

Wissen hat ökonomisch gesehen oft den Charakter eines öffentlichen Gutes. In der Regel gelingt es nämlich dem Erfinder einer neuen Technologie oder eines neuen Produkts nicht vollständig, sich die Erträge seiner Forschungsanstrengungen anzueignen. Daher steht das in den Technologien bzw. Produkten inkorporierte Wissen zum Teil Dritten zur Verfügung. Diese, nicht an marktmäßige Transaktionen gebundenen Wissensflüsse werden als Überschwappeneffekte (Spill-over) bezeichnet. Spill-over sind aus der Sicht des Erfinders zwar meist unvorteilhaft, führen andererseits aber auch zu zusätzlichen Innovationen, was gesellschaftlich wünschenswert sein kann. Gerade bei Umweltinnovationen, die Umweltverschmutzung vermeiden oder weniger natürliche Ressourcen beanspruchen, ist die Generierung von Spill-over zu begrüßen.

Mit Hilfe von Patentdaten können die zugrunde liegenden Wissensflüsse näherungsweise abgebildet werden. So besteht im Rahmen der Patentanmeldung die Pflicht, auf bisheriges Wissen im jeweiligen Forschungsgebiet hinzuweisen, das in die Erfindung eingeht. Rechtlich soll auf diese Weise der Patentanspruch eindeutig abgegrenzt werden. Praktisch erfolgt dies vor allem durch die Zitierung der relevanten zurückliegenden Patente. Auf diese Weise kann der Einfluss zurückliegender Erfindungen über die Zeit und über geographische (oder technologische) Grenzen abgebildet werden. Herausgerechnet werden dabei Selbstzitationen, da hier von keiner Wissensexternalität ausgegangen werden kann. Einschränkend zu berücksichtigen ist freilich, dass derartige Wissensflüsse auch unabhängig von Patentaktivitäten auftreten können. Ebenso werden auch Zitationen vorgenommen, ohne dass tatsächlich Spill-over zugrunde liegen (zum Beispiel Patente, die nur entfernt mit der neuen Erfindung zu tun haben, aber aus rechtlichen Erwägungen aufgeführt werden).

Nachfolgend werden die Wissensflüsse für Technologien zur Klimatisierung von Fahrzeugen dargestellt (vgl. Rave und Sindram 2010). Sie sind umweltpolitisch sowohl im Hinblick auf die Reduzierung direkter Treibhausgasemissionen aus der Leckage problematischer Kältemittel als auch im Hinblick auf die Reduzierung indirekter Emissionen aufgrund des Treibstoffverbrauchs von Interesse. Ausgangspunkt sind alle Patente aus dem Bereich der Fahrzeugklimatisierung, die über Schlagwortsuche und Lesen des Patentabstracts zusätzlich als Umweltpatente oder Nicht-Umweltpatente klassifiziert wurden. Insgesamt sind dies knapp 10 000 Patente, davon etwa ein Sechstel Umweltpatente. Sie stammen überwiegend aus Deutschland (28%), Japan (25%) und den USA (17%) und gehen vor allem von Firmen und weniger von Privatpersonen oder öffentlichen Einrichtungen aus. Die Umweltpatente wurden weiter untergliedert, wobei sich zeigt, dass etwa zwei Drittel zur Einsparung indirekter Treibhausgasemissionen beitragen (»Energieeffizienzpatente«) und etwa 30% zur Einsparung direkter Treibhausgasemis-

sionen (»Kältemittelpatente«). Bei den Energieeffizienzpatenten dominiert Japan, während bei den Kältemittelpatenten ca. die Hälfte allein auf Deutschland fällt. Zu diesen Referenzpatenten werden alle zitierten Patente zugespielt. Dabei wurden für die folgende Darstellung alle zitierten Patente herausgenommen, die nicht auch in den Referenzpatenten vorhanden sind. Auf diese Weise kann eine Art Gesamtpopulation aller Patente aufgebaut werden, die prinzipiell zitiert werden können.

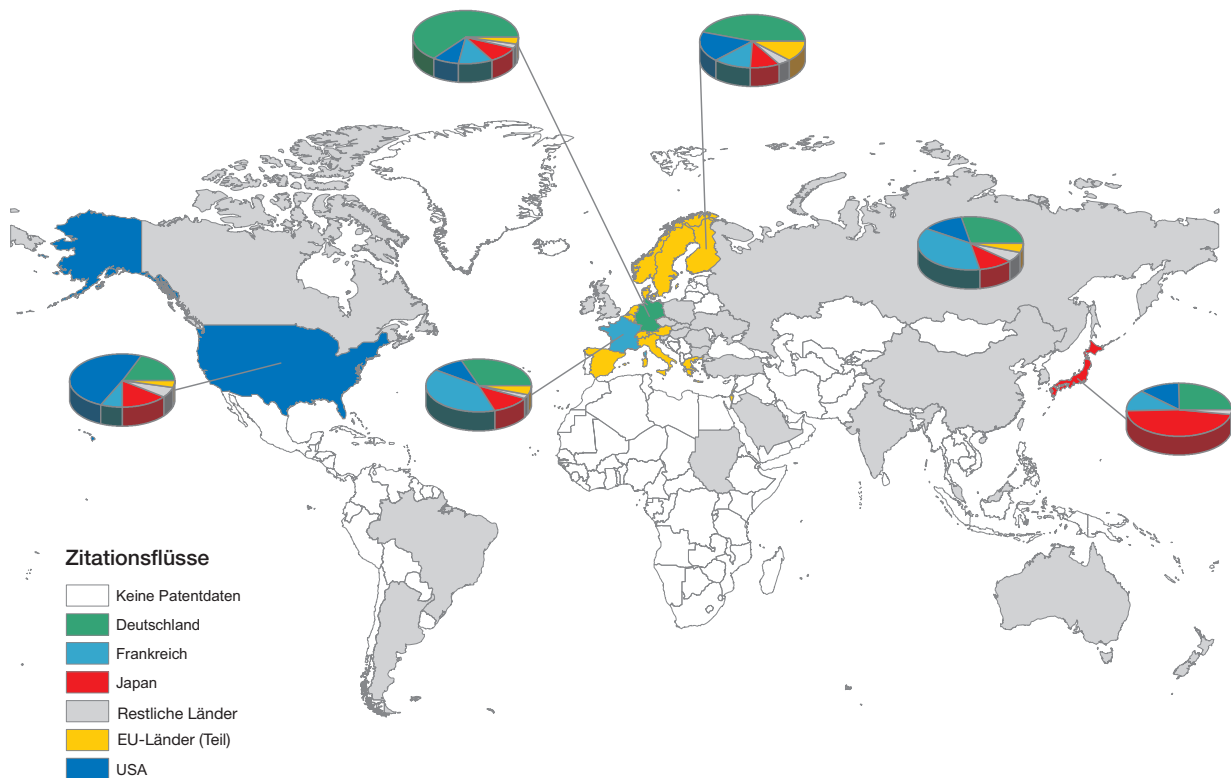
Betrachtet man zunächst Zitationen zwischen den Ländern, so zeigt sich, dass ca. 50% aller Flüsse innerhalb des eigenen Landes stattfinden. Für Deutschland ist dieser Effekt sogar noch ausgeprägter (vgl. Abb. 1): 62% aller zitierten Patente aus Deutschland werden wiederum von deutschen Patenten rezipiert. Dies spricht für eine starke Vernetzung der Innovationsaktivitäten innerhalb Deutschlands. Die USA und Japan haben einen Prozentsatz von knapp unter 50% und kleinere Länder naturgemäß einen noch geringeren, da sie vermehrt auf externes Wissen angewiesen sind. Aber auch die Patentaktivitäten in Frankreich und den restlichen EU-Ländern finden Widerhall in Deutschland: 33 bzw. 49% aller von dort zitierten Patente werden von Deutschland zitiert. Außerhalb Europas erscheint Japan (25%) für Deutschland eine wichtigere Wissensquelle zu sein als die USA (16%).

Interessant ist es nun zu fragen, ob sich dieses Bild für die Umweltpatente verändert. Zu berücksichtigen ist dabei insbesondere, dass viele Umweltpatente aufgrund des Vorliegens externer Effekte im Umweltbereich von den nationalen Förder- und Regulierungsaktivitäten getrieben werden. Die Bedeutung der nationalen Ebene zeigt sich dann auch bei den Wissensflüssen (vgl. Abb. 2): So nimmt die Bedeutung inländischer Zitationen für die Gesamtmenge der Umweltpatente noch leicht zu, insbesondere für Japan (56%) und die USA (54%). Für Deutschland ergeben sich keine großen Unterschiede. Als externe Wissensquelle spielt vor allem Japan sowohl für allgemeine deutsche als auch für deutsche Umweltpatente eine wichtige Rolle (rund 20% der von Deutschland vorgenommenen Zitationen). Für Umweltpatente sind Patente aus anderen EU-Ländern (ohne Frankreich) etwas bedeutsamer, die aus Frankreich dagegen etwas weniger bedeutsam als bei allgemeinen Patenten (jeweils bei einem Anteil unter 10%).

Im Zeitablauf lässt sich ein nahezu kontinuierlicher Anstieg der Zitationen feststellen.¹ Bezogen auf alle Patente finden sich die deutlichsten Wachstumsraten 1989 und dann Ende der 1990er Jahre (vor allem 1996, 1998 und 1999). Bei den Umweltpatenten finden die deutlichsten Zuwächse etwas verzögert statt. Ein erstmaliger deutlicher Anstieg er-

¹ Dies gilt nur nicht für die letzten beiden vorhandenen Jahre, da noch nicht alle angemeldeten Patente tatsächlich auch publiziert sind.

Abb. 1
Zitationsflüsse für alle Patente im Bereich der Fahrzeugklimatisierung



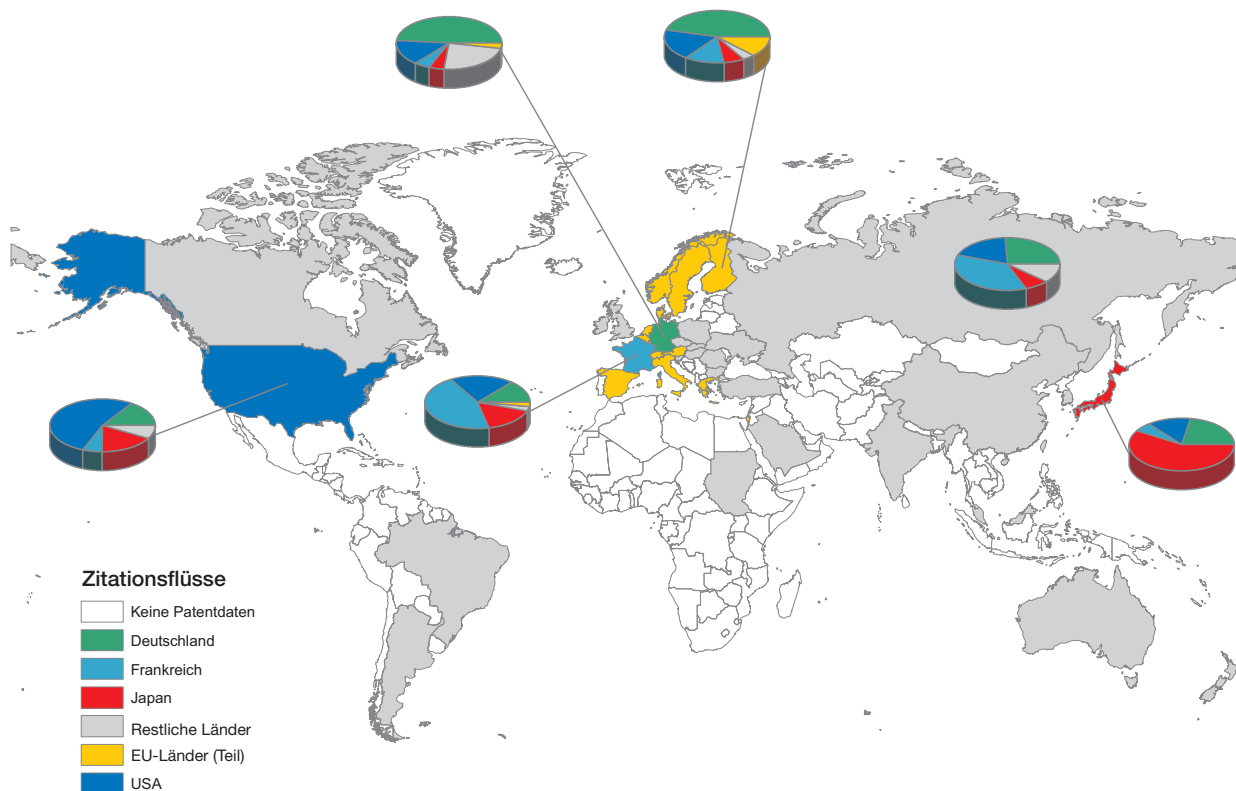
Das Diagramm für Deutschland zeigt, dass 10% des Wissens aus US-Patenten in Deutschland aufgenommen wird.
Quelle: PATSTAT, Datenbank des Europäischen Patentamtes zur Patentstatistik.

folgt in den Jahren 1993/94. Noch stärker als bei den Patenten insgesamt kommt es dann zu einer Steigerung in den Jahren 1998/99. 1998 ist zugleich das Jahr, in dem einzelne, insbesondere nordeuropäische Länder erste Vorschläge für die europaweite Regulierung von fluorierten Kältemitteln in Fahrzeugklimaanlagen unterbreiten. Der allgemein festzustellende Zuwachs im Jahr 2003 ist wiederum überproportional bei den Umweltpatenten. Dies ist zugleich der Zeitpunkt, zu dem die Arbeit an der 2006 in Kraft getretenen EU-Richtlinie 2006/40/EC über Fahrzeugklimaanlagen aktiv vorangetrieben wird.

Allerdings ergibt sich durchaus ein differenziertes Bild, wenn man zwischen Energieeffizienzpatenten und Kältemittelpatenten unterscheidet. Dies könnte damit zusammenhängen, dass erstere auch von der allgemeinen Energiepreisentwicklung, letztere dagegen insbesondere von den Gesetzgebungsaktivitäten beeinflusst werden. Bei den Energieeffizienzpatenten steigt die Bedeutung der innerjapanischen (58%) und innerfranzösischen (46%) Flüsse an, sowohl gegenüber den jeweiligen Nicht-Energieeffizienzpatenten als auch gegenüber allen Patenten. Eine Rolle spielen könnten hier die im Zuge der Verabschiedung des Kyoto-Protokolls in Japan initiierten Steueranreize für energieeffiziente Fahrzeuge. Die inneramerikanischen Flüsse fallen dagegen et-

was zurück (46%); offensichtlich sind die amerikanischen Energieeffizienzpatente stärker auf Wissen aus anderen Ländern angewiesen im Vergleich zu allen Patenten und auch allen Umweltpatenten. Für Deutschland ergeben sich keine großen Unterschiede zwischen Patenten insgesamt, Umweltpatenten und Energieeffizienzpatenten (inländische Flüsse jeweils 63–64%). Bei den Kältemittelpatenten ist die Bedeutung der inländischen Flüsse noch stärker länderabhängig: Für Deutschland ist die inländische Vernetzung jetzt besonders hoch (73%). Dies gilt auch für die USA, wobei allerdings die Basis deutlich kleiner ist, d.h. die Zahl der zitierten amerikanischen Patente nur etwa 40% der Zahl der zitierten deutschen Patente ausmacht. Innerfranzösische (22%) und innerjapanische (25%) Flüsse fallen dagegen deutlich zurück (wiederum allerdings bei recht dünner Zitationsbasis). Auffällig ist bei den Kältemittelpatenten im Vergleich zu allen Patenten und auch allen Umweltpatenten weiterhin, dass ausländische Patente von Deutschland deutlich stärker rezipiert werden (mit Ausnahme von Frankreich, das aber wenig zitierfähige Kältemittelpatente hat). Umgekehrt gilt, dass das in deutschen Kältemittelpatenten inkorporierte Wissen für die USA vergleichsweise bedeutsam ist, für Frankreich, die restlichen europäischen Länder und Japan dagegen nicht mehr oder sogar weniger bedeutsam ist als bei Umweltpatenten insgesamt oder allen Patenten insgesamt.

Abb. 2
Zitationsflüsse für Umweltpatente im Bereich der Fahrzeugklimatisierung



Das Diagramm für Deutschland zeigt, dass 16% des Wissens aus US-Patenten in Deutschland aufgenommen wird.

Quelle: PATSTAT, Datenbank des Europäischen Patentamtes zur Patentstatistik.

Diese verstärkten Flüsse zwischen Deutschland und den USA könnten auf verschiedene Programme und Konferenzen zurückzuführen sein, an denen diese beiden Länder stark beteiligt waren (z.B. das globale Partnerschaftsprogramm I-MAC zur Reduzierung der Emissionen aus Fahrzeugklimaanlagen zwischen 2001 und 2004, die gemeinsamen Forschungsprogramme ARCRP I + II oder die seit 2003 jährlich stattfindenden Mobile Air Conditioning Gipfel bzw. das sog. Winter Meeting des deutschen VDA).

Die Patentflüsse wurden auch nach der Art des Patentanmelders (Privatperson, Firma, öffentliche Einrichtung) und im Falle einer Firma nach Art der Firma klassifiziert. Unterscheidet man die Firmen nach Automobilfirmen (sog. OEMs), Autoklimaanlagenbauern (z.B. Behr, Denso, Valeo) und sonstigen Firmen, lässt sich argumentieren, dass insbesondere im Fall von Firmen weniger das Land, in dem das Patent angemeldet wurde, als vielmehr die Rolle der Firma in der Wertschöpfungskette von Bedeutung ist für die Zitationsflüsse. Insgesamt zeigt sich, dass die publizierten Patente (Referenzpatente) etwa zu zwei Drittel von Firmen stammen und nur zu einem Drittel von Privatpersonen. Bei den zitierten Patenten dagegen ergibt sich ein spiegelverkehrtes Bild: Nur zu einem knappen Drittel liegen Firmenpatente,

zu gut zwei Drittel dagegen Patente von Privatpersonen vor.² Dies liegt möglicherweise daran, dass Firmen ihre Patente besser schützen können. Bei der Wissensaneignung spielen die Klimaanlagenbauer eine dominierende Rolle. Jeweils etwa ein Drittel des in zurückliegenden Patenten vorhandenen Wissens wird von ihnen aufgegriffen, während Autobauer und sonstige Firmen nur jeweils etwa 20% ausmachen (mit Ausnahme von Zitationsflüssen zwischen sonstigen Firmen (34%)). Damit greifen neue Patente von Automobilherstellern auch weniger oft auf zurückliegende Patente von Klimaanlagenbauern zurück (18% aller Zitierungen), während neue Patente von Klimaanlagenbauern stärker von Patenten von Automobilherstellern profitieren (36%). Bei den Umweltpatenten ergibt sich allerdings ein anderes Bild: Zurückliegendes Wissen aus Patenten aller Firmentypen wird am stärksten von sonstigen Firmen aufgesogen (jeweils ein gutes Drittel aller Zitierungen). Offensichtlich diffundiert damit Umweltwissen stärker in andere Branchen als »allgemeines« Wissen.³ Dieser Effekt wird allerdings abgemildert, wenn sowohl das Referenzpatent als auch das zi-

² Öffentliche Einrichtungen spielen in beiden Fällen keine nennenswerte Rolle.

³ Allerdings ist zu berücksichtigen, dass der Anteil der sonstigen Firmen bei den Referenzpatenten auch höher ist als bei der Betrachtung aller Patente.

tierte Patent ein Umweltpatent ist. In diesem Fall nehmen Patente von Klimaanlagebauern wiederum fast ein Drittel der Zitierungen aus Automobilpatenten und aus Patenten (anderer) Klimaanlagebauer ein. Dahinter könnte ein schrittweises Lernen bei den unmittelbar betroffenen Akteuren im Hinblick auf die Umstellung von Fahrzeugen auf natürliche Kältemittel stehen.

Insgesamt können mit Patenzitationsanalysen erste Rückschlüsse über die Diffusion von Technologien gezogen werden, auch wenn zu berücksichtigen ist, dass nicht hinter jedem Zitationsfluss notwendigerweise ein Wissenstransfer steht. Deutschland nimmt bei den Patenten zur Fahrzeugklimatisierung eine zentrale Rolle ein und ist auch bei der Teilgruppe der Umweltpatente gut aufgestellt. Im Hinblick auf eine weitere Verschärfung der Klimaschutzgesetzgebung für fluorierte Treibhausgase ist abzuwarten, ob, ähnlich wie bei den Patenten insgesamt, noch eine stärkere internationale Technologiediffusion bei den Umweltpatenten und insbesondere den Patenten mit natürlichen Kältemittel stattfinden wird. Dies erscheint insbesondere im Hinblick auf die rapide wachsenden Automobilmärkte in Asien geboten.

Literatur

Rave, T. und M. Sindram (2010), »Klimaschutz durch verringerte Emissionen von fluorierten Treibhausgasen – das Beispiel innovativer Kälte- und Klimatechnik«, *ifo Schnelldienst* 63(18), 18–27.