmen

Andreas Reinstaller

Der Beitrag österreichischer Hochschulen zur erfinderischen Tätigkeit von Unternehmen

Wie die Analyse von Patentanmeldungen österreichischer Hochschulen zeigt, nahmen sowohl der Umfang der Patentanmeldungen als auch die Zahl der Akteure stark zu. Die Vernetzung von Hochschulen und Unternehmen in erfinderischen Tätigkeiten gewann an Bedeutung. Dies schlägt sich in einer umfangreicheren Kooperationsfähigkeit wie auch in der verstärkten Wahrnehmung des Beitrages österreichischer Hochschulen zur Entwicklung des Standes der Technik in Erfindungen von Unternehmen nieder.

The Contribution of Austrian Universities to Inventive Activity by Companies

The analysis of patent applications from Austrian higher education institutions shows that both the volume of patent applications and the number of players has increased significantly. The networking of universities and companies in inventive activities has gained in importance. This is reflected on the one hand in more extensive cooperation activities and on the other hand in the increased perception of the contribution of the Austrian higher education sector to the development of the state of the art in inventions made by companies in and outside Austria.

JEL-Codes: O31, O34, O43 • **Keywords:** Hochschulpatente, Kopatente, Patentzitationsnetzwerke

Begutachtung: Jürgen Janger • **Wissenschaftliche Assistenz:** Kathrin Hofmann (kathrin.hofmann@wifo.ac.at), Nicole Schmidt-Padickakudy (nicole.schmidt-padickakudy@wifo.ac.at) • Abgeschlossen am 19. 8. 2020

Kontakt: Mag. Dr. Andreas Reinstaller (andreas.reinstaller@wifo.ac.at)

1. Einleitung

Die vorliegende Analyse bietet eine Einschätzung zur Bedeutung österreichischer Hochschulen für erfinderische Tätigkeiten im Unternehmenssektor auf der Grundlage von Daten zu Patentanmeldungen durch Hochschulen oder Unternehmen. Seit geraumer Zeit haben sich Patentanmeldungen als ein zentraler Indikator zur Messung von Innovationsaktivitäten von Unternehmen, Regionen, Ländern oder größeren Wirtschaftsräumen etabliert (Pavitt, 1985, Griliches, 1990).

Patente dienen dem Schutz von Erfindungen über eine gewisse Zeit und gewähren dem Inhaber ein Ausschließungsrecht insofern als anderen Personen die Benutzung, die betriebsmäßige Herstellung oder der Vertrieb untersagt werden kann. Dieses Ausschließungsrecht ist von zentraler Bedeutung für die wirtschaftliche Nutzung einer Erfindung, da es ein Eigentumsrecht definiert und damit entweder durch den Verkauf des Patentes selbst oder durch Herstellung und Vertrieb wirtschaftliche Erträge ermöglicht, die zunächst nur dem Erfinder zustehen. Innovative Unternehmen haben damit einen wichtigen Anreiz, Patente zu beantragen, was wiederum die Nützlichkeit von Patentanmeldungen als Indikator zur Messung der erfinderischen Tätigkeit begründet. Andererseits verändert sich durch die Veröffentlichungs-

pfligt der Stand der Technik in einem Wissensgebiet, sodass sich der kumulative Wissensaufbau beschleunigen kann. Generell muss eine Erfindung, damit sie durch ein Patent geschützt werden kann, neu, erfinderisch (d. h. sich nicht in naheliegender Weise aus dem Stand der Technik ergebend) und gewerblich anwendbar sein. Ein Patent muss daher eine Verbesserung des Standes der Technik beinhalten. Die Zahl der Patentanmeldungen eignet sich deshalb als Indikator des technischen Fortschrittes.

Patentanmeldungen enthalten eine Fülle von Informationen, die unterschiedliche Aspekte des zugrundeliegenden technologischen Entwicklungsprozesses sowie der wirtschaftlichen Verwertung von Erfindungen beleuchten. Dazu gehören etwa Informationen zu den Personen, auf die Erfindung und Anmeldung zurückgehen, zu den Ansprüchen, zum Rechtsstand usw. Im vorliegenden Fall werden Informationen zu gemeinsamen Patentanmeldungen von österreichischen Hochschulen und Unternehmen sowie Zitationen von Patenten österreichischer Hochschulen in Patenten von Unternehmen als zentrale Informationsquelle zur Abschätzung der Wissensübertragung zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen herangezogen.

Gemeinsame Patentanmeldungen von Unternehmen und Forschungseinrichtungen sind in der Regel das Ergebnis gemeinsamer Forschungsprojekte, die zu einer gewerblich verwertbaren Erfindung geführt haben. Sie sind damit ein direkter Indikator für die Zusammenarbeit und Wissensübertragung zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen (Merges – Locke, 1990, Henderson – Jaffe – Trajtenberg, 1998). Zitationen von Patenten akademischer Einrichtungen in Patenten von Unternehmen belegen hingegen einen Einfluss des zitierten Patentbesitzers auf den Stand der Technik im zitierenden Patent. Die Zitation wird entweder bei der Anmeldung oder bei der Prüfung durch das Patentamt in das Patent aufgenommen. Zitationen dienen in diesem Zusammenhang dazu, den Stand der Technik und damit die im Patent formulierten Ansprüche abzugrenzen (Jaffe – Trajtenberg – Fogarty, 2000). In der Literatur wurden solche Zitationen lange als direkter Beleg für Wissens-Spillovers zwischen zitierendem und zitiertem Patent interpretiert. Neuere Untersuchungen widersprechen jedoch dieser Auslegung, da Zitationen zumeist bei der Patentprüfung, also von einer nicht in den erfinderischen Prozess involvierten Person in das Patent aufgenommen werden (Alcacer – Gittelman – Sampat, 2009)¹⁾. Dennoch belegen sie eine direkte oder indirekte Beeinflussung der Neuheit einer Erfindung insofern, als sie Teil des Standes der Technik sind, über den die Erfindung hinausgehen muss (Jaffe – Trajtenberg – Fogarty, 2000). Patentzitationen bilden damit einen kollektiven, kumulativen Wissensaufbau ab, auf den Unternehmen in ihrer technologischen Entwicklung zurückgreifen. Zitierte Hochschulpatente können daher als ein (partieller) Beitrag der Hochschulen zu diesem Wissensstock interpretiert werden.

Die patentbasierten Indikatoren bieten lediglich ein partielles Bild des Beitrages der Hochschulen zu erfinderischen Tätigkeiten im Unternehmenssektor, weil die Patentdaten und daraus konstruierten Indikatoren die Zusammenarbeit und Wissensübertragung zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen nicht vollständig erfassen können. Dies liegt in der vielfältigen Natur der Wissensübertragung begründet (eine Übersicht findet sich z. B. in Perkmann et al., 2013): Sie erfolgt häufig durch informelle Kontakte

2. Daten und Identifikation relevanter Patentanmeldungen

Die Datenquelle für die vorliegende Analyse ist die PATSTAT-Datenbank des Europäischen Patentamtes in der derzeit aktuellsten Ausgabe (Release Spring 2020). Diese Datenbank enthält Informationen über knapp 100 Mio. Patente im Zeitraum von 1782 bis

bzw. im Erfahrungsaustausch zwischen Forscher- und Technikerstab aus Unternehmen und Forschungseinrichtungen, der nicht weiter dokumentiert wird und sich damit nicht in Form einer Zitation oder einer gemeinsamen Anmeldung in einem späteren Patent finden muss.

Die Forschungszusammenarbeit mündet häufig aus Kosten- oder Geheimhaltungsgründen nicht direkt in einem Patent oder einer Patentanmeldung. Zudem sind die Absolventinnen und Absolventen von Hochschulen oder Beschäftigte von Forschungseinrichtungen, die in den Unternehmenssektor wechseln, der gemeinhin wichtigste Kanal für eine Wissensübertragung zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen (Arundel, 2001, Breschi – Lissoni, 2001). Zuletzt können Forscherinnen und Forscher, die an Forschungseinrichtungen tätig waren, ihr Wissen und entwickelte Technologien in neugegründete Unternehmen einbringen und verwerten, ohne dass zuvor an der Forschungseinrichtung ein Patent angemeldet worden wäre. Patente dieses Unternehmens können dann formell somit nicht mehr auf die ursprüngliche Forschungseinrichtung zurückgeführt und die entsprechende Wissensübertragung auch nicht dokumentiert werden.

In der vorliegenden Analyse der Zitationsmuster wurden lediglich Querverweise zwischen Patenten, nicht jedoch zwischen Patenten und der Nicht-Patentliteratur berücksichtigt. Letztere umfasst akademische Publikationen, Vorträge und andere Formen der Veröffentlichungen technisch-wissenschaftlicher Ergebnisse, die alleinstehend oder in Kombination mit anderen Veröffentlichungen Einfluss auf den Stand der Technik eines Patentbesitzers haben. Der dazu notwendige Abgleich mit bibliometrischen Quellen wurde hier nicht vorgenommen. Wie neue Forschungsergebnisse zeigen (Bryan – Ozcan – Sampat, 2020), liefern primär jene Zitationen, die im Haupttext von Patenten angeführt werden, valide Hinweise auf konkrete Wissensübertragungen. Um diese zu identifizieren, sind jedoch aufwändige Textanalysen notwendig. Diese Einschränkungen sollten in der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse im Auge behalten werden.

Patentdaten können Aufschluss über Kooperationen zwischen Einrichtungen des Hochschulsektors und Unternehmen sowie über die Bedeutung von Hochschulforschung für den Stand der Technik in unternehmerischen Erfindungen geben.

¹⁾ Kuhn – Younge – Marco (2020) diskutieren weitere Einschränkungen der Nutzung von Patentzitationen: Sie sind aufgrund der Veränderung der Zitationspraxis zunehmend ungeeignet, um die Wissensübertragung

geographisch einzugrenzen oder den Patent- oder Unternehmenswert der anmeldenden Unternehmen anzunähern.

Die Zahl der Patentanmeldungen des österreichischen Hochschulsektors nahm seit dem Jahr 2000 stark zu, der Anteil an den gesamten Anmeldungen beim Europäischen Patentamt erhöhte sich von 1,3% auf 2,9%.

1991/1999, 2000/2008 und 2009/2017. Die Beantragung von Schutzrechten schwankt von Jahr zu Jahr teilweise erheblich, sodass ein Vergleich für einzelne Jahre verzerrt sein könnte. Zudem sind die zu schützenden Erfindungen in der Regel das Ergebnis längerfristiger Forschungs- und Entwicklungsprozesse.

Wegen der Verzögerung von Meldungen wie auch Zitationen wurde 2017 als letztes Beobachtungsjahr in der Analyse berücksichtigt. Für die Zitationsanalyse wurden die entsprechenden Daten der PATSTAT-Datenbank verwendet (*de Rassenfosse – Dernis – Boedt, 2014, Jaffe – de Rassenfosse, 2017*).

Ausgewertet wurden Anmeldungen beim Europäischen Patentamt (EPA) oder Anmeldungen auf der Grundlage des Patent Cooperation Treaty (PCT)²⁾. Damit bezieht sich die Untersuchung primär auf Erfindungen, für die ein breiterer geographischer Schutz angestrebt wurde: Diese beiden Anmeldeverfahren werden häufig in Kombination mit verschiedenen Anmeldevarianten verwendet, da sie bei Ausweitung des Schutzes innerhalb der EU oder international auf mehrere Länder Verfahrensvorteile bieten³⁾.

Nach *Guellec – Pottelsberghe de la Potterie (2007, S. 180)* geben diese unterschiedlichen Verfahren Aufschluss über die Absichten bei der Anmeldung: Eine Erstanmeldung beim EPA oder eine nationale Erstanmeldung gefolgt von einer raschen Nachanmeldung beim EPA sei Ausdruck eines Bedürfnisses, rasch Klarheit über die Patentierbarkeit und Schutz für die Erfindung zu erhalten. Andere Anmeldestrategien (nationale Erstanmeldung und PCT-Nachanmeldung) würden eher den Anmeldeprozess strecken, um Kosten, die in der Nationalisierungsphase anfallen, hinauszuschieben, etwa wenn die kommerzielle Verwertbarkeit der Erfindung geklärt oder Verwertungspartner gefunden werden sollen.

Zur Identifikation von Patentanmeldungen des österreichischen Hochschulsektors wurde auf den Forschungsstättenkatalog

²⁾ Es ist in Analysen von Innovationssystemen üblich, nur Patentanmeldungen bei einem international bedeutenden Patentamt (z. B. dem EPA oder dem Patentamt der USA) oder nach PCT auszuwerten, um Verzerrungen aufgrund unterschiedlicher Anmeldeverfahren und rechtlicher Rahmenbedingungen oder Doppelzählungen zu vermeiden. Dabei wird aber eine Unterefassung der erfinderischen Tätigkeit in Kauf genommen. So werden hier z. B. Patentanmeldungen beim österreichischen Patentamt, die in weiterer Folge innerhalb der Prioritätsfrist (1 Jahr) in einem anderen EU-Land unter Inanspruchnahme der Priorität der Erstanmeldung nachgemeldet werden, nicht berücksichtigt.

³⁾ Das EPA bietet seit 1977 auf der Grundlage des Münchner Abkommens von 1973 ein einheitliches Patenterteilungsverfahren für derzeit 38 Mitglieds-, 2 Erweiterungs- und 5 Validierungsländer an. Nach erfolgreicher Sachprüfung kann für das erteilte Patent in einigen oder allen Ländern um Validierung am nationalen Patentamt angesucht werden. Für die Anmeldung

von Statistik Austria zurückgegriffen⁴⁾. Jede Forschungsstätte wurde einem Sektor (Hochschulsektor, andere Forschungseinrichtungen, Unternehmen) zugeordnet und die Namen der Einrichtungen maschinell und händisch bereinigt und standardisiert, damit eine eindeutige Zuordnung zu den österreichischen Patentanmeldungen im Beobachtungszeitraum durchgeführt werden konnte. Ähnliche Bereinigungsverfahren wurden für die Patentanmeldedaten durchgeführt und anschließend eine 1 : 1-Zuordnung vorgenommen. Der Fokus der Analyse lag auf einer möglichst genauen Abgrenzung des Hochschulsektors. Einrichtungen des öffentlichen Sektors, die nicht dem Hochschulsektor zuzurechnen sind, wurden mit Einrichtungen des außeruniversitären Sektors zusammengefasst. Im Unternehmensbereich wurde nicht zwischen Forschung und Entwicklung treibenden und nicht-F&E-treibenden Unternehmen unterschieden. Patentanmeldungen, die keinem Sektor zugeordnet werden konnten, werden entsprechend ausgewiesen. Für ausländische Patente wurden die Sektorzuordnung laut PATSTAT verwendet. Diese Information ist wesentlich ungenauer und teilweise schlecht besetzt. Damit sind die Indikatoren, die unter Verwendung ausländischer Patentanmeldungen berechnet wurden, weniger genau.

Übersicht 1 gibt die Zahl der identifizierten Patentanmeldungen in den einzelnen Sektoren nach dem Anmeldeverfahren bzw. nach dem Anmeldeverfahren wieder. Da einige Indikatoren auf Patentzitationen aufbauen, wird die Zahl der in anderen Patenten zitierten Patente in jedem Sektor getrennt ausgewiesen. Patentanmeldungen mit mehreren Anmeldern aus unterschiedlichen Sektoren wurden den Sektoren anteilig auf der Grundlage der Häufigkeit eines Anmeldertyps zugeschlagen. Diese Patente bilden die Grundgesamtheit der folgenden Auswertungen.

Wie zu erwarten, machen die Anmeldungen von Patenten des Hochschulsektors einen sehr geringen Teil der Grundgesamtheit aus, da Forschungseinrichtungen grundsätzlich

nach PCT steht ein standardisiertes Anmeldeverfahren für derzeit bis zu 144 Vertragsländer zur Verfügung. Dabei erhält die Anmeldung nach einer Formalprüfung am Anmeldeamt ein Anmeldedatum. Nach Ablauf von 18 Monaten ab Anmeldetag oder dem frühesten Prioritätstag (sofern es nicht eine Erstanmeldung nach PCT ist) wird die Anmeldung durch das internationale Büro der Weltorganisation für Geistiges Eigentum (WIPO) veröffentlicht. Die Phasen bei den nationalen Patentämtern müssen bis spätestens 30 Monate ab dem Prioritäts- oder Anmeldedatum erfolgen. Ein maßgeblicher Vorteil von PCT-Anmeldungen liegt also im Zeitgewinn, um die Ertragsfähigkeit der Erfindung einzuschätzen, bevor hohe Nationalisierungskosten anfallen.

⁴⁾ http://www.statistik-austria.at/web_de/statistiken/energie_ummw_innovation_mobilitaet/forschung_und_innovation/forschungsstaettkatalog/index.html (abgerufen im März 2020).

auf nichtkommerziellen Erkenntnisgewinn ausgerichtet sind. Dennoch nahm die Zahl der Patentanmeldungen dieses Sektors stark

zu. Die Zahl der Anmeldungen von Hochschulpatenten beim EPA ist etwas höher als nach dem PCT-Verfahren.

Übersicht 1: Anmeldungen von EPA- und PCT-Patenten nach Sektor

		1991/1999	2000/2007	2008/2017	1991/1999	2000/2007	2008/2017
		Patentanmeldungen			Zitierte Anmeldungen		
		Anzahl			Anzahl		
EPA	Insgesamt	6.614,0	11.739,4	14.473,5	3.873,0	4.879,4	2.865,5
	Hochschulsektor	10,0	165,0	423,1	5,0	43,0	74,8
	Andere Forschungsstätten	2,0	30,0	136,5	1,0	7,5	28,2
	Unternehmenseigener Bereich	5.073,2	9.378,4	11.905,0	3.006,7	3.814,6	2.365,4
	Einzelpersonen	1.302,5	1.839,0	1.581,9	742,9	874,9	336,1
	Sonstige	226,4	326,9	427,0	117,4	139,4	61,0
PCT	Insgesamt	4.201,5	12.306,6	13.197,5	3.208,5	8.578,6	5.029,5
	Hochschulsektor		74,5	358,0		54,0	93,0
	Andere Forschungsstätten	0,3	9,9	81,0		7,4	24,9
	Unternehmenseigener Bereich	1.431,6	3.728,8	7.778,3	1.148,1	2.815,2	2.454,3
	Einzelpersonen	1.543,6	4.751,4	3.030,5	1.139,9	3.110,3	1.382,1
	Sonstige	1.226,0	3.742,1	1.949,6	920,4	2.591,7	1.075,3

Q: PATSTAT, Europäisches Patentamt; WIFO-Berechnungen. Patentanmeldungen nach Erfindern.

3. Ergebnisse

3.1 Gemeinsame Patentanmeldungen von Hochschulen und Unternehmen

Anhand der Zahl der Patente, die gemeinsam von Hochschulen und Unternehmen angemeldet werden (Kopatente), wird häufig die Zusammenarbeit und damit direkte Wissensübertragungen zwischen Hochschulen und Unternehmen gemessen. Aus den erwähnten Gründen unterliegt dieser Indikator einer Reihe von Einschränkungen (OECD, 2019, S. 34) und erlaubt primär einen Rückschluss auf Aktivitäten der Wissensgenerierung und -übertragung in formellen Forschungsk Kooperationen⁵⁾. Für Unternehmen liegt der Nutzen solcher Kooperationen im Aufbau neuen technologischen Wissens und der Möglichkeit, im Wettbewerb technologische Kompetenz zu signalisieren, was sich positiv auf den Marktwert auswirken kann (gemessen am Tobinschen Q; Belderbos *et al.*, 2014). Hier wurden nur Kopatente berücksichtigt, die von zumindest einer Person aus Österreich angemeldet wurden. Die Analyse der Kopatentierungen mit Anmeldern bzw. Anmelderrinnen ausschließlich aus Österreich ist aufgrund der geringen Fallzahlen und des hohen Internationalisierungs-

grades der patentaktiven Unternehmen in Österreich wenig aussagekräftig.

Über die Zeit nahm die Zahl der Kopatente sowohl auf der Seite der Hochschulen als auch auf der Seite der Unternehmen absolut und anteilig stark zu (Übersicht 2)⁶⁾. Seit den 2000er-Jahren wurde weltweit eine drastische Zunahme der Patentanmeldungen beobachtet (Hall, 2004), die sich auch in den Daten niederschlägt. Die Zahl der EPA-Patentanmeldungen durch Unternehmen mit österreichischen Forschungseinrichtungen bzw. durch österreichische Unternehmen mit Forschungseinrichtungen im In- und Ausland haben sich zwischen 1991/1999 und 2009/2017 von 5.079 und 11.971 mehr als verdoppelt, die PCT-Anmeldungen sogar mehr als vervierfacht⁷⁾. Auf der Seite der Forschungseinrichtungen war ebenfalls ein starker Anstieg der Patentaktivitäten zu verzeichnen: Waren in den 1990er-Jahren noch kaum Patente angemeldet worden, so waren in den 2000er-Jahren bereits über 200 Anmeldungen nach dem EPA- und dem PCT-Verfahren zu beobachten. Diese Zahlen

⁵⁾ In Forschungsk Kooperationen einigen sich Unternehmen und Hochschulen zuweilen darauf, die Verwertungsrechte der Erfindung bei den Unternehmen zu belassen, die dafür das Forschungsprojekt finanzieren. In diesem Fall kommt kein Kopatent zustande. Der Indikator erfasst die Forschungszusammenarbeit damit nur unvollständig.

⁶⁾ Anders als in Übersicht 1, die die Beteiligung der Anmelderrinnen an Erfindungen korrekt abbildet, zeigt Übersicht 2 nicht anteilige Zählungen. Daher weichen die ausgewiesenen Gesamtzahlen voneinander ab.

⁷⁾ Bis 2002 lag das Aufgriffsrecht für Patententdeckungen von Universitätsangehörigen im Bundesdienst beim Bund, mit dem Universitätsgesetz 2002 § 106 ging es an die Universitäten über. Anmeldungen wurden bis dahin aber primär von den Universitätsangehörigen durchgeführt und können damit ex post nur sehr beschränkt einer Hochschule zugeordnet werden. Damit ist für den Zeitraum 1991/1999 sowie für die ersten Jahre des Zeitraums 2000/2008 eine Untererfassung sehr wahrscheinlich.

verdreifachten sich dann in den 2010er-Jahren. Die österreichischen Hochschulen weiteten demnach ihre Tätigkeit der Wissens-

verbreitung seit dem Jahr 2000 im Zuge der "dritten Mission" nachhaltig aus.

Übersicht 2: Gemeinsame EPA- und PCT-Patentanmeldungen von Unternehmen und Forschungseinrichtungen

		Hochschulpatente			Unternehmenspatente		
		Anzahl	Kopatente von Hochschulen Anzahl	Anteile an allen Patenten in %	Anzahl	Kopatente von Unternehmen Anzahl	Anteile an allen Patenten in %
EPA	1991/1999	12	2	16,7	5.079	21	0,4
	2000/2008	210	32	15,2	9.430	80	0,8
	2009/2017	605	121	20,0	11.971	112	0,9
PCT	1991/1999	1		0,0	2.381	16	0,7
	2000/2008	251	31	12,4	6.813	93	1,4
	2009/2017	608	105	17,3	9.471	122	1,3

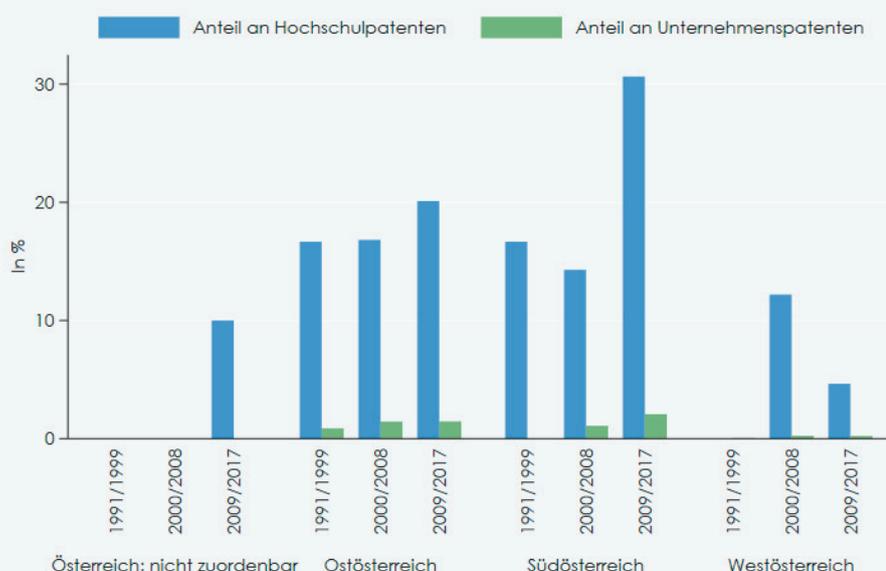
Q: PATSTAT, Europäisches Patentamt; WIFO-Berechnungen.

Kopatente machen nur einen sehr kleinen Teil des Patentportfolios von Unternehmen aus, er verdoppelte sich jedoch im Beobachtungszeitraum. Formelle Forschungsk Kooperationen mit Hochschulen gewannen somit für Unternehmen an Bedeutung. Für die Hochschulen bilden Kopatente hingegen einen bedeutenden Teil ihrer Anmeldungen. Im Zeitraum 2009/2017 waren rund 20% aller EPA-Anmeldungen mit der Beteiligung österreichischer Hochschulen Kopatente, der Anteil an den PCT-Anmeldungen war etwas geringer.

Der Anteil der Kopatente von Hochschulen erhöhte sich vor allem in Ost- und Südösterreich (Abbildung 1). In Südösterreich waren zwischen 2009 und 2017 rund 30% der Pa-

tenantmeldungen mit Hochschulbeteiligung Kopatente, in Ostösterreich über 20%. Rückläufig war der Anteil der Kopatente mit Hochschulbeteiligung hingegen im Westen Österreichs (von 12,2% auf 4,7%), während der Unternehmenssektor in Westösterreich und insbesondere in Oberösterreich in dieser Periode wesentlich mehr Patente beim Europäischen Patentamt anmeldete als im Osten Österreichs (5.815 gegenüber 4.113). Mögliche Ursachen könnten die fehlende geographische Nähe zu technischen Universitäten gerade in Oberösterreich, Unterschiede der Industriestruktur oder im Meldeverhalten bei Kopatenten sein. Die teilweise großen regionalen Unterschiede bedürfen aber einer genaueren Untersuchung.

Abbildung 1: Gemeinsame Patentanmeldungen von Unternehmen und Forschungseinrichtungen beim Europäischen Patentamt nach NUTS-Regionen



Q: PATSTAT, Europäisches Patentamt; WIFO-Berechnungen. Ostösterreich: Wien, Burgenland, Niederösterreich, Südösterreich: Steiermark, Kärnten, Westösterreich: Oberösterreich, Salzburg, Tirol, Vorarlberg.

Für Unternehmen gewann, wie diese Daten zeigen, der Hochschulsektor im Kontext direkter Forschungsk Kooperationen an Bedeutung. Dies ist angesichts der starken Ausweitung der Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Unternehmenssektors im Beobachtungszeitraum und der expliziten Anreize für solche Kooperationen im Rahmen der direkten und indirekten Forschungsförderung in Österreich (etwa COMET der FFG) ein naheliegendes Ergebnis.

Es könnte auch Strukturveränderungen im Forschungs- und Technologieentwicklungsprozess widerspiegeln. Internationale Studien belegen etwa eine zunehmende Komplexität von Erfindungsprozessen: Neue Erfindungen benötigen immer mehr Ressourcen und größere Nähe zur Grundlagenforschung, um über den Stand der Technik hinauszugehen (Bloom *et al.*, 2017). Das Ergebnis stützt das Bild der zunehmenden Bedeutung des Hochschulsektors für unternehmerische Innovationsaktivitäten auch über andere Kanäle wie z. B. Absolventinnen und Absolventen, eigene Gründungen oder informelle Beratungen (Janger *et al.*, 2017, Kapitel 3.2).

3.2 Die Bedeutung des Hochschulsektors für Erfindungen von Unternehmen gemessen an Patentzitationen

Wie oben dargelegt stellen die in einer Patentanmeldung enthaltenen Zitationen anderer Patente oder wissenschaftlich-technischer Publikationen den für eine Erfindung relevanten kollektiven Wissensbestand dar. Anhand der Analyse der Zitationen österreichischer Hochschulpatente in Unternehmenspatenten kann deshalb deren passiver Beitrag zum Stand der Technik eingeschätzt werden.

Abbildung 2 zeigt, wie häufig Patentanmeldungen, die einer österreichischen Hochschule zugerechnet werden können, von Unternehmenspatenten innerhalb und außerhalb Österreichs zitiert wurden. Dabei wurden die Unternehmenspatente folgenden disjunkten Regionen zugeordnet: Österreich, Deutschland, EU ohne Deutschland und Österreich und andere Länder ohne EU. Für die Periode 1990/1999 wurden keine PCT-Patentanmeldungen identifiziert, die österreichische Hochschulpatente zitiert hätten.

In der Periode 1991/1999 wurden österreichische Hochschulpatente primär in Österreich oder Deutschland wahrgenommen und in Unternehmenspatenten zitiert. In dieser

Periode entfielen rund 51% der zitierten Patentanmeldungen beim EPA auf Unternehmen aus Deutschland; in Anmeldungen österreichischer Unternehmen wurden keine Hochschulpatente zitiert. In den Beobachtungsperioden 2000/2008 und 2009/2017 sank der Anteil deutscher Unternehmen, während jener der österreichischen Unternehmen zunahm⁸⁾.

Österreichische Hochschulpatente werden zudem relativ selten von Unternehmen in den anderen EU-Ländern und sehr häufig von Unternehmen in Drittländern, vornehmlich USA, Japan, Korea, Schweiz und Kanada zitiert (Abbildung 2). Damit scheinen österreichische Hochschulpatente außerhalb Österreichs und Deutschlands vor allem außerhalb der EU Bedeutung zu entfalten.

Das Netzwerk der Zitationen von EPA-Patentanmeldungen inländischer Hochschulen in Patentanmeldungen in- und ausländischer Unternehmen zeigt Abbildung 3 für die Zeiträume 1991/1999, 2000/2008 und 2009/2017 detaillierter. Dabei bilden die Netzwerkknoten einerseits die österreichischen Hochschulinrichtungen als "Wissenssender" ab, die den Stand der Technik einer Erfindung beeinflussen, und andererseits nationale und internationale Unternehmen sowie Individuen als "Wissensempfänger" (oder Wissenssenken), die den Stand der Technik auf der Grundlage des gegebenen Wissensbestandes anheben (Acemoglu – Akcigit – Kerr, 2016). Die Netzwerkkanten stellen hingegen die Verknüpfungen zwischen Hochschulen und Unternehmen aufgrund der Zitationen und die Stärke der Netzwerkkanten die Häufigkeit von Zitationen durch Unternehmen dar.

In der Abbildung wurden die Unternehmen dabei nach ihrer Länderzugehörigkeit zusammengefasst, während die österreichischen Hochschulen individuell ausgewiesen werden. Da das Hauptaugenmerk der Zitationsanalyse auf direkten Zitationen durch Unternehmen liegt, wurden Zitationen durch ausländische Forschungseinrichtungen aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht berücksichtigt. Zitationen von Patenten, die von Einzelpersonen angemeldet wurden, wurden jedoch aufgenommen, da diese individuellen Erfinder ihre Erfindungen häufig in Unternehmen einbringen und im Rahmen dieser wirtschaftlichen Tätigkeit verwerten; solche Anmeldungen können somit, wenn gleich mit Unschärfen, dem Unternehmensbereich zugeordnet werden.

Gemeinsame Patentanmeldungen von Unternehmen und Hochschulen sind ein Indikator für formelle Forschungszusammenarbeit. Im Zeitraum 2009/2017 waren rund 20% aller Anmeldungen beim EPA mit Beteiligung österreichischer Hochschulen gemeinsame Patentanmeldungen.

Zitationen österreichischer Hochschulpatente in Unternehmenspatenten geben Aufschluss zum Beitrag österreichischer Hochschulforschung zum technischen Fortschritt: Dessen Wahrnehmung ist im Unternehmenssektor gestiegen, was sich in einem wachsenden und zunehmend dichteren Zitationsnetzwerk niederschlägt.

⁸⁾ Zitationen einer Patentanmeldung kumulieren sich über die Zeit. Ältere Patentanmeldungen werden daher typischerweise häufiger zitiert als jüngere. Je aktueller die Beobachtungen sind, desto stärker sinkt diese Zahl. Berücksichtigt man auch die Verzögerung zwischen Anmeldung und Veröffentlichung einer Anmel-

dung sowohl für das zitierte als auch für das zitierende Patent, dann sind für Patentanmeldungen frühestens nach zwei bis drei Jahren erste Zitationen zu erwarten. Die Publikationsfrist sowohl für EPA-Anmeldungen als auch für PCT-Anmeldungen beträgt bis zu 18 Monate nach erfolgreicher Einreichung.

Abbildung 2: Ursprung der Zitationen auf EPA- und PCT-Patentanmeldungen von österreichischen Hochschulen

Anteile an allen Zitationen nichtakademischer Patentanmeldungen aus den Ursprungsregionen in %

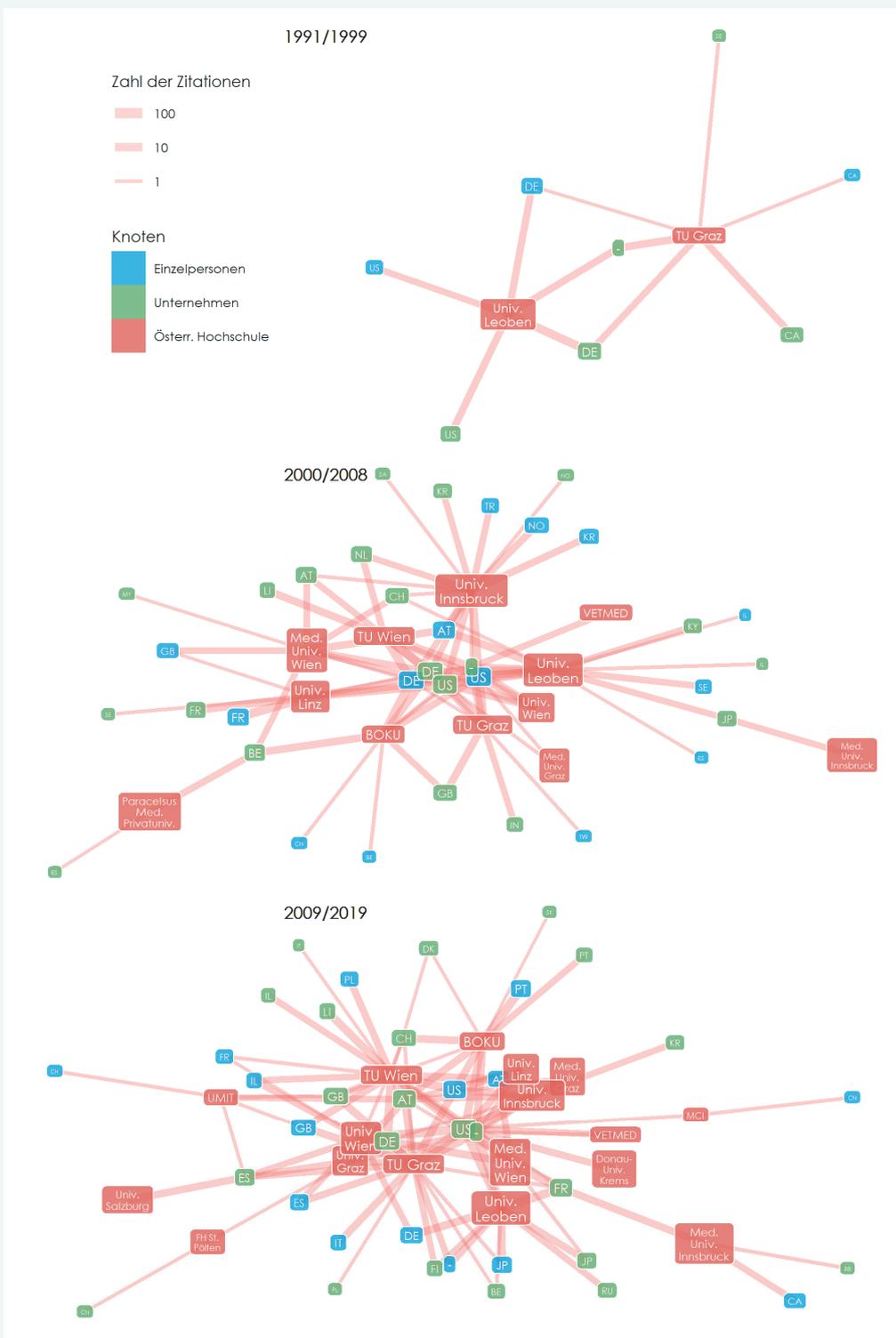


Q: PATSTAT, Europäisches Patentamt; WIFO-Berechnungen (Zahlen gerundet). Zitierter Sektor: Hochschulen, zitierender Sektor: Unternehmen.

Patentanmeldungen gewannen im österreichischen Hochschulsektor über die Zeit an Bedeutung und werden vermehrt zur Umsetzung der "dritten Mission" genutzt (Abbildung 3). Der Kreis der Hochschuleinrichtungen, die Patente beim Europäischen Patentamt angemeldet haben, erweiterte sich stetig, und die Zahl der Anmeldungen stieg laufend. Waren in der Periode 1990/1999 nur technische Universitäten in den Zitationsnetzwerken aufgeschienen, so gehörten in der

Periode 2000/2007 nahezu alle Universitäten mit naturwissenschaftlich-technischen Fakultäten zum Kreis der Patentanmelder, in der Periode 2008/2017 auch Fachhochschulen und Privatuniversitäten. Damit erhöhte sich in weiterer Folge die Wahrnehmung von naturwissenschaftlich-technischen Forschungsergebnissen österreichischer Hochschulen im Unternehmenssektor, was sich in einem wachsenden und zunehmend dichteren Zitationsnetzwerk niederschlug.

Abbildung 3: Zitationsnetzwerk zwischen EPA-Patentanmeldungen österreichischer Hochschulen und Patentanmeldungen von Unternehmen



Q: PATSTAT, Europäisches Patentamt; WIFO-Berechnungen.

Eine zentrale Position in diesem Zitationsnetzwerk nehmen eine Reihe von Unternehmen aus Österreich, Deutschland und den USA ein (Abbildung 3). Mehrere Forschungseinrichtungen tragen damit entweder direkt oder indirekt zum Stand der Technik der Erfindungen dieser Unternehmen bei. Für

diese Unternehmen ist der Forschungsstandort Österreich durch vielfältige naturwissenschaftliche Kompetenzen von Bedeutung. Die Zahl solcher Mehrfachzitationen in Patentanmeldungen von Unternehmen ist über die Zeit gestiegen.

4. Schlussfolgerungen und Ausblick

Wie die Auswertung der Patentanmeldungen österreichischer Hochschulen zeigt, nehmen sowohl der Umfang der Patentanmeldungen als auch die Zahl der Einrichtungen, die Patente anmelden, in den vergangenen Jahrzehnten stark zu. Die Vernetzung von Hochschulen und Unternehmen in erfinderischen Tätigkeiten gewann an Bedeutung. Dies schlägt sich in einer umfangreicheren Kooperationstätigkeit wie auch in der verstärkten Wahrnehmung des Beitrages österreichischer Hochschulen zur Entwicklung des Standes der Technik bei Erfindungen von Unternehmen nieder. Die Analyse stützt und ergänzt damit nationale und internationale Untersuchungen, die eine wachsende Bedeutung von Hochschulen für Innovationsaktivitäten festmachen. Die Intensivierung der Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft war ein explizites Ziel der FTI-Strategie der Bundesregierung aus dem Jahr 2011, zahlreiche Förderprogramme in Österreich sehen öffentliche Anreize für die Zusammenarbeit zwischen Hochschulen und Unternehmen vor.

Da Informationen zur kommerziellen Verwertung der hier analysierten Patentanmeldungen sich nicht aus dem verwendeten Datensatz erschließen, ist eine monetäre Quantifizierung des Beitrages von Hochschulerfindungen zur Wertschöpfung in- oder ausländischer Unternehmen hier nicht möglich. Die

österreichischen Hochschulen leisten jedoch, wie die Ergebnisse zeigen, einen Beitrag zur Weiterentwicklung des Standes der Technik und damit zu Innovation und Wachstum auch über die österreichischen Grenzen hinaus. Dabei spielen die Vielfalt ihrer Forschungsaktivitäten und die Wahrnehmung der Aufgabe der Wissensverbreitung im Kontext der "dritten Mission" eine wichtige Rolle.

Die vorliegende Auswertung gibt allerdings keinen Aufschluss darüber, wieweit sich die Entwicklung in Österreich von jener in anderen Ländern unterscheidet und welche Rolle dabei das Universitätsgesetz 2002 spielte. Auch wurde der Einfluss von Entwicklungen der Nutzung und des Anmeldeverhaltens nicht berücksichtigt, wie etwa die drastische Zunahme der Patentanmeldungen im Beobachtungszeitraum ("Patent-Explosion"; Hall, 2004) oder das Phänomen des strategischen "Überzitierens" (Kuhn – Younge – Marco, 2020). Weiterführende Auswertungen nach Technologiefeldern und die Analyse der Entscheidungsfaktoren für Kooperationen und für den Rückgriff auf Universitätspatente in eigenen Erfindungen der Unternehmen könnten weiter Aufschluss über die technisch-wissenschaftliche Spezialisierung der Hochschulpatente und deren Beitrag zur Entwicklung der Kompetenzbasis von Unternehmen liefern.

5. Literaturhinweise

- Acemoglu, D., Akcigit, U., Kerr, W., "Innovation network", NBER Working Papers, 2016, (22783).
- Alcacer, J., Gittelman, M., Sampat, B., "Applicant and examiner citations in U.S. patents: An overview and analysis", *Research Policy*, 2009, 38(2), S. 415-427.
- Almeida, P., "Knowledge sourcing by foreign multinationals: Patent citation analysis in the U.S. semiconductor industry", *Strategic Management Journal*, 1996, 17(S2), S. 155-165.
- Arundel, A., "The relative effectiveness of patents and secrecy for appropriation", *Research Policy*, 2001, 30(4), S. 611-624.
- Arundel, A., Kabla, I., "What percentage of innovations are patented? Empirical estimates for European firms", *Research Policy*, 1998, 27(2), S. 127-141.
- Belderbos, R., Cassiman, B., Faems, D., Leten, B., Van Looy, B., "Co-ownership of intellectual property: Exploring the value-appropriation and value-creation implications of co-patenting with different partners", *Research Policy*, 2014, 43(5), S. 841-852.
- Bloom, N., Jones, C. I., Reenen, J. V., Webb, M., "Are Ideas Getting Harder to Find?", NBER Working Papers, 2017, (23782), <http://www.nber.org/papers/w23782>.
- Breschi, S., Lissoni, F., "Knowledge spillovers and local innovation systems: a critical survey", *Industrial and Corporate Change*, 2001, 10(4), S. 975-1005.
- Bryan, K., Ozcan, Y., Sampat, B., "In-text citations: A user's guide", *Research Policy*, 2020, 49(4), <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103946>.
- Cassiman, B., Veugelers, R., "R&D cooperation and spillovers", *American Economic Review*, 2002, 92(4), S. 1169-1184.
- Cassiman, B., Veugelers, R., "In search of complementarity in innovation strategy: internal R&D and external knowledge acquisition", *Management Science*, 2006, 52(1), S. 68-82.
- de Rassenfosse, G., Dernis, H., Boedt, G., "An Introduction to the Patstat Database with Example Queries", Melbourne Institute Working Papers, 2014, (8/14).

- Fontane, R., Nuvolari, A., Shimizu, H., Vezzulli, A., "Reassessing patent propensity: Evidence from a dataset of R&D awards, 1977-2004", *Research Policy*, 2013, 42(10), S. 1780-1792.
- Guellec, D., Pottelsberghe de la Potterie, B., *The Economics of the European Patent System: IP Policy for Innovation and Competition*, Oxford University Press, Oxford, 2007.
- Griliches, Z., "Patent statistics as economic indicators: a survey", *Journal of Economic Literature*, 1990, 28(4), S. 1661-1707.
- Hall, B. H., "Exploring the Patent Explosion", *The Journal of Technology Transfer*, 2004, 30, S. 35-48.
- Hall, B., Jaffe, A., Trajtenberg, M., "Market value and patent citations", *Rand Journal of Economics*, 2005, 36(1), S. 16-38.
- Harhoff, D., Narin, F., Vopel, K., "Citation frequency and the value of patented inventions", *Review of Economics and Statistics*, 1999, 81(3), S. 511-515.
- Henderson, R., Jaffe, A., Trajtenberg, M., "Universities as a source of commercial technology: a detailed analysis of university patenting, 1965-1988", *Review of Economics and Statistics*, 1998, 80(1), S. 119-127.
- Jaffe, A. B., de Rassenfosse, G., "Patent citation data in social science research: Overview and best practices", *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 2017, 68, S. 1360-1374. <https://doi.org/10.1002/asi.23731>.
- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M., Fogarty, M. S., "The Meaning of Patent Citations: Report on the NBER/Case-Western Reserve Survey of Patentees", NBER Working Papers, 2000, (631).
- Janger, J., Firgo, M., Hofmann, K., Kügler, A., Strauss, A., Streicher, G., Pechar, H., *Wirtschaftliche und gesellschaftliche Effekte von Universitäten*, WIFO, Wien, 2017, <https://www.wifo.ac.at/wwg/pubid/60794>.
- Kuhn, J., Younge, K., Marco, A., "Patent citations reexamined", *RAND Journal of Economics*, 2020, 51(1), S. 109-132.
- Merges, R. P., Locke, L. A., "Co-ownership of patents: a comparative and economic view", *Journal of the Patent and Trademark Office Society*, 1990, 72, S. 586-599.
- OECD, *University-Industry Collaboration: New Evidence and Policy Options*, OECD Publishing, Paris, 2019, <https://doi.org/10.1787/e9c1e648-en>.
- Pavitt, K., "Patent statistics as indicators of innovative activities: possibilities and problems", *Scientometrics*, 1985, 7, S. 77-99.
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D'Este, P., Fini, R., Geuna, A., Grimaldi, R., Hughes, A., Krabel, S., et al., "Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university-industry relations", *Research Policy*, 2013, 42(2), S. 423-442.
- Reinstaller, A., Reschenhofer, P., "Using PageRank in the analysis of technological progress through patents: an illustration for biotechnological inventions", *Scientometrics*, 2017, 113, S. 1407-1438.
- Sachwald, F., "Location choices within global innovation networks: the case of Europe", *The Journal of Technology Transfer*, 2008, 33(4), S. 364-378.
- Schiller, D., Revilla Diez, J., "Local embeddedness of knowledge spillover agents: Empirical evidence from German star scientists", *Papers in Regional Science*, 2010, 89(2), S. 275-294.
- Silverberg, G., Verspagen, B., "The size distribution of innovation revisited: An application of extreme value statistics to citation and value measures of patent significance", *Journal of Econometrics*, 2007, 139(2), S. 318-339.
- Thursby, J., Thursby, M., "Here or there? A survey on the factors in multinational R&D location", National Academies Press, Washington D.C., 2006.
- Trajtenberg, M., "A Penny for your quotes: patent citations and the value of innovations", *RAND Journal of Economics*, 1990, 21(1), S. 172-187.
- Veugelers, R., *Internationalization of R&D: Trends, drivers and impact on host and home countries. Background report*, OECD Forum on the internationalization of R&D, Brüssel, 29.-30. März 2005.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., "Star scientists and institutional transformation: Patterns of invention and innovation in the formation of the biotechnology industry", *Proceedings of the National Academy of Science*, 1996, 93(23), S. 12709-12716.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., Armstrong, J. S., "Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture, and Firm Performance in Biotechnology", *Management Science*, 2002, 48(1), S. 138-153.